

**UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN**

**Facultad de Ingeniería**

Escuela Profesional de Ingeniería de Minas

**INFLUENCIA DEL SISTEMA LAST PLANNER EN LA PLANIFICACIÓN  
Y CONTROL DE LA CONSTRUCCIÓN DEL DEPÓSITO DE DESMONTE  
NORTE ETAPA 3 EN LA UNIDAD MINERA PUCAMARCA, 2024**

**TESIS**

Presentada por:

Bach. Alexander Ramos Uruchi

Para optar el Título Profesional de:

**INGENIERO DE MINAS**

TACNA – PERÚ

2024

# UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

## Facultad de Ingeniería

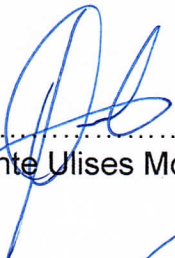
Escuela Profesional de Ingeniería de Minas

**“INFLUENCIA DEL SISTEMA LAST PLANNER EN LA PLANIFICACIÓN  
Y CONTROL DE LA CONSTRUCCIÓN DEL DEPÓSITO DE DESMONTE  
NORTE ETAPA 3 EN LA UNIDAD MINERA PUCAMARCA, 2024”**

Tesis sustentada y aprobada el 10 de diciembre de 2024, estando el Jurado

Calificador integrado por:

PRESIDENTE

  
.....  
Dr. Dante Ulises Morales Cabrera

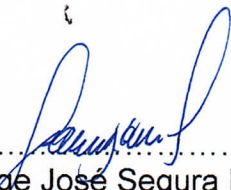
1er. MIEMBRO  
(SECRETARIO)

  
.....  
Dr. Carlos Huisa Ccori

2do. MIEMBRO  
(VOCAL)

  
.....  
Dr. Jorge José Segura Dávila

ASESOR

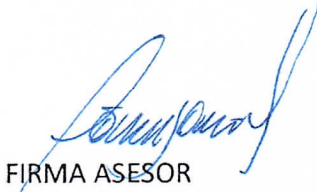
  
.....  
Dr. Jorge José Segura Dávila

## CERTIFICADO DE SIMILITUD

Yo, Dr. **Jorge José Segura Dávila**, en mi condición de asesor acreditado por la Resolución de Facultad N° 7905-2023-FAIM/UNTR de la tesis titulada:

"INFLUENCIA DEL SISTEMA LAST PLANNER EN LA PLANIFICACIÓN Y CONTROL DE LA CONSTRUCCIÓN DEL DEPÓSITO DE DESMONTE NORTE ETAPA 3 EN LA UNIDAD MINERA PUCAMARCA, 2024.", presentada por el Bachiller **Alexander Ramos Uruchi**, con código N° 2014-101007, para optar título profesional de Ingeniero de Minas. Que, habiendo cumplido con lo establecido en el reglamento de originalidad y de similitud de trabajo de investigación y producción intelectual, considerando que según la revisión, evaluación y análisis realizado a través del **software de similitud textual TURNITIN** cuenta con el nivel de similitud permitido cuyo porcentaje es 10 % Por lo que, **CERTIFICO LA SIMILARIDAD** de la tesis enunciada líneas arriba, la cual está expedita para continuar con los trámites para la obtención de título profesional, según corresponda consiguientemente la publicación en el repositorio institucional.

Tacna, 12 de Diciembre del 2024



FIRMA ASESOR



Huella digital

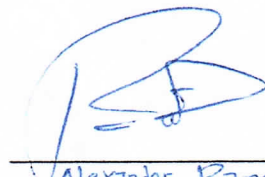
Nombres y apellidos: Jorge J. Segura Dávila

ORCID: 0009-0005-4711-63711

DNI: 00505290

FIRMA TESISTA

Nombres y apellidos:



DNI: 74562111



Huella digital

## **DEDICATORIA**

A Dios, que me dio las oportunidades para lograr mi desarrollo personal y profesional; a mi padre que en paz descansa, que en vida me brindó su apoyo incondicional para ser una persona de buenos principios.

## **AGRADECIMIENTO**

A mis padres que me inculcaron a formarme profesionalmente; de la misma forma agradezco a mi alma mater, Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, y a mis profesores por brindarme los conocimientos necesarios para poder desenvolverme profesionalmente. A mis compañeros y jefe del área del proyecto DDN3 por la confianza brindada.

Muchas gracias a todos.

## CONTENIDO

DEDICATORIA	III
AGRADECIMIENTO	IV
CONTENIDO	V
ÍNDICE DE ANEXOS	VII
ÍNDICE DE FIGURAS	VIII
ÍNDICE DE TABLAS	IX
RESUMEN	XI
ABSTRACT	XII
INTRODUCCIÓN	13
CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	15
1.1. Descripción del problema.....	15
1.1.1. Antecedentes del problema.....	15
1.1.2. Problemática de la investigación .....	16
1.2. Formulación del problema.....	17
1.1.3. Problema general.....	17
1.1.4. Problemas específicos.....	18
1.3. Justificación e importancia .....	18
1.4. Alcances y limitaciones .....	19
1.5. Objetivos .....	19
1.1.5. Objetivo general.....	19
1.1.6. Objetivos específicos.....	20
1.6. Hipótesis .....	20
1.1.7. Hipótesis general.....	20
1.1.8. Hipótesis específicas .....	20
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO	22
2.1. Antecedentes del estudio.....	22
2.2. Bases teóricas.....	28

2.2.1.	Sistema Last Planner .....	32
2.2.2.	Metodología del Sistema Last Planner.....	36
2.2.3.	Indicadores del sistema Last Planner .....	43
2.2.4.	Control de la construcción .....	46
2.2.5.	Curva “S” .....	47
2.2.6.	Cumplimiento del avance semanal (%).....	50
2.2.7.	Cumplimiento del costo por partida (%).....	50
2.2.8.	Índice de desempeño de cronograma (SPI) .....	50
2.3.	Definición de términos.....	51
CAPÍTULO III MARCO METODOLÓGICO .....		61
3.1.	Tipo y diseño de la investigación .....	61
3.2.	Población y muestra.....	63
3.3.	Operacionalización de variables .....	64
3.4.	Técnicas e instrumentos para la recolección de datos.....	66
3.5.	Procesamiento y análisis de datos .....	67
3.5.1.	Procesamiento de datos .....	69
3.5.2.	Análisis de datos con estadística descriptiva .....	98
CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....		103
4.1.	Resultados de la investigación.....	103
4.2.	Verificación de la hipótesis general .....	108
4.2.1.	Prueba de normalidad.....	109
DISCUSIÓN .....		120
CONCLUSIONES .....		125
RECOMENDACIONES .....		128
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....		130
ANEXOS .....		132

## ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Matriz de consistencia .....	133
Anexo 2. Ubicación del proyecto U.M. Pucamarca .....	135
Anexo 3. Partida Trabajos Provisionales y Preliminares.....	136
Anexo 4. Partida Trabajos Obras Civiles Cimentación y Nivelación .....	137
Anexo 5. Partida Trabajos Obras Civiles Subdrenaje .....	138
Anexo 6. Partidas de Poza Subdrenaje .....	140
Anexo 7. Partidas de Muro de Suelo Reforzado .....	141
Anexo 8. Partidas de Drenaje Superficial Este .....	142
Anexo 9. Partidas de Drenaje Superficial Oeste .....	143
Anexo 10. Partidas de Estructura de Concreto para Obras Electromecánicas.....	145
Anexo 11. Partidas Electromecánicas .....	147
Anexo 12. Partidas de instalaciones Eléctricas.....	151
Anexo 13. Análisis de Restricciones .....	152
Anexo 14. Log de Instrucción Trabajo Contrato con PU-0911-COANSA	163
Anexo 15. Log de Red Liner Contrato con PU-0911-COANSA .....	164
Anexo 16. Log de Scketchs Contrato con PU-0911-COANSA .....	166
Anexo 17. Change Order .....	166
Anexo 18. Curva S del proyecto Construcción Depósito Desmonte Botadero Norte Etapa 3.....	169

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 Formación de asignaciones	34
Figura 2 Niveles de planificación	39
Figura 3 Modelo general de la planificación	42
Figura 4 Control de proyectos	47
Figura 5 Análisis de curva S	49
Figura 6 Input y Output del planeamiento	53
Figura 7 Estructura de un EDT	54
Figura 9 Sectorización del proyecto Depósito Norte Etapa 3	70
Figura 10 Sectorización de movimiento de tierras	71
Figura 11 Sistema de drenaje superficial	73
Figura 12 Sistema de subdrenaje	74
Figura 13 Cronograma de revisión 05 aprobada	75
Figura 14 Curva S según la LB0	76
Figura 15 Plantilla de programación semana 15	78
Figura 16 PAC histórico	82
Figura 17 Causas de incumplimiento	83
Figura 18 Curva S de avance	93
Figura 19 Caja de bigotes por variable	101
Figura 20 Porcentaje de actividades completadas (PAC)	105

## ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 Causas de no cumplimiento	45
Tabla 2 Operacionalización de variables independientes	65
Tabla 3 Operacionalización de variables dependientes	65
Tabla 4 Resumen de presupuesto contractual	68
Tabla 5 Resumen del PAC histórico	80
Tabla 6 Resumen de hito contractual	83
Tabla 7 LOG de solicitudes de cambio	87
Tabla 8 Hitos contractuales	92
Tabla 9 Resumen de plantilla de costo directo	94
Tabla 10 Resumen de plantilla de costo directo	95
Tabla 11 Resumen de valorizaciones	96
Tabla 12 Avance y su cumplimiento semanal	98
Tabla 13 Costo y su cumplimiento por partida	99
Tabla 14 Prueba de normalidad de variables	102
Tabla 15 Porcentaje de actividades completadas (PAC)	103
Tabla 16 Causas de no cumplimiento (CNC)	106
Tabla 17 Costo por partida	107
Tabla 18 Control de la construcción (%)	107
Tabla 19 Pruebas de normalidad	110
Tabla 20 Prueba del coeficiente de correlación de Pearson del porcentaje de actividades completadas PAC (%) y el control de la construcción (%)	112
Tabla 21 Pruebas de normalidad	114
Tabla 22 Prueba del coeficiente de correlación de Pearson De las causas de no cumplimiento (CNC) y el control de la construcción (%)	115

Tabla 23 Pruebas de normalidad	117
Tabla 24 Prueba del coeficiente de correlación de Pearson del sistema Last Planner el costo de partida de control de la construcción (%)	119

## RESUMEN

El presente estudio titulado Influencia del Sistema Last Planner en la Planificación y Control de la Construcción del Depósito de Desmonte Norte Etapa 3 en la Unidad Minera Pucamarca tiene como finalidad determinar cómo influye el sistema Last Planner en la planificación y control de la construcción del depósito de desmonte norte etapa 3 en la Unidad Minera Pucamarca. La metodología utilizada es la aplicada de enfoque cualitativo, y el nivel de investigación es el cuasiexperimental y el método es descriptivo. La población y muestra considerada tiene un área de construcción de 7,4 hectáreas. En cuanto a los resultados, se ha demostrado que hay una influencia positiva y es moderadamente significativa entre el porcentaje de actividades completadas PAC (%) y el control de la construcción del depósito de desmonte Norte Etapa 3 en la Unidad Minera Pachamanca, de acuerdo al resultado obtenido en la prueba del coeficiente de correlación de Pearson ( $r = 0,503$ ,  $p < 0,05$ ). En conclusión, la aplicación del sistema Last Planner en el proyecto de Construcción del Depósito de Desmonte Norte Etapa 3, influye significativamente en el control del cumplimiento de alcance del proyecto, porque se logró concretar en su totalidad, dando cumplimiento del avance semanal y costo por partida. Desde ese enfoque la planificación se manejó de una forma adecuada a los cambios que se fueron presentando *In Situ*.

**Palabras clave:** sistema Last Planner, control de proyectos, programación.

## ABSTRACT

The present study titled Influence of the Last Planner System in the Planning and Control of the Construction of the Northern Clearcutting Deposit Stage 3 in the Pucamarca Mining Unit has for Determining how the Last Planner system influences in the planning and control of the construction of the Northern Clearcutting Deposit Stage 3 in the Pucamarca Mining Unit, the methodology used of applied of qualitative approach, cuasiexperimental level of research and descriptive method, in which the population and sample was a construction area of 7.4 hectares. Regarding the results, it has been shown that there is a positive influence and it is moderately significant between the percentage of completed activities PAC (%) and the control of the construction of the North stage 3 waste dump in the Pucamarca Mining Unit, according to the result obtained in the Pearson correlation coefficient test ( $p < 0.05$ ). In conclusion, the application of the Last Planner system in the project for the construction of the North Landfill Deposit, Stage 3, has a significant influence on the control of the project scope compliance, because it was possible to achieve full compliance with the weekly progress and cost per item. From this approach, the planning was managed in a way that was adequate to the changes that occurred on site.

**Keywords:** Last Planner system, project control, programming.

## INTRODUCCIÓN

La expansión de las operaciones mineras genera la necesidad de aumentar la capacidad del depósito de desmonte, lo que permite dar continuidad a dichas actividades. En este contexto, se desarrolla el proyecto "Construcción del Depósito de Desmonte Norte Etapa 3", gestionado por la empresa Coansa del Perú S.A.C., la cual se compromete a cumplir con los plazos contractuales establecidos para la construcción del proyecto. Este responde a los requerimientos de su cliente, Minsur S.A., específicamente en la Unidad Minera Pucamarca. Para asegurar el éxito en la ejecución del proyecto, se aplican metodologías como la Construcción Ajustada y el Sistema Last Planner, las cuales facilitan la optimización de los recursos, aceleran la producción y garantizan el cumplimiento de los plazos de entrega. Además, estas herramientas permiten identificar limitaciones e imprevistos que podrían impactar negativamente en los tiempos y costos del proyecto.

En este marco, se presenta el estudio titulado "Influencia del Sistema Last Planner en la Planificación y Control de la Construcción del Depósito de Desmonte Norte Etapa 3 en la Unidad Minera Pucamarca", el cual está estructurado en cuatro capítulos.

En el Capítulo I, se realiza el Planteamiento del Problema, donde se expone la problemática específica de la investigación, los antecedentes

relacionados en la U.M. Pucamarca, la formulación del problema, la justificación y relevancia del estudio, sus alcances y limitaciones, así como los objetivos e hipótesis planteados para la investigación.

En el Capítulo II, se desarrolla el marco teórico, para establecer los lineamientos y conceptos trascendentes del estudio, antecedentes del estudio, bases teóricas para comprender y analizar los resultados del cumplimiento obtenidos al implementar el Sistema Last Planner, y la respectiva definición de los términos empleados en la presente investigación.

En el Capítulo III, se realiza el marco metodológico; se hace referencia al tipo y diseño de investigación, población y muestras tomadas correspondientes a la planificación y control del proyecto “Construcción de Depósito de Desmonte Norte Etapa 3”, operacionalización de variables del estudio en referencia a los objetivos planteados, técnicas e instrumentos utilizados para la recolección de datos, procesamiento y análisis de datos, a fin de obtener los resultados del presente estudio.

El Capítulo IV, se presentan los resultados y la discusión.

Finalmente, se complementa esta investigación con sus respectivas conclusiones, recomendaciones y referencias bibliográficas.

# CAPÍTULO I

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 1.1. Descripción del problema

#### 1.1.1. *Antecedentes del problema*

Los retrasos en los proyectos de construcción suelen generar pérdidas económicas tanto para los constructores como para los inversores, y en muchos casos, terminan en disputas legales entre las partes involucradas. Una de las principales causas de estos retrasos es la falta de tiempo y recursos adecuados para crear un calendario que refleje de manera precisa el orden lógico de las tareas a realizar. Esta planificación es fundamental para garantizar un control eficiente del proyecto, ya que proporciona la base para una ejecución fluida y oportuna.

En el sector minero, donde la ingeniería y la construcción están experimentando un rápido crecimiento, las empresas han comenzado a invertir significativamente en el desarrollo de su infraestructura, lo que implica la preparación y ejecución de proyectos de gran envergadura. En este contexto, la selección de contratistas que puedan garantizar un buen

rendimiento en términos de calidad, seguridad, y cumplimiento de los plazos estipulados se vuelve esencial.

Sin embargo, muchas empresas en Perú aún utilizan sistemas de construcción obsoletos y técnicas ineficaces, lo que limita el crecimiento del sector y del país en general. A esto se suma el bajo nivel de eficiencia que caracteriza a la industria de la construcción, agravado por los problemas de seguridad laboral para los trabajadores. Estos factores evidencian el desarrollo aún modesto que enfrenta la industria.

El principal desafío en la planificación y control de proyectos radica en la dificultad de cumplir con el cronograma de manera íntegra. Durante la ejecución, suelen surgir imprevistos que no solo son difíciles de prever, sino que también resultan complejos en cuanto al tiempo requerido para solucionarlos, lo que impacta negativamente en los tiempos de entrega del proyecto.

### **1.1.2. *Problemática de la investigación***

En la Unidad Minera Pucamarca, los avances continuos en la explotación de recursos han generado la necesidad de expandir el Depósito de Desmonte Norte, entrando en su Etapa 3. Esta expansión es esencial para asegurar la continuidad de las operaciones mineras. Para lograrlo, es

fundamental llevar a cabo la construcción del proyecto de ampliación de manera efectiva y dentro de los plazos establecidos.

Uno de los principales desafíos de esta investigación radica en el tiempo limitado disponible para completar el proyecto contractual. Cumplir con los plazos programados es crucial, ya que cualquier retraso podría generar sobrecostos y llevar a la imposición de penalidades por parte de Minsur S.A. sobre la empresa Coansa del Perú S.A.C., encargada de la ejecución. La prioridad de esta investigación, por tanto, es identificar los factores críticos que puedan influir en la entrega puntual del proyecto, con el fin de evitar contratiempos financieros y asegurar la continuidad de las actividades mineras sin interrupciones. Además, se busca optimizar los procesos constructivos, garantizando el cumplimiento de las normativas y evitando así sanciones que puedan comprometer tanto la rentabilidad como la reputación de las empresas involucradas.

## **1.2. Formulación del problema**

### **1.1.3. *Problema general***

- ¿Cómo influye el sistema Last Planner en la planificación y control de la construcción del depósito de desmonte norte etapa 3 en la Unidad Minera Pucamarca?

#### 1.1.4. ***Problemas específicos***

¿Cómo influye el porcentaje de actividades completadas PAC (%) en el control de la construcción del depósito de desmonte norte etapa 3 en la Unidad Minera Pucamarca?

¿Cómo influyen las causas de no cumplimiento (CNC) en el control de la construcción del depósito de desmonte norte etapa 3 en la Unidad Minera Pucamarca?

¿Cómo influyen la aplicación del sistema Last Planner en el costo por partida del depósito de desmonte norte etapa 3 en la Unidad Minera Pucamarca?

#### 1.3. **Justificación e importancia**

La necesidad de llevar un control que permita ver los puntos débiles de la planificación y permita tomar acción correctiva con cierta holgura, dieron a tomar la decisión de implementar el sistema Last Planner, en todo el desarrollo de la construcción del proyecto de ampliación de depósito de desmonte Norte Etapa 3, ejecutada por la empresa Coansa del Perú S.A.C., con el fin de poder disminuir los atrasos y pérdidas que ocasionan problemas económicos.

La investigación toma importancia, ya que nos permite contribuir al desarrollo del conocimiento en la implementación de un sistema en la planificación y control de proyectos de operaciones mineras, sirviendo como antecedente y base para nuevas investigaciones, por lo que se establecen conceptos básicos para una adecuada implementación del Sistema Last Planner.

#### **1.4. Alcances y limitaciones**

La investigación se desarrolló en la Unidad Minera Pucamarca, en la empresa Coansa del Perú S.A.C., donde la información recopilada se limita a los alcances de los datos de campo con formatos establecidos y resultados que se obtuvieron en la ejecución del proyecto, asimismo, se considera la ejecución de actividades de movimiento de tierra, construcción de red de subdrenaje, muro de suelo reforzado, canal de coronación para el drenaje superficial y como adicionales obras electromecánicas.

#### **1.5. Objetivos**

##### **1.1.5. *Objetivo general***

- Determinar cómo influye el sistema Last Planner en la planificación y control de la construcción del depósito de desmonte norte etapa 3 en la Unidad Minera Pucamarca.

#### 1.1.6. **Objetivos específicos**

- Determinar cómo influye el porcentaje de actividades completadas PAC (%) en el control de la construcción del depósito de desmonte norte etapa 3 en la Unidad Minera Pucamarca.
- Determinar Cómo influyen las causas de no cumplimiento (CNC) en el control de la construcción del depósito de desmonte norte etapa 3 en la Unidad Minera Pucamarca.
- Determinar cómo influyen la aplicación del sistema Last Planner en el control de costo por partida en la construcción del depósito de desmonte norte etapa 3 en la Unidad Minera Pucamarca.

#### 1.6. **Hipótesis**

##### 1.1.7. **Hipótesis general**

- La aplicación del sistema Last Planner influye de manera significativa en la planificación y control de la construcción del depósito de desmonte norte etapa 3 en la Unidad Minera Pucamarca.

##### 1.1.8. **Hipótesis específicas**

El porcentaje de actividades completadas PAC (%) influye significativamente en el control de la construcción del depósito de desmonte norte etapa 3 en la Unidad Minera Pucamarca.

Las causas de no cumplimiento (CNC) influyen significativamente en el control de la construcción del depósito de desmonte norte etapa 3 en la Unidad Minera Pucamarca.

La aplicación del sistema Last Planner influye en el costo por partida en la construcción de depósito de desmonte norte etapa 3 en la Unidad Minera Pucamarca.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Antecedentes del estudio**

Alarcón y Campero (2008) señalan que el sistema conocido como Last Planner, o último planificador, surge como respuesta a la necesidad de varios académicos, tales como Lauri Koskela y Glenn Ballard, quienes buscaban comprender las dificultades y desafíos que enfrenta la industria de la construcción. Este enfoque se fundamenta en los principios del Lean Construction, o construcción eficiente, que es una filosofía orientada a la producción. El objetivo principal de Lean Construction es minimizar las pérdidas y la variabilidad dentro de los procesos de construcción, al mismo tiempo que se busca un aumento constante en el valor y la calidad de los resultados finales.

El sistema Last Planner se centra en la colaboración y el compromiso de todos los involucrados en un proyecto de construcción. Al promover una planificación más efectiva y un flujo de trabajo continuo, este sistema permite identificar y resolver problemas de manera anticipada, optimizando así los recursos y el tiempo.

En el marco de la construcción eficiente, se busca no solo el ahorro en costos, sino también la mejora en la satisfacción del cliente y en el desempeño general del proyecto.

Además, el Last Planner se caracteriza por su enfoque en la planificación a corto plazo y su flexibilidad, adaptándose a los cambios e imprevistos que pueden surgir en el camino. A través de revisiones periódicas y el aprendizaje continuo, se fomenta una cultura de mejora constante, haciendo hincapié en la importancia de la comunicación y la transparencia entre todos los miembros del equipo de trabajo. Este enfoque no solo transforma la manera de gestionar los proyectos de construcción, sino que también contribuye a la creación de un entorno más colaborativo y eficiente, repercutiendo positivamente en los resultados finales.

En el contexto internacional, se destaca la investigación realizada por Constanza (2017) en Santiago de Chile, que lleva por título "Implementación del Sistema Last Planner en Edificación en Altura en una Empresa Constructora". El objetivo principal de esta investigación fue aplicar la metodología Last Planner y analizar los datos obtenidos de dos proyectos de construcción desarrollados por una empresa constructora en las comunas de Los Condes y San Miguel. La implementación del sistema logró estabilizar los flujos de trabajo y reducir la variabilidad en los mismos,

lo que indica un avance significativo en la gestión de proyectos. Sin embargo, se presentó ciertos obstáculos que dificultaron el alcance total de los resultados esperados, particularmente en lo que respecta a los indicadores de causas de incumplimiento.

Uno de los aspectos centrales de esta investigación fue la identificación de las razones subyacentes que provocaron los problemas en la ejecución de los proyectos. Este proceso de identificación permitió el desarrollo de actividades específicas diseñadas para abordar las causas raíz de los problemas, resultando en una programación de tareas más efectiva. Esta estrategia no solo facilita la adecuada programación de las actividades a realizar, sino que también minimiza las interrupciones derivadas de la falta de materiales o equipos. Como resultado de este enfoque, se observa una mejora significativa en la productividad a lo largo de los proyectos, destacando la importancia de una gestión proactiva y bien planificada en el ámbito de la construcción. En suma, la implementación del Sistema Last Planner no solo optimiza los recursos y tiempos, sino que también promueve una cultura de análisis y mejora continua en las empresas constructoras.

Como antecedente nacional, en Lima Perú, Chokewanka y Sotomayor (2018) En la investigación titulada "Sistema Last Planner para Mejorar la Planificación en la Obra Civil del Centro de Salud Picota – San

Martín”, el fin fue optimizar la planificación en este proyecto de infraestructura mediante la implementación del Sistema Last Planner. Durante la investigación, se evidenció que este sistema contribuyó significativamente a aumentar la fiabilidad de los procesos de planificación, lo cual a su vez se tradujo en un incremento notable de la productividad. A través de la mejora en los rendimientos de trabajo, el equipo de obra logró reducir los retrasos experimentados, logrando revertir un 3,6 % del atraso acumulado en la semana. Esto resalta la efectividad del Sistema Last Planner en la gestión de proyectos de construcción, especialmente en el sector de la salud, donde una planificación adecuada es crucial para cumplir con los plazos estipulados y garantizar la funcionalidad de las instalaciones.

Guzmán (2014) en la investigación titulada “Aplicación de la Filosofía *Lean Construction* en la Planificación, Programación, Ejecución y Control de Proyectos”, logró implementar la filosofía *Lean Construction* mediante la utilización de la sectorización y la creación de trenes de trabajo. Esta estrategia no solo permitió optimizar el desarrollo de proyectos, sino que también aportó mejoras significativas en comparación con los enfoques tradicionales. Al replantear el método de trabajo, se consiguió acortar los tiempos de ejecución a través de la superposición de actividades. Esta técnica, al aumentar la simultaneidad de las tareas,

contribuyó a elevar la productividad, ya que se asignaron cuadrillas específicas para cada tipo de actividad. En este contexto, la filosofía *Lean Construction* se revela como un enfoque eficiente que no solo promueve la reducción de desperdicios, sino que también favorece una organización más clara en la ejecución de proyectos, impulsando así un desempeño más eficaz en el sector de la construcción. Además, este enfoque fomenta una mejor comunicación entre los equipos de trabajo, lo que resulta una gran satisfacción tanto para los trabajadores como para los clientes.

Bazán (2017) en la investigación titulada “Propuesta de Implementación de la Herramienta Sistema Last Planner para Mejorar la Gestión Logística del Área de Obras Industriales de la Empresa CAM”, con el fin de introducir el sistema Last Planner como una estrategia eficaz para optimizar la gestión logística en las áreas dedicadas a proyectos industriales. Esta metodología busca influir de manera significativa en la adquisición de bienes y servicios, permitiendo anticipar de forma adecuada los requerimientos y, en consecuencia, ejecutar las actividades de manera más eficiente. Tras la aplicación del sistema Last Planner en tres proyectos diferentes, se observaron mejoras en la gestión logística, las cuales se tradujeron en un aumento del 4,69 % en la rentabilidad final del proyecto en comparación con los métodos de planificación más tradicionales. Este resultado subraya la importancia de adoptar herramientas modernas de

gestión en el sector de la construcción, donde la coordinación y la previsibilidad son esenciales para el éxito de los proyectos industriales.

Gonzales (2018) en la investigación titulada “Aplicación de la Metodología Last Planner en el Planeamiento, Programación y Control en la Construcción de Obras Públicas de Riego”, propone aplicar el Last Planner System en obras de riego financiadas por el Estado, identificando que la falta de entrega puntual de estos proyectos es un problema crítico. Se argumenta que, al integrar el sistema de gestión en la programación y supervisión de obras públicas, es posible reducir significativamente los plazos de ejecución. Los resultados de la evaluación demuestran que la implementación del Last Planner System, permite abordar de manera efectiva el desafío de mejorar la puntualidad en la entrega de las obras, contribuyendo así a optimizar el rendimiento del sector de la construcción. Asimismo, se disminuyó las fechas de ejecución, logrando analizar las restricciones, para permitir un flujo continuo del proceso de construcción.

Como antecedente local, en Tacna Perú, Mamani (2022) llevó a cabo un estudio titulado “Aplicación del Sistema Last Planner en la Planificación y Control de la Etapa Constructiva del Proyecto Urbanización Concentradora Toquepala, Tacna - 2022”. La investigación demuestra que la adopción de este enfoque metodológico ha contribuido a reducir la variabilidad en los procesos de planificación. Este avance ha permitido una

asignación más precisa de recursos, lo que es crucial para el buen desarrollo del proyecto. Además, la implementación del Sistema Last Planner ha facilitado el cumplimiento riguroso de las actividades programadas. Esto se logra gracias a un análisis detallado de las limitaciones que afectan los planes del proyecto, lo que a su vez ayuda a identificar y mitigar riesgos de manera más efectiva. En resumen, el trabajo de Mamani destaca cómo una metodología bien estructurada puede impactar positivamente en la eficiencia y el éxito de proyectos de construcción en la región.

## **2.2. Bases teóricas**

- La Unidad Minera Pucamarca, geográficamente, se ubica en la zona sur del país, en el departamento y provincia de Tacna, distrito de Palca y en las comunidades de Palca y de Vilavilani Charipujo, sobre una altitud promedio de 4,250 msnm. Es accesible desde la ciudad de Tacna, a partir de la carretera Tacna - Palca (dirección noreste) a 62 km, presentándose los últimos 11 km a manera de tramo afirmado. Posteriormente, se sigue la carretera Palca - Pucamarca de 37 km, siendo los primeros 18 km afirmados y los últimos 19 km como una trocha carrozable. La zona de estudio se ubica entre las laderas bajas del tajo Checocollo, la vía perimetral del pad de lixiviación Fase 3B, en

la zona este del DDN, cantera Morrenas, Alternativa sur, Alternativa 2 y Pad Fase 3B, cuyas coordenadas (WGS84) de un punto representativo son 413 819 E - 8029 332 N (DDN).

- La capacidad requerida para la ampliación del Depósito de Desmonte Norte ha sido calculado durante el desarrollo del estudio de factibilidad, capacidad de 5,610 000 toneladas, que abarcará un área de 7.4 hectáreas, planificando un apilamiento de 8,250 toneladas diarias, 247 500 toneladas al mes y 2,970 000 toneladas anuales, obteniendo un tiempo de producción planificada para dos años.
- El material asociado a desmonte mina, material estéril o mineral de baja ley acumulado dentro del botadero norte, de origen antrópico se clasifica granulométricamente en desmonte de mina tipo 1, tipo 2 y tipo 3.
- Desmonte de mina tipo 1, es un material plástico nula a alta, de compacidad suelta a muy densa, es ligeramente húmeda, color pardo a gris parduzco, presenta valores de números de golpes en los últimos 0.30m del SPT, de 2 hasta rechazo.
- Desmonte de mina tipo 2, es un material plástico nula a alta, compacidad muy suelta a muy densa, ligeramente húmeda, color pardo amarillento a gris, presenta valores de número de golpes en los últimos 0.30 m del SPT, de 3 hasta rechazo.

- Desmonte de mina tipo 3, es un material con contenido fino mayor a 30 % ml, cl, compacidad medianamente densa a densa, de consistencia blanca a dura, ligeramente húmeda, de color pardo a pardo rojizo, presenta valores de número de golpes en los últimos 0.30m del SPT, de 4 hasta 31.
- El tipo de material asociado a la excavación, que está dentro del alcance del proyecto ampliación de depósito de desmonte norte etapa 03, para llegar a los niveles de diseño se encuentra, material de top soil, material inadecuado suelto y material inadecuado de roca dura.
- Las instalaciones de la Etapa 3 del depósito de desmonte Norte que serán desarrolladas mediante el diseño definido, que sirven como base para el desarrollo del proyecto “Ingeniería de Detalle Etapa 3 del Depósito de Desmonte Norte”; los cuales, a su vez involucran estructuras complementarias para su operación, como son: los canales de derivación, estructuras hidráulicas, caminos de accesos internos, reubicación de estructuras existentes, instrumentación geotécnica y diseño electromecánico.
- Todos los componentes descritos anteriormente serán desarrollados con base en datos y criterios de diseño que fueron calculados y establecidos por los estándares internacionales de la ingeniería geotécnica, civil, hidráulica e industria minera.

ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	CRITERIO DE DISEÑO
<b>1</b>	<b>Depósito de desmote</b>		
	Coefficiente sísmico de depósito de desmotes de mina	GAL	0,11-0,17
	Factor de seguridad mínimo en condiciones estáticas temporal	FS	1,30
	Factor de seguridad mínimo en condiciones estáticas operación de y cierre	FS	1,50
	Factores de seguridad mínimo en condiciones pseudoestático	FS	1.00
	Máximo desplazamiento permanente inducido por sismo en el depósito de desmote.	Cm	50
<b>2</b>	<b>Geometría de apilamiento</b>		
	Capacidad de diseño	Mt	5,43
	Desmote densidad seca	t/m3	1.69
	Desmote, ángulo de reposo	°	37
	Desmote, talud de reposo	H:1V	1,33
	Pila, talud global	H:1V	2,50
	Banco, altura típica	M	10
	Banqueta, ancho	M	11,7
<b>3</b>	<b>Parámetros de estabilidad física</b>		
	Modelo de análisis de estabilidad (método de equilibrio limite)	Modelo	Spencer
	Periodo de retorno del evento sísmico de diseño	Años	475
	Aceleración máxima del suelo (tipo C) PGA ( <i>peak ground acceleration</i> )	g	0,487
<b>4</b>	<b>Sistema de subdrenaje</b>		
	Material de tubería	Material	HDPE
	Subdrenaje, tipo de tubería	Tipo	Pared doble
	Subdrenaje, diámetro de tuberías	Mm	300/100
<b>5</b>	<b>Poza de subdrenaje</b>		
	Capacidad de almacenamiento	M3	390
	Material de revestimiento	Tipo	Concreto armado
<b>6</b>	<b>Manejo de drenaje superficial</b>		
	Sección de diseño	Tipo	Trapezoidal

Taludes laterales	H:1V	1,0
Pendiente longitudinal mínima	%	1,5
Borde libre mínimo	MM	300
Material de revestimiento	Material	Mampostería de piedra
Resistencia del concreto	Kg/cm <sup>2</sup>	280
Espesor mínimo de revestimiento	Mm	100 – 150
Estructuras hidráulicas complementarias	Material	Concreto armado

*Fuente: referenciado de la empresa Anddes Asociados SAC, 2021.*

### 2.2.1. **Sistema Last Planner**

Es una herramienta fundamental que permite monitorear y gestionar procesos, buscando reducir la variabilidad en los mismos. Su principal propósito es asegurar que las actividades programadas para cada semana se lleven a cabo de manera óptima. Esta fase de control de la producción incluye diversas herramientas complementarias, tales como la planificación maestra, la planificación por fases, el Lookahead, el plan semanal, el porcentaje de cumplimiento del plan y el análisis de las causas de incumplimiento. Estas herramientas se complementan para mejorar la efectividad de la planificación y ejecución de proyectos (Barría, 2009).

El origen del sistema Last Planner se remonta a la publicación de su primer documento técnico en 1994. Posteriormente, Glenn Ballard, su creador, profundizó en este tema en su tesis doctoral de 2000, titulada

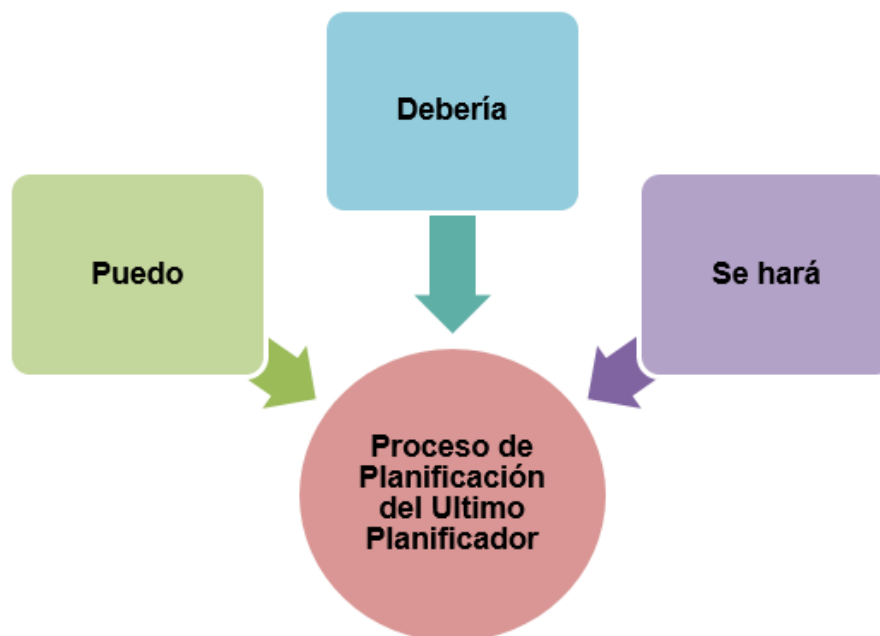
"Control de la Producción con el Sistema Last Planner". En este trabajo, Ballard se dedicó a investigar formas de aumentar la fiabilidad en la planificación, buscando así mejorar el rendimiento general de los proyectos. La metodología desarrollada por Ballard se fundamenta en una serie de principios que se detallarán a continuación, destacando la importancia de la colaboración entre los miembros del equipo, la anticipación de problemas y la adaptación a los cambios que surgen a lo largo del proceso de producción. Estas características hacen del Sistema Last Planner una herramienta clave en la gestión de proyectos, contribuyendo a un manejo más eficiente de los recursos y al cumplimiento de los plazos establecidos.

- a) Las actividades deben iniciarse únicamente cuando se cumplen todos los requisitos necesarios para su realización, garantizando así su ejecución satisfactoria.
- b) Es crucial medir y monitorear el progreso de las actividades a lo largo del tiempo.
- c) Es fundamental identificar y eliminar las causas que impiden la realización de una actividad.
- d) Se debe evitar la pérdida de productividad mediante la reasignación de actividades cuando las condiciones iniciales no permiten su ejecución.

- e) Es recomendable realizar una programación a corto plazo, teniendo en cuenta solo aquellas actividades cuyas restricciones para su ejecución han sido eliminadas.

**Figura 1**

*Formación de asignaciones*



*Fuente:* El gráfico corresponde a la formación de asignaciones dentro del sistema el último planificador. Fuente: Alarcón y Campero (2008).

Una planificación efectiva debe estar alineada con los objetivos generales y las restricciones del proyecto. En última instancia, un individuo o grupo determina las tareas físicas y específicas que se llevarán a cabo al día siguiente. Estos planes se conocen como asignaciones, y la persona o grupo responsable de hacer estas asignaciones se denomina el último

planificador. Los últimos planificadores determinan qué se llevará a cabo, lo cual debe ser el resultado de un proceso de planificación que se espera que se cumpla, en contraste con lo que podría realizarse (Glenn y Howell, 2000).

Según Sabbatino (2011) la representación visual de lo mencionado anteriormente se puede observar en su figura, donde el "se hará" constituye un subconjunto del "puede", y este último, a su vez, es parte del "debe". Esta perspectiva enfatiza la importancia de una coordinación más efectiva entre las actividades planificadas, lo que a su vez incrementa la probabilidad de que estas se lleven a cabo como se había previsto. Implementar este tipo de metodología contribuye a minimizar las desviaciones potenciales y a asegurar que el proyecto se mantenga enfocado en el logro de sus objetivos.

En contraste, los métodos convencionales de gestión de proyectos en el sector de la construcción suelen requerir una gran cantidad de recursos en términos de tiempo y dinero, dedicados a la creación de presupuestos y planes exhaustivos. Sin embargo, es común que lo que inicialmente se establece con meticulosidad se desvíe considerablemente una vez que el proyecto entra en la fase de ejecución. Este fenómeno puede provocar un efecto dominó de desviaciones que afectan a las actividades posteriores, lo que a menudo resulta en la necesidad de

replanificar partes significativas del proyecto para adaptarse a las nuevas realidades emergentes. Además, la presión por completar el proyecto en un plazo más corto puede dar lugar a un aumento notable en los costos asociados a la mano de obra y los equipos, conduciendo a una ineficiencia en la utilización de los recursos disponibles. Esta situación no solo complica el cumplimiento de los plazos establecidos, sino que también puede comprometer la calidad del trabajo final, afectando en última instancia el éxito del proyecto.

### **2.2.2. Metodología del Sistema Last Planner**

Se fundamenta en tres escalones de planificación que marcan el camino para optimizar el proceso de programación en proyectos de construcción. Estas etapas permiten ajustar el plan original, disminuyendo la incertidumbre y fomentando un análisis minucioso de las tareas que son imperativas realizar y aquellas que son factibles dentro del contexto del proyecto. Este enfoque facilita la identificación proactiva de obstáculos que podrían afectar el avance del trabajo, permitiendo así su eliminación o mitigación. Los tres niveles de planificación son: el Programa Maestro, que establece el cronograma general del proyecto; la Planificación Intermedia, también conocida como Lookahead , que mira hacia adelante en un horizonte temporal más corto para prever tareas y preparatorios; y la

Planificación Semanal, que se centra en las actividades inmediatas a realizar en la semana vigente. Esta estructura jerárquica no solo optimiza la gestión del tiempo, sino que también mejora la colaboración y la comunicación entre los diversos actores involucrados en el proyecto.

### **Programa maestro**

Se encarga de elaborar tanto el presupuesto como el cronograma del proyecto. Es esencial que este programa se desarrolle a partir de datos que reflejen con precisión el rendimiento real de la empresa en sus obras. Esta rigurosidad en la elaboración de información es crucial para validar el Sistema del Último Planificador (SUP). Esto se debe a que el SUP se basa en la supervisión de actividades que, en efecto, ilustran la metodología de trabajo de la empresa, lo que garantiza que los planes sean factibles y alineados con las prácticas reales en el campo de construcción.

El Programa Maestro no solo actúa como una herramienta de planificación, sino que también sirve como un puente de comunicación entre los diversos actores involucrados en el proyecto, asegurando que todos tengan una comprensión común de los objetivos, plazos y recursos disponibles. Al basarse en un análisis realista y detallado del desempeño de la empresa, se fomenta un enfoque más colaborativo y efectivo en la gestión del proyecto, lo que puede traducirse en una optimización de

tiempos y costos, así como en una mejor calidad del producto final (Alarcón y Campero, 2008).

### **Planificación intermedia**

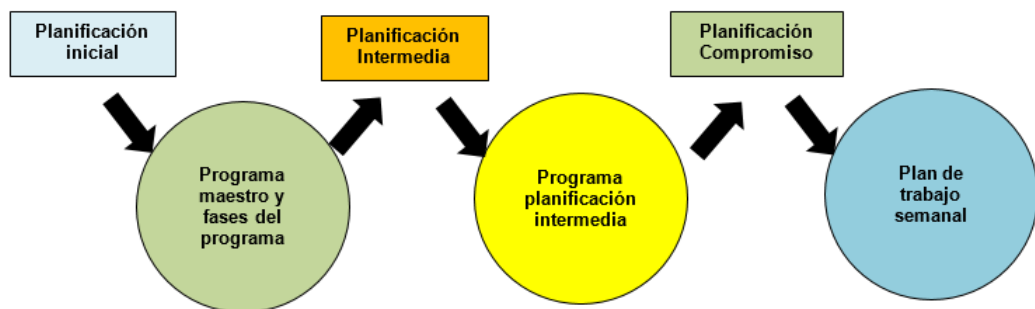
Tiene como propósito principal gestionar de manera efectiva el flujo de trabajo, es decir, coordinar la sincronización entre el diseño, el suministro de materiales y equipos, así como la asignación de recursos humanos, la información necesaria y los requisitos previos esenciales para que las cuadrillas cumplan con sus tareas de forma eficiente. Esta etapa implica establecer procedimientos minuciosos para la ejecución de los trabajos, mantener un inventario actualizado de las tareas que se pueden llevar a cabo y descomponer las actividades del programa maestro en paquetes manejables que faciliten su realización.

A su vez, se llevan a cabo revisiones y actualizaciones periódicas de los programas de mayor jerarquía, para garantizar que estén alineados con los avances del proyecto. Para lograr todo esto, se implementan una serie de procedimientos esenciales, que incluyen la definición de actividades, el análisis de las restricciones, la determinación del inventario de trabajos disponibles y el balanceo de la carga de trabajo respecto a la capacidad existente.

El horizonte temporal que abarca la planificación intermedia varía típicamente entre 4 y 12 semanas, dependiendo de diversas características del proyecto, como la fiabilidad del sistema de planificación utilizado y los tiempos de respuesta relacionados con la obtención de información, materiales, mano de obra y maquinaria necesaria. Este enfoque sistemático busca no solo optimizar los recursos, sino también minimizar retrasos y garantizar que cada cuadrilla tenga acceso a lo que necesita para llevar a cabo su trabajo de manera óptima (Barría, 2009).

**Figura 2**

*Niveles de planificación*



*Fuente:* El gráfico corresponde a la administración de proyectos civiles.  
Fuente: Alarcón y Campero (2008).

a) Análisis de Restricciones

Dentro de la Planificación Intermedia, cada actividad está sujeta a restricciones que pueden obstaculizar su avance. Es crucial asignar responsables encargados de eliminar estas restricciones, lo que implica

dos procesos distintos: la revisión y la preparación. Durante la revisión, se identifican y analizan las restricciones asociadas a cada actividad, mientras que, en el proceso de preparación, se toman las medidas necesarias para abordar y eliminar esas restricciones, asegurando así que las actividades puedan llevarse a cabo sin contratiempos.

Durante el proceso de revisión, se determina si determinadas actividades son aptas para ser incorporadas al período de Lookahead. Este análisis considera diversos factores, como la posibilidad de eliminar las restricciones que afectan a dichas actividades dentro del plazo establecido y la probabilidad de que estas limitaciones sean superadas antes de que inicie la actividad según lo previsto en el cronograma. Además, la etapa de preparación implica organizar y coordinar las acciones necesarias para deshacerse de las restricciones identificadas, asegurando así que cada actividad esté completamente lista para su inicio.

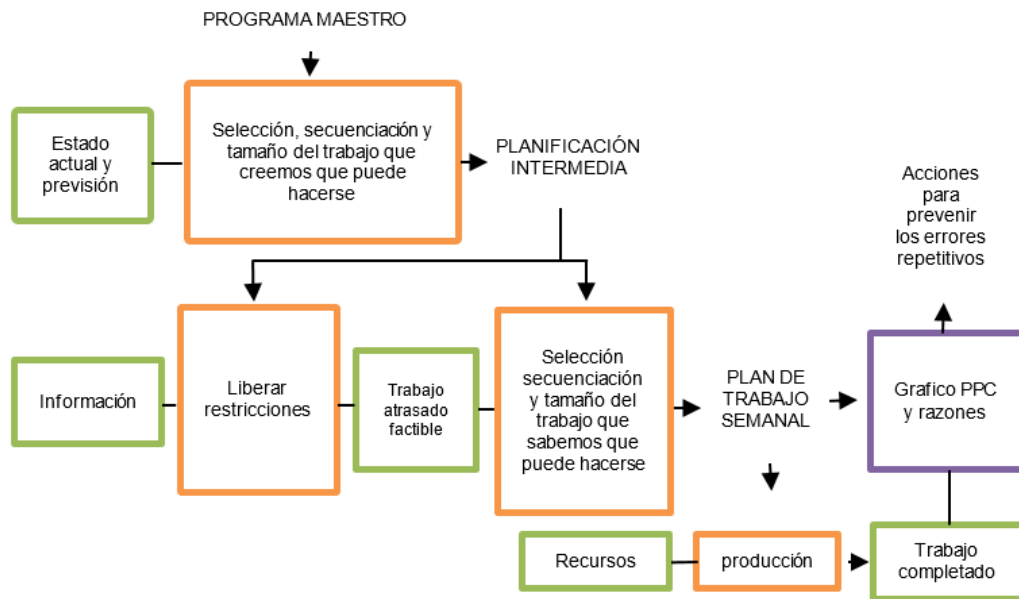
Una vez que se verifica que una restricción ha sido efectivamente eliminada, las actividades pueden ser añadidas al Inventario de Trabajo Ejecutable (ITE), lo que indica que están listas para ser ejecutadas. Este proceso no solo optimiza la planificación y ejecución de las tareas, sino que también contribuye a mejorar la eficiencia general del proyecto, facilitando un flujo de trabajo más ágil y estable. De esta forma, se promueve una gestión más efectiva de los recursos y se minimizan los retrasos, lo que es

fundamental para el éxito de cualquier operación en un entorno construido (Sabbatino, 2011).

En la industria de la construcción, algunas de las restricciones más comunes incluyen aquellas relacionadas con el diseño, como la falta de planos y detalles necesarios para llevar a cabo una tarea específica. También pueden surgir restricciones relacionadas con la disponibilidad de materiales, mano de obra y equipos necesarios para completar una tarea. Otra restricción común es la de prerrequisitos, que se refiere a actividades previas que deben completarse antes de poder ejecutar una tarea específica. Estas restricciones pueden variar según las características y requerimientos específicos de cada proyecto en ejecución.

**Figura 3**

*Modelo general de la planificación*



*Fuente: “El grafico se observa un modelo de planificación de un proyecto de acuerdo a Lean Construcción. Fuente: Pons (2014).*

- Definición:** Se requiere información específica para tener claridad sobre la tarea, los materiales necesarios y poder coordinarse adecuadamente.
- Consistencia:** Todas las restricciones deben estar liberadas para garantizar que la tarea pueda llevarse a cabo sin contratiempos.
- Secuencia:** La asignación de tareas debe realizarse en orden de prioridad, asegurando una ejecución eficiente y sin interrupciones.

- d. **Tamaño:** El tamaño de la tarea asignada debe ser congruente con la capacidad productiva asignada, evitando sobrecargas o subutilizaciones.
- e. **Retroalimentación o aprendizaje:** Es fundamental identificar las causas por las cuales una tarea no se completa y analizarlas para tomar medidas correctivas y mejorar el proceso en el futuro.

### 2.2.3. *Indicadores del sistema Last Planner*

#### **Porcentaje de Actividades Completadas (PAC)**

Este es un indicador crucial para medir el cumplimiento de las metas establecidas por los Planificadores Finales a lo largo de cada semana de planificación. Este índice se obtiene al dividir el total de actividades que efectivamente se han completado entre el número total de actividades programadas para el mismo período, resultando un valor expresado en forma de porcentaje.

La utilidad del PAC radica en su capacidad para ofrecer una visión clara y precisa del avance en la ejecución de los planes establecidos, permitiendo así detectar posibles desviaciones y realizar ajustes necesarios en tiempo real. Por lo tanto, un alto porcentaje de actividades completadas indica un buen desempeño en la gestión de proyectos,

mientras que cifras bajas podrían señalar complicaciones o ineffectividades que necesitan atención. Este seguimiento continuo es fundamental para asegurar que los objetivos generales del proyecto se alcancen dentro de los plazos y estándares propuestos (Alarcón y Campero, 2008).

$$PAC\% = \frac{N^{\text{a}} \text{ de actividades cumplidas}}{N^{\text{a}} \text{ de actividades totales}} \times 100 \quad [1]$$

La actividad se considera como completa solo si se ha finalizado. Entiendo, entonces si una actividad no logra ser completada según lo programado durante la semana, se considera como no realizada y se le asigna un valor de 0. Por otro lado, si la actividad se completa totalmente según lo programado, se le asigna un valor de 1. Actualmente, este índice se reemplazó por el Porcentaje de Programa Completo (PPC), pero para esta memoria se utilizó el PAC, ya que así fue implementado en las obras (Alarcón y Campero, 2008).

### **Causas de No Cumplimiento (CNC)**

Es fundamental que las causas que impidieron el cumplimiento de las actividades pactadas sean comunicadas por el Último Planificador durante las reuniones semanales. Este informe debe incluir una identificación clara del origen de cada una de estas razones, lo que ayudará a analizar y entender mejor los factores que contribuyen al

incumplimiento. Al abordar estas causas de manera sistemática, se establece un camino hacia la mejora continua en la planificación y ejecución de las actividades futuras. Además, este ejercicio de reflexión y reporte facilita la identificación de patrones o tendencias que podrían requerir atención adicional y medidas correctivas.

**Tabla 1**

*Causas de no cumplimiento*

CNC	Diseño	Construcción
Instrucciones	Cambios en criterios de diseño	Cambios de instrucciones no informadas en forma adecuada.
Requisitos previos de trabajos	Información en espera de confirmación del vendedor	Materiales no llegaron. contratista aún no están trabajando, no hay accesos al área.
Recursos	Falla en equipos	Falta de equipos y herramientas, escasez de mano de obra.
Procesos o productos	Tiempos insuficientes	Tiempo insuficiente, falta de coordinación.

**Fuente:** En la tabla de observa un ejemplo de causas de no cumplimiento. Alarcón y Campero (2008).

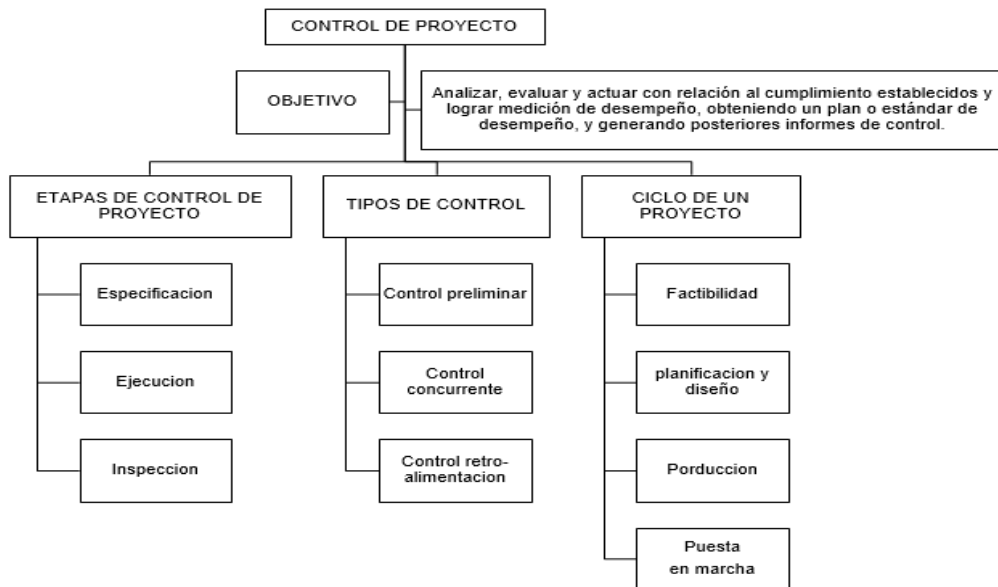
#### **2.2.4. Control de la construcción**

El fin fundamental de la supervisión en el ámbito de la construcción es llevar a cabo una evaluación minuciosa del desempeño del proyecto, con el objetivo de garantizar el cumplimiento de las metas establecidas con anterioridad. Este proceso de supervisión es crucial, ya que permite detectar y rectificar cualquier desviación que pueda surgir entre los resultados obtenidos y los objetivos iniciales del proyecto.

Entre los aspectos más importantes que se suelen monitorear durante la construcción se encuentran el tiempo, el costo, la calidad y el progreso del trabajo. No obstante, es importante destacar que, dado el carácter singular de cada proyecto, pueden surgir diferentes variables de control que varían de una obra a otra. Estas variables son fundamentales para adaptarse a las necesidades específicas y los desafíos que pueda presentar cada situación particular. Por tanto, una gestión efectiva de la supervisión es esencial para asegurar que el proyecto no solo se mantenga dentro de los parámetros establecidos, sino que también se ajuste a las expectativas de calidad y eficiencia que se han definido al inicio del mismo (Serpell y Luis, 2006).

**Figura 4**

*Control de proyectos*



*Fuente:* El grafico corresponde a las etapas de control de proyecto, tipo de control y ciclo de proyecto. Serpell y Alarcón (2001).

### 2.2.5. **Curva “S”**

Una curva S en gestión de proyectos es un gráfico que muestra datos acumulativos como costos u horas trabajadas en relación con el tiempo, y su forma suele asemejarse a una «S» amplia. Se utiliza para monitorear el progreso del proyecto y asegurar que se mantenga dentro del cronograma y el presupuesto en un entorno empresarial competitivo (Niño, 2021).

## **Por qué una S**

La curva S suele tener esta forma porque en las primeras etapas del proyecto el crecimiento es lento debido al inicio de la fase de ejecución y a la familiarización con el trabajo. A medida que avanza el proyecto, el crecimiento se acelera, formando una pendiente pronunciada en la parte media de la «S», conocida como el punto de inflexión, donde el equipo trabaja intensamente y los costos principales se acumulan. Posteriormente, el crecimiento se estabiliza en la fase final, formando la parte superior de la «S» o asíntota superior, cuando el proyecto está casi terminado y solo quedan tareas menores y aprobaciones (Niño, 2021).

## **Aplicación de la curva S**

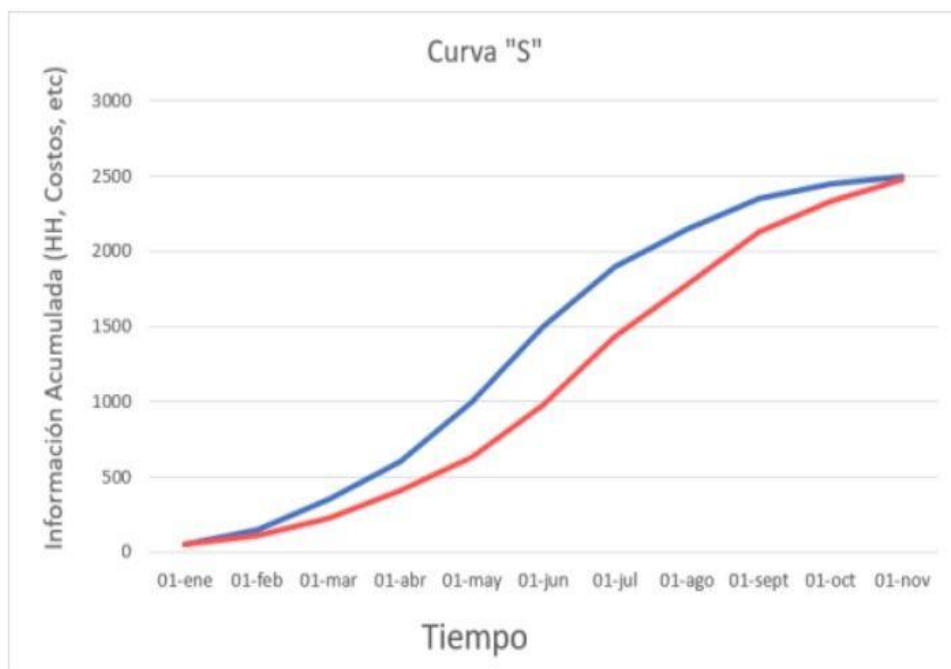
Las curvas S, se utilizan frecuentemente para medir el progreso, evaluar el rendimiento y hacer previsiones de flujo de efectivo en un proyecto. Son útiles porque permiten comparar en tiempo real los datos acumulativos reales, como los costos, con las proyecciones iniciales. Esta comparación revela el progreso o las deficiencias de los elementos analizados y ayuda a identificar correcciones necesarias si el proyecto se desvía del plan.

Conocida también como curva de avance, la curva S relaciona el tiempo transcurrido en el proyecto con el costo acumulado y el valor

ganado. Representa las posibles desviaciones entre el costo actual y el costo esperado en el momento del análisis. La curva S ideal, en azul, indica un valor ganado, mientras que la curva roja muestra una pérdida de valor. En el eje Y, se registran los costos u otros datos del proyecto, como actividades completadas o entregables finalizados, y en el eje X se muestra el tiempo total del proyecto.

**Figura 5**

*Análisis de curva S*



Fuente: Curva S. Fuente: Niño (2021).

#### **2.2.6. *Cumplimiento del avance semanal (%)***

Este indicador mide el grado en que el proyecto de construcción ha progresado conforme al plan semanal previsto. Se calcula como el porcentaje del trabajo realmente ejecutado en comparación con el trabajo planeado para una semana específica. Un valor del 100 % indicaría que el proyecto está cumpliendo exactamente con el cronograma semanal establecido, mientras que un valor menor implicaría un retraso en el avance.

#### **2.2.7. *Cumplimiento del costo por partida (%)***

Este indicador evalúa el nivel de cumplimiento en términos de costo para cada partida de la obra. Representa el porcentaje de los costos reales incurridos en una partida específica en comparación con el presupuesto asignado a dicha partida. Un porcentaje igual o inferior al 100 % sugiere que el costo está dentro o por debajo del presupuesto previsto para esa partida; por encima del 100 % indicaría un sobrecosto.

#### **2.2.8. *Índice de desempeño de cronograma (SPI)***

Es una herramienta clave en la administración de proyectos, que permite evaluar la efectividad con la que se está llevando a cabo el cronograma previsto. Este índice se obtiene al dividir el Valor Ganado (EV)

por el Valor Planeado (PV). Un valor de SPI que sea igual a 1 indica que el progreso del proyecto se ajusta perfectamente al cronograma establecido, lo que significa que las actividades se están completando según lo planificado. Por otro lado, un SPI superior a 1 indica que el proyecto avanza más rápido de lo proyectado; esto puede ser resultado de una gestión eficiente de recursos o de la finalización anticipada de tareas. En contraste, un SPI inferior a 1 señala que el proyecto se encuentra en desventaja respecto a lo que se había previsto, lo que puede deberse a diversos factores, como retrasos en la ejecución o problemas imprevistos. Esta métrica es fundamental para la toma de decisiones estratégicas, permitiendo a los gerentes de proyectos identificar en qué etapa se encuentran y ajustar el plan de acción según sea necesario, para asegurar que el proyecto se complete de manera eficiente y dentro del plazo establecido.

### **2.3. Definición de términos**

Seguidamente se enumeran los términos más utilizados en esta investigación para explicar el proceso de implantación del sistema Last Planner en el proyecto. *Construcción de la Ampliación del Depósito de Desmonte Norte Etapa 3*, de la U. M. Pucamarca, perteneciente a Minsur S.A.

## **Gestión de proyectos**

Es un proceso esencial que permite alcanzar de manera efectiva los criterios y objetivos establecidos. Para lograr esto, los líderes de proyectos implementan una combinación de sus conocimientos y habilidades junto con diversas herramientas y técnicas específicas que facilitan la ejecución de las actividades que componen el proyecto. De acuerdo con el Project Management Institute (PMI), la dirección de proyectos se fundamenta en la realización de procesos organizados, donde se integran conocimientos, destrezas, y recursos técnicos de gestión (Guía del PMBOK, 2019). Los tres factores que componen el triángulo de la gestión de proyectos son el alcance, el coste y el plazo. Todos estos factores afectan a la calidad del proyecto.

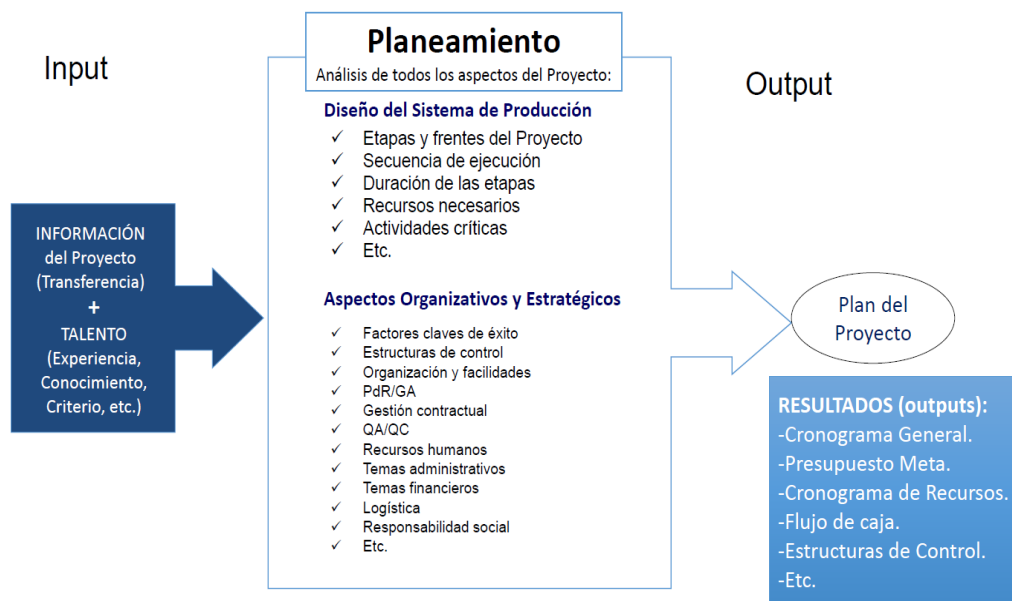
### **Planeamiento**

El planeamiento se refiere a la secuenciación preparatoria de las tareas que constituyen una actividad a ser realizada en un tiempo específico. Es un proceso que enumera las actividades y tareas de manera secuencial con el objetivo de alcanzar un fin proyectado. En este proceso se consideran la situación presente, las proyecciones futuras y los factores internos y externos que podrían influir en el proceso y en el logro de los objetivos. La planificación de la gestión del cronograma, según la Guía del

PMBOK (2019), incluyen la creación de directrices, protocolos y registros para planificar, crear, supervisar, llevar a cabo y regular el calendario del proyecto.

**Figura 6**

*Input y Output del planeamiento*



**Fuente:** Visualización de las entradas y salidas del planeamiento. PMBOK (2019).

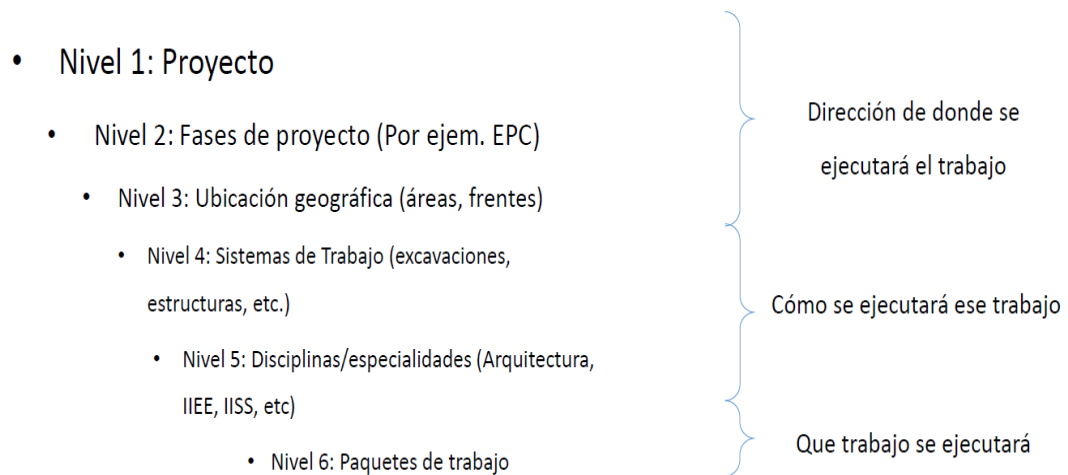
## EDT

Es una herramienta fundamental en la gestión de proyectos que consiste en dividir el alcance total del trabajo en componentes más pequeños y manejables. Este desglose se presenta de manera jerárquica y permite al equipo de proyecto organizar las tareas necesarias para cumplir con los objetivos establecidos, así como para generar los

entregables que se requieren. Al estructurar el trabajo de esta forma, se facilita la planificación, la asignación de recursos y el seguimiento del progreso, garantizando así que todos los aspectos del proyecto sean considerados y atendidos adecuadamente (Guía del PMBOK, 2019).

### Figura 7

#### Estructura de un EDT



*Fuente:* Visualización de la estructura del EDT. Fuente: PMBOK, (2019).

### Plan maestro

La jerarquía del sistema Last Planner comienza en este nivel. Es el plan que pretende esbozar los objetivos generales del proyecto y especifica las fechas en las que debe cumplirse cada objetivo. Puede considerar estos plazos como hitos del proyecto.

## **Week Lookahead planning**

Es un proceso clave que se centra en identificar y priorizar las actividades que deben ejecutarse en el corto plazo. Esta fase de planificación busca garantizar un control efectivo del flujo de trabajo, lo que implica no solo el diseño y la coordinación de diferentes planes, sino también la gestión adecuada de los proveedores de materiales y equipos necesarios para llevar a cabo las tareas programadas. También, implica la asignación eficaz de recursos humanos y la supervisión de la información, así como la gestión de cualquier requisito previo que permita que los equipos de trabajo realicen sus actividades de manera óptima. En este sentido, la planificación intermedia juega un papel esencial en la organización y eficiencia operativa, asegurando que se cumplan los plazos y estándares de calidad establecidos. Su éxito depende de una constante adaptación y respuesta a los posibles cambios o imprevistos que puedan surgir en el entorno de trabajo.

Para el éxito del 3week Lookahead Planning es necesario identificar las actividades, registrar las restricciones y realizar un seguimiento continuo.

## **Flujo de trabajo**

Se refiere a la secuencia de movimiento de materiales e información dentro de una red compuesta por diferentes unidades de producción. Cada una de estas unidades lleva a cabo procesos que transforman o gestionan los recursos, y posteriormente, estos recursos son reincorporados en el ciclo de producción. Este sistema de flujo no solo abarca la logística física, sino también la transmisión de datos críticos que facilitan la coordinación y eficiencia de las operaciones en todas las etapas del proceso productivo.

## **ITE**

Es un concepto que representa un compendio de todas las actividades que surgen de la planificación intermedia. Este inventario incluye aquellas tareas que han superado cierto conjunto de restricciones y que, por lo tanto, ya están listas para ser implementadas en un horizonte de planificación a corto plazo, generalmente en un marco semanal. El ITE es fundamental para la organización eficiente del trabajo, ya que permite priorizar y gestionar de manera efectiva las actividades disponibles, mejorando así la productividad del equipo.

## **Productividad**

Es un término que describe la relación entre la cantidad de trabajo o producción generada y los recursos que se han utilizado para alcanzarla.

Este indicador es esencial para evaluar la eficacia de un proyecto, ya que permite analizar cómo se están utilizando los insumos y si estos están alineados con los resultados obtenidos. Una adecuada medición de la productividad ayuda a identificar áreas de mejora en los procesos y a asegurar que se maximicen los recursos disponibles.

### **Metrados**

Se refieren al proceso de cálculo o cuantificación, desglosado por partidas, de la cantidad de obra que se debe ejecutar. Este procedimiento sigue lo estipulado por la normativa del Estado en materia de contrataciones y se fundamenta en una serie de cálculos precisos, mediciones detallados y planos de construcción específicos. La realización de metrajes es crucial para la planificación y ejecución de proyectos de construcción, ya que permite estimar costos, recursos requeridos y el tiempo de ejecución de las diferentes partidas involucradas.

### **Presupuesto**

Es una herramienta de planeación, expresado en términos financieros para lograr los objetivos propuestos por una organización. Esta estrategia permite controlar la utilización de los recursos del proyecto en términos de cantidad, método y tiempo, reduciendo los riesgos de falta de presupuesto y superación del presupuesto inicial.

### **Precio unitario (PU)**

Se refiere al costo de un producto o servicio que se obtiene al multiplicar el precio por la cantidad adquirida de dichos bienes o servicios. Este cálculo es fundamental, ya que el resultado obtenido se considera como la base imponible sobre la cual se aplicará el impuesto correspondiente. En otras palabras, el precio unitario no solo refleja el costo de cada unidad, sino que también es un elemento clave en la determinación de la carga impositiva en transacciones comerciales. De esta forma, comprender y calcular correctamente el precio unitario es esencial para llevar a cabo una gestión financiera adecuada y cumplir con las obligaciones fiscales.

### **Curva S**

Es una herramienta reflejada en un gráfico matemático en función del tiempo y el costo del proyecto, que permite reflejar de manera clara el seguimiento, controlar conocer y contrastar el avance del proyecto.

### **Línea base**

Esta es una versión del cronograma aprobada por el cliente como punto de referencia para comparar los costos económicos, los plazos y los objetivos en cualquier proyecto determinado.

### **Red Liner**

Es un plano probado en campo que refleja los cambios o cambios realizados durante la construcción, incluidos comentarios, detalles y condiciones reales de construcción, implementados en los documentos del contrato real.

### **Sketches**

Son planos que se generan durante la construcción de la obra, debido a la falta de detalles en el plano contractual generándose los planos sketches.

### **Planos As Built**

Estas son revisiones finales a los documentos de ingeniería o planos que incluyen cambios reflejados en las líneas rojas y muestran líneas, estructuras, pozos y otras estructuras en el momento de la construcción.

### **Solicitud de cambio (SDC)**

Es una solicitud de un nuevo presupuesto que no se encuentra en el informe técnico, puede presentarse como un adicional o un deductivo, donde se altera los entregables que se habían establecido.

### **Forecast**

Esta es una estimación de las ventas que tenemos para un período de tiempo determinado, consistiendo de esta forma en una estimación y análisis de la demanda futura, la cual depende de múltiples factores relacionadas al mercado basados en la visión, datos históricos, datos presentes y datos futuros.

### **Change Order (CHO)**

Orden de cambio de presupuesto contractual, es un cambio oficial documentado referente al plan de un proyecto, donde es necesario detallar y explicar las desviaciones del proyecto respecto a su alcance original.

### **Línea base medición de desempeño (PMB)**

Corresponde a la línea base medición de desempeño, nos permitirá establecer una referencia para el seguimiento y control del proyecto durante todo su ciclo de vida, permitiéndonos detectar y corregir las posibles variaciones que se presenten.

## **CAPÍTULO III**

### **MARCO METODOLÓGICO**

#### **3.1. Tipo y diseño de la investigación**

El presente estudio se enmarca dentro de una investigación aplicada de nivel descriptivo, cumpliendo con las condiciones metodológicas necesarias para abordar el control del tiempo y los costos de las actividades del proyecto.

Según autores:

“La investigación aplicada busca utilizar el conocimiento existente para abordar problemas prácticos y encontrar soluciones aplicables en contextos específicos. Se centra en la implementación de ideas y teorías para resolver problemas prácticos del mundo real (Castro et al., 2022).

Mientras que el nivel descriptivo se centra en describir características, comportamientos o fenómenos específicos tal como se presentan en una determinada población o situación. Su objetivo principal es proporcionar una comprensión detallada y precisa de lo que se está estudiando (Valle et al., 2022).”

El enfoque fue cualitativo y se estructura bajo un diseño cuasi experimental.

Bautista (2021) afirma que este enfoque:

“Se centra en comprender la complejidad y las experiencias subjetivas de los individuos y grupos. Se centra en la recopilación y el análisis de datos no numéricos, como entrevistas, observaciones participantes, grupos focales, diarios y análisis de contenido. Este enfoque busca explorar significados, interpretaciones y procesos sociales, permitiendo una comprensión profunda de los fenómenos estudiados. La flexibilidad, la interpretación contextual y la empatía con los participantes son características clave de la investigación cualitativa. Los hallazgos suelen presentarse en forma de narrativas detalladas y ricas descripciones, con el objetivo de capturar la complejidad de las experiencias humanas.”

En cuanto al diseño cuasi experimental, se utiliza para evaluar la relación de causa y efecto entre variables, pero a diferencia de los experimentos verdaderos, no se realiza una asignación aleatoria de los sujetos a los grupos de tratamiento y control. En un diseño cuasi experimental, los investigadores observan y analizan los efectos de una intervención o variable independiente en un entorno natural o preexistente, donde no pueden controlar completamente todas las variables externas.

En este contexto, se observan los fenómenos en campo para ser analizados desde una perspectiva técnico-económica, con un enfoque en los resultados relacionados con el tiempo del proyecto, los costos y el cumplimiento de objetivos. El fin es evaluar la efectividad del sistema Last Planner, para determinar su impacto en el control de proyectos, específicamente en la Construcción de la Ampliación del Depósito de Desmonte Norte Etapa 3, en la unidad minera Pucamarca, Minsur.

### **3.2. Población y muestra**

Conceptualmente, Bautista (2021) afirma que:

“Una población se refiere al conjunto completo de individuos, elementos o entidades que comparten una característica específica y son objeto de estudio en una investigación. Mientras que la muestra es un subconjunto representativo de la población de estudio seleccionado para participar en la investigación. Esta se elige para permitir inferencias sobre la población más amplia, ya que es más práctico y asequible estudiar una muestra en lugar de toda la población.”

La población es la ampliación del depósito de desmote norte etapa 03, zona este y zona oeste abarca un área de construcción de 7.4 hectáreas, en la cual se llevaron a cabo diversas actividades como

movimiento de tierras, corte y relleno, drenaje superficial para el canal de coronación, construcción de estructuras de disipación, muro de suelo reforzado, sistema de subdrenaje, poza de subdrenaje y labores electromecánicas.

Por lo tanto, en la presente investigación la muestra será igual que la población.

### **3.3. Operacionalización de variables**

En este estudio se han identificado las variables dependiente e independiente, indicadores y definiciones.

El estudio de las variables permitió evaluar y realizar el contraste de hipótesis de investigación; la variable independiente, representa el cambio del comportamiento matriz de la investigación (Tabla 2), mientras que la dependiente, representa los resultados obtenidos al analizar los cambios observables y medibles (Tabla 3).

**Tabla 2***Operacionalización de variables independientes*

Variable	Operacional	Indicadores
Last Planner System	Last Planner System corresponde a la metodología Lean construcción, aplicada para generar el flujo de trabajo bajo las condiciones reales del proyecto	Porcentaje de Actividades completadas PAC (%) Causas de no cumplimiento (CNC)

**Tabla 3***Operacionalización de variables dependientes*

Variable	Operacional	Indicadores
Control de la construcción	Corresponde al cumplimiento del avance semanal del proyecto controlado por método de la Curva S. Se compara la LB1 respecto al avance real del proyecto.	Cumplimiento del avance semanal (%) Cumplimiento del costo por partida (%) Índice de desempeño de cronograma (SPI)

### 3.4. Técnicas e instrumentos para la recolección de datos

Las técnicas utilizadas en el presente estudio se dividen en técnicas de campo y técnicas en gabinete.

- **Técnicas de Campo:** Estas técnicas incluyen la observación directa de las actividades del proyecto "Construcción de Ampliación del Depósito de Desmonte Norte Etapa 3". La recolección de datos en campo se llevó a cabo mediante la identificación y reconocimiento de las actividades desarrolladas en el proyecto. Los instrumentos empleados para estas técnicas de campo incluyen: formatos de control, parte diario de equipos, hoja de ruta, y parte diario de producción.
- **Técnicas en Gabinete:** Las actividades en gabinete involucraron la revisión de fuentes de información, recopilación de datos sobre las actividades realizadas, y la aplicación de metodologías pertinentes. Se utilizaron herramientas como Excel para la elaboración de reportes y seguimiento de asignaciones (PAC), Project para el control y seguimiento del cronograma, y Civil CAD para la creación de planos y actualizaciones de metrados. Además, se procesó la información para alimentar al sistema Last Planner.
- Los instrumentos empleados en gabinete incluyen: reportes diarios, parte diario de producción, hoja de ruta, parte diario de equipo,

programa Excel, Civil CAD, Project, y formatos para la presentación de planos y diseños.

### **3.5. Procesamiento y análisis de datos**

Se llevó a cabo a través de un análisis descriptivo de las variables del estudio. Además, se realizó un contraste de hipótesis utilizando la prueba T de Student, empleando el software SPSS para el análisis estadístico de los datos registrados en el proyecto "Construcción de la Ampliación Depósito Desmonte Norte Etapa 3". Este enfoque permitió un análisis detallado del alcance del proyecto y de las diferentes etapas de construcción, organizadas por disciplinas dentro del presupuesto contractual. A partir del Anexo N°03 al Anexo N°12, se observan los detalles de las disciplinas del presupuesto contractual.

- a) Trabajos provisiones y preliminares
- b) Trabajos obras civiles
- c) Sistema de su drenaje
- d) Drenaje superficial
- e) Electromecánicos

**Tabla 4***Resumen de presupuesto contractual*

Código	Disciplina	Precios (US\$)
Costo directo del proyecto (a)		2 551 386
	Construcción del depósito de desmonte norte 3	2 551 386
	Costo directo	2 551 386
Costos indirectos (b)		1 678 006
	Gastos generales (38.70%)	984 362
	Utilidad (5%)	127 569
	Costos adicionales por pandemia Covid 19	149 789
	Combustible	416 286
	Costo indirecto	1 678 006
Costo total de presupuesto sin IGV (A+B)		4 229 392

*Fuente:* Coansa Perú (2022).

De acuerdo a lo establecido, en la tabla N°4, se observa el resumen de presupuesto contractual, donde se establece un plazo de entrega de 192 días calendarios, con movilización de 30 días calendarios, con una ejecución de 179 días calendarios. El monto total del presupuesto, oferta (sin IGV) correspondiente a la licitación PU-LIC RFP-089-2021- Construcción del Depósito de Desmonte Norte Etapa 3, asciende a 4 229 392 US\$.

### 3.5.1. *Procesamiento de datos*

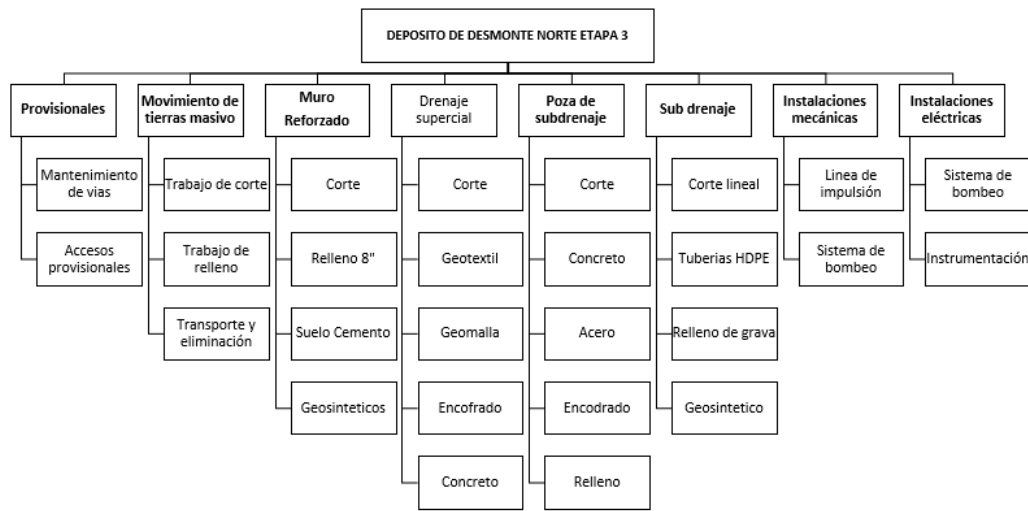
De acuerdo a las variables de estudio y decisión, se procede a aplicar el sistema Last Planner.

#### **Desarrollo de la planificación maestra**

La primera planeación se realiza antes de iniciar con la ejecución del proyecto, considerando como base; especificaciones técnicas, planos, memoria descriptiva del presupuesto. En esta etapa se tienen; el plan de trabajo, sectorización del proyecto y el cronograma en su revisión 05 donde se resalta los principales hitos del proyecto. La sectorización está comprendida por: movimiento de tierras, muro reforzado, poza subdrenaje, sub drenaje, drenaje superficial, instalaciones mecánicas e instalaciones eléctricas. Como se visualiza en el siguiente mapa conceptual.

**Figura 8**

*Sectorización del proyecto Depósito Norte Etapa 3*



*Fuente:* Visualización de la sectorización del proyecto Depósito Norte Etapa 3.

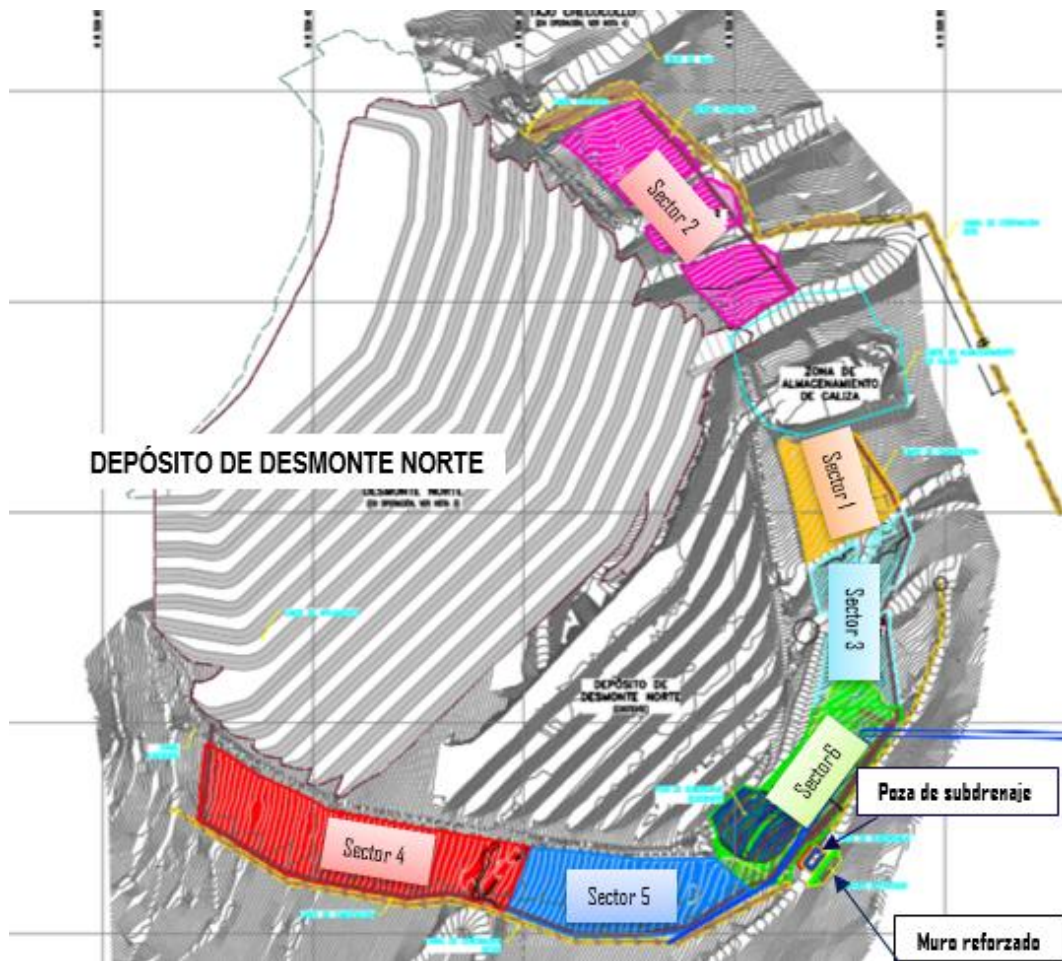
Elaboración Propia.

a) Movimiento de tierras; como movimiento de tierras se dividió en 6 sectores, como se visualiza en la figura N°10.

b) Muro de Suelo Reforzado; para los muros de suelo reforzado, se tiene corte y eliminación, procesamiento, transporte y compactación de relleno estructural tanto para los muros como para bermas de seguridad. Conformada por 20 capas de 30 cm de altura cada una.

**Figura 9**

*Sectorización de movimiento de tierras*



*Fuente:* Visualización de la sectorización de movimiento de tierras. *Fuente:* Propia.

c) Drenaje Superficial; se compone de varios elementos clave, como el canal de coronación, las estructuras diseñadas para la disipación del agua, las alcantarillas y las mamposterías que permiten la descarga de agua de manera controlada. Esta actividad de drenaje se organiza en dos áreas

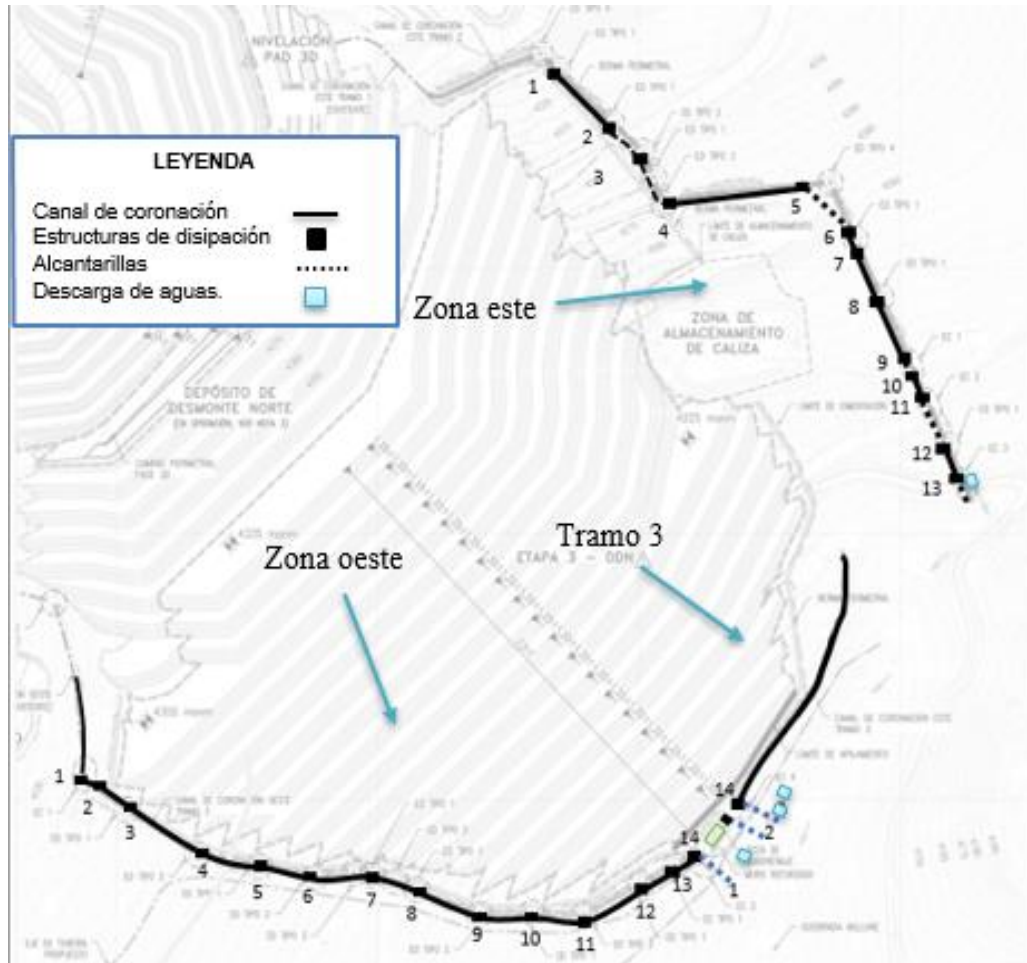
distintas, conocidas como Drenaje Superficial Zona Este y Drenaje Superficial Zona Oeste.

En la Zona Este, el sistema incluye un canal que se extiende por 716 metros lineales, acompañado de 13 cajas disipadoras y 5 alcantarillas. Además, se ha construido un tramo adicional de 213,5 metros que cuenta con una caja disipadora y una alcantarilla. Por otro lado, en la Zona Oeste, se ha realizado la construcción de un canal de 690 metros de longitud, que se complementa con 14 cajas disipadoras y 3 alcantarillas.

Estos sistemas de drenaje son fundamentales para prevenir la acumulación de agua en la superficie, lo que podría provocar encharcamientos y otros problemas relacionados con el manejo del agua en la región. La adecuada planificación y ejecución de estos trabajos es esencial no solo para la infraestructura, sino también para la salud ambiental del área, ya que facilita el desalojo eficiente del agua y reduce el riesgo de daños en caminos y edificaciones.

**Figura 10**

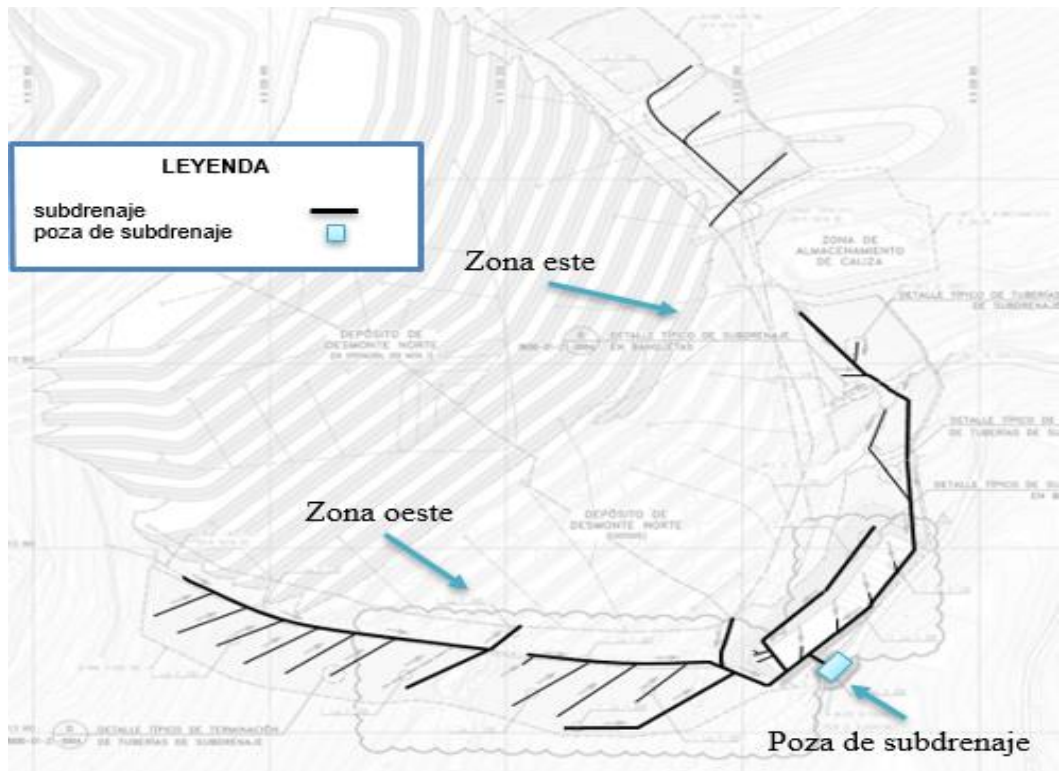
*Sistema de drenaje superficial*



*Fuente:* Se observa el sistema de drenaje superficial del Depósito de Desmonte Norte Etapa 3. Fuente: Propia.

**Figura 11**

*Sistema de subdrenaje*



*Fuente:* Se observa el sistema de subdrenaje superficial del Depósito de Desmonte Norte Etapa 3. Elaboración Propia.

d) Subdrenaje y Poza de su Drenaje; el sistema de subdrenaje se diseñó para captar los flujos de aguas subterráneas que se originen dentro de los límites del depósito de desmonte y derivarlo hacia la poza de monitoreo de subdrenaje, se sectoriza en zona este y zona oeste como se visualiza en la siguiente imagen. La poza se diseñó para una capacidad de almacenamiento de 390 m<sup>3</sup> y una profundidad de 3 m. Adicionalmente, la poza de subdrenaje se diseñó con concreto armado de F'C 280 kg/cm<sup>2</sup> con

el objetivo de no impactar, en lo posible, al acceso existente aguas abajo del Depósito de Desmonte Norte.

La secuencia de actividades, tareas e hitos fueron plasmados en el cronograma rev5, aprobada por el cliente y que se resumen en la figura N°14 y en el anexo N°3 al N°12.

### Figura 12

*Cronograma de revisión 05 aprobada*

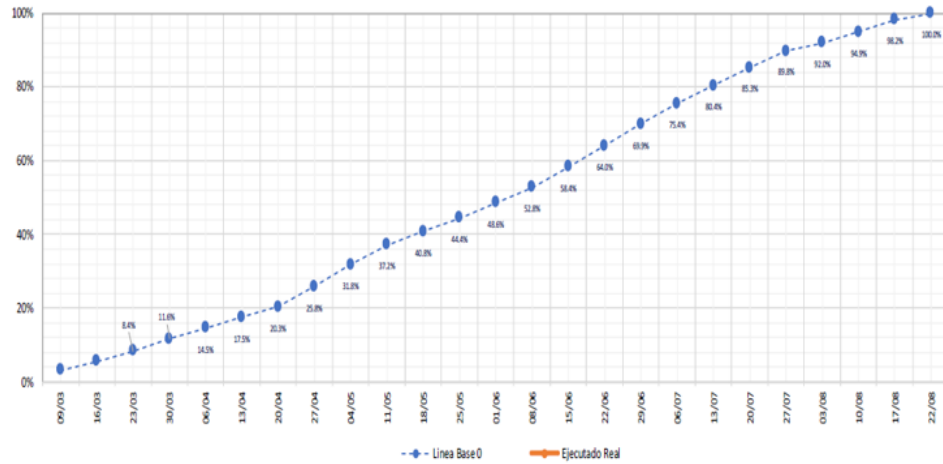
Id	Modo de tarea	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin
1		CONSTRUCCIÓN DEL DEPÓSITO DE DESMONTE NORTE ETAPA 3	214 días	vie 21/01/22	lun 22/08/22
2		HITOS	213 días	vie 21/01/22	lun 22/08/22
12		MOVILIZACIÓN	33 días	vie 11/02/22	mar 15/03/22
14		GENERALES - PROVISIONALES Y PRELIMINARES	175 días	mar 1/03/22	lun 22/08/22
23		MURO DE SUELO REFORZADO	16 días	mié 16/03/22	jue 31/03/22
28		AMPLIACIÓN DDN (MMTT, SUBDRENAJE)	143 días	mar 8/03/22	jue 28/07/22
113		DRENAJE SUPERFICIAL	130 días	vie 8/04/22	lun 15/08/22
156		POZA DE SUBDRENAJE	41 días	vie 1/04/22	mié 11/05/22
164		ESTACIÓN DE BOMBEO	93 días	vie 6/05/22	sáb 6/08/22
171		LÍNEA DE IMPULSIÓN	34 días	dom 12/06/22	vie 15/07/22
174		DESMOVILIZACIÓN	16 días	dom 7/08/22	lun 22/08/22
176		ENTREGA DEL PROYECTO	16 días	dom 7/08/22	lun 22/08/22

*Fuente:* Se observa del cronograma de revisión 05 aprobada. Coansa Perú (2022).

De acuerdo a la línea base se elabora la curva s para medir el avance real, respecto a la programado en la LB0, este control se actualiza cuantificando el metrado ejecutado.

**Figura 13**

*Curva S según la LB0*



	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16	S17	S18	S19	S20	S21	S22	S23	S24	S25	S26
Linea Base 0	3.1%	5.9%	8.4%	11.6%	14.5%	17.5%	20.3%	23.8%	31.8%	37.2%	40.8%	44.4%	48.6%	52.8%	58.4%	64.0%	69.9%	75.4%	80.4%	85.3%	89.8%	92.0%	94.9%	98.2%	100.0%
Programado semanal	3.1%	2.4%	2.8%	3.3%	2.9%	2.9%	2.8%	5.5%	6.0%	5.4%	3.7%	3.6%	4.2%	4.2%	5.6%	5.6%	5.9%	5.6%	5.0%	4.8%	4.6%	2.2%	2.9%	3.3%	1.8%
Real semanal acum.	3.1%	5.9%	8.4%	11.6%	14.5%	17.5%	20.3%	23.8%	31.8%	37.2%	40.8%	44.4%	48.6%	52.8%	58.4%	64.0%	69.9%	75.4%	80.4%	85.3%	89.8%	92.0%	94.9%	98.2%	100.0%
Avance Real semanal																									
Desviación																									

*Fuente:* Se observa la curva S según la LB0. Coansa Perú (2022).

### Planificación intermedia

En esta etapa de la aplicación del sistema Last Planner se elabora la Planificación Intermedia conocida como 3 week Lookahead Planning (Planificación de 3 semanas), donde la base de esta planificación es el cronograma aprobado revisión 5, aquí se programa las actividades y se analiza sus restricciones en conjunto con los jefes del área de producción, a medida que el proyecto avanza se modifica la planificación base, esta modificación producto de las restricciones que se presentan en las

actividades durante la ejecución del proyecto, generando una ampliación en plazo y costo, en el anexo N°19 se muestra la planificación 3week Lookahead planning de la semana 14 y en anexo N°13 se observa el análisis de restricciones correspondiente a esta planificación.


### **Planificación semanal.**

La planificación semanal adopta la primera semana de la planificación intermedia (3week Lookahead planning) que son actividades programadas sin restricciones y son difundidas a los líderes de campo para genera mayor compromiso al cumplimiento semanal.

En esta etapa se controla el avance de la semana y se mide con lo planificado para calcular los indicadores del sistema Last Planner, para este proyecto se utilizaron dos indicadores; el porcentaje de actividades completadas (PAC) y las causas de incumplimiento.

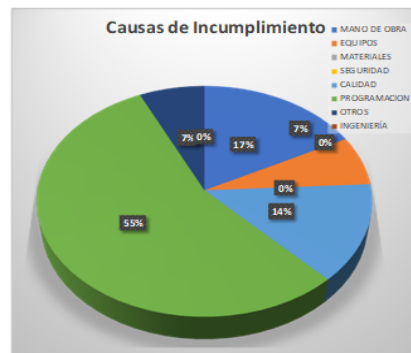
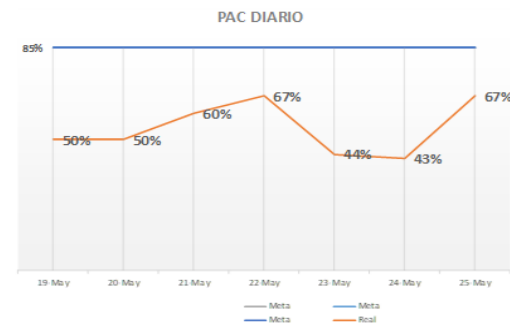
Figura 14

Plantilla de programación semana 15

		Obra: OBRAS DDN3										Propietario: MINSUR Contratista: COANSA Supervisión: CUMBRA				
REVISIÓN DEL PLAN SEMANAL Fecha de corte: 19.05.22 AL 25.05.22																
Código WBS	Descripción		19-05-22	20-05-22	21-05-22	22-05-22	23-05-22	24-05-22	25-05-22	26-05-22	27-05-22	Acumulado Semanal	Cumplimiento	Categoría	Comentarios de No Cumplimiento	ACCIONES
<b>CONSTRUCCIÓN DEL DEPÓSITO DE DESMONTE NORTE ETAPA 3</b>																
	<b>SECTOR 4: ZONA OESTE SOBRE LIFT 4</b>															
	CORTE SIMPLE EN MATERIAL I	m8	Plan	1350	1148	1350	1350	1148	1350	1148	8844	8844	SI			
			Red	1356	850	627.75	1544.4	1441.8	1680	1400	8900	8900				
	<b>SECTOR 6: ZONA OESTE BAJO LIFT 4</b>															
	CORTE SIMPLE ZONA DE DENTELLON	m8	Plan	108	878	1080	1080	878	1080	878	5982	5982	SI			
			Red	1050	1431.6	683.1	1749.6	2122.2	1377	0	6413	6413				
	<b>SECTOR 2B CORTE SIMPLE DE MATERIAL I</b>															
	Demolición y eliminación de estructuras de concreto	m8	Red						1620	1380	3000	3000				
			Red			44					44	44				
	<b>SUBDRENAJE SECTOR 2</b>															
	EXCAVACION	m8	Plan							79						
			Red													
	TUBERÍA HDPE PERFORADA	m1	Plan				70	70	65		205	205	SI			
			Red				35	70	10		115	115				
	GRAVA	m8	Plan				40	40	40		120	120	SI			
			Red								53	53				
	INSTALACIÓN DE GEOTEXTIL	m2	Plan				60	60	60		180	180	SI			
			Red								88	88				
	RELLENO DE ZANJA	m8	Plan				10	10	10		30	30	SI			
			Red								10	10				
	EXCAVACIÓN ZANJA	m8	Plan							58		58	SI			
			Red						72		91	91				
	<b>DRENAJE SUPERFICIAL - ZONA ESTE</b>															
	<b>PROG 0+120 A 0+303</b>															
	INSTALACIÓN DE GEOCELDA	m2	Plan				200	200	200		600	600	NO	PROGRAMACION	SE PRIORIZO SUBOR ENES Y DESENCOFRADO DE POZA	INGRESO DE MAYOR PERSONAL Y REPROGRAMACION DE ACTIVIDADES
			Red													
	INSTALACIÓN DE GEOTEXTIL	m2	Plan					200	200		400	400	NO	PROGRAMACION	SE PRIORIZO SUBOR ENES Y DESENCOFRADO DE POZA	INGRESO DE MAYOR PERSONAL Y REPROGRAMACION DE ACTIVIDADES
			Red								320	320				
	<b>PROG 0+303 A 0+464</b>															
	EXCAVACIÓN LOCALIZADA	m8	Plan	20	20	20	20	20	20		120	120	SI			

INSTALACIÓN DE GEOCELDA	m <sup>2</sup>	Red			15	20	20	3	25.2	83				
		Plan						60		60	NO	PROGRAMACION	SE PRIORIZO SUBDRENES Y DESECOFRADO DE POZA	INGRESO DE MAYOR PERSONAL Y REPROGRAMACION DE ACTIVIDADES
INSTALACIÓN DE GEOTEXTIL	m <sup>2</sup>	Red						40		40	NO	PROGRAMACION	SE PRIORIZO SUBDRENES Y DESECOFRADO DE POZA	INGRESO DE MAYOR PERSONAL Y REPROGRAMACION DE ACTIVIDADES
		Plan						60		60				
CONCRETO	m <sup>3</sup>	Red												
		Plan			4					4				
POZA DE SUBDRENAJE		Red			4					4				
		Plan												
ACERO DE REFUERZO MURO	kg	Red			200	200	200	100						
		Plan			170	200	200		50	80				
ENCOFRADO MURO	m <sup>2</sup>	Red			56	56	56	62	24					
		Plan			51	28	59	58	62	40	12			
CONCRETO EN MUROS	m <sup>3</sup>	Red						57						
		Plan						33	24					
		Red								57				

Cote inadecuado (m <sup>3</sup> )	Plan	1,458	2,026	2,430	2,430	2,026	2,430	2,026	14,826
	Red	2,406	2,282	1,311	3,294	3,564	4,677	2,780	20,313
Acero (kg)	Plan	200	200	200	100	-	-	-	700
	Red	170	200	200	-	50	80	-	700
Concreto (m <sup>3</sup> )	Plan	-	4	-	57	-	-	-	61
	Red	-	4	-	33	24	-	-	61
Tubería HDPE perforada (m)	Plan	-	-	-	-	70	70	65	205
	Red	-	-	-	-	35	70	10	115
Geocelda (m <sup>2</sup> )	Plan	-	-	-	-	200	260	200	660
	Red	-	-	-	-	-	40	-	40
Geotextil (m <sup>2</sup> )	Plan	-	-	-	-	60	320	260	640
	Red	-	-	-	-	28	-	380	408



Causas de Incumplimiento	Anterior	Actual	Acumulado
MANO DE OBRA	5	0	500
EQUIPOS	2	0	200
MATERIALES	0	0	-
SEGURIDAD	0	0	-
CALIDAD	4	0	400
PROGRAMACION	12	4	1600
OTROS	2	0	200
INGENIERIA	0	0	-

CUMPLIDAS	8	67%
NO CUMPLIDAS	4	33%
TOTAL	12	100%

Fuente: Se observa la plantilla de programación de la semana 15, donde se muestra el cumplimiento de programas y acciones para cumplir las actividades. Coansa Perú (2022).

Por otro lado, una vez culminada la semana se realiza las reuniones con el cliente donde se revisa el PAC de la semana, causas de incumplimiento, acción a tomar, porcentaje de avance real y índice de rendimiento del cronograma (SPI). Para tener una perspectiva clara explicaremos tomando la semana 15, ver figura 16.

### Porcentaje de Actividades Completadas (PAC)

**Tabla 5**

*Resumen del PAC histórico*

Semana	Fecha	Actividad Programada	Actividad Completada	Actividad Incompleta	PAC
Semana 1	23-feb	4	1	3	25 %
Semana 2	02-mar	8	2	6	25 %
Semana 3	09-mar	7	1	6	14 %
Semana 4	16-mar	6	2	4	33 %
Semana 5	23-mar	7	2	5	29 %
Semana 6	30-mar	9	4	5	44 %
Semana 7	06-abr	9	2	7	22 %
Semana 8	13-abr	7	4	3	57 %
Semana 9	20-abr	8	3	5	38 %
Semana 10	27-abr	7	5	2	71 %
Semana 11	04-may	8	3	5	38 %
Semana 12	11-may	8	5	3	63 %
Semana 13	18-may	12	5	7	42 %
Semana 14	25-may	12	8	4	67 %
Semana 15	01-jun	22	16	6	73 %
Semana 16	08-jun	14	5	9	36 %

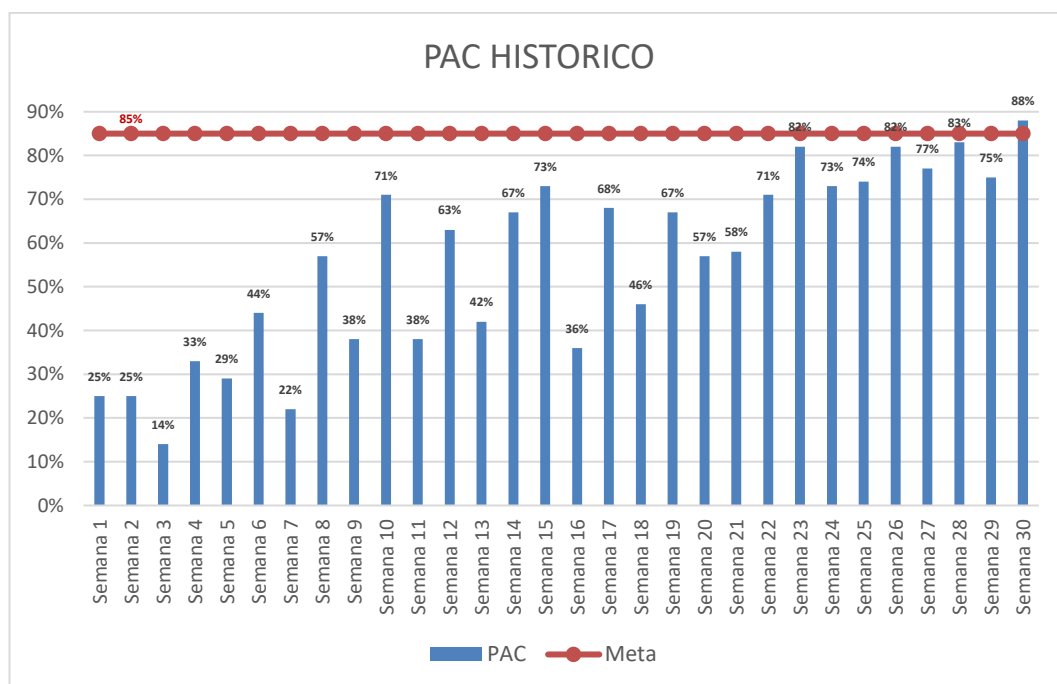
Semana	Fecha	Actividad Programada	Actividad Completada	Actividad Incompleta	PAC
Semana 17	15-jun	22	15	7	68 %
Semana 18	22-jun	28	13	15	46 %
Semana 19	29-jun	18	12	6	67 %
Semana 20	06-jul	21	12	9	57 %
Semana 21	13-jul	24	14	10	58 %
Semana 22	20-jul	24	17	7	71 %
Semana 23	27-jul	38	31	7	82 %
Semana 24	03-ago	30	22	8	73 %
Semana 25	10-ago	27	20	7	74 %
Semana 26	17-ago	34	28	6	82 %
Semana 27	24-ago	44	34	10	77 %
Semana 28	31-ago	35	29	6	83 %
Semana 29	07-sep	28	21	7	75 %
Semana 30	14-sep	8	7	1	88 %

*Fuente:* Coansa Perú (2022).

En la tabla se resume el PAC histórico del proyecto, se observa que el cumplimiento promedio del proyecto se encuentra en 56 %, correspondiente a las semanas de evaluación.

**Figura 15**

*PAC histórico*



*Fuente:* Se observa el comportamiento del PAC histórico. Coansa Perú (2022).

EL PAC histórico, durante la ejecución del proyecto quedando evidenciada semana a semana que están vinculados a las restricciones no identificadas en la planificación o que no fueron identificados correctamente por la supervisión. Si bien es cierto estos números son fríos, pero no necesariamente quiere decir muestran un atraso en el avance porcentual, sin embargo, el incumpliendo constante reflejan un retraso por diferentes causas que tienen que ser analizados. Por lo tanto, el atraso se refleja en el período de ejecución del proyecto, quedando de la siguiente manera.

**Tabla 6**

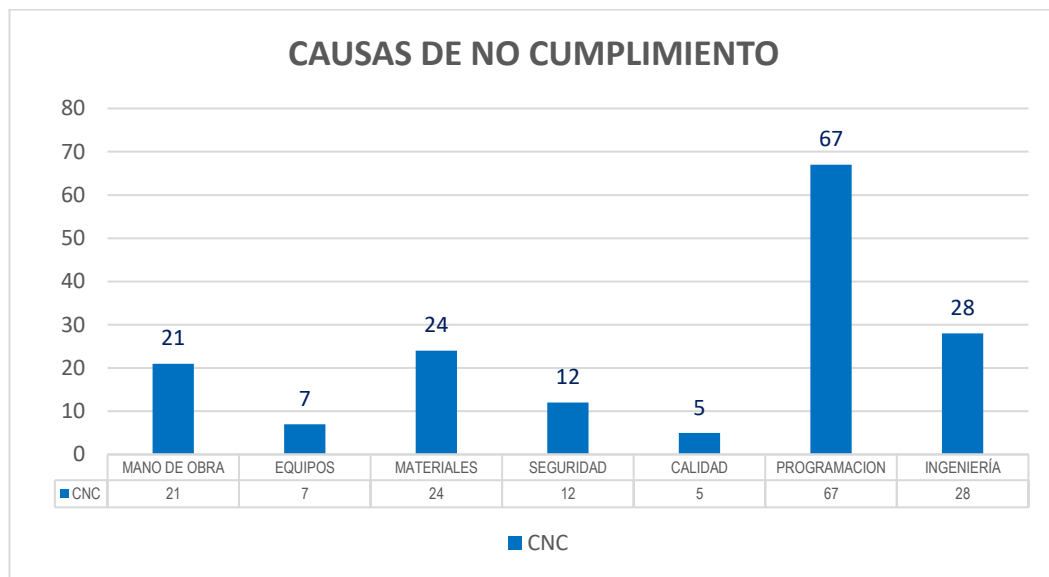
*Resumen de hito contractual*

Fecha	Contrato	Real
Inicio del Proyecto	01/03/2022	01/03/2022
Fin de Proyecto	22/08/2022	28/09/2022
Periodo	147	198

Fuente: Coansa Perú (2022).

**Figura 16**

*Causas de incumplimiento*



Fuente: Se observa las principales causas de incumplimiento. Coansa Perú (2022).

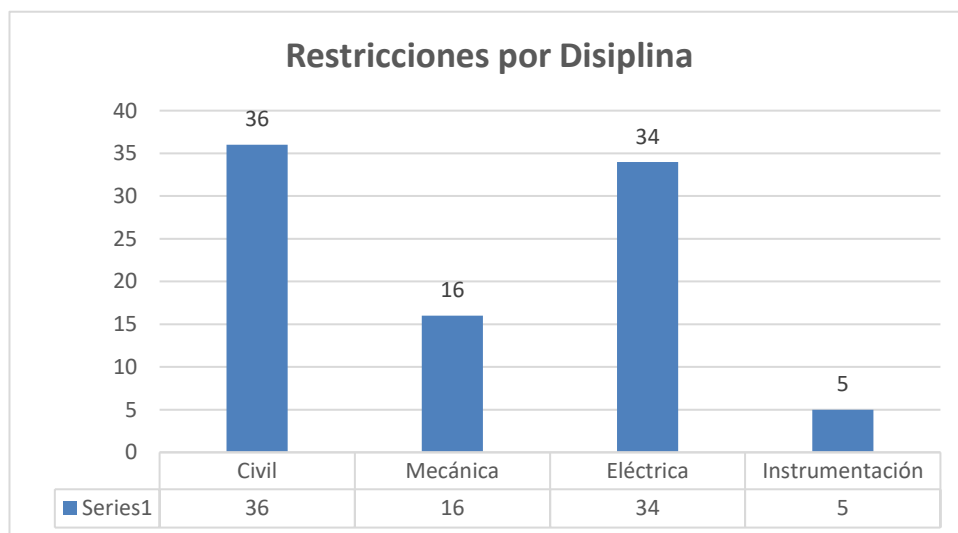
Esto nos lleva a analizar las causas de incumplimiento del proyecto teniendo los puntos más altos la figura N°16, a los materiales, mano de obra, Programación e ingeniería.

## Restricciones internas y del cliente

Durante el inicio del proyecto la restricción interna de mayor impacto es de tema logístico por procesos de aprobaciones que pasa un requerimiento para ser adquirido, debido a esto ocasiona mayor tiempo de adquisición lo que provoca atrasos en la obra, se identificaron que las dos principales causas son la política de la empresa y la falta de experiencia del personal logístico.

**Figura 19**

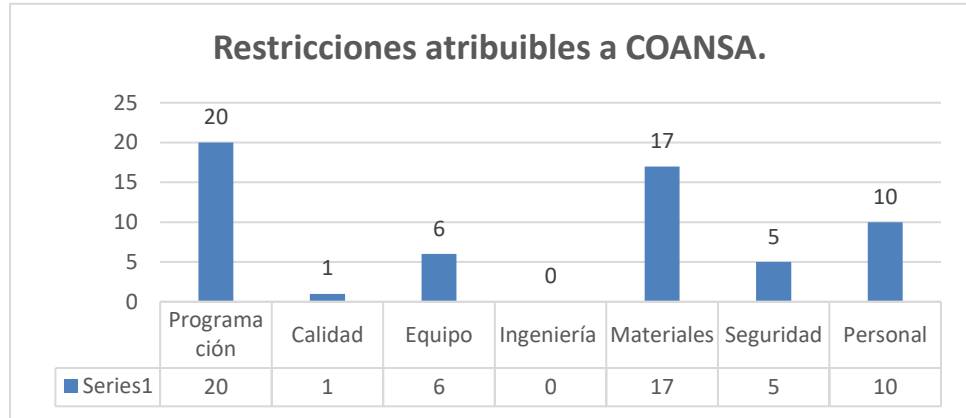
*Restricciones por disciplina.*



*Fuente:* Se observa las principales Restricciones. Coansa Perú (2022).

**Figura 20**

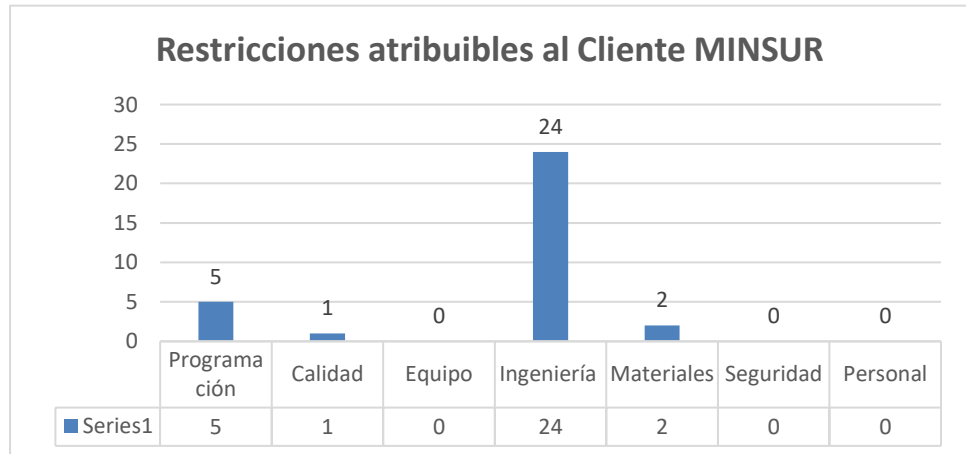
*Restricciones atribuibles a COANSA.*



*Fuente:* Se observa las principales Restricciones. Coansa Perú (2022).

**Figura 21**

*Restricciones atribuibles al cliente MINSUR SAC.*



*Fuente:* Se observa las principales Restricciones. Coansa Perú (2022).

La restricción del cliente, corresponde a la ingeniería, debido a las condiciones propias del terreno se realizaron cambios a la ingeniería, reflejados en las instrucciones de obra, Red Line, Sketch, RFI, solicitud de cambio, como se detalla en los anexos Nro.14, 15 y 16 referenciados anteriormente, generando de esta forma un impacto en los tiempos de ejecución y costos del proyecto. Estos cambios obligaron a realizar una reprogramación del cronograma, incluyéndose los adicionales del proyecto.

### **Cambios de ingeniería**

Durante la ejecución de la obra, es habitual que debido a condiciones de campo se deban ejecutar cambios. En el anexo N° 14 al N° 16, se listan instrucciones de obra, planos red line y sketches generados durante la ejecución del proyecto.

### **Solicitud de cambio (SDC)**

A consecuencia de las variaciones de la ingeniería se presenta presupuestos adicionales, que tienen impacto significativo en el tiempo.

En la tabla 7, se muestra las solicitudes de cambio o presupuestos adicionales, para el presente contrato se conciliaron en la orden de cambio 01 (CHO-01) y orden de cambio 02 (CHO-02) ver anexo Nro. 17, la que consolida los metrados finalmente ejecutados.

**Tabla 7***LOG de solicitudes de cambio*

(SDC)	Descripción Solicitud de Cambio	Valor Aprobado	Comentarios
1	Implementación de equipos según actualización de RITRAN V9	\$17,699.38	SDC aprobada
2	Suministro e instalación de inserto de polylock de HDPE de 6 en poza subdrenaje	\$2,554.40	SDC aprobada
3	Adicional disciplina Mecánicas, eléctricas e Instrumentación	\$178,273.72	SDC aprobada
4	Cambio de diseño de Canal de coronación	\$341,912.03	SDC aprobada
5	Material ripiable	\$11,075.88	SDC aprobada
6	Combustible	\$202,482.00	SDC aprobada
7	Actualización Forecast 01	- \$413,940.11	SDC aprobada
8	Instalación de malla divisoria en el taller de COANSA	\$4,505.69	SDC aprobada
9	Colocación de concreto fc=100kg/cm2 a una altura de 1.5m en poza de subdrenaje	\$34,559.40	SDC aprobada
10	Partidas Adicionales Electromecánicas	\$34,239.43	SDC aprobada
11	Servicios realizados con diversos equipos y recursos	\$6,659.09	SDC aprobada

(SDC)	Descripción Solicitud de Cambio	Valor Aprobado	Comentarios
12	Instrucción de obra por cruce de alcantarillas por instrucción de obra IO 6, IO7 y IO 8	\$41,037.74	SDC aprobada
13	Mayor distancia de transporte de agregado entre la UM Pucamarca y cantera de agregados	\$32,913.76	SDC aprobada
14	Instalación y suministro de tablero de Arranque según nuevo arreglo por cambio de ingeniería	\$2,785.71	SDC aprobada
15	Instalación de guardavías de seguridad en Poza de Subdrenaje	\$16,003.23	SDC aprobada
16	Corte en roca fracturada con martillo hidráulico - sector 6	\$6,548.42	SDC aprobada
17	Presupuesto de Gastos Generales por Ampliación de Plazo	\$30,498.30	SDC aprobada
18	Actualización Forecast 02	-\$80,775.08	SDC aprobada
Monto Total Presentado - SDC		\$469,032.99	

*Fuente:* Coansa Perú (2022).

### **Impacto al cronograma**

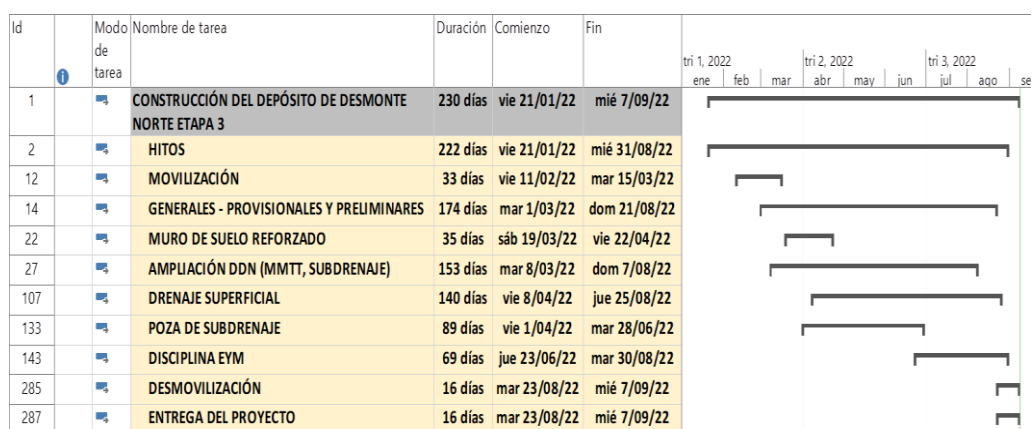
Debido a los cambios de ingeniería se elabora un nuevo cronograma, denominado Línea Base 1. Esta línea se establece durante el mes de mayo del 2022, donde se identificó que en las partidas del presupuesto contractual que no estaban considerados algunos metrados.

- Cambio de diseño de drenaje superficial que tuvo de acuerdo a la instrucción de obra IO-n°1 con fecha 11 de febrero de 2022 formalizadas con la Solicitud de cambio 04 - PU-022-04-S090-8600-16-14-0004\_Rev0.
- Partidas adicionales de la disciplina electromecánica aprobadas el 06 de julio mediante la Solicitud de cambio 03 – PU-022-04-S090-8600-16-14-0003.

Esta serie de cambios modifica drásticamente el cronograma de obra y debido a eso COANSA empieza a preparar una revisión del cronograma, que termina por ser aprobado con carta CA-PU-022-S091-CMB-COA-2022-0046 de fecha 29 de junio la línea base 1, que sustenta el nuevo fin de obra el 30 de agosto.

**Figura 22**

*Cronograma Línea Base 1 a nivel 2*



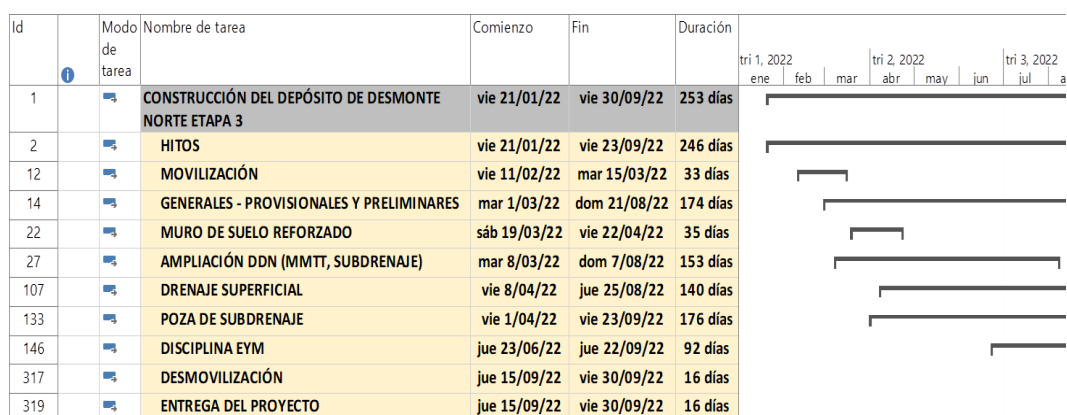
Fuente: Se observa el cronograma LB1 en programa Project. Coansa Perú (2022).

Con la aprobación de la SDC-03 que incluía la contratación de un especialista de la disciplina eléctrica, se empezaron a identificar una serie de interferencias e indefiniciones producto de la falta de ingeniería de detalle para la construcción del sistema de bombeo y subestación. Por lo tanto, el 19 de agosto se presenta mediante la carta CA-PU-022-S090-COA-MINSUR-2022-0006, la solicitud de ampliación de plazo, que fue rechazada y nuevamente presentada el 12 de setiembre mediante la carta CA-PU-022-S090-COA-MINSUR-2022-0007.

Finalmente, el 20 de setiembre se acuerda reconocer el adicional de gastos generales hasta el 11 de setiembre, para culminar con los trabajos electromecánicos y ampliar la fecha de construcción hasta el 28 de setiembre que considera el cierre del punch list.

**Figura 23**

*Cronograma Línea Base 1 impactado a nivel 2*



*Fuente:* Se observa el cronograma LB1 impactado en programa Project. Coansa Perú (2022).

**Figura 24**

*Cronograma As Built a nivel 2*

Mod de tare	Nombre de tarea	Comienzo	Fin	Duración
	CONSTRUCCIÓN DEL DEPÓSITO DE DESMONTE NORTE ETAPA 3	vie 21/01/22	mié 28/09/22	251 días
	▶ HITOS	vie 21/01/22	sáb 24/09/22	246 días
	▶ MOVILIZACIÓN	vie 11/02/22	mar 15/03/22	33 días
	▶ GENERALES - PROVISIONALES Y PRELIMINARES	mar 1/03/22	dom 21/08/22	174 días
	▶ MURO DE SUELO REFORZADO	sáb 19/03/22	vie 22/04/22	35 días
	▶ AMPLIACIÓN DDN (MMTT, SUBDRENAJE)	mar 8/03/22	lun 22/08/22	168 días
	▶ DRENAJE SUPERFICIAL	vie 8/04/22	dom 28/08/22	143 días
	▶ POZA DE SUBDRENAJE	vie 1/04/22	vie 23/09/22	176 días
	▶ DISCIPLINA EYM	sáb 9/07/22	mié 28/09/22	82 días
	▶ DESMOVILIZACIÓN	lun 1/08/22	mié 28/09/22	59 días
	▶ ENTREGA DEL PROYECTO	mar 23/08/22	vie 23/09/22	32 días

*Fuente:* Se observa el cronograma As Built en programa Project. Coansa Perú (2022).

Como parte de la gestión del plazo del proyecto se presentó los cronogramas línea base, reprogramación, Forecast y los de actualización mensuales, que son revisados por la supervisión para el seguimiento y control de las actividades. Siendo los hitos principales los que se muestran a continuación.

**Tabla 8**

*Hitos contractuales*

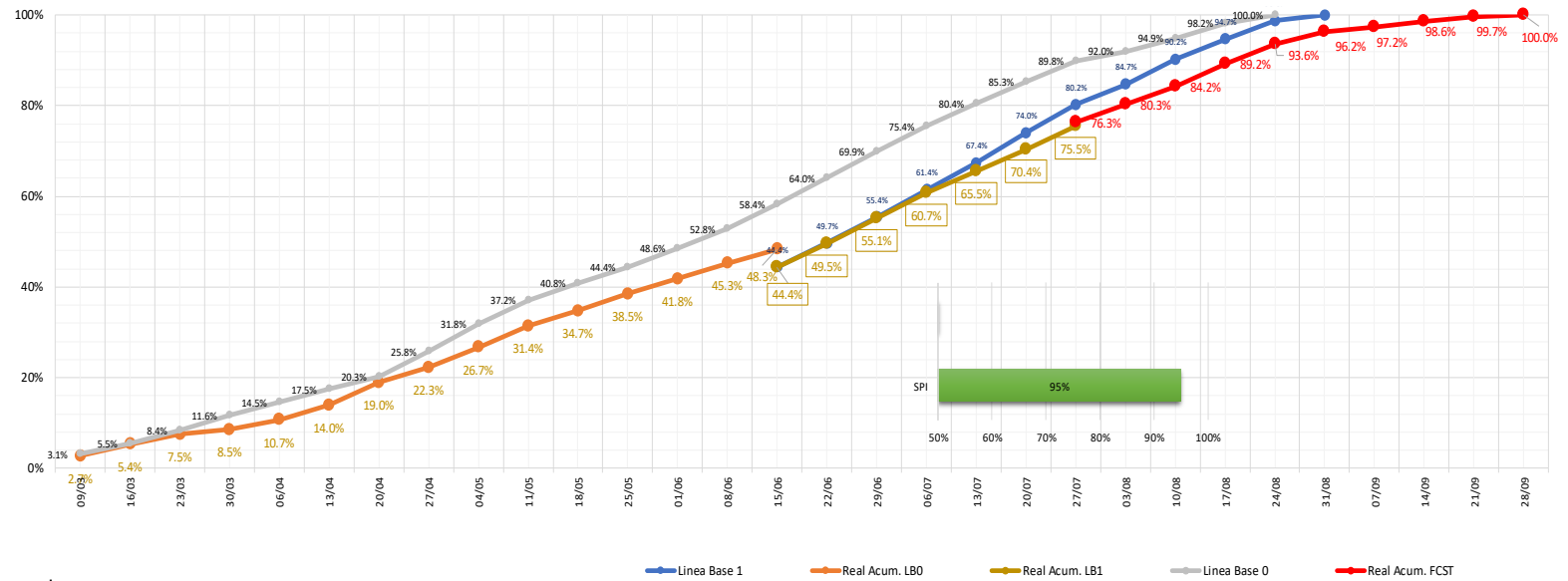
<b>HITOS</b>	<b>FECHA</b>
Buena Prp	21/01/2022
Kick off meeting	25/01/2022
Inicio de Movilizacion	11/02/2022
Inicio de construcción	1/03/2022
Fin de Muro de suelo Reforzado	22/04/2022
Fin Poza de subdrenaje + Poza Disioadora	28/06/2022
Fin Linea de Impulsión HDPE 4" + Trabajos Mecánicos	31/08/2022
Fin de Construcción	28/09/2022

*Fuente:* Elaboración propia.

En la tabla se observa el progreso del avance respecto a la LB1, las desviaciones presentadas se deben a los eventos citados en la carta CA-PU-022-S090-COA-MINSUR-2022-0007 y conciliados con el cliente para terminar a los trabajos de construcción, incluido el levantamiento de puntos punch del 28 de setiembre.

**Figura 17**

*Curva S de avance*



**Avance semanal**

	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16	S17	S18	S19	S20	S21	S22	S23	S24	S25	S26	S27	S28	S29	S30	S31	S32		
	09/03/22	16/03/22	23/03/22	30/03/22	06/04/22	13/04/22	20/04/22	27/04/22	04/05/22	11/05/22	18/05/22	25/05/22	01/06/22	08/06/22	15/06/22	22/06/22	29/06/22	06/07/22	13/07/22	20/07/22	27/07/22	03/08/22	10/08/22	17/08/22	24/08/22	31/08/22	07/09/22	14/09/22	21/09/22	28/09/22		
<b>Linea Base 0</b>	3.1%	5.5%	8.4%	11.6%	14.5%	17.5%	20.3%	25.8%	31.8%	37.2%	40.8%	44.4%	48.6%	52.8%	58.4%	64.0%	69.9%	75.4%	80.4%	85.3%	89.8%	92.0%	94.9%	98.2%	99.7%	100.0%						
<b>Linea Base 1</b>															44.4%	49.7%	55.4%	61.4%	67.4%	74.0%	80.2%	84.7%	90.2%	94.7%	98.8%	100.0%						
<b>Real Acum. LB0</b>	2.7%	5.4%	7.5%	8.5%	10.7%	14.0%	19.0%	22.3%	26.7%	31.4%	34.7%	38.5%	41.8%	45.3%	48.3%	49.5%	55.1%	60.7%	65.5%	70.4%	75.5%											
<b>Real Acum. LB1</b>															44.4%	49.5%	55.1%	60.7%	65.5%	70.4%	75.5%											
<b>Real Acum. FCST</b>																						76.3%	80.3%	84.2%	89.2%	93.6%	96.2%	97.2%	98.6%	99.7%	100.0%	

Fuente: Se observa la curva S de avance. Fuente: Coansa Perú (2022).

Como se observa en la curva S, en la semana 17, se muestra un retraso de -10,1 % respecto a la LB0, como consecuencia se aprueba el cronograma LB1, de la misma forma se observa un retraso de -4,7 % en la semana 23, con el retraso que presenta no se llegaría a culminar en el plazo contractual, a esto se suma el cronograma Forecast con fecha de culminación el 28 de septiembre.

### **Gestión de costos**

En la tabla 9, se resume y consolida los cambios presentados en la Change Order 01, respaldado con la SDC-07 (PU-022-04-S090-8600-16-14-0007) y la Change Order 02, presentado con la SDC-18 (PU-022-04-S090-8600-16-14-0018). Como parte de gestión de costos, la supervisión realiza las funciones de revisión o aprobación de las valorizaciones presentados por el contratista, se puede observar en la tabla N° 10 y 11.

**Tabla 9**

*Resumen de plantilla de costo directo*

Cod	Descripción	Metrado Contractual	Metrado Cho #1	Metrado Forecast 2
	Cotos directo	2 551 386,22	2 668 288,80	2 600 530,49
	Total US\$	2 551 386,22	2 668 288,80	2 600 530,49

*Fuente: Coansa Perú (2022).*

**Tabla 10***Resumen de plantilla de costo directo*

DESCRIPCIÓN		Mar-22	Abr-22	May-22	Jun-22	Jul-22	Ago-22	Set-22	TOTAL ACUMULADO
Concepto		EDP-01	EDP-02	EDP-03	EDP-04	EDP-05	EDP-06	EDP-07	
<b>COSTO DIRECTO USD</b>	<b>(A)</b>	<b>149,852.01</b>	<b>431,955.26</b>	<b>411,864.30</b>	<b>318,681.67</b>	<b>636,308.74</b>	<b>263,434.03</b>	<b>388,434.48</b>	
<b>COSTO INDIRECTO USD</b>	<b>(B)</b>	<b>88,512.35</b>	<b>332,866.01</b>	<b>338,495.34</b>	<b>430,357.80</b>	<b>258,697.19</b>	<b>208,269.43</b>	<b>163,805.09</b>	
GASTOS GENERALES (38.70%)		57,983.01	167,138.67	159,364.81	273,660.80	95,858.48	101,931.89	177,621.87	
UTILIDAD (5%)		7,492.60	21,597.76	20,593.21	15,934.08	31,815.44	13,171.70	19,421.72	
COSTOS ADICIONALES POR PANDEMIA COVID		17,106.79	24,964.79	19,149.99	24,964.79	22,607.07	23,785.43	0.00	
COMBUSTIBLE		10,041.30	131,015.94	150,687.27	124,541.49	125,874.00	76,608.00	-23,929.72	
DESCUENTO COMERCIAL		-4,111.35	-11,851.15	-11,299.94	-8,743.37	-17,457.81	-7,227.59	-9,308.79	
<b>TOTAL CONTRATO USD (SIN IGV)</b>	<b>(A+B)</b>	<b>238,364.36</b>	<b>764,821.27</b>	<b>750,359.64</b>	<b>749,039.47</b>	<b>895,005.93</b>	<b>471,703.46</b>	<b>552,239.57</b>	<b>4,421,533.73</b>

*Fuente:* Coansa Perú (2022).

**Tabla 11***Resumen de valorizaciones*

Partidas	Contractual US\$	Forecast 01 US\$	SDC 01 al 07 US\$	CHO #1 US\$	Forecast 02 US\$	SDC 08 al 18 US\$	CHO #2 US\$
<b>Contrato Original</b>							
<b>Trabajos</b>							
Provisionales y Preliminares	474 517.61	455 480.46		455 480.46	364 547.30		364 547.30
Obras Civiles	1 393 469.12	1 234 175.86		1 234 175.86	1 169 804.27		1 169 804.27
Manejo de drenaje superficial	534 060.63	290 116.37		290 116.37	293 537.90		293 537.90
Estructuras de concreto	19 964.54	25 233.11		25 233.11	43 842.01		43 842.01
Instalaciones mecánicas	69 304.78	77 767.73		77 767.73	74 806.13		74 806.13
Instalaciones Eléctricas	21 330.15	35 644.63		35 644.63	36 180.63		36 180.63
Instrumentación Electromecánica	5 526.39	5 526.39		5 526.39	5 526.39		5 526.39
Trabajos para medio ambiente	33 213.00	33 213.00		33 213.00	92.14		92.14

Solicitudes de Cambio			511 131.27	511 131.27	452 281.53	160 870.67	613 152.20
Costo Directo	2 551 386.22	2 157 157.55	511 131.27	2 668 288.82	2 440 618.30	160 870.67	2 601 488.97
Gastos Generales	987 221.00	987 221.00	15 840.27	1 003 061.27	1 003 061.27	30 498.30	1 033 559.57
Utilidad	127 569.00	107 857.88	24 543.87	132 401.75	122 030.92	8 043.53	130 074.45
Costos COVID	149 789.00	149 789.00		149 789.00	132 578.86		132 578.86
Combustible	416 286.00	416 286.00	202 482.00	618 768.00	594 838.28		594 838.28
Descuento Comercial	70 000.00	70 000.00		70 000.00	71 374.62		71 374.62
Total US\$	4 162 251.22	3 748 311.43	753 997.41	4 502 308.54	4 221 752.70	199 412.20	4 421 165.51

*Fuente:* Coansa Perú (2022).

### 3.5.2. *Análisis de datos con estadística descriptiva*

En la tabla 12, se observan los datos obtenidos en los ítems de recolección y procesamiento de datos del avance del proyecto. La variable avance y su cumplimiento es obtenido del anexo N° 18.

**Tabla 12**

*Avance y su cumplimiento semanal*

Semana	LB1 (%)	Real (%)	Cumplimiento avance (%)
SEM 1	3,10	2,68	86,32
SEM 2	2,43	2,68	110,31
SEM 3	2,84	2,13	75,20
SEM 4	3,27	1,05	32,16
SEM 5	2,90	2,15	74,03
SEM 6	2,93	3,30	112,62
SEM 7	2,79	4,98	178,32
SEM 8	5,55	3,31	59,62
SEM 9	6,00	4,44	74,03
SEM 10	5,35	4,70	87,88
SEM 11	3,68	3,28	89,22
SEM 12	3,55	3,77	105,96
SEM 13	4,20	3,31	78,84
SEM 14	4,22	3,49	82,54
SEM 15	5,56	3,04	54,66
SEM 16	5,63	5,13	91,17
SEM 17	5,88	5,65	95,97

SEM 18	5,55	5,55	100,03
SEM 19	5,01	4,76	95,04
SEM 20	4,83	4,96	102,68
SEM 21	4,55	5,08	111,61
SEM 22	2,21	4,01	181,20
SEM 23	2,88	3,97	138,06
SEM 24	3,33	4,96	149,16
SEM 25	1,76	4,41	250,66

*Fuente:* Elaboración propia.

En la tabla 13, se observan los datos obtenidos en los ítems de recolección y procesamiento de datos del control de costos del proyecto. La variable costo y su cumplimiento es obtenido de la tabla N° 11.

**Tabla 13**

*Costo y su cumplimiento por partida*

Partidas	PPTO Contractual MUS\$	Real CHO #2 MUS\$	Cumplimiento Costo (%)
Trabajos Provisionales y Preliminares	0,47	0,36	76,82
Obras Civiles	1,39	1,17	83,95
Manejo de drenaje superficial	0,53	0,29	54,96
Estructuras de concreto	0,02	0,04	219,60
Instalaciones mecánicas	0,07	0,07	107,94
Instalaciones Eléctricas	0,02	0,04	169,62

Instrumentación	0,01	0,01	100,00
Electromecánica			
Trabajos para medio ambiente	0,03	0,00	0,28
Solicitudes de cambio	0,00	0,61	-

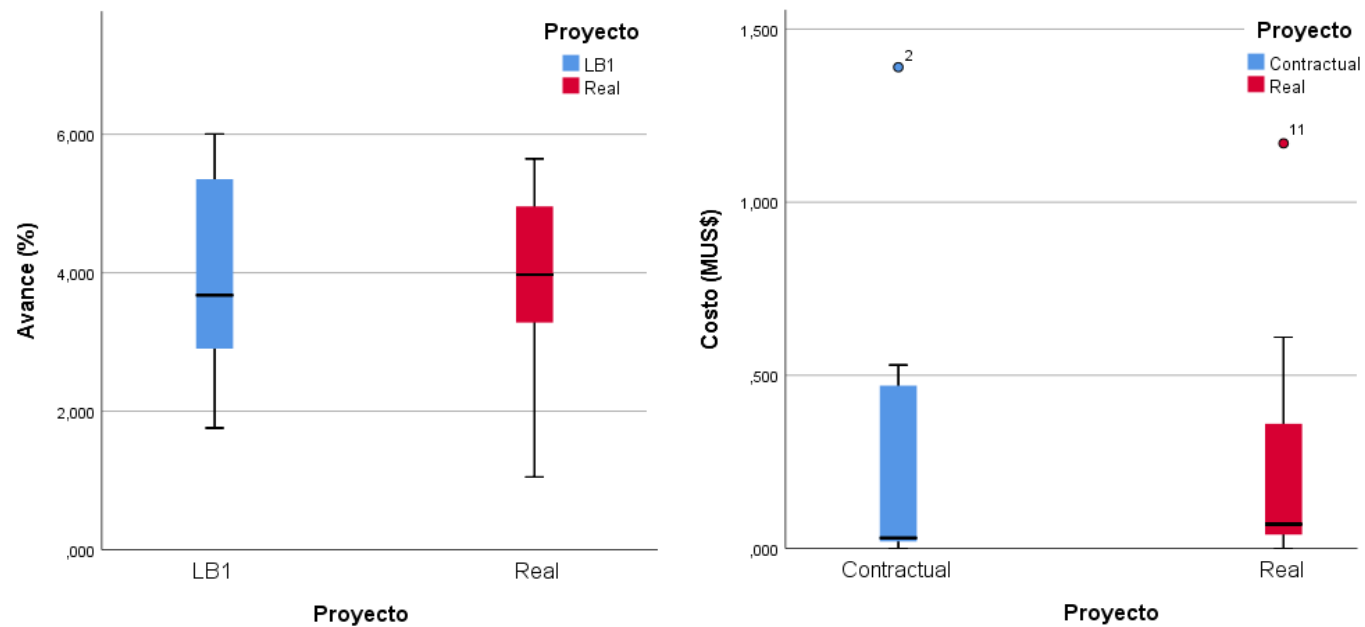
---

*Fuente:* Elaboración propia.

Como se observa en la figura la variable avance semanal, presenta una tendencia a distribución normalizada, el valor promedio de avance real está levemente por encima del avance LB1, sin embargo, la variable de costos, presenta una tendencia a distribución log normal, con altos erráticos, el promedio de costo por partida real se encuentra levemente por encima del costo por partida contractual.

**Figura 18**

*Caja de bigotes por variable*



*Fuente:* Se observa la gráfica caja de bigotes por variable, la variable costos presenta una distribución log normal con 2 valores de altos erráticos, para la normalización, será sesgados. Elaboración Propia.

a) Prueba de normalidad de datos; en la tabla se presentan los resultados del análisis de normalidad de las variables evaluadas. Siguiendo el criterio establecido por el P-valor ( $\alpha > 0,05$ ), se acepta la hipótesis nula ( $H_0$ ), lo que indica que las variables tienen una distribución normal. Para este análisis se ha utilizado la prueba de Shapiro-Wilk, la cual es especialmente adecuada para muestras de tamaño inferior a 50. Al evaluar las variables, se observa que la variable avance exhibe una distribución aproximadamente normal, lo que implica que no se detectan valores atípicos o erráticos en sus mediciones. Sin embargo, se encuentra que la variable costo sigue una distribución log normal, lo que significa que su representación gráfica se asemeja más a una curva logarítmica.

**Tabla 14**

*Prueba de normalidad de variables*

Instrumentos de medición	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Porcentaje de Actividades completadas PAC (%)	0,930	25	0,089
Control de la construcción (%)	0,958	25	0,371

*Fuente:* Obtención de resultados de prueba de normalidad Shapiro Wilk. SPSS versión 27.0.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. Resultados de la investigación

**Variable independiente: Last Planner System (%)**

**Tabla 15**

*Porcentaje de actividades completadas (PAC)*

Resumen de porcentaje de actividades programada (PAC)					
Semana	Fecha	Actividad Programada	Actividad Completada	Actividad Incompleta	PAC
Semana 1	23-feb	4	1	3	25 %
Semana 2	2-mar	8	2	6	25 %
Semana 3	9-mar	7	1	6	14 %
Semana 4	16-mar	6	2	4	33 %
Semana 5	23-mar	7	2	5	29 %
Semana 6	30-mar	9	4	5	44 %
Semana 7	6-abr	9	2	7	22 %
Semana 8	13-abr	7	4	3	57 %
Semana 9	20-abr	8	3	5	38 %
Semana 10	27-abr	7	5	2	71 %
Semana 11	4-may	8	3	5	38 %
Semana 12	11-may	8	5	3	63 %
Semana 13	18-may	12	5	7	42 %

Semana 14	25-may	12	8	4	67 %
Semana 15	1-jun	22	16	6	73 %
Semana 16	8-jun	14	5	9	36 %
Semana 17	15-jun	22	15	7	68 %
Semana 18	22-jun	23	13	10	57 %
Semana 19	29-jun	18	12	6	67 %
Semana 20	6-jul	21	12	9	57 %
Semana 21	13-jul	24	14	10	58 %
Semana 22	20-jul	24	17	7	71 %
Semana 23	27-jul	38	31	7	82 %
Semana 24	3-ago	30	22	8	73 %
Semana 25	10-ago	27	20	7	74 %
Semana 26	17-ago	34	28	6	82 %
Semana 27	24-ago	44	34	10	77 %
Semana 28	31-ago	35	29	6	83 %
Semana 29	07-sep	28	21	7	75 %
Semana 30	14-sep	8	7	1	88 %

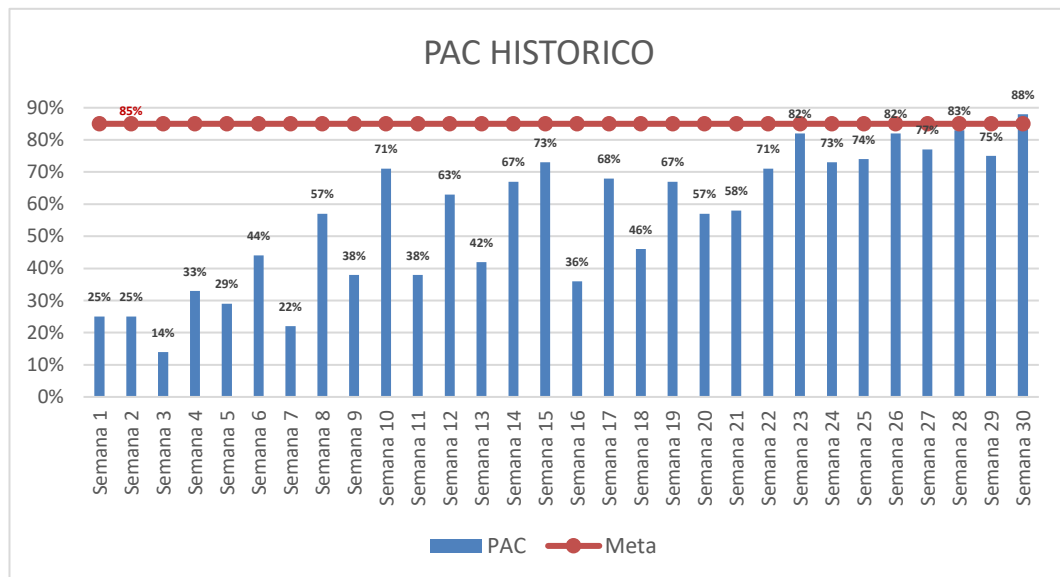
*Fuente:* Coansa (2022).

### **Interpretación**

En la tabla se resume el PAC histórico del proyecto, teniendo como PAC meta 85 %, sin embargo, se observa que el cumplimiento promedio del proyecto se encuentra en 56 %, correspondiente a las semanas de evaluación.

**Figura 19**

*Porcentaje de actividades completadas (PAC)*



*Fuente:* Se observa el comportamiento del PAC histórico.  
Coansa (2022).

EL PAC histórico, están vinculados a las restricciones no identificadas en la planificación o que no fueron identificados correctamente por la supervisión. Si bien es cierto estos números son fríos, pero no necesariamente quiere decir muestran un atrasado en el avance porcentual, sin embargo, el incumpliendo constante reflejan un retraso por diferentes causas que tienen que ser analizados. Por lo tanto, el atraso se refleja en el período de ejecución del proyecto, quedando de la siguiente manera.

**Tabla 16**

*Causas de no cumplimiento (CNC)*

Mano de obra	Equipos	Materiales	Seguridad	Calidad	Prog.	Ingeniería	Causas de Incumplimiento
1		1			1		3
3					3		6
		3			3		6
		2			5		7
1		1			3		5
1					4		5
2		2			3		7
		2			1		3
		3			4		7
		2					2
	3				2		5
					5		5
	1	1	1		4		7
2				1	4		7
				2	8		10
				2	5	2	9
1			1		5	2	9
4				1	3	2	10
3	2				7		12
					10	2	12
		3			-	7	10
		2			-	9	11
1	1				5		7
4					6		10
			2	2	3		7
1			2		6	1	10
2		5			2	1	10
2		2			2		6
			4		3		7
			1				1
28	7	29	11	8	107	26	

*Fuente:* Elaboración propia.

**Tabla 17***Costo por partida*

Partidas	PPTO Contractual MUS\$	Real CHO #2 MUS\$	Cumplimiento Costo (%)
Trabajos Provisionales y Preliminares	0,47	0,36	76,82
Obras Civiles	1,39	1,17	83,95
Manejo de drenaje superficial	0,53	0,29	54,96
Estructuras de concreto	0,02	0,04	219,60
Instalaciones mecánicas	0,07	0,07	107,94
Instalaciones Eléctricas	0,02	0,04	169,62
Instrumentación Electromecánica	0,01	0,01	100,00
Trabajos para medio ambiente	0,03	0,00	0,28
Solicitudes de cambio	0,00	0,61	-

*Fuente:* Elaboración propia.**Tabla 18***Control de la construcción (%)*

Semana	LB1 (%)	Real (%)	Cumplimiento Avance (%)
SEM 1	3,10	2,68	86,32
SEM 2	2,43	2,68	110,31
SEM 3	2,84	2,13	75,20
SEM 4	3,27	1,05	32,16
SEM 5	2,90	2,15	74,03
SEM 6	2,93	3,30	112,62
SEM 7	2,79	4,98	178,32
SEM 8	5,55	3,31	59,62

SEM 9	6,00	4,44	74,03
SEM 10	5,35	4,70	87,88
SEM 11	3,68	3,28	89,22
SEM 12	3,55	3,77	105,96
SEM 13	4,20	3,31	78,84
SEM 14	4,22	3,49	82,54
SEM 15	5,56	3,04	54,66
SEM 16	5,63	5,13	91,17
SEM 17	5,88	5,65	95,97
SEM 18	5,55	5,55	100,03
SEM 19	5,01	4,76	95,04
SEM 20	4,83	4,96	102,68
SEM 21	4,55	5,08	111,61
SEM 22	2,21	4,01	181,20
SEM 23	2,88	3,97	138,06
SEM 24	3,33	4,96	149,16
SEM 25	1,76	4,41	250,66

---

*Fuente:* Elaboración propia.

#### **4.2. Verificación de la hipótesis general**

Previo a la validación de la hipótesis formulada en este estudio, se llevó a cabo una revisión para determinar si los datos de las variables analizadas cumplen con el supuesto de normalidad. Las variables en cuestión son: el Sistema Last Planner (%) y el Control de la Construcción (%). Para esta verificación, se aplicó la prueba estadística de Shapiro-Wilk, la cual es apropiada para muestras de tamaño reducido ( $n \leq 50$ ). Esta prueba permitirá evaluar si los datos obtenidos de los instrumentos

utilizados en la investigación se distribuyen de manera normal. Además, se utilizarán los estadísticos adecuados para llevar a cabo el análisis inferencial correspondiente en el marco de este trabajo de investigación, lo que contribuirá a la validez de los resultados obtenidos y a la interpretación de los mismos.

#### 4.2.1. *Prueba de normalidad*

##### 1. Formular hipótesis

H0: La distribución de la variable de medición en estudio es normal

H1: La distribución de la variable de medición en estudio no es normal.

##### 2. Nivel de significancia

$\alpha = 5\% = 0,05$

##### 3. Estadística de prueba

**Tabla 19**

*Pruebas de normalidad*

Instrumentos de medición	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Porcentaje de Actividades completadas PAC (%)	0,930	25	0,089
Control de la construcción (%)	0,958	25	0,371

*Fuente:* SPSS versión 27.0.

4. Decisión

“Como p-valor=sig. (0,089 y 0,371) son mayores al nivel de significancia ( $\alpha=0,05$ ), y esto implica que se acepta  $H_0$ .”

5. Conclusión

Con un 95 % de confianza, se puede afirmar que la distribución de la variable analizada se ajusta a una distribución normal. Tras realizar la prueba de normalidad, los resultados indican que los datos se distribuyen conforme a la curva normal. Esto es un factor importante, ya que sugiere que, para validar nuestras hipótesis, es apropiado utilizar procedimientos estadísticos paramétricos. En este contexto particular, se optaría por aplicar el coeficiente de correlación de Pearson, el cual es una herramienta estadística que permite evaluar la relación entre dos variables cuantitativas, proporcionando información valiosa sobre la fuerza y la

dirección de dicha relación. Utilizar estadísticos paramétricos, en lugar de no paramétricos, lo que optimiza el análisis, ya que estos métodos asumen los datos que cumplen con ciertas condiciones, lo que generalmente lleva a estimaciones más precisas y confiables en la inferencia estadística.

### **Verificación de la primera hipótesis específica**

“El porcentaje de actividades completadas PAC (%) influyen significativamente en el control de la construcción del depósito de desmonte Norte Etapa 3 en la Unidad Minera Pucamarca”.

#### 1) Planteamiento de la hipótesis

$H_0$ : El porcentaje de actividades completadas PAC (%) no influyen significativamente en el control de la construcción del depósito de desmonte Norte Etapa 3 en la Unidad Minera Pucamarca.

$H_1$ : El porcentaje de actividades completadas PAC (%) influyen significativamente en el control de la construcción del depósito de desmonte Norte Etapa 3 en la Unidad Minera Pucamarca.

#### 2) Nivel de significancia

$$\alpha = 5\% = 0,05$$

#### 3) Estadístico de prueba

**Tabla 20**

*Prueba del coeficiente de correlación de Pearson del porcentaje de actividades completadas PAC (%) y el control de la construcción (%)*

Correlación de Pearson			
		Porcentaje de actividades completadas (%)	Control de la construcción (%)
Porcentaje de actividades completadas (%)	coeficiente de correlación	1,000	0,530
	sig. (bilateral)	.	0,006
	n	25	25
	coeficiente de correlación	0,530	1,000
Control de la construcción (%)	sig. (bilateral)	0,006	.
	n	25	25

*Fuente: SPSS versión 27.0.*

#### 4. Decisión

“Como p-valor= 0,006 es menor al nivel de significancia  $\alpha=0,05$ ; entonces se rechaza  $H_0$ .”

#### 5. Conclusión

Al nivel del 5 % de significancia se concluye que el porcentaje de actividades completadas PAC (%) influyen significativamente en el control

de la construcción del depósito de desmonte Norte Etapa 3 en la Unidad Minera Pucamarca.

### **Verificación de la segunda hipótesis específica**

“Las causas de no cumplimiento (CNC) influyen significativamente en el control de la construcción del depósito de desmonte Norte Etapa 3 en la Unidad Minera Pucamarca”.

Prueba de la normalidad

#### 1. Formular hipótesis

H<sub>0</sub>: La distribución de la variable de medición en estudio es normal

H<sub>1</sub>: La distribución de la variable de medición en estudio no es normal.”

#### 2. Nivel de significancia

$\alpha = 5\% = 0,05$

#### 3. Estadística de prueba

**Tabla 21**

*Pruebas de normalidad*

Instrumentos de medición	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Causas de no cumplimiento (CNC)	0,944	25	0,182
Control de la construcción (%)	0,958	25	0,371

*Fuente:* SPSS versión 27.0.

4. Decisión

“Como p-valor=sig. (0,182 y 0,371) son mayores al nivel de significancia ( $\alpha=0,05$ ), y esto implica que se acepta  $H_0$ .”

5. Conclusión

Con un 95 % de confianza, se puede afirmar que la distribución de la variable analizada se ajusta a una distribución normal. Tras llevar a cabo las pruebas necesarias para evaluar la normalidad de los datos, los resultados indican que estos se distribuyen siguiendo la forma de la curva normal. Esta conclusión es fundamental, ya que sugiere que el enfoque adecuado para comprobar las hipótesis planteadas debe basarse en estadísticas paramétricas. En este contexto específico, se optará por aplicar el coeficiente de correlación de Pearson, que permite medir la fuerza y la dirección de la relación lineal entre dos variables cuantitativas.

Este tipo de análisis es invaluable, ya que permite obtener inferencias más robustas sobre el comportamiento de las variables en estudio.

### 1) Planteamiento de la hipótesis

$H_0$ : “Las causas de no cumplimiento (CNC) no influyen significativamente en el control de la construcción del depósito de desmonte Norte Etapa 3 en la Unidad Minera Pucamarca.”

$H_1$ : “Las causas de no cumplimiento (CNC) influyen significativamente en el control de la construcción del depósito de desmonte Norte Etapa 3 en la Unidad Minera Pucamarca.”

### 2) Nivel de significancia

$$\alpha = 5\% = 0,05$$

### 3) Estadístico de prueba

**Tabla 22**

*Prueba del coeficiente de correlación de Pearson De las causas de no cumplimiento (CNC) y el control de la construcción (%)*

Correlación de Pearson			
		Causas de no cumplimiento (CNC)	Control de la construcción (%)
Causas de no cumplimiento (CNC)	coeficiente de correlación	1,000	0,549
	sig. (bilateral)	.	0,005
	n	25	25

Control de la construcción (%)	coeficiente de correlación	0,549	1,000
	sig. (bilateral)	0,005	.
	n	25	25

Fuente: SPSS versión 27.0.

#### 4) Decisión

“Como p-valor= 0,005 es menor al nivel de significancia  $\alpha=0,05$ ; entonces se rechaza  $H_0$ .”

#### 5) Conclusión

Al nivel del 5% de significancia se concluye que las causas de no cumplimiento (CNC) influyen significativamente en el control de la construcción del depósito de desmonte Norte Etapa 3 en la Unidad Minera Pucamarca.

### **Verificación de la tercera hipótesis específica**

“La aplicación del sistema Last Planner influye en el costo por partida de construcción del depósito de desmonte Norte Etapa 3 en la Unidad Minera Pucamarca”.

Prueba de la normalidad

#### 1. Formular hipótesis

“ $H_0$ : La distribución de la variable de medición en estudio es normal

H<sub>1</sub>: La distribución de la variable de medición en estudio no es normal.”

## 2. Nivel de significancia

$$\alpha = 5\% = 0,05$$

## 3. Estadística de prueba

**Tabla 23**

*Pruebas de normalidad*

Instrumentos de medición	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
PPTO Contractual	0,910	9	0,313
Real CHO #2	0,974	9	0,925

*Fuente: SPSS versión 27.0.*

## 4. Decisión

“Como p-valor=sig. (0,313 y 0,925) son mayores al nivel de significancia ( $\alpha=0,05$ ), y esto implica que se acepta H<sub>0</sub>.”

## 5. Conclusión

Con un 95 % de confianza, se llega a la conclusión de que la distribución de la variable objeto de estudio presenta características normales. Tras realizar la prueba de normalidad, los resultados obtenidos confirman que los datos se alinean con la forma de la curva normal. Esta conformidad con la distribución normal implica que, para verificar las

hipótesis planteadas, se deben utilizar estadísticos de naturaleza paramétrica. En este contexto específico, se emplearía el coeficiente de correlación de Pearson, una herramienta estadística que permite analizar la relación lineal entre dos variables. Este coeficiente no solo facilita la evaluación de la fuerza y la dirección de la asociación, sino que también es fundamental para realizar inferencias más precisas sobre las relaciones en el conjunto de datos analizado.

#### 1) Planteamiento de la hipótesis

$H_0$ : La aplicación del sistema Last Planner no influye en el costo por partida de construcción del depósito de desmonte Norte Etapa 3 en la Unidad Minera Pucamarca.

$H_1$ : La aplicación del sistema Last Planner influye en el costo por partida de construcción del depósito de desmonte Norte Etapa 3 en la Unidad Minera Pucamarca.

#### 2) Nivel de significancia

$$\alpha = 5\% = 0,05$$

#### 3) Estadístico de prueba

**Tabla 24**

*Prueba del coeficiente de correlación de Pearson del sistema Last Planner el costo de partida de control de la construcción (%)*

		Correlación de Pearson	
		PPTO Contractual	Real CHO #2
PPTO Contractual	coeficiente de correlación	1,000	0,845
	sig. (bilateral)	.	0,004
	n	9	9
Real CHO #2	coeficiente de correlación	0,845	1,000
	sig. (bilateral)	0,004	.
	n	9	9

Fuente: SPSS versión 27.0.

$p = 0,006$

#### 4) Decisión

“Como p-valor= 0,004 es menor al nivel de significancia  $\alpha=0,05$ ; entonces se rechaza  $H_0$ .”

#### 5) Conclusión

Al nivel del 5 % de significancia se concluye que la aplicación del sistema Last Planner influye en el costo por partida de construcción del depósito de desmonte Norte Etapa 3 en la Unidad Minera Pucamarca.

## DISCUSIÓN

- I. Con respecto al primer objetivo específico: Determinar cómo influye el porcentaje de actividades completadas PAC (%) en el control de la construcción del depósito de desmonte Norte etapa 3 en la Unidad Minera Pucamarca. Lo cual se ha demostrado que hay una influencia positiva y es moderadamente significativa entre el porcentaje de actividades completadas PAC (%) y el control de la construcción del depósito de desmonte Norte etapa 3 en la Unidad Minera Pucamarca, de acuerdo al resultado obtenido en la prueba del coeficiente de correlación de Pearson ( $r=0,503$ ,  $p < 0,05$ ).

Gonzales (2018) hizo hincapié en la reducción de los plazos de ejecución al analizar las restricciones, lo que permitió optimizar el flujo continuo del proceso de construcción. A su vez, Mamani (2022) logró minimizar las fluctuaciones en la planificación al asignar de manera adecuada los recursos y asegurar el cumplimiento de las actividades necesarias a partir del análisis de restricciones que se llevaron a cabo en los planes del proyecto.

Los resultados de la presente investigación indican que la implementación del sistema Last Planner contribuye significativamente al avance semanal del proyecto. Esto confirma las

afirmaciones de los estudios realizados por Gutiérrez, Gonzales y Mamani, ya que se observa un notable progreso en la ejecución del proyecto CHO#02, gracias a la aplicación de este sistema. En síntesis, tanto las medidas adoptadas por estos autores como la implementación del sistema Last Planner han demostrado ser efectivas para mejorar la eficiencia y eficacia en la gestión de proyectos de construcción.

- II. En cuanto al segundo objetivo específico: Determinar cómo influyen las causas de no cumplimiento (CNC) en el control de la construcción del depósito de desmonte Norte etapa 3 en la Unidad Minera Pucamarca. Lo cual se ha demostrado que hay una influencia positiva y es moderadamente significativa entre las causas de no cumplimiento (CNC) y el control de la construcción del depósito de desmonte Norte etapa 3 en la Unidad Minera Pucamarca, de acuerdo al resultado obtenido en la prueba del coeficiente de correlación de Pearson ( $r = 0,549$ ,  $p < 0,05$ ). Lo que implica que en cuanto a las causas de no cumplimiento (CNC), no se observa una fuerte influencia en el control de la construcción, ya mencionados en el presente trabajo de investigación.
- III. En cuanto al tercer objetivo específico: Determinar cómo influyen la aplicación del sistema Last Planner en el control de costo por partida

en la construcción del depósito de desmonte Norte etapa 3 en la Unidad Minera Pucamarca. Por lo que se ha demostrado que hay una influencia positiva y es altamente significativa entre la aplicación del sistema Last Planner en el control de costo por partida en la construcción del depósito de desmonte Norte etapa 3 en la Unidad Minera Pucamarca, como lo demuestra el resultado obtenido en la prueba del coeficiente de correlación de Pearson ( $r = 0,845$ ,  $p < 0,05$ ). Alarcón (2008) logro reducir las pérdidas y variabilidad en los procesos y buscar permanente aumento en el valor de los mismos.

Bazán (2017) realizó mejoras significativas en la gestión logística dentro del sector de obras industriales, lo que tuvo un impacto notable en la compra de bienes y servicios. Mediante la anticipación de requerimientos y una ejecución eficiente de los proyectos, logró evitar costos adicionales, lo que a su vez permitió aumentar la rentabilidad final del proyecto en un 4,69 % en comparación con métodos de planificación tradicionales.

La investigación actual respalda estas conclusiones, demostrando que la implementación del sistema Last Planner contribuye a una reducción efectiva de costos por partida en los proyectos. Este hallazgo se alinea con los resultados previos de estudios de Alarcón (2008) y Bazán (2017), que también evidencian

una mejora en el control de costos por partida. Como resultado, se observó un incremento adicional en la utilidad del proyecto de un 2 % en relación con la utilidad contractual original. Esto subraya la importancia de adoptar sistemas de gestión más avanzados en el ámbito de la construcción, ya que no solo contribuyen a la eficiencia operativa, sino que también favorecen la rentabilidad de los proyectos.

- IV. Finalmente, con el cumplimiento de los objetivos específicos, se logró demostrar que la aplicación del sistema Last Planner influyen significativamente en la planificación y control de la construcción del depósito de desmonte Norte etapa 3 en la Unidad Minera Pucamarca. Concordando con Chokewanka y Sotomayor (2018) logró incrementar la confiabilidad de su planificación, corroborando un incremento de la productividad, demostrado en sus rendimientos, se pudo revertir en 3,6 % el atraso de la semana.

Guzmán (2014) logró significativamente reducir los plazos de ejecución de los proyectos mediante la implementación de la superposición de actividades. Esta estrategia propició un aumento en la productividad, al asignar equipos de trabajo específicos para distintos tipos de tareas, lo que permitió un manejo más eficiente de los recursos y tiempos. Por su parte, Gonzales (2018) se enfocó en

identificar y analizar las restricciones que impactaban el flujo del proceso de construcción. Esto le permitió acortar los plazos de ejecución y asegurar una continuidad en el trabajo.

Los hallazgos de la investigación actual respaldan la conclusión de que la implementación del sistema Last Planner contribuye a mejorar el control del avance semanal de los proyectos de construcción. Esta afirmación se alinea con los resultados de los estudios previos realizados por Chokewanka y Sotomayor (2018), así como por Guzmán y Gonzales, ya que todos ellos evidencian un progreso en la gestión del avance semanal, logrando que este avance se asemeje a lo establecido en los planes iniciales según la metodología Last Planner 1 (LB1). Por lo tanto, es evidente que la atención a la planificación y la gestión de recursos es crucial para optimizar los resultados en el ámbito de la construcción.

## CONCLUSIONES

La aplicación del sistema Last Planner en el proyecto de Construcción del Depósito de Desmonte Norte Etapa 3, influye significativamente en el control del cumplimiento de alcance del proyecto, lográndose concretar en su totalidad, dando el cumplimiento del avance semanal y el costo por partida. Desde ese enfoque la planificación se manejó de una forma adecuada a los cambios que se fueron presentando *In Situ*. Por lo cual se afirma que la aplicación del sistema Last Planner, como metodología de planificación y control en el proyecto, resulta ser un programa válido para monitorear y gestionar todo clase de proyectos de construcción civil, puesto que reduce la fluctuación de la planificación, proporcionando una correcta asignación de recursos y asegurando el cumplimiento de las actividades al realizar un análisis de restricciones en los planes intermedios y semanales de la etapa constructiva.

Se ha determinado que el porcentaje de actividades completadas PAC (%) influye de manera positiva y es moderadamente significativa en el control de la construcción del depósito de desmonte Norte etapa 3 en la Unidad Minera Pucamarca, de acuerdo al resultado obtenido en la prueba estadística del coeficiente de correlación de Pearson ( $r = 0,503$ ,  $p < 0,05$ ) de la tabla 20. Lo que implica que el PAC es un indicador primordial para medir el cumplimiento de las metas establecidas por los planificadores a lo

largo de cada semana, lo que indica que cuando se hace una buena aplicación del PAC (%) se tiene la capacidad de ofrecer una visión clara y precisa del avance en la ejecución y control de los planes establecidos, permitiendo así detectar posibles desviaciones y realizar ajustes necesarios en tiempo real.

Se ha determinado que las causas de no cumplimiento (CNC) influye de manera positiva y es moderadamente significativa en el control de la construcción del depósito de desmonte Norte etapa 3 en la Unidad Minera Pucamarca, de acuerdo al resultado obtenido en la prueba estadística del coeficiente de correlación de Pearson ( $r = 0,549$ ,  $p < 0,05$ ) de la tabla 22. Por lo cual se afirma que, al abordar estas causas de manera sistemática, se debe establecer un camino hacia la mejora continua en la planificación, ejecución y en el control de las actividades futuras. Además, este ejercicio de reflexión y reporte facilita la identificación de patrones o tendencias que podrían requerir atención adicional y medidas correctivas

Se ha determinado que la aplicación del sistema Last Planner influye de manera positiva y es altamente significativa en el costo por partida en la construcción del depósito de desmonte Norte etapa 3 en la Unidad Minera Pucamarca, de acuerdo al resultado obtenido en la prueba estadística del coeficiente de correlación de Pearson ( $r = 0,845$ ,  $p < 0,05$ ) de la tabla 24.

Se concluye que el sistema Last Planner influye significativamente en la ejecución del proyecto, porque permite un mejor enfoque de la planificación y mayor control al seguimiento del avance real, identificando las restricciones que afectan a la producción, y consecuentemente al tiempo y costo, en base a un cronograma Línea Base 1, Forecast, Solicitudes de Cambio y Orden de Cambio (CHO 1 y 2).

## RECOMENDACIONES

Se sugiere seguir realizando el control de las variables de estudio como el alcance, avance semanal del seguimiento del proyecto y costo por partida, además de implementar el control de hitos para evaluación del cumplimiento al cierre del hito alcanzado.

Se sugiere generar un buen ambiente o clima laboral dentro del campo de trabajo y así comprometer a los colaboradores en la ejecución del proyecto.

Se recomienda desarrollar e implementar un sistema de gestión más confiable y fácil de usar, que optimice los costos y tiempos del proyecto mediante la integración de herramientas del sistema Last Planner, especialmente en las áreas de gestión logística y gestión de recursos humanos. Esto es crucial para garantizar un avance efectivo del proyecto, ya que facilita la planificación colaborativa, mejora la coordinación entre los equipos, y permite una mayor previsibilidad en la ejecución de las tareas.

Se sugiere elaborar y desarrollar un buen diseño del plan maestro a partir de medidas adecuadas, funcionamiento y tamaño de la cuadrilla; permitiendo tener plazos reales para las etapas de trabajo individuales, y así crear un adecuado LAP durante las reuniones de producción semanal donde todos los participantes deben reunirse, para garantizar la continuidad

de las operaciones en base a las necesidades de cada lugar de trabajo,  
dividiéndolos de acuerdo a las características de los sitios de construcción.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alarcón y Campero. (2008). *Administración de Proyectos Civiles: Tercera edición*. Obtenido de Universidad Católica de Chile: <https://es.everand.com/book/462925593/Administracion-de-Proyectos-Civiles-Tercera-edicion>
- Barrià, C. (2009). *Implementación del Sistema Last Planner en la Construcción de Viviendas*. Obtenido de Repositorio Institucional – Universidad Austral de Chile: <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2009/bmfcib2751i/doc/bmfcib2751i.pdf>
- Bautista, N. (2021). *Proceso de la investigación cualitativa: Epistemología, metodología y aplicaciones*. Obtenido de Editorial: Manual moderno: <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=yr2CEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT13&dq=2022+no+experimental+de+corte+transversal.+Este+tipo+de+dise%C3%B1o+de+investigaci%C3%B3n+implica+la+recopilaci%C3%B3n+de+datos+en+un+solo+punto+en+el+tiempo.+No+hay+manipulaci%C3%B>
- Bazán, J. (2017). *Propuesta de Implementación de la Herramienta Sistema Last Planner para Mejorar la Gestión Logística del Área de Obras Industriales de la Empresa CAM*. Obtenido de UPN: <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/10732>
- Castro et al. (2022). *La investigación aplicada y el desarrollo experimental en el fortalecimiento de las competencias de la sociedad del siglo XXI*. Obtenido de Revista Tecnura: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0123-921X2023000100140&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0123-921X2023000100140&script=sci_arttext)
- Chokewanka y Sotomayor. (2018). *Sistema Last Planner para Mejorar la Planificación en la Obra Civil del Centro de Salud Picota – San Martín*. Obtenido de USMP: <https://repositorio.usmp.edu.pe/handle/20.500.12727/4235>
- Coansa Perú. (2022). *Construcción del Depósito de Desmonte Norte Etapa 3*. Obtenido de Coansa Perú: <http://coansadelperu.com/proyecto/pucamarca-construccion-del-deposito-de-desmonte-norte-etapa-3/>
- Constanza, A. (2017). *Implementación del Sistema Last Planner en Edificación en Altura en una Empresa Constructora*. Obtenido de Universidad Andrés Bello: <https://core.ac.uk/download/pdf/288901844.pdf>
- Glenn y Howell. (2000). *The last planner system of production control*. Obtenido de Universidad Birmingham: <https://etheses.bham.ac.uk/4789/1/Ballard00PhD.pdf>

- Gonzales, C. (2018). *Aplicación de la Metodología Last Planner en el Planeamiento, Programación y Control en la Construcción de Obras Públicas de Riego*. Obtenido de UPN: <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/14335>
- Guía del PMBOK. (2019). *Guía de los Fundamentos de la Dirección de Proyectos Tercera Edición*. Obtenido de Norma Nacional Americana: [https://topodata.com/wp-content/uploads/2019/10/GUIA\\_PMBok.pdf](https://topodata.com/wp-content/uploads/2019/10/GUIA_PMBok.pdf)
- Guzmán, A. (2014). *Aplicación de la filosofía Lean Construction en la planificación, programación, ejecución y control de proyectos*. Obtenido de PUCP: <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/5778>
- Mamani, J. (2022). *Aplicación del Sistema Last Planner en la Planificación y Control de la Etapa de Constructiva del Proyecto Urbanización Concentradora Toquepala, Tacna - 2022*. Obtenido de UPT: <https://repositorio.upt.edu.pe/handle/20.500.12969/2513>
- Niño, O. (2021). *CURVA S*. Obtenido de LinkedIn: [www.linkedin.com/pulse/ques-la-curva-en-los-proyectos-oscar-ni%C3%B1o/](http://www.linkedin.com/pulse/ques-la-curva-en-los-proyectos-oscar-ni%C3%B1o/)
- Pons, J. (2014). *Introducción a la Construcción Lean*. Obtenido de Editorial: Fundación Laboral de la Construcción: [https://www.researchgate.net/publication/275654575\\_Introduccion\\_a\\_Lean\\_Construction](https://www.researchgate.net/publication/275654575_Introduccion_a_Lean_Construction)
- Sabbatino, D. (2011). *Directrices y Recomendaciones para una Buena Implementación del Sistema Last Planner en Proyectos de Edificación en Chile*. Obtenido de Universidad de Chile: [https://repositorio.uchile.cl/tesis/uchile/2011/cf-sabbatino\\_db/pdfAmont/cf-sabbatino\\_db.pdf](https://repositorio.uchile.cl/tesis/uchile/2011/cf-sabbatino_db/pdfAmont/cf-sabbatino_db.pdf)
- Serpell y Alarcón. (2001). *Planificación y Control de Proyectos*. Obtenido de CIP-Pontificia Universidad Católica de Chile: [https://docdrop.org/download\\_annotation\\_doc/Planificacion-y-control-de-proy---Alfredo-SerpellLITE-a1892.pdf](https://docdrop.org/download_annotation_doc/Planificacion-y-control-de-proy---Alfredo-SerpellLITE-a1892.pdf)
- Valle et al. (2022). *La Investigación descriptiva con enfoque cualitativo en educación*. Obtenido de Editorial PUCP: <https://repositorio.pucp.edu.pe/index/handle/123456789/184559>

## **ANEXOS**

## Anexo 1. Matriz de consistencia

Título	Problema	Objetivo	Hipótesis	Variable	Indicadores	Metodología
	Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	Variable Independiente	Variable Independiente	Tipo de Investigación
Influencia del Sistema Last Planner en la Planificación y Control de la Construcción del Depósito de Desmonte Norte Etapa 3 en la Unidad Minera Pucamarca	¿Cómo influye el sistema Last Planner en la planificación y control de la construcción del depósito de desmonte norte etapa 3 en la Unidad Minera Pucamarca?	Determinar cómo influye el sistema Last Planner en la planificación y control de la construcción del depósito de desmonte norte etapa 3 en la Unidad Minera Pucamarca.	La aplicación del sistema Last Planner influye de manera significativa en la planificación y control de la construcción del depósito de desmonte norte etapa 3 en la Unidad Minera Pucamarca.	VI: Last Planner System (%)	Porcentaje de Actividades completadas PAC (%)  Causas de no cumplimiento (CNC)	Aplicada de enfoque cualitativo. Nivel de Investigación Cuasi experimental. Método de Investigación  Descriptiva
	Problema Especifico	Objetivo Especifico	Hipótesis Especifico	Variable Dependiente	Variable Dependiente	Población y Muestra
	¿Cómo influye el porcentaje de actividades completadas PAC (%) en el control de la construcción del depósito de desmonte norte etapa 3 en la Unidad Minera Pucamarca?	Determinar el porcentaje de actividades completadas PAC (%) en el control de la construcción del depósito de desmonte norte etapa 3 en la Unidad Minera Pucamarca.	El porcentaje de actividades completadas PAC (%) influye significativamente en el control de la construcción del depósito de desmonte norte etapa 3 en la Unidad Minera Pucamarca.	VD: Control de la construcción (%)	Cumplimiento del avance semanal (%)  Cumplimiento del costo por partida (%)	Área de construcción de 7,4 hectáreas de superficie, con actividades de movimiento de tierra, corte y relleno respectivamente, drenaje superficial, para el canal de coronación, estructuras de disipación, muro de suelo reforzado, sistema de subdrenaje, poza de subdrenaje y actividades electromecánicas.
	¿Cómo influyen las causas de no cumplimiento (CNC) en el control de la	Determinar cómo influyen las causas de no cumplimiento (CNC) en el control de la	Las causas de no cumplimiento (CNC) influyen significativamente en		Índice de desempeño de cronograma (SPI)	Técnicas e Instrumentos  Las técnicas son de campo, tal como la observación, registro de los proyectos, técnicas en gabinete, el procesamiento y recolección de

construcción del depósito de desmonte norte etapa 3 en la Unidad Minera Pucamarca?	construcción del depósito de desmonte norte etapa 3 en la Unidad Minera Pucamarca.	el control de la construcción del depósito de desmonte norte etapa 3 en la Unidad Minera Pucamarca.
¿Cómo influyen la aplicación del sistema Last Planner en el costo por partida del depósito de desmonte norte etapa 3 en la Unidad Minera Pucamarca?	Determinar cómo influyen la aplicación del sistema Last Planner en el control de costo por partida en la construcción del depósito de desmonte norte etapa 3 en la Unidad Minera Pucamarca.	La aplicación del sistema Last Planner influye en el costo por partida en la construcción de depósito de desmonte norte etapa 3 en la unidad minera Pucamarca.

información, revisión de metodologías y estudio del sistema Last Planner. Los instrumentos son formatos de control, diario de equipos, hoja de ruta y diario de producción.

Técnicas de Procesamiento de Datos

El tratamiento de datos corresponde al análisis descriptivo de las variables independientes y dependientes; así como contraste de hipótesis del investigador con la prueba T Student en el programa SPSS.

*Fuente:* Elaboración propia.



### Anexo 3. Partida Trabajos Provisionales y Preliminares

Ítem	Descripción	Unidad	Cant. Orig.	Pu (usd)	Subtotal (usd)
1.1	Depósito de desmonte norte etapa 3 Trabajos provisionales y preliminares				
1.1.1	Movilización de maquinarias y herramientas				
1.1.1.1	Movilización de equipos	Glb	1.00	111 550.	111 550.00
1.1.1.2	Desmovilización de equipos	Glb	1.00	97 250.	97 250.00
1.1.2	Obras provisionales				
1.1.3.1	Mantenimiento de vías	Mes	7.00	33 137.5 0	231 962.50
1.1.3.2	Accesos temporales para desvío de tránsito	Und	4.00	5 420.2 0	21 680.80
1.1.3	Demoliciones y desmontajes				
1.1.3.1	<u>Demoliciones</u>				
1.1.3.1.1	Demolición y eliminación de estructuras de concreto	M <sup>3</sup>	510.0 0	9.68	4 936.80
1.1.3.1.2	Demolición y eliminación de muro gavión	M <sup>3</sup>	50.00	23.72	1 186.00
1.1.3.1.3	Retiro y eliminación de geomembrana existente	M <sup>2</sup>	1 135.0 0	3.72	4 222.20
1.1.3.1.4	Retiro de línea eléctrica y postes de concreto, se considera el retiro de 6 postes de concreto y 300 m de línea eléctrica	Glb	1.00	1 729.3 1	1 729.31

Fuente: Anddes Asociados SAC, 2021.

#### Anexo 4. Partida Trabajos Obras Civiles Cimentación y Nivelación

Está clasificado por actividades de movimiento de tierras, sistema de subdrenaje, poza de subdrenaje y muro de suelo reforzado.

Ítem	Descripción	Unidad	Cant. Orig.	Pu (usd)	Subtotal (usd)
Depósito de desmonte norte etapa 3					
1.2	Obras civiles				
1.2.1	Cimentación y nivelación				
1.2.1.1	Movimiento de tierras				
1.2.1.1.1	Corte y desbroce de material orgánico	M <sup>3</sup>	31 500.00	0.58	18 270.00
1.2.1.1.2	Transporte y eliminación material orgánico, d <= 1km	M <sup>3</sup>	31 500.00	1.82	57 330.00
1.2.1.1.3	Transporte y eliminación material orgánico, d>1 km	Km*m <sup>3</sup>	63 000.00	0.18	11 340.00
1.2.1.1.4	Corte simple de material inadecuado	M <sup>3</sup>	94 520.00	0.77	72 780.40
1.2.1.1.5	Corte simple y acopio de rellenos y estructuras existentes	M <sup>3</sup>	129 770.00	0.64	83 052.80
1.2.1.1.6	Transporte y eliminación de rellenos y estructuras existentes, d <= 1km	M <sup>3</sup>	224 290.00	1.82	408 207.80
1.2.1.1.7	Transporte y eliminación de rellenos y estructuras existentes, d>1 km	Km*m <sup>3</sup>	797 025.00	0.36	286 929.00
1.2.1.1.8	Procesamiento, transporte y compactación de relleno estructural para berma perimetral, con material propio	M <sup>3</sup>	3 500.00	13.17	46 095.00

Fuente: Anddes Asociados SAC, 2021.

Anexo 5. Partida Trabajos Obras Civiles Subdrenaje

Ítem	Descripción	Unidad	Cant. Orig.	Pu (usd)	Subtotal (usd)
Depósito de desmonte norte etapa 3					
1.2	Obras civiles				
1.2.2	Subdrenaje				
1.2.2.1	Movimiento de tierras				
1.2.2.1.1	Excavación de material para la zanja de subdrenaje	M <sup>3</sup>	300.00	2.47	151.00
1.2.2.1.2	Transporte y eliminación de material para la zanja de subdrenaje, d<=1 km	M <sup>3</sup>	300.00	1.82	006.00
1.2.2.1.3	Transporte y eliminación de material para la zanja de subdrenaje, d >1 km	Km*m <sub>3</sub>	250.00	0.36	970.00
1.2.2.1.4	Procesamiento de la cama de apoyo con suelo de baja permeabilidad	M <sup>3</sup>	204.00	11.54	354.16
1.2.2.1.5	Transporte y nivelación de la cama de apoyo con suelo de baja permeabilidad, d> 1 km	Km*m <sub>3</sub>	000.00	0.36	360.00
1.2.2.1.6	Transporte y colocación de grava en zanja de subdrenaje, procedente de Tacna, d=52 km	M <sup>3</sup>	200.00	40.74	628.00
1.2.2.1.7	Procesamiento, transporte y colocación de relleno estructural en zanja de subdrenaje, con material propio, d=0,5 km	M <sup>3</sup>	900.00	11.54	386.00
1.2.2.1.8	Compactación de suelo de baja permeabilidad para transición de tubería de pared doble	M <sup>3</sup>	4.00	12.99	51.96
1.2.2.2	Geosintéticos				
1.2.2.2.1	Instalación de geotextil no tejido de 270 g/m <sup>2</sup>	M <sup>2</sup>	870.00	1.91	391.70
1.2.2.3	Tuberías de hdpe				
1.2.2.3.1	Instalación de tubería de hdpe sólida sdr 21 de 300 mm	M	36.00	9.30	334.80
1.2.2.3.2	Instalación de tubería de hdpe de pared doble perforada de 300 mm	M	020.00	9.30	486.00
1.2.2.3.3	Instalación de tubería de hdpe de pared doble perforada de 100 mm	M	902.00	3.73	094.46
1.2.2.3.4	Instalación de tapa para tubería de hdpe de pared doble de 300 mm	Und	2.00	12.51	25.02

1.2.2.3.5	Instalación de tapa para tubería de hdpe de pared doble de 100 mm	Und	27.00	10.00	270.00
1.2.2.3.6	Instalación de yee para tubería de hdpe de pared doble de 300x300x300 mm	Und	3.00	10.00	30.00
1.2.2.3.7	Instalación de yee para tubería de hdpe de pared doble de 300x300x100 mm	Und	19.00	10.00	190.00
1.2.2.3.8	Instalación de yee para tubería de hdpe de pared doble de 100x100x100 mm	Und	7.00	8.33	58.31
1.2.2.3.9	Instalación de codos 45° para tubería de hdpe de pared doble de 300 mm	Und	11.00	12.51	137.61
1.2.2.3.1 0	Instalación de reducción para tubería de hdpe de pared doble de 300 a 100 mm	Und	1.00	12.51	12.51
1.2.2.3.1 1	Instalación de copla partida para tubería de hdpe de pared doble de 300 mm	Und	239.0 0	6.25	1 493.75
1.2.2.3.1 2	Instalación de copla partida para tubería de hdpe de pared doble de 100 mm	Und	357.0 0	5.00	1 785.00
1.2.2.3.1 3	Instalación de copla especial para transición de tubería de hdpe de pared doble no perforada a tubería sólida sdr 21 de 300 mm	Und	1.00	586.7 8	586.78
1.2.2.3.1 4	Preparación e instalación de bota de hdpe de 300 mm	Und	2.00	586.7 8	1 173.56

Fuente: Anddes Asociados SAC, 2021.

## Anexo 6. Partidas de Poza Subdrenaje

La finalidad de esta poza es almacenar los flujos provenientes de la captación del sistema de subdrenaje, los cuales serán conducidos por gravedad a través de una tubería de HDPE sólida SDR21 de 100 y 300 mm.

Ítem	Descripción	Und	Cant. Orig.	Pu (usd)	Subtotal (usd)
Depósito de desmonte norte etapa 3					
1.2	Obras civiles				
1.2.3	Poza de subdrenaje				
1.2.3.1	Movimiento de tierras				
1.2.3.1.1	Corte simple de material inadecuado	M <sup>3</sup>	1 300.00	0.68	884.00
1.2.3.1.2	Transporte y eliminación de material inadecuado, d <= 1 km	M <sup>3</sup>	1 600.00	1.75	2 800.00
1.2.3.1.2.1	Transporte y eliminación de material inadecuado, d > 1 km	Km*m <sup>3</sup>	4 750.00	0.33	1 567.50
1.2.3.1.3	Procesamiento, transporte y compactación de relleno estructural para nivelación con material propio	M <sup>3</sup>	500.00	11.54	5 770.00
1.2.3.1.4	Procesamiento, transporte y compactación de relleno estructural, en berma perimetral y berma de seguridad, con material propio	M <sup>3</sup>	25.00	12.27	306.75
1.2.3.1.5	Corte en roca con martillo hidráulico	M <sup>3</sup>	300.00	30.49	9 147.00
1.2.3.2	Estructuras de concreto				
1.2.3.2.1	Solado de concreto f'c=100 kg/cm <sup>2</sup>	M <sup>2</sup>	9.50	22.15	210.43
1.2.3.2.2	Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm <sup>2</sup>	Kg	21 096.85	3.46	72 995.10
1.2.3.2.3	Encofrado y desencofrado	M <sup>2</sup>	518.60	35.41	18 363.63
1.2.3.2.4	Concreto f'c=280 kg/cm <sup>2</sup>	M <sup>3</sup>	172.55	305.92	52 786.50
1.2.3.3	Geosintéticos				
1.2.3.3.1	Instalación de stud liner de hdpe de 5 mm	M	430.00	31.75	13 652.50

Fuente: Anddes Asociados SAC, 2021.

## Anexo 7. Partidas de Muro de Suelo Reforzado

Ítem	Descripción	Unid	Cant. Orig.	Pu (usd)	Subtotal (usd)
Depósito de desmonte norte etapa 3					
1.2	Obras civiles				
1.2.4	Muro de suelo reforzado				
1.2.4.1	Movimiento de tierras				
1.2.4.1.1	Corte para conformación de muro de suelo reforzado	M³	1 100.00	0.96	1 056.00
1.2.4.1.2	Transporte y eliminación de material inadecuado para conformación de muro de suelo reforzado, d <= 1 km	M³	1 100.00	2.17	2 387.00
1.2.4.1.3	Transporte y eliminación de material inadecuado para conformación de muro de suelo reforzado, d >1 km	Km*m³	2 750.00	0.36	990.00
1.2.4.1.4	Procesamiento para relleno estructural en muro de suelo reforzado con material propio (incluye berma de seguridad)	M³	1 730.00	1.66	2 871.80
1.2.4.1.5	Transporte para relleno estructural en muro de suelo reforzado con material propio, d <= 1km	M³	1 730.00	1.82	3 148.60
1.2.4.1.6	Transporte para relleno estructural en muro de suelo reforzado con material propio, d > 1km	Km*m³	8 650.00	0.36	3 114.00
1.2.4.1.7	Compactación de relleno estructural para relleno de suelo reforzado	M³	1 730.00	8.06	13 943.80
1.2.4.1.8	Procesamiento y compactación de suelo cemento en geoceldas (incluir suministro de cemento al 6% en peso)	M³	250.00	123.17	30 792.50
1.2.4.2	Geosintéticos				
1.2.4.2.1	Instalación de geocelda, e=300mm	M²	1 160.00	17.39	20 172.40
1.2.4.2.2	Instalación de geomalla uniaxial, 95 kn/m	M²	1 600.00	1.58	2 528.00

Fuente: Anddes Asociados SAC, 2021.

## Anexo 8. Partidas de Drenaje Superficial Este

El sistema de drenaje superficial incluye actividades de movimientos de tierras, concreto armado (cajas de disipación), canal de coronación, alcantarillas (en cruces de acceso vehicular) y enrocado de protección. Se divide en 2 zonas, este y oeste.

Ítem	Descripción	Und	Cant. Orig.	Pu (usd)	Subtotal (usd)
Depósito de desmonte norte etapa 3					
1.3	Manejo de drenaje superficial (incluye estructura de disipación, estructura de cruces, cunetas, canal de coronación,				
1.3.1	Depósito de desmonte norte - zona este				
1.3.1.1	Movimiento de tierras				
1.3.1.1.1	Excavación localizada de material suelto	M <sup>3</sup>	6 520.00	0.96	6 259.20
1.3.1.1.2	Eliminación y transporte de material suelto d <= 1km	M <sup>3</sup>	6 520.00	2.12	13 822.40
1.3.1.1.3	Eliminación y transporte de material suelto d > 1km	Km*m <sup>3</sup>	13 040.00	0.36	4 694.40
1.3.1.1.4	Procesamiento de relleno para estructuras	M <sup>3</sup>	832.00	1.66	1 381.12
1.3.1.1.5	Transporte y compactación de relleno para estructuras d <= 1km	M <sup>3</sup>	832.00	9.88	8 220.16
1.3.1.1.6	Transporte y compactación de relleno para estructuras d > 1km	Km*m <sup>3</sup>	4 160.00	0.36	1 497.60
1.3.1.2	Concreto armado				
1.3.1.2.1	Solado de concreto f'c=100 kg/cm <sup>2</sup>	M <sup>2</sup>	17.00	22.15	376.55
1.3.1.2.2	Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm <sup>2</sup>	Kg	10 907.00	3.46	37 738.22
1.3.1.2.3	Encofrado y desencofrado	M <sup>2</sup>	400.00	35.41	14 164.00
1.3.1.2.4	Concreto f'c=280 kg/cm <sup>2</sup>	M <sup>3</sup>	419.55	305.92	128 348.74
1.3.1.2.5	Juntas de construcción, incluye waterstop	M	170.00	17.21	2 925.70
1.3.1.2.6	Juntas de dilatación, incluye material elastomérico y waterstop	M	85.50	30.96	2 647.08
1.3.1.3	Canal de coronación				
1.3.1.3.1	Encofrado y desencofrado	M <sup>2</sup>	200.00	35.41	7 082.00
1.3.1.3.2	Instalación de geocelda (incluye anclajes y empalmes) e=150 mm	M2	2 037.50	14.63	29 808.63
1.3.1.3.3	Juntas de dilatación para canales, incluye material elastomérico	M	868.00	17.98	15 606.64
1.3.1.4	Enrocado de protección				
1.3.1.4.1	Enrocado, e=200 mm	M <sup>3</sup>	4.00	129.39	517.56
1.3.1.5	Geosintéticos				

1.3.1.5.1	Instalación de geotextil no tejido de 270 g/m <sup>2</sup>	M <sup>2</sup>	3 486.00	1.91	6 658.26
1.3.1.6	Tuberías de hdpe				
1.3.1.6.1	Cama de apoyo	M <sup>2</sup>	7.00	2.04	14.28
1.3.1.6.2	Instalación de tubería de hdpe de pared doble no perforada de 600mm	M	41.00	29.15	1 195.15
1.3.1.6.3	Instalación de tubería de hdpe de pared doble no perforada de 250mm	M	13.00	13.99	181.87

Fuente: Anddes Asociados SAC, 2021.

### Anexo 9. Partidas de Drenaje Superficial Oeste

Ítem	Descripción	Und	Cant. Orig.	Pu (usd)	Subtotal (usd)
Depósito de desmonte norte etapa 3					
1.3	Manejo de drenaje superficial (incluye estructura de disipación, estructura de cruces, cunetas, canal de coronación,				
1.3.1	Depósito de desmonte norte - zona oeste				
1.3.1.1	Movimiento de tierras				
1.3.1.1.1	Excavación localizada de material suelto	M <sup>3</sup>	6 520.00	0.96	6 259.20
1.3.1.1.2	Eliminación y transporte de material suelto d <= 1km	M <sup>3</sup>	6 520.00	2.12	13 822.40
1.3.1.1.3	Eliminación y transporte de material suelto d > 1km	Km <sup>3</sup> m <sub>3</sub>	13 040.00	0.36	4 694.40
1.3.1.1.4	Procesamiento de relleno para estructuras	M <sup>3</sup>	832.00	1.66	1 381.12
1.3.1.1.5	Transporte y compactación de relleno para estructuras d <= 1km	M <sup>3</sup>	832.00	9.88	8 220.16
1.3.1.1.6	Transporte y compactación de relleno para estructuras d > 1km	Km <sup>3</sup> m <sub>3</sub>	4 160.00	0.36	1 497.60
1.3.1.2	Concreto armado				
1.3.1.2.1	Solado de concreto f'c=100 kg/cm <sup>2</sup>	M <sup>2</sup>	17.00	22.15	376.55
1.3.1.2.2	Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm <sup>2</sup>	Kg	10 907.00	3.46	37 738.22
1.3.1.2.3	Encofrado y desencofrado	M <sup>2</sup>	400.00	35.41	14 164.00
1.3.1.2.4	Concreto f'c=280 kg/cm <sup>2</sup>	M <sup>3</sup>	419.55	305.92	128 348.74
1.3.1.2.5	Juntas de construcción, incluye waterstop	M	170.00	17.21	2 925.70
1.3.1.2.6	Juntas de dilatación, incluye material elastomérico y waterstop	M	85.50	30.96	2 647.08
1.3.1.3	Canal de coronación				
1.3.1.3.1	Encofrado y desencofrado	M <sup>2</sup>	200.00	35.41	7 082.00
1.3.1.3.2	Instalación de geocelda (incluye anclajes y empalmes) e=150 mm	M2	2 037.50	14.63	29 808.63

1.3.1.3.3	Juntas de dilatación para canales, incluye material elastomérico	M	868.00	17.98	15 606.64
1.3.1.4	Enrocado de protección				
1.3.1.4.1	Enrocado, e=200 mm	M³	4.00	129.39	517.56
1.3.1.5	Geosintéticos				
1.3.1.5.1	Instalación de geotextil no tejido de 270 g/m²	M²	3 486.00	1.91	6 658.26
1.3.1.6	Tuberías de hdpe				
1.3.1.6.1	Cama de apoyo	M²	7.00	2.04	14.28
1.3.1.6.2	Instalación de tubería de hdpe de pared doble no perforada de 600mm	M	41.00	29.15	1 195.15
1.3.1.6.3	Instalación de tubería de hdpe de pared doble no perforada de 250mm	M	13.00	13.99	181.87

*Fuente:* Anddes Asociados SAC, 2021.

## Anexo 10. Partidas de Estructura de Concreto para Obras Electromecánicas

Los trabajos electromecánicos están compuestos por partidas de instalación de la línea impulsión, sistema de bombeo y sistema eléctricos para el funcionamiento de la bomba. Comprendería las actividades de obras civiles, mecánicas, eléctricas y de instrumentación para el sistema de bombeo del agua de la poza de subdrenaje a la poza de grandes eventos. La energización sería proveída de la línea eléctrica de media tensión, la cual sería canalizada a la subestación eléctrica, compuesta por un transformador de potencia, transformado seco y su respectivo tablero principal. Para el sistema de bombeo, se tuvieron trabajos de excavación para cimentaciones como bases del casing de la bomba sumergible, tableros de distribución, control y arranque, tendido y montaje de la línea de impulsión desde la poza de subdrenaje hasta la poza de grandes eventos que comprende de 264.83 metros de tubería de carbón Steel 4 pulg., 262.47ml de tubería HDPE 4 pulg. SDR 11, 1717.48ml de tubería HDPE 4 pulg. SDR 13.5 y 1,148.97ml tubería HDPE 4 pulg. SDR17.

Ítem	Descripción	Und	Cant. Orig.	Pu (usd)	Subtotal (usd)
<b>Depósito de desmonte norte etapa 3</b>					
1.5	Estructuras de concreto				
1.5.1	Pedestales de concreto + subestación eléctrica en estación de bombeo + caseta de instrumentación + puntos de control topográfico				
1.5.1.1	Movimiento de tierras				
1.5.1.1.1	Excavación localizada para cimentaciones	M³	3.71	17.74	65.82
1.5.1.1.2	Relleno estructural sobre cimentaciones Con material propio	M³	0.86	47.73	41.05
1.5.1.1.3	Eliminación de material excedente, d<1 km	M³	3.71	3.00	11.13
1.5.1.2	Obras de concreto				
1.5.1.2.1	Solado f'c=100 kg/cm²	M²	0.50	22.15	11.08
1.5.1.2.2	Concreto para zapata f'c=280 kg/cm²	M³	5.00	305.92	1 529.60
1.5.1.2.3	Encofrado y desencofrado	M²	20.00	35.41	708.20
1.5.1.2.4	Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm²	Kg	600.00	3.46	2 076.00
1.5.1.2.5	Pedestales para punto de control topográfico (ver plano pu-022-03-s059-4100-19-21-0002)	Und	30.00	21.20	636.00
1.5.1.3	Estructuras de acero para soporte de casing hdpe d=20'				
1.5.1.3.1	Estructura liviana (peso<30 kg/cm)	Kg	349.10	4.23	1 476.69
1.5.1.4	Misceláneos				
1.5.1.4.1	Pernos 5/8' astm f1554 gr36 (soporte de acero)	Und	32.00	30.55	977.60
1.5.1.4.2	Grout	Lt	38.19	17.58	671.38
1.5.1.4.3	Suministro e instalación de cerco de malla en subestación eléctrica (ver plano pu-022-03-s076-8600-03-21-0004)	Glb	1.00	0.00	0.00
1.5.1.4.4	Construcción de caseta de instrumentación (ver plano pu-022-03-s059-4100-19-21-0002)	Glb	1.00	11 760.00	11 760.00

Fuente: Anddes Asociados SAC, 2021.

## Anexo 11. Partidas Electromecánicas

	Descripción	Und	Cant. Orig.	Pu (usd)	Subtotal (usd)
Depósito de desmonte norte etapa 3					
1.6	Instalaciones mecánicas				
1.6.1	Sistema de impulsión de la poza de subdrenaje del ddn a la poza de mayores eventos				
1.6.1.1	Sistema de bombeo - componentes a reubicar				
1.6.1.1.1	Reubicación de tubería de acero al carbono, sch40, bw astm a-53 gr b, sin costura - diámetro 3'	M	2.35	56.01	131.62
1.6.1.1.2	Reubicación de tubería de acero al carbono, sch40, bw astm a-53 gr b, sin costura - diámetro 2'	M	4.54	32.39	147.05
1.6.1.1.3	Reubicación de copla thrd 3000 lb fs, astm a-105, diámetro de 1'	Und	1.00	10.31	10.31
1.6.1.1.4	Reubicación de brida slip on, tipo rf, ac astm a-105, asme b16.5, cl-300, diámetro de 3'	Und	9.00	42.70	384.30
1.6.1.1.5	Reubicación de codo 90°, sw 3000 lb fs, astm a-105, diámetro 2'	Und	3.00	29.16	87.48
1.6.1.1.6	Reubicación de codo 45°, sw 3000 lb fs, astm a-105, diámetro 2'	Und	1.00	29.16	29.16
1.6.1.1.7	Reubicación de codo 90° asme b16.9, 5d, bw, sch40, astm a234 wpb sin costura, diámetro 3'	Und	2.00	29.16	58.32
1.6.1.1.8	Reubicación de tee sw 3000 lbz fs, astm a-105, 2'x2'	Und	1.00	29.16	29.16
1.6.1.1.9	Reubicación de tee thrd 3000 lb fs, astm a-105, 1'x1'	Und	1.00	36.41	36.41
1.6.1.1.10	Reubicación de unión universal sw 3000 lb fs, astm a-105, diámetro 2'	Und	2.00	14.59	29.18
1.6.1.1.11	Reubicación de sockolet, 3000 lb fs, astm a-105, 3'x2'	Und	2.00	14.59	29.18
1.6.1.1.12	Reubicación de bushing, red thrd 3000 lb fs, astm a-105, 1'x1/2'	Und	1.00	14.63	14.63
1.6.1.1.13	Reubicación de niple de acero al carbono astm a53 gr-b, sin costura, sch 40, diámetro 2' (100 mm lg)	Und	6.00	19.88	119.28
1.6.1.1.14	Reubicación de niple de acero al carbono astm a53 gr-b, sin costura, sch 40, diámetro 1' (100 mm lg)	Und	2.00	19.88	39.76

1.6.1.1.15	Reubicación de niple de acero al carbono astm a53 gr-b, sin costura, sch 40, diámetro 1' (50 mm lg)	Und	2.00	19.88	39.76
1.6.1.1.16	Reubicación de plug mntp, thrd diámetro 1'	Und	1.00	11.69	11.69
1.6.1.1.17	Reubicación de válvula de mariposa, cl-300 rf stl, lug 316 trim hndl, diámetro 3'	Und	1.00	79.56	79.56
1.6.1.1.18	Reubicación de válvula check, cl-300 rf stl, lug dr thru 316 trim, diámetro 3'	Und	1.00	55.81	55.81
1.6.1.1.19	Reubicación de válvula de bola, roscada 800 lb sw diámetro 1'	Und	2.00	25.90	51.80
1.6.1.1.20	Reubicación de válvula de bola, roscada 800 lb sw diámetro 2'	Und	2.00	31.12	62.24
1.6.1.1.21	Reubicación de bomba sumergible multietápica, adt 234, 28 kw, 460v/3f/60hz, caudal de 24 m³/h	Und	1.00	2 317.59	2 317.59
1.6.1.2	Sistema de bombeo - componentes nuevos				
1.6.1.2.1	Instalación de tubería de acero al carbono, sch40, bw astm a-53 gr b, sin costura - diámetro 4'	M	0.60	81.14	48.68
1.6.1.2.2	Suministro e instalación de reducción excéntrica, astm a234 gr wpb, sch std asme b16.9 be mss sp 25, 4'x3'	Und	1.00	120.49	120.49
1.6.1.2.3	Suministro e instalación de brida slip on, tipo rf, ac astm a-105, ansi b16.5, cl-300, diámetro 4'	Und	2.00	566.73	1 133.46
1.6.1.2.4	Suministro e instalación de empaquetadura plana para bridas rf, material ptfе con aglutinante sintético, asme b16.21, cl-300 asme b16.5, espesor de 3mm (1/8'), diámetro 4'	Und	1.00	37.18	37.18
1.6.1.2.5	Suministro e instalación de empaquetadura plana para bridas rf, material ptfе con aglutinante sintético, asme b16.21, cl-300 asme b16.5, espesor de 3mm (1/8'), diámetro 3'	Und	8.00	36.68	293.44
1.6.1.2.6	Suministro e instalación de espárrago astm a193 gr b7, clase 2a, con dos tuercas hexagonales clase pesada astm a 194 gr 2h cl-2b y arandelas, 3/4'x115 mm	Und	8.00	10.06	80.48

1.6.1.2.7	Suministro e instalación de espárrago astm a193 gr b7, clase 2a, con dos tuercas hexagonales clase pesada astm a 194 gr 2h cl-2b y arandelas, 3/4"x108 mm	Und	64.00	11.25	720.00
1.6.1.3	Pipeline - componentes nuevos				0.00
1.6.1.3.1	Instalación de tubería de acero al carbono, sch40, bw astm a-53 gr b, sin costura - diámetro 4'	M	180.00	82.31	14 815.80
1.6.1.3.2	Instalación de tubería d=4' hdpe - pe4710, sdr 9, diámetro ips	M	320.00	16.78	5 369.60
1.6.1.3.3	Instalación de tubería d=4' hdpe - pe4710, sdr 13,5, diámetro ips	M	1 740.00	12.17	21 175.80
1.6.1.3.4	Instalación de tubería d=4' hdpe - pe4710, sdr 17, diámetro ips	M	1 200.00	9.89	11 868.00
1.6.1.3.5	Tramo de acero al carbono astm a-53 gr b, sin costura, sch 40, diámetro 4' (300 mm lg)	M	4.00	81.14	324.56
1.6.1.3.6	Suministro e instalación de niple de acero al carbono astm a-53 gr b, sin costura, sch 40, diámetro 1' (300 mm lg)	Und	4.00	37.27	149.08
1.6.1.3.7	Suministro e instalación de codo 90° rl, astm a234 gr. Wpb, sch std asme b16.9 be mss sp 25, diámetro 4'	Und	2.00	515.83	1 031.66
1.6.1.3.8	Suministro e instalación de flange adapter, hdpe pe4710, sdr 9	Und	2.00	56.30	112.60
1.6.1.3.9	Suministro e instalación de flange adapter, hdpe pe4710, sdr 13,5	Und	6.00	36.07	216.42
1.6.1.3.10	Suministro e instalación de flange adapter, hdpe pe4710, sdr 17	Und	5.00	27.98	139.90
1.6.1.3.11	Suministro e instalación de brida slip on, tipo rf, ac astm a-105, ansi b16.5, cl-150 diámetro 4'	Und	9.00	566.58	5 099.22
1.6.1.3.12	Suministro e instalación de backup ring, ac astm a-105 ansi b16.5, cl-150 diámetro 4'	Und	13.00	55.75	724.75
1.6.1.3.13	Suministro e instalación de empaquetadura plana para bridas rf, material: ptfe con aglutinante sintético, asme b16.21, cl-300 asme b16.5, espesor de 3mm (1/8') diámetro 3'	Und	6.00	38.32	229.92
1.6.1.3.14	Suministro e instalación de sockolet, 3000 lb fs, astm a-105, 3'x1'	Und	4.00	126.13	504.52
1.6.1.3.15	Suministro e instalación de espárrago astm a193 gr b7, clase	Und	24.00	10.45	250.80

---

	2a, con dos tuercas hexagonales clase pesada astm a 194 gr 2h cl-2b y arandelas, 5/8´x140 mm Suministro e instalación de espárrago astm a193 gr b7, clase				
1.6.1.3.16	2a, con dos tuercas hexagonales clase pesada astm a 194 gr 2h cl-2b y arandelas, 5/8´x120 mm	Und	72.00	10.99	791.28
1.6.1.4	Pipeline - componentes a reubicar				
1.6.1.4.1	Reubicación de válvula de bola, roscada, 800 lb sw, diámetro 1´	Und	4.00	27.83	111.32
1.6.1.4.2	Reubicación de válvula de venteo 16 bar, diámetro 1´	Und	4.00	47.88	191.52

---

*Fuente:* Anddes Asociados SAC, 2021.

## Anexo 12. Partidas de instalaciones Eléctricas

Ítem	Descripción	Und	Cant. Orig.	Pu (usd)	Subtotal (usd)
Depósito de desmonte norte etapa 3					
1.7	Instalaciones eléctricas				
1.7.1	Sistema de bombeo de la poza de subdrenaje del depósito de desmonte norte - componentes reubicados				
1.7.1.1	Tablero eléctrico arranque directo para motor de 30 kw/480vac (instalación y conexión)	Glb	1.00	165.27	165.27
1.7.1.2	Cable eléctrico sumergible (instalación y conexión)	M	3.00	54.96	164.88
1.7.1.3	Suministro e instalación de puesta a tierra pat (1 = 50m), 3 pozos a tierra + 1 pararrayo de punta franklin (ver plano pu-022-03-s059-8600-06-21-0004)	Glb	1.00	18 600.00	18 600.00
1.7.1.4	Reubicación de cerco de malla olímpica, construcción de 9 pedestales de concreto (ver plano pu-022-03-s076-8600-03-21-0004)	Glb	1.00	2 400.00	2 400.00
1.8	Instrumentación electromecánica				
1.8.1	Control de nivel de la poza de subdrenaje del botadero norte				
1.8.1.1	Suministro e instalación de transmisor de presión alta	Glb	1.00	1 165.27	1 165.27
1.8.1.2	Suministro e instalación de sensor de nivel tipo hidrostático	Glb	1.00	1 430.56	1 430.56
1.8.1.3	Suministro e instalación de flujómetro	Glb	1.00	2 930.56	2 930.56
1.9	Trabajos para medio ambiente				
1.9.1.1	Tractor (incluye operador)	Hm	150.00	66.83	10 024.50
1.9.1.2	Excavadora (incluye operador)	Hm	150.00	68.25	10 237.50

Fuente: Anddes Asociados SAC, 2021.

### Anexo 13. Análisis de Restricciones

Ítem	Descripción	Restricción	Disciplina	Fecha inicio de actividad	Observaciones	Tipo	De
1	Cambio de botadero demanda tiempo de adecuación	Construcción: optimizar equipo adecuado para realizar la actividad	Civil	Cerrado	Cumplimiento de lo indicado por medio ambiente y operaciones mina	Minsur	Programación
2	No se están cumpliendo con los procedimientos de calidad	Calidad: posibilidad que se produzcan paralizaciones de actividad por mala ejecución de actividad.	Civil	Permanente	Difusión de procedimiento de calidad y feedback	Coansa	Calidad
3	Faltan recursos para colocación de concreto (2)	Construcción: aprobación de carmix, camión pluma y operadores. Continúa personal en proceso de ingreso a mina.	Civil	Cerrado	Aseguramiento de los permisos y brevets internos del operador equipo carmix ingresó el 20abr.	Coansa	Equipo
4	Demora de soluciones a situaciones constructivas no previstas con respecto a la ingeniería contractual	Construcción: soluciones de campo, generación de red lines.	Civil	Cerrado	Identificación temprana de obstáculos y restricciones de impedimentos constructivos (clash detecttion) y posteriores consultas a la supervisión y coordinar la fecha adecuada de respuesta	Minsur	Ingeniería
5	Demora de suministro de materiales críticos en fechas previstas	Calidad: retrasos en los trabajos de obras de concreto.	Civil	Permanente	Aseguramiento de los permisos y brevets internos del operador	Coansa	Materiales
6	Falta de capacitación de personal para enfrentar los trabajos no rutinarios	Construcción/calidad: personal capacitado +	Civil	Permanente	Cumplimiento de las capacitaciones a todo el personal	Coansa	Seguridad

		equipos para colocación de geo sintéticos.					
7	Falencias en el accionar de vigías y cuadradores	Seguridad: feedback	Civil	Cerrado	Cumplimiento de las capacitaciones de vigías	Coansa	Seguridad
8	Constantes sucesos de actos y condiciones sub estándar	Seguridad: procedimiento obligatorio. Riesgo de generar una penalidad o parada de seguridad.		Cerrado	Cumplimiento de las capacitaciones a todo el personal	Coansa	Seguridad
9	Confirmación de colocación de stud liner o geomembrana en la loza de la poza de subdrenaje	Cambio de la ingeniería afectan el diseño.	Civil	Cerrado	Pendiente respuesta de cumbra para duplicar pedido de material polylock. Minsur indicó cambio de stud liner por polylock para anclaje de geomembrana (poza de subdrenaje). Oc en proceso. Pendiente aprobar sdc-002 / compra en proceso fecha tentativa 30abr	Minsur	Ingeniería
10	Desbroce de top soil, pendiente culminar perfilado y drenaje superficial de lift06 para continuar descarga top soil. Actualizar procedimiento para trabajo en línea eléctrica. Coordinación con m.a. Minsur para identificación de topsoil.	Interferencia con trabajos de corte, transporte y eliminación de topsoil	Civil	Cerrado	1-se tienen la instrucción de realizar esos trabajos en el lift 06 pero aún no se llega al nivel de diseño. 2.-se envió el procedimiento de trabajo con la interferencia de la línea eléctrica el 06abr a Minsur/cumbra. 3.- se realizó la caminata entre coa y min los días 5 y 7 de abril. 4.- desenergizar línea mt para su desmontaje.	Minsur	Programación

<b>11</b>	Muro de suelo reforzado, se ejecutó 1 capa, según 3w se debió ejecutar 3	Baja producción durante la construcción. - personal de obra de la comunidad sin experiencia. - zona de trabajo restringida. - vicio oculto: presencia de material orgánico/suelto.	Civil	Cerrado	Se viene realizando mejoras en campo y coordinaciones para incrementar la producción.	Coansa	Personal
<b>12</b>	Flota de volquetes no completa según histograma de recursos propuesta. Pendiente respuesta de rfi pu-022-04-s090-8600-08-22-0010 - definición de cantidad de pozos a tierra y pararrayos para sub estación eléctrica y sistema de bombeo	Operaciones: aumentar rendimiento del transporte actual. Pu-022-04-s090-8600-08-22-0010 - definición de cantidad de pozos a tierra y pararrayos para sub estación eléctrica y sistema de bombeo	Civil	Cerrado	En proceso de movilización de volquetes para el 20abr.	Coansa	Personal
<b>13</b>	Pendiente respuesta de rfi pu-022-04-s090-8600-08-22-0005 - detalle de base y soporte para bomba en poza subdrenaje	Pu-022-04-s090-8600-08-22-0005 - detalle de base y soporte para bomba en poza subdrenaje	Civil	Cerrado	Respondido el 19 de abril - en revisión c	Minsur	Ingeniería
<b>14</b>	Pendiente respuesta de rfi pu-022-04-s090-8600-08-22-0013 - cambio de codo ac rl ø4' por codo 5d ø4'x90° (pipeline de acero al carbono)	Pu-022-04-s090-8600-08-22-0013 - cambio de codo ac rl ø4' por codo 5d ø4'x90° (pipeline de acero al carbono)	Mecánica	Cerrado	Enviado el 19abr	Minsur	Ingeniería
<b>15</b>	Pendiente respuesta de rfi pu-022-04-s090-8600-08-22-0008 - aprobación de resultado de análisis químico del agua	Pu-022-04-s090-8600-08-22-0008 - aprobación de resultado de análisis químico del agua	Mecánica	Cerrado	Enviado el 20abr	Minsur	Calidad

17	2do equipo carmix	Equipo requerido para acelerar vaciados en poza de subdrenaje	Civil	Cerrado	Se estima llegar 09may	Coansa	Equipo
18	Llegada de 02 torres luminarias	Requerido para trabajos de horario extendido.	Civil	Cerrado	Traslado a obra el 04may	Coansa	Equipo
19	Pendiente contratación de operador de bomba de concreto.		Civil	Cerrado	Operador llega a obra el 05may	Coansa	Personal
20	Pendiente llegada de curador y aditivos	En proceso de compra/traslado para trabajos de concreto.	Civil	Cerrado	Llegó curador, el resto llega el 05may.	Coansa	Materiales
21	Pu-022-04-s090-8600-16-22-0014 - cambio de dimensiones de manhole por limitaciones de espacios y cumplimiento de normas	Se solicita replantear dimensiones del manhole. Aprobar adicional bancoducto	Mecánica	Cerrado	- enviado 29abr	Minsur	Ingeniería
22	Pu-022-04-s090-8600-16-22-0015 - cambio de dimensiones de manhole por limitaciones de espacios y cumplimiento de normas	Pendiente definir diámetro de válvulas, si se reutilizarán las existentes y quién suministrará las válvulas.	Mecánica	Cerrado	- enviado 30abr	Minsur	Ingeniería
23	Equipos de línea amarilla con fallas mecánicas	Equipos: equipos clave que afectan los avances	Civil	Cerrado	Cumplimiento del plan de mantenimiento	Coansa	Equipo
24	Pendiente aprobar presupuesto electromecánico	Partidas fueron enviadas a cumbra par aprobación, deben desarrollar la ingeniería para preparar el presupuesto.	Mecánica	Cerrado	Se levantaron observaciones, pendiente presentar vía aconex.	Minsur	Ingeniería
25	Pendiente definir ejecución de nuevo acceso al dmi.	Nuevo acceso permitirá trabajar el canal zona oeste sin restricción por interacción con vehículos.	Civil	Cerrado		Minsur	Programación

<b>26</b>	Definir diseño de caja disipadora recepción alcantarilla 2b - rfi28	Pendiente respuesta.	Civil	Cerrado		Minsur	Ingeniería
<b>27</b>	Área reducida para descarga de material inadecuado en dmi lift18 / botadero oreja	Sólo se puede eliminar material inadecuado de dos frentes.	Civil	Cerrado	Habilitar mayor área de descarga	Minsur	Programación
<b>28</b>	Demora en perfilado de canales por presencia de material suelto.	Demoras en el perfilado para cumplir con la sección de diseño del canal (concreto)	Civil	Cerrado		Minsur	Ingeniería
<b>29</b>	Excavación de material para la zanja de subdrenaje	Pendiente concluir corte y eliminación de sector 3 para construcción de ramales ss-6, ss-7 y sp-1 (90ml)	Civil	Cerrado	Propuesta para reubicar drenes que interfieren o están en accesos.	Coansa	Personal
<b>30</b>	Actividades en poza (obras civiles)	Interferencia con actividades pervol	Civil	Cerrado	Retraso en obras civiles para el sistema de bombeo	Minsur	Programación
<b>31</b>	Concreto armado - colocación acero de refuerzo fy=4200 kg/cm <sup>2</sup>	Seguimiento al abastecimiento de cemento.	Civil	Cerrado		Coansa	Materiales
<b>32</b>	Concreto armano - colocación acero de refuerzo fy=4200 kg/cm <sup>2</sup>	Pendiente habilitar acero de refuerzo para cajas disipadoras tipo 2 y 3.	Civil	Cerrado	Acero está en Tacna, en proceso. Llegará a obra el martes 19jul.	Coansa	Materiales
<b>33</b>	Sistema de bombeo - reubicación de componentes	Pendiente ejecutar obras civiles - construcción de zapatas	Civil	Cerrado	En proceso.	Coansa	Personal
<b>34</b>	Instalación de tubería d=4' hdpe - pe4710, sdr 11, diámetro ips	Pendiente construcción cruces de vías (4 unid) para tendido de tuberías de línea de impulsión	Civil	Cerrado	Primer cruce se construirá del 14jul al 18jul (acceso lift 4), se evalúa en terreno hacer el resto de cruces con retroexcavadora.	Coansa	Programación
<b>35</b>	Montaje de bomba	Pendiente prueba de megado y arranque de	Mecánica	Cerrado		Coansa	Programación

<b>36</b>	Montaje de bomba	bomba, de ser negativa se deberá hacer mantenimiento a la bomba. Presentar pets para trabajos megados	Mecánica	Cerrado	Coansa	Seguridad
<b>37</b>	Sistema de protección atmosférica	Pendiente preparar suelo conductivo: mezclar topsoil con bentonita (prot. Atmosférica)	Eléctrica	Cerrado	Coansa	Programación
<b>38</b>	Excavación localizada de material suelto (canal oeste tramo 3)	Pendiente entregar plano de planta y perfil longitudinal de tramo de canal.	Civil	Cerrado	Minsur	Ingeniería
<b>39</b>	Excavación localizada de material suelto (canal este - alcantarilla)	Definir ingeniería de alcantarilla canal este. (empalme con canal existente) Pendiente cuantificar impacto económico para ejecución de aterramientos de tablero de fuerza y transformador seco (adicional)	Civil	Cerrado	Minsur	Ingeniería
<b>40</b>	Sistema de protección atmosférica	Pendiente excavación para malla a tierra. (2)	Eléctrica	Cerrado	Coansa	Programación
<b>41</b>	Montaje de cerco metálico	Pendiente construir bases de cerco	Mecánica	Cerrado	Coansa	Equipo
<b>42</b>	Montaje de transformador de potencia	Pendiente prueba de megado.	Eléctrica	Cerrado	Coansa	Personal
<b>43</b>	Montaje de transformador de potencia	Pendiente llegada equipo megómetro. Equipo llega 15jul	Eléctrica	Cerrado	Coansa	Programación
<b>44</b>	Montaje de transformador de potencia				Coansa	Equipo

45	Montaje de transformador de potencia	Pendiente suministro de rejilla para base de transformador	Eléctrica	Cerrado		Coansa	Materiales
46	Montaje de transformador seco	Pendiente construir base de transformador	Eléctrica	Cerrado		Coansa	Personal
47	Montaje de transformador seco	Pendiente suministro de transformador seco.	Eléctrica	Cerrado		Minsur	Materiales
48	Montaje de transformador seco	Pendiente definir si se agregará una llave termomagnética trifásica para el transformador seco.	Eléctrica	Cerrado		Minsur	Ingeniería
49	Montaje de transformador seco	Pendiente prueba de megado.	Eléctrica	Cerrado		Coansa	Programación
50	Montaje de rejilla metálica.	Pendiente construir base de transformador	Mecánica	Cerrado		Coansa	Personal
51	Instalación de tubería d=4' hdpe - pe4710, sdr 13,5, diámetro ips	Pendiente construcción cruces de vías (4 unid) para tendido de tuberías de línea de impulsión	Mecánica	Cerrado		Coansa	Programación
52	Manhole	Pendiente definición ingeniería para construcción de manhole 3	Civil	Cerrado		Minsur	Ingeniería
53	Bancoductos	Pendiente definición ingeniería para construcción de bancoducto 3	Civil	Cerrado		Minsur	Ingeniería
54	Concreto armado - colocación acero de refuerzo fy=4200 kg/cm <sup>2</sup>	Pendiente llegada de acero de refuerzo.	Civil	Cerrado	Acero está en Tacna, en proceso. Llegará a obra el martes 19jul.	Coansa	Materiales
55	Montaje de transformador de potencia	Pendiente construir base de transformador	Eléctrica	Cerrado	Pendiente excavaciones. Acero habilitado y en obra.	Coansa	Personal

56	Montaje de transformador de potencia	Pendiente suministro de rejilla para base de transformador	Eléctrica	Cerrado		Coansa	Materiales
57	Instalación de señalética de seguridad.	Pendiente confirmar diseño de señalética.	Eléctrica	Cerrado		Minsur	Ingeniería
58	Instalación de señalética de seguridad.	Pendiente fabricar señalética.	Eléctrica	Cerrado		Coansa	Materiales
59	Instalación de señalética de seguridad.	Pendiente aprobación de adicional para instalación de señalética en toda la línea de impulsión.	Eléctrica	Cerrado	Se presento adicional el 13jul.	Minsur	Ingeniería
60	Montaje de tablero de arranque (soldadura de placa base) - 8750-ta-001	Pendiente revisión y aprobación de data sheet del arrancador de señal discreta.	Eléctrica	Cerrado		Minsur	Ingeniería
61	Montaje de tablero principal (soldadura de placa base).	Pendiente construir base de tablero (subestación).	Eléctrica	Cerrado		Coansa	Programación
62	Montaje de bandejas para pase de cables eléctricos en manhole	Pendiente construir manhole.	Mecánica	Cerrado		Coansa	Programación
63	Cableado de fuerza desde trafo de potencia hasta transformador seco.	Pendiente construir bancoductos.	Eléctrica	Cerrado		Coansa	Programación
64	Cableado debe transformador seco hasta tablero principal.	Pendiente construir bancoductos.	Eléctrica	Cerrado		Coansa	Programación
65	Cableado de fuerza 480v desde tablero principal hasta tablero de arranque.	Pendiente construir bancoductos.	Eléctrica	Cerrado		Coansa	Programación
66	Instalación de tubería d=4' hdpe - pe4710, sdr 17, diámetro ips	Pendiente construcción cruces de vías (4 unid) para	Mecánica	Cerrado		Coansa	Programación

		tendido de tuberías de línea de impulsión.					
67	Tableros y cableado eléctrico de fuerza	Pendiente ejecutar manhole y bancoductos para tendido de cables de alimentación.	Eléctrica	Cerrado		Coansa	Programación
68	Enrocado de protección	Pendiente identificar cantera de piedra para canal de mampostería (entrega a quebrada).	Civil	Cerrado	Se enviará rfi para reemplazar por geocelda con concreto simple.	Minsur	Materiales
69	Enrocado de protección	Pendiente entregar detalle de los canales de mampostería.	Civil	Cerrado	Se enviará rfi para reemplazar por geocelda con concreto simple.	Minsur	Ingeniería
70	Cableado de fuerza 120v desde tablero principal hasta tablero de arranque.	Pendiente construir bancoductos	Eléctrica	Cerrado		Coansa	Programación
71	Cableado de cables unipolares de 35mm2	Pendiente construir bancoductos	Eléctrica	Cerrado		Coansa	Programación
72	Cableado de cables unipolares de 35mm2	Pendiente suministro de cable de mt	Eléctrica	Cerrado	Pendiente aprobar adicional por Minsur	Coansa	Materiales
73	Montaje del tablero de distribución	Pendiente revisión y aprobación de data sheet.	Eléctrica	Cerrado		Minsur	Ingeniería
74	Montaje del tablero de distribución	Pendiente suministro tablero control 8750-dp-001.	Eléctrica	Cerrado		Coansa	Materiales
75	Instalación de estaciones de venteo (inc. Suministro)	Pendiente suministro de válvulas de venteo (4 unidades).	Mecánica	Cerrado	Fecha estimada de llegada 25ago	Coansa	Materiales
76	Instalación de estaciones de venteo (inc. Suministro)	Pendiente definir ubicación de las válvulas de vento en la línea de impulsión. (4 unid)	Mecánica	Cerrado		Minsur	Ingeniería

<b>77</b>	Instalación de estaciones de venteo (inc. Suministro)	Pendiente montaje de línea hdpe 4' sdr 13.5 y 17	Mecánica	Cerrado	En proceso.	Coansa	Programación
<b>78</b>	Montaje del tablero de control	Pendiente construir zapatas del sistema de bombeo	Eléctrica	Cerrado	Se propone cambio de diseño por una loza (en revisión)	Coansa	Programación
<b>79</b>	Montaje del tablero de control	Pendiente aprobación de data sheet	Eléctrica	Cerrado		Minsur	Ingeniería
<b>80</b>	Montaje del tablero de control	Pendiente suministro tablero control 8750-pc-001	Eléctrica	Cerrado		Coansa	Materiales
<b>81</b>	Montaje de flujómetro	Pendiente montaje de componentes sistema de bombeo	Instrumentación	Cerrado		Coansa	Programación
<b>82</b>	Suministro e instalación de ups alimentación 120vac y 60 hz, potencia 2kva	Pendiente compra de ups 8750-ups-001	Eléctrica	Cerrado		Coansa	Materiales
<b>83</b>	Suministro e instalación de ups alimentación 120vac y 60 hz, potencia 2kva	Pendiente construir subestación	Eléctrica	Cerrado		Coansa	Personal
<b>84</b>	Instalación de señalética de seguridad.	Pendiente presentación y aprobación de adicional para instalación de señalética en toda la línea de impulsión. Pendiente aprobar diagrama de lazo según plano pu-022-03-s059-8600-07-21-0002_ro para integración de	Eléctrica	Cerrado	Se presentará adicional el 13jul.	Coansa	Seguridad
<b>85</b>	Montaje del tablero de control	tablero de control con instrumentos.	Eléctrica	Cerrado		Minsur	Ingeniería
<b>86</b>	Montaje de flujómetro	Pendiente suministro de flujómetro 8750-fe/fit-003	Instrumentación	Cerrado		Coansa	Materiales

<b>86</b>	Montaje de transmisor indicador de presión.	Pendiente reubicar componentes sistema de bombeo	Instrumentación	Cerrado	Coansa	Programación
<b>87</b>	Montaje de transmisor indicador de presión.	Pendiente suministro de transmisor de presión 8750-pit-002	Instrumentación	Cerrado	Coansa	Materiales
<b>87</b>	Montaje de transmisor indicador de nivel	Pendiente suministro de transmisor de nivel 8750-le/lit-001	Instrumentación	Cerrado	Coansa	Materiales
<b>88</b>	Pruebas en vacío	Pendiente suministro de fusible de mt	Eléctrica	Cerrado	Coansa	Materiales

*Fuente:* Elaboración propia.

## Anexo 14. Log de Instrucción Trabajo Contrato con PU-0911-COANSA

ITEM	CODIGO DE IO	DISCIPLINA	DESCRIPCIÓN DE LA INSTRUCCIÓN DE OBRA	OBS.
1	PU-022-04-S092-8600-16-70-0001_R0	Civil	Canal de coronación Este Tramo 2 y 3 / Canal de coronación Oeste Tramo 3	Cerrado
2	PU-022-04-S092-8600-16-70-0002_R0	Civil	Canales de coronación Este tramo II y III / Canal de coronación Oeste tramo III	Cerrado
3	PU-022-04-S092-8600-16-70-0003_R0	Electro Mecánica	SEÑALIZACION DE SEGURIDAD DEL SISTEMA ELECTRICO UNIDAD MINERA PUCAMARCA	Cerrado
4	PU-022-04-S092-8600-16-70-0004_R0	Hidráulica	ESTRUCTURA DE CRUCE OESTE - PROGRESIVA 0+400	Cerrado
5	PU-022-04-S092-8600-16-70-0005_R0	Hidráulica	PROTECCIÓN DE GEOMEMBRANA HDPE DE 1.5 mm EN BASE DE POZAS DE SUBDRENAJE	Cerrado
6	PU-022-04-S092-8600-16-70-0006_R1	Hidráulica	Estructura de cruce este - progresiva 0+450.	Cerrado
7	PU-022-04-S092-8600-16-70-0007_R1	Hidráulica	Estructura de cruce este - progresiva 0+250.	Cerrado
8	PU-022-04-S092-8600-16-70-0008_R1	Hidráulica	Estructura de cruce oeste - progresiva 0+400.	Cerrado
9	PU-022-04-S092-8600-16-70-0009_R0	Hidráulica	Tubería de rebose de poza de subdrenaje.	Cerrado
10	PU-022-04-S092-8600-16-70-0010_R0	Civil	Canal de coronación este tramo 2 - progresivas 0+000 @ 0+116	Cerrado
11	PU-022-04-S092-8600-16-70-0011_R0	Eléctrica	Instalación de cable unipolar N2XSY DE POSTE 28 A MANHOLE 01	Cerrado
12	PU-022-04-S092-8600-16-70-0012_R0	Eléctrica	Ubicación de MH-03, base para transmisor indicador de nivel (LIT) y sistema de iluminación	Desestimado

*Fuente:* Elaboración propia.

## Anexo 15. Log de Red Liner Contrato con PU-0911-COANSA

ITEM	CODIGO RED LINE	CODIGO DE PLANO	DESCRIPCION
1	COA-CQC-RL-0001	PU-002-03-S059-8600-01-21-0010	MUROS DE SUELO RFORZADO MAYOR METRADO DE CORTE
2	COA-CQC-RL-0002	PU-022-03-S059-8600-24-21-0009	HIDRAULICAS ESTRUCTURAS DE DISIPACION OESTE
3	COA-CQC-RL-0003	PU-022-03-S059-8600-24-21-0005	HIDRAULICAS ESTRUCTURAS DE DISIPACION ESTE
4	COA-CQC-RL-0004	PU-022-04-S090-8600-16-34-0045	SISTEMA DE BOMBEO
5	COA-CQC-RL-0005	PU-022-04-S090-8600-16-34-0045	SISTEMA DE BOMBEO
6	COA-CQC-RL-0006	PU-022-04-S090-8600-16-34-0046	SISTEMA DE BOMBEO BASE DE TOBOGAN
7	COA-CQC-RL-0007	PU-022-04-S090-8600-16-34-050	CANAL DE CORONACION ESTE ESTRUCTURA DE CRUCE
8	COA-CQC-RL-0008	PU-022-03-S059-8600-01-21-0003	SUBDREANJE LADO ESTE
9	COA-CQC-RL-0009	PU-022-04-S059-8600-03-21-0001	POZA DE SUBDRENAJE TUBERIA DE REBOCE
10	COA-CQC-RL-0011	PU-022-03-S090-8600-01-21-0002	DDN3 AREA DE CIMENTACION
11	COA-CQC-RL-0012	PU-022-03-S090-8600-03-21-0004	SUBESTACION ELECTRICA BASE DE TRASFORMADOR
12	COA-CQC-RL-0013	PU-022-04-S090-8600-16-34-0053	LINEA DE IMPULSION CAMBIO EJE
13	COA-CQC-RL-0014	PU-022-03-S059-8600-06-21-0004	BANCODUCTO CAMBIO DE EJES
14	COA-CQC-RL-0015	PU-002-03-S059-8600-05-21-0002	NIPLE PARA ESTACION DE VENDEO
15	COA-CQC-RL-0016	PU-022-04-S090-8600-16-34-0048	EJE DE CANAL ESTE TRAMO 3, SE RECORTA Y MUEVE LA CAJA DE DISIPACION
16	COA-CQC-RL-0017	PU-022-03-S059-8600-01-21-0003	SISTEMA DE SUBDRENAJE OESTE Y POZA
17	COA-CQC-RL-0018	PU-022-03-S059-8600-06-21-0003	DISPOSICIÓN Y CANALIZACIÓN ELECTRICA - SISTEMA BOMBEO
18	COA-CQC-RL-0019	PU-022-04-S090-8600-06-21-0004	SIST DE PAT Y PROTECION CONTRA DESCARGAS ATMOSFERICAS - SIST BOMBEO

*Fuente:* Elaboración propia.



## Anexo 16. Log de Scketchs Contrato con PU-0911-COANSA

ITEM	CODIGO SCKETCHS	DESCRIPCION
1	SKT-EI-001	MODIFICACION DE MANHOLE
2	SKT-EI-002	MODIFICACION DE MANHOLE
3	SKT-EI-003	DIAGRAMA UNIFILIAR 13.2
4	SKT-EI-004	CONEXION A TIERRA PARA REJA EN SUBESTACION
5	SKT-EI-005	CONEXION A TIERRA PARA PARARAYO
6	SKT-EI-006	BARRA COLECTORA DE MANHOLE
7	SKT-EI-007	TABLERO ELECTRICO ADOSADO A SOPORTE METALICO
8	SKT-EI-008	SOPORTE METALICO PARA TABLERO Y TOMACORRIENTE
9	SKT-EI-009	POZA A TIERRA CON CEMENTO CONDUCTIVO
10	SKT-EI-010	CONDUCTOR PUESTO A TIERRA
11	SKT-EI-011	CONEXIÓN DE PUESTA A TIERRA EN MANHOLE
12	SKT-EI-012	INSTALACION DE TUBERIA METALICA EN ESTRUCTURA METALICA
13	SKT-EI-013	INSTALACION DE TUBERIA METALICA EN ESTRUCTURA DE CONCRETO
14	SKT-EI-014	SALIDA DE TUBERIA PVC HACIA SUPERIFCIE
15	SKT-EI-015	ATERRAMIENTO DE TRASFORMADOR DE POTENCIA
16	SKT-EI-016	ATERRAMIENTO DE TABLERO ELECTRICO SOBRE SOPORTE METALICO
17	SKT-EI-017	TERMINSURAL DE COBRE PARA PARARRAYO
18	SKT-EI-018	DIAGRANA UNIFILIAR DEL TABLERO DE DISTRIBUCION
19	SKT-EI-019	PLANO DE BANCODUCTO Y MANHOLE
20	SKT-EI-020	SISTEMA DE PUESTA A TIERRA
21	SKT-EI-021	SISTEMA DE PUESTA A TIERRA - DETALLE DE COBRE
22	SKT-EI-022	BASE PARA TABLEROS ELECTRICO
23	SKT-EI-023	MODIFICACION DE UBICACIÓN DE PARARRAYOS
24	SKT-EI-024	DIAGRAMA UNIFILIAR 13.2 DETALLE DE METRADO
25	SKT-EI-025	DISTRIBUCION DE MALLA A TIERRA EN SUBESTACION ELECTRICA
26	SKT-EI-026	DISTRIBUCION DE ACERO PARA PARARRAYO
27	SKT-EI-027	DISTRIBUCION PARA BASE DE TABLEROS DE CONTROL
28	SKT-EI-028	POZO A TIERRA HORIZONTAL CON CAJA DE REGISTRO
29	SKT-EI-029	UBICACION DE MANHOLE
30	SKT-EI-030	DISTRIBUCION DE TABLERO ELECTRICOS EN LOSA DE CONCRETO
31	SKT-EI-031	BANCODUCTO DE SUBESTACION
32	SKT-EI-032	SOPORTE DE INSTRUMENTACION
33	SKT-EI-033	MONTAJE DE BARRA COLECTORA
34	SKT-EI-034	DISTRIBUCION DE TABLERO ELECTRICO EN LOSA
35	SKT-EI-035	DISPOSICION DE TUBERIA RGS EN TABLERO ELECTRICO
36	SKT-EI-036	TABLERO DE CONTROL CONPLC Y HMI 8750-CP-001
37	SKT-EI-037	DIAGRAMA UNIFILIAR 13.2 / 0.48KV - DDN3
38	SKT-EI-038	INSTALACIÓN DE GUARDAVIAS EN ZONA DE POZA DE SUBDRENAJE
39	SKT-EI-039	SOPORTE GUIA CONDUIT 2' PARA SENSOR HAYDROSTATICO FMX21

*Fuente:* Elaboración propia.

## Anexo 17. Change Order

<b>Change Order</b> Orden de Cambio		
	<b>Project Name: / Nombre del Proyecto:</b> Construcción del Depósito de Desmonte – Etapa 3 - UM Pucamarca <b>Contract Name: / Nombre del Contrato:</b> Construcción del Depósito de Desmonte – Etapa 3 - UM Pucamarca	
<b>Document code: / Código de documento:</b> DM-FMT-IP-06.06	<b>Code / Contract N°: / Código / N° Contrato:</b> CON-PU-091	<b>Register N°: / N° de registro:</b> PU-022-04-S090-8600-16-11-0002
<b>General Information: / Información General:</b>		
<b>Contractor: / Contratista:</b>	COANSA SAC	
<b>Change N°: / N° cambio:</b>	PU-022-04-S090-8600-16-11-0002	
<b>Name of change: / Nombre del cambio:</b>	ORDEN DE CAMBIO N°0002	
<b>Entity requesting the change: / Entidad que solicita el cambio:</b>	CONTRATISTA - COANSA	
<b>Entity affected by the change: / Entidad afectada por el cambio:</b>	CLIENTE - MINSUR	
<b>Reference Documents: / Documentos de referencia:</b> (Drawings, technical specifications, main contract, others):	Se adjuntas Solicitudes de cambio(SDC's): SDC 01 - Implementación Ritran 9; SDC 02 - Geomembrana, Polylock en Poza Sub Drenaje ; SDC 03 - Adic. Disciplina Mec, E & I; SDC 04 - Cambio de diseño Canal de Coronación; SDC 05 - Partida Material Ripiable;SDC 06 - Combustible; SDC 07 - Actualización Forecast; SDC 08 - Instalación de malla divisoria en el taller de COANSA; SDC - 09 - Colocación de concreto fc=100kg/cm2 a una altura de 1.5m en poza de subdrenaje; SDC 10 - Partidas Adicionales Electromecánicas; SDC 11 - Servicios realizados con diversos equipos y recursos; SDC 12 - Instrucción de obra por cruce de alcantarillas por instrucción de obra IO 6, IO7 y IO 8; SDC 13 - Mayor distancia de transporte de agregado entre unidad minera Pucamarca y cantera de agregados; SDC 14 - Instalación y suministro de tablero de Arranque según nuevo arreglo por cambio de ingeniería; SDC 15 - Instalación de guardavías de seguridad en Poza de Subdrenaje; SDC 16 - Corte en roca fracturada con martillo hidráulico - sector 6; SDC 17 - Presupuesto de Gastos Generales por Ampliación de Plazo; SDC 18 - Actualización Forecast 02.	
<b>Type of request change: / Tipo de cambio solicitado:</b>		
Scope change: / Cambio en el alcance:	✓	Schedule change: / Cambio en el cronograma: —
Budget change: / Cambio en el presupuesto:	✓	Others: / Otros (especificar):
Los impactos seran revisados en cronograma LB1 de recuperación		
<b>Description of Change: / Descripción del Cambio:</b>		
La presente solicitud de orden de cambio consiste en las siguientes puntos:		
SDC 01: Trabajos adicionales para el cumplimiento de los estándares del RITRAN 09, debido a que el presupuesto original se considero el cumplimiento de la versión RITRAN 07		
SDC 02: Suministro de Geomembrana (polllock) para la poza de Subdrenaje, debido al cambio de diseño de la ingeniería por falta de material (Stud Liner).		
SDC 03: Suministro de materiales y ejecución de actividades electromecánicas e instrumentación no contempladas en el alcance contractual.		
SDC 04: Cambio revestimiento de mampostería de piedra a geocelda (e=100mm) con concreto (fc= 280 kg/cm2) por ausencia de roca para mampostería, el mismo que incluye tramos adicionales de canales, conforme a la IO 01.		
SDC 05 - Nuevo Precio unitario para corte de material tipo Ripable encontrado en campo y que no se encuentra contemplado en las partidas contractuales.		
SDC 06 - Debido a la variación del precio contractual del combustible brindado por MINSUR, se reconoce el incremento del precio del combustible por la subida del precio en el mercado.		
SDC 07 - Balance de mayores y menores metrados de partidas contractuales acuerdo con la actualización del forecast		
SDC 08 - Instalación de malla divisoria para el taller de mantenimiento de COANSA en el campamento Pucamarca		
SDC 09 - Relleno con concreto de fc=100kg/cm2 de 1.5m de altura para la poza de subdrenaje		
SDC 10 - Partidas adicionales electromecánicas por cambios de ingeniería.		
SDC 11 - Presupuesto TyM por servicios brindados a MINSUR con diversos equipos		
SDC 12 - Trabajos de excavación y relleno para alcantarillas de los canales para drenaje superficial según instrucciones de obra 6, 7 y 8.		
SDC 13 - Nuevo Precio unitario por la distancia adicional de transporte de agregados de cantera Zúñiga a Pucamarca.		
SDC 14 - Suministro e instalación de nuevo arreglo de tablero de arranque por cambio de ingeniería RFI-60.		
SDC 15 - Cambio de berma perimetral de tierra a guardavías en zona de poza de subdrenaje.		
SDC 16 - Nuevo Precio Unitario para corte de roca con martillo hidráulico en sector 6.		
SDC 17 - Reconocimiento de gastos generales por ampliación de plazo de ejecución de obra.		
SDC 18 - Balance de mayores y menores metrados de partidas contractuales en concordancia con el forecast de cierre de obra.		
<b>Reason for the Request Change: / Razón de la Solicitud de Cambio:</b>		
SDC 0001 Razon : Debido al cumplimiento del RITRAN rev. 9, se realizó la implementación de cámaras de retroceso en equipos de movimiento de tierras, actividad que no estaba considerado en la propuesta original, debido a que la licitación se realizó considerando el cumplimiento del RITRAN rev.7		
SDC 0002 Razon : El material inicial (Stud Liner) no llegó a tiempo por ser de importación de Grecia, el mismo que presentó problemas de transporte por los conflictos internacionales, motivo por el cual se realizó el cambio de diseño para colocar geomembrana en la poza de subdrenaje ("polylock"), cuyo suministro fue realizado por el Contratista.		
SDC 0003 Razon : Con la revisión de la ingeniería para el DDN en las disciplinas civil, mecánica, eléctrica e instrumentación y después de la realización de caminatas conjuntas en instalaciones existentes y áreas a intervenir con MINSUR Proyectos y Mantenimiento, ANDES y CUMBRA, se identificaron trabajos mecánicos, E&I no contemplados en las partidas contractuales iniciales, así como actividades complementarias necesarias para el funcionamiento y puesta en marcha del sistema; requiriéndose la ejecución de partidas Adicionales Civiles, mecánicas y E&I para asegurar la puesta en marcha del proyecto, con el cual se tuvo que complementar la ID del proyecto por la especialidad electromecánica		
SDC 0004 Razon : De acuerdo a la instrucción de obra IO-Nº.1; se indicó el cambio de revestimiento de mampostería de piedra a geoceldas (e=100 mm) con concreto (f=280 Kg/cm2), por ausencia de roca para la mampostería. Asimismo este incluye tramos adicionales de canales en el sector Este y Oeste.		
SDC 0005 Razon : Durante las actividades de corte se identificó un tipo de material no considerado en el alcance contractual, por lo que conforme con los trabajos a realizar y la topografía actual de los trabajos, se genera la necesidad de tener una partida para el corte de material ripable en sectores horizontales por ser diferente el tipo de material a cortar y con un rendimiento diferente de material simple de la partida contractual.		
SDC 0006 Razon : Habiéndose identificado variación del precio contractual del combustible (\$2.7/gln), debido al incremento de los precios en el mercado, se realiza el reajuste del precio del combustible reconociéndose el costo real incurrido, realizándose la proyección del precio del combustible (\$4.5) sobre el reajuste de las cantidades estimadas de galones a fin de contrato.		
SDC 0007 Razon : Con la revisión de los metrados para el DDN en las disciplinas movimiento de tierras, obras civiles, mecánica, E&I y después de las revisiones conjuntas, se genera el presente documento a fin de realizar el balance de mayores y menores metrados de acuerdo con el Forecast de proyecto.		
SDC 0008 Razon: Mala divisora para delimitar los espacios de trabajo entre COANSA y COMIN		
SDC 0009 Razon: En el plano contractual indica la colocación de concreto fc=140kg/cm2 a una altura de 1.50m desde el nivel de base de la poza, pero no se tiene una partida contractual para esta actividad. Habiéndose identificado la forma más practica de ejecución en campo, de realizarse con concreto fc=100 kg/cm2.		
SDC 0010 Razon: Con la revisión de la ingeniería, se identificaron trabajos no contemplados en los presupuestos presentados, así como actividades complementarias necesarias para el funcionamiento y puesta en marcha del sistema.		
SDC 0011 Razon: MINSUR en distintas oportunidades solicitó a COANSA la prestación de servicios para diversas actividades con diversos equipos, operadores y/u otros los cuales han sido cuantificados y aprobados en su momento.		
SDC 0012 Razon: Trabajos de construcción de las alcantarillas de cruce de ls canales de drenaje superficial, de acuerdo a las instrucciones de campo PU-022-04S092-8600-16-70-006_R1, PU-022-04S092-8600-16-70-007_R1, PU-022-04S092-8600-16-70-008_R1 y PU-022-04S092-8600-16-70-004.		
SDC 0013 Razon: De acuerdo al control de kilometraje en los equipos de acarreo de agregados, se evidenció que el recorrido entre la unidad minera Pucamarca y la cantera de agregados es de 100km, el cual difiere con respecto a la partida contractual 1.2.2.1.6 Transporte y colocación de grava en zanja de subdrenaje, procedente de Tacna, D=52 km.		
SDC 0014 Razon: El 19 de agosto mediante el RFI PU-022-04-S090-8600-08-22-0060, se entregó a COANSA un nuevo arreglo para el tablero de arranque, que considera la compra e instalación de nuevos componentes.		
SDC 0015 Razon: De acuerdo a instrucción de obra IO N°13, se indicó el cambio de berma perimetral con material propio como protección de la poza de subdrenaje por un sistema de guardavías de seguridad.		
SDC 0016 Razon: Durante el corte de material inadecuado en el sector 6, se encontró un afloramiento rocoso en el sector 6, verificado con el protocolo DDN3-CQCQ-MT-RO-001 y validado topográficamente.		
SDC 0017 Razon: De acuerdo a la carta CA-PU-022-S090-COA-MIN-2022-0008, se aprueba ampliación de plazo en 11 días par trabajos eléctricos; se aprueba personal necesario para culminar los trabajos eléctricos asociados a la culminación del proyecto; reconocimiento de gastos generales asociados.		
SDC 0018 Razon: Con la revisión de los metrados para el DDN3 en las disciplinas movimiento de tierras, obras civiles, mecánica, E&I y después de las revisiones conjuntas, se genera el presente documento a fin de realizar el balance de mayores y menores metrados de acuerdo con el forecast final del proyecto.		

	<b>Change Order</b> <small>Orden de Cambio</small>		
	<b>Project Name: / Nombre del Proyecto:</b> <b>Contract Name: / Nombre del Contrato:</b>	<b>Construcción del Depósito de Desmonte – Etapa 3 - UM Pucamarca</b> <b>Construcción del Depósito de Desmonte – Etapa 3 - UM Pucamarca</b>	
<b>Document code: / Código de documento:</b> DM-FMT-IP-06.06	<b>Code / Contract N°: / Código / N° Contrato:</b>	<b>CON-PU-091</b>	
		<b>Register N°: / N° de registro:</b> PU-022-04-S090-8600-16-11-0002	

**Conclusiones: / Conclusiones:**

- Por lo expuesto en la presente CHO se aprueba las siguientes SDCs:
- SDC 001 - Trabajos adicionales por cumplimiento del RITRAN rev. 09.
  - SDC 002 - Suministro de Geomembrana (Poli lock) para la poza de subdrenaje.
  - SDC 003 - Suministro de materiales y ejecución de actividades electromecánicas e instrumentación.
  - SDC 004 - Cambio de revestimiento de mampostería de piedra a geoceldas con concreto.
  - SDC 005 - Nuevo Precio unitario para corte de material tipo Ripeable.
  - SDC 006 - Reconocimiento por incremento de precio de combustible.
  - SDC 007 - Balance de mayores y menores metrados de partidas contractuales de acuerdo con el Forecast.
  - SDC 008 - Instalación de malla divisoria en el taller de COANSA.
  - SDC 009 - Colocación de concreto fc=100kg/cm2 a una altura de 1.5m en poza de subdrenaje.
  - SDC 010 - Partidas Adicionales Electromecánicas.
  - SDC 011 - Servicios realizados con diversos equipos y recursos.
  - SDC 012 - Instrucción de obra por cruce de alcantarillas por instrucción de obra IO 6, IO7 y IO 8.
  - SDC 013 - Mayor distancia de transporte de agregado entre unidad mnera Pucamarca y cantera de agregados.
  - SDC 014 - Instalación y suministro de tablero de Arranque según nuevo arreglo por cambio de ingeniería.
  - SDC 015 - Instalación de guardavías de seguridad en Poza de Subdrenaje.
  - SDC 016 - Corte en roca fracturada con martillo hidráulico - sector 6.
  - SDC 017 - Presupuesto de Gastos Generales por Ampliación de Plazo.
  - SDC 018 - Actualización Forecast 02.

**Impact - effect on the scope: / Impacto - efecto en el alcance:**

Con la aprobación de la presente CHO se encrementa el alcance contractual del contratista con los trabajos contemplados en las SDCs 01, 02, 03, 04, 05, 06, 07, 08, 09, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17 y 18.

**Impact - effect on the budget: / Impacto - efecto en el presupuesto:**

Con la aprobación de la presente CHO el valor del contrato se incrementa en USD. 340,057.30 de acuerdo con el siguiente detalle: (el EAC total del proyecto se mantiene)

- SDC 001 - Trabajos adicionales por cumplimiento del RITRAN rev. 09: USD. 17,699.38
- SDC 002 - Suministro de Geomembrana (Poli lock) para la poza de subdrenaje. USD. 2,554.40
- SDC 003 - Suministro de materiales y ejecución de actividades electromecánicas e instrumentación. USD. 178,273.72
- SDC 004 - Cambio de revestimiento de mampostería de piedra a geoceldas con concreto. USD. 341,912.03
- SDC 005 - Nuevo Precio unitario para corte de material tipo Ripeable. USD. 11,075.88
- SDC 006 - Reconocimiento por incremento de precio de combustible. USD. 202,482.00
- SDC 007 - Balance de mayores y menores metrados de partidas contractuales de acuerdo con el Forecast. USD. - 413,940.11 (incremento USD 148,840.49; deductivo USD -562,780.60)
- SDC 008 - Instalación de malla divisoria en el taller de COANSA. USD 4,505.69
- SDC 009 - Colocación de concreto fc=100kg/cm2 a una altura de 1.5m en poza de subdrenaje. USD 34,559.4
- SDC 010 - Partidas Adicionales Electromecánicas. USD 34,239.43
- SDC 011 - Servicios realizados con diversos equipos y recursos. USD 6,659.09
- SDC 012 - Instrucción de obra por cruce de alcantarillas por instrucción de obra IO 6, IO7 y IO 8. USD 41,037.74
- SDC 013 - Mayor distancia de transporte de agregado entre unidad mnera Pucamarca y cantera de agregados. USD 32,913.76
- SDC 014 - Instalación y suministro de tablero de Arranque según nuevo arreglo por cambio de ingeniería. USD 2,785.71
- SDC 015 - Instalación de guardavías de seguridad en Poza de Subdrenaje. USD 16,003.23
- SDC 016 - Corte en roca fracturada con martillo hidráulico - sector 6. USD 6,548.42
- SDC 017 - Presupuesto de Gastos Generales por Ampliación de Plazo. USD 30,498.3
- SDC 018 - Actualización Forecast 02. USD -66,799.83

**Impact - effect on the schedule: / Impacto - efecto en el cronograma:**

Debido a ejecución de las actividades aprobadas en la presente Orden de Cambio (CHO) se amplía el plazo de ejecución de acuerdo con el cronograma Línea Base 1 de recuperación (aprobado con comentarios carta CA-PU-022-S091-CMB-COA-2022-0046), acuerdo con las siguientes fechas:

- Fin de construcción: 30 de agosto del 2022
- Fin de desmovilización: 07 de septiembre del 2022

**Value Contract Summary: / Resumen del Valor Contractual:**

Original contract value / Valor original del contrato:	USD 4 502 308.80
Cumulative change order / Ordenes de cambio acumuladas	USD 0.00
Value of this change order / Valor de esta orden de cambio	-USD 81 143.29
New contract value / Nuevo valor contractual	\$ 4 421 165.51

**Status Change: / Estado del cambio:**

Approved: / Aprobado: \_\_\_\_\_ Rejected: / Rechazado: \_\_\_\_\_

**Contractor: / Contratista:**

<b>Authorized by</b> (the signature must be authorized representative): / <b>Autorizado por</b> (la firma deberá ser del representante autorizado):		<b>Date: / Fecha:</b> dd / dd 05 mm / mm 10 yy / aa 22
Walter Chavez <b>Name: / Nombre:</b>	Gerente de Proyecto <b>Position: / Cargo:</b>	<b>Sign: / Firma:</b>
<b>Client: / Cliente:</b>		

**Authorized by** (the signature must be authorized representative): / **Autorizado por** (la firma deberá ser del representante autorizado):

<b>Name: / Nombre:</b>	<b>Position: / Cargo:</b>	<b>Sign: / Firma:</b>	<b>Date: / Fecha:</b> dd / dd mm / mm yy / aa
------------------------	---------------------------	-----------------------	--

**Authorized by** (the signature must be authorized representative): / **Autorizado por** (la firma deberá ser del representante autorizado):

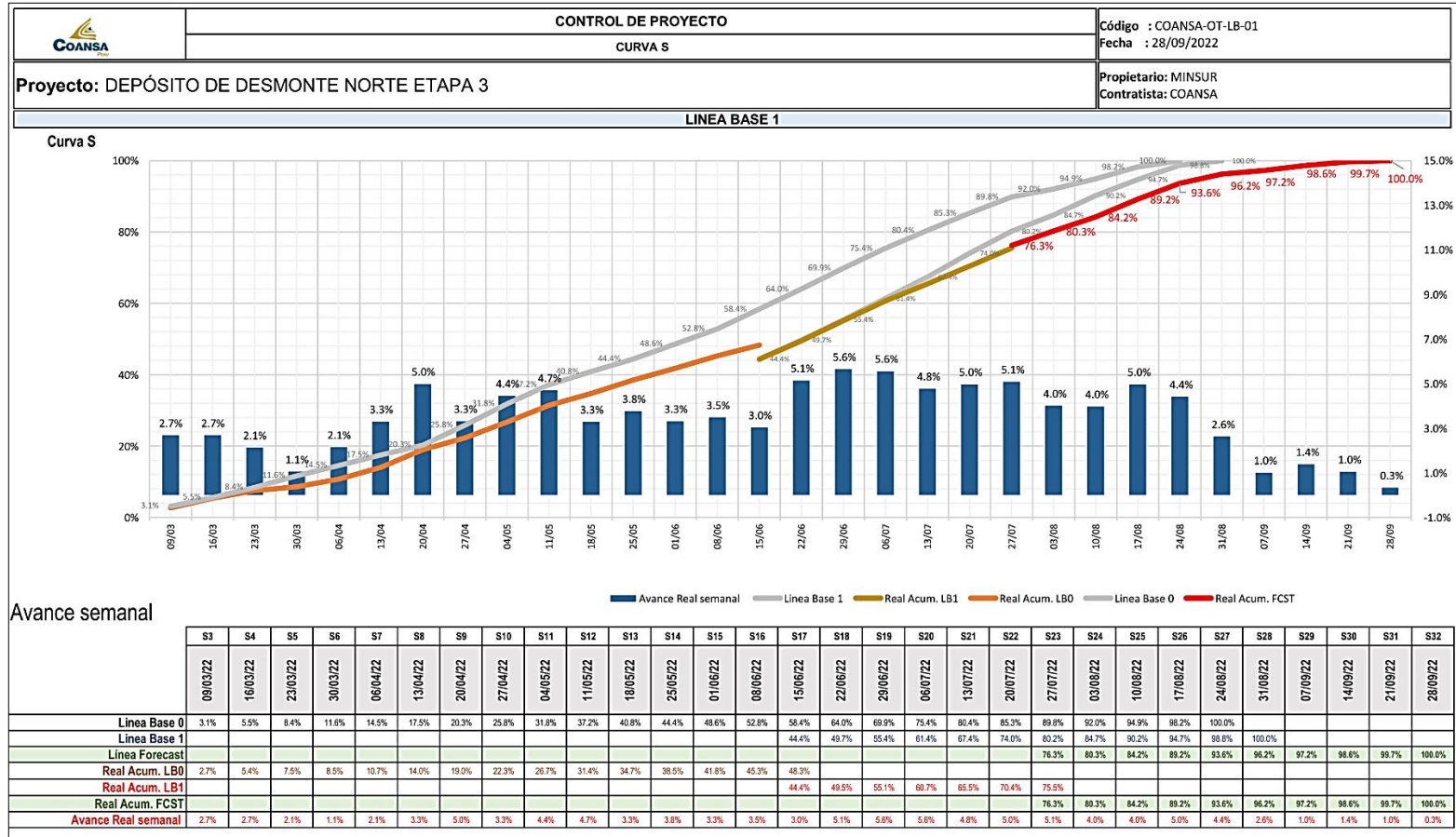
<b>Name: / Nombre:</b>	<b>Position: / Cargo:</b> Superintendente Proyección	<b>Sign: / Firma:</b>	<b>Date: / Fecha:</b> dd / dd mm / mm yy / aa
------------------------	--	-----------------------	--

**Authorized by** (the signature must be authorized representative): / **Autorizado por** (la firma deberá ser del representante autorizado):

<b>Name: / Nombre:</b>	<b>Position: / Cargo:</b> Gerente de unidad	<b>Sign: / Firma:</b>	<b>Date: / Fecha:</b> dd / dd mm / mm yy / aa
------------------------	---	-----------------------	--

**Fuente:** Elaboración Propia.

## Anexo 18. Curva S del proyecto Construcción Deposito Desmonte Botadero Norte Etapa 3



Fuente: (Coansa Perú, 2022).









