

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

Escuela Académico Profesional de Ingeniería de Minas

Tesis

**Mejora de la productividad en equipos de acarreo  
y transporte de mineral y desmonte en la veta  
Gavia – Nivel 100, Unidad Minera Huarón**

Cintya Jhasmin Salgado Gaspar

Para optar el Título Profesional de  
Ingeniero de Minas

Huancayo, 2020

Repositorio Institucional Continental  
Tesis digital



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

**ASESOR**

Ing. Javier Córdova Blancas

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco en forma especial al ingeniero Javier Carlos Córdova Blancas por el apoyo incondicional para la realización del presente trabajo de investigación. Del mismo modo al ingeniero Marlon Percy Villanueva Nuevo, superintendente de Planeamiento de la Unidad Minera Huarón quien con sus consejos y apoyo incondicional se pudo culminar con la presente tesis.

A la empresa Pan American Silver en su unidad minera Huarón, por el apoyo brindado para desarrollar la presente tesis y permitir desarrollarme profesionalmente.

## **DEDICATORIA**

A Dios por su ayuda, fortaleza, guía, y bendición.

A mis padres Orlando Benito Salgado Pariona, Esther María Gaspar Guerra y docentes de la EAP de Minas de la Universidad Continental por su apoyo profesional y personal.

## ÍNDICE

Asesor-----	II
Dedicatoria-----	IV
Índice-----	V
Lista de Tablas -----	VIII
Lista de Figuras -----	X
Resumen-----	XI
Abstract-----	XIII
Introducción-----	XV
<b>CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO-----</b>	<b>17</b>
1.1. Planteamiento y Formulación del Problema-----	17
1.1.1. Planteamiento del Problema-----	17
1.1.2. Formulación del Problema -----	18
1.2. Objetivos-----	19
1.2.1. Objetivo General-----	19
1.2.2. Objetivos Específicos-----	19
1.3. Justificación e Importancia-----	19
1.3.1. Justificación social - práctica -----	19
1.3.2. Justificación Académica -----	20
1.3.3. Justificación Económica -----	20
1.4. Hipótesis de la Investigación -----	20
1.4.1. Hipótesis General-----	20
1.4.2. Hipótesis Específicas-----	21
1.5. Operacionalización de las Variables -----	21
1.5.1. Variable Independiente-----	21
1.5.2. Variable Dependiente-----	21
<b>CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO-----</b>	<b>22</b>
2.1. Antecedentes del Problema -----	22
2.2. Generalidades de la Mina -----	26
2.2.1. Ubicación Accesibilidad y Generalidades -----	26
2.2.2. Historia -----	28
2.3. Geología -----	29

2.3.1. Geología Regional-----	29
2.3.2. Geología Local -----	29
2.4. Geología Estructural -----	30
2.4.1. Plegamiento-----	30
2.4.2. Fallas-----	31
2.4.3. Discordancia -----	32
2.4.4. Mineralización -----	32
2.4.5. Alteración Hidrotermal-----	33
2.4.6. Controles de Mineralización -----	33
2.5. Descripción del Método del Minado -----	33
2.5.1. Corte y Relleno-----	33
2.5.2. Geomecánica -----	41
2.6. Plan de Minado-----	44
2.7. Bases Teóricas del Estudio -----	46
2.8. Plan de Minado tipo Largo Plazo (LOM) -----	47
2.9. Sistema Actual de Transporte en la Veta Gavia -----	49
2.9.1. Características del Perfil de Acarreo Veta Gavia -----	49
2.9.2. Características Técnicas de los Equipos de Acarreo -----	52
2.9.3. Identificación de Variables Operacionales y su Costo-----	52
2.9.4. Tiempos de Actividades-----	55
2.9.5. Identificación de Variables Operacionales Mediante Pareto -----	56
2.9.6. Identificación Técnica y Económica de Variables Operacionales -----	59
<b>CAPÍTULO III METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN-----</b>	<b>61</b>
3.1. Método y Alcances de la Investigación -----	61
3.1.1. Método de la Investigación-----	61
3.1.2. Alcances de la Investigación -----	62
3.2. Diseño de la Investigación -----	63
3.2.1. Tipo de Diseño de Investigación-----	63
3.3. Población y Muestra -----	63
3.3.1. Población -----	63
3.3.2. Muestra-----	63
<b>CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN-----</b>	<b>64</b>

4.1. Resultados del Tratamiento y Análisis de la Información-----	64
4.1.1. Análisis del Plan de Producción de la UM Huarón-----	64
4.1.2. Análisis de Pérdidas Operacionales Mediante Pareto en Veta Gavia-	66
4.1.3. Análisis de los Indicadores de Rendimiento en Equipos de Transporte en la Veta Gavia -----	85
4.1.4. Análisis Económico -----	93
Conclusiones-----	103
Recomendaciones-----	105
Referencias-----	106
Anexos-----	108



## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de variables.....	21
Tabla 2. Ruta geográfica UM Huarón.....	27
Tabla 3. Parámetros geomecánicas Pas. Huarón.....	35
Tabla 4. Clasificación macizo PAS. Huarón.....	44
<i>Tabla 5. Reservas Mina Huarón 2018.....</i>	<i>44</i>
Tabla 6. Plan de minado 2019.....	46
Tabla 7. Producción de mineral asociada al largo plazo por método de minado .	48
Tabla 8. Distancias del perfil de acarreo de la veta Gavia .....	49
Tabla 9. Características técnicas de los equipos de acarreo .....	52
Tabla 10. Resumen de variables técnicas y económicas en la veta Gavia .....	54
Tabla 11. Tiempos promedios de las diferentes actividades que afectan el sistema de gestión de transporte y acarreo .....	55
Tabla 12. Causas que afectan el sistema de gestión de transporte y acarreo mediante Pareto .....	57
Tabla 13. Resumen de variables técnicas y económicas en la veta Gavia .....	60
Tabla 14. Plan de producción programado y ejecutado, periodo 2019 .....	65
Tabla 15. Plan de producción programada y ejecutada .....	66
Tabla 16. Pérdidas operacionales mediante Pareto enero 2019 en veta Gavia...	68
Tabla 17. Pérdidas operacionales mediante Pareto febrero 2019 en veta Gavia.	71
Tabla 18. Pérdidas operacionales mediante Pareto marzo 2019 en veta Gavia..	74
Tabla 19. Pérdidas operacionales mediante Pareto abril 2019 en veta Gavia .....	77
Tabla 20. Pérdidas operacionales mediante Pareto mayo 2019 en veta Gavia ...	80
Tabla 21. Pérdidas operacionales mediante Pareto junio 2019 en veta Gavia ....	83
Tabla 22. Utilización y disponibilidad mes de enero, veta Gavia.....	86
Tabla 23. Utilización y disponibilidad mes de febrero, veta Gavia.....	88
Tabla 24. Utilización y disponibilidad mes de marzo, veta Gavia.....	89
Tabla 25. Utilización y disponibilidad mes de abril, veta Gavia .....	90
Tabla 26. Utilización y disponibilidad mes de mayo, veta Gavia .....	92
Tabla 27. Utilización y disponibilidad mes de junio, veta Gavia .....	93
Tabla 28. Análisis del costo de transporte mes de enero, veta Gavia.....	94
Tabla 29. Análisis del costo de transporte mes de febrero, veta Gavia.....	95

Tabla 30. Análisis del costo de transporte mes de marzo, veta Gavia .....	96
Tabla 31. Análisis del costo de transporte mes de abril, veta Gavia .....	97
Tabla 32. Análisis del costo de transporte mes de mayo, veta Gavia .....	98
Tabla 33. Análisis del costo de transporte mes de junio, veta Gavia .....	99
Tabla 34. Identificación de variables .....	109
Tabla 35. Data de distancias desde las cámaras de carguío en la veta Gavia ..	113
Tabla 36. Data de distancias desde las cámaras de acarreo a tolvas gemelas en la veta Gavia de la unidad minera Huarón.....	114

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de ubicación geográfica de Unidad Minera Huarón.....	27
Figura 2. Sistema de fallas UM. Huarón. ....	31
Figura 3. Corte y relleno con acero libre con perforación breasting Pas Huarón..	35
Figura 4. Secuencia de minado corte y relleno ascendente.....	36
Figura 5. Diseño de taladros largos.....	38
Figura 6. Secuencia de minado taladros largos. ....	38
Figura 7. Diseño de secuencia de minado taladros largos.....	39
Figura 8. Esquema estratigráfico PAS. Huarón.....	42
Figura 9. Perfil de acarreo de mineral en la veta Gavia. ....	50
Figura 10. Perfil de acarreo de mineral en la veta Gavia .....	51
Figura 11. Resumen de demoras operativas en transporte y acarreo de material mediante Pareto en la unidad minera Huarón. ....	58
Figura 12. Resumen de demoras operativas en transporte y acarreo de material mediante Pareto, enero en la unidad minera Huarón .....	69
Figura 13. Resumen de demoras operativas en transporte y acarreo de material mediante Pareto, febrero en la unidad minera Huarón .....	72
Figura 14. Resumen de demoras operativas en transporte y acarreo de material mediante Pareto, marzo en la unidad minera Huarón .....	75
Figura 15. Resumen de demoras operativas en transporte y acarreo de material mediante Pareto, abril en la unidad minera Huarón .....	78
Figura 16. Resumen de demoras operativas en transporte y acarreo de material mediante Pareto, mayo en la unidad minera Huarón .....	81
Figura 17. Resumen de demoras operativas en transporte y acarreo de material mediante Pareto, junio en la unidad minera Huarón.....	84
Figura 18. Perfil del área de explotación en la veta Gavia .....	110
Figura 19. Plano en planta de labores subterráneas del área de explotación en la veta Gavia en la unidad minera Huarón .....	111
Figura 20. Perfil de acarreo del área de explotación en la veta Gavia .....	112

## RESUMEN

La presente tesis tiene por objetivo el análisis de los indicadores operacionales de utilización y disponibilidad para optimizar los costos de transporte de mineral y desmonte en la veta Gavia de la unidad minera Huarón perteneciente a Pan American Silver Perú SAC.

La realización de la presente tesis empleó la lógica rectalítica, el estudio es de carácter descriptivo – explicativo y preexperimental, de tal forma que se observaron los resultados del análisis de los indicadores operacionales como la utilización y disponibilidad de los equipos de transporte de mineral y desmonte durante el periodo enero a junio del 2019. La forma para la recolección de datos fue la revisión documentaria y el acopio de datos correspondientes a la unidad minera Huarón.

Al final, se concluye con el análisis técnico y económico del sistema de transporte de mineral y desmonte desde las cámaras de carguío del nivel 100 de la veta Gavia ubicada en la zona sur del yacimiento hacia los puntos de descarga (planta y desmontera), así mismo se realiza el análisis de las causas que afectan el rendimiento de los equipos de transporte mediante Pareto, asociado al plan de producción y su costo unitario de transporte.

El perfil de acarreo define distancias de los puntos de carguío en la veta Gavia hacia bocamina de 4.65 kilómetros y de bocamina a planta en 0.89 kilómetros. El total de tonelaje transportado durante el periodo de estudio fue de 437,212.72 toneladas de material, con un total de 21,754 viajes y con un costo total de transporte de US \$ 870,138.77. El costo unitario programado fue de 2.2 US \$/t y el costo real de 1.99 US \$ /t, con un ahorro de 0.21 US \$/t de material transportado.

El uso de la herramienta de gestión Pareto, permitió identificar las causas que afectan el rendimiento del sistema de gestión de transporte de mineral y

desmante los que tienen mayor incidencia como: transporte de mineral y desmante con carga y sin carga con incidencia del 49.15%, luego la etapa de carguío con incidencia del 12.59%, espera del equipo con incidencia del 8.61% y el reparto de guardia con incidencia del 4.36%.

El mayor tonelaje producido durante el periodo 2019 en 22,140 toneladas y un valor de mineral en 140.13 US \$/t, permite generar mayores ingresos en US \$ 3'102,478.2 y mejorar el rendimiento de los equipos de carguío, acarreo y transporte de mineral, incrementando la incidencia en la utilización de los equipos.

El total de mineral transportado fue de 317,656.48 toneladas, con un total de 13,814 viajes, con un costo total de transporte de US \$ 634,321.32 y un costo unitario de 2.00 US \$/t.

El total de desmante transportado fue de 119,556.24 toneladas, con un total de 7,940 viajes, con un costo total de transporte de US \$ 235,817.45 y un costo unitario de 1.97 US \$/t.

**Palabras clave:** costo unitario, disponibilidad, indicadores operacionales, optimización, Pareto, plan de producción, utilización.

## ABSTRACT

The objective of this thesis is to analyze the operational indicators of utilization and availability to optimize the costs of ore transportation and stripping in the Gavia vein of the Huarón mining unit belonging to Pan American Silver Peru SAC.

The realization of this thesis used rectalitic logic, the study is descriptive - explanatory and pre-experimental, in such a way that the results of the analysis of operational indicators such as the use and availability of equipment for transporting ore and waste were observed. during the period January to June 2019. The form for data collection was the documentary review and the collection of data corresponding to the Huarón mining unit.

In the end, the technical and economic analysis of the ore transport system is concluded and the waste removal from the loading chambers of level 100 of the Gavia vein located in the southern zone of the deposit to the discharge points (plant and dismantling), thus The analysis of the causes that indicate the performance of the transport equipment is carried out using Pareto, associated with the production plan and its unit cost of transport.

The haulage profile defines distances from the loading points in the Gavia vein to the mine entrance of 4.65 kilometers and from the mine to the plant of 0.89 kilometers. The total tonnage transported during the study period was 437,212.72 tons of material, with a total of 21,754 trips and a total transportation cost of US \$ 870,138.77. The programmed unit cost was 2.2 US \$ / t and the real cost was 1.99 US \$ / t, with a saving of 0.21 US \$ / t of transported material.

The use of the Pareto management tool, identify the causes that affect the performance of the mineral transport management system and dismantle those that have the highest incidence such as: transport of ore and dismantling with load and without load with an incidence of 49.15%, then the loading stage with an incidence

of 12.59%, waiting for the team with an incidence of 8.61% and the distribution of guard with an incidence of 4.36%.

The higher tonnage produced during the 2019 period in 22,140 tons and a mineral value of 140.13 US \$ / t, allows generating higher income in US \$ 3'102,478.2 and improving the performance of the equipment for loading, hauling and transportation of mineral, the incidence in the use of equipment.

The total ore transported was 317,656.48 tons, with a total of 13,814 trips, with a total transportation cost of US \$ 634,321.32 and a unit cost of 2.00 US \$ / t.

The total waste transported was 119,556.24 tons, with a total of 7,940 trips, with a total transportation cost of US \$ 235,817.45 and a unit cost of 1.97 US \$ / t.

**Keywords:** operational indicators, utilization, availability, production plan, Pareto, unit cost, optimization.

## INTRODUCCIÓN

La unidad minera Huarón se encuentra emplazada en rocas pertenecientes al grupo Pucará, aflorando la formación Casapalca y volcánico Calipuy, las rocas intrusivas se exponen como cuerpos tabulares considerados como plutónicos monzoníticos e hipabisales andesíticos.

La producción de la unidad minera Huarón considera 3 sectores: norte, norte 500 y sur, los cuales representan el 100% de la producción. El planeamiento tipo Largo Plazo (LOM) considera una producción programada de 940,000 toneladas durante el periodo 2019, siendo la producción real de 962,140 toneladas, con leyes equivalentes de Ag@ 146.54 ppm, Cu@0.82%, Pb@1.24% y Zn@2.52 %, con un valor de mineral de 140.13 US \$/t. Este incremento de producción permitirá el incremento de la productividad de los equipos de acarreo y transporte de mineral en 22,140 toneladas.

El análisis de los indicadores operacionales como utilización y disponibilidad influyen positivamente en la optimización de costos en el transporte de mineral y desmonte. Por tal motivo, el uso de la herramienta de gestión de Pareto permite identificar las causas que afectan el rendimiento del sistema de gestión de transporte de mineral y desmonte mejorando la productividad y por ende la reducción de costos unitarios de transporte.

El presente trabajo de investigación considera las siguientes etapas, en el Capítulo I se tiene como consideración el planteamiento del problema, objetivos de investigación, justificación correspondiente, hipótesis de investigación e identificación de variables.

En el Capítulo II, se describe el marco teórico, antecedentes del problema, generalidades de la entidad, las bases teóricas para el análisis de indicadores operacionales como utilización y disponibilidad para el rendimiento de equipos



asociados a los factores que influyen en la gestión de transporte de mineral y desmonte y, su evaluación económica unitaria.

En el capítulo III describe la metodología de investigación, en la cual se especifica el método, el alcance de la investigación, el diseño a desarrollar, el nivel de investigación, población, muestra, la técnica de recolección y tratamiento de información.

En el capítulo IV se muestran los resultados obtenidos mediante el análisis de los indicadores operacionales como utilización y disponibilidad en la veta Gavia y su implicancia en la reducción de costos unitarios de transporte.

La Autora.

# **CAPÍTULO I**

## **PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO**

### **1.1. Planteamiento y Formulación del Problema**

#### **1.1.1. Planteamiento del Problema**

La minería es la principal fuente económica del país, generando grandes ganancias, la evolución económica actual del sector minero se encuentra en una etapa de mejora, según el Ministerio de Economía y Finanzas (MEF), durante la última década. Muchos de las empresas de minería están trabajando para mejorar sus operaciones, prueba de ello, es que se están generando grandes inversiones para la ampliación o implementaciones de plantas concentradoras, mejora de tecnología en sistemas de acarreo y transporte de mineral, etc.

Las empresas mineras en el Perú desarrollan sus actividades operacionales de acuerdo con el plan de minado, de corto, mediano y largo plazo, durante el cual se establecen programas operacionales que se tienen que cumplir durante el tiempo establecido.

La distribución típica de costos de acarreo en la industria minera representa aproximadamente el 40%, siendo la perforación, voladura, carguío y soporte del 60%. Los equipos de acarreo contribuyen en gran medida al incremento de costo de operación de las minas a medida que se van profundizando las operaciones.

Saber cómo seleccionar, operar y mantener los camiones ayuda mucho al control de costo en minería. (*Intercade Consultancy and Training, 2015*)

Este incremento de costos de transporte producto de la profundización de las labores mineras subterráneas o a tajo abierto, generan un alto grado de incertidumbre en la disminución de la productividad, por lo que se hace necesario generar programas de optimización y reducción de costos en los distintos procesos unitarios de los proyectos mineros. Poder mejorar y controlar las variables principales de operación en equipos de transporte y acarreo como la utilización, disponibilidad y vida útil operacional, permitirá identificar y gestionar programas de optimización y reducción de costos en diversas áreas unitarias operativas, para así mantener niveles de rentabilidad económica en las inversiones mineras.

Para ello, los ingenieros especializados en planificación minera se encargan de diseñar la mejor estrategia productiva, que define los métodos de extracción, mineros, metalúrgicos y las toneladas de mineral que se va a comercializar en el tiempo, resumidas en un programa de producción minera. Su finalidad es crear conocimiento, obtener rentabilidad operativa, desarrollo sostenible y seguridad en el trabajo, a través del modelamiento y simulación numérica.

Estableciendo un conjunto de estrategias en la empresa, va a existir un comportamiento empresarial, los cuales van a permitir tomar decisiones eficientes durante toda la actividad productiva que se desarrolla dentro de la unidad. Además, se busca una cultura empresarial en función al diseño estratégico para que sucedan cambios en la dirección a nivel operacional, organizacional y gerencial, que conlleven al éxito en términos de rentabilidad.

### **1.1.2. Formulación del Problema**

#### **Problema General**

¿Cómo optimizar los costos de transporte de mineral y desmonte basado en el análisis de los indicadores operacionales de utilización y disponibilidad en la veta Gavia – nivel 100 en la unidad minera Huarón?

## **Problemas Específicos**

- a) ¿Cuál es la influencia de las demoras operativas mediante el uso de la herramienta de gestión Pareto, para la optimización de costos de transporte de mineral y desmonte en la veta Gavia – nivel 100 en la unidad minera Huarón?
  
- b) ¿Cuál es la influencia del incremento de producción en la disminución de los costos unitarios de transporte de mineral y desmonte en la veta Gavia – nivel 100 en la unidad minera Huarón?

## **1.2. Objetivos**

### **1.2.1. Objetivo General**

Determinar el análisis de los indicadores operacionales de utilización y disponibilidad para optimizar los costos de transporte de mineral y desmonte en la veta Gavia – nivel 100 en la unidad minera Huarón.

### **1.2.2. Objetivos Específicos**

- a) Determinar la influencia de las demoras operativas mediante el uso de la herramienta de gestión Pareto, para la optimización de costos de transporte de mineral y desmonte en la veta Gavia – nivel 100 en la unidad minera Huarón.
  
- b) Determinar la influencia del incremento de la producción en la disminución de los costos unitarios de transporte de mineral y desmonte en la veta Gavia - nivel 100 en la unidad minera Huarón.

## **1.3. Justificación e Importancia**

### **1.3.1. Justificación social - práctica**

La investigación proporcionará grandes beneficios en el sector minero, como sustentar la inversión de proyectos mineros y establecer un ambiente favorable para el incremento de utilidades bajo parámetros operacionales. Otro objetivo para desarrollar la investigación es mejorar la productividad en la gestión de las operaciones de equipos de acarreo y transporte de mineral y desmonte en la veta Gavia – nivel 100, unidad minera Huarón.

En la actualidad, la mejora en la productividad en áreas de extracción de mineral se ha convertido en un eje fundamental dentro de la gestión de costos, dado que garantiza la estabilidad de una empresa y permite que logre sus objetivos de lineamiento corporativo en base a condiciones de mejora continua.

### **1.3.2. Justificación Académica**

La investigación suscitará, con su desarrollo, un nuevo modelo de establecer la mejora de la productividad y de factores de optimización y reducción de costos en la gestión de las operaciones de transporte y acarreo, mejorando y controlando variables operacionales que inciden en el incremento de costos de transporte.

Se espera que las empresas mineras en cooperación con el estado y la sociedad busquen el desarrollo sostenible y progresivo, cumpliendo con las normas ISO 9001, ISO 14001 Y OHSAS 18001.

Las variables por trabajar serán evaluadas para determinar su comportamiento y su relación con la otra variable a estudiar (consecuencia de logros).

### **1.3.3. Justificación Económica**

La presente investigación pretende optimizar la productividad incorporando factores operacionales de explotación modernas, lo cual, en términos económicos generará mayor rentabilidad con una mejora en la gestión de las operaciones de transporte de mineral y desmonte, mejorando la productividad en el área de operación de mina.

## **1.4. Hipótesis de la Investigación**

### **1.4.1. Hipótesis General**

El análisis de los indicadores operacionales de utilización y disponibilidad influye positivamente en la optimización de costos de transporte de mineral y desmonte en la veta Gavia – nivel 100 en la unidad minera Huarón.

### 1.4.2. Hipótesis Específicas

- a) El uso de la herramienta de gestión Pareto, para determinar las demoras operativas influye positivamente en la optimización de costos de transporte de mineral y desmorte en la veta Gavia – nivel 100 en la unidad minera Huarón.
- b) El incremento de la producción influye positivamente en la disminución de los costos unitarios de transporte de mineral y desmorte en la veta Gavia - nivel 100 en la unidad minera Huarón.

## 1.5. Operacionalización de las Variables

### 1.5.1. Variable Independiente

Variable independiente: indicadores operacionales de utilización y disponibilidad.

### 1.5.2. Variable Dependiente

Variable dependiente: transporte de mineral y desmorte.

**Tabla 1. Operacionalización de variables**

Problemas	Objetivos	Hipótesis
Problema Principal	Objetivo Principal	Hipótesis Principal
¿Cómo optimizar los costos de transporte de mineral y desmorte basado en el análisis de los indicadores operacionales de utilización y disponibilidad en la veta Gavia – nivel 100 en la unidad minera Huarón?	Determinar el análisis de los indicadores operacionales de utilización y disponibilidad para optimizar los costos de transporte de mineral y desmorte en la veta Gavia – nivel 100 en la unidad minera Huarón.	El análisis de los indicadores operacionales de utilización y disponibilidad influye positivamente en la optimización de costos de transporte de mineral y desmorte en la veta Gavia – nivel 100 en la unidad minera Huarón.
Problemas Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Específicas
1. ¿Cuál es la influencia de las demoras operativas mediante el uso de la herramienta de gestión Pareto, para la optimización de costos de transporte de mineral y desmorte en la veta Gavia – nivel 100 en la unidad minera Huarón?	1. Determinar la influencia de las demoras operativas mediante el uso de la herramienta de gestión Pareto, para la optimización de costos de transporte de mineral y desmorte en la veta Gavia – nivel 100 en la unidad minera Huarón.	1. El uso de la herramienta de gestión Pareto, para determinar las demoras operativas influye positivamente en la optimización de costos de transporte de mineral y desmorte en la veta Gavia – nivel 100 en la unidad minera Huarón.
2. ¿Cuál es la influencia del incremento de producción en la disminución de los costos unitarios de transporte de mineral y desmorte en la veta Gavia – nivel 100 en la unidad minera Huarón?	1. Determinar la influencia del incremento de la producción en la disminución de los costos unitarios de transporte de mineral y desmorte en la veta Gavia – nivel 100 en la unidad minera Huarón.	2. El incremento de la producción influye positivamente en la disminución de los costos unitarios de transporte de mineral y desmorte en la veta Gavia – nivel 100 en la unidad minera Huarón.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Antecedentes del Problema**

- En la tesis denominada “Cálculo de la productividad de equipos de acarreo y transporte – unidad minera de Arcata”. (1) La explotación minera tiene por objetivo la extracción de la materia prima que será utilizada para beneficio módico de la empresa. Es en ese sentido que todos los procesos del ciclo de minado se interrelacionan de manera conjunta para lograr tal fin en común. Una de las etapas de mayor consideración del proceso del minado, involucra el transporte o acarreo de material roto, producto de la perforación y voladura, ya que de ello depende la producción y avance de cualquier entidad minera. Es por lo que esta debe de ejecutarse de la manera más eficiente y eficaz posible para poder cumplir con los programas de producción establecidos por la organización. La unidad operativa Arcata pertenece a cía. minera Ares S. A. C. perteneciente al grupo Hochschild Mining PLC que ha considerado un crecimiento promedio de 11,76% en su producción propia anual, dicho crecimiento trae como resultado un cambio constante de los diversos factores relacionados directamente con la productividad y eficiencia en el transporte de mineral y desmonte que permitan alcanzar los objetivos propuestos por la empresa.
- En la tesis denominada “Optimización del carguío y acarreo de mineral mediante el uso de indicadores claves de desempeño U. M. Chuco II de la E. M. Upkar Mining S. A. C.” (2) La tesis tiene como objetivo general determinar los

mecanismos para optimizar las operaciones unitarias de carguío y acarreo de mineral en la entidad minera Chuco II. Como resultados se menciona la gestión de la producción para el estudio de la rentabilidad de cada uno de los procesos que incluye el ciclo de minado, tiene que estar ligado a un sistema de control que facilite una planeación y optimización de los procesos del ciclo de minado, por ello, se han implementado indicadores de desempeño en la unidad minera Chuco II. La gestión de la producción mediante los indicadores de desempeño nos permite una reducción de costos en 0.44 \$/t en la operación unitaria de carguío de mineral y 0.34 \$/t; en la operación de acarreo de mineral se ha tomado en cuenta la información histórica presente de los controles desarrollados con los cambios operativos desarrollados dentro de la operación de minado. La gestión de la producción mediante indicadores de desempeño nos permite mejorar la producción de mineral en la operación de carguío y acarreo, es por ello que, su mejora se observa en la cantidad de toneladas que se mueven por día de producción de mineral teniendo en cuenta que durante los meses de enero a mayo la producción promedio fue de 35,469 Tm y durante los meses de junio a setiembre la producción alcanzaría 45,039 Tm con una variación de 9,570 Tm, esto conllevaría a la gestión operativa una mayor recuperación de mineral de los tajos operativos que se venían trabajando.

- En la tesis denominada “Mejoramiento de producción del carguío y transporte mediante la teoría de colas en la compañía minera Los Andes Perú Gold SAC”. (3) La tesis tiene como objetivo general mejorar la producción del carguío y transporte por el empleo de la Teoría de Colas en “minera Los Andes Perú Gold SAC” para el 2018. Esta prospección se realizó en minera Los Andes Perú Gold SAC, en el proyecto “El Toro”, que está ubicado en el distrito de Huamachuco, provincia de Sánchez Carrión, departamento de La Libertad, y fue realizado durante el año 2018. El Toro es un yacimiento aurífero que tiene leyes que están por encima de los 1 g/Tm. La explotación del mineral diseminado es a cielo abierto donde se extrae el mineral mediante las operaciones de perforación y voladura. El mineral fragmentado se carga a los volquetes volvo FMX 440 de 20 m<sup>3</sup> de capacidad de tolva mediante cuatro excavadoras 336DL CAT y son llevados a la zona de lixiviación para la recuperación del oro, la distancia



promedio del recorrido es aproximadamente 2560 m. Al aplicar la Teoría de Colas en sus operaciones unitarias de carguío y transporte se pudo incrementar en 9% ( $326 \text{ m}^3/\text{h} - 356 \text{ m}^3/\text{h}$ ) la producción de los equipos de carguío. Los costos de las operaciones unitarias de carguío y transporte, al aplicar la teoría de colas se redujo en promedio en 1,09% (carguío;  $21.79 \text{ \$/Tm} - 21.05 \text{ \$/Tm}$ ), (Transporte;  $81.43 \text{ \$/Tm} - 80.11 \text{ \$/Tm}$ ), que es representativo, toda vez que por el volumen de mineral que se transporta diariamente en dos turnos, se logró una mejora en la economía de esta entidad minera.

- En la tesis denominada “Optimización de la flota de volquetes en el acarreo, para incrementar la producción en la mina Los Andes Perú Gold - Huamachuco”. (4) La tesis tiene como objetivo general optimizar la flota de volquetes en el acarreo, para acrecentar la producción en la mina Los Andes Perú Gold – Huamachuco. La programación dinámica es una herramienta importante de la investigación de operaciones que permitió optimizar la asignación de volquetes a cada excavadora de la mina Los Andes Perú Gold al menor costo donde la asignación de camiones para la Excavadora 1 es de siete volquetes y para Excavadora 2 es de seis volquetes. La asignación correcta del número de equipos de acarreo para un determinado equipo de carguío ayuda a mantener en un nivel óptimo la relación  $\text{\$/t}$ . Además de reducir los tiempos improductivos de los equipos con lo que se incrementa el porcentaje de utilización de los equipos de carguío. El costo unitario promedio de  $0.72 \text{ \$/t}$  se disminuye en un 20% el costo de carguío y acarreo ( $0.57 \text{ \$/t}$ .) logrando una mejora significativa en la reducción de costos operativos. El costo por hora de una excavadora es de  $122.47\text{\$/h}$  aproximadamente. Por ello, es primordial tener una cantidad óptima de camiones para cumplir con los requerimientos de producción y que las excavadoras estén el menor tiempo posible inactivas y/o paradas para así evitar pérdidas económicas.
- En la tesis denominada “Control y mejora de la productividad del acarreo y transporte de mineral desde las labores de profundización hacia la superficie en la unidad de producción San Cristóbal – Volcan compañía minera S. A. A.” (5) Se ha elaborado con el siguiente objetivo de subvencionar a la mejora de la productividad de la entidad minera en las labores de profundización de los

niveles 1220, 1270 y 1320. Busca encontrar los diversos factores que afectan el incumplimiento de la producción programada (3000 Tm / día) y más de las labores que se han profundizado en los niveles 1270 y 1320 de las rampas principales -616, 1220\_2 y 1220\_1 incrementando las distancias e incumpliendo la producción de la zona 3 de la ECM AESA. El sistema de carguío y transporte de la zona 3 y de la ECM AESA verifica que los equipos de carguío LHD (*scoop*) de 6 yd<sup>3</sup> y equipos de acarreo (volquetes) de 25 Tm y 30 Tm que para lo cual se tienen ubicados 10 cámaras de carguío ubicadas de acuerdo a la geometría del yacimiento, al final de cada ciclo el camión debe transportar dicho mineral al nivel 780 donde se ubican 2 parrillas (chute 780 y chute 960) y a superficie a cancha 600 que en total por día se debe transportar 1650 Tm que representa a zona 3 y a la ECM AESA para ser tratado dicho mineral en la planta concentradora de Victoria.

- En la tesis denominada “Optimización de costos de acarreo con equipo mecanizado en la unidad minera Tambomayo Cía. de minas Buenaventura Arequipa”. (6) Para la realización del presente trabajo de investigación, en su etapa inicial se ha analizado el costo del equipo, el ciclo de acarreo del equipo utilizado en las operaciones del nivel 4590 cruceo 339 NW, y se ha determinado el rendimiento del equipo, antes de realizar la investigación y posterior a ella. Se han logrado determinar los tiempos óptimos tales como: tiempo de limpieza de un frente, tiempo de ida (sin carga), tiempo de retorno (con carga), rendimiento del equipo LHD 3.2 yd<sup>3</sup> (*Scoop*) en el cruceo 339 NW del nivel 4590. Los resultados alcanzados son: tiempo de ida sin carga de 2.5 a 2.3 minutos, el tiempo de retorno con carga se ha optimizado de 3.5 a 2.7 minutos, determinándose como resultado que el tiempo de limpieza de un frente de disparo se ha optimizado de 1.98 a 1.60 horas, para una distancia de 200 m, se ha tomado esta distancia por recomendaciones de los fabricantes quienes en sus manuales indican que el desplazamiento óptimo de esta máquina es el señalado. Mayor a esta distancia el rendimiento de la máquina se reduce. Además, se ha optimizado la productividad del *scoop* 4.2 yd<sup>3</sup> que aumentó de 25.98 m<sup>3</sup>/h a 30.44 m<sup>3</sup>/h en lo referido al rendimiento del equipo, siendo esto de

suma importancia, ya que, con la disponibilidad de la máquina se realizan otros trabajos en acarreo y limpieza de más frentes de avance.

## **2.2. Generalidades de la Mina**

### **2.2.1. Ubicación Accesibilidad y Generalidades**

La mina Huarón se ubica en el distrito de Huayllay, provincia de Pasco, departamento de Cerro de Pasco. Geográficamente se localiza en el flanco Este de la Cordillera Occidental de los Andes, entre las coordenadas 11°00'15" latitud Sur y 76°25'10" longitud Oeste, a una altura de 4,540 metros sobre el nivel del mar.

La mina Huarón es productora de plata, zinc, plomo y cobre. La mineralogía está constituida por tetraedrita-tenantita (cobres grises), esfalerita, galena y calcopirita-enargita como minerales de mena de mayor abundancia; los minerales de ganga están representados principalmente por cuarzo, rodocrosita, rodonita, mangano calcita y alabandita.

La alteración hidrotermal de las rocas encajonantes es argilización-silicificación (asociado al eje del cobre), potásica (asociado a la zona de plomo-zinc), epidotización-piritización (asociada a la zona silicificada) y clorita-magnetita (asociada a todo el yacimiento).

Panamerican Silver, adquiere la propiedad de mina Huarón en marzo del 2000, de Mauricio Hochschild y desde entonces la producción está en crecimiento y las reservas se mantienen en un rango de reposición equivalente.

La columna litoestratigráfica del distrito está conformada principalmente por areniscas, margas, conglomerados, *chert* calcáreo, andesitas, ignimbritas, brechas y tufos.



**Figura 1. Mapa de ubicación geográfica de Unidad Minera Huarón. Tomada del Departamento de Geología**

**Tabla 2. Ruta geográfica UM Huarón**



TRAMO	DISTANCIA Km.	CARRETERA
Lima - Huaral - Huarón	210	Asfaltado
Lima - La Oroya - Huarón	230	Afirmado
<b>PROMEDIO DE VIAJE</b>	<b>240</b>	<b>Asfaltado - Afirmado</b>

*Tomada del Departamento de Geología*

### 2.2.2. Historia

Huarón es una mina de plata primaria que ha producido más de 220 millones de onzas de plata de 70 estructuras mineralizadas, desde que comenzaron las operaciones en 1912. En el año 1998, la mina Huarón dejó de operar, después de que sus labores subterráneas se inundaron debido a un accidente de una mina aledaña. *Panamerican Corporation* adquirió un interés mayoritario en la mina Huarón el año 2000. Posteriormente, la compañía adquirió el resto de interés, y ahora posee el 100% de la propiedad.

Huarón es una mina subterránea con muchas vetas estrechas y con un contenido rico en plata y de sulfuros. La mina y el apoyo a los pueblos fueron originalmente construidos y operados por una filial de la empresa francesa Peñarroya de 1912 a 1987. En 1987, la mina fue vendida a Mauricio Hochschild, antes de la adquisición por parte de PASSA. Aproximadamente 22 millones de toneladas de plata en sulfuros fueron extraídos de la propiedad Huarón. La plata fue el principal constituyente, contribuyendo sobre el 49% del valor de las ventas históricas, con el zinc, el plomo y el cobre, el 33%, 15% y el 3%, respectivamente. El mineral de la mina fue procesado en el mismo lugar obteniendo productos de concentrado de cobre, plomo y zinc. En abril de 1998, una parte cercana al lago Naticocha colapsó, y el agua del lago fluyó en la mina adyacente Animón (operado por una empresa no vinculada). Interconectados a través de túneles, quedando así la mina Huarón inundada provocando su cierre.

Durante este tiempo, PASSA vio la oportunidad de duplicar su producción de plata en el Perú y adquirió el 72,6% de participación mayoritaria en la mina de Huarón de Mauricio Hochschild.

PASSA tiene siete minas que operan estratégicamente ubicadas en Perú, México y Bolivia, países productores de plata. La empresa aumenta constantemente su producción anual de plata durante los últimos trece años. En 2007, la compañía produjo 17,1 millones de onzas de plata. Este año, con el encargo de su octava mina, Manantial Espejo, ubicada en Argentina, provincia de

Santa Cruz, Pan American Silver espera producir 18,8 millones de onzas de plata. Este será el decimocuarto año de la empresa en crecimiento de la producción.

## **2.3. Geología**

### **2.3.1. Geología Regional**

La propiedad de Huarón está situada dentro de la Cordillera Occidental de la Cordillera de los Andes. La geología regional de la mina Huarón está dominada por calizas del Cretácico del grupo Machay y rocas sedimentarias continentales del Terciario Pocobamba (Casapalca Roja Camas). Estos grupos han sido deformados por el anticlinal Huarón, la principal característica estructural de la zona.

Las calizas del grupo Machay y las rocas sedimentarias Pocobamba están fuertemente plegadas y fueron intruidas por diques de monzonitas de cuarzo y cuarzo monzonita, fuertemente fracturada. Este fracturamiento fue seguido por la alteración de minerales y la deposición de los fluidos hidrotermales. A raíz de la intrusión de los diques, las rocas sedimentarias son más comprimidas y fracturadas, y las fracturas fueron mineralizadas por fluidos hidrotermales.

### **2.3.2. Geología Local**

La principal litología en la zona es una secuencia continental consistente en areniscas, calizas, mármoles, conglomerados, brechas interestratificadas del Cretácico Superior y rocas de las formaciones de Casapalca del Terciario inferior. Al oeste de la mina, se presenta una serie de andesitas pertenecientes al nivel inferior de la formación Calipuy. Una serie de diques subverticales tipo cuarzo monzonítico, presentes generalmente de norte-sur y afectan a la mina en su estratigrafía.

Las rocas en la parte central de la mina y en elevaciones más bajas son principalmente marmolizadas y areniscas conocidas como el nivel más bajo. La parte inferior de esta secuencia consiste en la cuarcita Barnabé. En el lado occidental de la mina, la estratigrafía se compone de una serie de areniscas y

conglomerados interestratificados. El conglomerado contiene mal ordenados de cuarzo y piedra caliza en una matriz arenosa.

La mina Huarón se encuentra dentro de un anticlinal formado por fuerzas compresivas este-oeste. El eje del anticlinal es de aproximadamente de norte a sur, hundiéndose suavemente hacia el norte. Hay dos grandes sistemas de fallas:

- Fallas de empuje de norte a sur, paralelo al eje del anticlinal
- Fallas de tensión de este a oeste.

Estos intrusivos Monzonitos intruyen al grupo Casapalca y la formación volcánica Calipuy, con espesores de hasta 300 m. Estas dos orientaciones predominantes se observaron también en el interior de la mina Huarón. La mayor parte de la zona está cubierta de suelos recientes.

## **2.4. Geología Estructural**

### **2.4.1. Plegamiento**

Las secuencias paleógenas depositadas en el miogeosinclinal fueron deformadas por la fase Incaica, orientando sus estructuras con dirección NO-SE (tendencia andina), el levantamiento del macizo del bloque miogeosinclinal ocurrió en una superficie de erosión regional; este levantamiento de erosión coincidió con el emplazamiento de los últimos eventos magmáticos del batolito. El plegamiento en los sedimentos dentro del miogeosinclinal tomó lugar antes y después del depósito de la formación Casapalca y del grupo Calipuy. Este plegamiento se dio durante el paleógeno posiblemente mediante la orogenia incaica. Durante el depósito del Calipuy, ocurrió una deformación adicional que fue la fase Quechua.

En el área de Huarón, las dos fases están presentes, por ello, se observa la secuencia de la formación Casapalca plegada, al parecer formando un anticlinal y la secuencia del grupo Calipuy, formando un anticlinal abierto ligeramente asimétrico.

## 2.4.2. Fallas

En la región existen grandes discontinuidades acompañadas de fallas secundarias. Estas fallas secundarias en el área de Huarón estarían representadas por la falla NS (conocida como Huaychao-Cometa) y la falla Llacsacocha, ambas fallas dividen al yacimiento en cuatro sectores.

Las fallas locales reconocidas posteriormente con los trabajos de minado son: falla Shiusha (relacionada a la falla Pozo D) y la falla Tapada (relacionada con la falla Anteabigarrada).

Existen más fallas locales y la revisión de ellos va a permitir entender el efecto de estas fallas en el control del yacimiento.

Entre la falla Shiusha y la falla Tapada parece ubicarse el movimiento “hórstico” mencionado en alguna literatura.

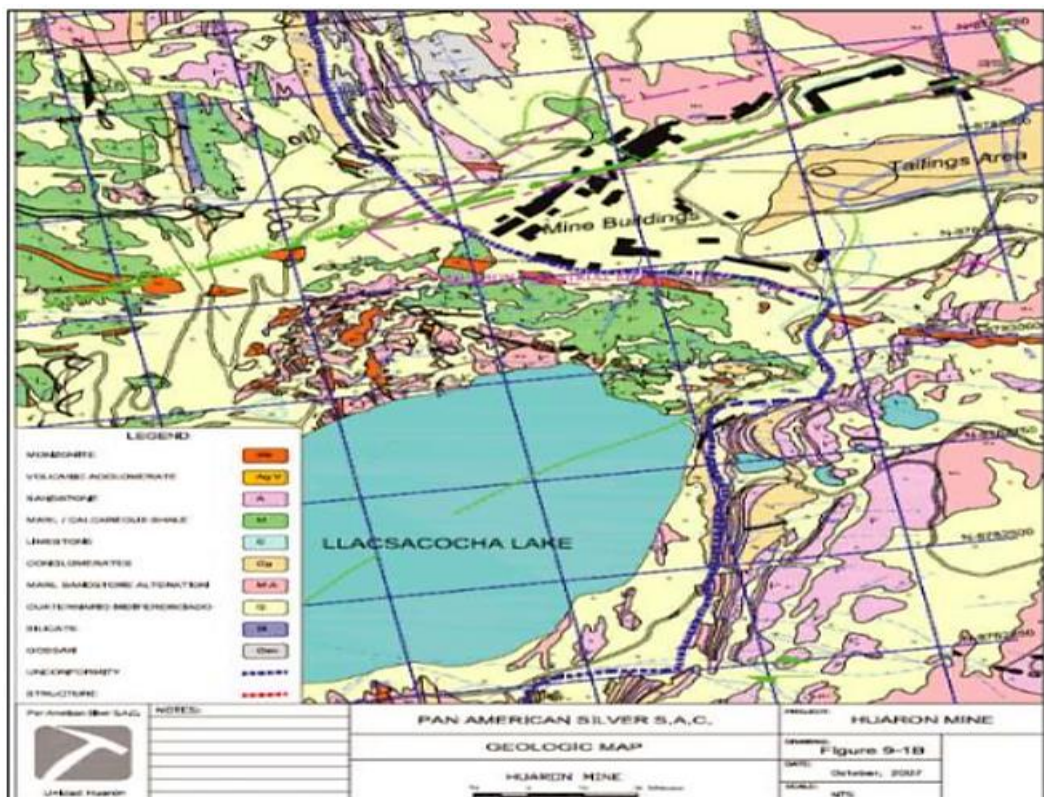


Figura 2. Sistema de fallas UM. Huarón. Tomada del Departamento de Geología



### 2.4.3. Discordancia

Recientemente se ha definido una superficie de discordancia presente en todo el yacimiento y ostensible en cada flanco del anticlinal. Esta superficie de discordancia estaría en el contacto entre la formación Casapalca y el grupo Calipuy. Parece tener un efecto en el control de la mineralización.

### 2.4.4. Mineralización

La provincia metalogénica del área presenta yacimientos de diferente génesis. En Huarón, la mineralización está concomitante a yacimientos hidrotermales ligados al magmatismo andino del Paleógeno.

La mineralización de mena está representada por tetraedrita-tenantita, esfalerita marmatita, calcopirita-enargita, galena, entre las principales. La ganga está representada por cuarzo, pirita, rodocrosita, rodonita, manganocalcita y alabandita.

La bibliografía muestra la presencia de tres etapas diferenciadas en el depósito de la mineralización, y relacionadas con temperaturas altas (cuarzo lechoso, pirita, tetraedrita), con temperaturas intermedias (cuarzo lechoso, pirita, esfalerita marrón y galena) y a temperaturas bajas (barita, siderita, dolomita, esfalerita rubia, galena, tetraedrita argentífera, polibasita, calcopirita, rodocrosita, cuarzo y calcita). Se asume una datación Pliocénica para la mineralización de Huarón.

Los tipos de estructura presentes en Huarón son: vetas, mantos y cuerpos (Bolsonadas).

- **Vetas**, son estructuras tabulares emplazadas en fracturas de tensión o en fracturas tensionales. Su potencia varía desde centímetros hasta 10 metros. Existen dos sistemas bien diferenciados (NS y EW). Son estructuras que pueden replicar a una mecanización dependiendo del ancho.

- **Mantos**, son estructuras de bajo buzamiento y su presencia está localizada en el flanco oeste del anticlinal. Su potencia permite mecanizar en algunos sectores.
- **Cuerpos**, han sido trabajados con métodos mecanizados y alta productividad. Se encuentran en el cruce de vetas a manera de *stockwork*, en el cruce de vetas con estratos de conglomerados (originando reemplazamientos), y también en el cruce de vetas con estratos de arenisca calcárea (originando diseminados). Existen cuerpos a manera de *stockwork* en el contacto intrusivo arenisca, los que han sido poco reconocidos.

#### **2.4.5. Alteración Hidrotermal**

La alteración hidrotermal reconocida en superficie y en los laboreos subterráneos son: sericitización y silicificación muy cerca de las vetas, y cloritización, epidotización y propilitización remota de las vetas. Por la cantidad de vetas principales más ramales, existe una superposición de alteraciones que originan franjas de alteración.

#### **2.4.6. Controles de Mineralización**

Los controles de mineralización reconocidos en el yacimiento son: estructural, litológico, estratigráfico.

### **2.5. Descripción del Método del Minado**

#### **2.5.1. Corte y Relleno**

En este método de minado el mineral roto es cargado y extraído completamente del tajo, una vez disparado el frente, el volumen extraído es rellenado con un material estéril para el apoyo de las cajas, proporcionando una plataforma mientras la próxima rebanada sea minada. El material de relleno puede ser una roca estéril proveniente de las labores de desarrollo en la mina y es distribuido mecánicamente sobre el área tajeada (80% RD), utilizando el equipo *scoop* para aplanar el piso, asimismo se pone una capa de 20 cm de relleno hidráulico (20% RH) esto para no contaminar el mineral de los siguientes cortes. El relleno hidráulico procede de los relaves de la planta concentradora, mezclando

con agua y transportando a la mina a través de tuberías; cuando el agua del relleno es drenada entonces queda un relleno competente con una superficie uniforme.

Uno de los métodos usados en Huarón, es el Corte y Relleno Ascendente con acceso libre y perforación en *breasting* mecanizada, por lo que se espera un alto nivel de productividad y mejor estabilidad de los hastiales y de la caja techo. El minado de corte y relleno es en forma de tajadas horizontales comenzando del fondo hacia arriba.

### **Condiciones de Aplicación**

- Fuerte buzamiento (<55°)
- Las cajas del yacimiento pueden ser irregulares y no competentes.
- El mineral debe tener buena ley.
- Disponibilidad de relleno
- En cualquier depósito y terreno

### **Ventajas**

- La recuperación es cercana al 100%.
- Es altamente selectivo, lo que significa que se pueden trabajar secciones de alta ley y dejar aquellas zonas de baja ley sin explotar.
- Es un método seguro.
- Puede alcanzar un alto grado de mecanización.
- Se adecua a yacimientos con propiedades físico–mecánicas incompetentes.

### **Desventajas**

- Costo de explotación elevado.
- Bajo rendimiento por la paralización de la producción como consecuencia del relleno.
- Consumo eminente de materiales de fortificación.

- Para seleccionar el método de minado, es importante definir claramente las condiciones naturales del yacimiento, es decir factores de selección:

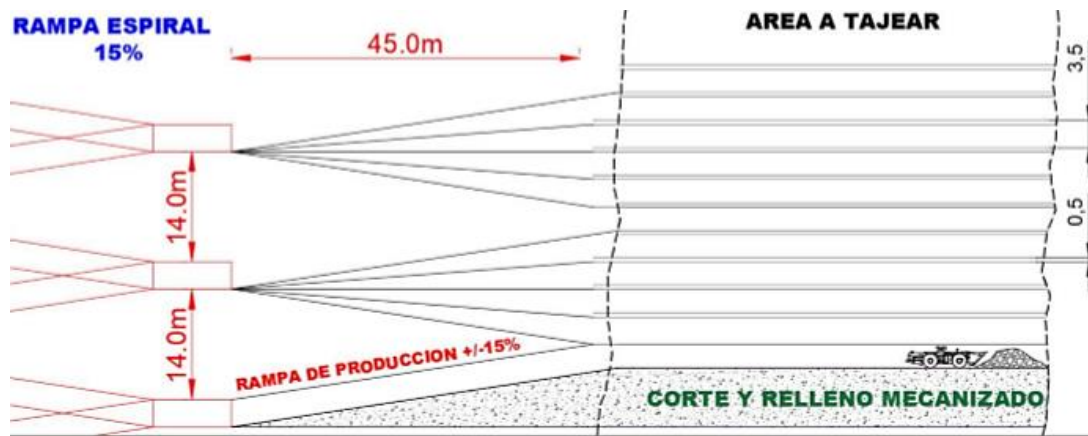


Figura 3. Corte y relleno con acero libre con perforación en breasting Pas Huarón. Tomada de Departamento de Geomecánica

Tabla 3. Parámetros geomecánicos Pas. Huarón

PARAMETROS GEOMECANICOS	
Longitud a minar	: 40m.
RMR Caja Techo	: 40 - 50
RMR Caja Piso	: 50 - 60
RMR Boveda	: 30 - 40
Tiempo de Autosoporte	: 12-24hrs

Tomada del Departamento de Geomecánica

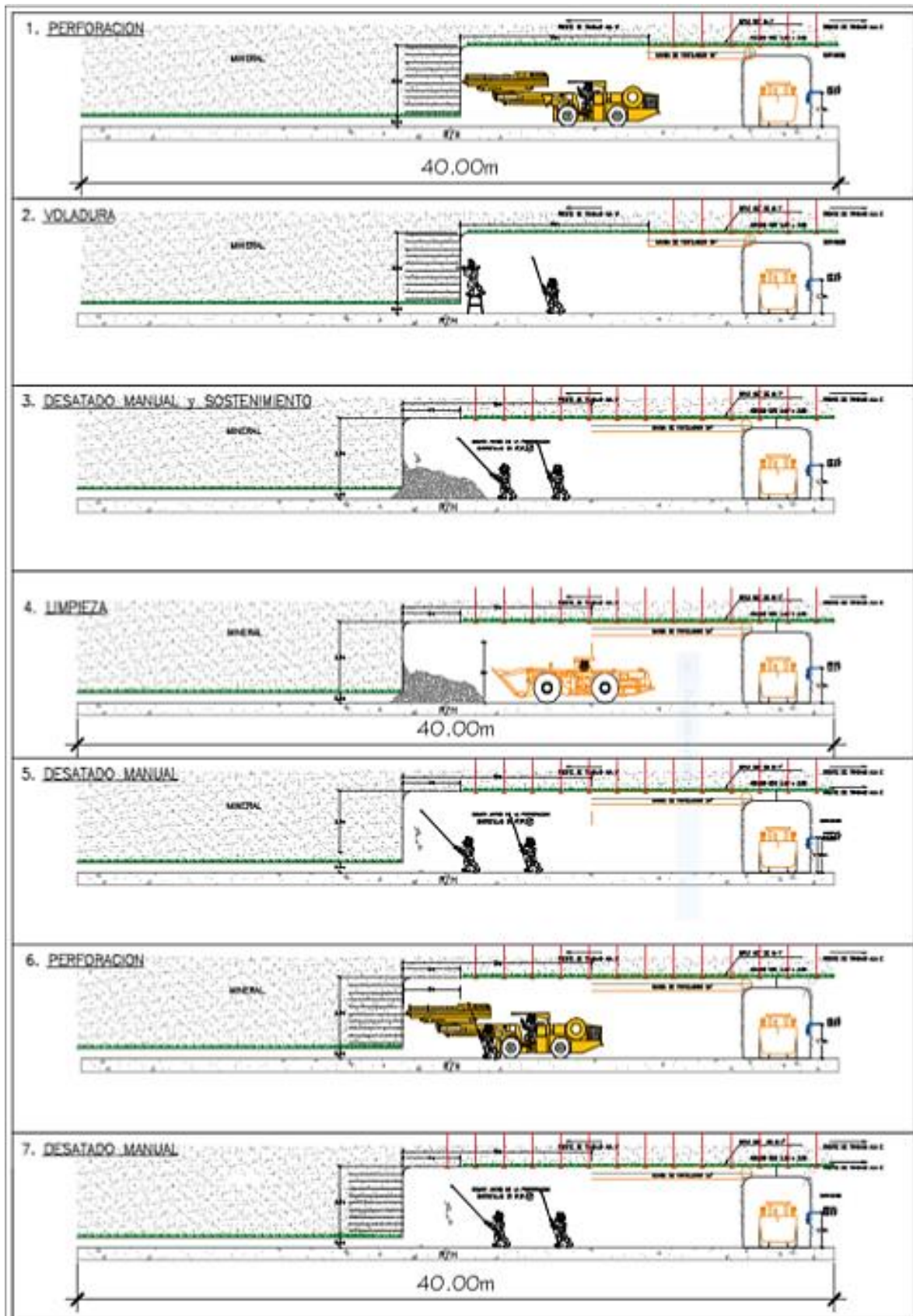


Figura 4. Secuencia de minado corte y relleno ascendente. Tomada del Departamento de Planeamiento PAS. Huarón.

## **Taladros Largos**

El método de minado *Sublevel Stopping* con relleno permanente denominado como el método de minado AVOCA se aplica en depósitos verticales con potencias mayores a 3.0 m y cuyas cajas son de competencia pobre (3B-5A). Este método es bastante versátil, con un rango de aplicación amplio especialmente en condiciones de rocas incompetentes o de características impredecibles. Permite una buena recuperación (>90%) y selectividad de las reservas, se puede obviar sin problemas las irregularidades del yacimiento. Los sectores estériles pueden quedar como pilares, asimismo se puede dejar mineral disparado de baja ley en el caserón. La dilución es controlable utilizando sistemas de protección adecuados (<2%).

### **Condiciones de Aplicación**

- Fuerte buzamiento (>50°)
- Las cajas del yacimiento no son competentes (RMR<50)
- Anchos de estructura >2.00 m
- El mineral debe tener buena ley
- Disponibilidad de material de relleno
- Límites regulares del yacimiento

### **Ventajas**

- Alta productividad
- Menores daños en la roca remanente
- Gran volumen de mineral
- Menores costos de perforación y voladura
- Buen control de leyes y baja dilución

### **Desventajas**

- Se produce apelmazamiento del material después de la voladura
- Zona insegura

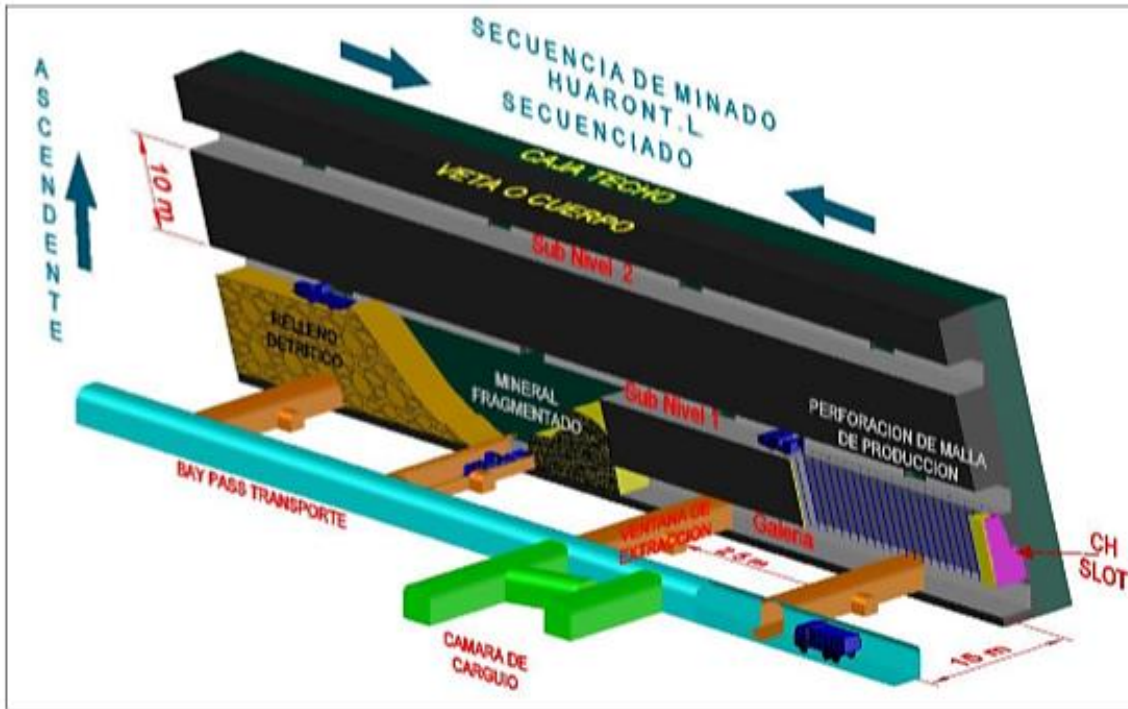


Figura 5. Diseño de taladros largos. Tomada del Departamento de planeamiento PAS. Huarón

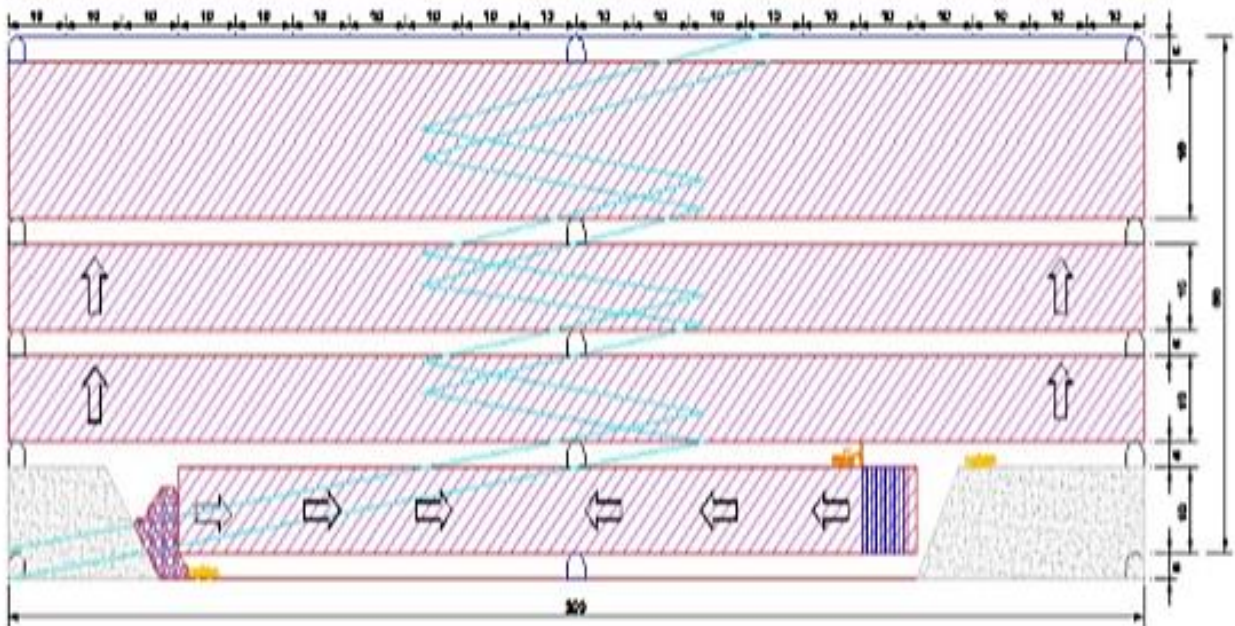


Figura 6. Secuencia de minado taladros largos. Tomada del Departamento de planeamiento PAS. Huarón

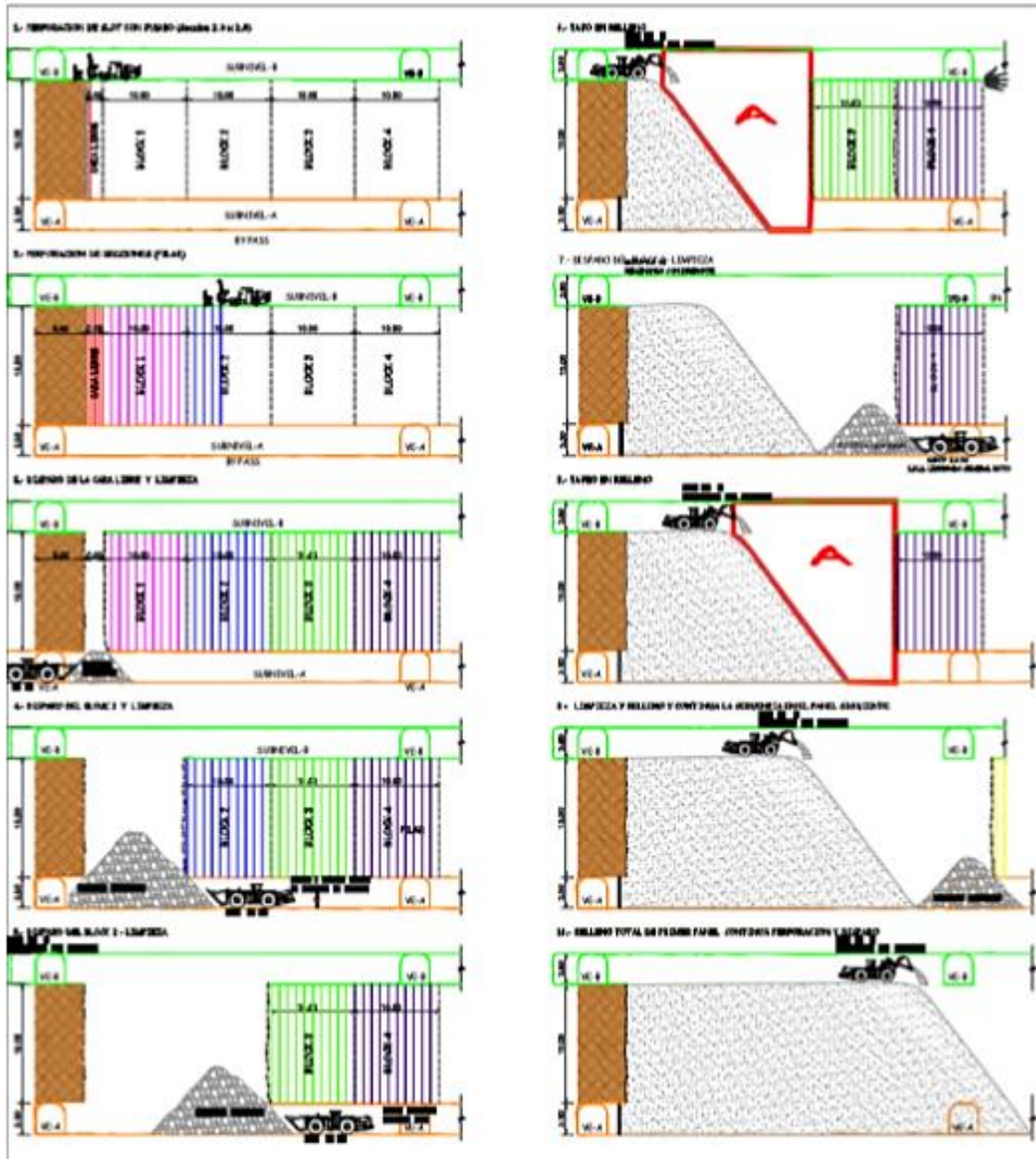


Figura 7. Diseño de secuencia de minado taladros largos. Tomada del Departamento de planeamiento PAS. Huarón

**Relleno:** el relleno tiene dos funciones en Huarón: la primera es la continuidad del ciclo de explotación en los tajos de corte y relleno, y la segunda es la de estabilizar las zonas explotadas con métodos que no utilizan relleno en su etapa de explotación, como es el caso de los tajos de taladros largos (*sublevel stoping*).



**Relleno hidráulico:** es el material sólido (relaves, arenas, material detrítico seleccionados y menores de 2.5 mm promedio y cemento en determinados casos) que se transporta en un medio líquido a través de tuberías en superficie y en interior de mina, desde la planta de procesos hasta los tajos a fin de llenar los espacios vacíos dejados como consecuencia de la extracción del mineral económico.

**Relleno detrítico:** relleno detrítico (procedente de la desagregación de los cuerpos, material inutilizable, desperdicio), es el material que se utiliza para rellenar los espacios vacíos producto de la extracción del mineral económico de las labores y evitar las caídas del techo o cajas y para contar con un piso de trabajo apropiado en las mismas. Es netamente ascendente. Su transporte requiere *waste pass*, carros mineros / palas / tolvas, equipos de bajo perfil, entre otros.

En la labor a rellenar se requiere de rastrillo / winche, palas manuales, etc. para extender la carga y empaquetar convenientemente las cajas y evitar los espacios vacíos, muy comunes en este tipo de rellenado, que permiten los movimientos de las cajas con los consiguientes riesgos de derrumbes.

**Desventajas:**

- Permite la pérdida del mineral económico roto en la limpieza final (fragmentos finos) o lo diluye en gran porcentaje (al mezclarse con el relleno).
- No siempre es posible “empaquetar convenientemente” las cajas.
- Deja generalmente un piso irregular tanto a lo largo de la zona rellenada como transversalmente, por la presencia de bancos, dificultando o impidiendo el trabajo de equipos motorizados sobre neumáticos.

**Relleno cementado:** el uso de relleno cementado es esporádico ya que se usará cuando inicie el minado de la estructura travieso. Esto por la mineralización con clasificación RMR Roca Mala a Muy Mala con una resistencia de diseño requerida de 1 Mpa, como una de las opciones adecuadas para garantizar la estabilidad con un factor de resistencia comprendido entre 0.63 a 1.26 y que permita una recuperación al 100% de mineral. Se requerirá 12,000 m<sup>3</sup> de relleno

cementado con una granulometría hasta 2.5" máximo, de material de cuarcita (cantera).

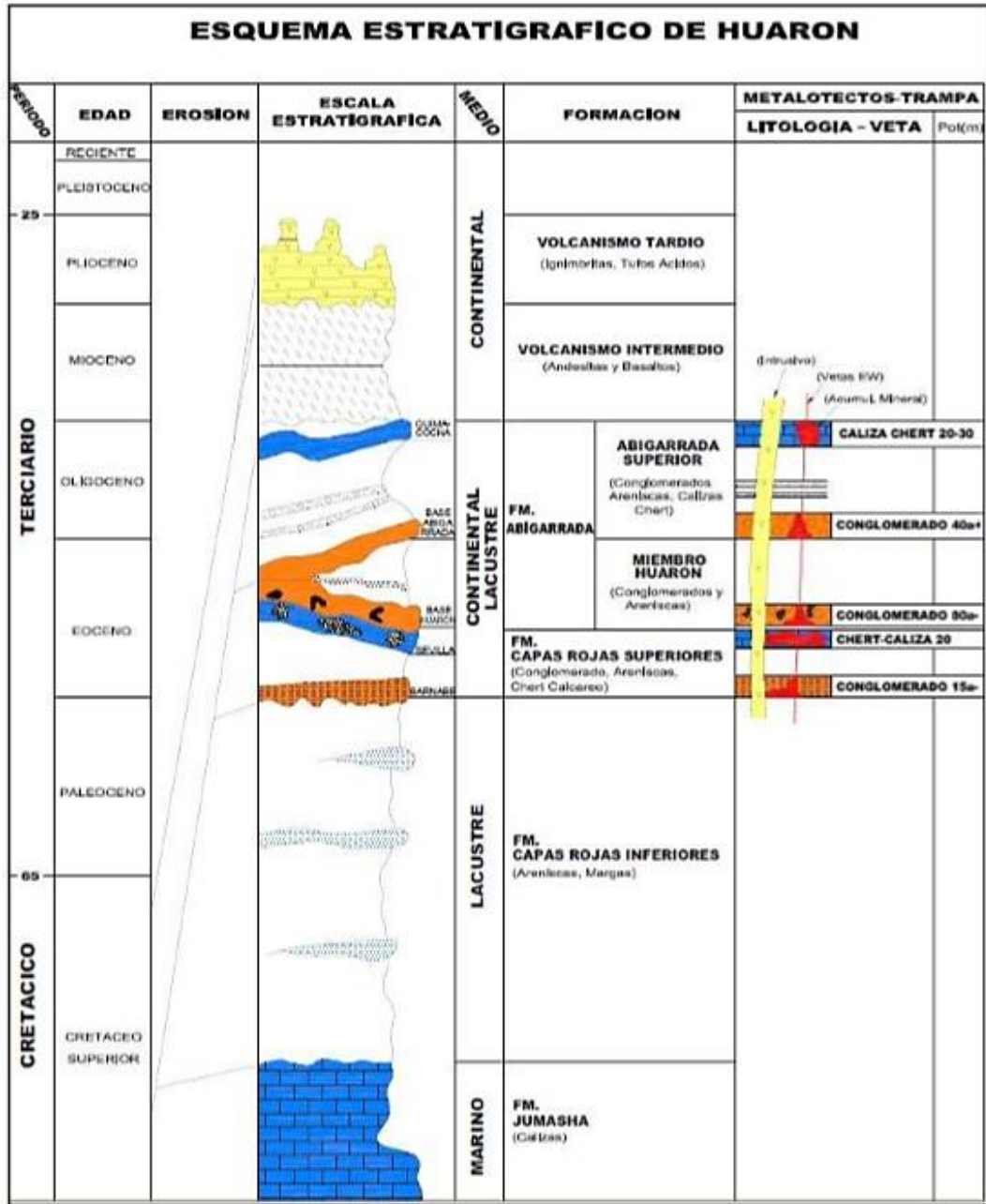
**Drenaje:** el drenaje del agua de mina es conducido hacia el túnel principal de drenaje, en este caso el túnel Paúl Nevejans el cual se ubica en el nivel 250 y cuya desembocadura se da a la altura del campamento de San José, en esta salida se cuenta con un dosificador de cal y pozas de decantación para el tratamiento de las aguas antes de su desembocadura al río San José.

**Túnel de drenaje:** el túnel en el nivel 250, conocido también con el nombre de túnel Paúl Nevejans, fue construido entre abril de 1948 y 1954, como túnel de drenaje, sobre una distancia de 6,450 m hasta la progresiva del pique 'A', esta galería tiene una sección de 2.5 m\*2.5 m, con una gradiente de 3.5/1000 y una cuneta de 1.2 m\*1.0 m

En la actualidad, la longitud del túnel llega a medir 8,500 m atravesando la zona de Huarón y llegando hasta la mina Chungar.

### **2.5.2. Geomecánica**

La columna litoestratigráfica del distrito está conformada principalmente por areniscas, margas, conglomerados, *chert* calcáreo, andesitas, ignimbritas, brechas y tufos.



**Figura 8. Esquema estratigráfico PAS. Huarón. Tomada del Departamento de Planeamiento PAS. Huarón**

La caracterización geomecánica del macizo rocoso de la unidad minera Huarón está desarrollada en base al Sistema GSI (*Geological Strenght Index*) basado en la impresión visual de la estructura rocosa, en términos de bloques y de la condición superficial de las discontinuidades indicadas por la rugosidad y alteración de las juntas.

La combinación de estos dos parámetros proporciona una base práctica para describir un rango amplio de tipos de macizos rocosos, los parámetros del GSI se basan en las descripciones de la calidad del macizo rocoso en lugar de formular datos de entrada cuantitativos como son en los sistemas RMR y Q. El GSI es principalmente útil para macizos rocosos débiles con valores de RMR < 30. El composito de la calidad del macizo rocoso en unidad minera Huarón está constituido de acuerdo con el siguiente cuadro:

El uso de la cartilla geomecánica en base al sistema GSI Modificado, permite determinar el sostenimiento adecuado en función a la calidad del macizo rocoso identificado; sin embargo, la correlación con el método de Bieniaski (RMR) también es considerado para valorar al macizo rocoso en unidad minera Huarón.

**Objetivo:** sustentar el análisis de estabilidad local del macizo rocoso, análisis estructural, dimensionamiento y diseño de fortificación subterránea adecuado y alineado a los criterios de seguridad y eficiencia operacionales, normadas en nuestra legislación peruana. Los alcances relacionados con el objetivo planteado son:

- Análisis tenso deformacional del macizo rocoso
- Sistemas de clasificación geomecánica
- Planos de zonificación geomecánica
- Análisis de estabilidad, a través de cálculos numéricos o elementos finitos. Aplicación de herramientas gráficas o computacionales

**Tabla 4. Clasificación macizo PAS. Huarón**

RMR	%	OBSERVACIONES
10-20	25	Resistencia pobre (< 20Mpa), aperturas abiertas, superficies lisas, relleno argílico suave, leve a moderada meteorización, muy alterado, con condición de agua (Flujo y/o goteo)
21-40	55	Resistencias regulares (21-50Mpa), aperturas 0.1-2mm, superficies ligeramente rugosas, relleno de calcita, cuarcita duro, ligeramente meteorizado, moderadamente alterado, con condiciones de humedad y seca
41-60	10	Resistencia buena (51-80Mpa), aperturas cerradas, superficies rugosas, relleno de cuarcita duro, levemente alterado (Epidotización), con condiciones secas.

*Tomada del Departamento de Geomecánica PAS. Huarón*

## 2.6. Plan de Minado

El plan de minado 2019 se realiza en base a la cubicación de reservas de junio 2018, los cuales se detallan en el siguiente cuadro.

**Tabla 5. Reservas Mina Huarón 2018**

### RESERVAS MINA HUARON 2018

CATEGORIA	<input checked="" type="checkbox"/> A. de Veta (m)	Tonelaje (ton)	Ag (gr/ton)	Cu %	Pb %	Zn %	\$ VPT
PROBABLE	3.00	3,921,895	166.42	0.45	1.60	2.96	142.87
PROBADO	2.90	5,815,479	161.49	0.42	1.45	3.01	138.28
<b>Total general</b>	<b>2.94</b>	<b>9,737,375</b>	<b>163.48</b>	<b>0.43</b>	<b>1.51</b>	<b>2.99</b>	<b>140.13</b>

### RECURSOS MINA HUARON 2018

CATEGORIA	<input checked="" type="checkbox"/> A. de Veta (m)	Tonelaje (ton)	Ag (gr/ton)	Cu %	Pb %	Zn %	\$ VPT
RECURSO INDICADO	2.37	1,427,248	166.26	0.25	1.67	3.18	143.80
RECURSO INFERIDO	3.21	6,526,308	158.90	0.38	1.55	2.83	134.74
RECURSO MEDIDO	2.84	2,151,177	161.86	0.22	1.60	3.01	137.62
<b>Total general</b>	<b>3.01</b>	<b>10,104,734</b>	<b>160.57</b>	<b>0.33</b>	<b>1.58</b>	<b>2.92</b>	<b>136.63</b>

*Tomada del Departamento de Planeamiento PAS. Huarón*

El plan de minado de Pan American Silver Huarón S. A. contempla la explotación de tres zonas establecidas a partir de su posición geográfica y de cota.

Las zonas que el plan contempla son las siguientes:

1. Zona Norte, la producción representa 47.31% del total planeado en el año de operación.

2. Zona Norte 500, la producción representa 19.63% del total planeado en el año de operación.
3. Zona Sur, la producción representa el 33.06 % del total planeado en el año de operación.

El programa anual contempla una producción de 940,000 toneladas métricas secas con leyes equivalentes a 146.54 gramos Di7e plata por tonelada métrica, 0.82% de cobre, 1.24% de plomo y 2.52 % de zinc.

El programa de avance contempla en total de 24,739 metros de la siguiente manera:

Para el año 2019 dentro del programa de avances se tiene la preparación para profundizar y dar continuidad el minado con el mismo soporte de leyes programados para el 2019.

Las rampas de profundización están consideradas con una sección de 4.00 m X 4.20 m con sus respectivas cámaras de carguío, poza de bombeos y SS. EE.

**Zona Norte;** RA857 (-) rampa para preparar las siguientes estructuras, veta Travieso, veta Santo Tomas Ramal y veta Roxana Ramal; RA824 (-) para preparar veta Cuatro, veta Santo Tomas Ramal, veta Teresa Ramal y veta Fastidiosa Ramal 4; RA251 (-) para preparar veta Llacsacocha y veta Llacsacocha Sur; RA978 (-) para preparar veta Farallón, veta Fastidiosa Ramal 4 y veta Margarita Ramal; RA890 (-) para preparar veta Pozo D Ramal Norte y Sur.

**Zona Sur;** RA871 (-) rampa para preparar las siguientes estructuras veta Tapada y veta Juanita; RA943 (-) para preparar veta Gavia; RA922 para preparar veta Providencia Ramal, veta Mariana y veta Labor.

**Zona Norte 500;** RA10 (+) para preparar las siguientes estructuras veta Productora Ramal, veta Constancia y veta Alianza.

Asimismo, se ha contemplado la preparación de subniveles y ventanas como parte de la explotación por el método de minado de taladros largos.

Tabla 6. Plan de minado 2019

### PLAN DE MINADO 2019

Zona	Valores	2019												Total general
		Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	
NORTE	Toneladas	37,100	35,700	37,500	37,500	37,300	37,400	37,300	37,100	36,500	37,200	37,200	36,900	444,700
	Ag(gr/t)	125.55	138.37	130.48	121.69	124.38	133.11	130.43	139.48	137.49	150.20	135.79	139.91	133.87
	Cu%	1.19	1.21	1.06	1.13	1.16	1.10	1.01	1.05	1.12	1.16	1.17	1.12	1.12
	Pb%	0.61	0.60	0.81	0.58	0.68	0.77	0.78	0.82	0.80	0.82	0.92	0.91	0.78
	Zn%	1.81	1.84	1.97	1.69	1.78	1.94	2.10	2.06	1.97	2.29	2.12	2.25	1.99
	VPT	102.54	108.52	106.62	97.53	103.06	108.73	108.10	111.89	111.74	121.53	116.21	118.81	109.59
NORTE 500	Toneladas	15,500	15,000	15,000	15,000	15,500	15,500	15,500	15,500	15,500	15,500	15,500	15,500	184,500
	Ag(gr/t)	120.46	129.50	130.27	139.21	120.12	123.73	132.70	128.27	125.87	115.96	116.64	134.12	126.35
	Cu%	0.47	0.26	0.12	0.23	0.26	0.50	0.61	0.20	0.19	0.23	0.31	0.22	0.30
	Pb%	1.05	1.52	1.69	1.88	1.41	1.13	1.10	1.34	1.35	1.56	1.45	1.38	1.40
	Zn%	3.13	3.37	3.47	3.38	3.08	2.81	2.56	3.05	3.56	2.95	2.92	2.94	3.06
	VPT	109.62	118.14	119.68	126.28	109.34	109.09	110.66	109.50	116.47	102.13	108.80	111.97	112.57
SUR	Toneladas	26,000	26,000	26,000	25,700	26,000	26,000	26,000	26,000	26,000	26,000	25,600	25,500	310,800
	Ag(gr/t)	186.16	161.45	174.17	182.59	190.26	183.70	174.12	173.96	176.61	166.18	180.66	169.81	176.64
	Cu%	0.67	0.56	0.83	0.76	0.63	0.57	0.69	0.81	0.78	0.64	0.69	0.58	0.68
	Pb%	2.09	1.90	1.90	2.10	1.96	2.05	1.80	1.74	1.75	1.70	1.66	1.28	1.83
	Zn%	3.09	3.05	2.96	3.12	3.07	3.02	3.10	2.94	2.78	2.62	2.98	2.84	2.96
	VPT	150.41	136.75	145.72	151.82	149.38	146.92	144.05	143.17	142.09	131.90	143.17	129.83	142.95
Total Toneladas		78,600	76,700	78,500	78,200	78,800	78,900	78,800	78,600	78,000	78,700	78,300	77,900	940,000
Total Ag(gr/t)		144.60	144.46	144.91	145.06	145.28	147.94	145.29	148.67	148.22	148.74	146.67	148.54	146.54
Total Cu%		0.88	0.80	0.81	0.84	0.81	0.81	0.83	0.80	0.82	0.80	0.85	0.76	0.82
Total Pb%		1.19	1.22	1.34	1.33	1.25	1.26	1.18	1.23	1.23	1.26	1.27	1.12	1.24
Total Zn%		2.49	2.55	2.58	2.48	2.46	2.46	2.52	2.54	2.56	2.45	2.56	2.58	2.52
Total VPT		119.77	119.97	122.07	120.89	119.58	121.39	120.46	121.77	122.79	121.14	123.56	121.06	121.20

### PLAN DE AVANCES 2019 POR ZONAS

Zona	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total general
NORTE	830	840	915	1,015	930	740	720	740	720	780	865	820	9,915
NORTE 500	390	380	450	390	535	430	440	410	415	470	380	390	5,080
SUR	810	800	750	760	780	947	909	958	865	820	680	665	9,744
Total general	2,030	2,020	2,115	2,165	2,245	2,117	2,069	2,108	2,000	2,070	1,925	1,875	24,739

### PLAN DE AVANCES 2019 POR FASES

Fase	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total general
EXPLORACIÓN	75	110	125	120	165	120	115	120	115	130	110	95	1,400
DESARROLLO	820	630	635	735	745	712	759	908	720	905	765	695	9,029
PREPARACIÓN	675	740	855	875	825	815	815	630	705	685	600	625	8,845
OPERACIÓN MINA	460	540	500	435	510	470	380	450	460	350	450	460	5,465
Total general	2,030	2,020	2,115	2,165	2,245	2,117	2,069	2,108	2,000	2,070	1,925	1,875	24,739

Tomada del Departamento de Planeamiento PAS. Huarón

## 2.7. Bases Teóricas del Estudio

La presente tesis titulada: "Mejora de la productividad en equipos de acarreo de mineral y desmonte en la veta Gavia – nivel 100 y 120, unidad minera Huarón", explica una metodología para la mejora de la productividad en equipos de acarreo

de mineral y desmonte y generar programas de reducción de costos en las operaciones unitarias de transporte y acarreo de mineral con un incremento sustancial del nivel de producción durante el periodo 2019 para la mejora del beneficio de la empresa minera.

La metodología que se usó para la demostración de la hipótesis fue de carácter descriptivo, mediante la evaluación de los indicadores operacionales como utilización y disponibilidad de equipos de carguío y acarreo seleccionados por la empresa. Estos indicadores permiten analizar las diferentes variables operacionales que involucran la utilización y disponibilidad mediante la herramienta de gestión denominada Pareto que definirá los diferentes factores de calidad operacional 80/20 (el 20% de los defectos afectan el 80% de los procesos), y así poder identificar los problemas relevantes que conllevan el mayor porcentaje de error e inciden directamente en el tiempo operacional efectivo.

Una vez definidos los problemas relevantes en el ciclo de acarreo y transporte de mineral y desmonte en la unidad minera, se relaciona con los rendimientos de los equipos como utilización y disponibilidad al plan de producción programado y ejecutado.

Finalmente, con el análisis técnico realizado mediante la herramienta de gestión operacional, se define el costo unitario de material transportado en ambos periodos y se relaciona con las variables de utilización y disponibilidad. Con estos resultados se puede definir y generar programas de mejora de productividad en equipos de acarreo y transporte de mineral en la unidad minera.

## **2.8. Plan de Minado tipo Largo Plazo (LOM)**

El plan de producción tipo Largo Plazo en la unidad minera Huarón, considera el periodo 2019 al 2023 con un total de 5'889,640 toneladas, la producción programada durante el periodo 2019 es de 962,140 toneladas los cuales consideran los métodos de minado con *sublevel stoping* con taladros largos, *bench and fill* y *breasting*.



**Tabla 7. Producción de mineral asociada al largo plazo por método de minado, en la unidad minera Huarón**

**PLAN PRODUCCIÓN LARGO PLAZO**

2019 a 2023

AÑO	ENERO 31	FEBRERO 28	MARZO 31	ABRIL 30	MAYO 31	JUNIO 30	JULIO 31	AGOSTO 31	SEPTIEMBRE 30	OCTUBRE 31	NOVIEMBRE 30	DICIEMBRE 31	TOTAL 365
<b>2019</b>	81,716	73,808	81,716	79,080	81,716	79,080	81,716	81,716	79,080	81,716	79,080	81,716	<b>962,140</b>
<b>2020</b>	86,800	78,400	86,800	84,000	86,800	84,000	86,800	86,800	84,000	86,800	84,000	86,800	<b>1,022,000</b>
<b>2021</b>	97,650	88,200	97,650	94,500	97,650	94,500	97,650	97,650	94,500	97,650	94,500	97,650	<b>1,149,750</b>
<b>2022</b>	110,050	99,400	110,050	106,500	110,050	106,500	110,050	110,050	106,500	110,050	106,500	110,050	<b>1,295,750</b>
<b>2023</b>	124,000	112,000	124,000	120,000	124,000	120,000	124,000	124,000	120,000	124,000	120,000	124,000	<b>1,460,000</b>

**PLAN PRODUCCIÓN 2019 - 2020**

POR MÉTODO DE MINADO

AÑO	METODO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	TOTAL
<b>2019</b>	TL	61,287	55,356	61,287	59,310	61,287	59,310	61,287	61,287	59,310	61,287	59,310	61,287	<b>721,605</b>
	BR	10,623	9,595	10,623	10,280	10,623	10,280	10,623	10,623	10,280	10,623	10,280	10,623	<b>125,078</b>
	AV	9,806	8,857	9,806	9,490	9,806	9,490	9,806	9,806	9,490	9,806	9,490	9,806	<b>115,457</b>
<b>2020</b>	TL	65,100	58,800	65,100	63,000	65,100	63,000	65,100	65,100	63,000	65,100	63,000	65,100	<b>766,500</b>
	BR	11,284	10,192	11,284	10,920	11,284	10,920	11,284	11,284	10,920	11,284	10,920	11,284	<b>132,860</b>
	AV	10,416	9,408	10,416	10,080	10,416	10,080	10,416	10,416	10,080	10,416	10,080	10,416	<b>122,640</b>

*Tomada del Departamento de Planeamiento*

## 2.9. Sistema Actual de Transporte en la Veta Gavia

### 2.9.1. Características del Perfil de Acarreo Veta Gavia

El *layout* de acarreo de la veta Gavia considera labores de profundización desde bocamina a la cortada Cosmos con una distancia de 354.48 metros y gradiente de 2% (+), desde el final de la cortada Cosmos se proyecta la rampa Cosmos con una distancia de 971 metros y gradiente de 14% (-), del final de la rampa Cosmos se desarrolla la galería 965 de 426.18 metros y gradiente de 2% (+), del final de la galería 965 se profundiza con la rampa 965 de 857.56 metros y 14% (-), para continuar con un *by pass* de 203.82 metros y 0.5% (+), comunicando a la rampa 990 de 1015 metros y 14% (-) para finalmente comunicar a la rampa 943 de 829.89 metros con 14% (-) de gradiente. El perfil de acarreo considera un mantenimiento de vías en forma adecuada, lo que no influye directamente en el mayor costo de transporte, por lo que se considera una resistencia a la rodadura de 1% a 2%.

El total del perfil de acarreo de mineral y desmonte desde la veta Gavia hasta bocamina genera una distancia total de 4,658.86 metros de labores de desarrollo.

Tabla 8. Distancias del perfil de acarreo de la veta Gavia

#### LAYOUT DE ACARREO

Veta Gavia

TRAMO	LABOR	DISTANCIA (m)	GRADIENTE (%)	RESIST. RODAD.(%)
1 - 2	RP 943	829.89	-14	1 - 2
2 - 3	RP 990	437.42	-14	1 - 2
3 - 4	RP 990	577.83	-14	1 - 2
4 - 5	BP 965C	203.82	+ 0.5	1 - 2
5 - 6	RP 965	857.56	-14	1 - 2
6 - 7	GL 965	426.18	+ 2	1 - 2
8 - 9	RP KOSMOS (10)	971.68	-14	1 - 2
XC - BOCA MINA	XC	354.48	+ 2	1 - 2

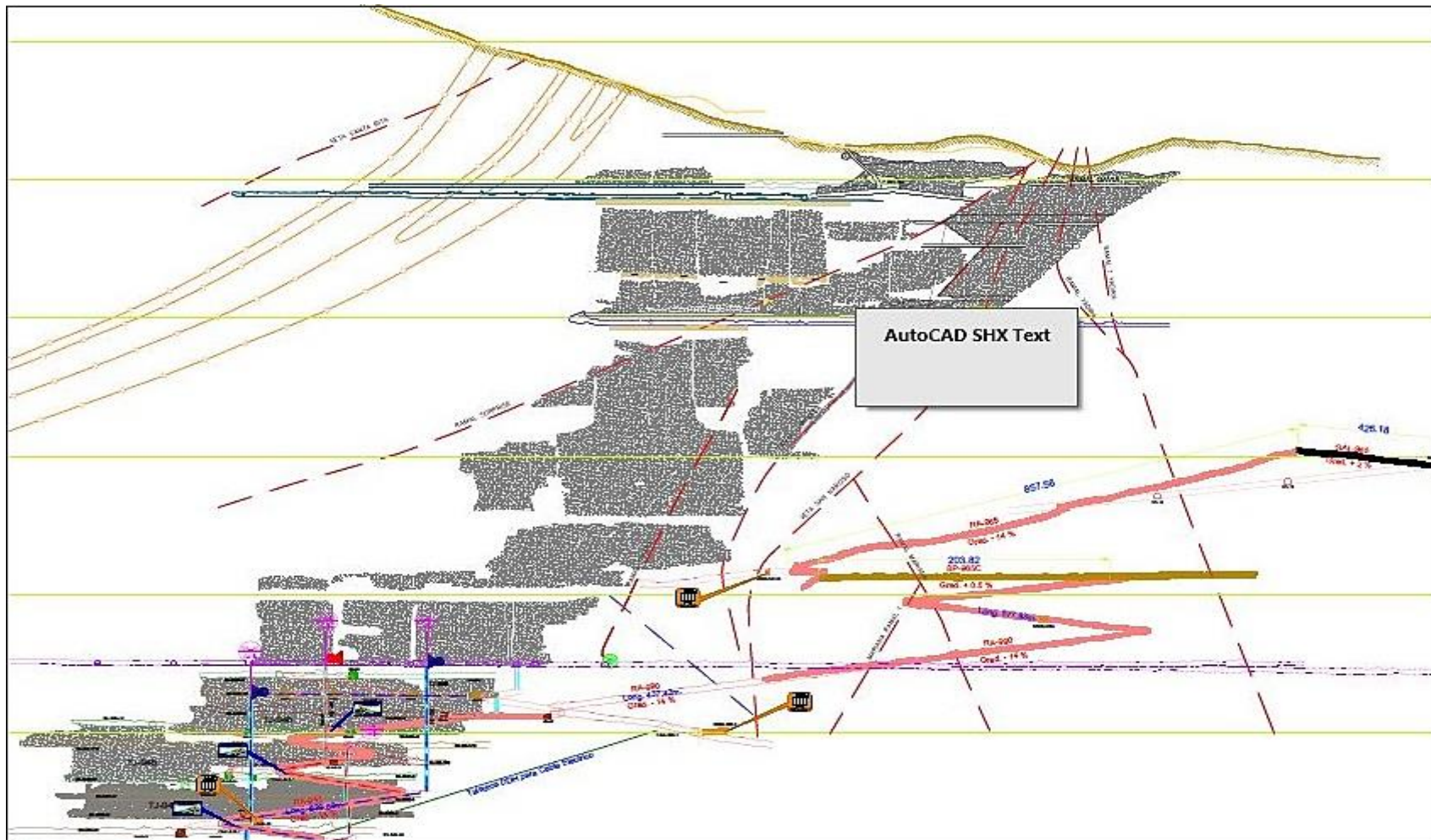
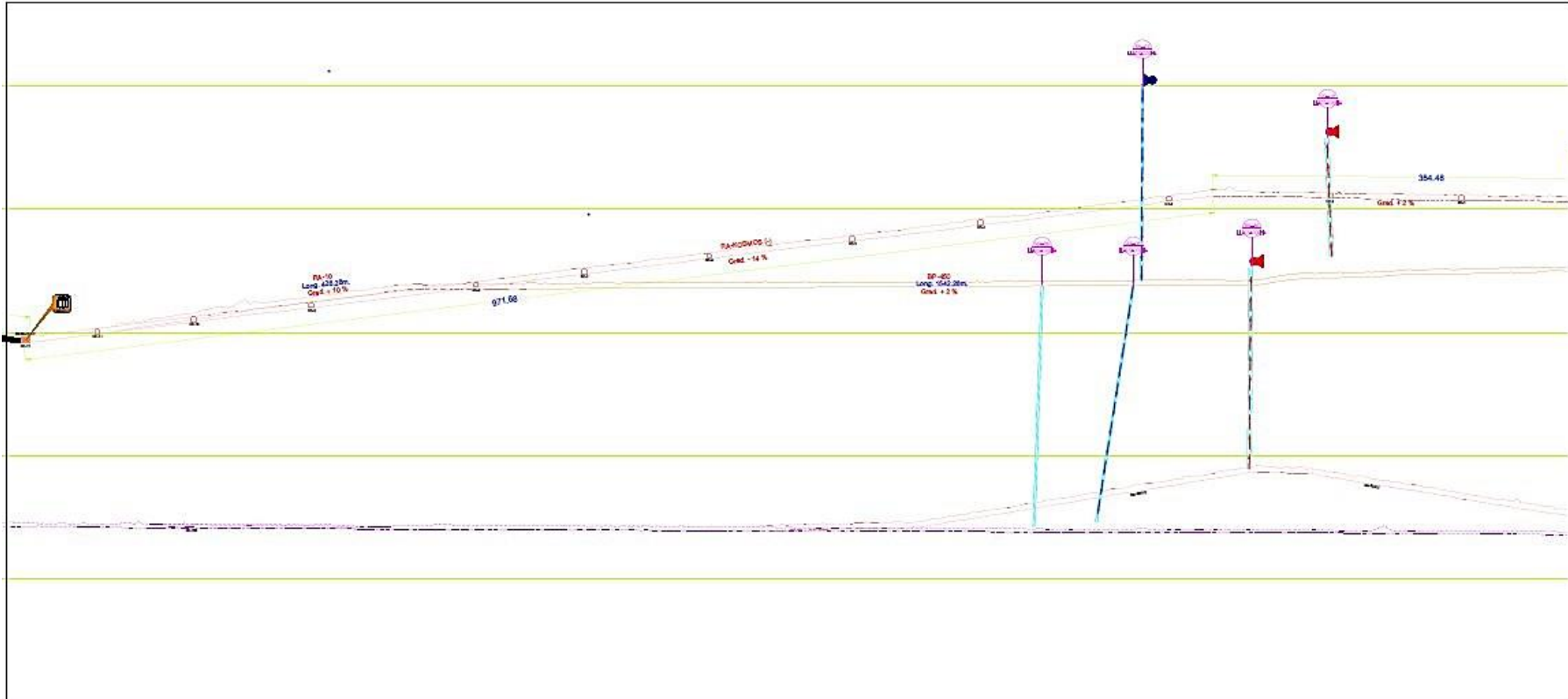


Figura 9. Perfil de acarreo de mineral en la veta Gavia, en la unidad minera Huarón. Tomada del Departamento de Planeamiento



**Figura 10. Perfil de acarreo de mineral en la veta Gavia en la unidad minera Huarón. Tomada del Departamento de Planeamiento**

## 2.9.2. Características Técnicas de los Equipos de Acarreo

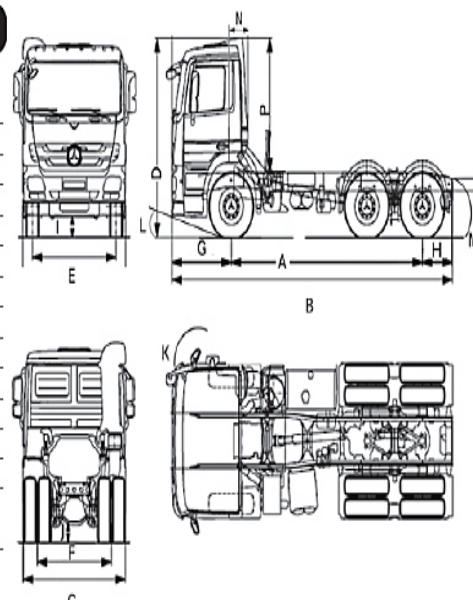
El presente estudio está definido por las unidades de acarreo y transporte de mineral y desmante en la veta Gavia de la unidad minera Huarón, considerando 10 unidades de la marca Mercedes Benz, modelo 3344K de dimensiones de 7.4 metros de largo, 2.5 metros de ancho y de 3.3 metros de alto con un peso bruto vehicular de 33 toneladas.

Tabla 9. Características técnicas de los equipos de acarreo, unidad minera Huarón

Peso y capacidad (kg)	Actros 3341 K 36	Actros 3344 K 36	Actros 3341S 36
Vacío sin carrocería, en orden de marcha (1)			
Eje delantero	5.172		5.221
1er. Eje trasero	2.079		2.035
2do. Eje trasero	2.079		2.035
Total	9.330		9.291
Carga útil máxima (técnica - sobre la 5ta rueda / incluye carrocería)	23.670		23.709
Pesos Admisibles Técnicamente			
Eje delantero		7.500	
1er. Eje trasero		13.000	
2do. Eje trasero		13.000	
Peso Bruto Vehicular (PBV)		33.000	
Peso Bruto Vehicular Combinado (PBVC)		80.000	

(1) Chasis con cabina, sin carrocería o implemento; con tanque de combustible lleno, rueda de repuesto, extintor de incendios, caja de herramientas. Valores aproximados.

Dimensiones (mm)	Actros 3341 K 36	Actros 3344 K 36	Actros 3341S 36
Chasis con cabina, sin carrocería			
A - Distancia entre ejes	3600 + 1350		3300 + 1350
B - Largo Total	7.405		6.817
C - Ancho eje trasero	2.487		2.482
D - Altura total descargado	3.316		3.301
E - Trocha - eje delantero	2.034		2.034
F - Trocha - eje trasero	1.804		1.804
G - Voladizo delantero	1.440		1.440
H - Voladizo trasero	750		720
I - Vano libre eje delantero	366		347
J - Vano libre eje trasero	347		320
K - Radio de giro del vehículo (m)	8,45		8
L - Ángulo de entrada: descargado	23°		16°
M - Ángulo de salida: descargado	31°		41°
N - Distancia eje delantero/ pared trasera de la cabina	405		405
P - Altura techo de la cabina/chasis	2.169		2.169



## 2.9.3. Identificación de Variables Operacionales y su Costo

El análisis de las variables operacionales en la gestión de transporte de mineral y desmante de la presente tesis se desarrolló durante el periodo enero a junio del 2019, considerando 10 unidades de transporte, cuyos indicadores de

productividad generaron una disponibilidad promedio mensual de 93.67% y de utilización promedio mensual de 76.60%.

Estos indicadores consideran la utilización como el tiempo en la cual los equipos están en condiciones mecánicas y eléctricas para operar y el indicador de utilización en que el equipo de transporte se encuentra operando, considerando las pérdidas operacionales.

El total de material transportado de la veta Gavia durante el periodo de estudio fue de 437,212.72 toneladas, considerando 317,656.48 toneladas de mineral y 119,556.24 toneladas de desmonte, con un promedio de transporte de material (mineral + desmonte) mensual de 72,868.79 toneladas.

El total de viajes generados fue de 21,754 viajes, de los cuales 13,814 viajes fueron de transporte de mineral y de 7,940 viajes de transporte de desmonte, con un promedio de número de viajes mensual de material transportado de 3617.38 viajes.

El costo total de transporte de material durante el periodo de estudio fue de US \$ 870,138.77, de los cuales el costo total de transporte de mineral es de US \$ 634,321.32, con un costo total promedio mensual de material transportado de US \$ 144,875.57.

El costo unitario de mineral transportado fue de US \$ 2 /t y el costo unitario de desmonte transportado fue de US \$ 1.97/t, definiendo un costo promedio mensual de US \$ 1.99 /t.

**Tabla 10. Resumen de variables técnicas y económicas en la veta Gavia en la unidad minera Huarón**

RESUMEN DE VARIABLES OPERACIONALES Y COSTOS UNITARIOS - 2019							
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Promedio
%DM.	94%	94%	94%	92%	93%	95%	<b>93.67%</b>
%UTL	76%	76%	75%	76%	77%	80%	<b>76.56%</b>
N_VIAJES	3602	3953	3367	3407	3681	3744	<b>3,617.38</b>
N Volquetes	10	10	10	10	10	10	<b>10</b>
Tn.	74,358.54	72,821.90	84,216.53	70,905.54	69,490.19	65,420.02	<b>72,868.79</b>
\$.	\$ 146,303.53	\$ 157,223.80	\$ 135,624.13	\$ 145,702.01	\$ 146,664.19	\$ 138,621.10	<b>144,875.57</b>
\$/Tn.	<b>1.97</b>	<b>2.16</b>	<b>1.61</b>	<b>2.05</b>	<b>2.11</b>	<b>2.12</b>	<b>1.99</b>

	ENERO		FEBRERO		MARZO		ABRIL		MAYO		JUNIO		TOTAL	
	DESMONTE	MINERAL	DESMONTE	MINERAL	DESMONTE	MINERAL	DESMONTE	MINERAL	DESMONTE	MINERAL	DESMONTE	MINERAL	Total Mineral	Total Desmonte
TONELAJE	18,899.71	55,458.83	18,425.57	54,396.33	29,307.19	54,909.34	13,834.73	57,070.81	18,764.19	50,726.00	20,324.85	45,095.17	<b>317,656.48</b>	<b>119,556.24</b>
Nº DE VIAJES	1295	2307	1475	2478	1266	2101	1065	2342	1430	2251	1409	2335	<b>13814</b>	<b>7940</b>
VALORIZACIÓN	\$ 37,531.15	\$ 108,772.39	\$ 43,745.24	\$ 113,478.57	\$ 34,635.59	\$ 100,988.53	\$ 33,851.95	\$ 111,850.06	\$ 42,715.94	\$ 103,948.25	\$ 43,337.59	\$ 95,283.51	<b>\$ 634,321.32</b>	<b>\$ 235,817.45</b>

**Tomada del Departamento de Planeamiento**

## 2.9.4. Tiempos de Actividades

Durante el periodo de estudio se determinó el tiempo desarrollado en las diferentes actividades desarrolladas del sistema de gestión de transporte de material considerando los promedios de las principales actividades en: carguío de material 14:29 minutos, espera de descarga 10:56 minutos, espera por falta de material 26:08 minutos, traslado de material 27:45 minutos, etc., los cuales serán considerados en el análisis de diagrama de Pareto.

**Tabla 11. Tiempos promedios de las diferentes actividades que afectan el sistema de gestión de transporte y acarreo, unidad minera Huarón**

ACTIVIDAD	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Promedio general	Tiempo Total
ABAST. COMBUSTIBLE	0:25:21	0:23:47	0:23:31	0:23:13	0:20:35	0:23:17	1:56:27
ALERTA ROJA	0:07:00	0:30:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:07:24	0:37:00
ATOLLAMIENTO DE EQUIPO	0:00:00	0:13:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:02:36	0:13:00
CARGUIO DE MATERIAL	0:14:32	0:13:18	0:14:27	0:13:07	0:16:59	0:14:29	1:12:23
CHARLA DE SEGURIDAD	0:28:23	0:30:36	0:31:25	0:29:14	1:13:31	0:38:38	3:13:11
CHECK LIST	0:18:01	0:17:10	0:17:22	0:18:01	0:25:17	0:19:10	1:35:51
EQUIPO INOPERATIVO	0:18:46	0:40:24	0:23:00	10:30:00	5:22:00	3:26:50	17:14:10
ESPERA ABAST DE COMBUSTIBLE	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:16:40	0:00:00	0:03:20	0:16:40
ESPERA DE AUXILIO MECANICO	1:28:40	0:35:40	1:33:12	2:46:47	0:55:36	1:27:59	7:19:55
ESPERA DE DESCARGA	0:17:30	0:00:00	0:00:00	0:07:00	0:30:09	0:10:56	0:54:39
ESPERA DE EQUIPO	0:27:22	0:25:54	0:27:35	0:26:15	0:26:02	0:26:38	2:13:08
ESPERA DE LAVADERO	0:13:30	0:00:00	0:11:00	0:13:48	0:20:00	0:11:40	0:58:18
ESPERA DE ORDEN	0:33:12	1:48:05	0:44:12	1:07:24	1:06:45	1:03:56	5:19:38
ESPERA DE TICKETS DEL PASADOR	0:00:00	0:00:00	0:07:00	0:00:00	0:00:00	0:01:24	0:07:00
ESPERA DE TURNO	0:30:11	0:21:48	0:10:00	0:14:40	0:22:15	0:19:47	1:38:54
ESPERA EN BOCAMINA	0:36:07	0:29:24	0:27:41	0:33:18	0:30:59	0:31:30	2:37:28
ESPERA EN PARQUEO	0:46:10	0:38:43	0:48:26	0:43:41	1:25:31	0:52:30	4:22:32
ESPERA POR FALTA DE MATERAIL	0:26:36	0:23:20	0:23:20	0:25:51	0:31:32	0:26:08	2:10:40
ESPERA TOLVA GEMELA	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:27:00	0:05:24	0:27:00
MANTENIMIENTO CORRECTIVO	1:39:52	1:27:25	1:31:00	1:30:20	1:07:40	1:27:15	7:16:16
MANTENIMIENTO PREVENTIVO	2:24:46	3:08:33	2:06:00	2:34:06	1:28:53	2:20:28	11:42:19
MONOXIDO	0:58:19	0:34:29	1:14:17	0:40:21	0:58:24	0:53:10	4:25:50
ORDEN Y IMPIEZA	0:41:53	0:46:16	0:46:42	1:20:28	0:42:13	0:51:31	4:17:33
OTROS	0:15:00	0:49:00	0:00:00	3:30:09	0:00:00	0:54:50	4:34:09
PESAJE INICIAL	0:08:15	0:07:19	0:08:07	0:08:15	0:10:36	0:08:30	0:42:31
REFRIGERIO	0:51:01	0:49:49	0:49:27	1:01:56	0:46:18	0:51:42	4:18:30
REPARACIÓN DE NEUMATICOS	0:41:50	0:31:57	0:39:50	0:50:43	0:43:25	0:41:33	3:27:45
REPARTO DE GUARDIA	0:36:07	0:32:41	0:35:02	0:35:20	1:00:34	0:39:57	3:19:44
REVISION TECNICA	0:00:00	0:15:42	0:56:30	0:15:00	0:20:00	0:21:26	1:47:12
TOLVA CAMPANEADA	0:00:00	0:00:00	0:16:30	0:15:00	0:11:00	0:08:30	0:42:30
STAND BY	1:48:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:21:36	1:48:00
TRAFICO EN LA VÍA	0:31:38	0:31:09	0:37:42	0:42:32	0:34:51	0:35:35	2:57:53
TRASLADO DE MATERIAL	0:28:46	0:28:14	0:29:47	0:27:18	0:24:42	0:27:45	2:18:47
TRASLADO EN VACIO INPRODUCTIVO	0:18:54	0:12:33	0:13:36	0:14:32	0:14:13	0:14:46	1:13:48
TRASLADO OPERATIVO	0:20:10	0:19:47	0:22:10	0:21:07	0:19:56	0:20:38	1:43:11
TRASLADO POR MANTENIMIENTO	0:47:48	0:31:34	0:58:17	0:59:19	0:38:34	0:47:06	3:55:31



### **2.9.5. Identificación de Variables Operacionales Mediante Pareto**

El análisis de la mejora de la productividad en equipos de acarreo y transporte de mineral y desmonte en la veta Gavia, considera el análisis de las demoras operativas mediante Pareto.

El uso de una de las herramientas de gestión como Pareto permitió identificar las causas que afectan el sistema de gestión de transporte y acarreo de mineral y desmonte en la veta Gavia.

Las cinco principales causas identificadas mediante Pareto durante los 6 meses de estudio fueron categorizadas de acuerdo a su influencia en las demoras operativas como: traslado de material cuya incidencia promedio fue de 26.80%, traslado operativo con incidencia promedio de 22.34%, carguío de material con incidencia promedio de 12.59%, espera de equipo con incidencia de 8.61% y de reparto de guardia con incidencia de 4.36%, con un total de incidencia directa en el rendimiento de los equipos de acarreo y transporte de 74.71%.

Las causas que generan mayor incidencia mediante el análisis de Pareto es traslado de material y traslado operativo, los que representan el mineral y desmonte transportado con carga y sin carga desde los puntos de carguío (cámara de carguío y tolvas) hacia los puntos de descarga (planta y desmontera).

Las otras actividades que inciden en las pérdidas operacionales son carguío de material, esta actividad está relacionada al ciclo del tiempo de carguío en las cámaras de carguío, así mismo la actividad de espera de equipo, está relacionada directamente a los equipos de carguío (*scoops*) y la actividad que se considera influyente en la productividad de los equipos de acarreo y transporte de mineral es el reparto de guardia con un 4.36%.

**Tabla 12. Causas que afectan el sistema de gestión de transporte y acarreo mediante Pareto, unidad minera Huarón**

ACTIVIDAD	FRECUENCIA HRS	% ACUMULADO	% INCIDENCIA
TRASLADO DE MATERIAL	3:16:07	27.24%	27.24%
TRASLADO OPERATIVO	2:54:59	51.54%	24.30%
CARGUIO DE MATERIAL	1:40:44	65.53%	13.99%
ESPERA DE EQUIPO	1:03:02	74.29%	8.75%
REPARTO DE GUARDIA	0:29:08	78.33%	4.05%
MANTENIMIENTO CORRECTIVO	0:28:44	82.32%	3.99%
ORDEN Y LIMPIEZA	0:27:43	86.17%	3.85%
REFRIGERIO	0:19:30	88.88%	2.71%
CHECK LIST	0:15:02	90.97%	2.09%
ESPERA EN BOCAMINA	0:10:46	92.47%	1.49%
ABAST. COMBUSTIBLE	0:09:51	93.83%	1.37%
TRASLADO EN VACIO IMPRODUCTIVO	0:09:26	95.14%	1.31%
CHARLA DE SEGURIDAD	0:08:33	96.33%	1.19%
PESAJE INICIAL	0:05:09	97.05%	0.72%
REPARACIÓN DE NEUMATICOS	0:04:20	97.65%	0.60%
ESPERA EN PARQUEO	0:04:17	98.24%	0.59%
TRASLADO POR MANTENIMIENTO	0:02:52	98.64%	0.40%
MANTENIMIENTO PREVENTIVO	0:02:18	98.96%	0.32%
MONOXIDO	0:01:47	99.21%	0.25%
TRAFICO EN LA VÍA	0:01:25	99.40%	0.20%
ESPERA DE TURNO	0:01:18	99.58%	0.18%
ESPERA DE AUXILIO MECANICO	0:00:48	99.69%	0.11%
ESPERA DE ORDEN	0:00:38	99.78%	0.09%
EQUIPO INOPERATIVO	0:00:33	99.86%	0.08%
OTROS	0:00:16	99.90%	0.04%
ESPERA POR FALTA DE MATERIAL	0:00:15	99.93%	0.03%
INSPECCIÓN	0:00:10	99.96%	0.02%
ESPERA ABAST DE COMBUSTIBLE	0:00:06	99.97%	0.01%
ESPERA DE DESCARGA	0:00:05	99.98%	0.01%
ALERTA ROJA	0:00:03	99.99%	0.01%
ESPERA TOLVA GEMELA	0:00:02	99.99%	0.00%
REVISION TECNICA	0:00:02	100.00%	0.00%
ESPERA DE LAVADERO	0:00:02	100.00%	0.00%
<b>TOTAL</b>	<b>12:00:00</b>		

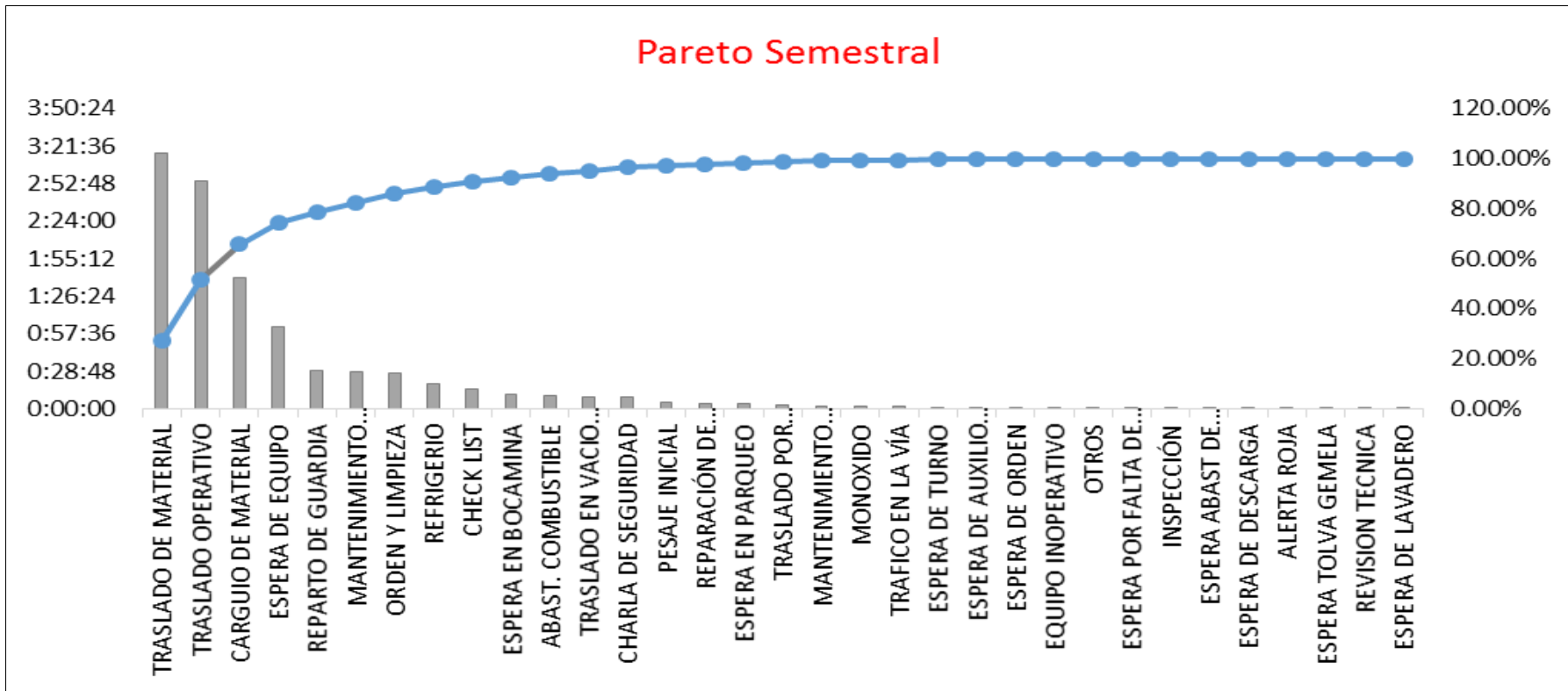


Figura 11. Resumen de demoras operativas en transporte y acarreo de material mediante Pareto en la unidad minera Huarón.

### **2.9.6. Identificación Técnica y Económica de Variables Operacionales**

La identificación de las variables técnicas, asumen los indicadores de rendimiento como la disponibilidad mecánica y la utilización, los cuales inciden directamente en las pérdidas de tiempo operacional.

La disponibilidad de los equipos de transporte, miden el tiempo en que el equipo está en condiciones mecánicas y eléctricas para operar. El indicador operacional de disponibilidad asociado al carácter mecánico y eléctrico del equipo considera un valor promedio durante el periodo enero a junio 2019 de 93.67%.

La utilización es el tiempo en que el equipo se encuentra operando, por lo que hay que considerar las pérdidas operacionales y la disponibilidad de los equipos. El indicador de utilización asociado a las variables operacionales considera un promedio durante el periodo enero a junio del 2019 de 76.60%

La evaluación económica de las operaciones de transporte y acarreo en la veta Gavia de la unidad minera Huarón, generó una mejora de la productividad en el rendimiento de los equipos producto del incremento de la producción de 940,000 toneladas programadas a 962,150 toneladas, así como un mejor control de las principales actividades que afectan los tiempos operacionales durante el presente estudio, generando un menor costo unitario de 2.20 US \$ /t a 1.99 US \$/t promedio, durante el primer semestre del 2019.

Durante el tiempo de estudio de 6 meses, se transportó un total de 437,212.72 toneladas de material, con un total de 21,754 viajes, con un costo total de transporte de US \$ 870,138.77 y un costo unitario promedio de 1.99 US \$ /t.

Así mismo, el total de mineral transportado fue de 317,656.48 toneladas, con un total de 13,814 viajes, con un costo total de transporte de US \$ 634,321.32 y un costo unitario de 2.00 US \$/t.

El total de desmonte transportado fue de 119,556.24 toneladas, con un total de 7,940 viajes, con un costo total de transporte de US \$ 235,817.45 y un costo unitario de 1.97 US \$/t.

**Tabla 13. Resumen de variables técnicas y económicas en la veta Gavia en la unidad minera Huarón**

RESUMEN DE VARIABLES OPERACIONALES Y COSTOS UNITARIOS - 2019							
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Promedio
%DM.	94%	94%	94%	92%	93%	95%	<b>93.67%</b>
%UTL	76%	76%	75%	76%	77%	80%	<b>76.56%</b>
N_VIAJES	3602	3953	3367	3407	3681	3744	<b>3,617.38</b>
N Volquetes	10	10	10	10	10	10	<b>10</b>
Tn.	74,358.54	72,821.90	84,216.53	70,905.54	69,490.19	65,420.02	<b>72,868.79</b>
\$.	\$ 146,303.53	\$ 157,223.80	\$ 135,624.13	\$ 145,702.01	\$ 146,664.19	\$ 138,621.10	<b>144,875.57</b>
\$/Tn.	<b>1.97</b>	<b>2.16</b>	<b>1.61</b>	<b>2.05</b>	<b>2.11</b>	<b>2.12</b>	<b>1.99</b>

	ENERO		FEBRERO		MARZO		ABRIL		MAYO		JUNIO		TOTAL	
	DESMONTE	MINERAL	DESMONTE	MINERAL	DESMONTE	MINERAL	DESMONTE	MINERAL	DESMONTE	MINERAL	DESMONTE	MINERAL	Total Mineral	Total Desmonte
TONELAJE	18,899.71	55,458.83	18,425.57	54,396.33	29,307.19	54,909.34	13,834.73	57,070.81	18,764.19	50,726.00	20,324.85	45,095.17	<b>317,656.48</b>	<b>119,556.24</b>
N° DE VIAJES	1295	2307	1475	2478	1266	2101	1065	2342	1430	2251	1409	2335	<b>13814</b>	<b>7940</b>
VALORIZACIÓN	\$ 37,531.15	\$ 108,772.39	\$ 43,745.24	\$ 113,478.57	\$ 34,635.59	\$ 100,988.53	\$ 33,851.95	\$ 111,850.06	\$ 42,715.94	\$ 103,948.25	\$ 43,337.59	\$ 95,283.51	<b>\$ 634,321.32</b>	<b>\$ 235,817.45</b>

**Tomada del Departamento de Planeamiento**

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **3.1. Método y Alcances de la Investigación**

##### **3.1.1. Método de la Investigación**

La investigación aplicada se desarrolló a un nivel explicativo, logrando la mejora de la productividad en la gestión en las operaciones de equipos de acarreo y transporte de mineral y desmonte en la operación minera de la veta Gavia – nivel 100, unidad minera Huarón. El método que se desarrolla es inductivo - deductivo, ya que se inicia de casos particulares a generales para luego interpretarlas. Siendo el resultado un método que mejore la productividad.

##### **A. Método General**

El método empleado en la investigación fue el método inductivo-deductivo. Este método está orientado a observar e investigar a fondo los parámetros técnicos económicos y aplicar criterios para ver los resultados que se producen en la producción. Las evaluaciones de los parámetros técnico-económicos sirvieron para llegar a determinar de qué manera mejorar la productividad en la gestión en las operaciones de equipos de acarreo y transporte de mineral y desmonte en la veta Gavia – nivel 100, unidad minera Huarón.

## **B. Métodos Específicos**

Asimismo, se detalla el procedimiento de recolección y procesamiento de datos, donde se determina el control de los KPI, haciendo uso del método general. Se realizó el análisis de los datos que se obtuvieron en la observación directa de las variables.

**Recopilación de informes anteriores.** Tiene como finalidad de poder entender el desarrollo de las actividades en la unidad minera, se recopiló toda la data de las áreas de geología, mina, planta, planeamiento y geomecánica. Para lo cual se interpretaron los resultados de los informes de los meses anteriores.

**Trabajo de campo.** Se realizó el trabajo de campo con las observaciones pertinentes de mapeo, monitoreo de convergencia/divergencia, análisis de tiempo y costeo.

**Trabajo de gabinete.** Se realizaron los estudios operacionales, modelamientos, controles de mineralización y costos.

**Resultados.** Se realizó la evaluación de los resultados en términos de rentabilidad de la mejora de la productividad en equipos de acarreo y transporte de mineral y desmonte en la veta Gavia – nivel 100, unidad minera Huarón.

### **3.1.2. Alcances de la Investigación**

#### **A. Tipo de Investigación**

De acuerdo con los diversos criterios de investigación, es considerada de tipo aplicada. La investigación hace utilización y aplicación de los conocimientos y teorías que ya se han desarrollado en las investigaciones básicas, ya que de su uso se obtuvieron los resultados y conclusiones. Se fundamenta en las ciencias básicas, como geología, operación de mina, metalurgia, mecánica, economía y tecnología. La investigación como ciencia aplicada se interesa en los estudios geológicos, operacionales, metalúrgicos y económicos.

## **B. Nivel**

El nivel de la investigación que se desarrolló fue de tipo explicativo, porque se busca conocer un método que ayude a mejorar la productividad bajo criterios técnico-económicos. Los estudios explicativos buscan nuevas respuestas que ayuden a mejorar ciertas deficiencias. Esto dio respuesta a la hipótesis que fue sometida a pruebas. La principal utilidad del nivel o alcance explicativo es saber cuál es el método que ayude a mejorar la productividad.

### **3.2. Diseño de la Investigación**

El diseño de investigación consistió en realizar el control técnico-económico de las variables operacionales que influyen en la gestión en operaciones de equipos de acarreo y transporte de mineral y desmonte de la veta Gavia – nivel 100, unidad minera Huarón. Se desarrolló en un periodo de tres meses y luego se analizaron para la obtención de resultados.

#### **3.2.1. Tipo de Diseño de Investigación**

La investigación es de diseño no experimental de corte longitudinal (evolutivo). Se realizó durante el periodo de tres meses, se hizo un control y registro de las variables, durante el estudio se visualizaron cambios a través del tiempo. En la investigación no se manipularon o trataron de alterar a las variables. Solo se enfocó en investigar y observar las variables de gestión en operaciones de acarreo y transporte de mineral y desmonte en la operación minera, luego se analizó la mejora de la productividad en la veta Gavia – nivel 100, unidad minera Huarón.

### **3.3. Población y Muestra**

#### **3.3.1. Población**

La población pertenece a la unidad minera Huarón de la compañía minera Pan American Silver S.A.C en las diferentes labores de exploración, desarrollo, preparación y producción.

#### **3.3.2. Muestra**

La muestra representa la estructura mineralizada veta Gavia del nivel 100.



## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

#### **4.1. Resultados del Tratamiento y Análisis de la Información**

Se presentan los resultados de la presente tesis, analizando las variables operacionales que inciden directamente en el sistema de gestión de transporte de mineral mediante el análisis del rendimiento de los equipos en la veta Gavia de la unidad minera Huarón, para la mejora de la productividad y reducción de costos unitarios.

##### **4.1.1. Análisis del Plan de Producción de la UM Huarón**

La producción de la unidad minera Huarón considera tres sectores: norte, norte 500 y sur, los cuales representan el 100% de producción. El planeamiento tipo Largo Plazo (LOM) considera una producción programada de 940,000 toneladas durante el periodo 2019, siendo el ejecutado o real de 962,140 toneladas, con leyes equivalentes de Ag@ 146.54 ppm, Cu@0.82%, Pb@1.24% y Zn@2.52%, con un valor de mineral de 140.13 US \$/t.

Este incremento de producción permitirá el incremento de la productividad de los equipos de acarreo y transporte de mineral en 22,140 toneladas.

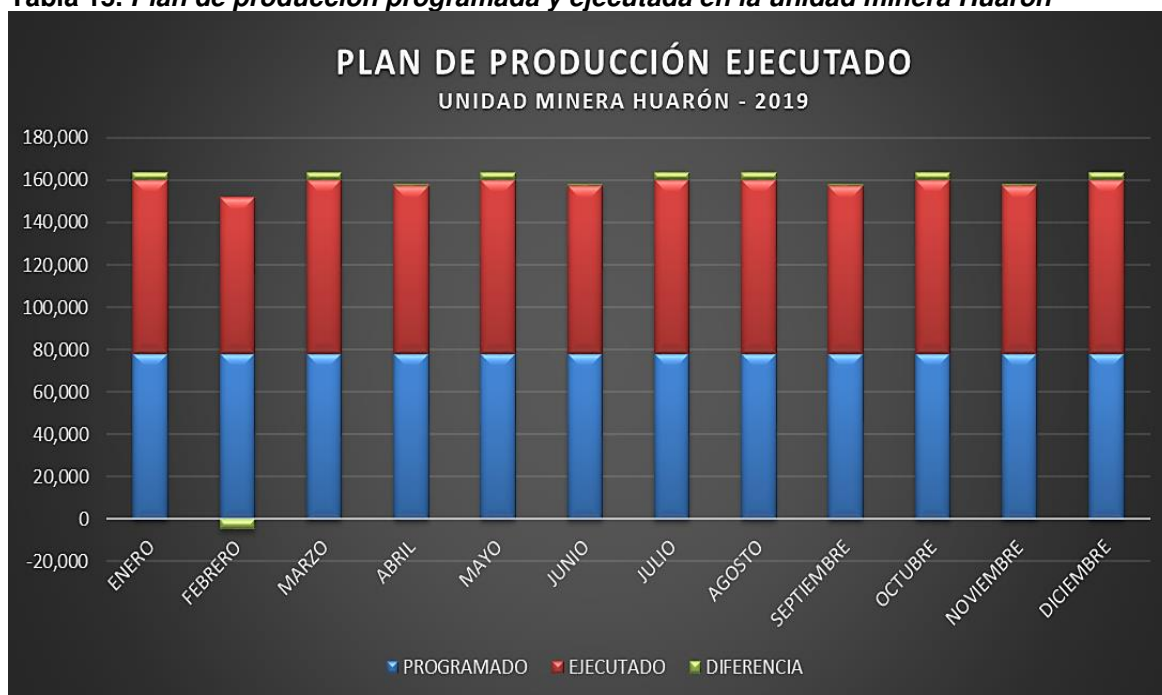
**Tabla 14. Plan de producción programado y ejecutado, periodo 2019 en la unidad minera Huarón**

**PLAN PRODUCCIÓN EJECUTADO 2019**

POR MÉTODO DE MINADO														INCIDENCIA PRODUCCIÓN (%)			
AÑO	METODO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	TOTAL	ZONA NORTE	ZONA NORTE 500	ZONA SUR
2019	TL	61,287	55,356	61,287	59,310	61,287	59,310	61,287	61,287	59,310	61,287	59,310	61,287	721,605	47.31	19.63	33.06
	BR	10,623	9,595	10,623	10,280	10,623	10,280	10,623	10,623	10,280	10,623	10,280	10,623	125,078			
	AV	9,806	8,857	9,806	9,490	9,806	9,490	9,806	9,806	9,490	9,806	9,490	9,806	115,457			
TOTAL (Ton)		81,716	73,808	81,716	79,080	81,716	79,080	81,716	81,716	79,080	81,716	79,080	81,716	962,140	455,188.43	188,868.08	318,083.48

AÑO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	TOTAL
PROGRAMADO	78,333	78,333	78,333	78,333	78,333	78,333	78,333	78,333	78,333	78,333	78,333	78,333	940,000
EJECUTADO	81,716	73,808	81,716	79,080	81,716	79,080	81,716	81,716	79,080	81,716	79,080	81,716	962,140
DIFERENCIA	3,383	-4,525	3,383	747	3,383	747	3,383	3,383	747	3,383	747	3,383	22,140

**Tabla 15. Plan de producción programada y ejecutada en la unidad minera Huarón**



#### **a) Análisis e Interpretación de Resultados**

- ✓ La producción programada durante el periodo 2019 fue de 940,000 toneladas, siendo el ejecutado de 962,140 toneladas generando un tonelaje adicional al programado de 22,140 toneladas.
- ✓ El mayor tonelaje producido, permitirá el incremento del rendimiento de los equipos de carguío y acarreo de mineral, este incremento en la variable utilización se refleja en el mes de junio en un 80%.
- ✓ El plan de producción programado al 2023 será de 1'460,000 toneladas, este mayor incremento de tonelaje se verá reflejado en mayor rendimiento de los equipos de acarreo y transporte de mineral.

#### **4.1.2. Análisis de las Pérdidas Operacionales Mediante Pareto en la Veta Gavia**

La aplicación del diagrama de Pareto identifica los defectos o pérdidas que se producen con mayor frecuencia en el proceso de transporte e identifica las causas más comunes o frecuentes.

El análisis de la mejora de la productividad en equipos de acarreo y transporte de mineral y desmonte en la veta Gavia, considera el análisis de las demoras operativas mediante Pareto.

El uso de una de las herramientas de gestión como Pareto permitió identificar las causas que afectan el sistema de gestión de transporte y acarreo de mineral y desmonte en la veta Gavia.

Las cinco principales causas identificadas mediante Pareto durante los 6 meses de estudio fueron categorizadas de acuerdo a su influencia en las demoras operativas como: traslado de material cuya incidencia promedio fue de 26.80%, traslado operativo con incidencia promedio de 22.34%, carguío de material con incidencia promedio de 12.59%, espera de equipo con incidencia de 8.61% y de reparto de guardia con incidencia de 4.36%, con un total de incidencia directa en el rendimiento de los equipos de acarreo y transporte de 74.71%.

Las causas que generan mayor incidencia mediante el análisis de Pareto es traslado de material y traslado operativo, los que representan el mineral y desmonte transportado con carga y sin carga desde los puntos de carguío (cámara de carguío y tolvas) hacia los puntos de descarga (planta y desmontera).

Las otras actividades que inciden en las pérdidas operacionales son carguío de material, esta actividad está relacionada al ciclo del tiempo de carguío en las cámaras de carguío, así mismo la actividad de espera de equipo, está relacionada directamente a los equipos de carguío (*scoops*) y la actividad que se considera influyente en la productividad de los equipos de acarreo y transporte de mineral es el reparto de guardia con un 4.36%.

#### **A. Análisis de Pareto – Enero**

Las cinco principales causas identificadas mediante Pareto durante el mes de enero se categorizaron de acuerdo con su influencia en las demoras operativas como: traslado de material, traslado operativo, carguío de material, espera de

equipo y mantenimiento correctivo, con un total de incidencia directa en el rendimiento de los equipos de acarreo y transporte de 83.01%.

**Tabla 16. Pérdidas operacionales mediante Pareto enero 2019 en la veta Gavia en la unidad minera Huarón**

ACTIVIDAD	FRECUENCIA HRS	% ACUMULADO	% INCIDENCIA
TRASLADO DE MATERIAL	3:27:58	28.88%	28.88%
TRASLADO OPERATIVO	2:53:50	53.03%	24.14%
CARGUIO DE MATERIAL	1:41:01	67.06%	14.03%
ESPERA DE EQUIPO	1:18:01	77.90%	10.84%
MANTENIMIENTO CORRECTIVO	0:36:52	83.01%	5.12%
ORDEN Y LIMPIEZA	0:22:55	86.20%	3.18%
REPARTO DE GUARDIA	0:18:23	88.75%	2.55%
REFRIGERIO	0:15:53	90.96%	2.21%
CHECK LIST	0:12:14	92.66%	1.70%
ABAST. COMBUSTIBLE	0:07:43	93.73%	1.07%
ESPERA EN BOCAMINA	0:07:27	94.76%	1.04%
ESPERA EN PARQUEO	0:05:42	95.55%	0.79%
CHARLA DE SEGURIDAD	0:05:31	96.32%	0.77%
TRASLADO EN VACIO IMPRODUCTIVO	0:05:03	97.02%	0.70%
PESAJE INICIAL	0:03:20	97.49%	0.46%
TRASLADO POR MANTENIMIENTO	0:02:54	97.89%	0.40%
REPARACIÓN DE NEUMATICOS	0:02:53	98.29%	0.40%
ESPERA DE TURNO	0:02:47	98.67%	0.39%
MANTENIMIENTO PREVENTIVO	0:02:10	98.97%	0.30%
TRAFICO EN LA VÍA	0:01:52	99.23%	0.26%
MONOXIDO	0:01:51	99.49%	0.26%
ESPERA DE ORDEN	0:01:38	99.72%	0.23%
ESPERA DE AUXILIO MECANICO	0:00:45	99.82%	0.10%
INSPECCIÓN	0:00:24	99.88%	0.06%
ESPERA POR FALTA DE MATERAIL	0:00:19	99.92%	0.04%
OTROS	0:00:14	99.95%	0.03%
EQUIPO INOPERATIVO	0:00:11	99.98%	0.03%
ALERTA ROJA	0:00:08	100.00%	0.02%
<b>TOTAL</b>	<b>12:00:00</b>		

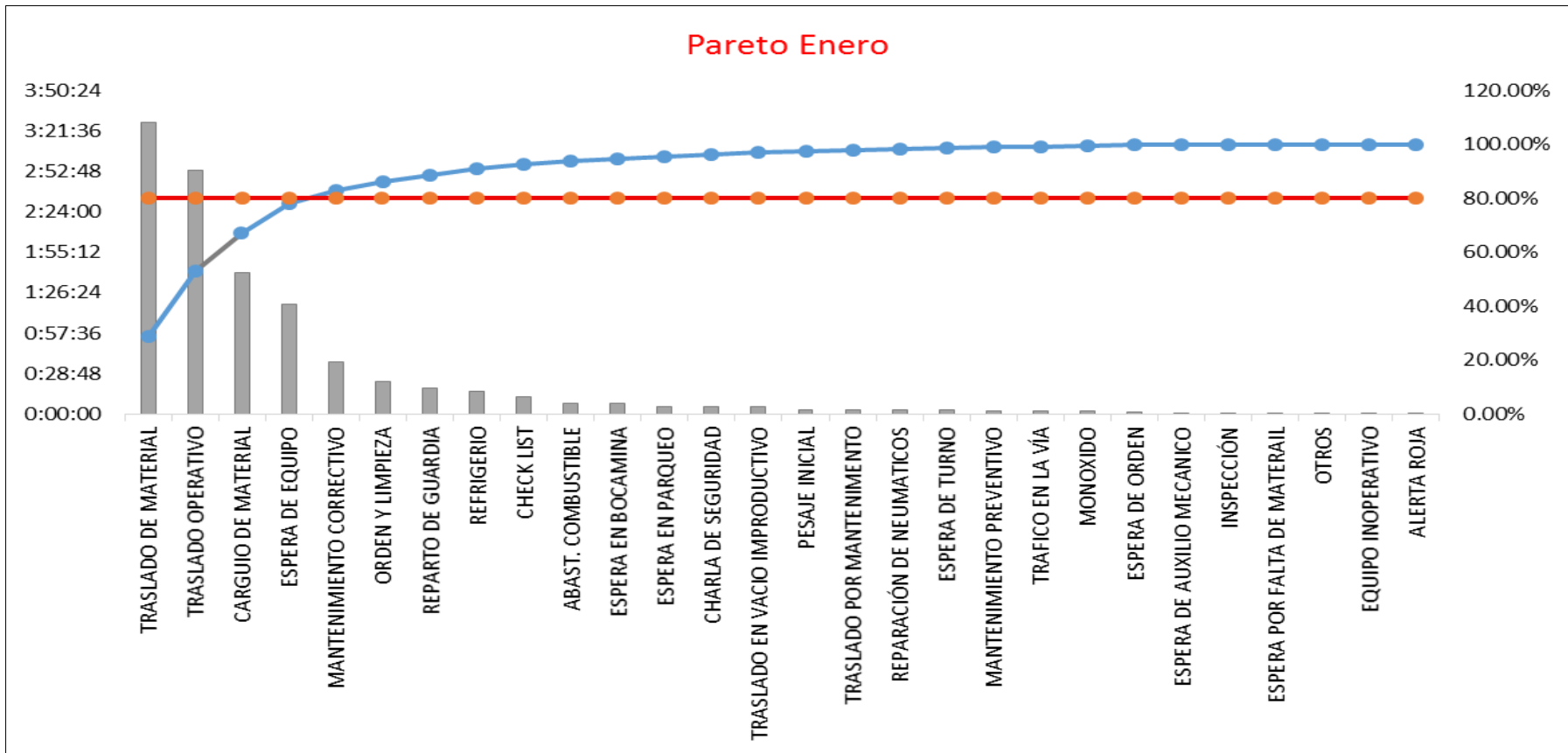


Figura 12. Resumen de demoras operativas en transporte y acarreo de material mediante Pareto, enero en la unidad minera Huarón

### **a) Análisis e Interpretación de Resultados**

- ✓ La incidencia de las demoras operativas, consideran el transporte de material durante el ciclo total desde las cámaras de carguío hacia los puntos de descarga de ida y vuelta con una incidencia de 53.03%.
- ✓ Las demoras operativas que inciden en segundo orden es el carguío de material y espera del equipo, con una incidencia de 24.87%.
- ✓ El mantenimiento correctivo es otra variable que incide en las demoras operativas y que se refleja durante el mes de enero en la variable operacional (utilización), con un 5.12% de incidencia.
- ✓ Las cinco principales causas identificadas mediante Pareto, durante el mes de enero que influye en las demoras operativas está en el 83.01%.

### **B. Análisis de Pareto – Febrero**

Las cinco principales causas identificadas mediante Pareto durante el mes de febrero se categorizaron de acuerdo con su influencia en las demoras operativas como: traslado de material, traslado operativo, carguío de material, espera de equipo y reparto de guardia, con un total de incidencia directa en el rendimiento de los equipos de acarreo y transporte de 82.25%.

**Tabla 17. Pérdidas operacionales mediante Pareto febrero 2019 en la veta Gavia en la unidad minera Huarón**

Actividad	Frecuencia Hr	% Acumulado	% Incidencia
TRASLADO DE MATERIAL	3:14:49	27.06%	27.06%
TRASLADO OPERATIVO	3:01:20	52.24%	25.19%
CARGUIO DE MATERIAL	1:51:39	67.75%	15.51%
ESPERA DE EQUIPO	1:09:09	77.36%	9.60%
REPARTO DE GUARDIA	0:35:12	82.25%	4.89%
ORDEN Y LIMPIEZA	0:24:20	85.63%	3.38%
REFRIGERIO	0:16:41	87.94%	2.32%
MANTENIMIENTO CORRECTIVO	0:16:39	90.25%	2.31%
TRASLADO EN VACIO IMPRODUCTIVO	0:16:35	92.56%	2.30%
ESPERA EN BOCAMINA	0:10:50	94.06%	1.50%
CHECK LIST	0:08:51	95.29%	1.23%
ABAST. COMBUSTIBLE	0:07:07	96.28%	0.99%
REPARACIÓN DE NEUMATICOS	0:04:59	96.97%	0.69%
PESAJE INICIAL	0:04:06	97.54%	0.57%
TRASLADO POR MANTENIMIENTO	0:04:04	98.10%	0.56%
ESPERA EN PARQUEO	0:03:33	98.60%	0.49%
CHARLA DE SEGURIDAD	0:02:33	98.95%	0.36%
MONOXIDO	0:02:01	99.23%	0.28%
MANTENIMIENTO PREVENTIVO	0:02:00	99.51%	0.28%
ESPERA DE TURNO	0:01:02	99.65%	0.14%
ESPERA POR FALTA DE MATERIAL	0:00:46	99.76%	0.11%
ESPERA DE AUXILIO MECANICO	0:00:41	99.85%	0.09%
EQUIPO INOPERATIVO	0:00:26	99.91%	0.06%
ESPERA DE ORDEN	0:00:21	99.96%	0.05%
TRAFICO EN LA VÍA	0:00:15	100.00%	0.04%
ALERTA ROJA	0:00:02	100.00%	0.00%
<b>Total</b>	<b>12:00:00</b>		



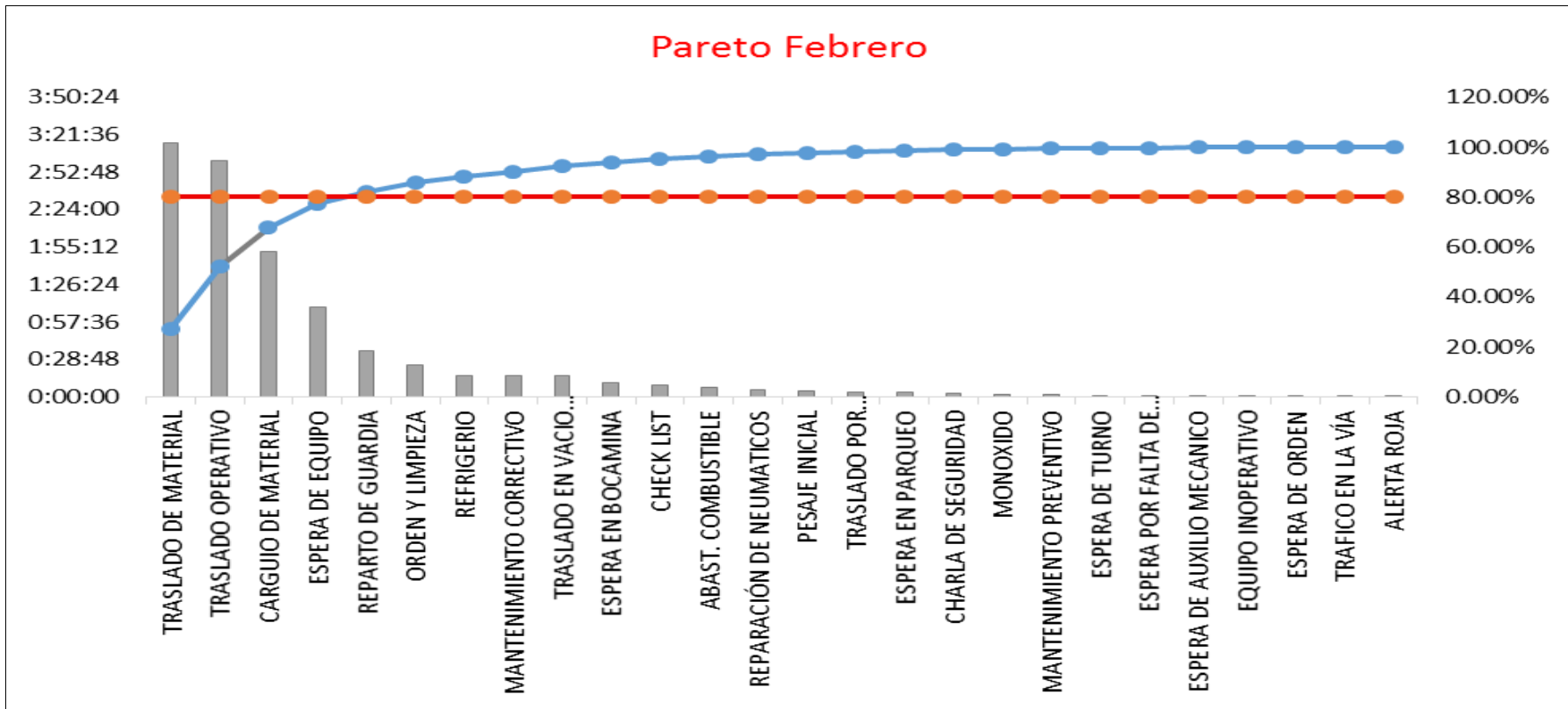


Figura 13. Resumen de demoras operativas en transporte y acarreo de material mediante Pareto, febrero en la unidad minera Huarón

### **a) Análisis e Interpretación de Resultados**

- ✓ La incidencia de las demoras operativas considera el transporte de material durante el ciclo total desde las cámaras de carguío hacia los puntos de descarga de ida y vuelta con una incidencia de 52.24%.
- ✓ Las demoras operativas que inciden en segundo orden es el carguío de material y espera del equipo, con una incidencia de 25.11%.
- ✓ El reparto de guardia es otra variable que incide en las demoras operativas y que se refleja durante el mes de febrero, siendo la variable operacional que genera una incidencia de 4.89%.
- ✓ Las cinco principales causas identificadas mediante Pareto, durante el mes de febrero que influye en las demoras operativas está en el orden del 82.25%.

### **C. Análisis de Pareto – Marzo**

Las cinco principales causas identificadas mediante Pareto durante el mes de marzo se categorizaron de acuerdo con su influencia en las demoras operativas como: traslado de material, traslado operativo, carguío de material, espera de equipo y reparto de guardia, con un total de incidencia directa en el rendimiento de los equipos de acarreo y transporte de 81.45%.

**Tabla 18. Pérdidas operacionales mediante Pareto marzo 2019 en la veta Gavia en la unidad minera Huarón**

Actividad	Frecuencia Hr	% Acumulado	% Incidencia
TRASLADO DE MATERIAL	3:19:28	27.70%	27.70%
TRASLADO OPERATIVO	3:10:19	54.14%	26.43%
CARGUIO DE MATERIAL	1:35:53	67.45%	13.32%
ESPERA DE EQUIPO	1:03:53	76.33%	8.87%
MANTENIMIENTO CORRECTIVO	0:36:52	81.45%	5.12%
ORDEN Y LIMPIEZA	0:27:19	85.24%	3.79%
REPARTO DE GUARDIA	0:20:58	88.15%	2.91%
REFRIGERIO	0:15:36	90.32%	2.17%
CHECK LIST	0:11:17	91.89%	1.57%
ABAST. COMBUSTIBLE	0:09:39	93.23%	1.34%
ESPERA EN BOCAMINA	0:08:19	94.38%	1.16%
ESPERA EN PARQUEO	0:06:07	95.23%	0.85%
CHARLA DE SEGURIDAD	0:05:54	96.05%	0.82%
TRASLADO EN VACIO IMPRODUCTIVO	0:05:19	96.79%	0.74%
PESAJE INICIAL	0:04:26	97.41%	0.62%
ESPERA DE TURNO	0:03:28	97.89%	0.48%
REPARACIÓN DE NEUMATICOS	0:03:25	98.36%	0.47%
TRAFICO EN LA VÍA	0:02:45	98.74%	0.38%
TRASLADO POR MANTENIMIENTO	0:02:25	99.08%	0.34%
MANTENIMIENTO PREVENTIVO	0:02:25	99.42%	0.34%
MONOXIDO	0:01:03	99.56%	0.15%
ESPERA DE ORDEN	0:00:47	99.67%	0.11%
ESPERA DE AUXILIO MECANICO	0:00:41	99.77%	0.09%
INSPECCIÓN	0:00:36	99.85%	0.08%
ESPERA POR FALTA DE MATERIAL	0:00:25	99.91%	0.06%
OTROS	0:00:18	99.95%	0.04%
EQUIPO INOPERATIVO	0:00:14	99.98%	0.03%
ALERTA ROJA	0:00:08	100.00%	0.02%
<b>TOTAL</b>	<b>12:00:00</b>		

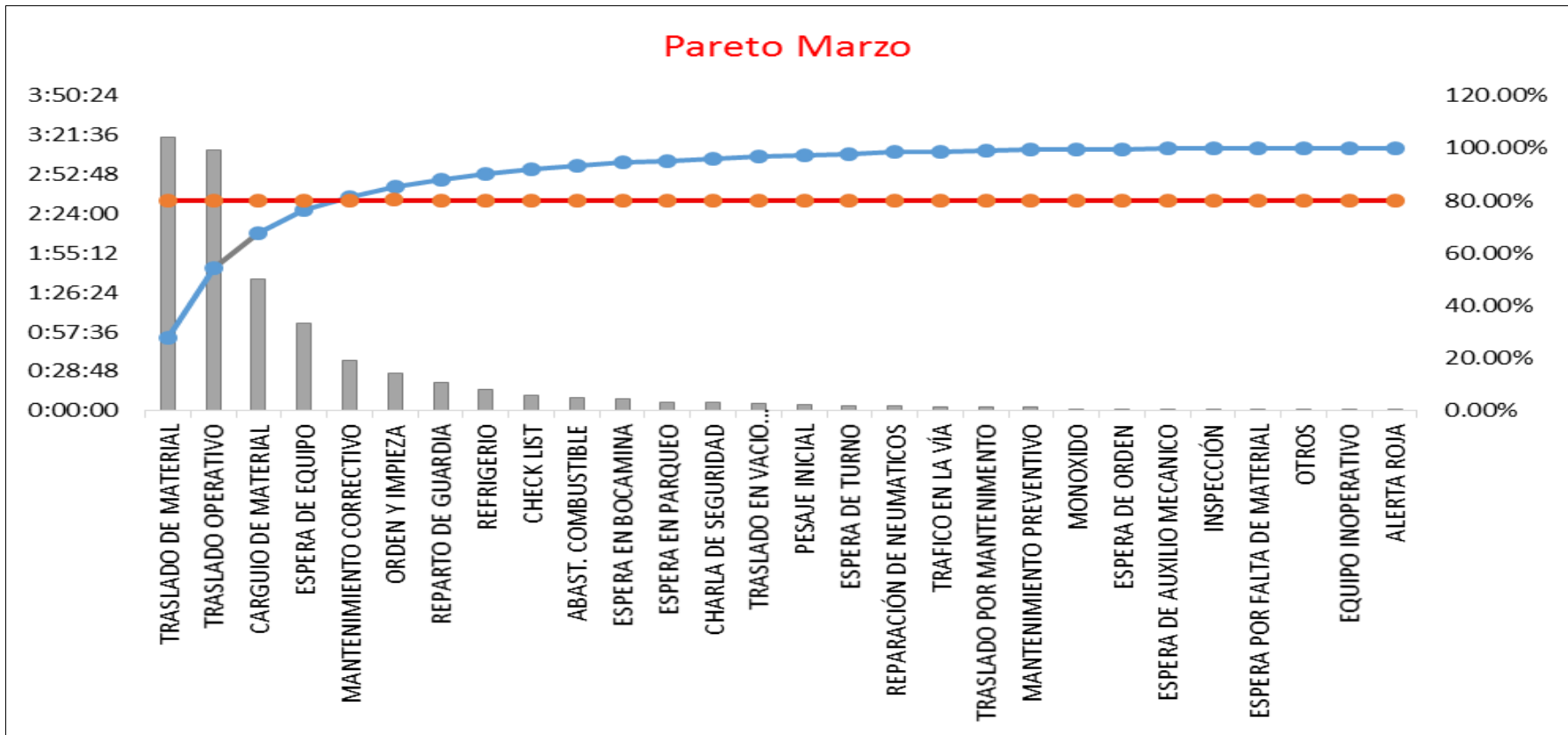


Figura 14. Resumen de demoras operativas en transporte y acarreo de material mediante Pareto, marzo en la unidad minera Huarón

### **a) Análisis e Interpretación de Resultados**

- ✓ La incidencia de las demoras operativas considera el transporte de material durante el ciclo total desde las cámaras de carguío hacia los puntos de descarga de ida y vuelta con una incidencia de 54.14%.
  
- ✓ Las demoras operativas que inciden en segundo orden es el carguío de material y espera del equipo, con una incidencia de 22.19%.
  
- ✓ El reparto de guardia es otra variable que incide en las demoras operativas y que se refleja durante el mes de marzo, siendo la variable operacional que genera una incidencia de 5.12%.
  
- ✓ Las cinco principales causas identificadas mediante Pareto, durante el mes de marzo que influye en las demoras operativas está en el orden del 81.45%.

### **D. Análisis de Pareto – Abril**

Las cinco principales causas identificadas mediante Pareto durante el mes de abril se categorizaron de acuerdo con su influencia en las demoras operativas como: traslado de material, traslado operativo, carguío de material, espera de equipo y reparto de guardia, con un total de incidencia directa en el rendimiento de los equipos de acarreo y transporte de 76.50%.

**Tabla 19. Pérdidas operacionales mediante Pareto abril 2019 en la veta Gavia en la unidad minera Huarón**

Actividad	Frecuencia Hr	% Acumulado	% Incidencia
TRASLADO DE MATERIAL	3:15:10	27.11%	27.11%
TRASLADO OPERATIVO	2:46:26	50.22%	23.12%
CARGUIO DE MATERIAL	1:25:36	62.11%	11.89%
ESPERA DE EQUIPO	1:08:50	71.67%	9.56%
REPARTO DE GUARDIA	0:34:47	76.50%	4.83%
ORDEN Y LIMPIEZA	0:33:55	81.21%	4.71%
MANTENIMIENTO CORRECTIVO	0:33:14	85.83%	4.62%
REFRIGERIO	0:21:28	88.81%	2.98%
CHECK LIST	0:14:04	90.77%	1.95%
TRASLADO EN VACIO IMPRODUCTIVO	0:13:10	92.59%	1.83%
ABAST. COMBUSTIBLE	0:11:56	94.25%	1.66%
ESPERA EN BOCAMINA	0:08:27	95.43%	1.17%
CHARLA DE SEGURIDAD	0:07:32	96.47%	1.05%
PESAJE INICIAL	0:05:55	97.29%	0.82%
REPARACIÓN DE NEUMATICOS	0:04:56	97.98%	0.69%
MANTENIMIENTO PREVENTIVO	0:03:31	98.47%	0.49%
TRASLADO POR MANTENIMIENTO	0:03:11	98.91%	0.44%
ESPERA EN PARQUEO	0:02:20	99.23%	0.32%
MONOXIDO	0:01:53	99.49%	0.26%
ESPERA DE AUXILIO MECANICO	0:01:42	99.73%	0.24%
TRAFICO EN LA VÍA	0:00:54	99.86%	0.13%
ESPERA DE ORDEN	0:00:36	99.94%	0.08%
REVISION TECNICA	0:00:11	99.97%	0.03%
ESPERA DE LAVADERO	0:00:09	99.99%	0.02%
ESPERA DE TURNO	0:00:03	100.00%	0.01%
EQUIPO INOPERATIVO	0:00:01	100.00%	0.00%
<b>TOTAL</b>	<b>12:00:00</b>		

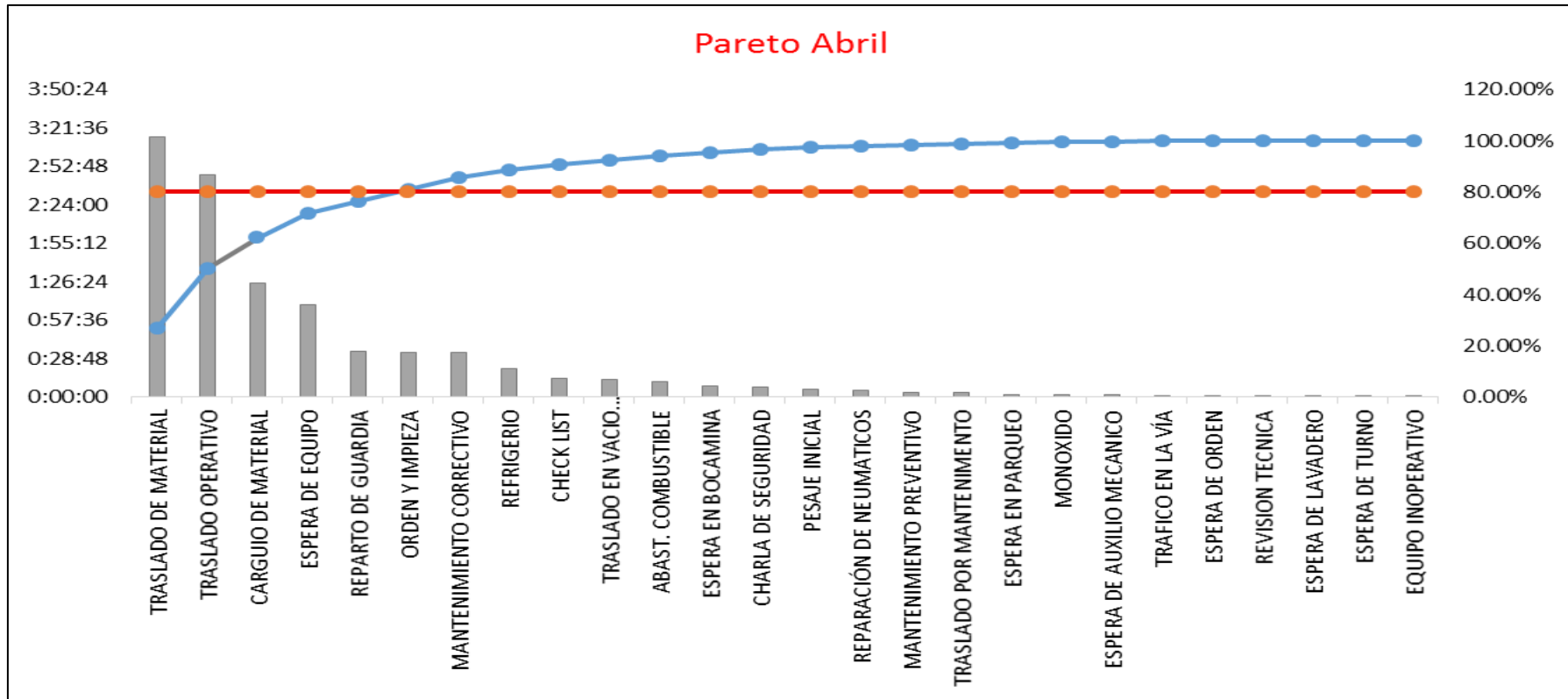


Figura 15. Resumen de demoras operativas en transporte y acarreo de material mediante Pareto, abril en la unidad minera Huarón

### **a) Análisis e Interpretación de Resultados**

- ✓ La incidencia de las demoras operativas considera el transporte de material durante el ciclo total desde las cámaras de carguío hacia los puntos de descarga de ida y vuelta con una incidencia de 50.22%.
- ✓ Las demoras operativas que inciden en segundo orden es el carguío de material y espera del equipo, con una incidencia de 21.45%.
- ✓ El reparto de guardia es otra variable que incide en las demoras operativas y que se refleja durante el mes de abril, siendo la variable operacional que genera una incidencia de 4.83%.
- ✓ Las cinco principales causas identificadas mediante Pareto, durante el mes de abril que influye en las demoras operativas está en el orden del 76.50%.

### **E. Análisis de Pareto – Mayo**

Las cinco principales causas identificadas mediante Pareto durante el mes de mayo se categorizaron de acuerdo con su influencia en las demoras operativas como: traslado de material, traslado operativo, carguío de material, espera de equipo y reparto de guardia, con un total de incidencia directa en el rendimiento de los equipos de acarreo y transporte de 76.35%.



**Tabla 20. Pérdidas operacionales mediante Pareto mayo 2019 en la veta Gavia en la unidad minera Huarón**

Actividad	Frecuencia Hr	% Acumulado	% Incidencia
TRASLADO DE MATERIAL	3:19:18	27.68%	27.68%
TRASLADO OPERATIVO	2:45:22	50.64%	22.97%
CARGUIO DE MATERIAL	1:41:01	64.67%	14.03%
ESPERA DE EQUIPO	0:52:43	72.00%	7.32%
REPARTO DE GUARDIA	0:31:20	76.35%	4.35%
ORDEN Y LIMPIEZA	0:29:28	80.44%	4.09%
REFRIGERIO	0:28:55	84.46%	4.02%
MANTENIMIENTO CORRECTIVO	0:27:15	88.24%	3.78%
CHECK LIST	0:16:08	90.48%	2.24%
ESPERA EN BOCAMINA	0:12:07	92.16%	1.68%
ABAST. COMBUSTIBLE	0:10:05	93.56%	1.40%
CHARLA DE SEGURIDAD	0:08:07	94.69%	1.13%
PESAJE INICIAL	0:07:26	95.72%	1.03%
TRASLADO EN VACIO IMPRODUCTIVO	0:06:45	96.66%	0.94%
ESPERA EN PARQUEO	0:06:10	97.52%	0.86%
REPARACIÓN DE NEUMATICOS	0:04:55	98.20%	0.68%
TRASLADO POR MANTENIMIENTO	0:02:44	98.58%	0.38%
EQUIPO INOPERATIVO	0:02:24	98.92%	0.33%
MANTENIMIENTO PREVENTIVO	0:02:23	99.25%	0.33%
TRAFICO EN LA VÍA	0:01:47	99.49%	0.25%
OTROS	0:01:06	99.65%	0.15%
ESPERA DE AUXILIO MECANICO	0:01:00	99.79%	0.14%
ESPERA ABAST DE COMBUSTIBLE	0:00:36	99.87%	0.08%
ESPERA DE ORDEN	0:00:28	99.93%	0.06%
MONOXIDO	0:00:14	99.96%	0.03%
ESPERA DE TURNO	0:00:13	99.99%	0.03%
<b>TOTAL</b>	<b>12:00:00</b>		

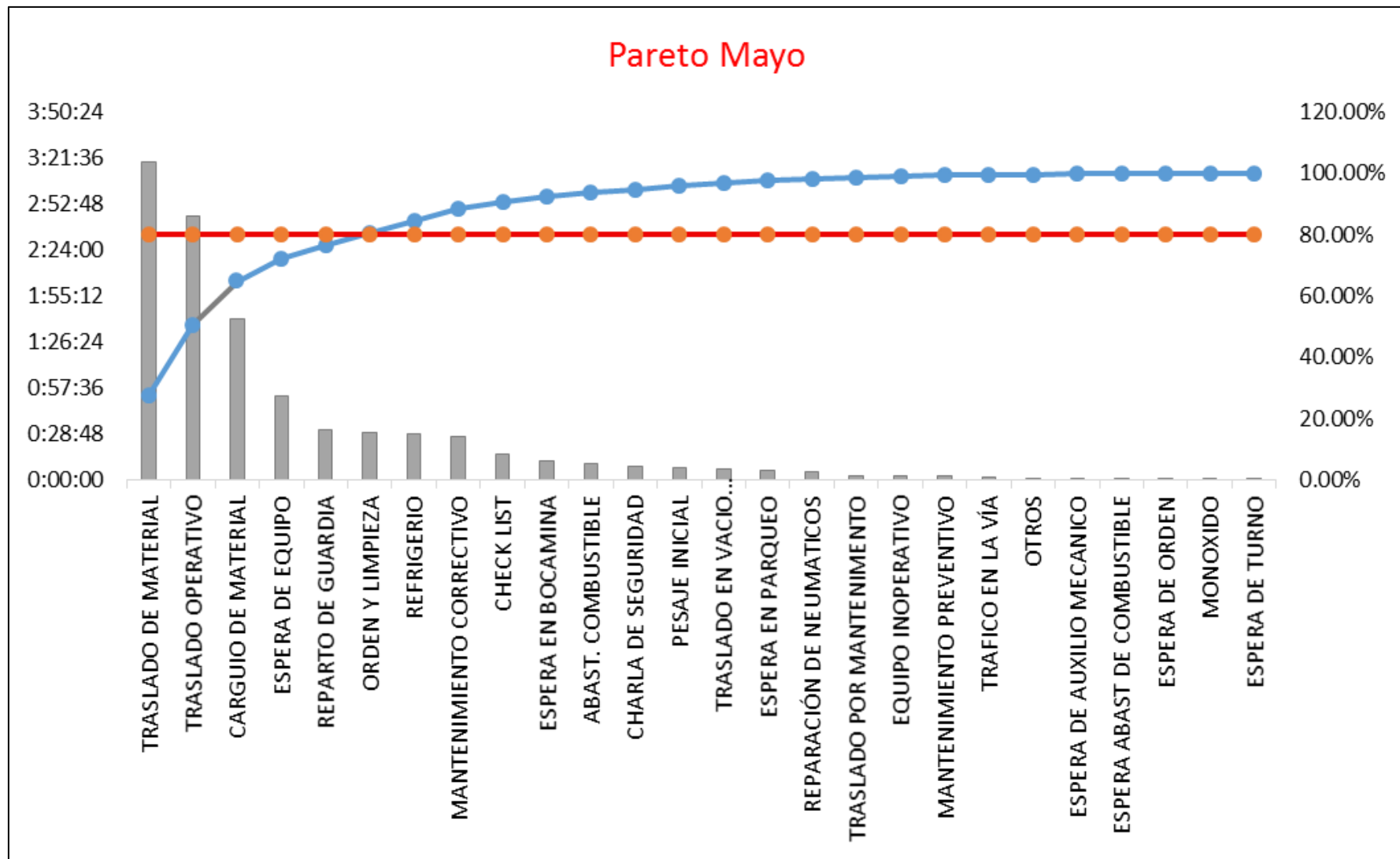


Figura 16. Resumen de demoras operativas en transporte y acarreo de material mediante Pareto, mayo en la unidad minera Huarón

### **a) Análisis e Interpretación de Resultados**

- ✓ La incidencia de las demoras operativas considera el transporte de material durante el ciclo total desde las cámaras de carguío hacia los puntos de descarga de ida y vuelta con una incidencia de 50.65%.
- ✓ Las demoras operativas que inciden en segundo orden es el carguío de material y espera del equipo, con una incidencia de 21.35%.
- ✓ El reparto de guardia es otra variable que incide en las demoras operativas y que se refleja durante el mes de mayo, siendo la variable operacional que genera una incidencia de 4.35%.
- ✓ Las cinco principales causas identificadas mediante Pareto, durante el mes de mayo que influye en las demoras operativas está en el orden del 76.35%.

### **F. Análisis de Pareto – Junio**

Las cinco principales causas identificadas mediante Pareto durante el mes de junio se categorizaron de acuerdo con su influencia en las demoras operativas como: traslado de material, traslado operativo, carguío de material, espera de equipo y reparto de guardia, con un total de incidencia directa en el rendimiento de los equipos de acarreo y transporte de 75.20%.

**Tabla 21. Pérdidas operacionales mediante Pareto junio 2019 en la veta Gavia en la unidad minera Huarón**

Actividad	Frecuencia Hr	% Acumulado	% Incidencia
TRASLADO DE MATERIAL	2:59:55	24.99%	24.99%
TRASLADO OPERATIVO	2:52:37	48.96%	23.97%
CARGUIO DE MATERIAL	1:49:14	64.13%	15.17%
ESPERA DE EQUIPO	0:45:35	70.46%	6.33%
REPARTO DE GUARDIA	0:34:07	75.20%	4.74%
ORDEN Y LIMPIEZA	0:28:23	79.14%	3.94%
CHECK LIST	0:27:40	82.99%	3.84%
CHARLA DE SEGURIDAD	0:21:38	85.99%	3.00%
MANTENIMIENTO CORRECTIVO	0:21:35	88.99%	3.00%
REFRIGERIO	0:18:27	91.55%	2.56%
ESPERA EN BOCAMINA	0:17:25	93.97%	2.42%
ABAST. COMBUSTIBLE	0:12:33	95.71%	1.74%
TRASLADO EN VACIO IMPRODUCTIVO	0:09:46	97.07%	1.36%
PESAJE INICIAL	0:05:44	97.87%	0.80%
REPARACIÓN DE NEUMATICOS	0:04:49	98.53%	0.67%
MONOXIDO	0:03:39	99.04%	0.51%
TRASLADO POR MANTENIMIENTO	0:01:51	99.30%	0.26%
ESPERA EN PARQUEO	0:01:48	99.55%	0.25%
MANTENIMIENTO PREVENTIVO	0:01:22	99.74%	0.19%
TRAFICO EN LA VÍA	0:00:55	99.87%	0.13%
ESPERA DE DESCARGA	0:00:30	99.94%	0.07%
ESPERA DE TURNO	0:00:15	99.97%	0.03%
ESPERA TOLVA GEMELA	0:00:12	100.00%	0.03%
<b>TOTAL</b>	<b>12:00:00</b>		

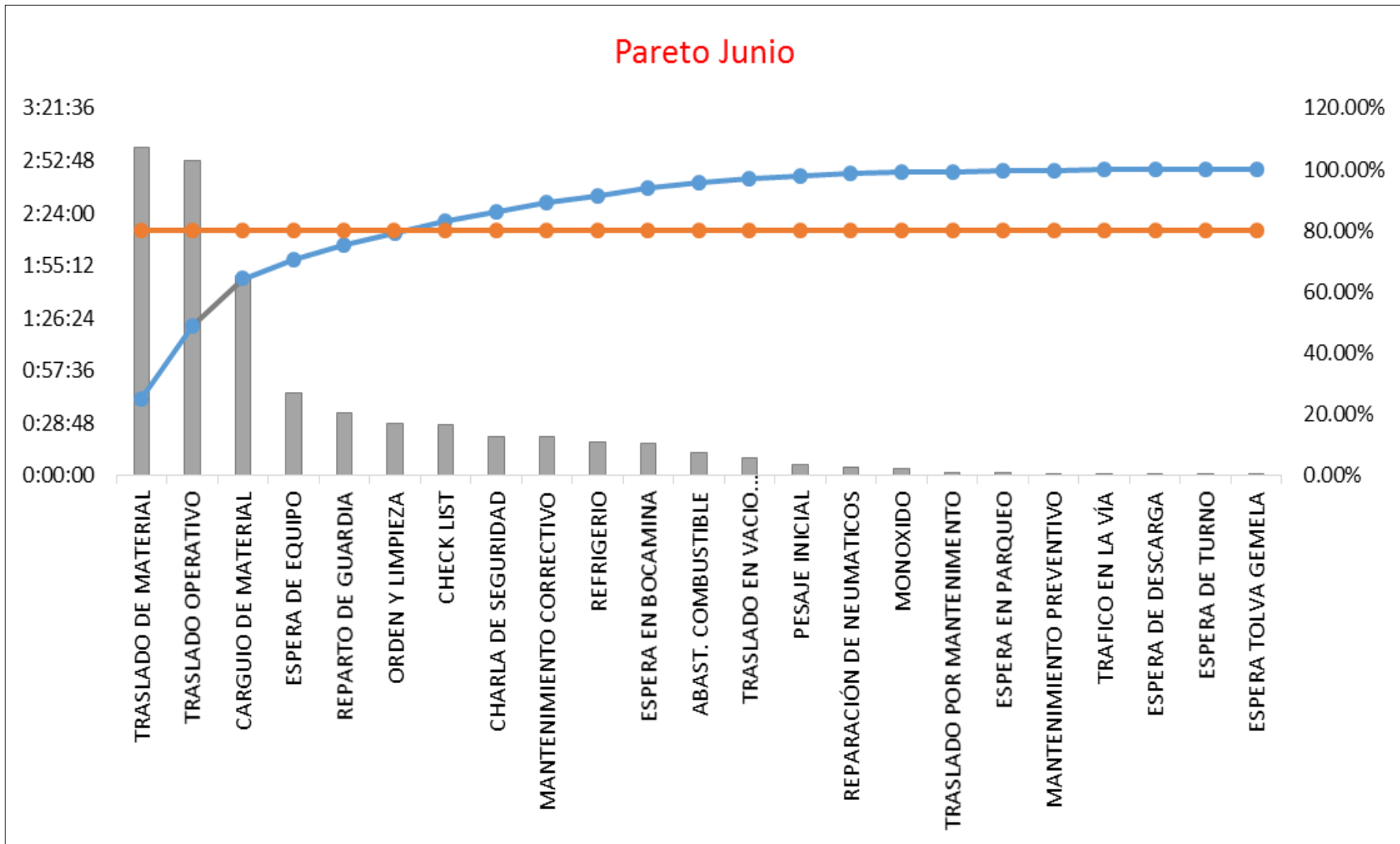


Figura 17. Resumen de demoras operativas en transporte y acarreo de material mediante Pareto, junio en la unidad minera Huarón

### **a) Análisis e Interpretación de Resultados**

- ✓ La incidencia de las demoras operativas considera el transporte de material durante el ciclo total desde las cámaras de carguío hacia los puntos de descarga de ida y vuelta con una incidencia de 48.26%.
- ✓ Las demoras operativas que inciden en segundo orden es el carguío de material y espera del equipo, con una incidencia de 22.61%.
- ✓ El reparto de guardia es otra variable que incide en las demoras operativas y que se refleja durante el mes de junio, siendo la variable operacional que genera una incidencia de 4.74%.
- ✓ Las cinco principales causas identificadas mediante Pareto, durante el mes de junio que influye en las demoras operativas está en el orden del 75.20%.

#### **4.1.3. Análisis de los Indicadores de Rendimiento en Equipos de Transporte en la Veta Gavia**

Los indicadores de rendimiento que inciden en las pérdidas de tiempo operacional es la disponibilidad mecánica y la utilización. La variable disponibilidad si bien es cierto que es de carácter mecánico, influye en la productividad de las operaciones mineras.

Una disponibilidad mecánica eficiente está en función de la vida operacional del equipo y de su mantenimiento preventivo a realizar en cada unidad de transporte. Para los cálculos del rendimiento óptimo de los equipos hay que tener en consideración que todas las variables técnicas especificadas en los manuales técnicos de cada unidad de transporte dependiendo de la marca y su modelo han sido analizados en función de variables nominales evaluados a nivel del mar, lo que hay que considerar el factor de corrección por efecto de altura, ya que la mayoría de las operaciones mineras son mayores a 3000 m s. n. m.

## A. Análisis de Indicadores de Rendimiento: Utilización y Disponibilidad – Enero

El análisis de los indicadores de rendimiento como disponibilidad y utilización en las unidades de acarreo y transporte de material en la veta Gavia de la unidad minera Huarón, considera 10 unidades de la marca Mercedes Benz, modelo 3344K de dimensiones de 7.4 metros de largo, 2.5 metros de ancho y de 3.3 metros de alto con un peso bruto vehicular de 33 toneladas.

La disponibilidad de los equipos de transporte mide el tiempo en que el equipo está en condiciones mecánicas y eléctricas para operar. El indicador operacional de disponibilidad asociado al carácter mecánico y eléctrico del equipo considera un valor promedio para el mes de enero en 94.01%.

La utilización es el tiempo en que el equipo se encuentra operando, por lo que hay que considerar las pérdidas operacionales y la disponibilidad de los equipos. El indicador de utilización asociado a las variables operacionales considera un promedio mensual del mes de enero en 75.93%.

**Tabla 22. Utilización y disponibilidad mes de enero, veta Gavia en la unidad minera Huarón**

UNIDAD	TONELAJE	N° DE VIAJES	VALORIZACIÓN	DISPONIBILIDAD	UTILIZACIÓN
MCH-20	8417.084	393	\$ 16,313.80	93%	79%
MCH-21	7380.51	358	\$ 14,645.44	95%	78%
MCH-22	7229.1275	367	\$ 14,758.26	93%	73%
MCH-23	7588.8375	366	\$ 15,153.60	96%	76%
MCH-24	8274.745	424	\$ 16,829.29	96%	75%
MCH-25	7262.8175	355	\$ 14,202.15	94%	76%
MCH-26	7693.7175	351	\$ 14,095.14	97%	73%
MCH-27	7894.3025	382	\$ 15,668.49	89%	72%
MCH-28	7768.1675	357	\$ 14,719.79	93%	75%
MCH-30	4849.23	251	\$ 9,917.57	95%	86%
Total	74358.539	3602	\$ 146,303.53		
Promedio	7435.8539	365	\$ 14,847.96	94.01%	75.93%

### **a) Análisis e Interpretación de Resultados**

- ✓ La disponibilidad promedio durante el mes de enero es de 94.01%, con un rango mínimo y máximo de 89% a 97% y el indicador de utilización promedio es de 75.93%, con un rango mínimo y máximo de 72% a 86%.
  
- ✓ El total de material (mineral y desmonte) transportado es de 74,358.54 toneladas con un total de 3602 viajes.
  
- ✓ El promedio de material transportado durante el mes de enero promedio es de 7435.85 toneladas por cada unidad y un número promedio de 365 viajes por unidad.
  
- ✓ El costo total de transporte de material durante el mes de enero es de US \$ 146,303.53 y un costo unitario de US \$ 1.97 /t.

### **B. Análisis de Indicadores de Rendimiento: Utilización y Disponibilidad – Febrero**

La disponibilidad de los equipos de transporte mide el tiempo en que el equipo está en condiciones mecánicas y eléctricas para operar. El indicador operacional de disponibilidad asociado al carácter mecánico y eléctrico del equipo considera un valor promedio para el mes de febrero en 93.98%.

La utilización es el tiempo en que el equipo se encuentra operando, por lo que hay que considerar las pérdidas operacionales y la disponibilidad de los equipos. El indicador de utilización asociado a las variables operacionales considera un promedio mensual del mes de febrero en 76.07%.



**Tabla 23. Utilización y disponibilidad mes de febrero, veta Gavia en la unidad minera Huarón**

UNIDAD	TONELAJE	N° DE VIAJES	VALORIZACIÓN	DISPONIBILIDAD	UTILIZACIÓN
MCH-20	8191	426	\$ 18,731.83	93%	79%
MCH-21	7218.16	397	\$ 16,855.76	95%	78%
MCH-22	8378.5	479	\$ 18,221.61	93%	73%
MCH-23	7534.38	422	\$ 17,189.40	96%	76%
MCH-24	8301.04	479	\$ 18,157.11	96%	75%
MCH-25	6566.19	363	\$ 13,004.42	94%	76%
MCH-26	6219.68	303	\$ 11,526.16	97%	73%
MCH-27	7310.24	413	\$ 17,193.68	89%	72%
MCH-28	7542.3	356	\$ 13,933.90	93%	75%
MCH-30	5560.41	315	\$ 12,409.95	95%	86%
Total	72821.9	3953	\$ 157,223.80		
Promedio	7282.19	402	\$ 15,996.16	93.98%	76.07%

#### **a) Análisis e Interpretación de Resultados**

- ✓ La disponibilidad promedio durante el mes de febrero es de 93.98%, con un rango mínimo y máximo de 89% a 97% y el indicador de utilización promedio es de 76.07%, con un rango mínimo y máximo de 72% a 86%.
- ✓ El total de material (mineral y desmonte) transportado es de 72,821.90 toneladas con un total de 3953 viajes.
- ✓ El promedio de material transportado durante el mes de febrero promedio es de 7282.19 toneladas por cada unidad y un número promedio de 402 viajes por unidad.
- ✓ El costo total de transporte de material durante el mes de febrero es de US \$ 157,223.80 y un costo unitario de US \$ 2.16 /t.

### C. Análisis de Indicadores de Rendimiento: Utilización y Disponibilidad – Marzo

La disponibilidad de los equipos de transporte mide el tiempo en que el equipo está en condiciones mecánicas y eléctricas para operar. El indicador operacional de disponibilidad asociado al carácter mecánico y eléctrico del equipo considera un valor promedio para el mes de marzo en 93.79%.

La utilización es el tiempo en que el equipo se encuentra operando, por lo que hay que considerar las pérdidas operacionales y la disponibilidad de los equipos. El indicador de utilización asociado a las variables operacionales considera un promedio mensual del mes de marzo en 76.37%.

**Tabla 24. Utilización y disponibilidad mes de marzo, veta Gavia en la unidad minera Huarón**

UNIDAD	TONELAJE	N° DE VIAJES	VALORIZACIÓN	DISPONIBILIDAD	UTILIZACIÓN
MCH-20	8632.716	338	\$ 13,564.93	92%	79%
MCH-21	7712.37	308	\$ 11,738.08	93%	79%
MCH-22	8682.4	346	\$ 14,476.96	92%	77%
MCH-23	9006.06	367	\$ 14,751.20	94%	76%
MCH-24	9236.5	372	\$ 15,350.63	92%	76%
MCH-25	7434.29	295	\$ 12,569.77	96%	79%
MCH-26	9113.94	359	\$ 14,256.95	99%	81%
MCH-27	8330.34	335	\$ 13,060.37	96%	71%
MCH-28	9122.04	363	\$ 14,634.61	92%	74%
MCH-30	6945.87	284	\$ 11,220.62	92%	71%
<b>Total</b>	<b>84216.526</b>	<b>3367</b>	<b>\$ 135,624.13</b>		
<b>Promedio</b>	<b>8421.6526</b>	<b>339</b>	<b>\$ 13,674.01</b>	<b>93.79%</b>	<b>76.37%</b>

#### a) Análisis e Interpretación de Resultados

- ✓ La disponibilidad promedio durante el mes de marzo es de 93.79%, con un rango mínimo y máximo de 92% a 99% y el indicador de utilización promedio es de 76.37%, con un rango mínimo y máximo de 71% a 81%.
- ✓ El total de material (mineral y desmonte) transportado es de 84,216.53 toneladas con un total de 3367 viajes.

- ✓ El promedio de material transportado durante el mes de marzo promedio es de 8421.65 toneladas por cada unidad y un número promedio de 339 viajes por unidad.
- ✓ El costo total de transporte de material durante el mes de marzo es de US \$ 135,624.13 y un costo unitario de US \$ 1.61/t.

#### **D. Análisis de Indicadores de Rendimiento: Utilización y Disponibilidad – Abril**

La disponibilidad de los equipos de transporte mide el tiempo en que el equipo está en condiciones mecánicas y eléctricas para operar. El indicador operacional de disponibilidad asociado al carácter mecánico y eléctrico del equipo considera un valor promedio para el mes de abril en 93.06%.

La utilización es el tiempo en que el equipo se encuentra operando, por lo que hay que considerar las pérdidas operacionales y la disponibilidad de los equipos. El indicador de utilización asociado a las variables operacionales considera un promedio mensual del mes de abril en 76.22%.

**Tabla 25. Utilización y disponibilidad mes de abril, veta Gavia en la unidad minera Huarón**

UNIDAD	TONELAJE	N° DE VIAJES	VALORIZACIÓN	DISPONIBILIDAD	UTILIZACIÓN
MCH-20	7826.29	383	\$ 17,065.34	94%	78%
MCH-21	6698.87	325	\$ 14,804.62	91%	80%
MCH-22	7774.39	399	\$ 15,994.45	93%	77%
MCH-23	6964.09	312	\$ 13,944.64	94%	79%
MCH-24	8253.44	434	\$ 16,619.71	94%	74%
MCH-25	8561.98	388	\$ 16,483.38	95%	74%
MCH-26	7704.7	353	\$ 16,004.81	95%	78%
MCH-27	7275.12	361	\$ 15,403.84	94%	77%
MCH-28	7058.52	312	\$ 13,381.91	91%	72%
MCH-30	2788.14	140	\$ 5,999.30	85%	72%
<b>Total</b>	<b>70905.54</b>	<b>3407</b>	<b>\$ 145,702.01</b>		
<b>Promedio</b>	<b>7090.554</b>	<b>357</b>	<b>\$ 15,218.16</b>	<b>93.06%</b>	<b>76.22%</b>

#### **a) Análisis e Interpretación de Resultados**

- ✓ La disponibilidad promedio durante el mes de abril es de 93.06%, con un rango mínimo y máximo de 85% a 95% y el indicador de utilización promedio es de 76.22%, con un rango mínimo y máximo de 72% a 80%.

- ✓ El total de material (mineral y desmonte) transportado es de 70,905.54 toneladas con un total de 3407 viajes.
  
- ✓ El promedio de material transportado durante el mes de abril promedio es de 7090.55 toneladas por cada unidad y un número promedio de 357 viajes por unidad.
  
- ✓ El costo total de transporte de material durante el mes de abril es de US \$ 145,702.01 y un costo unitario de US \$ 2.05 /t.

#### **E. Análisis de Indicadores de Rendimiento: Utilización y Disponibilidad – Mayo**

La disponibilidad de los equipos de transporte mide el tiempo en que el equipo está en condiciones mecánicas y eléctricas para operar. El indicador operacional de disponibilidad asociado al carácter mecánico y eléctrico del equipo considera un valor promedio para el mes de mayo en 93.24%.

La utilización es el tiempo en que el equipo se encuentra operando, por lo que hay que considerar las pérdidas operacionales y la disponibilidad de los equipos. El indicador de utilización asociado a las variables operacionales considera un promedio mensual del mes de mayo en 76.47%.

**Tabla 26. Utilización y disponibilidad mes de mayo, veta Gavia en la unidad minera Huarón**

UNIDAD	TONELAJE	N° DE VIAJES	VALORIZACIÓN	DISPONIBILIDAD	UTILIZACIÓN
MCH-20	9018.33	426	\$ 15,893.10	94%	78%
MCH-21	7892.64	401	\$ 15,183.31	92%	77%
MCH-22	4081.22	242	\$ 10,340.02	87%	77%
MCH-23	6850.82	362	\$ 14,729.15	94%	79%
MCH-24	7308	410	\$ 17,189.70	95%	74%
MCH-25	6488.81	372	\$ 14,751.02	95%	74%
MCH-26	7736.55	388	\$ 14,592.65	95%	78%
MCH-27	8661.51	419	\$ 17,016.09	95%	77%
MCH-28	7349.81	396	\$ 16,928.75	95%	77%
MCH-30	4102.5	265	\$ 10,040.40	85%	72%
Total	69490.19	3681	\$ 146,664.19		
Promedio	6949.019	382	\$ 15,160.51	93.24%	76.47%

#### **a) Análisis e Interpretación de Resultados**

- ✓ La disponibilidad promedio durante el mes de mayo es de 93.24%, con un rango mínimo y máximo de 85% a 95% y el indicador de utilización promedio es de 76.47%, con un rango mínimo y máximo de 72% a 78%.
- ✓ El total de material (mineral y desmonte) transportado es de 69,490.19 toneladas con un total de 3681 viajes.
- ✓ El promedio de material transportado durante el mes de mayo promedio es de 6949.10 toneladas por cada unidad y un número promedio de 382 viajes por unidad.
- ✓ El costo total de transporte de material durante el mes de mayo es de US \$ 146,664.19 y un costo unitario de US \$ 2.11 /t.

#### **F. Análisis de Indicadores de Rendimiento: Utilización y Disponibilidad – Junio**

La disponibilidad de los equipos de transporte mide el tiempo en que el equipo está en condiciones mecánicas y eléctricas para operar. El indicador operacional de disponibilidad asociado al carácter mecánico y eléctrico del equipo considera un valor promedio para el mes de junio en 93.06%.

La utilización es el tiempo en que el equipo se encuentra operando, por lo que hay que considerar las pérdidas operacionales y la disponibilidad de los equipos. El indicador de utilización asociado a las variables operacionales considera un promedio mensual del mes de junio en 76.22%.

**Tabla 27. Utilización y disponibilidad mes de junio, veta Gavia en la unidad minera Huarón**

UNIDAD	TONELAJE	N° DE VIAJES	VALORIZACIÓN	DISPONIBILIDAD	UTILIZACIÓN
MCH-20	6897	413	\$ 15,666.03	96%	80%
MCH-21	5742.7	364	\$ 13,402.82	94%	81%
MCH-22	2332.8	153	\$ 5,656.44	95%	76%
MCH-23	8272.45	443	\$ 16,741.46	94%	82%
MCH-24	8356.78	460	\$ 16,611.52	97%	80%
MCH-25	8211.7	453	\$ 16,711.35	97%	83%
MCH-26	7164.23	426	\$ 15,852.22	92%	79%
MCH-27	7102.64	396	\$ 15,312.59	96%	78%
MCH-28	7180.034	401	\$ 14,862.49	94%	78%
MCH-30	4159.69	235	\$ 7,804.19	95%	81%
Total	65420.024	3744	\$ 138,621.10		
Promedio	6542.0024	401	\$ 14,892.34	95.07%	79.95%

#### a) Análisis e Interpretación de Resultados

- ✓ La disponibilidad promedio durante el mes de junio es de 95.07%, con un rango mínimo y máximo de 92% a 97% y el indicador de utilización promedio es de 79.95%, con un rango mínimo y máximo de 76% a 83%.
- ✓ El total de material (mineral y desmonte) transportado es de 65,420.02 toneladas con un total de 3744 viajes.
- ✓ El promedio de material transportado durante el mes de junio promedio es de 6542.00 toneladas por cada unidad y un número promedio de 401 viajes por unidad.
- ✓ El costo total de transporte de material durante el mes de mayo es de US \$ 138,621.10 y un costo unitario de US \$ 2.12 /t.

#### 4.1.4. Análisis Económico

La evaluación económica de las operaciones de transporte y acarreo en la veta Gavia de la unidad minera Huarón, generó una mejora de la productividad en

el rendimiento de los equipos producto del incremento de la producción de 940,000 toneladas programadas a 962,150 toneladas, así como un mejor control de las principales actividades que afectan los tiempos operacionales durante el presente estudio, generando un menor costo unitario de 2.20 US \$ /t a 1.99 US \$/t, durante el primer semestre del 2019.

### A. Análisis de Indicadores Económicos en el Transporte de Mineral y Desmonte – Enero

El análisis económico durante enero en el transporte de material considera las variables de producción, número de viajes y costo unitario de transporte, generando un costo total de transporte de US \$ 146,303.53.

**Tabla 28. Análisis del costo de transporte mes de enero, veta Gavia en la unidad minera Huarón**

UNIDAD	TONELAJE		N° DE VIAJES		VALORIZACIÓN	
	DESMONTE	MINERAL	DESMONTE	MINERAL	DESMONTE	MINERAL
MCH-20	2,238.28	6,178.81	135	258	\$ 3,711.73	\$ 12,602.07
MCH-21	2,035.71	5,344.80	137	221	\$ 3,894.32	\$ 10,751.13
MCH-22	925.95	6,303.18	98	269	\$ 2,618.12	\$ 12,140.14
MCH-23	1,999.13	5,589.71	132	234	\$ 3,919.27	\$ 11,234.33
MCH-24	1,941.22	6,333.53	146	277	\$ 4,438.26	\$ 12,391.03
MCH-25	1,862.86	5,399.96	137	218	\$ 3,931.21	\$ 10,270.94
MCH-26	2,186.99	5,506.73	129	221	\$ 3,733.55	\$ 10,361.60
MCH-27	2,043.50	5,850.80	137	245	\$ 4,050.25	\$ 11,618.24
MCH-28	2,240.34	5,527.83	141	216	\$ 4,400.52	\$ 10,319.27
MCH-30	1,425.75	3,423.48	103	148	\$ 2,833.92	\$ 7,083.64
<b>TOTAL</b>	<b>18,899.71</b>	<b>55,458.83</b>	<b>1295</b>	<b>2307</b>	<b>\$ 37,531.15</b>	<b>\$ 108,772.39</b>

#### a) Análisis e Interpretación de Resultados

- ✓ El costo total de transporte de material, generado durante el mes de enero fue de US \$ 146,30.53, siendo el total de mineral y desmonte transportado de 74,358.54 toneladas.
- ✓ El tonelaje de mineral transportado durante el mes de enero fue de 55,458.83 toneladas con un costo total de US \$ 108,772.39, generando un total de 2307 viajes y un costo unitario de 1.96 US \$ /t.

- ✓ El tonelaje de desmonte transportado durante el mes de enero fue de 18,899.71 toneladas con un costo total de US \$ 37,531.15, generando un total de 1295 viajes y un costo unitario de 1.99 US \$ /t.
- ✓ El total de viajes generados durante el mes de enero fue de 3602 y un costo unitario de material transportado (mineral y desmonte) de 1.97 US \$ /t.

## B. Análisis de Indicadores Económicos en el Transporte de Mineral y Desmonte – Febrero

El análisis económico durante febrero en el transporte de material considera las variables de producción, número de viajes y costo unitario de transporte, generando un costo total de transporte de US \$ 157,223.80.

**Tabla 29. Análisis del costo de transporte mes de febrero, veta Gavia en la unidad minera Huarón**

UNIDAD	TONELAJE		N° DE VIAJES		VALORIZACIÓN	
	DESMONTE	MINERAL	DESMONTE	MINERAL	DESMONTE	MINERAL
MCH-20	1793.69	6397.31	123	303	\$ 4,107.09	\$ 14,624.74
MCH-21	1668.79	5549.37	148	249	\$ 4,628.80	\$ 12,226.96
MCH-22	1998.72	6379.78	186	293	\$ 5,349.98	\$ 12,871.63
MCH-23	1920.70	5613.68	155	267	\$ 5,018.76	\$ 12,170.65
MCH-24	1811.29	6489.75	175	304	\$ 4,908.90	\$ 13,248.21
MCH-25	1555.43	5010.76	147	216	\$ 3,718.43	\$ 9,285.99
MCH-26	1893.83	4325.85	105	198	\$ 3,299.02	\$ 8,227.14
MCH-27	1731.46	5578.78	164	249	\$ 4,809.49	\$ 12,384.19
MCH-28	2408.79	5133.51	145	211	\$ 4,082.43	\$ 9,851.47
MCH-30	1642.87	3917.54	127	188	\$ 3,822.35	\$ 8,587.59
<b>TOTAL</b>	<b>18,425.57</b>	<b>54,396.33</b>	<b>1475</b>	<b>2478</b>	<b>\$ 43,745.24</b>	<b>\$ 113,478.57</b>

### a) Análisis e Interpretación de Resultados

- ✓ El costo total de transporte de material generado durante el mes de febrero fue de US \$ 157,223.80, siendo el total de mineral y desmonte transportado de 72,821.90 toneladas.
- ✓ El tonelaje de mineral transportado durante el mes de febrero fue de 54,396.33 toneladas con un costo total de US \$ 113,478.57, generando un total de 2478 viajes y un costo unitario de 2.09 US \$ /t.



- ✓ El tonelaje de desmonte transportado durante el mes de febrero fue de 18,425.57 toneladas con un costo total de US \$ 43,745.24, generando un total de 1475 viajes y un costo unitario de 2.37 US \$ /t.
- ✓ El total de viajes generados durante el mes de febrero fue de 3953 y un costo unitario de material transportado (mineral y desmonte) de 2.16 US \$ /t.

### C. Análisis de Indicadores Económicos en el Transporte de Mineral y Desmonte – Marzo

El análisis económico durante marzo en el transporte de material considera las variables de producción, número de viajes y costo unitario de transporte, generando un costo total de transporte de US \$ 135,624.13.

**Tabla 30. Análisis del costo de transporte mes de marzo, veta Gavia en la unidad minera Huarón**

UNIDAD	TONELAJE		N° DE VIAJES		VALORIZACIÓN	
	DESMONTE	MINERAL	DESMONTE	MINERAL	DESMONTE	MINERAL
MCH-20	2568.45	6064.27	110	228	\$ 2,992.62	\$ 10,572.31
MCH-21	2739.33	4973.04	116	192	\$ 3,100.67	\$ 8,637.41
MCH-22	2677.56	6004.84	116	230	\$ 3,539.68	\$ 10,937.28
MCH-23	3514.05	5492.01	156	211	\$ 4,015.69	\$ 10,735.52
MCH-24	3299.20	5937.30	145	227	\$ 3,891.87	\$ 11,458.76
MCH-25	3002.83	4431.46	129	166	\$ 3,774.94	\$ 8,794.83
MCH-26	2897.25	6216.69	122	237	\$ 3,336.09	\$ 10,920.86
MCH-27	2514.64	5815.70	109	226	\$ 3,053.90	\$ 10,006.47
MCH-28	3278.50	5843.54	140	223	\$ 3,763.17	\$ 10,871.44
MCH-30	2815.38	4130.49	123	161	\$ 3,166.97	\$ 8,053.65
<b>TOTAL</b>	<b>29,307.19</b>	<b>54,909.34</b>	<b>1,266</b>	<b>2,101</b>	<b>\$ 34,635.59</b>	<b>\$ 100,988.53</b>

#### a) Análisis e Interpretación de Resultados

- ✓ El costo total de transporte de material, generado durante el mes de marzo fue de US \$ 135,624.13, siendo el total de mineral y desmonte transportado de 84,216.53 toneladas.
- ✓ El tonelaje de mineral transportado durante el mes de marzo fue de 54,909.34 toneladas con un costo total de US \$ 100,988.53, generando un total de 2101 viajes y un costo unitario de 1.84 US \$ /t.

- ✓ El tonelaje de desmonte transportado durante el mes de marzo fue de 29,307.19 toneladas con un costo total de US \$ 34,635.59, generando un total de 1266 viajes y un costo unitario de 1.18 US \$ /t.
- ✓ El total de viajes generados durante el mes de marzo fue de 3367 y un costo unitario de material transportado (mineral y desmonte) de 1.61 US \$ /t.

#### D. Análisis de Indicadores Económicos en el Transporte de Mineral y Desmonte – Abril

El análisis económico durante abril en el transporte de material considera las variables de producción, número de viajes y costo unitario de transporte, generando un costo total de transporte de US \$ 145,702.01.

**Tabla 31. Análisis del costo de transporte mes de abril, veta Gavia en la unidad minera Huarón**

UNIDAD	TONELAJE		N° DE VIAJES		VALORIZACIÓN	
	DESMONTE	MINERAL	DESMONTE	MINERAL	DESMONTE	MINERAL
MCH-20	1751.45	6074.84	139	244	\$ 4,456.17	\$ 12,609.17
MCH-21	1186.87	5512.00	103	222	\$ 3,415.62	\$ 11,389.00
MCH-22	1249.47	6524.92	115	284	\$ 3,382.93	\$ 12,611.52
MCH-23	1300.66	5663.43	89	223	\$ 3,147.82	\$ 10,796.82
MCH-24	1679.91	6573.53	133	301	\$ 4,153.61	\$ 12,466.11
MCH-25	1804.33	6757.65	117	271	\$ 3,751.38	\$ 12,731.99
MCH-26	1727.05	5977.65	124	229	\$ 4,068.02	\$ 11,936.79
MCH-27	1117.19	6157.93	102	259	\$ 2,939.79	\$ 12,464.05
MCH-28	1452.08	5606.44	98	214	\$ 3,147.01	\$ 10,234.91
MCH-30	565.72	2222.42	45	95	\$ 1,389.61	\$ 4,609.69
<b>TOTAL</b>	<b>13,834.73</b>	<b>57,070.81</b>	<b>1,065</b>	<b>2,342</b>	<b>\$ 33,851.95</b>	<b>\$ 111,850.06</b>

#### a) Análisis e Interpretación de Resultados

- ✓ El costo total de transporte de material generado durante el mes de abril fue de US \$ 145,702.01, siendo el total de mineral y desmonte transportado de 70,905.54 toneladas.
- ✓ El tonelaje de mineral transportado durante el mes de abril fue de 57,070.81 toneladas con un costo total de US \$ 111,850.06, generando un total de 2342 viajes y un costo unitario de 1.96 US \$ /t.

- ✓ El tonelaje de desmonte transportado durante el mes de abril fue de 13,834.73 toneladas con un costo total de US \$ 33,851.95, generando un total de 1065 viajes y un costo unitario de 2.45 US \$ /t.
- ✓ El total de viajes generados durante el mes de abril fue de 3407 y un costo unitario de material transportado (mineral y desmonte) de 2.05 US \$ /t.

### E. Análisis de Indicadores Económicos en el Transporte de Mineral y Desmonte – Mayo

El análisis económico durante mayo en el transporte de material considera las variables de producción, número de viajes y costo unitario de transporte, generando un costo total de transporte de US \$ 146,664.19.

**Tabla 32. Análisis del costo de transporte mes de mayo, veta Gavia en la unidad minera Huarón**

UNIDAD	TONELAJE		N° DE VIAJES		VALORIZACIÓN	
	DESMONTE	MINERAL	DESMONTE	MINERAL	DESMONTE	MINERAL
MCH-20	2257.95	6760.38	130	296	\$ 3,418.58	\$ 12,474.53
MCH-21	1757.96	6134.68	121	280	\$ 3,717.05	\$ 11,466.26
MCH-22	1295.48	2785.74	114	128	\$ 3,716.27	\$ 6,623.75
MCH-23	2184.52	4666.30	150	212	\$ 4,508.70	\$ 10,220.45
MCH-24	1864.90	5443.10	179	231	\$ 5,165.38	\$ 12,024.31
MCH-25	1620.73	4868.08	150	222	\$ 4,432.04	\$ 10,318.98
MCH-26	2168.10	5568.45	146	242	\$ 4,254.71	\$ 10,337.94
MCH-27	2649.52	6011.99	173	246	\$ 5,666.00	\$ 11,350.09
MCH-28	1677.22	5672.59	135	261	\$ 4,073.04	\$ 12,855.71
MCH-30	1287.81	2814.69	132	133	\$ 3,764.17	\$ 6,276.23
<b>TOTAL</b>	<b>18,764.19</b>	<b>50,726.00</b>	<b>1,430</b>	<b>2,251</b>	<b>\$ 42,715.94</b>	<b>\$ 103,948.25</b>

#### a) Análisis e Interpretación de Resultados

- ✓ El costo total de transporte de material generado durante el mes de mayo fue de US \$ 146,664.19, siendo el total de mineral y desmonte transportado de 69,490.19 toneladas.

- ✓ El tonelaje de mineral transportado durante el mes de mayo fue de 50,726.00 toneladas con un costo total de US \$ 103,948.25, generando un total de 2251 viajes y un costo unitario de 2.05 US \$ /t.
- ✓ El tonelaje de desmonte transportado durante el mes de mayo fue de 18,764.19 toneladas con un costo total de US \$ 42,715.94, generando un total de 1430 viajes y un costo unitario de 2.28 US \$ /t.
- ✓ El total de viajes generados durante el mes de mayo fue de 3681 y un costo unitario de material transportado (mineral y desmonte) de 2.11 US \$ /t.

## F. Análisis de Indicadores Económicos en el Transporte de Mineral y Desmonte – Junio

El análisis económico durante junio en el transporte de material considera las variables de producción, número de viajes y costo unitario de transporte, generando un costo total de transporte de US \$ 138,621.10.

**Tabla 33. Análisis del costo de transporte mes de junio, veta Gavia en la unidad minera Huarón**

UNIDAD	TONELAJE		N° DE VIAJES		VALORIZACIÓN	
	DESMONTE	MINERAL	DESMONTE	MINERAL	DESMONTE	MINERAL
MCH-20	2332.73	4564.27	174	239	\$ 5,022.35	\$10,643.68
MCH-21	2049.66	3693.04	157	207	\$ 4,877.43	\$ 8,525.39
MCH-22	1066.10	1266.70	70	83	\$ 2,435.86	\$ 3,220.58
MCH-23	2044.57	6227.88	153	290	\$ 4,628.32	\$12,113.14
MCH-24	2468.54	5888.24	154	306	\$ 4,860.62	\$11,750.91
MCH-25	2346.55	5865.15	153	300	\$ 4,810.85	\$11,900.50
MCH-26	2319.94	4844.29	153	273	\$ 5,107.61	\$10,744.61
MCH-27	2090.30	5012.34	164	232	\$ 5,086.06	\$10,226.53
MCH-28	2313.74	4866.29	148	253	\$ 4,749.44	\$10,113.05
MCH-30	1292.72	2866.97	83	152	\$ 1,759.06	\$ 6,045.13
<b>TOTAL</b>	<b>20,324.85</b>	<b>45,095.17</b>	<b>1,409</b>	<b>2,335</b>	<b>\$ 43,337.59</b>	<b>\$95,283.51</b>

### a) Análisis e Interpretación de Resultados

- ✓ El costo total de transporte de material generado durante el mes de junio fue de US \$ 138,621.10, siendo el total de mineral y desmonte transportado de 65,420.02 toneladas.

- ✓ El tonelaje de mineral transportado durante el mes de junio fue de 45,095.17 toneladas con un costo total de US \$ 95,283.51, generando un total de 2335 viajes y un costo unitario de 2.11 US \$ /t.
- ✓ El tonelaje de desmonte transportado durante el mes de mayo fue de 20,324.85 toneladas con un costo total de US \$ 43,337.59, generando un total de 1409 viajes y un costo unitario de 2.13 US \$ /t.
  
- ✓ El total de viajes generados durante el mes de mayo fue de 3744 y un costo unitario de material transportado (mineral y desmonte) de 2.12 US \$ /t.

Finalmente, durante el tiempo de estudio de 6 meses, se transportó un total de 437,212.72 toneladas de material, con un total de 21,754 viajes, con un costo total de transporte de US \$ 870,138.77 y un costo unitario promedio de 1.99 US \$ /t.

Así mismo, el total de mineral transportado fue de 317,656.48 toneladas, con un total de 13,814 viajes, con un costo total de transporte de US \$ 634,321.32 y un costo unitario de 2.00 US \$/t.

El total de desmonte transportado fue de 119,556.24 toneladas, con un total de 7,940 viajes, con un costo total de transporte de US \$ 235,817.45 y un costo unitario de 1.97 US \$/t.

## G. Análisis del Problema General y Específico

**Tabla 34. Resumen de variables técnicas y económicas de la veta Gavia, y el Plan de producción programado y ejecutado, periodo 2019 en la unidad minera Huarón**

RESUMEN DE VARIABLES OPERACIONALES Y COSTOS UNITARIOS - 2019							
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Promedio
%DM.	94%	94%	94%	92%	93%	95%	<b>93.67%</b>
%UTL	76%	76%	75%	76%	77%	80%	<b>76.56%</b>
N_VIAJES	3602	3953	3367	3407	3681	3744	<b>3,617.38</b>
N Volquetes	10	10	10	10	10	10	<b>10</b>
Tn.	74,358.54	72,821.90	84,216.53	70,905.54	69,490.19	65,420.02	<b>72,868.79</b>
\$.	\$ 146,303.53	\$ 157,223.80	\$ 135,624.13	\$ 145,702.01	\$ 146,664.19	\$ 138,621.10	<b>144,875.57</b>
<b>\$/Tn.</b>	<b>1.97</b>	<b>2.16</b>	<b>1.61</b>	<b>2.05</b>	<b>2.11</b>	<b>2.12</b>	<b>1.99</b>

AÑO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	TOTAL
PROGRAMADO	78,333	78,333	78,333	78,333	78,333	78,333	78,333	78,333	78,333	78,333	78,333	78,333	940,000
EJECUTADO	81,716	73,808	81,716	79,080	81,716	79,080	81,716	81,716	79,080	81,716	79,080	81,716	962,140
DIFERENCIA	3,383	-4,525	3,383	747	3,383	747	3,383	3,383	747	3,383	747	3,383	22,140

1. El análisis de los indicadores operacionales como utilización y disponibilidad influyeron positivamente en la optimización de costos en el transporte de mineral y desmonte en los meses de enero, febrero y marzo teniendo una disponibilidad de un 94% viéndose afectado en abril y mayo en un 92% y 93% con una mejora en junio con un 95%.

El mayor tonelaje producido permitirá el incremento del rendimiento de los equipos de carguío y acarreo de mineral, en la variable utilización este incremento se refleja en el mes junio en un 80%.

2. El uso de la herramienta de gestión Pareto, permitió identificar las causas que afectan el rendimiento del sistema de gestión de transporte de mineral y desmonte los que tienen mayor incidencia como: transporte de mineral y desmonte con carga y sin carga con incidencia del 48.96%, luego la etapa de carguío con incidencia del 15.7%, espera del equipo con incidencia del 6.33% y el reparto de guardia con incidencia del 4.74%.
3. El incremento de la producción durante el periodo de estudio influyó positivamente en el costo unitario de transporte de mineral y desmonte, mejorando e incrementando los números de viajes por material y mejorando la utilización de los quipos de transporte, disminuyendo el costo de transporte de material unitario de 2.2 US \$/t a 1.99 US \$/t.

La producción programada durante el periodo 2019 fue de 940.000 toneladas, siendo el ejecutado de 962,140 toneladas generando un tonelaje adicional al programado de 22.140 toneladas.

El plan de producción programado tipo *long* (largo plazo) 2023 será de 1'246.000 toneladas, este mayor incremento se verá reflejado en mayor rendimiento de los equipos de carguío y transporte de mineral y desmonte.

## CONCLUSIONES

1. El análisis de los indicadores operacionales como utilización y disponibilidad influyeron positivamente en la optimización de costos en el transporte de mineral y desmonte en 94% y 77% respectivamente.
2. El uso de la herramienta de gestión Pareto, permitió identificar las causas que afectan el rendimiento del sistema de gestión de transporte de mineral y desmonte de los que tienen mayor incidencia: transporte de mineral y desmonte con carga y sin carga con incidencia del 48.96%, luego la etapa de carguío con incidencia del 15.17%, espera del equipo con incidencia del 6.33% y el reparto de guardia con incidencia del 4.74%.
3. El incremento de la producción durante el periodo de estudio influyó positivamente en el costo unitario de transporte de mineral y desmonte, mejorando e incrementando los números de viajes por material y mejorando la utilización de los equipos de transporte, disminuyendo el costo de transporte de material unitario de 2.2 US \$/t a 1.99 US \$/t.
4. El mayor tonelaje producido durante el periodo 2019 en 22,140 toneladas y un valor de mineral en 140.13 US \$/t, permite generar mayores ingresos en US \$ 3'102,478.2 y mejorar el rendimiento de los equipos de carguío, acarreo y transporte de mineral, incrementando la incidencia en la utilización de los equipos.
5. Durante el tiempo de estudio de 6 meses se transportó un total de 437,212.72 toneladas de material, con un total de 21,754 viajes, con un costo total de transporte de US \$ 870,138.77 y un costo unitario promedio de 1.99 US \$ /t.
6. El total de mineral transportado fue de 317,656.48 toneladas, con un total de 13,814 viajes, con un costo total de transporte de US \$ 634,321.32 y un costo unitario de 2.00 US \$/t.



7. El total de desmonte transportado fue de 119,556.24 toneladas, con un total de 7,940 viajes, con un costo total de transporte de US \$ 235,817.45 y un costo unitario de 1.97 US \$/t.

## RECOMENDACIONES

1. Se recomienda seguir realizando programas de optimización y reducción de costos en la gestión operacional de transporte de mineral y desmonte en la unidad minera Huarón.
2. Se recomienda realizar un análisis de la capacidad de carga real de los equipos de carguío y acarreo considerando la densidad del material y su factor de esponjamiento, asociados al dimensionamiento de los equipos, ya que existe mucha variabilidad geológica en el yacimiento.
3. Diseñar en mayor detalle el perfil (*layout*) de acarreo de la operación considerando variables como gradiente y resistencia a la rodadura, para definir las velocidades reales en el transporte de mineral y desmonte con carga y sin carga desde los puntos de carguío (cámaras o tolvas de carguío) hacia los puntos de descarga (planta o desmontera).
4. Se recomienda realizar un análisis detallado de las velocidades óptimas de los equipos de acarreo y transporte de material mediante los gráficos *rimpull*.

## REFERENCIAS

1. **ÁLVAREZ HUANCA, Virgilio Oswaldo.** *Cálculo de la productividad de equipos de acarreo y transporte – unidad minera de Arcata.* Tesis. 2014.
2. **HUAROCC CCANTO, Pabel Marx.** *Optimización del carguío y acarreo de mineral mediante el uso de indicadores claves de desempeño U. M. Chuco II de la E. M. Upkar Mining S. A. C.* Tesis. 2014.
3. **MARTÍNEZ AGUILAR, Edwin Edgardo.** *Mejoramiento de producción del carguío y transporte mediante la teoría de colas en la compañía minera Los Andes Perú Gold SAC.* Tesis. 2019.
4. **ARAUJO GARCÍA, Robert Wilman.** *Optimización de la flota de volquetes en el acarreo, para incrementar la producción en la mina Los Andes Perú Gold – Huamachuco.* Tesis. 2018.
5. **VALENTÍN GAMARRA, Cristian Andrés.** *Control y mejora de la productividad del acarreo y transporte de mineral desde las labores de profundización hacia la superficie en la unidad de producción San Cristóbal – Volcan compañía minera S. A. A.* Tesis. 2018.
6. **QUISPE MAMANI, Wilfredo.** *Optimización de costos de acarreo con equipo mecanizado en la unidad minera Tambomayo Cía. de minas Buenaventura Arequipa.* Tesis. 2017.
- 7.
8. **STURGAL JOHN, R.** *Optimización y simulación de operaciones mineras.* UNI 2000 - II. Ciclo de Charlas de Planeamiento Minero. Lima: s.n. 2000.
9. **ROJAS RIVERA, Edgar Florencio.** *Metodo de minado sublevel stoping en corporacion minera Castrovirreyña.* UNI. Lima : s.n., 2015. pág. 103, Tesis.
10. **RIVERO, Victor.** *Evaluación geomecánica de estrategias de socavación en minería subterránea.* Universidad de Chile. Santiago de Chile : s.n., 2008. pág. 127, Tesis.

11. **COREMBERG, Ariel.** *La medición de la productividad y los factores productivos.* Escuela de Postgrado, Universidad Nacional de La Plata. La Plata : s.n., 2004. pág. 140, Tesis.
12. **ESCAMILLA, Miguel, MEZA, Jorge y LLAMAS, Jorge.** *Estudio de la productividad del equipo de carga en una mina de mineral de fierro a cielo abierto.* Conciencia tecnológica. 2011. pág. 5, Artículo Científico.
13. **EVERETT, Adam y EBERT, Ronald.** *Administración de la producción y las operaciones.* Cuarta. Mexico : Prentice Hall, 1991.
14. **GANGA, Francisco, TORO, Ivan y SANHUELA, Horacio.** *La tercerización de funciones en la division el teniente de Codelco - Chile.* Universidad Icesi. Chile : s.n., 2010. pág. 26, Artículo Científico.

## **ANEXOS**

## Anexo A

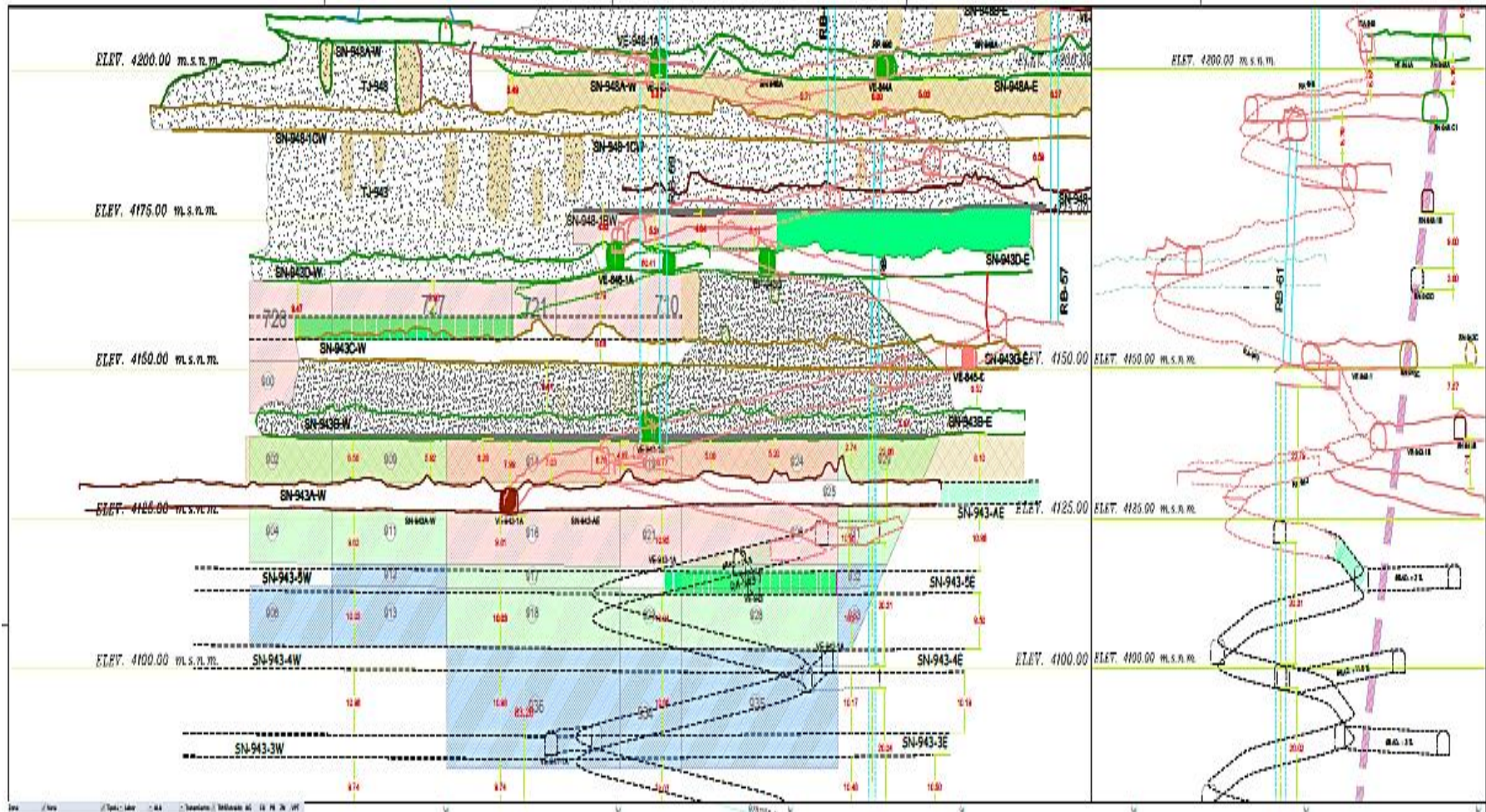
### Matriz de operacionalización de variables

**Tabla 34. Identificación de variables**

<b>Problemas</b>	<b>Objetivos</b>	<b>Hipótesis</b>
<b>Problema Principal</b>	<b>Objetivo Principal</b>	<b>Hipótesis Principal</b>
¿Cómo optimizar los costos de transporte de mineral y desmonte basado en el análisis de los indicadores operacionales de utilización y disponibilidad en la veta Gavia – nivel 100 en la unidad minera Huarón?	Determinar el análisis de los indicadores operacionales de utilización y disponibilidad para optimizar los costos de transporte de mineral y desmonte en la veta Gavia – nivel 100 en la unidad minera Huarón.	El análisis de los indicadores operacionales de utilización y disponibilidad influye positivamente en la optimización de costos de transporte de mineral y desmonte en la veta Gavia – nivel 100 en la unidad minera Huarón.
<b>Problemas Específicos</b>	<b>Objetivos Específicos</b>	<b>Hipótesis Específicas</b>
1. ¿Cuál es la influencia de las demoras operativas mediante el uso de la herramienta de gestión Pareto, para la optimización de costos de transporte de mineral y desmonte en la veta Gavia – nivel 100 en la unidad minera Huarón?	1. Determinar la influencia de las demoras operativas mediante el uso de la herramienta de gestión Pareto, para la optimización de costos de transporte de mineral y desmonte en la veta Gavia – nivel 100 en la unidad minera Huarón.	1. El uso de la herramienta de gestión Pareto, para determinar las demoras operativas influye positivamente en la optimización de costos de transporte de mineral y desmonte en la veta Gavia – Nivel 100 en la unidad minera Huarón.
2. ¿Cuál es la influencia del incremento de producción en la disminución de los costos unitarios de transporte de mineral y desmonte en la veta Gavia – nivel 100 en la unidad minera Huarón?	2. Determinar la influencia del incremento de la producción en la disminución de los costos unitarios de transporte de mineral y desmonte en la veta Gavia – nivel 100 en la unidad minera Huarón.	2. El incremento de la producción influye positivamente en la disminución de los costos unitarios de transporte de mineral y desmonte en la veta Gavia – nivel 100 en la unidad minera Huarón.

## Anexo B

### Planos en planta y perfil



**Figura 18. Perfil del área de explotación en la veta Gavia en la unidad minera Huarón**

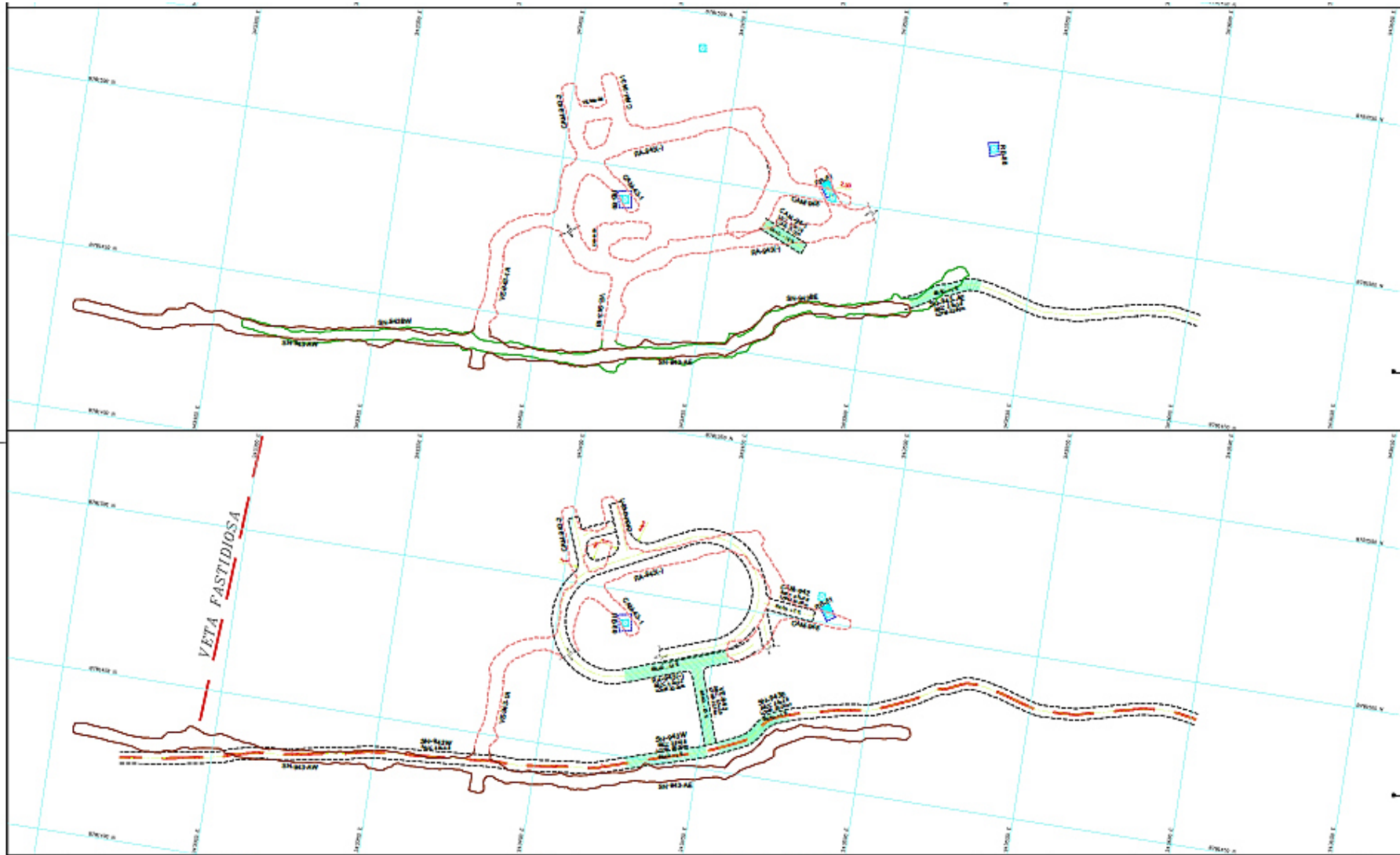


Figura 19. Plano en planta de labores subterráneas del área de explotación en la veta Gavia en la unidad minera Huarón



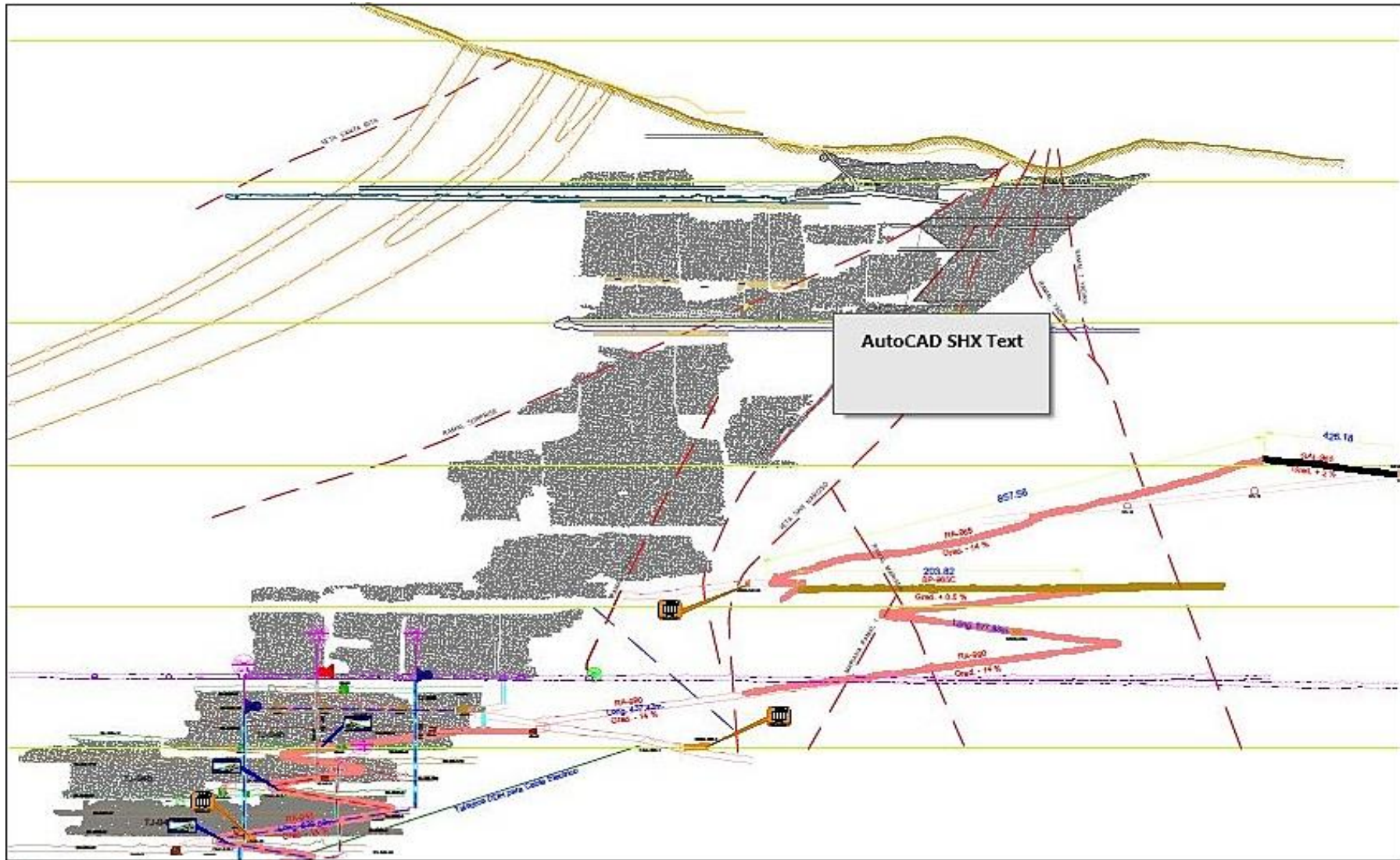


Figura 20. Perfil de acarreo del área de explotación en la veta Gavia en la unidad minera Huarón

## Anexo C

### Data de campo

**Tabla 35. Data de distancias desde las cámaras de carguío en la veta Gavia de la unidad minera Huarón**

ACTUALIZACION DE DISTANCIAS						
ZONA	ORIGEN	DESTINO	CODIGO RUTA	MEDICION TOPOGRAFICA CAM-BK (m)	PENDIENTE PROMEDIO MINA(12%) (m)	LONG. TOTAL VALORIZACION (km)
<b>CAMARAS DE CARGUIO - VOLQUETE</b>						
SUR	CAM 420	C1	CAM 420-hasta-C1	1,582 m	11.074	2.10 km
SUR	CAM 420	C2	CAM 420-hasta-C2	1,582 m	11.074	2.15 km
SUR	CAM 420	C3	CAM 420-hasta-C3	1,582 m	11.074	2.20 km
SUR	CAM 420	TOLVA	CAM 420-hasta-TOLVA	1,582 m	11.074	2.40 km
SUR	CAM 420	PORTON 03	CAM 420-hasta-PORTON 03	1,582 m	11.074	2.67 km
SUR	CAM 500	C1	CAM 500-hasta-C1	1,891 m	13.237	2.41 km
SUR	CAM 500	C2	CAM 500-hasta-C2	1,891 m	13.237	2.46 km
SUR	CAM 500	C3	CAM 500-hasta-C3	1,891 m	13.237	2.51 km
SUR	CAM 500	TOLVA	CAM 500-hasta-TOLVA	1,891 m	13.237	2.71 km
SUR	CAM 500	PORTON 03	CAM 500-hasta-PORTON 03	1,891 m	13.237	2.98 km
SUR	CAM 530	C1	CAM 530-hasta-C1	2,492 m	17.444	3.02 km
SUR	CAM 530	C2	CAM 530-hasta-C2	2,492 m	17.444	3.07 km
SUR	CAM 530	C3	CAM 530-hasta-C3	2,492 m	17.444	3.12 km
SUR	CAM 530	TOLVA	CAM 530-hasta-TOLVA	2,492 m	17.444	3.32 km
SUR	CAM 530	PORTON 03	CAM 530-hasta-PORTON 03	2,492 m	17.444	3.59 km
SUR	CAM 871	C1	CAM 871-hasta-C1	4,430 m	31.01	4.97 km
SUR	CAM 871	C2	CAM 871-hasta-C2	4,430 m	31.01	5.02 km
SUR	CAM 871	C3	CAM 871-hasta-C3	4,430 m	31.01	5.07 km
SUR	CAM 871	TOLVA	CAM 871-hasta-TOLVA	4,430 m	31.01	5.27 km
SUR	CAM 871	PORTON 03	CAM 871-hasta-PORTON 03	4,430 m	31.01	5.54 km
SUR	CAM 922	C1	CAM 922-hasta-C1	4,046 m	28.322	4.58 km
SUR	CAM 922	C2	CAM 922-hasta-C2	4,046 m	28.322	4.63 km
SUR	CAM 922	C3	CAM 922-hasta-C3	4,046 m	28.322	4.68 km
SUR	CAM 922	TOLVA	CAM 922-hasta-TOLVA	4,046 m	28.322	4.88 km
SUR	CAM 922	PORTON 03	CAM 922-hasta-PORTON 03	4,046 m	28.322	5.15 km
SUR	CAM 948	C1	CAM 948-hasta-C1	3,864 m	27.048	4.40 km
SUR	CAM 948	C2	CAM 948-hasta-C2	3,864 m	27.048	4.45 km
SUR	CAM 948	C3	CAM 948-hasta-C3	3,864 m	27.048	4.50 km
SUR	CAM 948	TOLVA	CAM 948-hasta-TOLVA	3,864 m	27.048	4.70 km
SUR	CAM 948	PORTON 03	CAM 948-hasta-PORTON 03	3,864 m	27.048	4.97 km
SUR	CAM 960	C1	CAM 960-hasta-C1	2,136 m	14.952	2.66 km
SUR	CAM 960	C2	CAM 960-hasta-C2	2,136 m	14.952	2.71 km
SUR	CAM 960	C3	CAM 960-hasta-C3	2,136 m	14.952	2.76 km
SUR	CAM 960	TOLVA	CAM 960-hasta-TOLVA	2,136 m	14.952	2.96 km
SUR	CAM 960	PORTON 03	CAM 960-hasta-PORTON 03	2,136 m	14.952	3.23 km
SUR	CAM 876	C1	CAM 876-hasta-C1	4,008 m	28.056	4.55 km
SUR	CAM 876	C2	CAM 876-hasta-C2	4,008 m	28.056	4.60 km
SUR	CAM 876	C3	CAM 876-hasta-C3	4,008 m	28.056	4.65 km
SUR	CAM 876	TOLVA	CAM 876-hasta-TOLVA	4,008 m	28.056	4.85 km
SUR	CAM 876	PORTON 03	CAM 876-hasta-PORTON 03	4,008 m	28.056	5.12 km
SUR	CAM 932	C1	CAM 932-hasta-C1	4,298 m	30.086	4.84 km
SUR	CAM 932	C2	CAM 932-hasta-C2	4,298 m	30.086	4.89 km
SUR	CAM 932	C3	CAM 932-hasta-C3	4,298 m	30.086	4.94 km
SUR	CAM 932	TOLVA	CAM 932-hasta-TOLVA	4,298 m	30.086	5.14 km
SUR	CAM 932	PORTON 03	CAM 932-hasta-PORTON 03	4,298 m	30.086	5.41 km
SUR	CAM 871A	C1	CAM 871A-hasta-C1	4,697 m	32.879	5.24 km
SUR	CAM 871A	C2	CAM 871A-hasta-C2	4,697 m	32.879	5.29 km
SUR	CAM 871A	C3	CAM 871A-hasta-C3	4,697 m	32.879	5.34 km
SUR	CAM 871A	TOLVA	CAM 871A-hasta-TOLVA	4,697 m	32.879	5.54 km
SUR	CAM 871A	PORTON 03	CAM 871A-hasta-PORTON 03	4,697 m	32.879	5.81 km
SUR	CAM 320	C1	CAM 320-hasta-C1	2,746 m	19.222	3.28 km
SUR	CAM 320	C2	CAM 320-hasta-C2	2,746 m	19.222	3.33 km
SUR	CAM 320	C3	CAM 320-hasta-C3	2,746 m	19.222	3.38 km
SUR	CAM 320	TOLVA	CAM 320-hasta-TOLVA	2,746 m	19.222	3.58 km
SUR	CAM 320	PORTON 03	CAM 320-hasta-PORTON 03	2,746 m	19.222	3.85 km
SUR	CAM 824C	C1	CAM 824C-hasta-C1	3,863 m	27.041	4.40 km
SUR	CAM 824C	C2	CAM 824C-hasta-C2	3,863 m	27.041	4.45 km
SUR	CAM 824C	C3	CAM 824C-hasta-C3	3,863 m	27.041	4.50 km
SUR	CAM 824C	TOLVA	CAM 824C-hasta-TOLVA	3,863 m	27.041	4.70 km
SUR	CAM 824C	PORTON 03	CAM 824C-hasta-PORTON 03	3,863 m	27.041	4.97 km
SUR	CAM 943	C1	CAM 943-hasta-C1	4,095 m	28.665	4.63 km
SUR	CAM 943	C2	CAM 943-hasta-C2	4,095 m	28.665	4.68 km
SUR	CAM 943	C3	CAM 943-hasta-C3	4,095 m	28.665	4.73 km
SUR	CAM 943	TOLVA	CAM 943-hasta-TOLVA	4,095 m	28.665	4.93 km
SUR	CAM 943	PORTON 03	CAM 943-hasta-PORTON 03	4,095 m	28.665	5.20 km
SUR	CAM 943-A	C1	CAM 943-A-hasta-C1	4,350 m	30.45	4.89 km
SUR	CAM 943-A	C2	CAM 943-A-hasta-C2	4,350 m	30.45	4.94 km
SUR	CAM 943-A	C3	CAM 943-A-hasta-C3	4,350 m	30.45	4.99 km
SUR	CAM 943-A	TOLVA	CAM 943-A-hasta-TOLVA	4,350 m	30.45	5.19 km
SUR	CAM 943-A	PORTON 03	CAM 943-A-hasta-PORTON 03	4,350 m	30.45	5.46 km

**Tabla 36. Data de distancias desde las cámaras de acarreo a tolvas gemelas en la veta Gavia de la unidad minera Huarón**

<b>ACTUALIZACION DE DISTANCIAS</b>						
<b>ZONA</b>	<b>ORIGEN</b>	<b>DESTINO</b>	<b>CODIGO RUTA</b>	<b>MEDICION TOPOGRAFICA CAM-BK (m)</b>	<b>PENDIENTE PROMEDIO MINA(12%) (m)</b>	<b>LONG. TOTAL VALORIZACION (km)</b>
<b>CAMARAS DE ACARREO A TOLVAS GEMELAS</b>						
SUR	CAM 640	TOLVAS GEMELAS	CAM 640-hasta-TOLVAS GEMELAS	1,619 m	11 m	1.63 km
SUR	CAM 231	TOLVAS GEMELAS	CAM 231-hasta-TOLVAS GEMELAS	1,347 m	9 m	1.36 km
SUR	CAM 370	TOLVAS GEMELAS	CAM 370-hasta-TOLVAS GEMELAS	1,350 m	9 m	1.36 km
SUR	CAM 876	TOLVAS GEMELAS	CAM 876-hasta-TOLVAS GEMELAS	1,447 m	10 m	1.46 km
SUR	CAM 805	TOLVAS GEMELAS	CAM 805-hasta-TOLVAS GEMELAS	1,642 m	11 m	1.65 km
SUR	CAM 871A	TOLVAS GEMELAS	CAM 871A-hasta-TOLVAS GEMELAS	2,128 m	15 m	2.14 km
SUR	CAM-932	TOLVAS GEMELAS	CAM-932-hasta-TOLVAS GEMELAS	1,949 m	14 m	1.96 km
SUR	CAM 943	TOLVAS GEMELAS	CAM 943-hasta-TOLVAS GEMELAS	1,639 m	11 m	1.65 km
SUR	CAM 943A	TOLVAS GEMELAS	CAM 943A-hasta-TOLVAS GEMELAS	2,602 m	18 m	2.62 km
SUR	TOLVAS GEMELAS	PORTON 3	TOLVAS GEMELAS-hasta-PORTON 3	3,555 m	25 m	3.58 km