

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

Escuela Académico Profesional de Ingeniería de Minas

Tesis

**Análisis del incremento de la productividad en las  
operaciones de transporte y acarreo en la veta  
ramal techo - nivel 12, para la reducción de  
costos - Unidad Minera Ticlio**

Hubert Walter Alvarez Chavez

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 a Dios, por darme la oportunidad de vivir y por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente. Por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio. Especialmente a mi familia y seres queridos por la confianza depositada en mí.

A la minera Volcan S. A. C., por darme la oportunidad de trabajar en su unidad de producción Ticlio y en forma especial a la empresa especializada minera Savar, por la oportunidad de laborar en ella.

Debo agradecer de manera especial y sincera a mi asesor Ing. Javier Córdova Blancas, por aceptarme para realizar esta tesis bajo su dirección. Su apoyo y confianza en mi trabajo y su capacidad para guiar mis ideas ha sido un aporte invaluable.

## **DEDICATORIA**

A Dios por su ayuda, fortaleza, guía y bendición. A mi familia por su apoyo incondicional, paciencia y confianza durante este tiempo; especialmente a mi madre Lucia Chávez Pajuelo y a mi pareja Anny Frida Palomino Dueñas, por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos los mismos que me han permitido ser una persona de bien.

# ÍNDICE

PORTADA	I
ASESOR	II
AGRADECIMIENTO	III
DEDICATORIA	IV
ÍNDICE	V
LISTA DE TABLAS	VII
LISTA DE FIGURAS	X
RESUMEN	XII
ABSTRACT	XIV
INTRODUCCIÓN	XVI
CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO	18
1.1. Planteamiento y formulación del problema	18
1.1.1. Planteamiento del problema	18
1.1.2. Formulación del problema	19
1.2. Objetivos	19
1.2.1. Objetivo general	19
1.2.2. Objetivos específicos	20
1.3. Justificación e importancia	20
1.3.1. Justificación social - práctica	20
1.3.2. Justificación académica	20
1.3.3. Justificación económica	21
1.4. Hipótesis de la investigación	21
1.4.1. Hipótesis general	21
1.4.2. Hipótesis específicas	21
1.5. Operacionalización de las variables	22
1.5.1. Variable independiente	22
1.5.2. Variable dependiente	22
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO	23
2.1. Antecedentes del problema	23
2.2. Generalidades de la mina	25
2.2.1. Ubicación accesibilidad y generalidades	25

2.3.Geología-----	27
2.3.1.Geología local -----	27
2.3.2.Geología económica-----	28
2.3.3.Estratigrafía -----	30
2.3.4.Rocas intrusivas -----	32
2.4. Método de explotación de banqueo y relleno ( <i>Bench and Fill Avoca</i> ) -----	34
2.5. Método de explotación corte y relleno ascendente ( <i>Over Cut and Fill</i> )-----	37
2.5.1.Bases teóricas-----	39
2.5.2.Plan de minado -----	39
2.5.3.Sistema actual de transporte de mineral-----	49
2.5.4.Análisis del sistema de transporte en la unidad minera Ticlio-----	52
2.5.5.Costo unitario de transporte -----	64
CAPÍTULO III METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN-----	68
3.1.Método y alcances de la investigación -----	68
3.1.1.Método de la investigación-----	68
3.1.2.Alcances de la investigación -----	69
3.2. Diseño de la investigación-----	70
3.2.1. Tipo de diseño de investigación -----	70
3.3. Población y muestra-----	71
3.3.1. Población -----	71
3.3.2.Muestra- -----	71
CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN -----	72
4.1. Resultados del tratamiento y análisis de la información -----	72
4.1.1. Análisis del plan de producción-----	72
4.1.2. Análisis de las pérdidas operacionales mediante Pareto -----	74
4.1.3. Análisis de la disponibilidad mecánica y utilización -----	77
4.1.4. Evaluación económica y financiera-----	81
CONCLUSIONES-----	89
RECOMENDACIONES-----	92
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS -----	93
ANEXOS -----	94

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Tabla de variables .....	22
Tabla 2. Ruta geográfica .....	26
Tabla 3. Reservas unidad minera Ticlio .....	40
Tabla 4. Plan de producción 2019 de la unidad minera Ticlio .....	40
Tabla 5. Plan de producción 2019 por estructuras de la unidad minera Ticlio .....	42
Tabla 6. Plan de producción 2019 por método de minado de la unidad minera Ticlio .....	43
Tabla 7. Plan de producción 2019 por niveles de la unidad minera Ticlio .....	44
Tabla 8. Resumen de avances lineales de la unidad minera Ticlio .....	47
Tabla 9. Avances por estructura y etapas de la unidad minera Ticlio .....	47
Tabla 10. Avances por zona y estructura de la unidad minera Ticlio .....	48
Tabla 11. Plan de volumen de desmonte de la unidad minera Ticlio .....	48
Tabla 12. Dimensionamiento de equipos mina de la unidad minera Ticlio .....	51
Tabla 13. Producción real del periodo 2019 de la unidad minera Ticlio .....	52
Tabla 14. Puntos de carguío y descarga, interior mina y superficie (mineral y desmonte), unidad minera Ticlio.....	54
Tabla 15. Distribución de actividades (tiempo) mes de enero 2019 mediante Pareto de la unidad minera Ticlio .....	55
Tabla 16. Distribución de actividades (tiempo) mes de febrero 2019 mediante Pareto de la unidad minera Ticlio .....	57
Tabla 17. Distribución de actividades (tiempo) mes de marzo 2019 mediante Pareto de la unidad minera Ticlio .....	58
Tabla 18. Relación de la disponibilidad y utilización del mes de enero 2019 de la unidad minera Ticlio.....	60
Tabla 19. Relación de la disponibilidad y utilización del mes de febrero 2019 de la unidad minera Ticlio.....	61
Tabla 20. Relación de la disponibilidad y utilización del mes de marzo 2019 de la unidad minera Ticlio.....	62
Tabla 21. Relación de la disponibilidad y utilización del periodo 2019 de la unidad minera Ticlio.....	64

Tabla 22. Costo unitario de transporte de mineral por tonelada kilómetro transportado periodo 2019 de la unidad minera Ticlio .....	66
Tabla 23. Costo unitario de transporte de desmonte por tonelada kilómetro transportado periodo 2019 de la Unidad Minera Ticlio .....	67
Tabla 24. Plan de producción programado y ejecutado periodo 2019 unidad minera Ticlio .....	73
Tabla 25. Pérdidas operacionales anuales mediante Pareto, periodo 2019, unidad minera.....	75
Tabla 26. Relación de la disponibilidad, utilización y número de volquetes mensual, periodo 2019, unidad minera Ticlio .....	79
Tabla 27. Relación de material (mineral, desmonte, arena y lodo) transportado mensual, periodo 2019, unidad minera Ticlio .....	80
Tabla 28. Costo de transporte por zona y por material mensual, periodo 2019, unidad minera Ticlio .....	83
Tabla 29. Costo unitario de material transportado por zona y material mensual, periodo 2019, unidad minera Ticlio.....	84
Tabla 30. Resumen de variables operacionales y costos unitarios mensual, periodo 2019, unidad minera Ticlio.....	85
Tabla 31. Evaluación financiera del VAN y TIR de la producción tipo <i>Budget</i> y Real asociado al costo unitario de transporte, periodo 2019, unidad minera Ticlio .....	86
Tabla 32. Costos operacionales (Opex) periodo 2019 de la unidad minera Ticlio .....	100
Tabla 33. Costos de capital y Cash Cost periodo 2019 de la unidad minera Ticlio .....	101
Tabla 34. Cálculo Pareto enero, periodo 2019 de la unidad minera Ticlio .....	102
Tabla 35. Cálculo Pareto febrero, periodo 2019 de la unidad minera Ticlio .....	103
Tabla 36. Cálculo Pareto marzo, periodo 2019 de la unidad minera Ticlio .....	104
Tabla 37. Cálculo Pareto abril, periodo 2019 de la unidad minera Ticlio.....	105
Tabla 38. Cálculo Pareto mayo, periodo 2019 de la unidad minera Ticlio.....	106
Tabla 39. Cálculo Pareto junio, periodo 2019 de la unidad minera Ticlio .....	107
Tabla 40. Cálculo Pareto julio, periodo 2019 de la unidad minera Ticlio .....	108

Tabla 41. Cálculo Pareto agosto, periodo 2019 de la unidad minera	
Ticlio .....	109
Tabla 42. Cálculo Pareto setiembre, periodo 2019 de la unidad minera	
Ticlio .....	110
Tabla 44. Cálculo Pareto noviembre, periodo 2019 de la unidad minera	
Ticlio .....	112
Tabla 45. Cálculo Pareto diciembre, periodo 2019 de la unidad minera	
Ticlio .....	113
Tabla 46. Cálculo Pareto anual, periodo 2019 de la unidad minera Ticlio.....	114

## LISTA DE FIGURAS

Figura N° 1: Ubicación de la mina .....	27
Figura N° 2: Sección transversal - geología local.....	28
Figura N° 3: Domo de Yauli - geología local .....	30
Figura N° 4: Diagrama de flujo taladros largos.....	35
Figura N° 5: Secuencia de minado <i>Bench and Fill</i> . .....	36
Figura N° 6: Descarga del relleno detrítico en un tajo .....	36
Figura N° 7: Sección longitudinal método de minado <i>Breasting</i> .....	37
Figura N° 8: Diagrama de flujo de explotación C&R Breasting. ....	38
Figura N° 9: Perfil del plan de producción sector este y oeste de la unidad minera Ticlio. ....	41
Figura N° 10: Perfil del plan de avance, sector este de la unidad minera Ticlio...	45
Figura N° 11: Plan 2019 zona oeste (veta Ramal Techo) .....	46
Figura N° 12: Plan de equipos mina de la unidad minera Ticlio. ....	50
Figura N° 13: Plano de ruta superficial de desmonte y lodos de la unidad minera Ticlio .....	53
Figura N° 14: Gráfico de distribución de actividades mes de enero 2019, mediante Pareto de la unidad minera Ticlio .....	56
Figura N° 15: Gráfico de distribución de actividades mes de febrero 2019, mediante Pareto de la unidad minera Ticlio. ....	58
Figura N° 16: Gráfico de distribución de actividades mes de marzo 2019, mediante Pareto de la unidad minera Ticlio. ....	59
Figura N° 17: Gráfico de relación de la disponibilidad y utilización de transporte de material, mes de enero 2019, UEA Ticlio. ....	61
Figura N° 18: Gráfico de relación de la disponibilidad y utilización de transporte de material, mes de febrero 2019, UEA Ticlio.....	62
Figura N° 19: Gráfico de relación de la disponibilidad y utilización de transporte de material, mes de marzo 2019, UEA Ticlio. ....	63
Figura N° 20: Gráfico de relación de la disponibilidad y utilización de transporte de material, periodo 2019, UEA Ticlio. ....	64
Figura N° 21: Plan de producción 2019, unidad minera Ticlio.....	96

Figura N° 22: Programa de avance 2019, unidad minera Ticlio.....	97
Figura N° 23: Características geomecánicas en tajeos 2019 unidad minera Ticlio.....	98
Figura N° 24: Geología de la unidad minera Ticlio.....	99

## RESUMEN

La presente tesis tiene por objetivo evaluar analíticamente las variables de disponibilidad mecánica y utilización en el sistema de gestión de transporte y acarreo de mineral y desmonte, de la veta Ramal Techo, Nivel 12 de la unidad minera Ticlio, de minera Volcan S. A. C.

Para el desarrollo y ejecución del presente trabajo se empleó el método analítico con un alcance descriptivo-explicativo. Presenta un nivel pre experimental, el cual permite la observación de los resultados, de las variables operacionales, técnicas y económicas del plan de producción del periodo 2019. En cuanto al procedimiento para poder recolectar la información, se utilizó la revisión documental, acopiar y procesar lo correspondiente de unidad Minera en una base de datos. Finalmente se concluye que el análisis de las variables de disponibilidad y utilización de los equipos de transporte y acarreo permite el análisis de los factores o actividades que influyen en la mejora de la productividad.

Durante el periodo 2019, se programó 352,544 toneladas con leyes media de 1.36 Oz Ag, 0.14 % Cu, 1.17 % Pb y 5.49 % Zn y un valor de mineral de 122.20 \$/t, siendo su producción real de 403,763 toneladas. Este mayor tonelaje producido, permitió un incremento de 51,209 toneladas con un ingreso adicional de \$ 6'257,739.8.

Este mayor incremento de producción, permitió un mayor rendimiento de los equipos de perforación, carguío y acarreo. Los equipos de transporte y acarreo generaron un promedio anual de disponibilidad mecánica del 81 % y de utilización del 59 %.

De acuerdo al diagrama de Pareto, las actividades que inciden en mayor grado de importancia en la gestión de equipos de transporte y acarreo durante el periodo 2019 son: esperando carga con un 26.47% de incidencia, mantenimiento correctivo

(falla mecánica y eléctrica) con una incidencia de 21.85% y espera de equipo de carguío con una incidencia de 7.15 %.

Finalmente, el costo unitario anual de las diferentes zonas operativas, fueron de: sector este con un tonelaje transportado de 242,928 toneladas y un costo unitario de 1.54 \$/t, el sector oeste con un tonelaje transportado de 160,834.8 toneladas y un costo unitario de 1.44 \$/t y el Sector Superficial con un tonelaje transportado de 67,409.7 toneladas y un costo unitario de 1.66 \$/t.

Palabras clave: Plan de minado, Pareto, disponibilidad, utilización, dilución, producción, optimización, productividad.

## **ABSTRACT**

The objective of this thesis is to analyze analytically the variables of mechanical availability and use in the management system of transportation and hauling of ore and clearing, of the Ramal Techo vein, Level 12 of the Ticlio Mining Unit, of Minera Volcan SAC.

For the development and execution, the analytical method was used in the present work, being of a descriptive - explanatory scope. The present work was of a pre-experimental level, which allows the observation of the results, the operational, technical and economic variables of the production plan for the period 2019. The procedure to collect the information was the documentary review, collect and process the corresponding Mining Unit in a database. Finally, it is concluded that the analysis of the variables of availability and use of the transport and hauling equipment allows the analysis of the factors or activities that influence the improvement of productivity.

During the 2019 period, 352,544 tons were programmed with an average grade of 1.36 Oz Ag, 0.14 % Cu, 1.17 % Pb and 5.49 % Zn and a mineral value of 122.20 US\$/t, with a real production of 403,763 tons. This higher tonnage produced allowed an increase of 51,209 tons with an additional income of 6'257,739.8 US\$.

This greater increase in production allowed a greater performance of the drilling, loading and hauling equipment. Transport and hauling equipment generated an annual average of mechanical availability of 81 % and utilization of 59 %.

According to the Pareto diagram, the activities that have the greatest importance in the management of transport and hauling equipment during the 2019 period are: waiting for cargo with a 26.47 % incidence, corrective maintenance (mechanical and electrical failure) with a incidence of 21.85 % and waiting for loading equipment with an incidence of 7.15 %.

Finally, the annual unit cost of the different operating areas were: East Sector with a transported tonnage of 242,928 tons and a unit cost of 1.54 \$/t, The West Sector with a transported tonnage of 160,834.8 tons and a unit cost of \$ 1.44/t and the Surface Sector with a transported tonnage of 67,409.7 tons and a unit cost of \$ 1.66/t.

Key words: Mining plan, Pareto, availability, utilization, dilution, production, optimization.

## INTRODUCCIÓN

La investigación, pretende elaborar una propuesta para la medición de la productividad en equipos de transporte y acarreo aplicado en minería extractiva polimetálica en cuerpos. La propuesta es realizar un comparativo de las prácticas operacionales en equipos de transporte y acarreo, para poder analizar los posibles sobrecostos en la actividad de explotación minera e identificarlos en los posibles factores, etapas y procesos.

En una primera etapa, se medirá el rendimiento de los equipos de acarreo o transporte de mineral en la unidad minera Ticlio. La forma de medir la productividad en un periodo de tiempo está basada en analizar su rendimiento, el cual está expresado en t/h, m/h, etc. Estos indicadores servirán para observar el comportamiento de los equipos y así, lograr una toma de decisiones. Además, es importante conocer los conceptos de los tiempos cronológicos y el tratamiento que tiene la empresa, para la cual se aplicará el método Asarco.

En una segunda etapa se definirá los indicadores de productividad más usados, como utilización y disponibilidad de equipos de acarreo y transporte. Los mismos que estarán bien diferenciados en dos líneas de rendimiento. El primero, el indicador de utilización de carácter operacional. El segundo, el indicador disponibilidad de carácter de mantenimiento en equipos de acarreo y transporte de mineral y desmonte.

La ventaja de conocer las variables que inciden en la mejora de la productividad en equipos de acarreo y transporte producto de la utilización, disponibilidad y vida útil de los equipos en el área de explotación es influyente en los costos operacionales, por lo que es necesario, contar con criterios técnicos y económicos del yacimiento, como ayuda para disminuir la probabilidad de error y por ende la baja productividad.

La medición de la productividad debe ser una actividad periódica y constante con el fin de realizar el comparativo del estado de la minería, analizando y determinando su evolución en el tiempo.

La aplicación del presente trabajo de investigación se realizó en la unidad minera Ticlio en operaciones de transporte y acarreo de mineral en la veta Ramal Techo, nivel 12, con el objetivo de mejorar la productividad.

# **CAPÍTULO I**

## **PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO**

### **1.1. Planteamiento y formulación del problema**

#### **1.1.1. Planteamiento del problema**

Una fuente y pilar en la economía nacional de los países es la minería, cuyo aporte está generando ingresos al fisco por concepto de impuestos y regalías. Los proyectos de las empresas mineras que permiten el desarrollo del país se dan en inversiones como infraestructura para vías de comunicación, electrificación y educación. Así, contribuyen con el crecimiento de la nación y su radio de influencia originando puestos de trabajo directo e indirecto en las faenas mineras.

Uno de las causas de la disminución de ingresos al fisco, producto de los impuestos y regalías generadas por las ventas de mineral, es el constante incremento de costo de operación y su consecuente disminución en la productividad operacional. Este decenso en la productividad, tiene un efecto directo en el incremento de costos de operación disminuyendo en un 4 % promedio anual en los países de la región.

La distribución típica de costos de acarreo en la industria minera representa aproximadamente el 40 %, siendo la perforación, voladura, carguío y soporte el 60 %. Los camiones contribuyen en gran medida al incremento de costo de

operación de las minas. Saber como seleccionar, usar y mantener, los camiones ayuda mucho al control de costo en minería.

Este incremento de costos de transporte, producto de la profundización de las labores mineras subterráneas o a tajo abierto, genera un grado alto 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.

### **1.1.2. Formulación del problema**

#### **Problema general**

¿Cómo incrementar la productividad en las operaciones de transporte de mineral y desmonte mediante el análisis de los indicadores operacionales de utilización y disponibilidad en la veta Ramal Techo – Nivel 12 en la unidad minera Ticlio?

#### **Problemas específicos**

- a) ¿Cómo influye el uso de la herramienta de gestión de Pareto para identificar las actividades de demoras operativas en el transporte de mineral y desmonte en la veta Ramal Techo – Nivel 12 de la unidad minera Ticlio?
  
- b) ¿Cuál es la influencia del incremento de la productividad en la reducción de costos unitarios de transporte de mineral y desmonte en la veta Ramal Techo – Nivel 12 de la unidad minera Ticlio?

### **1.2. Objetivos**

#### **1.2.1. Objetivo general**

Determinar el incremento de la productividad en las operaciones de transporte de mineral y desmonte mediante el análisis de los indicadores operacionales de

utilización y disponibilidad en la veta Ramal Techo – Nivel 12 de la unidad minera Ticlio.

### **1.2.2. Objetivos específicos**

- a) Determinar la influencia del uso de la herramienta de gestión de Pareto para identificar las actividades de demoras operativas en el transporte de mineral y desmonte en la veta Ramal Techo – Nivel 12 de la unidad minera Ticlio.
  
- b) Determinar la influencia del incremento de la productividad en la reducción de costos unitarios de transporte de mineral y desmonte en la veta Ramal Techo – Nivel 12 de la unidad minera Ticlio.

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

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

La presente investigación proporcionará altos beneficios en el sector minero, respaldando a la inversión de los proyectos mismos y construirá un ambiente favorable por el crecimiento de utilidades bajo parámetros operacionales. Otro objetivo para desarrollar la investigación es mejorar la productividad en la gestión en las operaciones de transporte y acarreo en la veta Ramal Techo – Nivel 12 de la unidad minera Ticlio.

Hoy en día, la mejora de la productividad del sector minero, cuyas áreas de extracción de mineral se han transformado en un eje clave para la gestión de costos, garantizará la permanencia de una empresa permitiendo alcanzar sus objetivos de lineamiento corporativo en base a escenarios de mejora continua.

#### **1.3.2. Justificación académica**

El desarrollo de la investigación generará un nuevo patrón a seguir en la mejora de la productividad, lineamientos de optimización, y la reducción de costos en la gestión de las operaciones de transporte y acarreo. Para lo cual, se deben realizar controles y mejoras en las variables operacionales que inciden en el elevado costo de transporte.

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

El trabajo de las variables será analizado para lograr determinar el comportamiento y relación con otra variable a estudiar (consecuencia de logros).

### **1.3.3. Justificación económica**

Se pretende en la presente investigación optimizar la productividad adjuntando parámetros operacionales de explotación minera modernas. Como resultado, en términos económicos, originará un alto grado de rentabilidad mejorando la administración y dirección en las operaciones de transporte y acarreo y mejorando la productividad en el área de operaciones 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 el incremento de la productividad en las operaciones de transporte de mineral y desmonte en la veta Ramal Techo – Nivel 12 de la unidad minera Ticlio.

### **1.4.2. Hipótesis específicas**

- a) El uso de la herramienta de gestión de Pareto influye positivamente en la identificación de las actividades de demoras operativas en el transporte mineral y desmonte en la veta Ramal Techo – Nivel 12 de la unidad minera Ticlio.
  
- b) El incremento de la productividad influye positivamente en la reducción de costos unitarios de transporte de mineral y desmonte en la veta Ramal Techo – Nivel 12 de la unidad minera Ticlio.

## 1.5. Operacionalización de las variables

### 1.5.1. Variable independiente

Variable independiente: análisis del incremento de la productividad en las operaciones de transporte.

### 1.5.2. Variable dependiente

Variable dependiente: reducción de costos en la unidad minera Ticlio.

**Tabla 1. Tabla de variables**

Problemas	Objetivos	Hipótesis
Problema principal	Objetivo principal	Hipótesis principal
¿Cómo incrementar la productividad en las operaciones de transporte de mineral y desmorte mediante el análisis de los indicadores operacionales de utilización y disponibilidad en la veta Ramal Techo – Nivel 12, unidad minera Ticlio?	Determinar el incremento de la productividad en las operaciones de transporte de mineral y desmorte mediante el análisis de los indicadores operacionales de utilización y disponibilidad en la veta Ramal Techo – Nivel 12, unidad minera Ticlio.	El análisis de los indicadores operacionales de utilización y disponibilidad influye positivamente en el incremento de la productividad en las operaciones de transporte de mineral y desmorte en la veta Ramal Techo – Nivel 12, unidad minera Ticlio.
Problemas secundarios	Objetivos específicos	Hipótesis secundarias
1. ¿Cómo influye el uso de la herramienta de gestión de Pareto para identificar las actividades de demoras operativas en el transporte de mineral y desmorte en la veta Ramal Techo – Nivel 12, unidad minera Ticlio?	1. Determinar la influencia del uso de la herramienta de gestión de Pareto para identificar las actividades de demoras operativas en el transporte de mineral y desmorte en la veta Ramal Techo – Nivel 12, unidad minera Ticlio.	1. El uso de la herramienta de gestión de Pareto influye positivamente en la identificación de las actividades de demoras operativas en el transporte mineral y desmorte en la veta Ramal Techo – Nivel 12, unidad minera Ticlio.
2. ¿Cuál es la influencia del incremento de la productividad en la reducción de costos unitarios de transporte de mineral y desmorte en la veta Ramal Techo – Nivel 12 de la unidad minera Ticlio?	1. Determinar la influencia del incremento de la productividad en la reducción de costos unitarios de transporte de mineral y desmorte en la veta Ramal Techo – Nivel 12 en la unidad minera Ticlio.	2. El incremento de la productividad influye positivamente en la reducción de costos unitarios de transporte de mineral y desmorte en la veta Ramal Techo – Nivel 12 en la unidad minera Ticlio.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Antecedentes del problema**

En la tesis para optar el título profesional de Ingeniero de Minas en la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cuzco denominada “*Influencias del mantenimiento de vías de acarreo en la productividad del tajo Ferrobamba–minera Las Bambas–Apurímac*” se tuvo como objetivo mejorar la productividad en la unidad minera las Bambas tomando como criterio principal el mantenimiento de las vías de acarreo. La investigación fue de tipo aplicada, de nivel descriptivo explicativo. La finalidad es generar alternativas para mitigar los daños ocasionados en las vías de acarreo producto de factores climático y con la finalidad de mantener buena productividad del tajo Ferrobamba unidad minera las Bambas. (1)

En la tesis para optar el título profesional de Ingeniero de Minas en la Pontificia Universidad Católica del Perú titulada “*Gestión en las operaciones de transporte y acarreo para el incremento de la productividad en Cía. Minera Condestable S. A.*” se tuvo como objetivo general proponer la “Guía para la optimización de flotas de acarreo en minas subterráneas”, de forma que esté al servicio un procedimiento práctico y rápido para adaptarse a un entorno cambiante de la operación y alcanzar

un alto grado en la productividad, la disminución de costos del proceso de carga y acarreo, y que conlleven a obtener un mejor indicador de costo por t/km. (2)

En la tesis para optar el título profesional de Ingeniero de Minas en la Universidad San Antonio Abad del Cusco titulada “*Optimización de equipos de carguío y transporte para el incremento de productividad en Cía. Minera Antapaccay Espinar – Cusco*” se tuvo como objetivo principal establecer el crecimiento en la producción como resultado de la optimización de los equipos de carguío y acarreo en la mencionada empresa. (3)

En la tesis para optar el título profesional de Ingeniero de Minas en la Universidad San Antonio Abad del Cusco titulada “*Determinación de indicadores de rendimiento en equipos de carguío, acarreo y transporte para mejorar la productividad en mina Chipmo, U. E. A. Orcopampa de Cía. de Minas Buenaventura S. A. A. - Arequipa*” se planteó como objetivo principal determinar indicadores de rendimiento para mejorar la productividad de los equipos de carguío, acarreo y transporte en la zona Nazareno de mina Chipmo, en U. E. A. Orcopampa de Cía. de Minas Buenaventura S. A. A. – Arequipa. (4)

En la tesis para optar el título profesional de Ingeniero de Minas en la Universidad Nacional de Trujillo titulada “*Incremento de producción a partir de la gestión del tiempo en el transporte de mineral en el sector Nicole, concesión minera Esperanza II, empresa minera Minecsa, Zaruma-Ecuador*” se tuvo como objetivo general incrementar la producción implementando un plan de mejora en base a la gestión de tiempos y así incrementar el número de ciclos de extracción de vagones optimizando equipos y personal para realizar el trabajo. (5)

En el informe de competencia profesional para optar el título profesional de Ingeniero de Minas en la Universidad Ingeniería titulada “*Reducción de costos de acarreos y transporte en la Cía. Minera Poderosa S. A.*”, posteriormente ejecutado el proyecto Aurora, se brinda la presentación del informe de un proyecto de desarrollo de labores que hace posible optimizar la extracción de mineral en la Cia. Minera Poderosa basándose en detalles técnicos de las diversas actividades realizadas durante la ejecución de la cortada Aurora. Lleva a cabo además una

valoración económica del proyecto en base a cálculos, con los principales indicadores económicos: VAN, TIR, B/C y PRI. (p14). (6)

En la tesis para optar el título de Magister en Minería de la Universidad de Chile titulada “*Optimización de los procesos de desarrollo y construcción en minería de Block Caving caso estudio mina el teniente Codelco- Chile*” se concluye que para construir y generar unos buenos resultados en los procesos de desarrollo y construcción es indispensable elaborar trabajos en ámbitos de gestión y operación, a causa de que la gestión y la seguridad en este tipo de proyectos representan una variable crítica incluso por encima de los aspectos propiamente técnicos. (7)

## **2.2. Generalidades de la mina**

### **2.2.1. Ubicación accesibilidad y generalidades**

La mina Ticlio se encuentra estratégicamente ubicada en el distrito minero de Morococha, situado en la región central del Perú en los distritos de Chicla y Morococha, y entre los departamentos de Lima y Junín respectivamente. Situado a altitudes de 4,600 a 5,000 m s. n. m. dista 130 km de la ciudad de Lima y 40 km de la ciudad de La Oroya, comunicados mediante una carretera asfaltada y vía férrea. En su radio de influencia cuenta con infraestructura de carreteras, energía, ferrocarril, fundición, comunicaciones, suministros, etc.

En el distrito de Morococha y colindantes con la mina Ticlio operan las empresas, minera Argentum S. A. C (Panamerican Silver S.A.), minera Chinalco-Peru S. A., y minera Austria Duvaz, además poseen propiedades compañía minera Centraminas y terceros con extensiones mínimas; y se encuentran asentadas aquí las comunidades campesinas de San Mateo, Pucara y Yauli. La propiedad de la mina abarca una extensión de 909.44 ha, amparadas por 116 concesiones a nombre de Volcán Cía. Minera S. A. A. Tiene como coordenadas UTM centrales 8716556 N – 370296 E. La estructura regional dominante es el domo de Yauli (DY), que se extiende longitudinalmente por 35 km desde *Suitucancha* hasta el norte de Ticlio y transversalmente por 10 a 15 kilómetros; el rumbo promedio de esta estructura es N40°W, es asimétrico, su flanco oriental buza entre 30° y 40° mientras que su flanco occidental lo hace entre 45° y 70°. El domo Yauli transversalmente

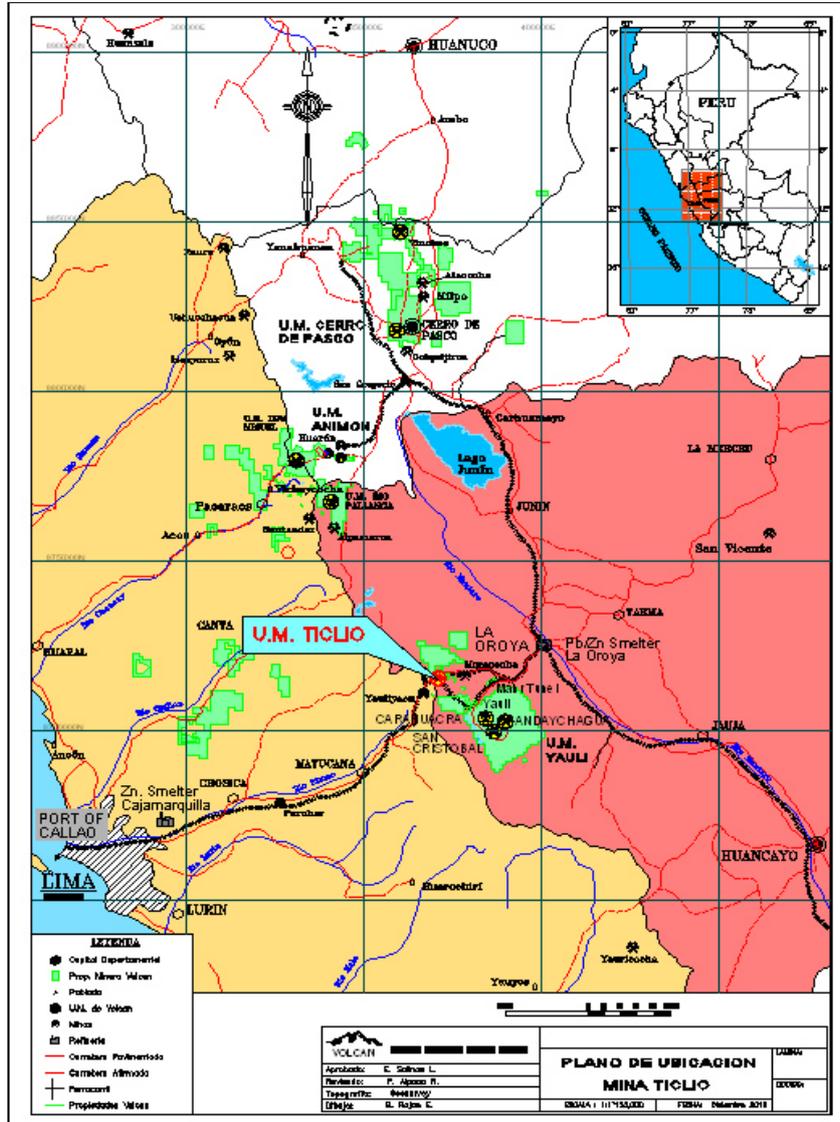
es un gran *anticlinorium* formado por tres anticlinales. El anticlinal de Pomacocha en el lado oeste, el de San Cristóbal - Morococha en la parte central y el de Ultimátum en el flanco este.

La morfología que exhibe el domo Yauli es alargada, orientada según pliegues y fracturas del dominio andino, en la zona central de esta ventana tectónica aparece el “zócalo Paleozoico” mientras que los flancos son cubiertos por rocas sedimentarias Mesozoicas y Cenozoicas como las calizas del grupo *Pucará*, areniscas de la formación *Goyllarisquizga*, calizas de las formaciones *Chulec*, *Pariatambo* y *Jumasha* y capas rojas del grupo Casapalca y finalmente son instruidos por plutones de tipo diorita anticona, cuarzo-monzonita, Toromocho, cuarzo-monzonita, Ticlio, etc.

Un sistema de fracturas NE-SW cruza transversalmente el DY. Un lineamiento mayor que tiene una orientación 120 °E se ubica en la parte suroeste del DY y lo cruza diagonalmente, afecta las rocas desde el basamento y condiciona la morfología del área. Este lineamiento se puede observar a través de imágenes satelitales y su traza discurre desde la localidad de *Pachacayo* en el extremo sureste hasta Casapalca en el noroeste cruzando por *Andaychagua* y *Carahuacra*. La posición de este lineamiento coincide con el emplazamiento de los mayores depósitos minerales del distrito.

**Tabla 2. Ruta geográfica**

Ruta	Kilómetros
Lima-Ticlio	138.9
Ticlio-Mina	3.6
Total	142.5



**Figura 1. Ubicación de la mina**  
**Fuente: Departamento de Geología**

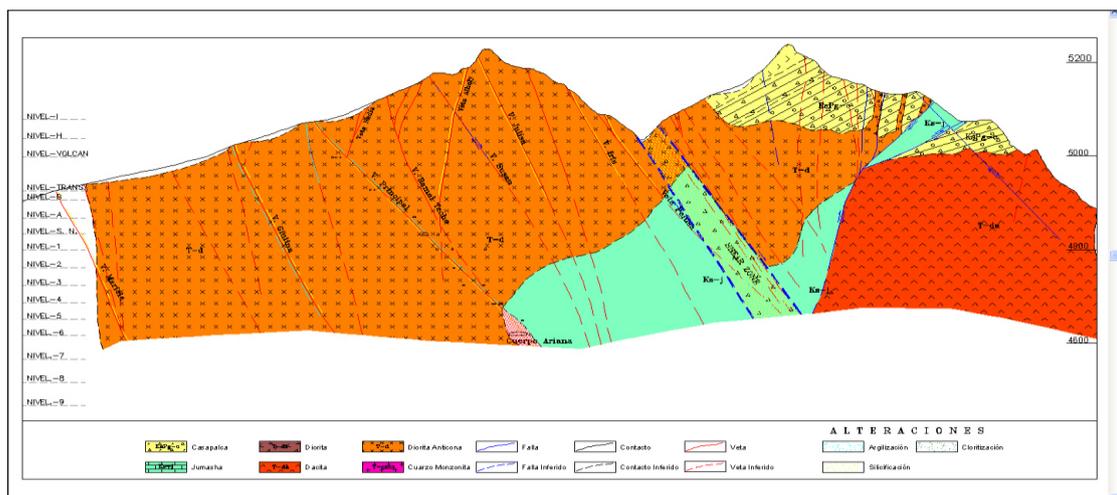
## 2.3. Geología

### 2.3.1. Geología local

El anticlinal de Morococha y el área de Ticlío forman parte del domo Yauli que es una “ventana estructural” situada en los andes centrales del Perú en donde la mineralización polimetálica de Pb-Zn-Ag (Cu) está emplazada en estructuras vetiforme, mantos, cuerpos de reemplazamiento, metasomatismo y diseminaciones tipo pórfido de Cu (Mo-Au) relacionadas a los diferentes eventos mineralizantes asociados a una fuerte actividad intrusiva ocurrida durante el Terciario Medio a

Superior de tipo básico a ácido, la que presenta un cierto zoneamiento regional que controla el dominio de las mineralizaciones.

Dos orogenias son reconocidas en la región. La primera, ocurrida durante el Pre-mesozoico y que dio lugar a un intenso plegamiento de las filitas Excélsior. La segunda, corresponde al plegamiento de las rocas sedimentarias mesozoicas, que comenzó a fines del Cretáceo y continuó durante el principio y mediados del Terciario. Se reconoce tres etapas de plegamiento en la cordillera de los Andes; el plegamiento "peruano", ocurrió a fines del Cretáceo y antes de la deposición de las capas rojas; el "incaico", ocurrido a principios del Terciario (fines de Eoceno), fue el más intenso y a él siguió un periodo intenso de actividad ígnea; y el plegamiento "quechua" ocurrido en el Terciario Superior (Mioceno). Es en todo este periodo que se formó el anticlinal Morococho.



**Figura 2. Sección transversal - geología local**  
**Fuente: Departamento de Geología**

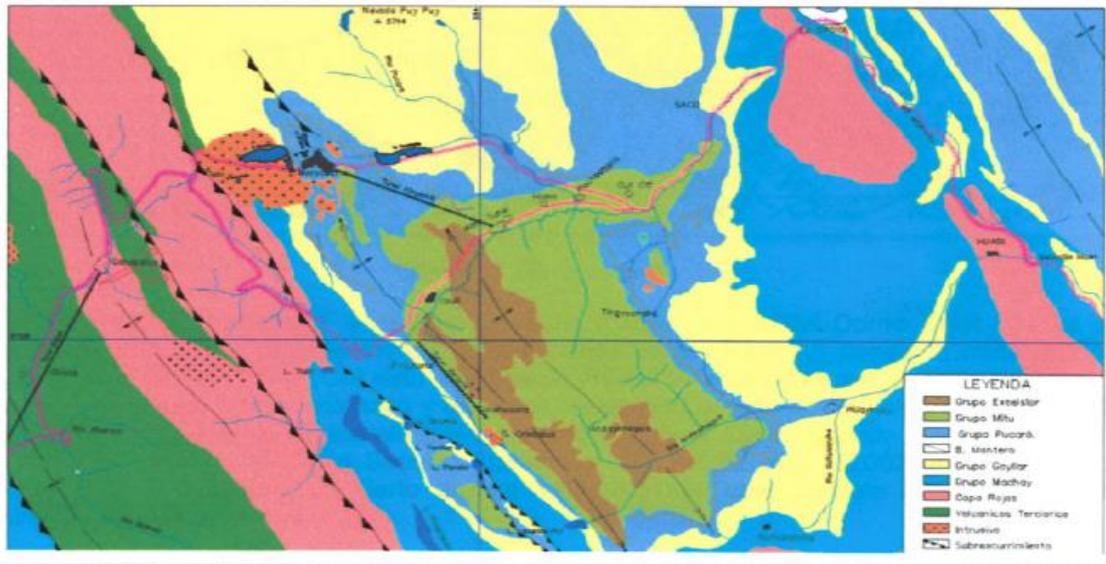
### 2.3.2. Geología económica

Ticlio es un yacimiento hidrotermal con características del tipo filoneano, desarrollado en vetas, cuerpos mineralizados de reemplazamiento; en rocas calcáreas (contacto intrusivo diorita –caliza, *jumasha*, cuerpo Ariana); brechas calcáreas silicificadas ( extremo SW, Nivel 5, túnel *Huacracocho*), mantos en calizas *Jumasha* (M. Adrián) y pequeños cuerpos de pirita al sur del yacimiento, todos originados por relleno de fracturas preexistentes en rocas dioríticas,

andesíticas y en calizas *jumasha*. Se ha identificado un pequeño afloramiento mineralizado a manera de cuerpo en la parte norte de Ticlio. Además de impactos de estructuras mineralizadas tabulares en las calizas *jumasha* (exploración superficial) de las cuales se pretende definir la continuidad.

Entre las vetas de mayor importancia se puede mencionar la veta Principal, Ramal Techo, Julisa, Escondida, Giuliana y algunas estructuras secundarias como son veta Rosario y Milagro. Se han identificado con los trabajos de campo las vetas, Iris, Silvia, Pelusa y Blanca, y finalmente la veta Andrea reconocida a partir del afloramiento en superficie.

El rumbo general predominante de las vetas es Nor-Este a Sur-Oeste, con potencias de 0.10 m a 2.00 m. La extensión variable con longitudes que alcanzan hasta 1200 m como es la veta principal. En este tipo de vetas se observa buena cantidad de lazos cimoides que han sido explotados en forma incompleta y zonas de cizallamiento de buena potencia. Presentan un ensamble mineralógico de esfalerita – galena – ankerita, pirargirita, proustita, cobres grises, galena argentífera – rodocrosita – pirita - cuarzo y moderada diseminación de calcopirita, en los niveles inferiores Nivel 8 al Nivel 10. La zona de brechas calcáreas silicificadas en el extremo SW del Nivel 5, túnel *Huacracocho* presenta relleno y diseminaciones de esfalerita, galena, pirita, estibina, tetraedrita.



**Figura 3. Domo de Yauli - geología local**  
**Fuente: Departamento de Geología**

### 2.3.3. Estratigrafía

La columna estratigráfica de la zona está conformada por:

#### **A. Grupo Goyllrisquizga (Cretáceo)**

Representado por una secuencia de areniscas y lutitas que constituyen un conglomerado rojo expuesto al este del yacimiento. Se identificaron horizontes basálticos amigdaloides y diabásicos intercalados en la secuencia de areniscas y lutitas rojas, cuarcitas y capas de caliza gris. Esta secuencia varía hacia el tope de una caliza masiva de color gris azulado a una caliza fosfática gris oscuro que es la base del grupo Machay.

#### **B. Grupo Machay (Cretáceo)**

Compuesto por calizas que afloran al norte del abra Anticonca (Ticlio) de color gris oscuro con resto de fósiles en la base, sobre yaciendo una caliza de color claro y algunos horizontes lutáceos y fosfáticos continúan hasta el techo.

#### **C. Formación Jumasha**

Sobreyacen concordantemente a la formación Pariatambo, está compuesta por capas medias a gruesas de calizas, calizas dolomíticas, dolomitas de coloración

gris claro a blanquecino y gris amarillento; al contacto con la diorita en esta zona forma un pequeño *skarn* de Fe. Algunos niveles presentan débil marmolización con presencia de wollastonita. Esta formación ha sido cortada por estructuras tensionales de rumbo N 50° a 65° E y buzamiento de 60° a 80° SE. Estructuralmente, afectan a la diorita Anticona y permiten la mineralización como parte de un sistema de vetas en Ticlio. Se observa, cerca al campamento de Ticlio, estas estructuras formando remanentes marmolizados con rumbo NW a S-SE, con afloramientos de pequeños remanentes de caliza que pertenecen posiblemente a la formación *Jumasha*. Se hallan también moderadamente marmolizados y sobreyacen a los intrusivos dacíticos y dioríticos, los cuales están brechados en el contacto y bordeado por aglomerados volcánicos (formación Carlos Francisco); a esta formación se le asigna una edad perteneciente al Cretáceo Inferior.

#### **D. Formación Casapalca (Terciario)**

Representado por las capas rojas y conglomerado Carmen, que afloran al oeste del yacimiento. Las capas rojas se caracterizan por intercalaciones de lutitas y areniscas limolíticas, limolitas y limolitas calcáreas y calizas de coloración rojiza (alteración ferrífera). Los ambientes calcáreos han sido *skarnificados* con débil a moderada intensidad por los intrusivos dacíticos y dioríticos, cuyo resultado son niveles de *hornfels* con calco-silicatos y epidota.

Presenta también una secuencia volcánica, compuesta por aglomerados, tufos y brechas volcánicas. Por sus relaciones estratigráficas y tectónicas se le asigna una edad entre el Cretáceo superior (Santoniano) y el Eoceno Medio.

#### **E. Formación Carlos francisco**

Representada por una potente serie de rocas volcánicas, que se dividen en tres miembros. En primer lugar, los volcánicos Tabla Chaca que sobreyacen al conglomerado Carmen, en una sucesión de rocas volcánicas constituidas por tufos, brechas, conglomerados, aglomerados y rocas porfiríticas con afloramientos al oeste del yacimiento. Además, los afloramientos de los volcánicos Carlos

Francisco. Por último, los tufos *Yauliyacu* cuyas características no son reconocidas en la unidad Ticlio.

## **F. Formación río Blanco**

En las partes más altas y ocupando la mayor extensión de los denuncios (norte del yacimiento), se dispone una potente serie de volcánicos bien estratificados, de constitución andesita, que corresponde a los volcánicos *Pacococha* y que se manifiestan en el área sobreyaciendo a la diorita Anticona.

### **2.3.4. Rocas intrusivas**

#### **A. Diorita Anticona**

Constituye un *stock* que se extiende entre Morococha y Anticona con una dirección general hacia el Nor-Este. Hacia el este, ha sido instruido en varios lugares por el pórfido cuarzo monzonita de Morococha y Ticlio.

Estas rocas constituyen la intrusión Miocénica más antigua existente en el domo de Yauli y aún no está relacionada a ningún tipo de mineralización polimetálica, excepto por la formación de *hornfels* y pequeños cuerpos de magnetita en las calizas huéspedes. Esta ausencia de mineralización en *skarn* y su asociación a minerales de naturaleza hidratados sugiere la ausencia de fluidos durante el emplazamiento del cuerpo intrusivo de diorita hace 14.11 +/- 0.04 Ma.

La diorita Anticona es color verde oscuro, textura porfírica, mesócrata, con una matriz compuesta de plagioclasas, cuarzo y óxidos; los fenocristales consisten en plagioclasas, biotita y hornblenda; como minerales accesorios se incluye al apatito y el circón. Las plagioclasas en algunas zonas están parcialmente alteradas a illita-esméctica, algo caolinizado y esporádicamente epidotizadas.

La diorita Anticona contiene numerosos xenolitos negros foliados que pueden variar en diámetro desde unos pocos centímetros hasta un metro. Ellos están generalmente compuestos de ensambles micro granulares de plagioclasas, epidota, corindón, cuarzo, turmalina, arcillas y pirita.

## **B. Cuarzo monzonita Ticlio (pórfido de Ticlio)**

Aflora en la parte norte, nor-este y este del campamento, una apófisis alargada de rumbo NW–SE e intruyen a la diorita Anticoná. En la parte norte del campamento, intruye a los carbonatos de la formación *Jumasha*. Es leucócrata, de color blanquecino a rosáceo, grano grueso, textura porfirítica, panidiomórfica con fenocristales de hasta 3 cm, de diámetro de *k-feldespatos euhedrales* (10-15 %) con textura perthítica. Está constituido por plagioclasas euhedrales a subhedrales (10 %), ojos de cuarzo (5–10 %), *hornblendas* y biotita subhedrales; como accesorios a manera de alteración, se observan clorita, sericita y argilita. Los feldespatos están moderadamente argilizados y esporádicamente sericitizados.

Dataciones radiométricas por U-Pb en circones del monzo-granito de Toromocho, han reportado 9.11 +/- 0.10 m.a., la similitud litológica con el pórfido de Ticlio nos permiten suponer una edad semejante.

## **C. Pórfido Dacítico**

Es un pequeño *stock* que aflora al sur y sur-este de los campamentos de Ticlio, es de forma irregular y alargado con rumbo NW–SE. La longitud de afloramiento es de poco más de 1 Km. Se halla intruyendo a la diorita Anticoná, a los aglomerados volcánicos de la formación Carlos Francisco y las calizas de la formación *Jumasha*.

El pórfido es de color gris a gris claro, grano medio, *leucócrata - melanócrata*, textura porfirítica e hipidiomórfica; con fenocristales de plagioclasas y K-feldespatos subhedrales, además de ojos de cuarzo anhedrales; las rocas se alteran con débil a moderada *argilitización*; los minerales accesorios presentes son la hornblenda y la biotita, resaltando en ellos una débil alteración clorítica.

## **D. Diorita porfirítica Meiggs**

Estas rocas afloran al sur-oeste del área cartografiada, (Monte Meiggs), intruyen a los conglomerados, limolitas calcáreas y limo-arenitas de la formación Casapalca

en forma discordante generando a su paso halos de alteración (*skarnificación*) de hasta unas decenas de metros, afloran con rumbo similar a las capas de la formación Casapalca NW–SE e inclinación de 40° a 50° al SW.

Se le puede asignar una edad Terciario superior (Mioceno), ya que puede pertenecer al pulso magmático que permitió el emplazamiento del pórfido de Ticlio.

#### **2.4. Método de explotación de banqueo y relleno (Bench and Fill Avoca)**

El *Bench and Fill* (Avoca) corresponde a una variante del *Cut and Fill* donde se obtiene una mejora en la productividad y una reducción de los costos de producción.

Esta variante del método se aplica cuando las vetas presentan un buzamiento mayor a 55° y una calidad del macizo rocoso de las cajas de regular A hasta mala A, con un RMR>30, especialmente en la caja techo, para minimizar los desprendimientos por debilidad de la caja techo después de la voladura, con un rango de dilución dentro del planificado. El factor de dilución promedio está en el rango de 10 %.

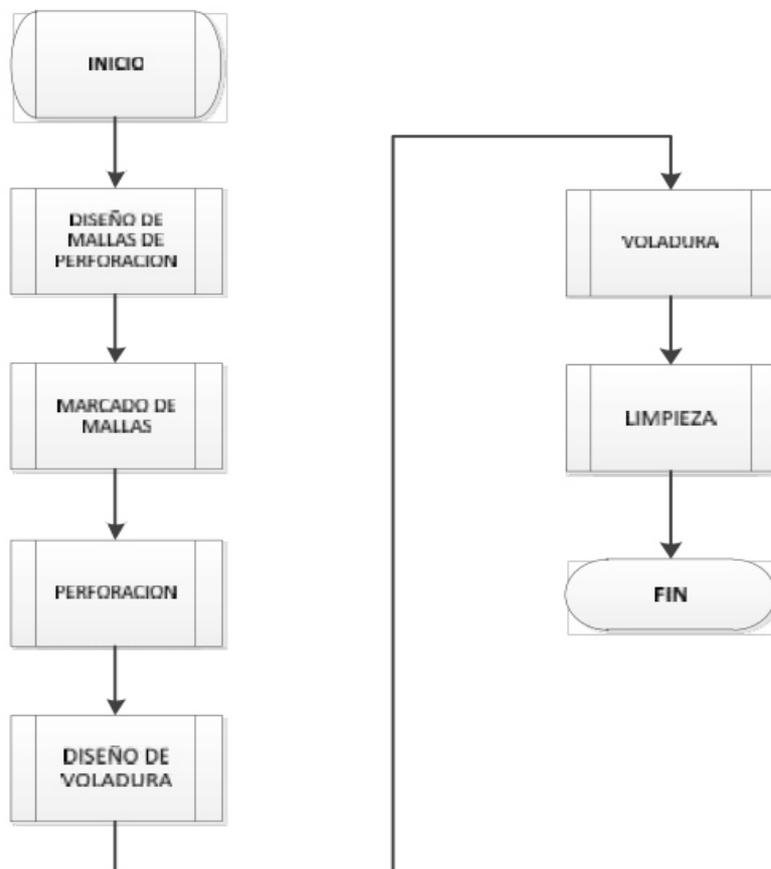
El relleno posterior a cada corte se hace con relleno detrítico, para dar estabilidad a las cajas del banco y proveer el piso para el siguiente corte. La secuencia de extracción del mineral es en retirada mientras que el relleno detrítico se realiza en avanzada.

El inicio del método de preparación se inicia desde la rampa (-12 %) sección 4.5 m x 4.5 m, desde aquí se generan los accesos de una longitud de 25–35 m de acuerdo a la evaluación y recomendación geomecánica. Estos accesos son de sección de 4.0 m x 4.0 m cortan la veta lo que dará lugar al inicio de las galerías o subniveles de explotación de sección 3.00 m x 4.00 m

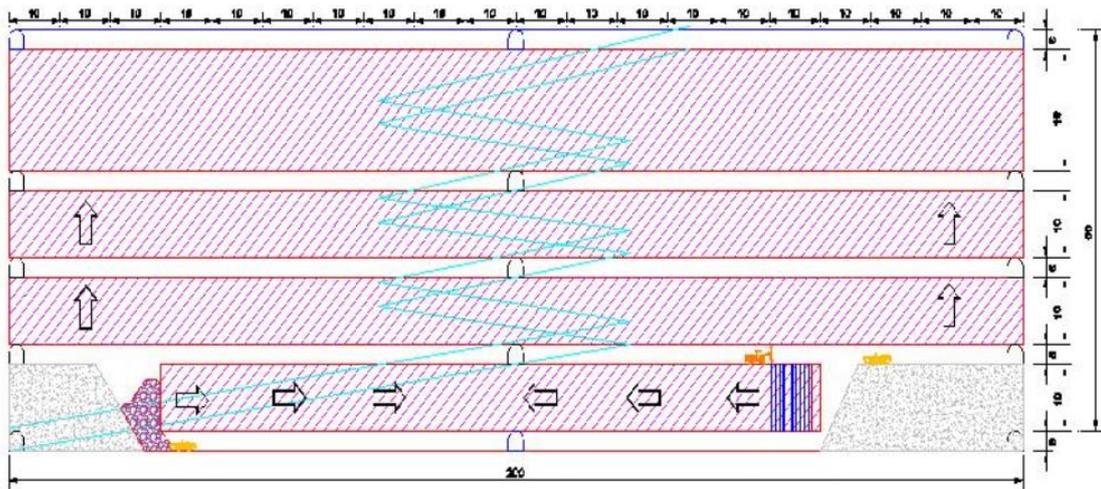
La altura de los bancos de explotación es de 10 metros de longitud vertical. Para la limpieza y extracción del mineral se utilizan equipos *scoops diésel* con capacidad

de 6.0 yd<sup>3</sup> incluida el telemando y en las zonas de carguío a volquetes de 15 m<sup>3</sup>, que trasladarán el mineral hacia la zona de descarga o cancha de mineral. Culminada la etapa de limpieza de mineral se aprovecha el material del relleno detrítico originado principalmente de las labores de desarrollo y preparación de los avances para continuar con el ciclo de minado.

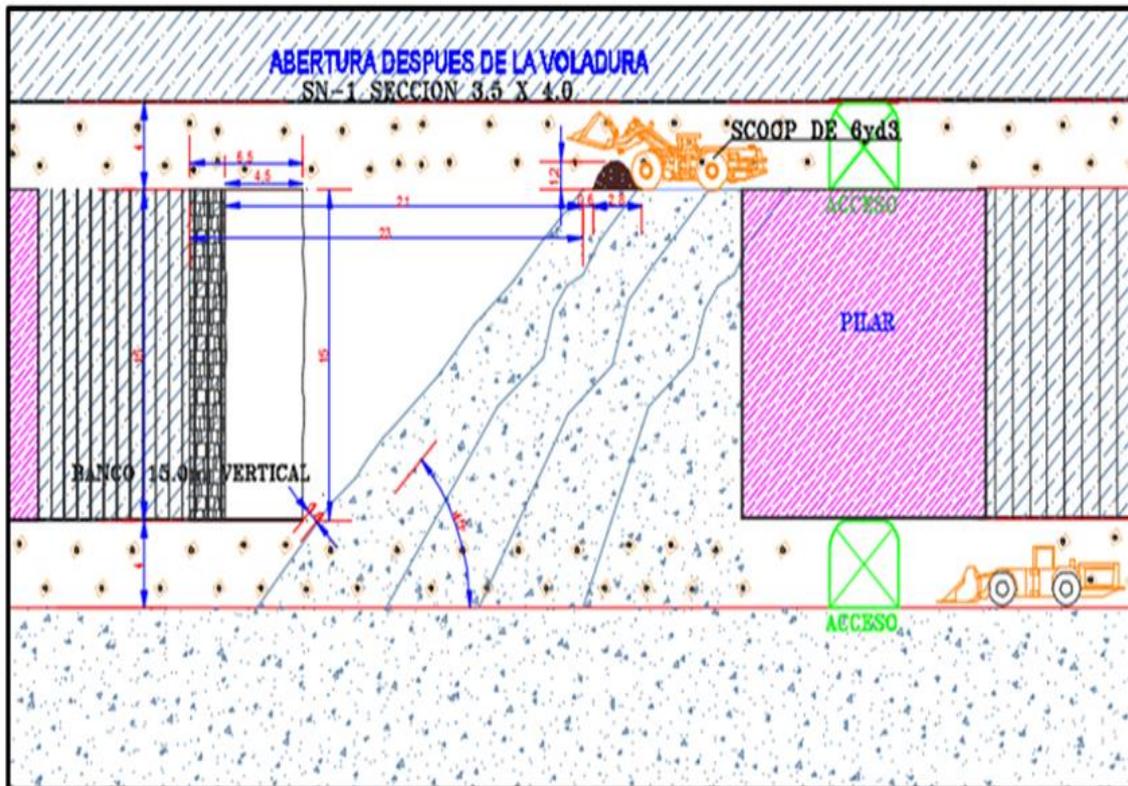
## DIAGRAMA DE FLUJO DE EXPLOTACIÓN TALADROS LARGOS



**Figura 4. Diagrama de flujo taladros largos**  
**Fuente: Departamento de Planeamiento**



**Figura 5. Secuencia de minado Bench and Fill**  
**Fuente: Departamento de Planeamiento**



**Figura 6. Descarga del relleno detrítico en un tajo**  
**Fuente: Departamento de Planeamiento.**

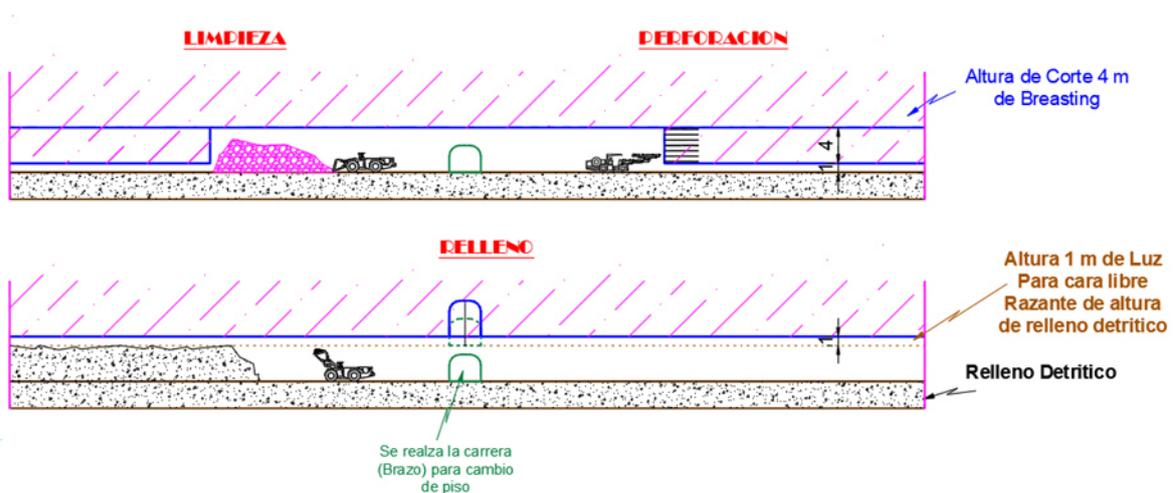
## 2.5. Método de explotación corte y relleno ascendente (*Over Cut and Fill*)

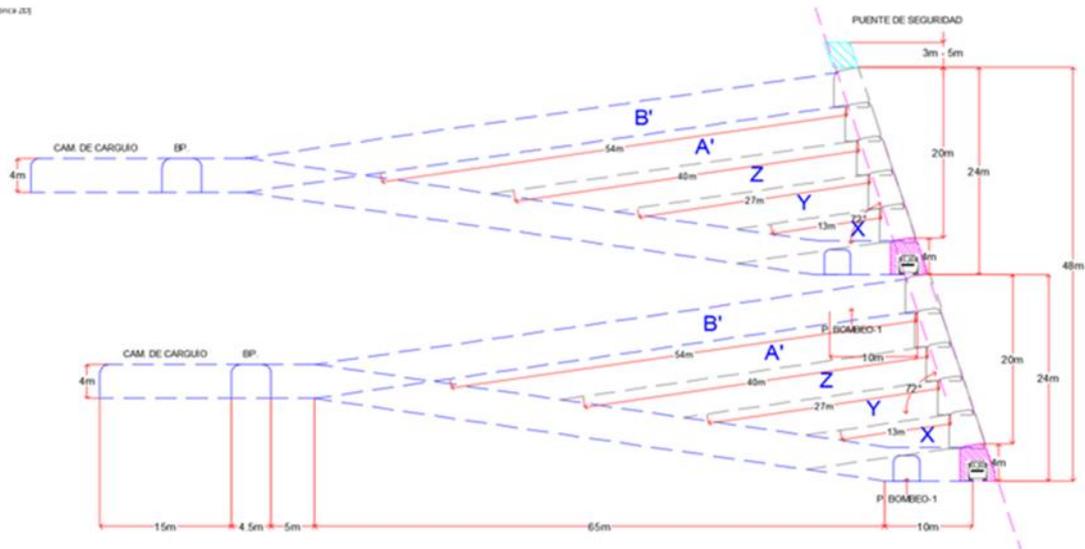
El método es aplicado a vetas cuyo buzamiento es menor a 50 grados, sólo es posible aplicar en buzamientos mayores, si la calidad de roca de las cajas nos permite el minado por taladros largos.

La preparación se inicia desde la rampa con sección de 4.5 m x 4.5 m (-12 %), desde ahí se generan los accesos de sección 4.00 m x 4.00 m con gradiente de -15 % que van a intersectar a la veta en donde se dará inicio a las galerías de explotación con una sección de 4.00 m x 4.00 m que recorrerán todo el rumbo de la veta. La cantidad de los accesos puede ser variable dependiendo la longitud de la veta. La distancia entre los accesos será de 150 m, lo cual permitirá minar en cada ala con una distancia de 75 m.

Cada tajeo estará conformado por 05 cortes de 4 m de altura y 75 m de longitud. El acceso inicial tendrá una gradiente del 15 % (-). Para los siguientes cortes se hará un batido de los accesos hasta completar los 05 cortes y el acceso llegará a tener una gradiente de +15 %.

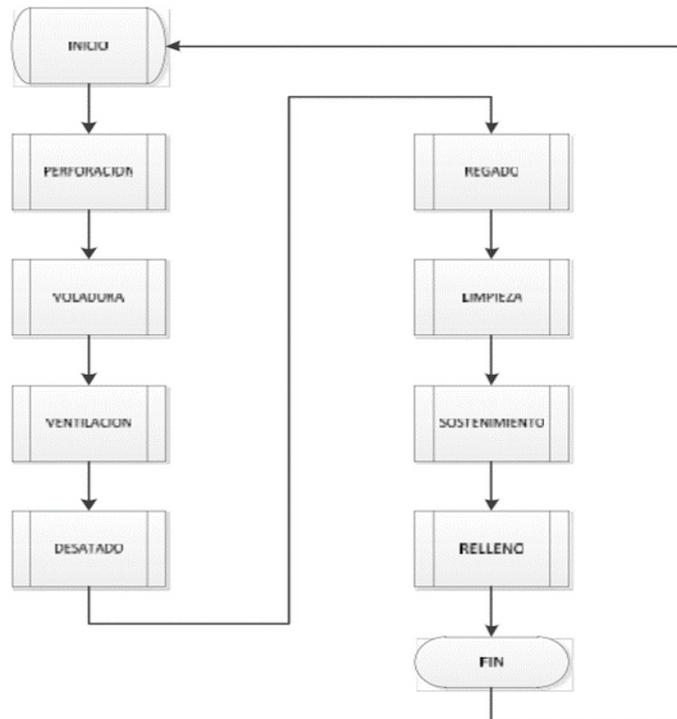
El desmante será evacuado con volquetes de 27 t desde las cámaras de carguío ubicadas en la rampa.





**Figura 7. Sección longitudinal método de minado Breasting**  
**Fuente: Departamento de Planeamiento**

### DIAGRAMA DE FLUJO DE EXPLOTACIÓN C&R BREASTING



**Figura 8. Diagrama de flujo de explotación C&R Breasting**  
**Fuente: Departamento de Planeamiento**

### **2.5.1. Bases teóricas**

Una actividad en las operaciones mineras es el manejo y gestión de minerales (carguío y acarreo), cuya fuente genera una mayor incidencia en el costo de operación, por el gran número y diversidad de recursos involucrados en ella.

Un sector importante de las innovaciones tecnológicas apunta a ella, derivada por el alto costo de operación y de igual manera en la cantidad de etapas que involucra. Para poder abordar el tema se presenta en la investigación conceptos básicos y herramientas esenciales que podrán encarar o permitir la mejora de la gestión de los minerales en una operación minera, y de igual forma en otros trabajos que impliquen la administración de los materiales.

Es vital resaltar que varias herramientas aquí expuestas ceden conceptos relevantes en la gestión de recursos, cuyo aporte servirán en su ejecución independientemente de las innovaciones tecnológicas que emerjan durante el tiempo, lo cual es sin duda el objetivo principal de esta tesis.

La administración y dirección en el manejo de minerales o de materiales en general, pretende optimizar los recursos para hacer un objetivo simple, pero también complejo ya que involucra el traslado del material de un punto hacia otro, pero con ciertas exigencias que deben cumplir como la calidad, cantidad, dentro de un margen o periodo definido y a un menor costo

### **2.5.2. Plan de minado**

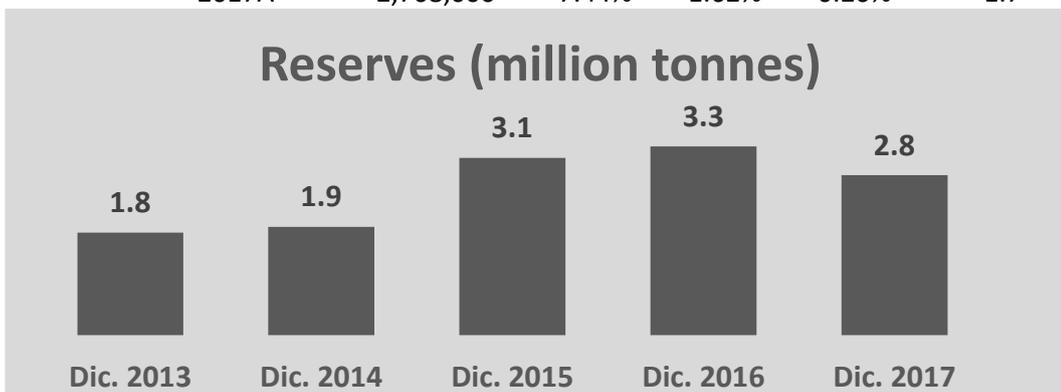
La unidad minera Ticlio continúa desarrollando labores subterráneas en las zonas este y oeste (que comprende las estructuras de veta Ramal Techo, Principal y veta Techo). En la actualidad, la extracción promedio de mineral de la mina Ticlio es de 1,000 t/d proveniente de las labores de tajeos y avances en mineral. El minado es mediante los métodos de explotación de corte y relleno ascendente (*Breasting*) y mediante *Bench an Fill* (Avoca) con taladros largos. La ley de cabeza promedio para el año 2019 es de 1.36 Oz Ag, 0.14 % Cu, 1.17 % Pb y 5.49 % Zn.

Es la parte económica y legalmente extraíble de un recurso mineral medido o indicado y que incluye materiales de dilución y descuentos por las mermas que pueden ocurrir durante el minado.

Para el año 2019 se tienen las siguientes reservas:

**Tabla 3. Reservas unidad minera Ticlio**

Reservas						
Mine name	t	% Zn	% Pb	% Cu	Toz Ag	
Proven	505,659	5.82%	1.60%	0.30%	1.58	
<b>Reserves</b>	<b>Probable</b>	<b>460,739</b>	<b>5.36%</b>	<b>1.36%</b>	<b>0.16%</b>	<b>1.11</b>
	December 2017A	2,768,606	7.44%	1.62%	0.26%	1.7



El plan de producción para el año 2019 fue de 352,554 t con leyes diluidas de Zn@5.49 %, Pb@1.17 %, Cu@0.14 %, Ag@1.36 Oz y un valor por tonelada de 122.20 US\$/t.

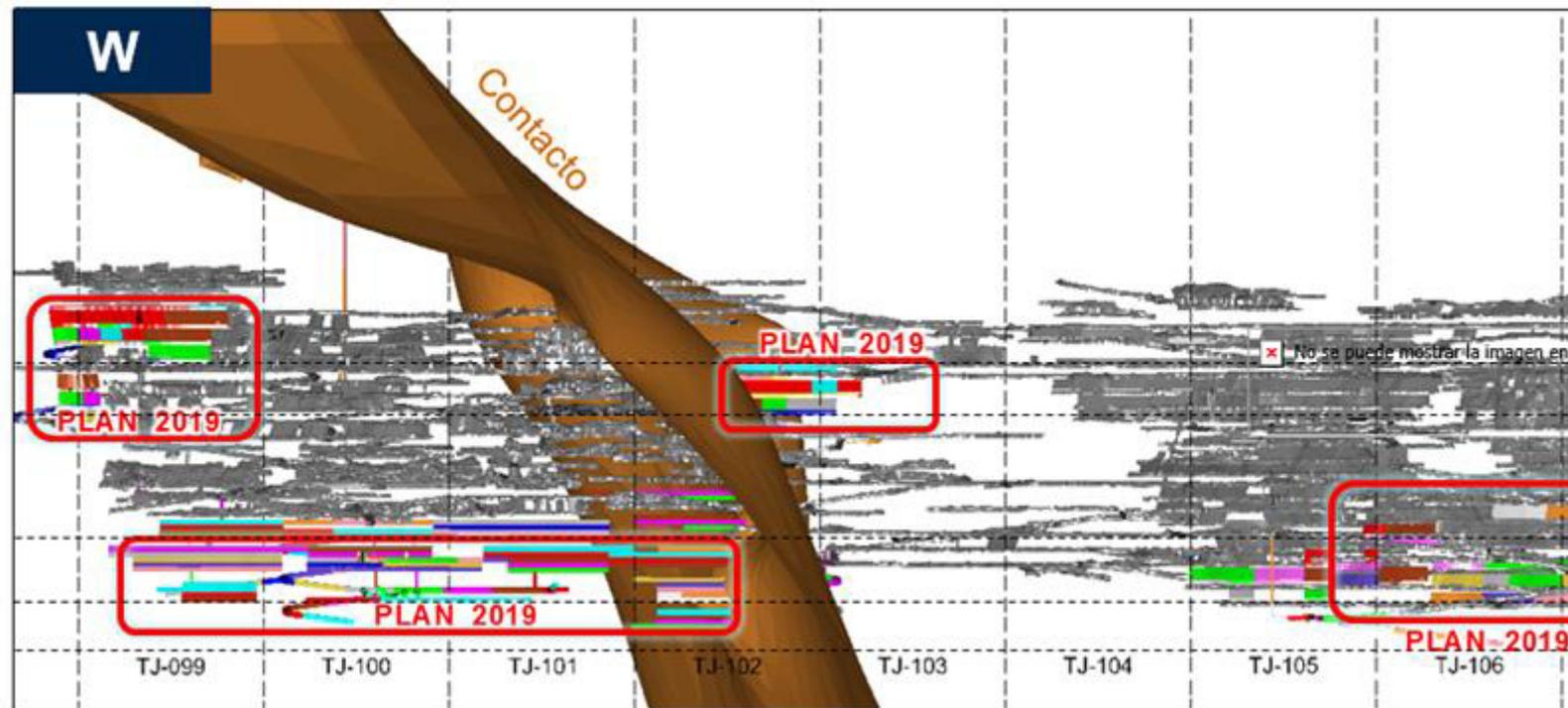
**Tabla 4. Plan de producción 2019 de la unidad minera Ticlio**

U.M TICLIO	UND	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	TOTAL
TMD	tms	21,386	24,211	25,526	27,684	30,517	29,321	31,823	33,802	34,729	29,724	28,212	35,621	352,554
ZNDIL	%	6.70	5.78	5.81	5.70	4.78	5.35	5.02	4.71	4.72	4.72	6.77	6.39	5.49
PBDIL	%	0.94	0.91	0.91	0.76	0.95	0.95	1.12	1.16	1.51	1.07	1.55	1.83	1.17
CUDIL	%	0.13	0.14	0.17	0.17	0.14	0.13	0.14	0.14	0.16	0.13	0.13	0.17	0.14
AGDIL	Oz	1.25	1.53	1.24	1.31	1.42	1.15	1.56	1.53	1.81	1.33	1.20	0.96	1.36
VPT	\$/tms	127.76	121.29	120.47	119.26	113.52	114.22	118.52	116.50	130.05	114.89	135.78	133.41	122.20

**Fuente: Departamento de Planeamiento**

Asimismo, el plan de producción por estructuras en la unidad minera Ticlio se resume a continuación:

Plan de producción: periodo 2019 sector este y oeste



*Figura 9. Perfil del plan de producción sector este y oeste de la unidad minera Ticlio  
Fuente: Departamento de Planeamiento*

**Tabla 5. Plan de producción 2019 por estructuras de la unidad minera Ticlio**

NIVEL	Valores	Und	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	TOTAL
<b>PRINCIPAL</b>	TMD	tms		2,128	1,120	243	1,752	1,289	879	1,803	881	2,465	5,052	9,422	<b>27,035</b>
	ZNDIL	%		3.81	3.61	4.60	5.27	3.71	5.37	6.41	6.41	8.54	4.34	5.13	<b>5.20</b>
	PBDIL	%		0.84	1.13	2.11	1.30	0.72	1.68	0.97	0.97	1.95	1.07	1.41	<b>1.27</b>
	CUDIL	%		0.15	0.08	0.06	0.09	0.08	0.07	0.13	0.13	0.13	0.10	0.18	<b>0.13</b>
	AGDIL	Oz		0.73	0.77	0.74	0.66	0.63	0.80	0.85	0.85	1.37	0.85	1.17	<b>0.97</b>
	VPT	\$/tms		79.96	78.27	104.54	103.85	72.90	108.89	119.61	119.61	168.86	88.14	112.60	<b>107.21</b>
<b>R TECHO</b>	TMD	tms	21,386	22,083	24,406	24,977	26,222	25,568	28,399	26,207	27,542	24,712	20,698	21,388	<b>293,587</b>
	ZNDIL	%	6.70	5.97	5.91	6.07	4.86	5.38	4.82	4.36	4.36	4.42	6.77	6.14	<b>5.41</b>
	PBDIL	%	0.94	0.92	0.90	0.76	0.90	0.77	0.90	0.87	1.11	0.92	1.32	1.25	<b>0.95</b>
	CUDIL	%	0.13	0.14	0.17	0.18	0.14	0.12	0.13	0.13	0.14	0.13	0.12	0.12	<b>0.14</b>
	AGDIL	Oz	1.25	1.61	1.26	1.35	1.44	1.00	1.57	1.18	1.53	1.24	1.17	0.69	<b>1.29</b>
	VPT	\$/tms	127.76	125.27	122.41	126.14	117.01	111.72	113.91	107.63	120.81	110.48	132.45	117.40	<b>118.96</b>
<b>TECHO</b>	TMD	tms				2,464	2,544	2,464	2,544	5,792	6,306	2,546	2,462	4,811	<b>31,933</b>
	ZNDIL	%				2.08	3.63	5.91	7.11	5.75	6.03	3.92	11.76	9.96	<b>6.42</b>
	PBDIL	%				0.71	1.13	2.92	3.41	2.53	3.31	1.67	4.43	5.21	<b>3.01</b>
	CUDIL	%				0.06	0.10	0.24	0.20	0.17	0.25	0.13	0.26	0.34	<b>0.21</b>
	AGDIL	Oz				0.91	1.75	3.03	1.68	3.31	3.18	2.15	2.18	1.74	<b>2.41</b>
	VPT	\$/tms				50.97	84.26	161.77	173.34	155.68	171.85	105.42	261.62	245.39	<b>164.66</b>
<b>U.M TICLIO</b>	TMD	tms	21,386	24,211	25,526	27,684	30,517	29,321	31,823	33,802	34,729	29,724	28,212	35,621	<b>352,554</b>
	ZNDIL	%	6.70	5.78	5.81	5.70	4.78	5.35	5.02	4.71	4.72	4.72	6.77	6.39	<b>5.49</b>
	PBDIL	%	0.94	0.91	0.91	0.76	0.95	0.95	1.12	1.16	1.51	1.07	1.55	1.83	<b>1.17</b>
	CUDIL	%	0.13	0.14	0.17	0.17	0.14	0.13	0.14	0.14	0.16	0.13	0.13	0.17	<b>0.14</b>
	AGDIL	Oz	1.25	1.53	1.24	1.31	1.42	1.15	1.56	1.53	1.81	1.33	1.20	0.96	<b>1.36</b>
	VPT	\$/tms	127.76	121.29	120.47	119.26	113.52	114.22	118.52	116.50	130.05	114.89	135.78	133.41	<b>122.20</b>

**Fuente: Departamento de Planeamiento**

**Tabla 6. Plan de producción 2019 por método de minado de la unidad minera Ticlio**

METODO	Valores	Und	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	TOTAL
<b>SLS</b>	TMD	tms		4,892	4,138	6,986	9,130	8,622	10,437	12,416	14,031	8,336	7,514	14,233	100,735
	ZNDIL	%		2.64	3.21	2.82	3.45	3.30	3.44	4.41	3.92	4.75	6.77	6.76	4.35
	PBDIL	%		0.47	0.57	0.55	0.71	1.01	1.11	1.37	1.66	1.22	2.17	2.70	1.39
	CUDIL	%		0.17	0.29	0.25	0.19	0.15	0.19	0.15	0.23	0.21	0.15	0.24	0.20
	AGDIL	Oz		2.10	3.10	2.17	2.61	2.07	2.62	2.90	3.14	2.35	1.28	1.36	2.34
	VPT	\$/tms		93.84	126.38	104.88	133.10	111.90	127.88	149.07	161.97	165.81	144.98	157.49	139.63
<b>CF</b>	TMD	tms	21,386	19,318	21,388	20,698	21,388	20,698	21,386	21,386	20,698	21,388	20,698	21,388	251,820
	ZNDIL	%	6.70	6.58	6.32	6.68	5.34	6.21	5.79	4.88	5.26	4.71	6.77	6.14	5.94
	PBDIL	%	0.94	1.02	0.97	0.84	1.05	0.92	1.13	1.03	1.41	1.01	1.32	1.25	1.07
	CUDIL	%	0.13	0.13	0.14	0.14	0.11	0.12	0.11	0.13	0.11	0.10	0.12	0.12	0.12
	AGDIL	Oz	1.25	1.39	0.88	1.01	0.91	0.77	1.04	0.73	0.91	0.94	1.17	0.69	0.97
	VPT	\$/tms	127.76	128.24	119.33	124.12	105.16	115.19	113.95	97.59	108.41	95.05	132.45	117.40	115.23
<b>U.M TICLIO</b>	TMD	tms	21,386	24,211	25,526	27,684	30,517	29,321	31,823	33,802	34,729	29,724	28,212	35,621	352,554
	ZNDIL	%	6.70	5.78	5.81	5.70	4.78	5.35	5.02	4.71	4.72	4.72	6.77	6.39	5.49
	PBDIL	%	0.94	0.91	0.91	0.76	0.95	0.95	1.12	1.16	1.51	1.07	1.55	1.83	1.17
	CUDIL	%	0.13	0.14	0.17	0.17	0.14	0.13	0.14	0.14	0.16	0.13	0.13	0.17	0.14
	AGDIL	Oz	1.25	1.53	1.24	1.31	1.42	1.15	1.56	1.53	1.81	1.33	1.20	0.96	1.36
	VPT	\$/tms	127.76	121.29	120.47	119.26	113.52	114.22	118.52	116.50	130.05	114.89	135.78	133.41	122.20

**Fuente: Departamento de Planeamiento**

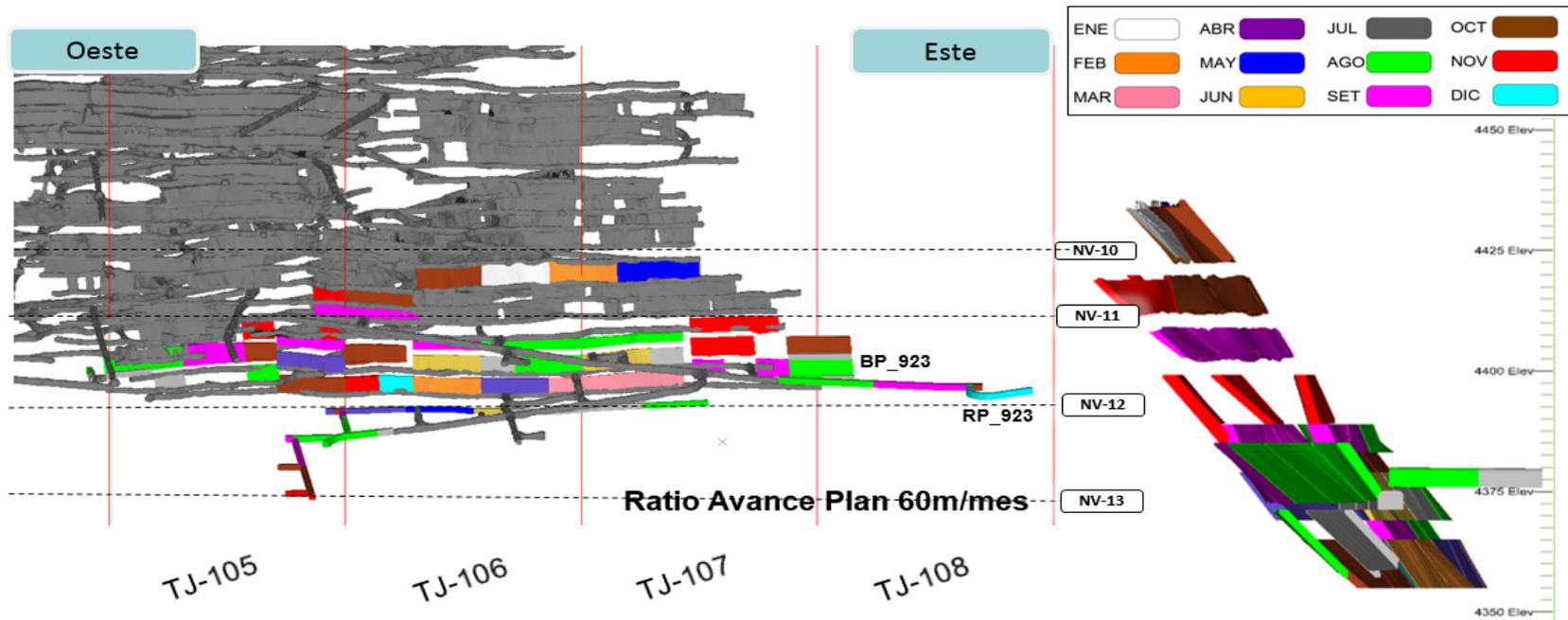
**Tabla 7. Plan de producción 2019 por niveles de la unidad minera Ticlio**

NIVEL	Valores	Unid	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	TOTAL
<b>8</b>	TMD	tms				739	318	1,951	2,544	5,621	3,842	388	2,462	4,811	22,676
	ZNDIL	%				1.35	1.50	5.98	7.11	5.82	7.51	10.51	11.76	9.96	7.66
	PBDIL	%				0.53	0.55	3.28	3.41	2.56	4.30	3.42	4.43	5.21	3.70
	CUDIL	%				0.05	0.05	0.26	0.20	0.17	0.31	0.26	0.26	0.34	0.25
	AGDIL	Oz				0.56	0.63	3.12	1.68	3.35	4.01	2.71	2.18	1.74	2.65
	VPT	\$/tms				33.95	37.15	171.64	173.34	157.67	217.76	235.43	261.62	245.39	196.32
<b>9</b>	TMD	tms		2,128	1,120	1,969	3,978	1,802	879	1,973	3,345	4,623	5,052	9,422	36,292
	ZNDIL	%		3.81	3.61	2.67	4.52	4.27	5.37	6.14	4.42	5.83	4.34	5.13	4.74
	PBDIL	%		0.84	1.13	0.95	1.26	0.96	1.68	1.01	1.55	1.67	1.07	1.41	1.29
	CUDIL	%		0.15	0.08	0.07	0.10	0.09	0.07	0.13	0.15	0.12	0.10	0.18	0.13
	AGDIL	Oz		0.73	0.77	1.02	1.36	1.21	0.80	0.93	1.62	1.69	0.85	1.17	1.19
	VPT	\$/tms		79.96	78.27	63.97	96.65	87.54	108.89	117.06	105.36	128.33	88.14	112.60	102.08
<b>11</b>	TMD	tms	8,434	12,660	11,725	5,809	13,623	9,256	10,789	4,821	4,035				81,153
	ZNDIL	%	6.31	5.53	4.38	3.91	4.31	4.20	4.12	2.04	1.85				4.39
	PBDIL	%	1.56	1.17	0.65	0.65	0.73	1.19	0.76	0.13	0.23				0.87
	CUDIL	%	0.14	0.17	0.16	0.29	0.17	0.14	0.14	0.13	0.23				0.17
	AGDIL	Oz	2.21	2.37	1.40	2.39	1.74	1.48	1.84	3.18	2.53				1.99
	VPT	\$/tms	139.83	134.11	103.39	131.26	124.00	120.35	119.11	152.15	113.68				124.86
<b>12</b>	TMD	tms	11,866	9,422	12,681	19,168	12,598	11,784	17,610	16,876	20,510	15,018	13,190	16,405	177,129
	ZNDIL	%	7.21	6.57	7.33	6.73	5.44	6.65	5.26	4.85	4.68	3.69	6.76	6.45	5.86
	PBDIL	%	0.54	0.57	1.13	0.79	1.09	0.54	0.99	1.18	1.38	0.95	1.69	1.34	1.05
	CUDIL	%	0.13	0.10	0.17	0.15	0.12	0.11	0.13	0.14	0.12	0.15	0.12	0.12	0.13
	AGDIL	Oz	0.64	0.59	1.13	1.04	1.11	0.81	1.41	0.79	1.47	1.28	0.97	0.73	1.03
	VPT	\$/tms	123.90	113.39	140.00	124.59	109.45	116.55	110.72	100.09	125.58	112.00	135.23	123.82	119.49
<b>13</b>	TMD	tms	1,086					4,527		4,509	2,997	9,694	7,508	4,983	35,305
	ZNDIL	%	4.18					4.52		4.99	5.60	5.56	6.80	5.11	5.51
	PBDIL	%	0.45					0.49		0.49	0.49	0.88	0.67	0.94	0.70
	CUDIL	%	0.11					0.10		0.10	0.10	0.10	0.12	0.10	0.10
	AGDIL	Oz	0.48					0.51		0.51	0.57	1.20	1.53	0.56	0.93
	VPT	\$/tms	76.16					81.52		88.24	97.82	108.12	127.55	96.24	102.77
<b>U.M TICLIO</b>	TMD	tms	21,386	24,211	25,526	27,684	30,517	29,321	31,823	33,802	34,729	29,724	28,212	35,621	352,554
	ZNDIL	%	6.70	5.78	5.81	5.70	4.78	5.35	5.02	4.72	4.72	4.72	6.77	6.39	5.49
	PBDIL	%	0.94	0.91	0.91	0.76	0.95	0.95	1.12	1.16	1.51	1.07	1.55	1.83	1.17
	CUDIL	%	0.13	0.14	0.17	0.17	0.14	0.13	0.14	0.14	0.16	0.13	0.13	0.17	0.14
	AGDIL	Oz	1.25	1.53	1.24	1.31	1.42	1.15	1.56	1.53	1.81	1.33	1.20	0.96	1.36
	VPT	\$/tms	127.76	121.29	120.47	119.26	113.52	114.22	118.52	116.50	130.05	114.89	135.78	133.41	122.20

Fuente: Departamento de Planeamiento

Plan de avances lineales 2019

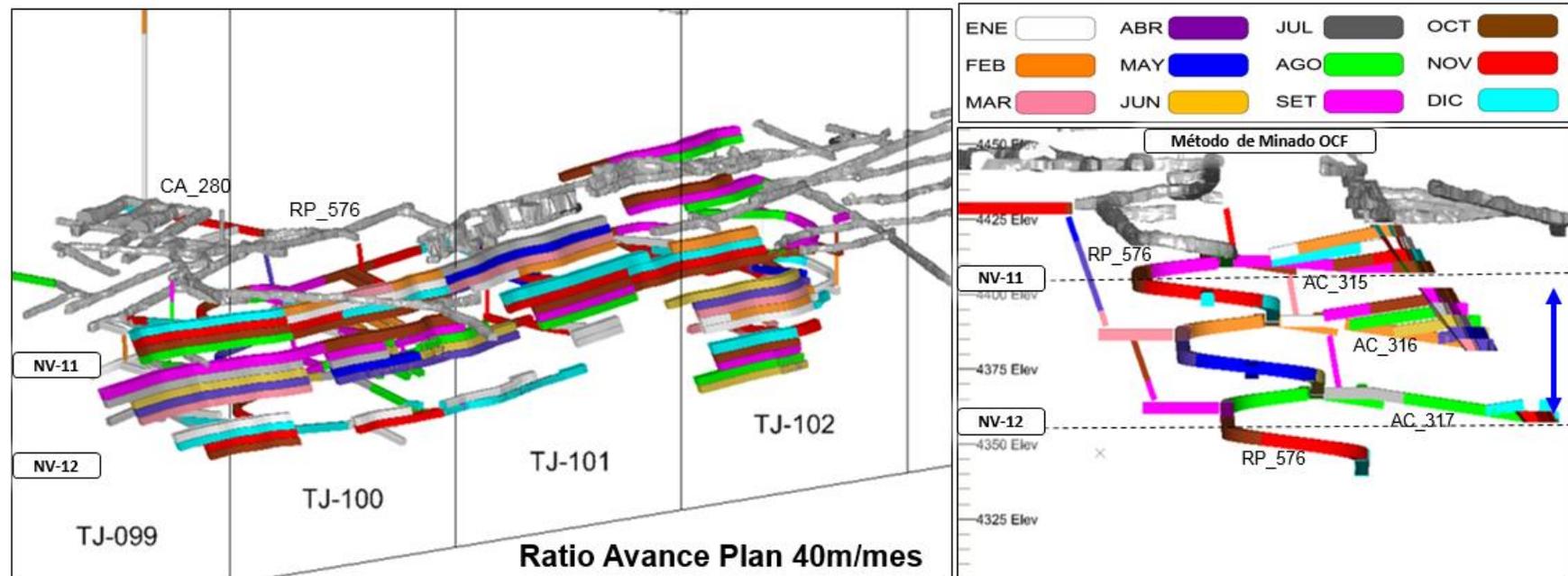
Plan 2019 Zona Este (V. Ramal Techo)



ETAPA	Ene-19	Feb-19	Mar-19	Abr-19	May-19	Jun-19	Jul-19	Ago-19	Set-19	Oct-19	Nov-19	Dic-19	Total general
DESARROLLO								61	59				120
<b>Total general</b>								<b>61</b>	<b>59</b>				<b>120</b>

Figura 10. Perfil del plan de avance, sector este de la unidad minera Ticlio  
Fuente: Departamento de Planeamiento

## Plan 2019 Zona Oeste (V. Ramal Techo)



ETAPA	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	TOTAL
EXPLOTACIÓN	108	35	134	73		61		84		82	61	21	658
DESARROLLO	143	182	118	79	77	79	92	134	79	81	51	41	1,156
PREPARACIÓN	163	115	99	59	52	36	102	93	30		130	21	900
<b>TOTAL GENERAL</b>	<b>414</b>	<b>331</b>	<b>350</b>	<b>211</b>	<b>129</b>	<b>176</b>	<b>194</b>	<b>311</b>	<b>109</b>	<b>163</b>	<b>242</b>	<b>83</b>	<b>2,714</b>

**Figura 11. Plan 2019 zona oeste (veta Ramal Techo)**  
 Fuente: Departamento de Planeamiento

**Tabla 8. Resumen de avances lineales de la unidad minera Ticlio**

FASE	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	set	oct	nov	dic	Total
Explotación	108	111	153	129	149	175	117	186	99	183	159	56	1,626
Desarrollo	143	241	208	221	261	205	141	256	163	81	51	41	2,012
Preparación	163	129	99	152	71	79	152	93	65		130	21	1,156
Desarrollo vertical	102	92	102	37									333
Exploración	50	50											100
Total, general	566	624	562	539	481	459	410	535	327	265	341	118	5,227

**Fuente: Departamento de Planeamiento**

**Tabla 9. Avances por estructura y etapas de la unidad minera Ticlio**

Estructura/Fase	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	set	oct	nov	dic	Total
Principal		150	110	80	147	115	15			0	0	0	618
Explotación		76	19	4	80	82	15			0	0	0	278
Desarrollo		59	91	59	61	10							280
Preparación		15		16	6	23							60
R Techo	566	473	452	248	129	176	194	372	168	163	242	83	3,267
Explotación	108	35	134	73		61		84		82	61	21	658
Desarrollo	143	182	118	79	77	79	92	195	138	81	51	41	1,276
Preparación	163	115	99	59	52	36	102	93	30		130	21	900
Desarrollo vertical	102	92	102	37									333
Exploración	50	50											100
Techo				211	205	168	201	163	158	102	99	35	1,342

Explotación				52	69	31	102	102	99	102	99	35	690
Desarrollo				83	122	116	49	61	25				456
Preparación				77	13	20	50		35				196
Total, general	566	623	562	539	481	459	410	535	326	265	341	118	5,227

*Fuente: Departamento de Planeamiento*

**Tabla 10. Avances por zona y estructura de la unidad minera Ticlio**

Etiquetas de fila	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	Total general
<b>ESTE</b>								<b>61</b>	<b>59</b>				<b>120</b>
R TECHO								61	59				120
<b>OESTE</b>	<b>566</b>	<b>624</b>	<b>562</b>	<b>539</b>	<b>481</b>	<b>459</b>	<b>411</b>	<b>474</b>	<b>268</b>	<b>265</b>	<b>341</b>	<b>118</b>	<b>5,107</b>
PRINCIPAL		150	110	80	147	115	15			0	0	0	618
R TECHO	566	473	452	248	129	176	194	311	109	163	242	83	3,147
TECHO				211	205	168	201	163	158	102	99	35	1,342
<b>Total general</b>	<b>566</b>	<b>624</b>	<b>562</b>	<b>539</b>	<b>481</b>	<b>459</b>	<b>411</b>	<b>535</b>	<b>327</b>	<b>265</b>	<b>341</b>	<b>118</b>	<b>5,227</b>

*Fuente: Departamento de Planeamiento*

**Tabla 11. Plan de volumen de desmonte de la unidad minera Ticlio**

ZONA	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	TOTAL
ESTE				0	0	0	0	1,237	1,197				<b>2,434</b>
OESTE	8,031	10,128	9,052	9,306	8,807	8,212	7,118	8,344	4,723	4,614	5,729	2,069	<b>86,133</b>
<b>Total general</b>	<b>8,031</b>	<b>10,128</b>	<b>9,052</b>	<b>9,306</b>	<b>8,807</b>	<b>8,212</b>	<b>7,118</b>	<b>9,581</b>	<b>5,920</b>	<b>4,614</b>	<b>5,729</b>	<b>2,069</b>	<b>88,567</b>

*Fuente: Departamento de Planeamiento*

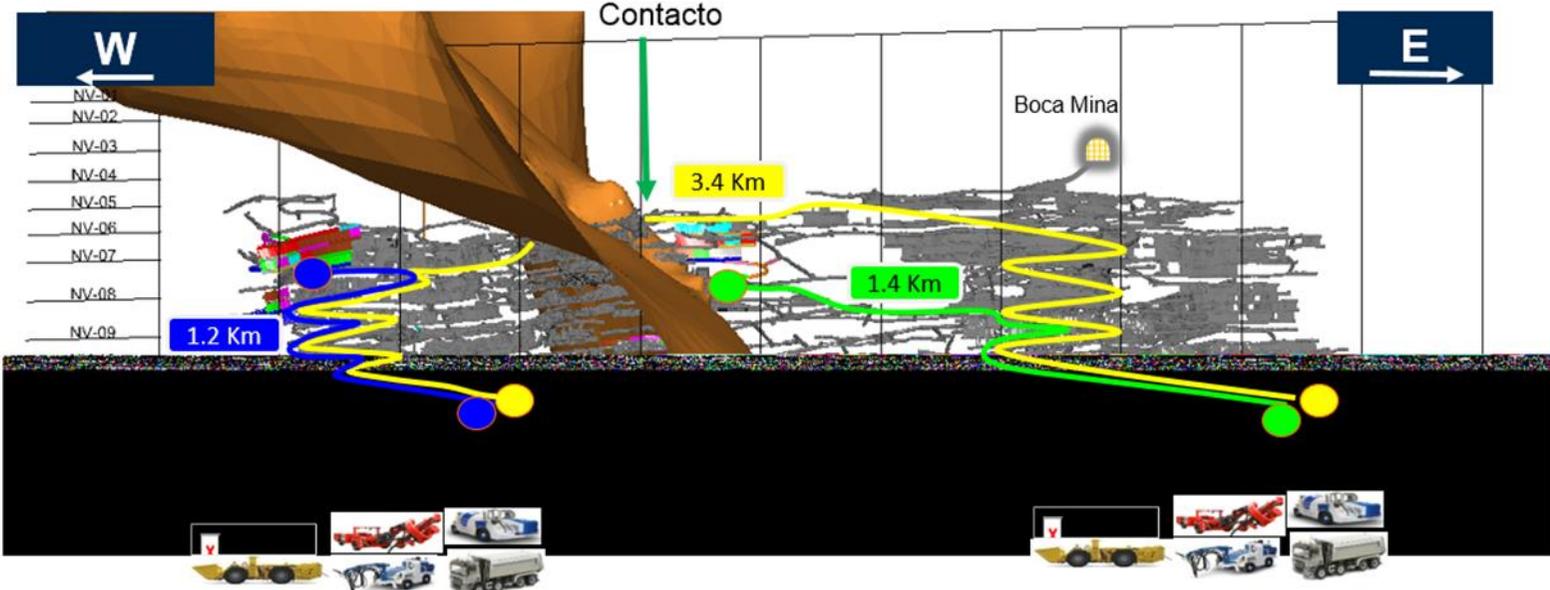
### **2.5.3. Sistema actual de transporte de mineral**

El estudio minimiza el tiempo improductivo o tiempos de espera de los equipos de carguío y acarreo entre puntos de carguío en interior mina y los puntos de descarga en superficie. Para ello se analiza el sistema existente que consiste en la zona este, zona oeste y superficie. El área de estudio se centraliza en las operaciones de sector este. La información que se analiza proviene de los tiempos de acarreo y demoras generadas entre los puntos de carguío y los puntos de descarga. La variable que se evalúa es el número de viajes realizado versus su costo unitario, asociado a las variables de utilización y disponibilidad.

Asimismo, se determina la producción programada versus la ejecutada y su análisis respectivo con los tiempos y número de viajes realizados entre los puntos de carguío sector este y los puntos de descarga en superficie. Estos viajes se asocia el material transportado y su valorización respectiva durante el periodo 2019. El tonelaje transportado durante el periodo 2019 fue de 471,322.5 toneladas, considerando el transporte de material: mineral, desmonte, desmonte interior mina, arena, ripio y lodo.

También se evalúa la cantidad de unidades programadas para satisfacer el acarreo y transporte de los diferentes materiales, considerando un promedio anual de seis unidades.

### Distribución de Equipos por Zonas



EQUIPO	CANTIDAD
Scoop 6yd	2
Scoop 4yd	4
Jumbo	3
Raptor	1
Empernador	2
Desatador	2
Robot Lanzador	2
Mixer	2

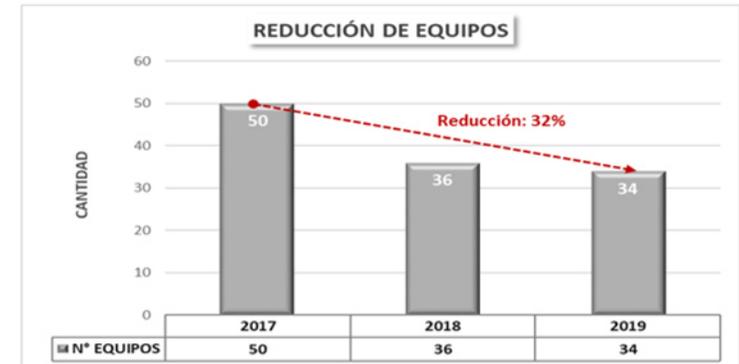
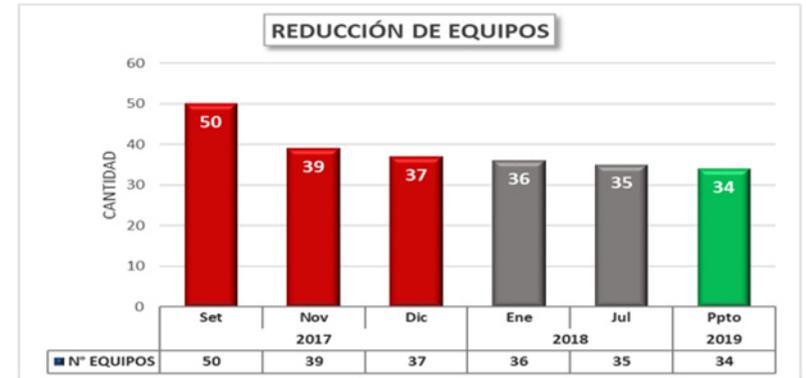
EQUIPO	CANTIDAD
Volquete	6
Semitrailer	6
Utilitario	1
Minicargador	1
Cargador Frontal	1
<b>Total</b>	<b>34</b>

Figura 12. Plan de equipos mina de la unidad minera Ticlio  
 Fuente: Departamento de Planeamiento

Tabla 12. Dimensionamiento de equipos mina de la unidad minera Ticlio

DIMENSIONAMIENTO DE EQUIPOS

MINA TICLIO TIPO	EQUIPOS	2017			2018		2019
		Set	Nov	Dic	Ene	Jul	Ppto
 RAPTOR	Raptor (Simba)	2	1	1	1	1	1
 JUMBOS	Jumbo	5	5	4	3	3	3
	Jumbo (Stand By)			1	1	1	
 EMPERNADOR	Empernador 7	3	3	3	3	2	2
	Empernador 5					1	
 MINICARGADOR	Minicargador	1					1
 MIXER	Mixer	4	4	3	3	3	3
 ROBOT	Robot	2	2	2	2	2	2
 SCALER	Scaler	3	2	2	2	2	2
	Scoop 2.5 yd <sup>3</sup>					2	
 SCOOP	Scoop 6.0 yd <sup>3</sup> Superficie		1	1	1		
	Scoop 4.0 yd <sup>3</sup> Servicios	1	1	1			
	Scoop 6.0 yd <sup>3</sup> Servicios				1	1	1
	Scoop 4.0 yd <sup>3</sup>	2	2	2	3	3	4
	Scoop 6.0 yd <sup>3</sup>	4	3	3	3		1
 CARGADOR FRONTAL	Cargador Frontal 3.1 yd <sup>3</sup>					1	1
	Cargador Frontal 4.2 yd <sup>3</sup>	1					
 TRACTOR	Tractor	1	1	1	1	1	
 UTILITARIO	Utilitario	1	1	1	1	1	1
 VOLQUETES	Volquetes (AFCOM)	3					
	Encapsulado (SAVAR)	11	7	7	6	6	6
	Volquetes (SAVAR)	6	6	5	5	5	6
<b>TOTAL</b>		<b>50</b>	<b>39</b>	<b>37</b>	<b>36</b>	<b>35</b>	<b>34</b>



Fuente: Departamento de Planeamiento

#### 2.5.4. Análisis del sistema de transporte en la unidad minera Ticlio

A continuación, se definen las variables de rendimiento de equipos de acarreo, considerando el cumplimiento real de la producción periodo 2,019.

##### a) Producción programada frente a producción realizada

La producción planificada en la zona este durante el periodo 2019 fue de 352,554 toneladas, siendo la producción real de 403,763 toneladas, generando un incremento de producción de 51,209 toneladas.

**Tabla 13. Producción real del periodo 2019 de la unidad minera Ticlio**

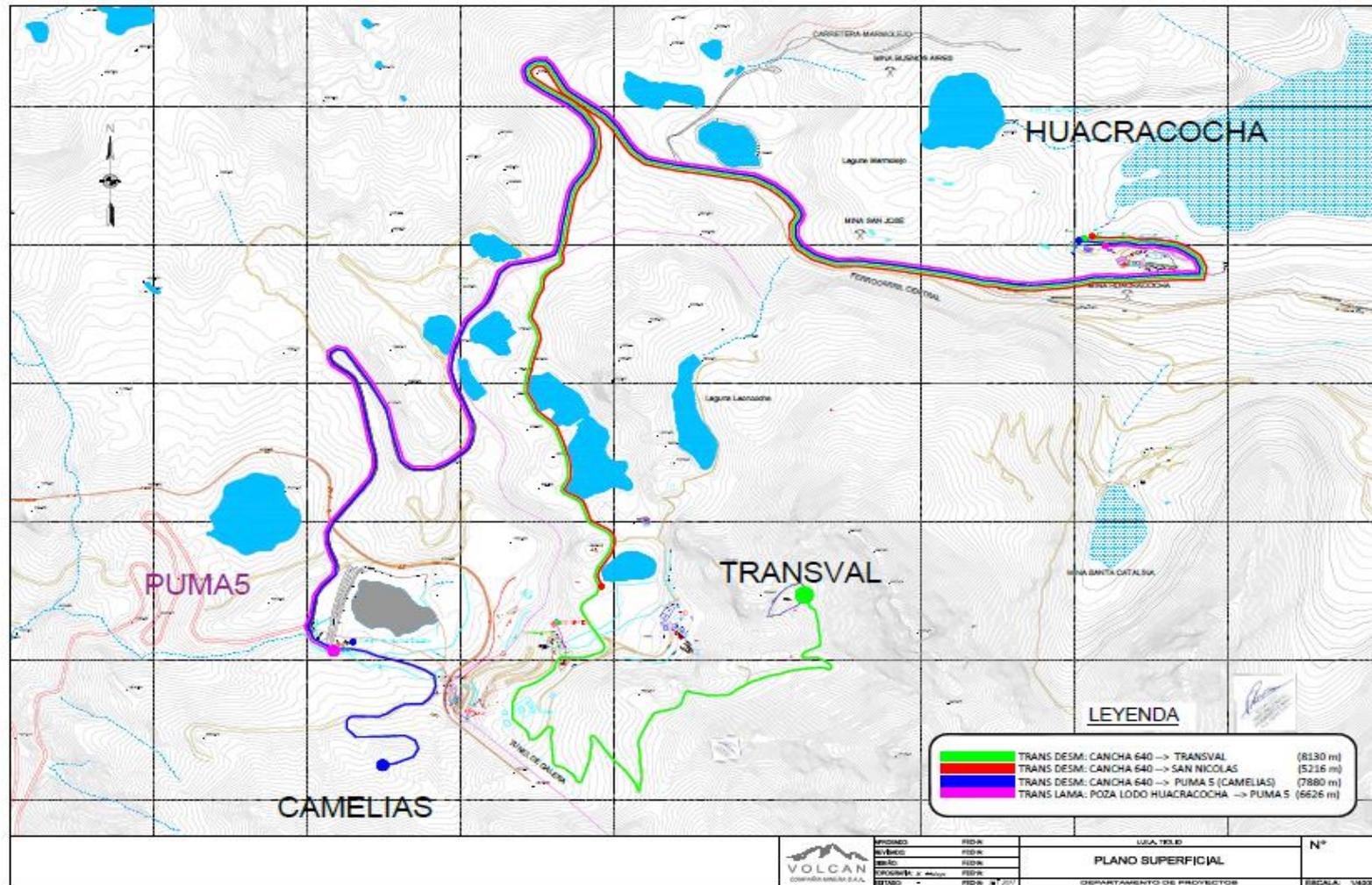
Meses													TOTAL
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	TMS
BUDGET (TMS)	21,386	24,211	25,526	27,684	30,517	29,321	31,823	33,802	34,729	29,724	28,212	35,621	352,554
REAL (TMS)	32,772	29,594	27,250	29,374	40,148	33,932	36,961	45,258	37,792	34,618	28,292	27,773	403,763
DIFERENCIA	11,386	5,383	1,724	1,689	9,630	4,612	5,138	11,456	3,063	4,894	80	-7,848	51,209

**Fuente: Departamento de Planeamiento**

##### b) Rutas de transporte en la unidad minera Ticlio

El cumplimiento del programa de producción en la unidad minera Ticlio, asume los sectores de producción zona este, zona oeste y superficial. La ruta de transporte considera las siguientes distancias superficiales: (desmante y lodos).

- ✓ Cancha 640 ..... Transval (8130 m)
- ✓ Cancha 640 ..... San Nicolás (5216 m)
- ✓ Cancha 640 ..... Puma 5 (Camelias) (7880 m)
- ✓ Pozo Lodo Huacracocha ..... Puma 5 (6626 m)



**Figura 13. Plano de ruta superficial de desmote y lodos de la unidad minera Ticlio**  
**Fuente: Departamento de Planeamiento**

**Tabla 14. Puntos de carguío y descarga, interior mina y superficie (mineral y desmorte), unidad minera Ticlio**

AREA	EQUIPO	ZONA	NIVEL	PUNTO DE CARGUIO	% INCLIN.	PUNTO DESCARGA	DIST. (m)	% RODAM.	VEL. CON CARGA	VEL. SIN CARGA
INTERIOR MINA	VOLQUETE	ESTE	12	CA_832	12	CN_640 - SUP	3,030	2%	10 KM/H	15 KM/H
INTERIOR MINA	VOLQUETE	ESTE	12	CA_833	12	CN_640 - SUP	3,260	2%	10 KM/H	12 KM/H
INTERIOR MINA	VOLQUETE	ESTE	12	CA_836	12	CN_640 - SUP	3,486	3%	10 KM/H	12 KM/H
INTERIOR MINA	VOLQUETE	ESTE	13	CA_838	13	CN_640 - SUP	3,716	3%	9 KM/H	10 KM/H
INTERIOR MINA	VOLQUETE	ESTE	12	CA_832		CA_102 X 644	992	3%	9 KM/H	15 KM/H
INTERIOR MINA	VOLQUETE	ESTE	12	CA_833		CA_102 X 644	1,222	3%	9 KM/H	15 KM/H
INTERIOR MINA	VOLQUETE	ESTE	12	CA_836		CA_102 X 644	1,448	3%	9 KM/H	15 KM/H
INTERIOR MINA	VOLQUETE	ESTE	13	CA_838		CA_102 X 644	1,678	3%	9 KM/H	15 KM/H
INTERIOR MINA	VOLQUETE	ESTE	13	CA_102 X 644		CN_640 - SUP	2,712	3%	9 KM/H	15 KM/H
INTERIOR MINA	VOLQUETE	ESTE	13	CA_108 X 715		CN_640 - SUP	2,677	3%	9 KM/H	15 KM/H
SUPERFICIE	VOLQUETE	SUPERFICIE	0	CN_640 - SUP	0	DESMONTERA TRANSVAL	8,130	2%	10 KM/H	20 KM/H
SUPERFICIE	VOLQUETE	SUPERFICIE	0	CN_640 - SUP	0	DESMONTERA PUMA 05	7,880	1%	10 KM/H	20 KM/H
SUPERFICIE	SEMI-TRAILER	SUPERFICIE	0	CN_640 - SUP	0	PLANTA MARH TUNEL	31,600	1%	50.KM/H	50.KM/H
SUPERFICIE	SEMI-TRAILER	SUPERFICIE		PLANTA MARH TUNEL		PLANTA VICTORIA	8,250	2%	36 KM/H	36 KM/H

DISTANCIAS POR TRAMOS			Acumulado
CA_838	CA_836	230	230
CA_836	CA_833	226	456
CA_833	CA_832	140	596
CA_832	INTER RP_713	443	1039
INTER RP_713	INTER RP_714	257	1296
INTER RP_714 RP 869	CA_640	2420	
		3716	

INTER RP_714 RP 869	CA_102	292
---------------------	--------	-----

c) Pérdidas operacionales - Pareto

El uso del diagrama de Pareto identifica los defectos o pérdidas que se producen con mayor frecuencia en el proceso unitario de transporte y acarreo, las causas más comunes de los defectos o las causas más frecuentes de quejas de los clientes.

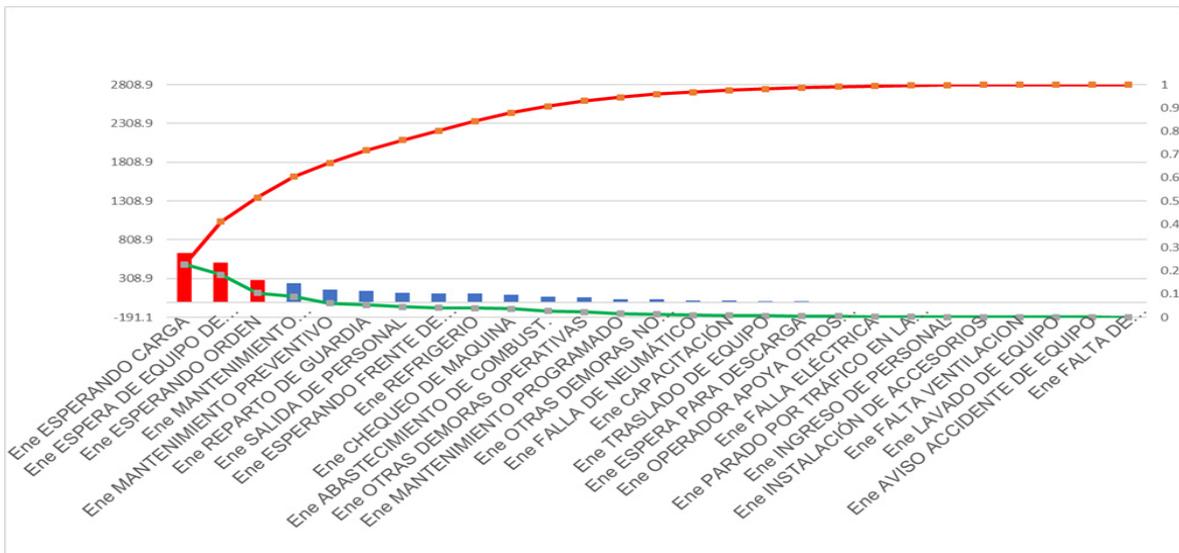
El tiempo de pérdidas operacionales en el sistema de gestión de transporte y acarreo de diversos materiales (mineral, desmonte, lodos, etc.) permite realizar un análisis real de las diferentes actividades que involucra la productividad de cada unidad de transporte.

Se realizó un análisis mediante Pareto por cada mes promedio durante el periodo 2019, siendo las actividades (esperando carga, espera de equipos de carguío, esperando orden y mantenimiento correctivo) los de mayor incidencia.

**Tabla 15. Distribución de actividades (tiempo) mes de enero 2019 mediante Pareto de la unidad minera Ticlio**

Actividad	Pareto - enero		
	Frecuencia Hr.	% Acumulado	Incidencia %
Esperando carga	638.99	22.75%	22.75%
Espera de equipo de carguío	513.81	41.04%	18.29%
Esperando orden	291.98	51.44%	10.39%
Mantenimiento correctivo/falla mec.-elect.	251.10	60.38%	8.94%
Mantenimiento preventivo	168.00	66.36%	5.98%
Reparto de guardia	151.30	71.74%	5.39%
Salida de personal	126.10	76.23%	4.49%
Esperando frente de trabajo - limpieza	113.08	80.26%	4.03%
Refrigerio	112.78	84.27%	4.02%
Chequeo de máquina	103.44	87.96%	3.68%
Abastecimiento de combustible	77.63	90.72%	2.76%
Otras demoras operativas	63.52	92.98%	2.26%
Mantenimiento programado	45.30	94.59%	1.61%
Otras demoras no operativas	37.53	95.93%	1.34%
Falla de neumático	24.77	96.81%	0.88%

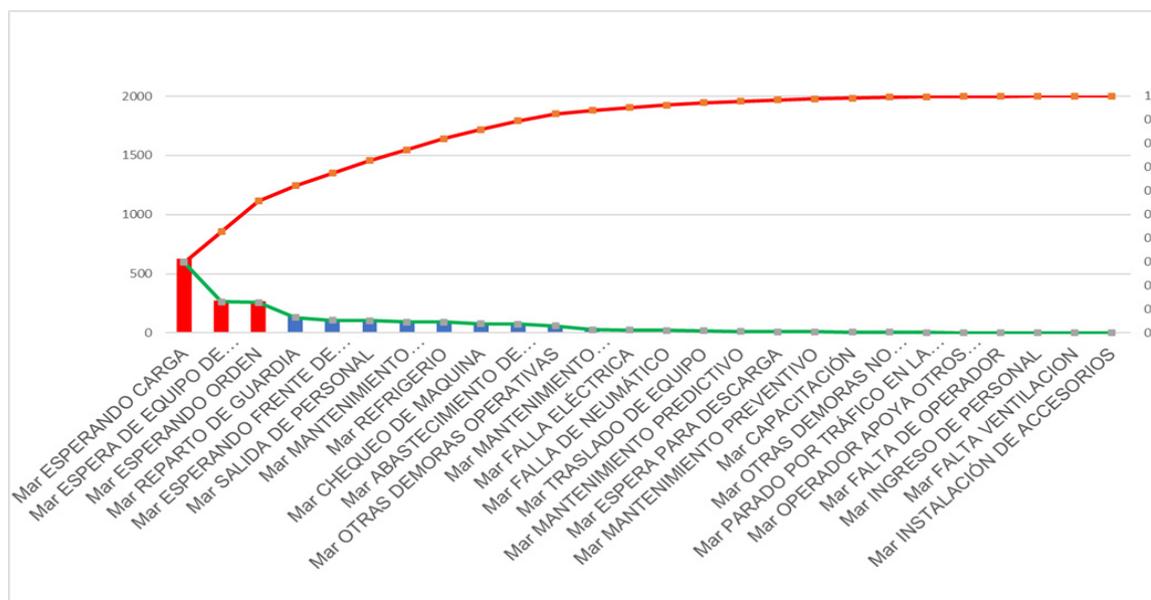
Capacitación	21.75	97.59%	0.77%
Traslado de equipo	17.43	98.21%	0.62%
Espera para descarga	13.33	98.68%	0.47%
Operador apoya otros trabajos	12.35	99.12%	0.44%
Falla eléctrica	7.92	99.40%	0.28%
Parado por tráfico en la vía	7.63	99.67%	0.27%
Ingreso de personal	3.92	99.81%	0.14%
Instalación de accesorios	2.50	99.90%	0.09%
Falta ventilación	1.02	99.94%	0.04%
Lavado de equipo	0.78	99.97%	0.03%
Aviso accidente de equipo	0.58	99.99%	0.02%
Falta de insumos/accesorios	0.33	100.00%	0.01%
<b>Total general</b>	<b>2,808.90</b>		<b>100.00%</b>



**Figura 14. Gráfico de distribución de actividades mes de enero 2019 mediante Pareto de la unidad minera Ticlio**

**Tabla 16. Distribución de actividades (tiempo) mes de febrero 2019 mediante Pareto de la unidad minera Ticlio**

Actividad	Pareto - febrero		
	Frecuencia Hr.	% Acumulado	Incidencia %
Esperando carga	600.45	29.99%	29.99%
Espera de equipo de carguío	313.68	45.66%	15.67%
Esperando orden	186.07	54.96%	9.29%
Reparto de guardia	135.41	61.72%	6.76%
Mantenimiento correctivo/falla mec.-elect.	121.43	67.79%	6.07%
Salida de personal	119.83	73.77%	5.99%
Refrigerio	108.67	79.20%	5.43%
Chequeo de máquina	80.96	83.24%	4.04%
Otras demoras operativas	80.17	87.25%	4.00%
Esperando frente de trabajo - limpieza	66.92	90.59%	3.34%
Abastecimiento de combustible	54.45	93.31%	2.72%
Falla de neumático	32.83	94.95%	1.64%
Capacitación	21.17	96.01%	1.06%
Espera para descarga	13.25	96.67%	0.66%
Otras demoras no operativas	12.27	97.28%	0.61%
Traslado de equipo	12.22	97.89%	0.61%
Mantenimiento programado	9.83	98.38%	0.49%
Mantenimiento predictivo	7.17	98.74%	0.36%
Falla eléctrica	6.87	99.09%	0.34%
Parado por tráfico en la vía	5.23	99.35%	0.26%
Ingreso de personal	4.75	99.58%	0.24%
Operador apoya otros trabajos	4.35	99.80%	0.22%
Mantenimiento preventivo	1.80	99.89%	0.09%
Esperando frente de trabajo - sostenimiento	1.73	99.98%	0.09%
Falta de operador	0.43	100.00%	0.02%
<b>Total general</b>	<b>2,001.94</b>		<b>100.00%</b>

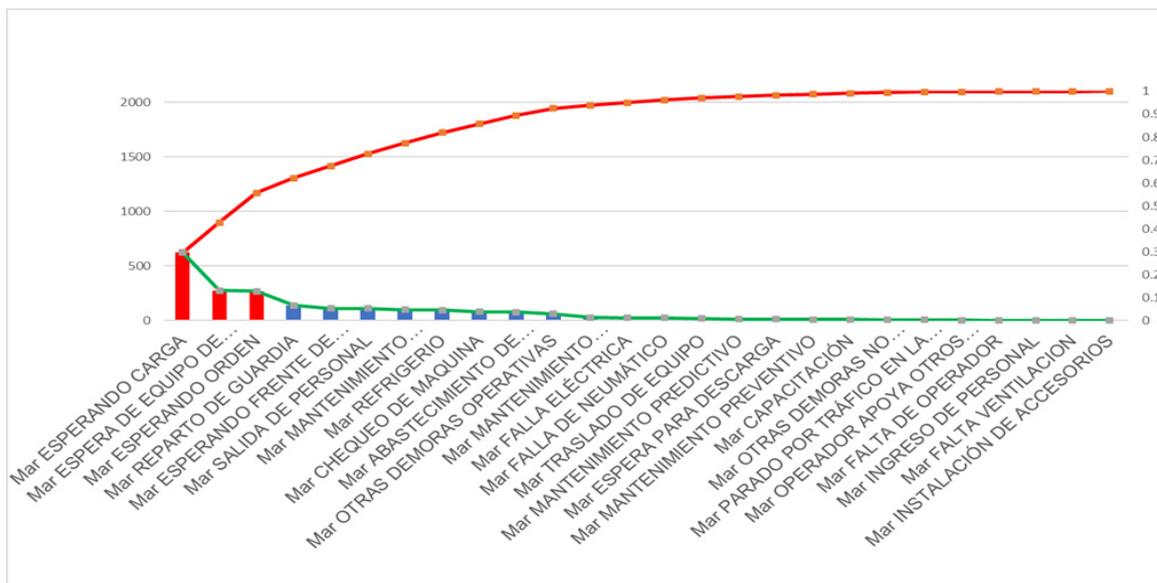


**Figura 15. Gráfico de distribución de actividades mes de febrero 2019 mediante Pareto de la unidad minera Ticlio**

**Tabla 17. Distribución de actividades (tiempo) mes de marzo 2019 mediante Pareto de la unidad minera Ticlio**

Actividad	Pareto - marzo		
	Frecuencia Hr.	% Acumulado	Incidencia %
Esperando carga	624.58	29.71%	29.71%
Espera de equipo de carguio	275.19	42.79%	13.09%
Esperando orden	269.49	55.61%	12.82%
Reparto de guardia	138.03	62.18%	6.57%
Esperando frente de trabajo - limpieza	111.42	67.48%	5.30%
Salida de personal	110.18	72.72%	5.24%
Mantenimiento correctivo/falla mec.-elect.	97.75	77.36%	4.65%
Refrigerio	96.88	81.97%	4.61%
Chequeo de máquina	81.41	85.84%	3.87%
Abastecimiento de combustible	77.13	89.51%	3.67%
Otras demoras operativas	63.17	92.52%	3.00%
Mantenimiento programado	28.50	93.87%	1.36%
Falla eléctrica	25.92	95.11%	1.23%
Falla de neumático	23.30	96.21%	1.11%
Traslado de equipo	19.92	97.16%	0.95%
Mantenimiento predictivo	12.17	97.74%	0.58%

Espera para descarga	11.90	98.31%	0.57%
Mantenimiento preventivo	9.02	98.73%	0.43%
Capacitación	8.72	99.15%	0.41%
Otras demoras no operativas	6.40	99.45%	0.30%
Parado por tráfico en la vía	5.58	99.72%	0.27%
Operador apoya otros trabajos	1.85	99.81%	0.09%
Falta de operador	1.33	99.87%	0.06%
Ingreso de personal	1.00	99.92%	0.05%
Falta ventilacion	0.98	99.96%	0.05%
Instalación de accesorios	0.75	100.00%	0.04%
<b>Total general</b>	<b>2,102.56</b>		<b>100.00%</b>



**Figura 16. Gráfico de distribución de actividades mes de marzo 2019 mediante Pareto de la unidad minera Ticlio**

#### d) Disponibilidad mecánica y utilización de las unidades de transporte

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

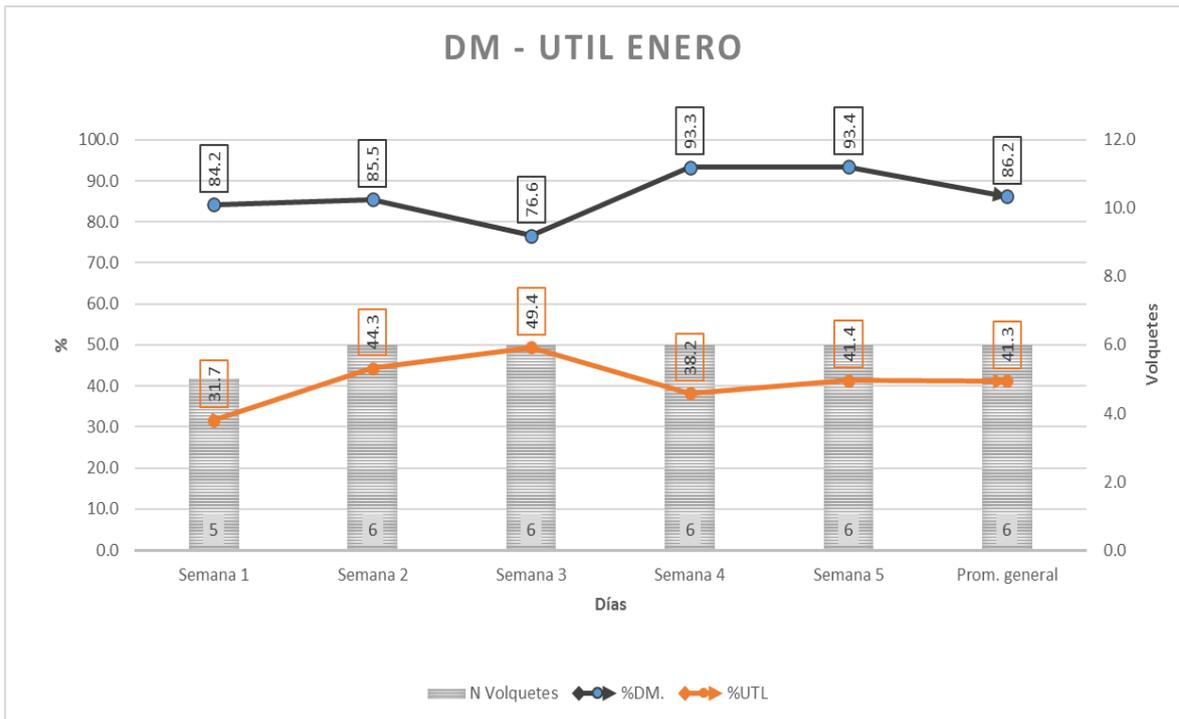
Una disponibilidad mecánica óptima, estará en función a la vida óptima del equipo y a los mantenimientos preventivos a realizar en cada unidad. Hay que considerar que la vida óptima de los equipos, están considerados en los manuales técnicos de cada modelo de transporte o acarreo, hay que considerar que esta vida operacional, está analizado bajo condiciones nominales y la mayoría de las minas están sobre 3,000 m s. n. m.

La disponibilidad de los equipos de transporte y acarreo miden el tiempo en que el equipo está en condiciones mecánicas y eléctricas para operar.

La variable utilización está asociado al tiempo en que el equipo se encuentra operando, por lo que hay que considerar las pérdidas operacionales y la disponibilidad de los equipos.

**Tabla 18. Relación de la disponibilidad y utilización del mes de enero 2019 de la unidad minera Ticlio**

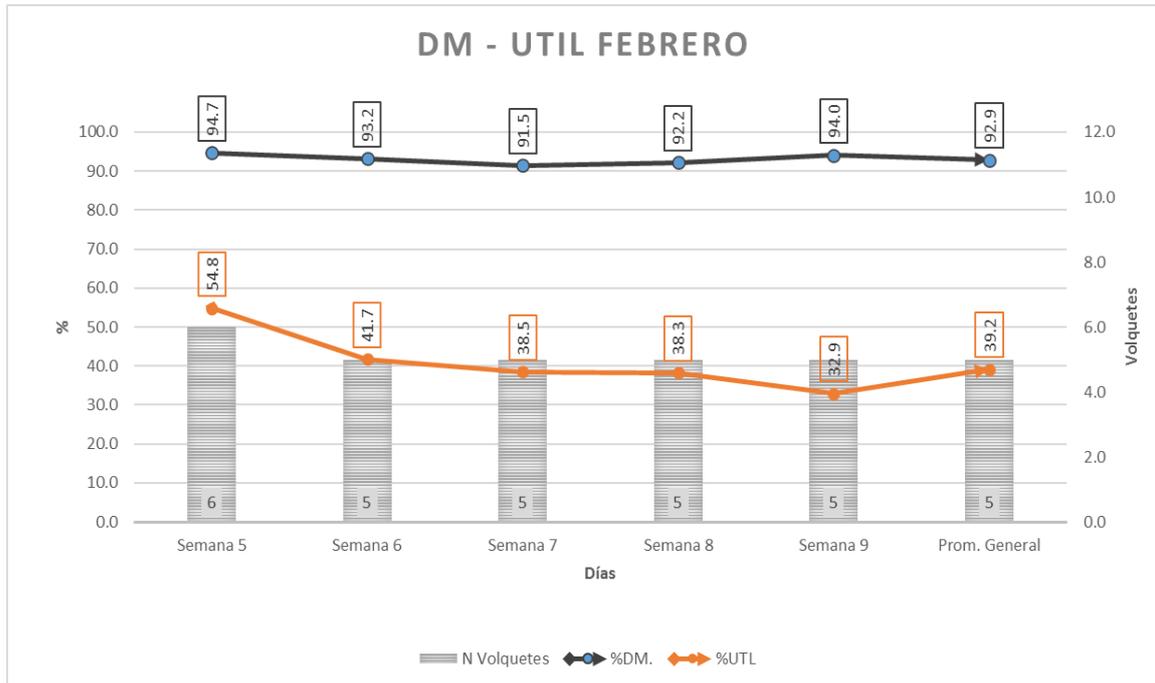
ENERO						
	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Prom. general
<b>%DM.</b>	84.2	85.5	76.6	93.3	93.4	86.2
<b>%UTL</b>	31.7	44.3	49.4	38.2	41.4	41.3
<b>N Volquetes</b>	5.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0



**Figura 17. Gráfico de relación de la disponibilidad y utilización de transporte de material, mes de enero 2019, UEA Ticlio**

**Tabla 19. Relación de la disponibilidad y utilización del mes de febrero 2019 de la unidad minera Ticlio**

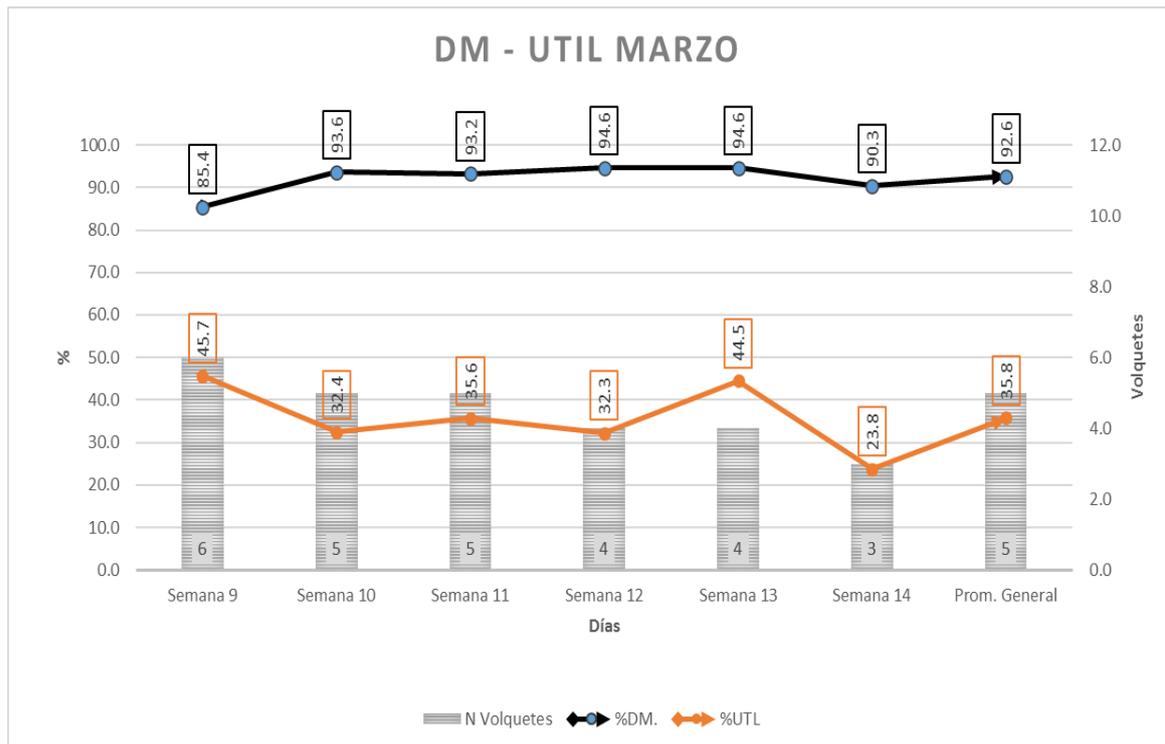
<b>FEBRERO</b>						
	Semana 5	Semana 6	Semana 7	Semana 8	Semana 9	Prom. General
<b>%DM.</b>	94.7	93.2	91.5	92.2	94.0	92.9
<b>%UTL</b>	54.8	41.7	38.5	38.3	32.9	39.2
<b>N Volquetes</b>	6.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0



**Figura 18. Gráfico de relación de la disponibilidad y utilización de transporte de material, mes de febrero 2019, UEA Ticlio**

**Tabla 20. Relación de la disponibilidad y utilización del mes de marzo 2019 de la unidad minera Ticlio**

MARZO							
	Semana 9	Semana 10	Semana 11	Semana 12	Semana 13	Semana 14	Prom. General
<b>%DM.</b>	85.4	93.6	93.2	94.6	94.6	90.3	92.6
<b>%UTL</b>	45.7	32.4	35.6	32.3	44.5	23.8	35.8
<b>N Volquetes</b>	6.0	5.0	5.0	4.0	4.0	3.0	5.0



**Figura 19. Gráfico de relación de la disponibilidad y utilización de transporte de material, mes de marzo 2019, UEA Ticlio.**

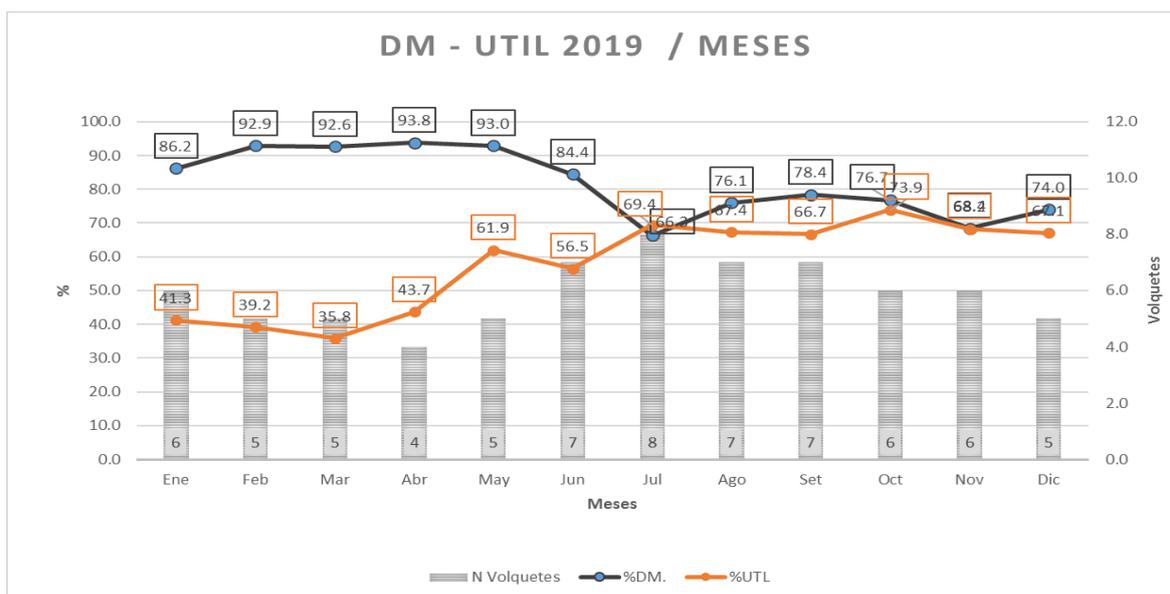
La disponibilidad mecánica durante el primer trimestre del periodo 2019 varía en el rango 86 % y 92 %, lo que indica que los equipos de transporte cumplen un programa de mantenimiento preventivo adecuado, con una incidencia del 5 % a 9 % (diagrama de Pareto) de todas las actividades realizadas en el área unitaria de transporte.

La utilización durante el primer trimestre del periodo 2019 varía en el rango de 35 % y 41 %, se observa que durante este periodo existió poco material transportado de las diferentes cámaras de carguío. Las tres principales actividades que inciden directamente en los tiempos de pérdida operacional son: espera de carga (22 % a 29 %), espera equipo carguío (13 % a 19 %) y espera de orden (9 % a 12 %).

La disponibilidad anual en el transporte de material (mineral, desmonte, arena, lodo), está en el rango de 66 % a 93 % y la variable utilización en el rango de 34 % a 73 % anual.

**Tabla 21. Relación de la disponibilidad y utilización del periodo 2019 de la unidad minera Ticlio**

AÑO 2019													
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Prom. Total.
%DM.	86.2	92.9	92.6	93.8	93.0	84.4	66.3	76.1	78.4	76.7	68.4	74.0	81.0
%UTL	41.3	39.2	35.8	43.7	61.9	56.5	69.4	67.4	66.7	73.9	68.2	67.1	59.4
N Volquetes	6.0	5.0	5.0	4.0	5.0	7.0	8.0	7.0	7.0	6.0	6.0	5.0	6.0



**Figura 20. Gráfico de relación de la disponibilidad y utilización de transporte de material, periodo 2019, UEA Ticlio**

### 2.5.5. Costo unitario de transporte

La estructura de costos unitarios de transporte considera el traslado de mineral y desmonte, los cuales considera parámetros técnicos, costos incurridos y tiempos utilizados.

#### a) Parámetros técnicos:

##### ✓ Velocidad:

La velocidad de transporte de material se considera velocidad con carga de 10 km/h y velocidad sin carga de 15 km/h.

✓ **Peso específico de Material:**

La densidad del material considera, 3.10 t/m<sup>3</sup> de mineral roto y de 2.70 t/m<sup>3</sup> de desmonte roto.

✓ **Capacidad de Carga**

La capacidad de carga se considera de 11.54 m<sup>3</sup>.

b) **Costos Incurridos:**

✓ Los costos incurridos, considera: costos de mano de obra, costos de volquete, costos de combustible. Se considera un consumo de combustible de 3.00 gal/h.

c) **Tiempos Utilizados:**

✓ **Tiempo disponible diario:** considera 10.25 horas

✓ **Demoras diarias:** considera 2.25 horas

- Ingreso y salida 1.25 h
- Chequeo de equipos 0.75 h
- Refrigerio 0.25 h

✓ **Tiempo efectivo diario:** 8.00 h

✓ **Tiempo por pérdida de operación:** 16.0 min

- Tiempo de carguío (*Scoop*) 6.00 min
- Tiempo de descarga 2.00 min
- Demoras 8.00 min

**Tabla 22. Costo unitario de transporte de mineral por tonelada kilómetro transportado periodo 2019 de la unidad minera Ticlio**

Item	RUJA	Distancia m	Capacidad Real de Carga ton	Velocidad de Recorrido		TIEMPO TOTAL DE CICLO				COSTOS TOTALES DE TRANSPORTE				NRO DE VIAJES N	PRODUCCION ton	COSTO UNITARIO US\$ / ton	COSTO UNITARIO US\$ / ton - Km
				Cargado m./ min	Vacio m./ min	Tiempo Perdida de Operación min	Tiempo cargado min	Tiempo vacio min	TIEMPO TOTAL min	Mano de Obra US\$	Volquete US\$	Combustible US\$	TOTAL US\$				
<b>1.00 Transporte de Mineral y Desmonte</b>																	
	0.00 Km <= d <= 0.50 Km	500	22.05	166.67	250.00	16.00	3.00	2.00	21.00	0.00	329.60	0.00	329.60	22.86	504.06	0.65	1.308
	0.51 Km <= d <= 1.00 Km	1,000	22.05	166.67	250.00	16.00	6.00	4.00	26.00	0.00	329.60	0.00	329.60	18.46	407.12	0.81	0.810
	1.01 Km <= d <= 1.50 Km	1,500	22.05	166.67	250.00	16.00	9.00	6.00	31.00	0.00	329.60	0.00	329.60	15.48	341.46	0.97	0.644
	1.51 Km <= d <= 2.00 Km	2,000	22.05	166.67	250.00	16.00	12.00	8.00	36.00	0.00	329.60	0.00	329.60	13.33	294.03	1.12	0.560
	2.01 Km <= d <= 2.50 Km	2,500	22.05	166.67	250.00	16.00	15.00	10.00	41.00	0.00	329.60	0.00	329.60	11.71	258.18	1.28	0.511
	2.51 Km <= d <= 3.00 Km	3,000	22.05	166.67	250.00	16.00	18.00	12.00	46.00	0.00	329.60	0.00	329.60	10.43	230.11	1.43	0.477
	3.01 Km <= d <= 3.50 Km	3,500	22.05	166.67	250.00	16.00	21.00	14.00	51.00	0.00	329.60	0.00	329.60	9.41	207.55	1.59	0.454
	3.51 Km <= d <= 4.00 Km	4,000	22.05	166.67	250.00	16.00	24.00	16.00	56.00	0.00	329.60	0.00	329.60	8.57	189.02	1.74	0.436
	4.01 Km <= d <= 4.50 Km	4,500	22.05	166.67	250.00	16.00	27.00	18.00	61.00	0.00	329.60	0.00	329.60	7.87	173.53	1.90	0.422
	4.51 Km <= d <= 5.00 Km	5,000	22.05	166.67	250.00	16.00	30.00	20.00	66.00	0.00	329.60	0.00	329.60	7.27	160.38	2.06	0.411
	5.01 Km <= d <= 5.50 Km	5,500	22.05	166.67	250.00	16.00	33.00	22.00	71.00	0.00	329.60	0.00	329.60	6.76	149.09	2.21	0.402
	5.51 Km <= d <= 6.00 Km	6,000	22.05	166.67	250.00	16.00	36.00	24.00	76.00	0.00	329.60	0.00	329.60	6.32	139.28	2.37	0.394
	6.01 Km <= d <= 6.50 Km	6,500	22.05	166.67	250.00	16.00	39.00	26.00	81.00	0.00	329.60	0.00	329.60	5.93	130.68	2.52	0.388
	6.51 Km <= d <= 7.00 Km	7,000	22.05	166.67	250.00	16.00	42.00	28.00	86.00	0.00	329.60	0.00	329.60	5.58	123.08	2.68	0.383
	7.01 Km <= d <= 8.00 Km	8,000	22.05	166.67	250.00	16.00	48.00	32.00	96.00	0.00	329.60	0.00	329.60	5.00	110.26	2.99	0.374
	8.01 Km <= d <= 9.00 Km	9,000	22.05	166.67	250.00	16.00	54.00	36.00	106.00	0.00	329.60	0.00	329.60	4.53	99.86	3.30	0.367
	9.01 Km <= d <= 10.00 Km	10,000	22.05	166.67	250.00	16.00	60.00	40.00	116.00	0.00	329.60	0.00	329.60	4.14	91.25	3.61	0.361
	10.01 Km <= d <= 11.00 Km	11,000	22.05	166.67	250.00	16.00	66.00	44.00	126.00	0.00	329.60	0.00	329.60	3.81	84.01	3.92	0.357
	11.01 Km <= d <= 12.00 Km	12,000	22.05	166.67	250.00	16.00	72.00	48.00	136.00	0.00	329.60	0.00	329.60	3.53	77.83	4.23	0.353

**Tabla 23. Costo unitario de transporte de desmorte por tonelada kilómetro transportado periodo 2019 de la Unidad Minera Ticlio**

Item	RUTA	Distancia m	Capacidad Real de Carga ton	Velocidad de Recorrido		TIEMPO TOTAL DE CICLO				COSTOS TOTALES DE TRANSPORTE				NRO DE VIAJES N	PRODUCCION ton	COSTO UNITARIO US\$ / ton	COSTO UNITARIO US\$ / ton - Km
				Cargado m./ min	Vacio m./ min	Tiempo Perdida de Operación min	Tiempo cargado min	Tiempo vacio min	TIEMPO TOTAL min	Mano de Obra US\$	Volquete US\$	Combustible US\$	TOTAL US\$				
<b>1.00 Transporte de Mineral y Desmorte</b>																	
	0.00 Km <= d <= 0.50 Km	500	22.43	250.00	333.33	16.00	2.00	1.50	19.50	0.00	393.60	0.00	393.60	24.62	552.22	0.71	1.426
	0.51 Km <= d <= 1.00 Km	1,000	22.43	250.00	333.33	16.00	4.00	3.00	23.00	0.00	393.60	0.00	393.60	20.87	468.18	0.84	0.841
	1.01 Km <= d <= 1.50 Km	1,500	22.43	250.00	333.33	16.00	6.00	4.50	26.50	0.00	393.60	0.00	393.60	18.11	406.35	0.97	0.646
	1.51 Km <= d <= 2.00 Km	2,000	22.43	250.00	333.33	16.00	8.00	6.00	30.00	0.00	393.60	0.00	393.60	16.00	358.94	1.10	0.548
	2.01 Km <= d <= 2.50 Km	2,500	22.43	250.00	333.33	16.00	10.00	7.50	33.50	0.00	393.60	0.00	393.60	14.33	321.44	1.22	0.490
	2.51 Km <= d <= 3.00 Km	3,000	22.43	250.00	333.33	16.00	12.00	9.00	37.00	0.00	393.60	0.00	393.60	12.97	291.03	1.35	0.451
	3.01 Km <= d <= 3.50 Km	3,500	22.43	250.00	333.33	16.00	14.00	10.50	40.50	0.00	393.60	0.00	393.60	11.85	265.88	1.48	0.423
	3.51 Km <= d <= 4.00 Km	4,000	22.43	250.00	333.33	16.00	16.00	12.00	44.00	0.00	393.60	0.00	393.60	10.91	244.73	1.61	0.402
	4.01 Km <= d <= 4.50 Km	4,500	22.43	250.00	333.33	16.00	18.00	13.50	47.50	0.00	393.60	0.00	393.60	10.11	226.70	1.74	0.386
	4.51 Km <= d <= 5.00 Km	5,000	22.43	250.00	333.33	16.00	20.00	15.00	51.00	0.00	393.60	0.00	393.60	9.41	211.14	1.86	0.373
	5.01 Km <= d <= 5.50 Km	5,500	22.43	250.00	333.33	16.00	22.00	16.50	54.50	0.00	393.60	0.00	393.60	8.81	197.58	1.99	0.362
	5.51 Km <= d <= 6.00 Km	6,000	22.43	250.00	333.33	16.00	24.00	18.00	58.00	0.00	393.60	0.00	393.60	8.28	185.66	2.12	0.353
	6.01 Km <= d <= 6.50 Km	6,500	22.43	250.00	333.33	16.00	26.00	19.50	61.50	0.00	393.60	0.00	393.60	7.80	175.09	2.25	0.346
	6.51 Km <= d <= 7.00 Km	7,000	22.43	250.00	333.33	16.00	28.00	21.00	65.00	0.00	393.60	0.00	393.60	7.38	165.66	2.38	0.339
	7.01 Km <= d <= 8.00 Km	8,000	22.43	250.00	333.33	16.00	32.00	24.00	72.00	0.00	393.60	0.00	393.60	6.67	149.56	2.63	0.329
	8.01 Km <= d <= 9.00 Km	9,000	22.43	250.00	333.33	16.00	36.00	27.00	79.00	0.00	393.60	0.00	393.60	6.08	136.31	2.89	0.321
	9.01 Km <= d <= 10.00 Km	10,000	22.43	250.00	333.33	16.00	40.00	30.00	86.00	0.00	393.60	0.00	393.60	5.58	125.21	3.14	0.314
	10.01 Km <= d <= 11.00 Km	11,000	22.43	250.00	333.33	16.00	44.00	33.00	93.00	0.00	393.60	0.00	393.60	5.16	115.79	3.40	0.309
	11.01 Km <= d <= 12.00 Km	12,000	22.43	250.00	333.33	16.00	48.00	36.00	100.00	0.00	393.60	0.00	393.60	4.80	107.68	3.66	0.305

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **3.1. Método y alcances de la investigación**

##### **3.1.1. Método de la investigación**

Se desarrollará una investigación aplicada a un nivel explicativo, logrando la mejora de la productividad en la gestión en las operaciones de transporte y acarreo de la operación minera en la veta Ramal Techo – Nivel 12, unidad minera Ticlio. 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 es 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 técnicos económicos, servirán para llegar a determinar de qué manera mejorar la productividad en la gestión en las operaciones de transporte y acarreo en la veta Ramal Techo – Nivel 12, unidad minera Ticlio.

## **B. Métodos específicos**

A continuación, se detalla el procedimiento de recolección y procesamiento de datos, donde determinamos el control de los KPI, haciendo uso del método general. Se realizará el análisis de los datos que se obtendrán en la observación directa de las variables.

**Recopilación de informes anteriores.** Con la finalidad de poder entender el desarrollo de las actividades en la unidad minera, se recopilará toda la data de las áreas de geología, mina, planta, planeamiento y geomecánica. Se interpretará los resultados de los informes de los meses anteriores.

**Trabajo de campo.** Se realizará el trabajo de campo con las observaciones pertinentes de mapeo, monitoreo de convergencia/divergencia, análisis de tiempo y costeo de las variables de gestión en operaciones de acarreo y transporte de la veta Ramal Techo – Nivel 12, unidad minera Ticlio.

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

**Resultados.** Se realizará la evaluación de los resultados en términos de rentabilidad de la mejora de la productividad en equipos de acarreo y transporte en la veta Ramal Techo – Nivel 12, unidad minera Ticlio.

### **3.1.2. Alcances de la investigación**

#### **A. Tipo de Investigación**

De acuerdo a 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, porque de su uso depende los resultados y conclusiones que se van a obtener. Se fundamenta en las ciencias básicas, como geología, operación 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 desarrollará es de tipo explicativo, porque se busca conocer un método que ayude a mejorar la productividad bajo criterios técnicos económicos. Los estudios explicativos buscan nuevas respuestas que ayuden a mejorar ciertas deficiencias. Esto se sustentará porque la hipótesis será 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 reside en llevar a cabo el control técnico económico de las variables operacionales que influyen en la gestión en operaciones de transporte y acarreo de la veta Ramal Techo – Nivel 12, unidad minera Ticlio. Se elaborará progresivamente en un periodo de tres meses y luego se analizarán 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 realizará durante el periodo de tres meses, se hará un control y registro de las variables, durante el estudio se visualizarán cambios a través del tiempo. En la investigación no se manipularán o tratarán de alterar a las variables. Solo nos enfocamos en investigar y observar las variables de gestión en operaciones de transporte y acarreo en la operación minera, luego analizamos la mejora de la productividad en la veta Ramal Techo – Nivel 12, unidad minera Ticlio.

**GNO:** 01 (T1, T2, T3, T4)

02 (T1, T2, T3, T4)

**GNO:** 01 y 02

### **3.3. Población y muestra**

#### **3.3.1. Población**

La población pertenece a la unidad minera Ticlio de la compañía minera Volcan S. A. A. en las diferentes labores de exploración, desarrollo, preparación y producción.

#### **3.3.2. Muestra**

Se realizó un muestreo no probabilístico, intencionado y por conveniencia.

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

#### **4.1. Resultados del tratamiento y análisis de la información**

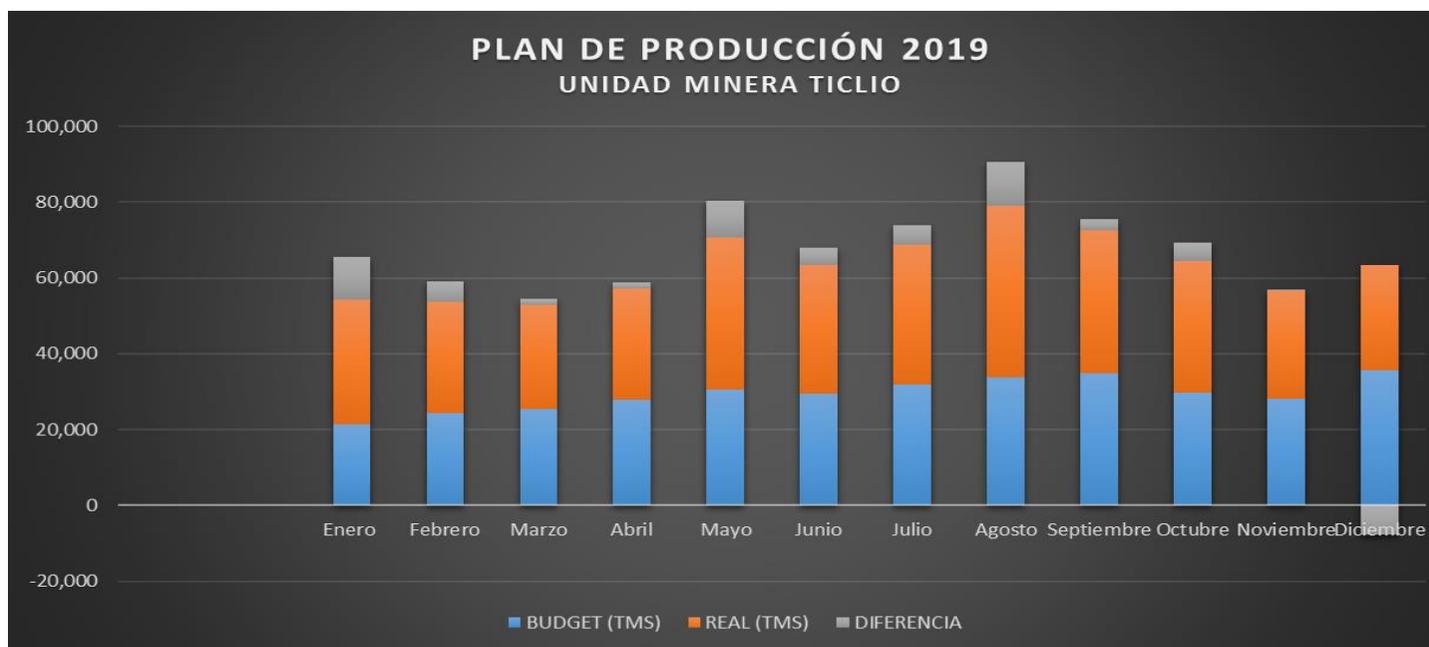
A continuación, se presentan los resultados de investigación, mostrando los análisis técnicos y económicos en el incremento de la productividad en las operaciones de transporte y acarreo en la veta Ramal Techo – Nivel 12, unidad minera Ticlio.

##### **4.1.1. Análisis del plan de producción**

La unidad minera Ticlio continúa desarrollando labores subterráneas en las zonas este y oeste (que comprende las estructuras de veta Ramal Techo, Principal y veta Techo). Actualmente, la extracción promedio de mineral de la mina es de 1,000 t/d proveniente de tajeos y avances en mineral. El minado es mediante los métodos de explotación de corte y relleno ascendente (*Breasting*) y mediante *Bench an Fill* (*Avoca*) con taladros largos. La ley de cabeza promedio para el año 2019 es de 1.36 Oz Ag, 0.14 % Cu, 1.17 % Pb y 5.49 % Zn.

Tabla 24. Plan de producción programado y ejecutado periodo 2019 unidad minera Ticlio

Mina Ticlio - Producción Real 2019													
Meses	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	TOTAL TMS
BUDGET (TMS)	21,386	24,211	25,526	27,684	30,517	29,321	31,823	33,802	34,729	29,724	28,212	35,621	352,554
REAL (TMS)	32,772	29,594	27,250	29,374	40,148	33,932	36,961	45,258	37,792	34,618	28,292	27,773	403,763
DIFERENCIA	11,386	5,383	1,724	1,689	9,630	4,612	5,138	11,456	3,063	4,894	80	-7,848	51,209



a) Análisis e interpretación de Resultados:

- ✓ El plan de producción programada para el periodo 2019 fue de 352,554 t, con leyes de Zn@5.49 %, Pb@1.17 %, Cu@0.14 %, Ag@1.36 Oz y un valor por tonelada de 122.20 \$/t.
- ✓ La producción real fue de 403,763 toneladas, generando una diferencia de mayor tonelaje en 51,209 t.
- ✓ Considerando el valor de mineral por tonelada de 122.20 \$/t, generará ingresos adicionales de \$ 6'257,739.8.
- ✓ Este incremento de tonelaje, durante el periodo 2019, permitió mejorar el rendimiento de las unidades de transporte y carguío de mineral y desmonte.

#### **4.1.2. Análisis de las pérdidas operacionales mediante Pareto**

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

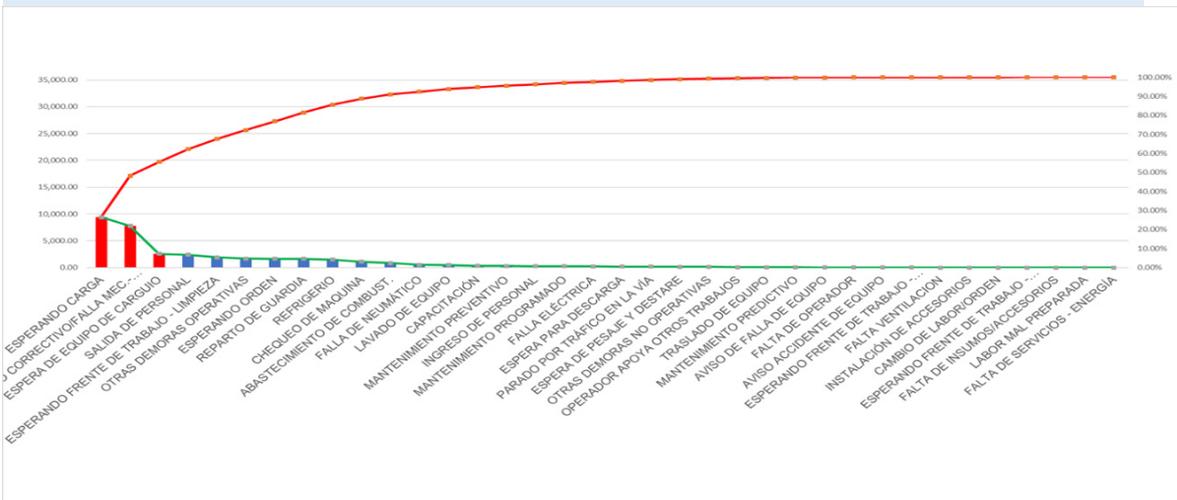
El tiempo de pérdidas operacionales en el sistema de gestión de transporte y acarreo de diversos materiales (mineral, desmonte, lodos, etc.), permite realizar un análisis real de las diferentes actividades que involucra la productividad de cada unidad de transporte.

Se realizó un análisis mediante Pareto por cada mes promedio durante el periodo 2019, se realizó un primer análisis de los tres primeros meses del periodo 2019, siendo las actividades: esperando carga, espera de equipos de carguío y mantenimiento correctivo, generan las mayores pérdidas de tiempos operacionales. A partir de este primer análisis, se realizó diversos comparativos de las principales causas que generaban pérdidas de tiempo operacionales durante el periodo 2019.

**Tabla 25. Pérdidas operacionales anuales mediante Pareto, periodo 2019, unidad minera Ticlio**

Actividad	Pareto - anual		
	Frecuencia Hr.	% Acumulado	Incidencia %
Esperando carga	9,399.58	26.47%	26.47%
Mantenimiento correctivo/falla mec.-elect.	7,760.03	48.33%	21.85%
Espera de equipo de carguío	2,538.26	55.48%	7.15%
Salida de personal	2,387.04	62.20%	6.72%
Esperando frente de trabajo - limpieza	1,903.95	67.56%	5.36%
Otras demoras operativas	1,653.72	72.22%	4.66%
Esperando orden	1,640.78	76.84%	4.62%
Reparto de guardia	1,639.08	81.45%	4.62%
Refrigerio	1,479.13	85.62%	4.17%
Chequeo de máquina	1,087.98	88.68%	3.06%
Abastecimiento de combustible	819.09	90.99%	2.31%
Falla de neumático	502.65	92.41%	1.42%
Lavado de equipo	489.58	93.79%	1.38%
Capacitación	331.85	94.72%	0.93%
Mantenimiento preventivo	288.83	95.53%	0.81%
Ingreso de personal	270.60	96.30%	0.76%
Mantenimiento programado	255.20	97.01%	0.72%
Falla eléctrica	198.93	97.57%	0.56%
Espera para descarga	188.67	98.11%	0.53%
Parado por tráfico en la vía	158.58	98.55%	0.45%
Espera de pesaje y destare	132.03	98.92%	0.37%
Otras demoras no operativas	127.15	99.28%	0.36%
Operador apoya otros trabajos	67.65	99.47%	0.19%
Traslado de equipo	67.43	99.66%	0.19%
Mantenimiento predictivo	49.03	99.80%	0.14%
Aviso de falla de equipo	25.45	99.87%	0.07%
Falta de operador	15.52	99.92%	0.04%
Aviso accidente de equipo	11.63	99.95%	0.03%
Esperando frente de trabajo - ventilación	5.67	99.97%	0.02%

Falta ventilación	3.33	99.97%	0.01%
Instalación de accesorios	3.25	99.98%	0.01%
Cambio de labor/orden	2.73	99.99%	0.01%
Esperando frente de trabajo - sostenimiento	1.73	100.00%	0.00%
Falta de insumos/accesorios	0.67	100.00%	0.00%
Labor mal preparada	0.33	100.00%	0.00%
Falta de servicios - energía	0.33	100.00%	0.00%
<b>Total general</b>	<b>35,507.51</b>	<b>100.00%</b>	<b>100.00%</b>



#### a) Análisis e interpretación de resultados:

- ✓ Las pérdidas operacionales durante el periodo 2019, generaron un total de 35,507.51 horas, considerando todas las actividades que inciden en la gestión de transporte operacional.
- ✓ La incidencia de actividades que generan el no cumplimiento del plan de minado, son en orden de prioridad las actividades esperando carga, mantenimiento correctivo y espera de equipo de carguío.
- ✓ Las actividades: esperando carga, mantenimiento correctivo y espera del equipo de carguío representan un porcentaje de incidencia de 26.47 %, 21.85 % y 7.15 %, lo que representa el 55.47 % de todas las actividades de pérdidas operacionales.

- ✓ Las actividades de carácter operacional que incide el dimensionamiento de flota son espera de carga y espera del equipo de carguío. Estas actividades representan el 33.5 % de incidencia. Es importante realizar las causas de pérdida de tiempo operacional en estas actividades mediante la teoría en colas.
- ✓ Asimismo, es importante realizar un análisis detallado de la actividad mantenimiento correctivo ya que representa el 21.85 %, siendo esta actividad de mayor incidencia en las variables de disponibilidad y utilización en el rendimiento del equipo de transporte y acarreo de material. Es importante realizar un estudio detallado de los perfiles de vida útil de los equipos de transporte y acarreo, ya que durante el periodo del primer trimestre la incidencia estuvo en el rango de 4 % a 9 %.
- ✓ Las actividades que representan menor incidencia en las actividades son: salida de personal, esperando frente trabajo (limpieza), otras demoras operativas, esperando orden, reparto de guardia, refrigerio, chequeo de máquina, abastecimiento de combustible, falla neumático y lavado de equipo, los cuales representan entre 1 % y 7 % de incidencia.

#### **4.1.3. Análisis de la disponibilidad mecánica y utilización**

Las variables que inciden en las pérdidas de tiempo operacional es la disponibilidad mecánica. Esta variable si bien es cierto que es de carácter mecánico, influye en la productividad de las operaciones mineras.

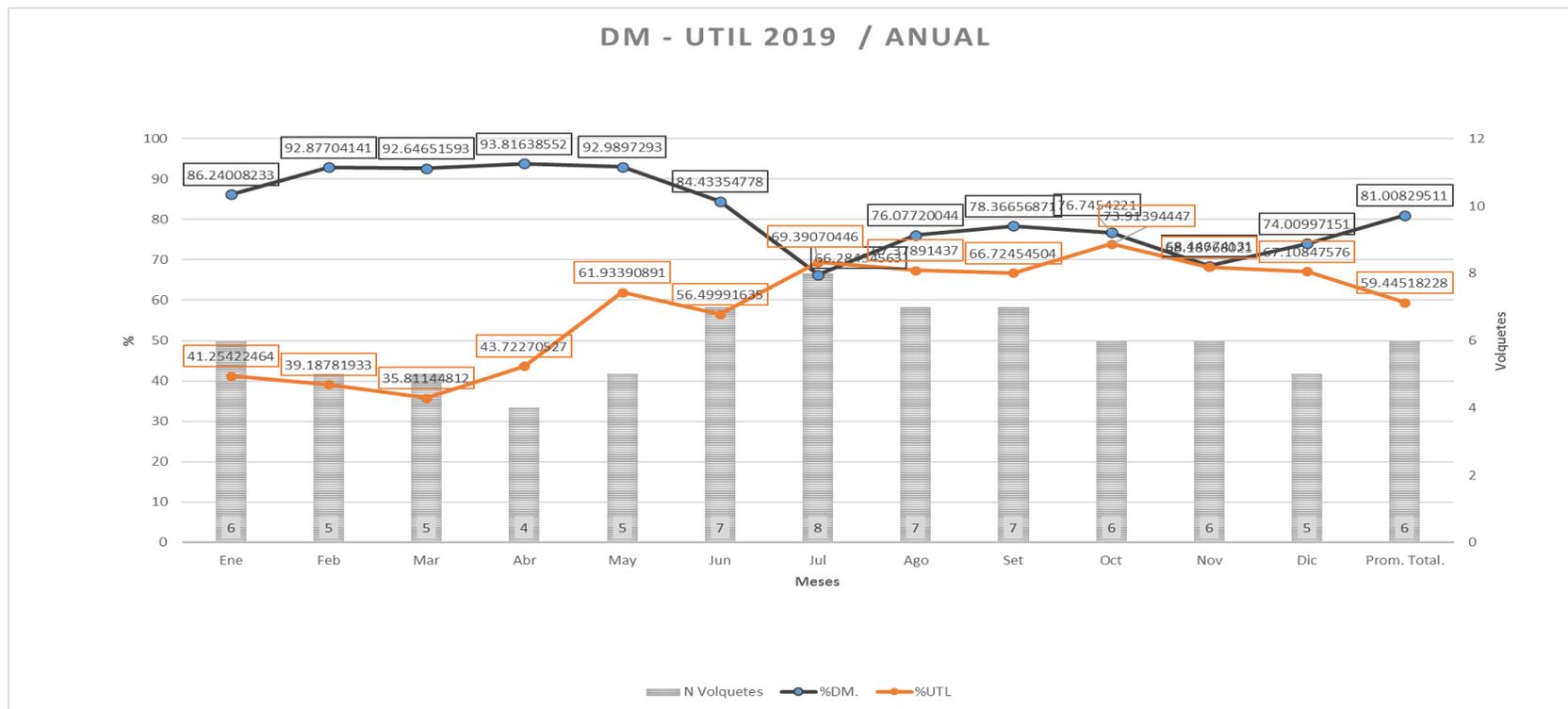
Una disponibilidad mecánica óptima estará en función a la vida óptima del equipo y el mantenimiento preventivo a realizar en cada unidad. Hay que considerar que la vida óptima de los equipos, están considerados en los manuales técnicos de cada modelo de transporte, hay que considerar que esta vida operacional, está analizado bajo condiciones nominales a nivel del mar y la mayoría de las minas están sobre 3,000 m s. n. m.

La disponibilidad de los equipos de transporte, miden el tiempo en que el equipo está en condiciones mecánicas y eléctricas para operar.

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.

**Tabla 26. Relación de la disponibilidad, utilización y número de volquetes mensual, periodo 2019, unidad minera Ticlio**

AÑO 2019													
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Prom. Total.
<b>%DM.</b>	86.2	92.9	92.6	93.8	93.0	84.4	66.3	76.1	78.4	76.7	68.4	74.0	81.0
<b>%UTL</b>	41.3	39.2	35.8	43.7	61.9	56.5	69.4	67.4	66.7	73.9	68.2	67.1	59.4
<b>N Volquetes</b>	6.0	5.0	5.0	4.0	5.0	7.0	8.0	7.0	7.0	6.0	6.0	5.0	6.0



**Tabla 27. Relación de material (mineral, desmorte, arena y lodo) transportado mensual, periodo 2019, unidad minera Ticlio**

<b>TONELADAS TRANSPORTADAS POR ZONA (Tn) - 2019</b>												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
ESTE	24,488.1	23,919.9	17,204.5	20,330.5	22,697.9	15,257.2	18,860.3	21,050.2	21,186.9	18,016.3	16,901.2	23,015.0
OESTE	8,284.1	5,673.9	10,045.3	9,043.1	17,449.8	18,674.9	18,100.5	24,208.0	16,605.1	16,601.6	11,390.5	4,758.0
SUPERF	556.0	713.4	1,000.0	1,852.0	6,006.1	11,862.0	11,853.6	6,932.9	3,598.5	7,334.7	8,524.4	7,176.0
<b>Total general</b>	<b>33,328.2</b>	<b>30,307.3</b>	<b>28,249.8</b>	<b>31,225.6</b>	<b>46,153.8</b>	<b>45,794.0</b>	<b>48,814.4</b>	<b>52,191.2</b>	<b>41,390.5</b>	<b>41,952.6</b>	<b>36,816.0</b>	<b>34,949.0</b>

<b>TONELADAS TRANSPORTADAS POR MATERIAL (Tn) - 2019</b>												
MATERIAL	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
Arena	0.0	198.0	95.0	23.0	24.0	240.0	48.0	26.0	69.2	87.7	47.0	0.0
Desm Int Mina	0.0	0.0	230.0	253.0	1,020.0	826.0	3,146.0	4,952.0	4,014.0	2,116.0	4,311.0	4,692.0
Desmorte	7,628.0	5,228.0	3,340.0	6,196.9	16,022.8	22,964.0	21,058.0	17,772.0	7,169.4	18,870.1	12,312.0	10,971.0
Lodo	168.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	46.0	1,012.0	1,472.0
Mineral	25,341.2	24,629.3	23,448.8	23,464.7	28,388.6	21,162.0	23,928.4	28,929.2	28,368.3	20,050.6	18,596.0	16,894.0
Ripio	191.0	252.0	1,136.0	1,288.0	698.4	602.0	634.0	512.0	1,769.6	782.2	538.0	920.0
<b>Total general</b>	<b>33,328.2</b>	<b>30,307.3</b>	<b>28,249.8</b>	<b>31,225.6</b>	<b>46,153.8</b>	<b>45,794.0</b>	<b>48,814.4</b>	<b>52,191.2</b>	<b>41,390.5</b>	<b>41,952.6</b>	<b>36,816.0</b>	<b>34,949.0</b>

<b>NUMERO DE VIAJES TRANSPORTADOS POR ZONA - 2019</b>												
RUTA SAP	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
ESTE	916	894	648	781	825	570	688	767	808	743	688	921
OESTE	343	239	382	375	695	738	713	925	704	740	495	202
SUPERF	22	27	39	78	232	463	465	265	148	314	354	312
<b>Total general</b>	<b>1,281</b>	<b>1,160</b>	<b>1,069</b>	<b>1,234</b>	<b>1,752</b>	<b>1,771</b>	<b>1,866</b>	<b>1,957</b>	<b>1,660</b>	<b>1,797</b>	<b>1,537</b>	<b>1,435</b>

a) Análisis e interpretación de resultados:

- ✓ La disponibilidad mecánica promedio durante el periodo 2019 fue del 81 % y la utilización promedio fue de 59.4 %.
  
- ✓ Durante el periodo julio a diciembre hubo un descenso de la disponibilidad en un rango de 66 % a 76 %. Este descenso de la variable disponibilidad está asociado al problema de falas eléctricas y mecánicas de los equipos de transporte y a un efecto del mantenimiento correctivo (ver Pareto para su consistencia de información).
  
- ✓ Si bien es cierto que este descenso de la variable de disponibilidad tiene un efecto en el plan de minado, su promedio del 81 % pudo satisfacer el cumplimiento de la alimentación de mineral en planta concentradora.
  
- ✓ Es necesario realizar un perfil de la vida operacional de los equipos de acarreo y analizar el rendimiento óptimo de cada uno de ellos, o en todo caso generar un plan de reemplazo de equipos.
  
- ✓ La variable operacional de utilización varía en rangos desde 39 % a 68 %. Esta variación está asociado a un mayor incremento de transporte de mineral durante el periodo mayo a diciembre en un tonelaje promedio de 43,507 toneladas transportadas con un promedio de seis unidades, a diferencia del periodo enero a marzo con un promedio de 30,628 toneladas transportadas con un promedio de cinco unidades.
  
- ✓ Asimismo, las variables utilización y disponibilidad tiene una relación directa entre el tonelaje transportado y el mantenimiento preventivo, para cumplir el plan de producción programada.

#### **4.1.4. Evaluación económica y financiera**

La evaluación de económica de las operaciones de transporte y acarreo en la veta Ramal Techo – Nivel 12, unidad minera Ticlio generó una mejora de la

productividad en el rendimiento de los equipos producto del incremento de la producción de 352,554 toneladas a 403,763 toneladas durante el periodo 2019, mejorando la productividad de los equipos de transporte y por ende una reducción de costos. La evaluación financiera permitirá realizar un análisis del VAN y TIR de la producción tipo *Budget* y la producción Real, y ver la incidencia de la productividad en la reducción de costos unitarios de transporte.

**Tabla 28. Costo de transporte por zona y por material mensual, periodo 2019, unidad minera Ticlio**

<b>COSTO TRANSPORTE POR ZONA ( \$ )</b>												
<b>RUTA SAP</b>	<b>Ene</b>	<b>Feb</b>	<b>Mar</b>	<b>Abr</b>	<b>May</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>	<b>Ago</b>	<b>Set</b>	<b>Oct</b>	<b>Nov</b>	<b>Dic</b>
<b>ESTE</b>	37,277.8	37,148.1	26,674.9	31,579.3	35,550.3	24,471.2	30,042.1	31,235.4	31,653.0	27,255.6	25,508.7	35,376.8
<b>OESTE</b>	12,099.5	8,539.1	14,986.5	12,991.4	25,283.5	27,670.8	26,782.5	32,409.6	22,873.8	23,165.6	17,229.3	7,314.3
<b>SUPERF</b>	882.4	1,301.6	1,147.4	3,048.4	10,387.2	20,314.5	19,904.6	13,261.6	6,145.0	11,431.6	13,950.1	10,290.0
<b>Total general</b>	<b>50,259.6</b>	<b>46,988.9</b>	<b>42,808.8</b>	<b>47,619.1</b>	<b>71,221.1</b>	<b>72,456.5</b>	<b>76,729.2</b>	<b>76,906.6</b>	<b>60,671.8</b>	<b>61,852.7</b>	<b>56,688.1</b>	<b>52,981.1</b>

<b>COSTO DE TRANSPORTE POR MATERIAL ( \$ .)</b>												
<b>MATERIAL</b>	<b>Ene</b>	<b>Feb</b>	<b>Mar</b>	<b>Abr</b>	<b>May</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>	<b>Ago</b>	<b>Set</b>	<b>Oct</b>	<b>Nov</b>	<b>Dic</b>
Arena	0.0	323.5	120.4	35.9	37.4	367.2	74.9	40.6	104.8	108.9	73.3	0.0
Desm Int Mina	0.0	0.0	351.9	381.1	1,591.2	1,200.5	4,633.2	5,001.5	4,054.1	2,808.3	5,516.1	6,189.3
Desmonte	11,201.3	8,051.6	4,919.9	8,872.2	24,080.2	36,717.2	32,862.5	24,986.2	8,985.0	26,276.8	20,025.0	16,837.4
Lodo	211.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	78.7	1,022.1	1,518.9
Mineral	38,650.8	38,306.9	36,121.6	36,861.6	44,735.1	33,441.4	38,271.4	46,242.1	45,479.8	31,459.7	29,358.4	27,030.4
Ripio	195.9	307.0	1,295.0	1,468.3	777.2	730.2	887.2	636.2	2,048.0	1,120.4	693.2	1,405.1
<b>Total general</b>	<b>50,259.6</b>	<b>46,988.9</b>	<b>42,808.8</b>	<b>47,619.1</b>	<b>71,221.1</b>	<b>72,456.5</b>	<b>76,729.2</b>	<b>76,906.6</b>	<b>60,671.8</b>	<b>61,852.7</b>	<b>56,688.1</b>	<b>52,981.1</b>

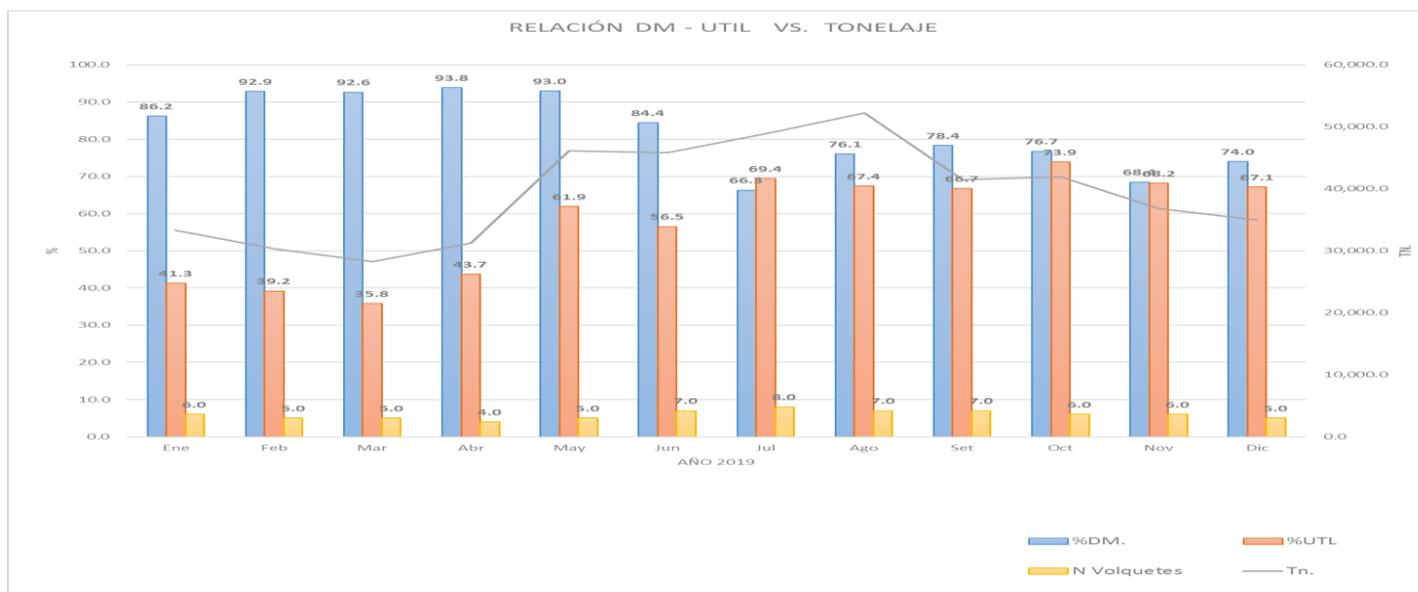
**Tabla 29. Costo unitario de material transportado por zona y material mensual, periodo 2019, unidad minera Ticlio**

<b>COSTO UNITARIO DE TRANSPORTE POR ZONA (\$/Tn)</b>													
RUTA SAP	Valores	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
<b>ESTE</b>	\$.	37,277.8	37,148.1	26,674.9	31,579.3	35,550.3	24,471.2	30,042.1	31,235.4	31,653.0	27,255.6	25,508.7	35,376.8
	\$/Tn	1.5	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
<b>OESTE</b>	\$.	12,099.5	8,539.1	14,986.5	12,991.4	25,283.5	27,670.8	26,782.5	32,409.6	22,873.8	23,165.6	17,229.3	7,314.3
	\$/Tn	1.5	1.5	1.5	1.4	1.4	1.5	1.5	1.3	1.4	1.4	1.5	1.5
<b>SUPERF</b>	\$.	882.4	1,301.6	1,147.4	3,048.4	10,387.2	20,314.5	19,904.6	13,261.6	6,145.0	11,431.6	13,950.1	10,290.0
	\$/Tn	1.6	1.8	1.1	1.6	1.7	1.7	1.7	1.9	1.7	1.6	1.6	1.4
<b>Total \$.</b>		<b>50,259.6</b>	<b>46,988.9</b>	<b>42,808.8</b>	<b>47,619.1</b>	<b>71,221.1</b>	<b>72,456.5</b>	<b>76,729.2</b>	<b>76,906.6</b>	<b>60,671.8</b>	<b>61,852.7</b>	<b>56,688.1</b>	<b>52,981.1</b>
<b>Total \$/Tn</b>		<b>1.5</b>	<b>1.6</b>	<b>1.5</b>	<b>1.5</b>	<b>1.5</b>	<b>1.6</b>	<b>1.6</b>	<b>1.5</b>	<b>1.5</b>	<b>1.5</b>	<b>1.5</b>	<b>1.5</b>

<b>COSTO UNITARIO DE TRANSPORTE POR MATERIAL - ZONA ESTE (\$/Tn)</b>													
MATERIAL	Valores	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
<b>Mineral</b>	\$.	26,938.9	31,279.9	21,881.9	27,334.9	28,940.1	20,059.4	22,405.8	19,151.6	26,760.2	20,827.4	17,941.9	24,790.4
	Tn.	17,368.1	20,141.9	14,018.5	17,225.2	18,369.7	12,417.2	13,764.3	11,976.2	16,840.0	13,142.1	11,244.2	15,494.0
	\$/Tn.	1.55	1.55	1.56	1.59	1.58	1.62	1.63	1.60	1.59	1.58	1.60	1.60
<b>Desmorte</b>	\$.	10,239.7	5,829.8	4,404.4	3,381.6	4,822.9	3,062.8	2,902.4	8,588.4	2,254.1	3,518.3	2,171.4	4,453.7
	Tn.	7,048.0	3,754.0	2,932.0	2,438.3	3,141.7	1,918.0	1,924.0	5,640.0	1,807.9	2,693.0	1,436.0	2,921.0
	\$/Tn.	1.45	1.55	1.50	1.39	1.54	1.60	1.51	1.52	1.25	1.31	1.51	1.52
<b>Desm Int Mina</b>	\$.	0.0	0.0	316.7	381.1	1,591.2	1,200.5	4,474.5	3,415.8	2,187.7	2,562.7	4,989.1	5,845.7
	Tn.	0.0	0.0	207.0	253.0	1,020.0	826.0	3,002.0	3,382.0	2,166.0	1,909.0	3,952.0	4,416.0
	\$/Tn.	0.00	0.00	1.53	1.51	1.56	1.45	1.49	1.01	1.01	1.34	1.26	1.32
<b>Ripio</b>	\$.	24.2	38.4	0.0	445.7	158.7	0.0	259.3	39.0	346.2	274.3	333.0	287.0
	Tn.	24.0	24.0	0.0	391.0	142.4	0.0	170.0	26.0	303.7	208.5	222.0	184.0
	\$/Tn.	1.01	1.60	0.00	1.14	1.11	0.00	1.53	1.50	1.14	1.32	1.50	1.56
<b>Arena</b>	\$.	0.0	0.0	71.9	35.9	37.4	148.6	0.0	40.6	104.8	72.9	73.3	0.0
	Tn.	0.0	0.0	47.0	23.0	24.0	96.0	0.0	26.0	69.2	63.7	47.0	0.0
	\$/Tn.	0.00	0.00	1.53	1.56	1.56	1.55	0.00	1.56	1.51	1.14	1.56	0.00
<b>Lodo</b>	\$.	74.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Tn.	48.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	\$/Tn.	1.56	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>Total \$.</b>		<b>37,277.8</b>	<b>37,148.1</b>	<b>26,674.9</b>	<b>31,579.3</b>	<b>35,550.3</b>	<b>24,471.2</b>	<b>30,042.1</b>	<b>31,235.4</b>	<b>31,653.0</b>	<b>27,255.6</b>	<b>25,508.7</b>	<b>35,376.8</b>
<b>Total Tn.</b>		<b>24,488.1</b>	<b>23,919.9</b>	<b>17,204.5</b>	<b>20,330.5</b>	<b>22,697.9</b>	<b>15,257.2</b>	<b>18,860.3</b>	<b>21,050.2</b>	<b>21,186.9</b>	<b>18,016.3</b>	<b>16,901.2</b>	<b>23,015.0</b>
<b>Total \$/Tn.</b>		<b>1.52</b>	<b>1.55</b>	<b>1.55</b>	<b>1.55</b>	<b>1.57</b>	<b>1.60</b>	<b>1.59</b>	<b>1.48</b>	<b>1.49</b>	<b>1.51</b>	<b>1.51</b>	<b>1.54</b>

Tabla 30. Resumen de variables operacionales y costos unitarios mensual, periodo 2019, unidad minera Ticlio

RESUMEN DE VARIABLES OPERACIONALES Y COSTOS UNITARIOS - 2019												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
%DM.	86.2	92.9	92.6	93.8	93.0	84.4	66.3	76.1	78.4	76.7	68.4	74.0
%UTL	41.3	39.2	35.8	43.7	61.9	56.5	69.4	67.4	66.7	73.9	68.2	67.1
N_VIAJES	1281	1160	1069	1234	1752	1771	1866	1957	1660	1797	1537	1435
N Volquetes	6.0	5.0	5.0	4.0	5.0	7.0	8.0	7.0	7.0	6.0	6.0	5.0
Tn.	33,328.2	30,307.3	28,249.8	31,225.6	46,153.8	45,794.0	48,864.4	52,216.2	41,440.5	41,952.6	36,841.0	34,949.0
\$.	50,259.6	46,988.9	42,808.8	47,619.1	71,221.1	72,456.5	76,814.7	76,949.4	60,757.3	61,852.7	56,730.9	52,981.1
<b>\$/Tn.</b>	<b>1.51</b>	<b>1.55</b>	<b>1.52</b>	<b>1.53</b>	<b>1.54</b>	<b>1.58</b>	<b>1.57</b>	<b>1.47</b>	<b>1.47</b>	<b>1.47</b>	<b>1.54</b>	<b>1.52</b>



**Tabla 31. Evaluación financiera del VAN y TIR de la producción tipo Budget y Real asociado al costo unitario de transporte, periodo 2019, unidad minera Ticlio**

**EVALUACIÓN ECONÓMICA FINANCIERA**

U.M. TICLIO

Meses		CAPEX	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
PRODUCCIÓN BUDGET (TMS)			21,386	24,211	25,526	27,684	30,517	29,321	31,823	33,802	34,729	29,724	28,212	35,621
INGRESO (US\$)			2,613,343	2,958,537	3,119,241	3,383,020	3,729,238	3,582,967	3,888,717	4,130,617	4,243,864	3,632,250	3,447,470	4,352,851
COSTO (US \$)			1,625,320	1,840,007	1,939,953	2,104,006	2,319,330	2,228,359	2,418,515	2,568,960	2,639,392	2,259,010	2,144,089	2,707,174
BENEFICIO	-7,300,000		988,023	1,118,530	1,179,287	1,279,014	1,409,908	1,354,608	1,470,202	1,561,657	1,604,472	1,373,240	1,303,380	1,645,677
<b>VAN</b>	<b>725,988</b>													
<b>TIR</b>	<b>14%</b>													
PRODUCCIÓN REAL (TMS)			32,772	29,594	27,250	29,374	40,148	33,932	36,961	45,258	37,792	34,618	28,292	27,773
INGRESO (US \$)			4,004,765	3,616,367	3,329,927	3,589,446	4,906,049	4,146,494	4,516,616	5,530,555	4,618,185	4,230,308	3,457,242	3,393,861
COSTO (US \$)			2,481,840	2,241,141	2,063,628	2,224,458	3,040,386	2,569,673	2,799,045	3,427,405	2,861,989	2,621,614	2,142,528	2,103,249
BENEFICIO	-7,300,000		1,522,925	1,375,226	1,266,299	1,364,988	1,865,664	1,576,822	1,717,571	2,103,150	1,756,195	1,608,694	1,314,714	1,290,611
<b>VAN</b>	<b>2,269,215</b>													
<b>TIR</b>	<b>18%</b>													

<b>DATOS</b>	
CAPEX (US\$)	7,300,000
Tasa Descuento (%)	12%
Valor mineral (US \$/ton)	122.2
Ahorro costo transporte (US \$/ton)	0.27
Opex (US \$ /ton) budget	76.00
Opex (US \$ /ton) real	75.73

a) Análisis e interpretación de resultados:

- ✓ El costo total de la zona este, oeste y superficial fue de \$ 117,183.6, con un tonelaje transportado de material (mineral, desmonte, arena y lodo) de 471,172.5 toneladas.
- ✓ El costo unitario anual de las diferentes zonas operativas se dio de la siguiente manera. En primer lugar, sector este con un tonelaje transportado de 242,928 toneladas y un costo unitario de 1.54 \$/t. En segundo lugar, el sector oeste con un tonelaje transportado de 160,834.8 toneladas y un costo unitario de 1.44 \$/t. Por último, el sector superficial con un tonelaje transportado de 67,409.7 toneladas y un costo unitario de 1.66 \$/t.
- ✓ El costo unitario anual del sector este por material se distribuyó de la siguiente forma. El mineral con un tonelaje transportado de 182,001.5 toneladas con un costo unitario de 1.58 \$/t. Por otro lado, el desmonte con un tonelaje transportado de 37.654 toneladas, con un costo unitario de 1.48 \$/t. El desmonte interior mina con un tonelaje transportado de 21,133 toneladas con un costo unitario de 1.28 \$/t. El ripio con un tonelaje transportado de 1695.6 toneladas con un costo unitario de 1.30 \$/t. La arena con un tonelaje transportado de 396 toneladas con un costo unitario de 1.48 \$/t. Finalmente, el material lodo con un tonelaje transportado de 48 toneladas, con un costo unitario de 1.56 \$/t.
- ✓ La producción anual programada fue de 352,554 toneladas y se ejecutó un tonelaje de 403,763 toneladas, generando un incremento de 51,209 toneladas, mejorando la productividad en equipos de perforación, carguío y acarreo durante el periodo 2019.
- ✓ El mayor incremento de la productividad de los equipos de transporte de material, producto de un mayor tonelaje transportado redujo los costos unitarios de transporte en 0.27 US \$/t.

- ✓ La evaluación financiera considera un incremento del VAN y el TIR, producto de la disminución del costo unitario en el escenario real de 0.27 US \$/t con un *Capex* de 7.3 \$m, un valor de mineral de 122.2 \$/t y un *Opex* de 76 \$/t.
  
- ✓ Los indicadores financieros en el escenario *Budget* generan valores de un VAN de \$ 725,988 con un TIR del 14 % y el cálculo en el escenario real genera un valor de VAN de \$ 2,269,215 con un TIR de 18 %, lo que genera la rentabilidad en la optimización del costo de transporte.

## CONCLUSIONES

1. El análisis de los indicadores operacionales como utilización y disponibilidad en la veta Ramal Techo influyeron positivamente en el incremento de la productividad promedio anual de los equipos de transporte de mineral y desmonte con una disponibilidad en 81 % y utilización de 59 %, con un promedio de seis unidades.
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 siendo los que tienen mayor incidencia en el transporte de mineral y desmonte como: esperando carga de mineral y desmonte con una incidencia del 26.47 %, luego la actividad de mantenimiento correctivo (falla eléctrica y mecánica) con una incidencia del 21.85 %, espera de equipo de carguío con una incidencia del 7.15 % y salida de personal con incidencia del 6.72 %, con un total de 62.20 %.
3. El incremento de la producción en 51,209 toneladas durante el periodo de estudio influyó positivamente en la mejora de la productividad de los equipos de transporte con una reducción de costos unitarios de transporte de mineral en 0.27 \$/t y mejorando los indicadores de evaluación financiera con un VAN de \$ 2,269,215 y un TIR del 18 % mayor a la tasa de descuento del 12 %.
4. La producción anual programada fue de 352,554 toneladas y se ejecutó un tonelaje de 403,763 toneladas, generando un incremento de 51,209 toneladas, mejorando la productividad en equipos de perforación, carguío y acarreo durante el periodo 2019. Considerando el valor de mineral por tonelada de 122.20 \$/t, generará ingresos adicionales de \$ 6'257,739.8.
5. Las pérdidas operacionales durante el periodo 2019, generaron un total de 35,507.51 horas, considerando todas las actividades que inciden en la gestión de transporte operacional.

6. La mayor incidencia de actividades que generan las mayores pérdidas de transporte fueron las actividades: espera de carga, mantenimiento correctivo y espera del equipo de carguío que representan el 26.47 %, 21.85 % y 7.15 % respectivamente, generando un total del 55.47 % del total de actividades.
7. Las actividades de carácter operacional que incide el dimensionamiento de flota son espera de carga y espera del equipo de carguío, que representan el 33.5 % de incidencia.
8. Las actividades que representan menor incidencia en la gestión de transporte de material son: salida de personal, esperando frente trabajo (limpieza), otras demoras operativas, esperando orden, reparto de guardia, refrigerio, chequeo de máquina, abastecimiento de combustible, falla neumático y lavado de equipo, los cuales representan entre 1 % y 7 % de incidencia.
9. La disponibilidad mecánica promedio durante el periodo 2019 fue del 81 % y la utilización promedio fue de 59.4 %.
10. Durante el periodo julio a diciembre hubo un descenso de la disponibilidad en un rango de 66 % a 76 %. Este descenso de la variable disponibilidad está asociado al problema de falas eléctricas y mecánicas de los equipos de transporte y a un efecto del mantenimiento correctivo (ver Pareto para su consistencia de información).
11. El costo unitario anual de las diferentes zonas operativas, fueron de: sector este con un tonelaje transportado de 242,928 toneladas y un costo unitario de 1.54 \$/t., el sector oeste con un tonelaje transportado de 160,834.8 toneladas y un costo unitario de 1.44 \$/t y el sector superficial con un tonelaje transportado de 67,409.7 toneladas y un costo unitario de 1.66 \$/t.

12. El costo unitario anual del sector este por material fueron de: mineral con un tonelaje transportado de 182,001.5 toneladas, con un costo unitario de 1.58 \$/t, desmonte con un tonelaje transportado de 37.654 toneladas, con un costo unitario de 1.48 \$/t, desmonte interior mina con un tonelaje transportado de 21,133 toneladas, con un costo unitario de 1.28 \$/t, ripio con un tonelaje transportado de 1695.6 toneladas, con un costo unitario de 1.30 \$/t, arena con un tonelaje transportado de 396 toneladas, con un costo unitario de 1.48 \$/t y el material lodo con un tonelaje transportado de 48 toneladas, con un costo unitario de 1.56 \$/t.
13. Finalmente, la producción anual programada fue de 352,554 toneladas y se ejecutó un tonelaje de 403,763 toneladas, generando un incremento de 51,209 toneladas, mejorando la productividad en equipos de perforación, carguío y acarreo durante el periodo 2019, con una disminución en el costo unitario de transporte en 0.27 \$/t

## RECOMENDACIONES

1. Se recomienda realizar las causas de pérdida de tiempo operacional en estas actividades mediante la teoría en colas.
2. Asimismo, se recomienda realizar un análisis detallado de la actividad mantenimiento correctivo ya que representa el 21.85 % de las actividades de transporte, siendo esta actividad de mayor incidencia en las variables de disponibilidad y utilización en el rendimiento del equipo de transporte y acarreo de material.
3. Se recomienda realizar un estudio detallado de los perfiles de vida útil de los equipos de transporte y acarreo, ya que durante el periodo del primer trimestre la incidencia mantenimiento correctivo y falla mecánica eléctrica estuvo en el rango de 4 % a 9 % y se incrementó al 21.85 % de promedio anual.
4. Se recomienda que se analice el dimensionamiento de los equipos de carguío y acarreo y determinar la relación directa de los números de pases de llenado y su implicancia en la reducción de tiempos de llenado.
5. Se recomienda generar mayores frentes o puntos de carguío, que permita mejorar el incremento de variables de utilización.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. HURTADO NUÑEZ, Bladimir. *Influencias del mantenimiento de vías de acarreo en la productividad del tajo Ferrobamba–minera Las Bambas–Apurímac*. Tesis (Título de Ingeniero de Minas). Cuzco: Universidad San Antonio Abad del Cuzco, 2019, 159 pp.
2. BALDEÓN QUISPE, Zoila. *Gestión en las operaciones de transporte y acarreo para el incremento de la productividad en Cía. Minera Condestable S. A.* Tesis (Título de Ingeniero de Minas). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2011, 97 pp.
3. AMAU TORRES, Gilmer. *Optimización de equipos de carguío y transporte para el incremento de productividad en Cía. Minera Antapaccay Espinar – Cusco*. Tesis (Título de Ingeniero de Minas). Cuzco: Universidad San Antonio Abad del Cuzco, 2019, 121 pp.
4. CUTI TANCAYLLO, Julio. *Determinación de indicadores de rendimiento en equipos de carguío, acarreo y transporte para mejorar la productividad en mina Chipmo, U. E. A. Orcopampa de Cía. de Minas Buenaventura S. A. A. Arequipa*. Tesis (Título de Ingeniero de Minas). Cuzco: Universidad San Antonio Abad del Cuzco, 2019, 138 pp.
5. MARTINEZ SAAVEDRA, Brandy Antonio. *Incremento de producción a partir de la gestión del tiempo en el transporte de mineral en el sector Nicole, concesión minera Esperanza II, empresa minera Minecsa, Zaruma-Ecuador*. Tesis (Título de Ingeniero de Minas). Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo, 2016, 64 pp.
6. RAGAS QUIÑONEZ, Víctor. *Reducción de costos de acarreos y transporte en la Cía. Minera Poderosa S. A.* Informe de Competencia Profesional (Título de Ingeniero de Minas). Lima: Universidad de Ingeniería, 2012.
7. CAMHI ANDRADE, Jorge. *Optimización de los procesos de desarrollo y construcción en minería de Block Caving caso estudio mina el teniente Codelco-Chile*. Tesis (Título de magister en Minería). Santiago de Chile: Universidad de Chile, 2012, 133 pp.

## **ANEXOS**

## Anexo A

### Matriz de operacionalización de variables

**Tabla 32. Tabla de variables.**

Problemas	Objetivos	Hipótesis
<b>Problema principal</b>	<b>Objetivo principal</b>	<b>Hipótesis principal</b>
¿Cómo incrementar la productividad en las operaciones de transporte de mineral y desmonte mediante el análisis de los indicadores operacionales de utilización y disponibilidad en la veta Ramal Techo – Nivel 12, unidad minera Ticlio?	Determinar el incremento de la productividad en las operaciones de transporte de mineral y desmonte mediante el análisis de los indicadores operacionales de utilización y disponibilidad en la veta Ramal Techo – Nivel 12, unidad minera Ticlio.	El análisis de los indicadores operacionales de utilización y disponibilidad influye positivamente en el incremento de la productividad en las operaciones de transporte de mineral y desmonte en la veta Ramal Techo – Nivel 12, unidad minera Ticlio.
<b>Problemas secundarios</b>	<b>Objetivos específicos</b>	<b>Hipótesis secundarias</b>
1. ¿Cómo influye el uso de la herramienta de gestión de Pareto para identificar las actividades de demoras operativas en el transporte de mineral y desmonte en la veta Ramal Techo – Nivel 12, unidad minera Ticlio?	1. Determinar la influencia del uso de la herramienta de gestión de Pareto para identificar las actividades de demoras operativas en el transporte de mineral y desmonte en la veta Ramal Techo – Nivel 12, unidad minera Ticlio.	1. El uso de la herramienta de gestión de Pareto influye positivamente en la identificación de las actividades de demoras operativas en el transporte mineral y desmonte en la veta Ramal Techo – Nivel 12, unidad minera Ticlio.
2. ¿Cuál es la influencia del incremento de la productividad en la reducción de costos unitarios de transporte de mineral y desmonte en la veta Ramal Techo – Nivel 12 de la unidad minera Ticlio?	1. Determinar la influencia del incremento de la productividad en la reducción de costos unitarios de transporte de mineral y desmonte en la veta Ramal Techo – Nivel 12 en la unidad minera Ticlio.	2. El incremento de la productividad influye positivamente en la reducción de costos unitarios de transporte de mineral y desmonte en la veta Ramal Techo – Nivel 12 en la unidad minera Ticlio.

Anexo B  
Planos en sección planta y transversal

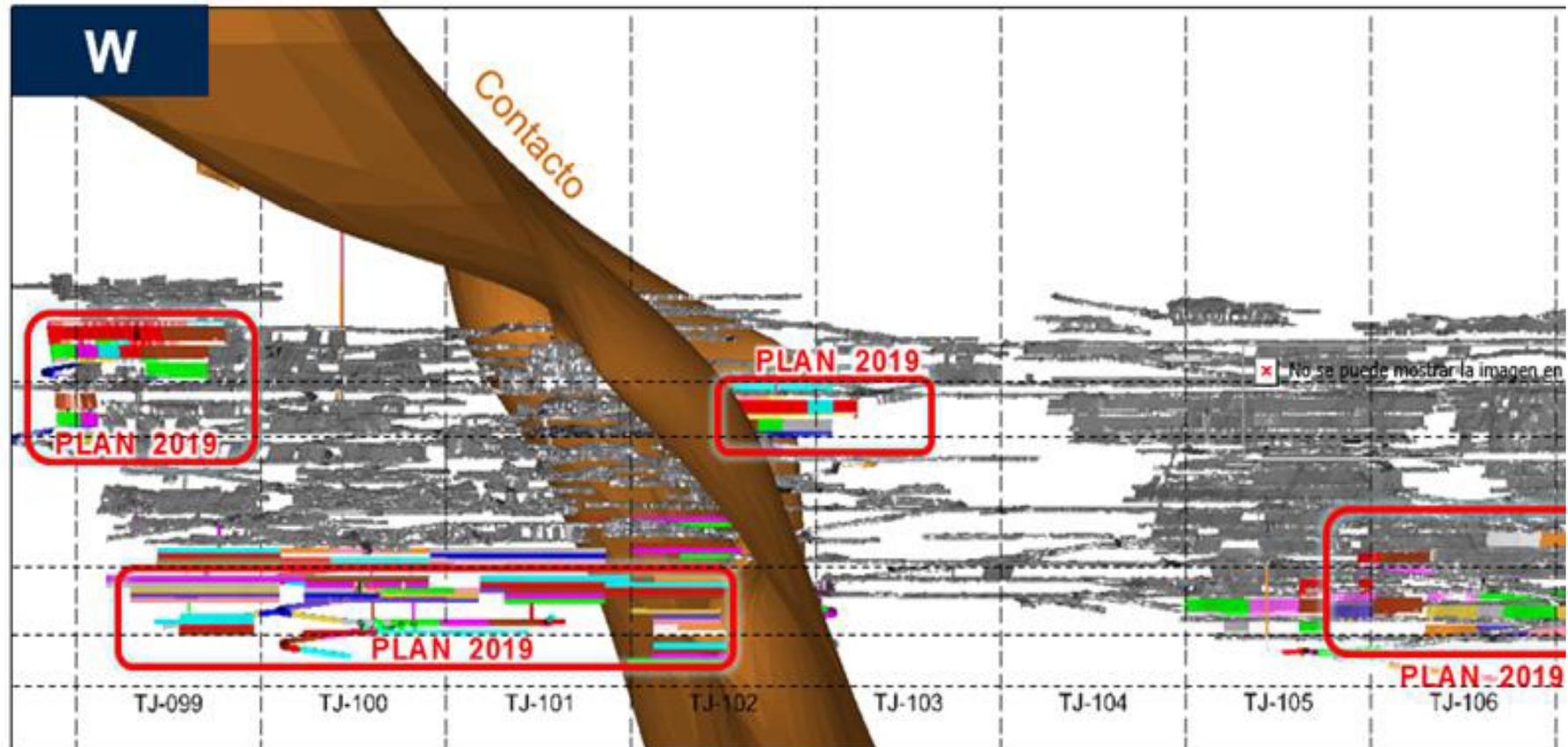
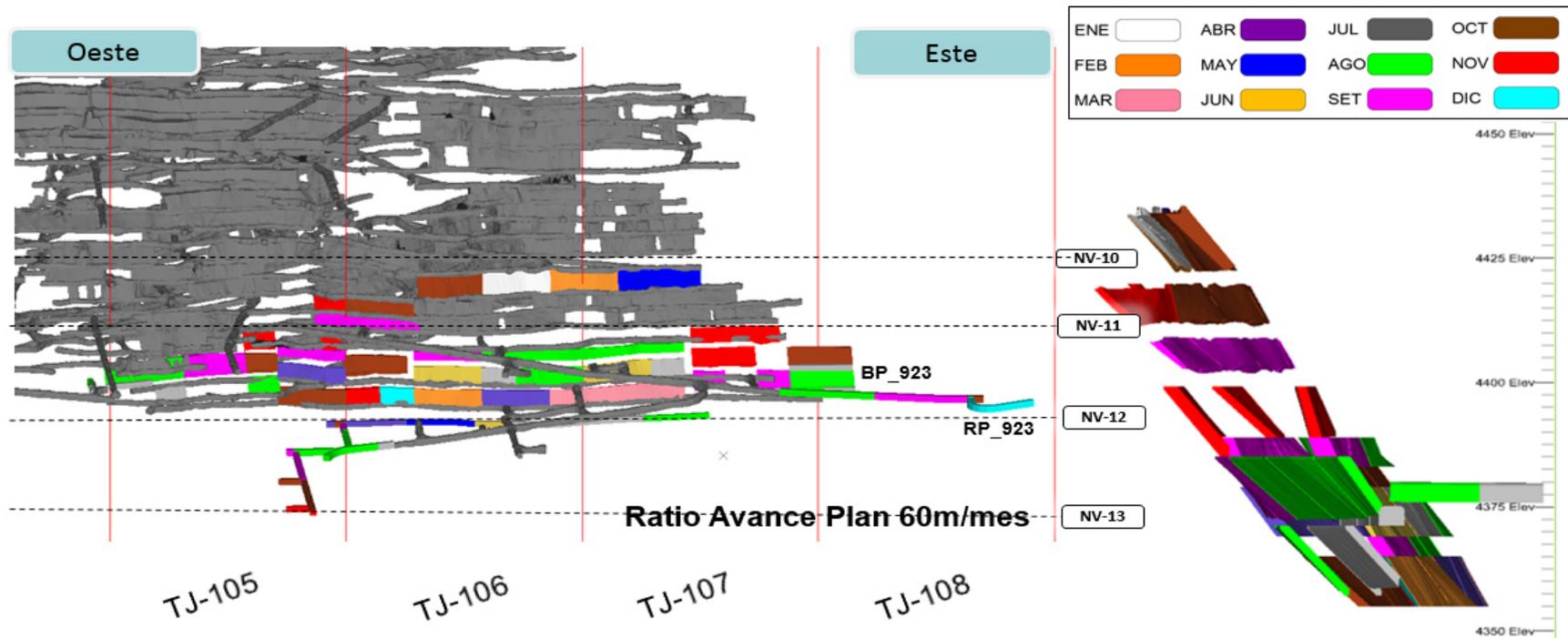


Figura 21. Plan de producción 2019 unidad minera Ticlio  
Fuente: Departamento de Planeamiento

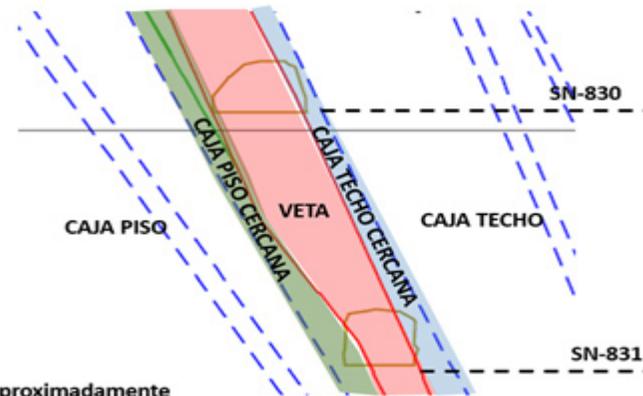
### Plan 2019 Zona Este (V. Ramal Techo)



ETAPA	Ene-19	Feb-19	Mar-19	Abr-19	May-19	Jun-19	Jul-19	Ago-19	Set-19	Oct-19	Nov-19	Dic-19	Total general
DESARROLLO								61	59				120
<b>Total general</b>								<b>61</b>	<b>59</b>				<b>120</b>

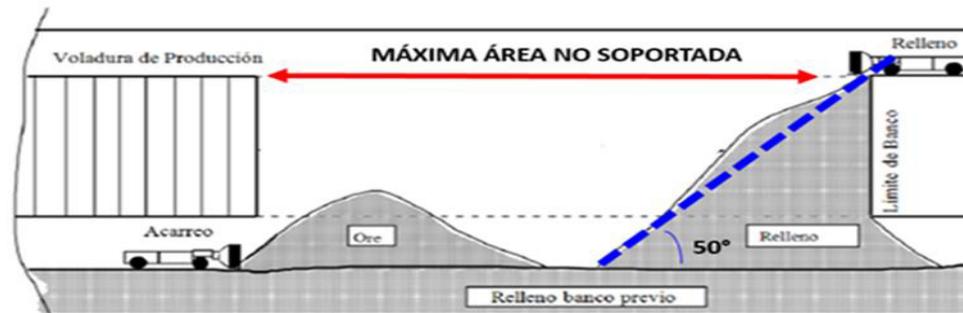
Figura 22. Programa de avance 2019 unidad minera Ticlio  
Fuente: Departamento de Planeamiento

Dominio Geomecánico	RMRmin	RMRmax	RMRprom
Caja Techo	48	56	52
Caja Techo Cercana	38	51	45
Veta	36	48	42
Caja Piso Cercana	38	55	47
Caja Piso	51	60	56



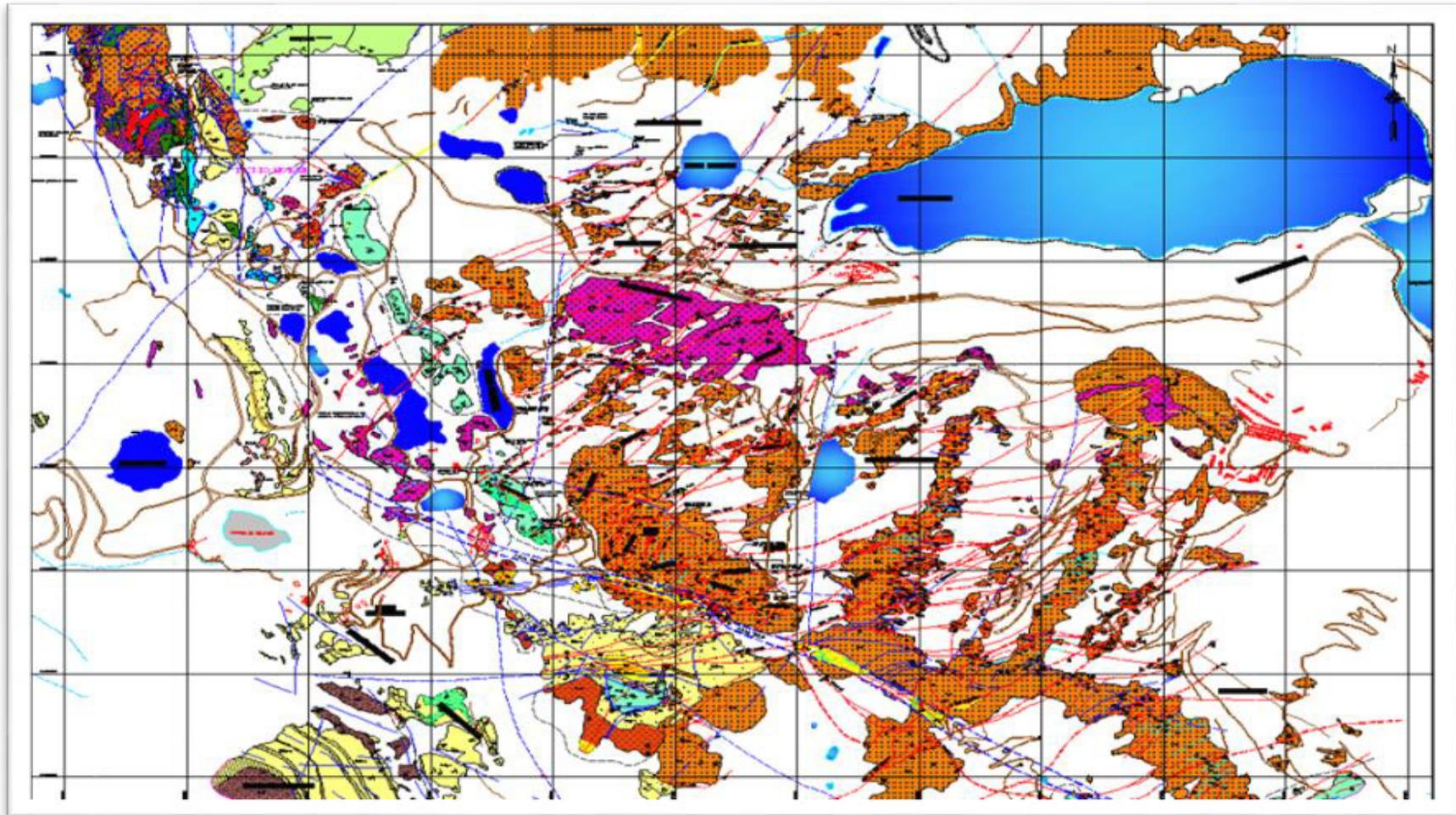
La caja techo cercana varía de 60 cm a 2.4 metros aproximadamente

Extracción usando relleno detrítico continuo ( Roca estéril que tiene un ángulo de reposo de 45 – 55 grados)



Esquema para el método de relleno continuo.

Figura 23. Características geomecánicas en tajeros 2019 unidad minera Ticlio  
Fuente: Departamento de Planeamiento



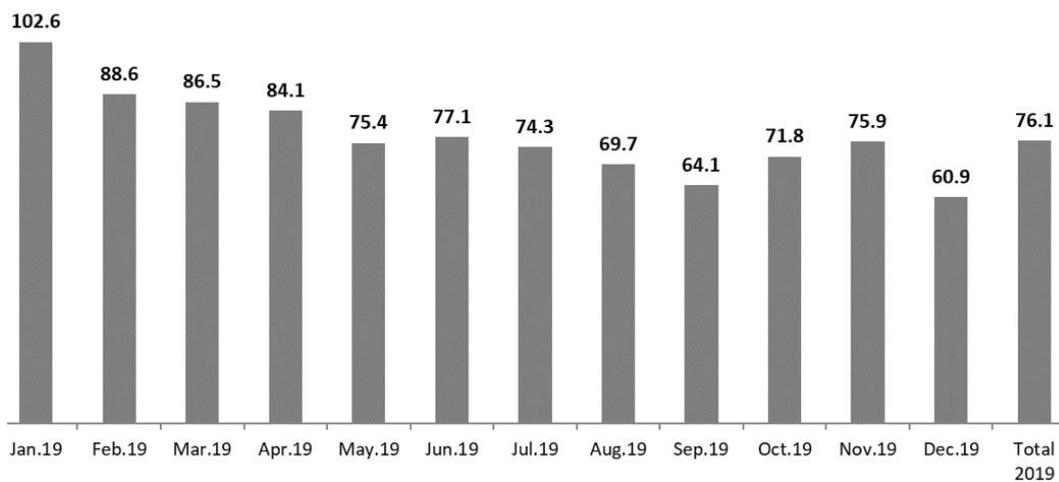
**Figura 24. Geología de la unidad minera Ticlio**  
**Fuente: Departamento de Geología**

## Anexo C

### Parámetros económicos

**Tabla 32. Costos operacionales (Opex) periodo 2019 de la unidad minera Ticlio**

Ticlio	2019B
<b>Global (USD Mio)</b>	
Mine	15.7
Plant	1.8
Maintenance	0.8
Energy	4.0
Administration	4.2
Others	0.4
<b>Total Costs</b>	<b>26.8</b>
<b>Unit Cost (USD/ton)</b>	
Mine	44.6
Plant	5.1
Maintenance	2.1
Energy	11.4
Administration	11.8
Others	1.0
<b>Total Costs</b>	<b>76.1</b>



**Fuente: Departamento de Planeamiento**

Tabla 33. Costos de capital y Cash Cost periodo 2019 de la unidad minera Ticlio

<b>Ticlio</b>	<b>2019B</b>	
<b>(USD Mio)</b>		
Local exploration		1.7
Developments		6.2
Mine		0.3
Pit		0.0
Plant		0.3
Tailings Dam		1.2
Maintenance		0.0
Energy		0.0
Administration, IT		0.1
HSEC		0.3
Others		0.4
<b>Sustaining Capex</b>		<b>10.6</b>
Expansionary Capex		
<b>Total Capex</b>		<b>10.6</b>
<b>Ticlio Mine</b>	<b>Unit</b>	<b>2019B</b>
<b>Payable Zn</b>	<b>K fmt</b>	<b>15</b>
Minesite cash cost	USD/Zn Pay	1,662
Other expenses	USD/Zn Pay	0
Transport and marketing	USD/Zn Pay	122
<b>Subtotal</b>	<b>USD/Zn Pay</b>	<b>1,784</b>
Zn TCs & Penalties	USD/Zn Pay	314
Net by product	USD/Zn Pay	-863
<b>Cash Cost</b>	<b>USD/Zn Pay</b>	<b>1,235</b>
Sustaining Capex	USD/Zn Pay	690
<b>Cash Cost + Capex</b>	<b>USD/Zn Pay</b>	<b>1,925</b>

Fuente: Departamento de Planeamiento

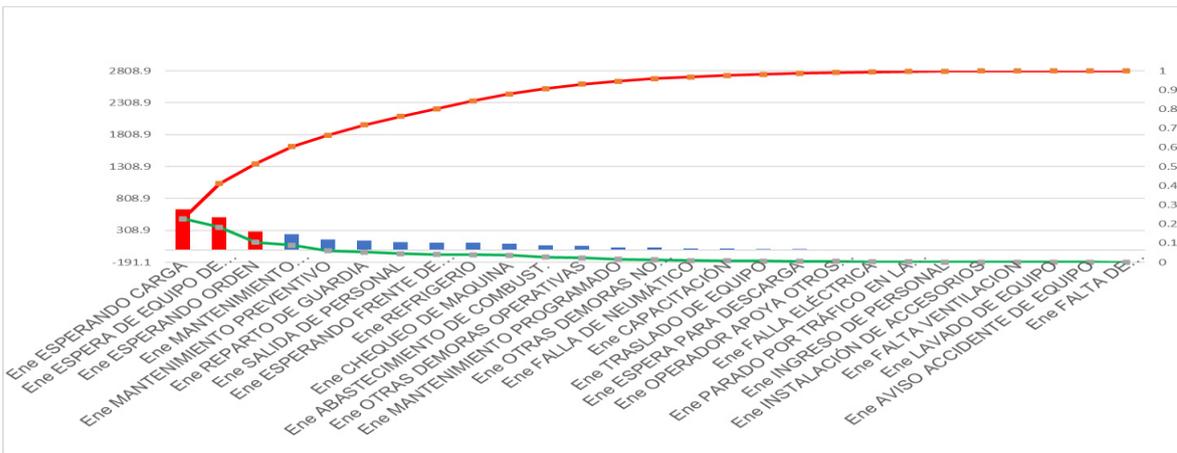
## Anexo D Data Pareto

**Tabla 34. Cálculo Pareto enero, periodo 2019 de la unidad minera Ticlio**

ENERO 2019

Años	2019	
EMPRESA	(Todas)	
EQUIPO	(Todas)	
A_COD	(Varios elementos)	

FECHA	ACTIVIDAD	Valores		
		Frecuencia Hr.	% Acumulado	%
Ene	ESPERANDO CARGA	638.99	22.75%	22.75%
	ESPERA DE EQUIPO DE CARGUIO	513.81	41.04%	18.29%
	ESPERANDO ORDEN	291.98	51.44%	10.39%
	MANTENIMIENTO CORRECTIVO/FALLA MEC.-ELECT.	251.10	60.38%	8.94%
	MANTENIMIENTO PREVENTIVO	168.00	66.36%	5.98%
	REPARTO DE GUARDIA	151.30	71.74%	5.39%
	SALIDA DE PERSONAL	126.10	76.23%	4.49%
	ESPERANDO FRENTE DE TRABAJO - LIMPIEZA	113.08	80.26%	4.03%
	REFRIGERIO	112.78	84.27%	4.02%
	CHEQUEO DE MAQUINA	103.44	87.96%	3.68%
	ABASTECIMIENTO DE COMBUST.	77.63	90.72%	2.76%
	OTRAS DEMORAS OPERATIVAS	63.52	92.98%	2.26%
	MANTENIMIENTO PROGRAMADO	45.30	94.59%	1.61%
	OTRAS DEMORAS NO OPERATIVAS	37.53	95.93%	1.34%
	FALLA DE NEUMÁTICO	24.77	96.81%	0.88%
	CAPACITACIÓN	21.75	97.59%	0.77%
	TRASLADO DE EQUIPO	17.43	98.21%	0.62%
	ESPERA PARA DESCARGA	13.33	98.68%	0.47%
	OPERADOR APOYA OTROS TRABAJOS	12.35	99.12%	0.44%
	FALLA ELÉCTRICA	7.92	99.40%	0.28%
	PARADO POR TRÁFICO EN LA VÍA	7.63	99.67%	0.27%
	INGRESO DE PERSONAL	3.92	99.81%	0.14%
	INSTALACIÓN DE ACCESORIOS	2.50	99.90%	0.09%
	FALTA VENTILACION	1.02	99.94%	0.04%
	LAVADO DE EQUIPO	0.78	99.97%	0.03%
	AVISO ACCIDENTE DE EQUIPO	0.58	99.99%	0.02%
	FALTA DE INSUMOS/ACCESORIOS	0.33	100.00%	0.01%
<b>Total general</b>		<b>2,808.90</b>	<b>100.00%</b>	<b>100.00%</b>

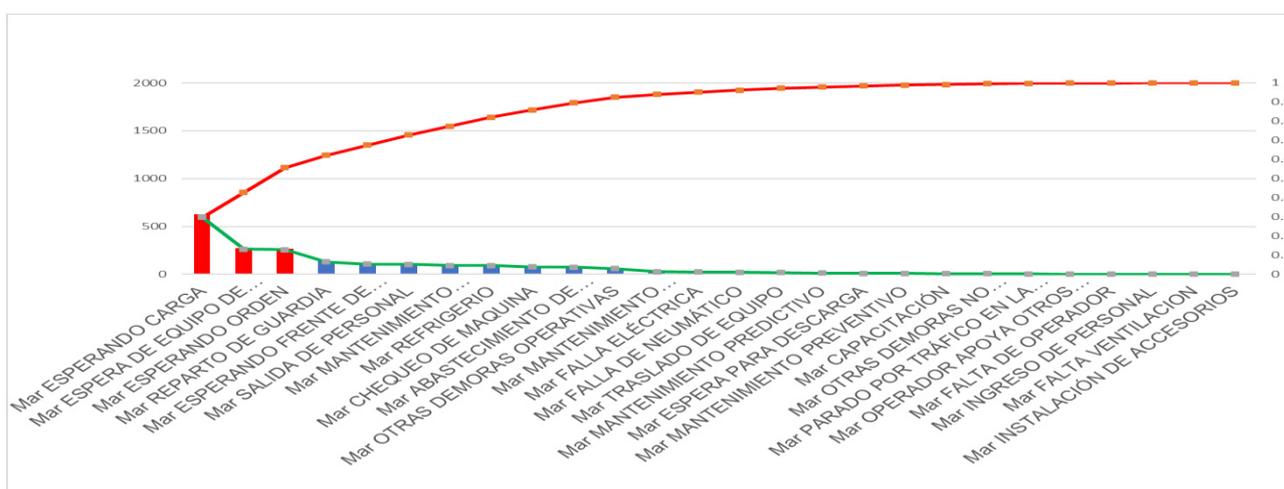


**Tabla 35. Cálculo Pareto febrero, periodo 2019 de la unidad minera Ticlio**

FEBRERO 2019

Años	2019	▼
EMPRESA	(Todas)	▼
EQUIPO	(Todas)	▼
A_COD	(Varios elementos)	▼

FECHA	ACTIVIDAD	Valores		
		Frecuencia Hr.	% Acumulado	%
Feb	ESPERANDO CARGA	600.45	29.99%	29.99%
	ESPERA DE EQUIPO DE CARGUIO	313.68	45.66%	15.67%
	ESPERANDO ORDEN	186.07	54.96%	9.29%
	REPARTO DE GUARDIA	135.41	61.72%	6.76%
	MANTENIMIENTO CORRECTIVO/FALLA MEC.-ELECT.	121.43	67.79%	6.07%
	SALIDA DE PERSONAL	119.83	73.77%	5.99%
	REFRIGERIO	108.67	79.20%	5.43%
	CHEQUEO DE MAQUINA	80.96	83.24%	4.04%
	OTRAS DEMORAS OPERATIVAS	80.17	87.25%	4.00%
	ESPERANDO FRENTE DE TRABAJO - LIMPIEZA	66.92	90.59%	3.34%
	ABASTECIMIENTO DE COMBUST.	54.45	93.31%	2.72%
	FALLA DE NEUMÁTICO	32.83	94.95%	1.64%
	CAPACITACIÓN	21.17	96.01%	1.06%
	ESPERA PARA DESCARGA	13.25	96.67%	0.66%
	OTRAS DEMORAS NO OPERATIVAS	12.27	97.28%	0.61%
	TRASLADO DE EQUIPO	12.22	97.89%	0.61%
	MANTENIMIENTO PROGRAMADO	9.83	98.38%	0.49%
	MANTENIMIENTO PREDICTIVO	7.17	98.74%	0.36%
	FALLA ELÉCTRICA	6.87	99.09%	0.34%
	PARADO POR TRÁFICO EN LA VÍA	5.23	99.35%	0.26%
	INGRESO DE PERSONAL	4.75	99.58%	0.24%
	OPERADOR APOYA OTROS TRABAJOS	4.35	99.80%	0.22%
	MANTENIMIENTO PREVENTIVO	1.80	99.89%	0.09%
	ESPERANDO FRENTE DE TRABAJO - SOSTENIMIENTO	1.73	99.98%	0.09%
	FALTA DE OPERADOR	0.43	100.00%	0.02%
<b>Total general</b>		<b>2,001.94</b>	<b>100.00%</b>	<b>100.00%</b>

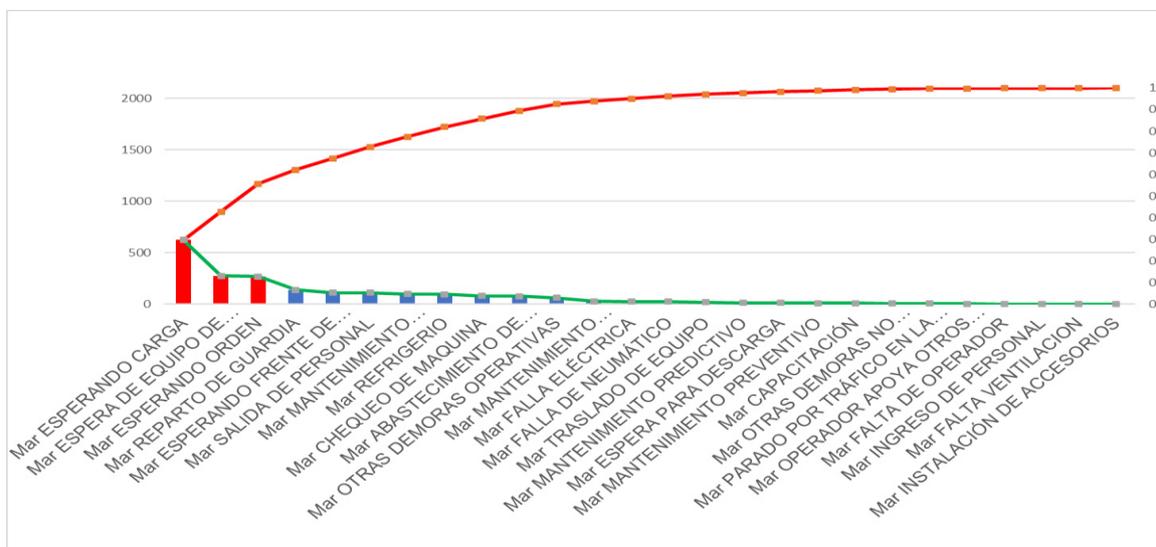


**Tabla 36. Cálculo Pareto marzo, periodo 2019 de la unidad minera Ticlio**

MARZO 2019

Años	2019	
EMPRESA	(Todas)	
EQUIPO	(Todas)	
A_COD	(Varios elementos)	

FECHA	ACTIVIDAD	Valores		
		Frecuencia Hr.	% Acumulado	%
Mar	ESPERANDO CARGA	624.58	29.71%	29.71%
	ESPERA DE EQUIPO DE CARGUIO	275.19	42.79%	13.09%
	ESPERANDO ORDEN	269.49	55.61%	12.82%
	REPARTO DE GUARDIA	138.03	62.18%	6.57%
	ESPERANDO FRENTE DE TRABAJO - LIMPIEZA	111.42	67.48%	5.30%
	SALIDA DE PERSONAL	110.18	72.72%	5.24%
	MANTENIMIENTO CORRECTIVO/FALLA MEC.-ELECT.	97.75	77.36%	4.65%
	REFRIGERIO	96.88	81.97%	4.61%
	CHEQUEO DE MAQUINA	81.41	85.84%	3.87%
	ABASTECIMIENTO DE COMBUST.	77.13	89.51%	3.67%
	OTRAS DEMORAS OPERATIVAS	63.17	92.52%	3.00%
	MANTENIMIENTO PROGRAMADO	28.50	93.87%	1.36%
	FALLA ELÉCTRICA	25.92	95.11%	1.23%
	FALLA DE NEUMÁTICO	23.30	96.21%	1.11%
	TRASLADO DE EQUIPO	19.92	97.16%	0.95%
	MANTENIMIENTO PREDICTIVO	12.17	97.74%	0.58%
	ESPERA PARA DESCARGA	11.90	98.31%	0.57%
	MANTENIMIENTO PREVENTIVO	9.02	98.73%	0.43%
	CAPACITACIÓN	8.72	99.15%	0.41%
	OTRAS DEMORAS NO OPERATIVAS	6.40	99.45%	0.30%
	PARADO POR TRÁFICO EN LA VÍA	5.58	99.72%	0.27%
	OPERADOR APOYA OTROS TRABAJOS	1.85	99.81%	0.09%
	FALTA DE OPERADOR	1.33	99.87%	0.06%
	INGRESO DE PERSONAL	1.00	99.92%	0.05%
	FALTA VENTILACION	0.98	99.96%	0.05%
	INSTALACIÓN DE ACCESORIOS	0.75	100.00%	0.04%
<b>Total general</b>		<b>2,102.56</b>	<b>100.00%</b>	<b>100.00%</b>

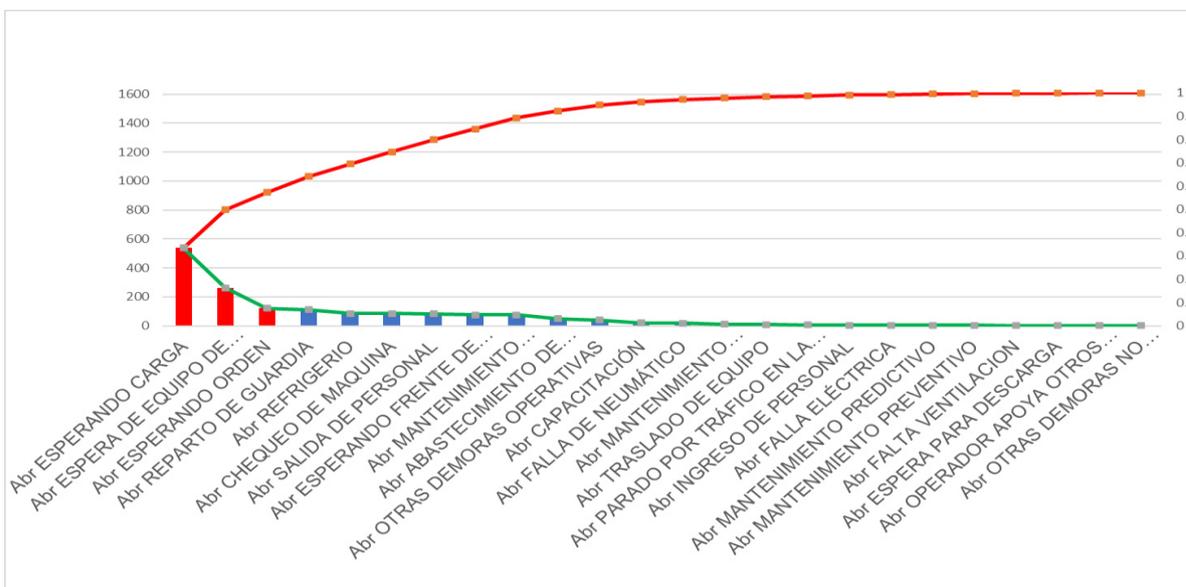


**Tabla 37. Cálculo Pareto abril, periodo 2019 de la unidad minera Ticlio**

ABRIL 2019

Años	2019	▼
EMPRESA	(Todas)	▼
EQUIPO	(Todas)	▼
A_COD	(Varios elementos)	▼

FECHA	ACTIVIDAD	Valores		
		Frecuencia Hr.	% Acumulado	%
▣ Abr	ESPERANDO CARGA	537.36	33.41%	33.41%
	ESPERA DE EQUIPO DE CARGUIO	263.34	49.79%	16.38%
	ESPERANDO ORDEN	120.97	57.31%	7.52%
	REPARTO DE GUARDIA	110.54	64.18%	6.87%
	REFRIGERIO	85.20	69.48%	5.30%
	CHEQUEO DE MAQUINA	84.68	74.75%	5.27%
	SALIDA DE PERSONAL	82.43	79.87%	5.13%
	ESPERANDO FRENTE DE TRABAJO - LIMPIEZA	76.42	84.63%	4.75%
	MANTENIMIENTO CORRECTIVO/FALLA MEC.-ELECT.	74.80	89.28%	4.65%
	ABASTECIMIENTO DE COMBUST.	49.38	92.35%	3.07%
	OTRAS DEMORAS OPERATIVAS	39.53	94.81%	2.46%
	CAPACITACIÓN	21.36	96.13%	1.33%
	FALLA DE NEUMÁTICO	17.25	97.21%	1.07%
	MANTENIMIENTO PROGRAMADO	10.97	97.89%	0.68%
	TRASLADO DE EQUIPO	9.35	98.47%	0.58%
	PARADO POR TRÁFICO EN LA VÍA	5.15	98.79%	0.32%
	INGRESO DE PERSONAL	4.83	99.09%	0.30%
	FALLA ELÉCTRICA	4.73	99.39%	0.29%
	MANTENIMIENTO PREDICTIVO	3.45	99.60%	0.21%
	MANTENIMIENTO PREVENTIVO	3.33	99.81%	0.21%
	FALTA VENTILACION	1.33	99.89%	0.08%
	ESPERA PARA DESCARGA	1.10	99.96%	0.07%
	OPERADOR APOYA OTROS TRABAJOS	0.50	99.99%	0.03%
	OTRAS DEMORAS NO OPERATIVAS	0.17	100.00%	0.01%
<b>Total general</b>		<b>1,608.18</b>		<b>100.00%</b>

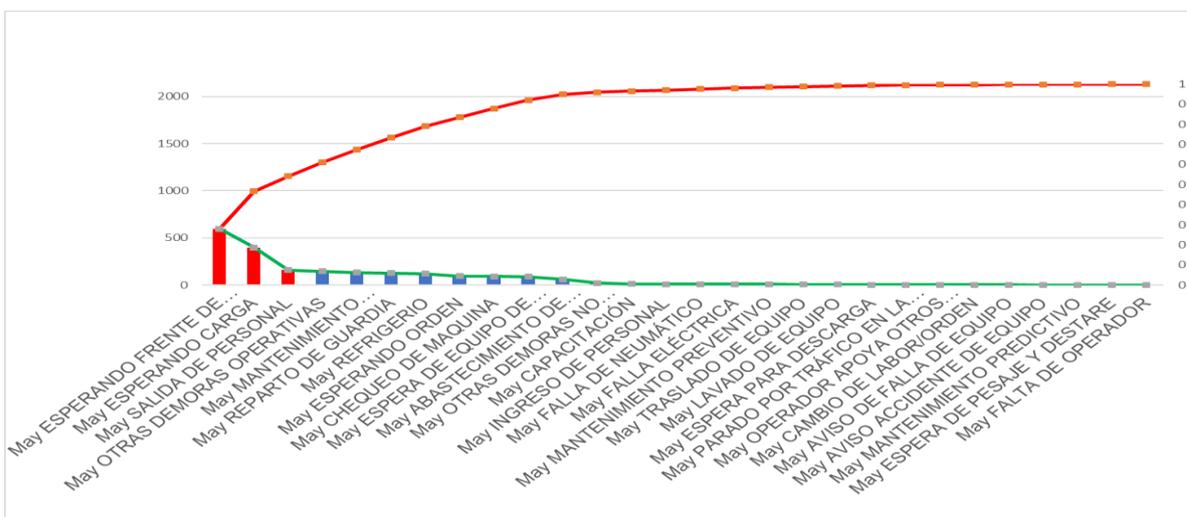


**Tabla 38. Cálculo Pareto mayo, periodo 2019 de la unidad minera Ticlio**

MAYO 2019

Años	2019	
EMPRESA	(Todas)	
EQUIPO	(Todas)	
A_COD	(Varios elementos)	

FECHA	ACTIVIDAD	Valores		
		Frecuencia Hr.	% Acumulado	%
May	ESPERANDO FRENTE DE TRABAJO - LIMPIEZA	596.13	28.01%	28.01%
	ESPERANDO CARGA	398.32	46.72%	18.71%
	SALIDA DE PERSONAL	160.65	54.27%	7.55%
	OTRAS DEMORAS OPERATIVAS	145.70	61.12%	6.85%
	MANTENIMIENTO CORRECTIVO/FALLA MEC.-ELECT.	133.18	67.37%	6.26%
	REPARTO DE GUARDIA	127.88	73.38%	6.01%
	REFRIGERIO	120.22	79.03%	5.65%
	ESPERANDO ORDEN	95.20	83.50%	4.47%
	CHEQUEO DE MAQUINA	93.40	87.89%	4.39%
	ESPERA DE EQUIPO DE CARGUIO	90.60	92.15%	4.26%
	ABASTECIMIENTO DE COMBUST.	59.83	94.96%	2.81%
	OTRAS DEMORAS NO OPERATIVAS	23.28	96.05%	1.09%
	CAPACITACIÓN	11.75	96.60%	0.55%
	INGRESO DE PERSONAL	11.00	97.12%	0.52%
	FALLA DE NEUMÁTICO	10.80	97.63%	0.51%
	FALLA ELÉCTRICA	9.57	98.08%	0.45%
	MANTENIMIENTO PREVENTIVO	8.75	98.49%	0.41%
	TRASLADO DE EQUIPO	7.20	98.83%	0.34%
	LAVADO DE EQUIPO	7.12	99.16%	0.33%
	ESPERA PARA DESCARGA	4.47	99.37%	0.21%
	PARADO POR TRÁFICO EN LA VÍA	4.00	99.56%	0.19%
	OPERADOR APOYA OTROS TRABAJOS	2.83	99.69%	0.13%
	CAMBIO DE LABOR/ORDEN	1.82	99.78%	0.09%
	AVISO DE FALLA DE EQUIPO	1.75	99.86%	0.08%
	AVISO ACCIDENTE DE EQUIPO	1.28	99.92%	0.06%
	MANTENIMIENTO PREDICTIVO	1.00	99.97%	0.05%
	ESPERA DE PESAJE Y DESTARE	0.35	99.98%	0.02%
	FALTA DE OPERADOR	0.33	100.00%	0.02%
<b>Total general</b>		<b>2,128.42</b>		<b>100.00%</b>

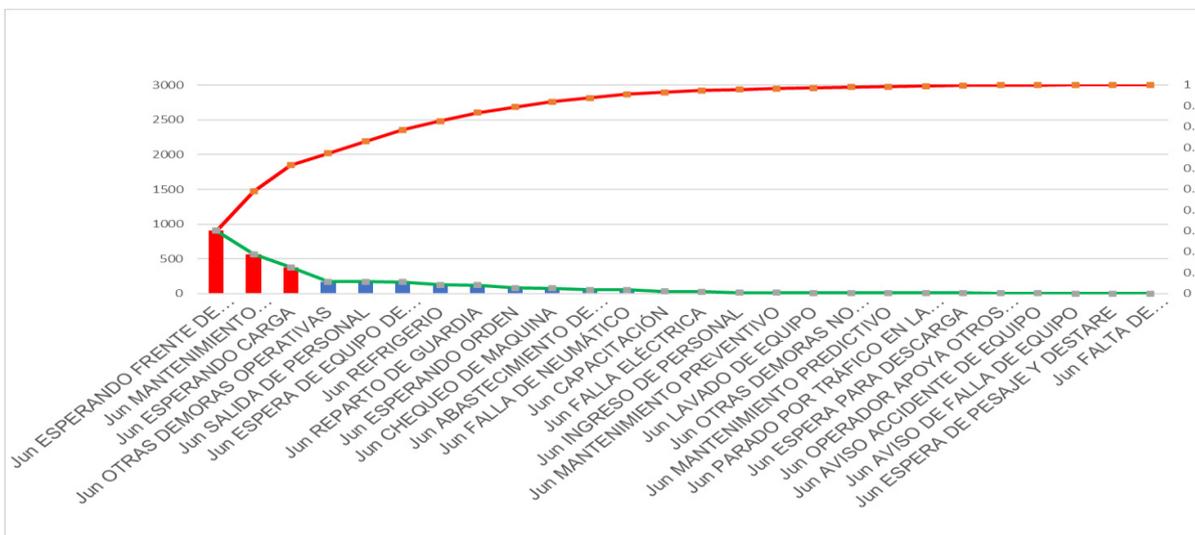


**Tabla 39. Cálculo Pareto junio, periodo 2019 de la unidad minera Ticlio**

JUNIO 2019

Años	2019	
EMPRESA	(Todas)	
EQUIPO	(Todas)	
A_COD	(Varios elementos)	

FECHA	ACTIVIDAD	Valores		
		Frecuencia Hr.	% Acumulado	%
Jun	ESPERANDO FRENTE DE TRABAJO - LIMPIEZA	903.65	30.08%	30.08%
	MANTENIMIENTO CORRECTIVO/FALLA MEC.-ELECT.	566.33	48.93%	18.85%
	ESPERANDO CARGA	376.92	61.47%	12.55%
	OTRAS DEMORAS OPERATIVAS	172.38	67.21%	5.74%
	SALIDA DE PERSONAL	170.32	72.88%	5.67%
	ESPERA DE EQUIPO DE CARGUIO	167.80	78.47%	5.59%
	REFRIGERIO	125.63	82.65%	4.18%
	REPARTO DE GUARDIA	121.75	86.70%	4.05%
	ESPERANDO ORDEN	81.02	89.40%	2.70%
	CHEQUEO DE MAQUINA	75.50	91.91%	2.51%
	ABASTECIMIENTO DE COMBUST.	55.35	93.75%	1.84%
	FALLA DE NEUMÁTICO	53.08	95.52%	1.77%
	CAPACITACIÓN	28.97	96.48%	0.96%
	FALLA ELÉCTRICA	27.38	97.40%	0.91%
	INGRESO DE PERSONAL	13.08	97.83%	0.44%
	MANTENIMIENTO PREVENTIVO	12.12	98.23%	0.40%
	LAVADO DE EQUIPO	10.85	98.60%	0.36%
	OTRAS DEMORAS NO OPERATIVAS	9.90	98.92%	0.33%
	MANTENIMIENTO PREDICTIVO	8.08	99.19%	0.27%
	PARADO POR TRÁFICO EN LA VÍA	8.08	99.46%	0.27%
	ESPERA PARA DESCARGA	6.68	99.69%	0.22%
	OPERADOR APOYA OTROS TRABAJOS	4.67	99.84%	0.16%
	AVISO ACCIDENTE DE EQUIPO	2.88	99.94%	0.10%
	AVISO DE FALLA DE EQUIPO	0.87	99.97%	0.03%
	ESPERA DE PESAJE Y DESTARE	0.70	99.99%	0.02%
	FALTA DE INSUMOS/ACCESORIOS	0.33	100.00%	0.01%
<b>Total general</b>		<b>3,004.33</b>		<b>100.00%</b>

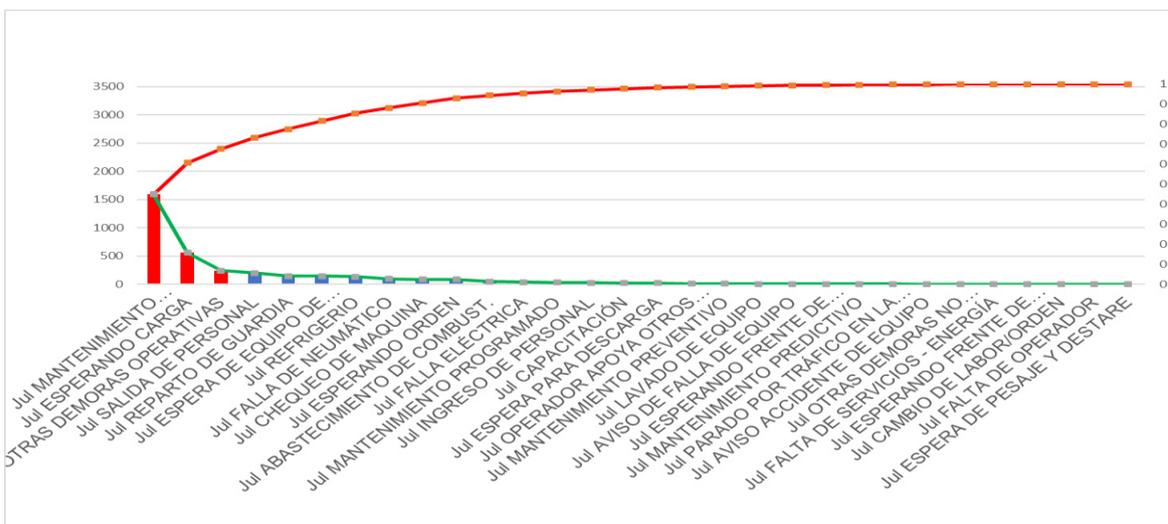


**Tabla 40. Cálculo Pareto julio, periodo 2019 de la unidad minera Ticlio**

JULIO 2019

Años	2019	▼
EMPRESA	(Todas)	▼
EQUIPO	(Todas)	▼
A_COD	(Varios elementos)	▼

FECHA	ACTIVIDAD	Valores		
		Frecuencia Hr.	% Acumulado	%
Jul	MANTENIMIENTO CORRECTIVO/FALLA MEC.-ELECT.	1,592.78	44.98%	44.98%
	ESPERANDO CARGA	557.58	60.72%	15.75%
	OTRAS DEMORAS OPERATIVAS	244.92	67.64%	6.92%
	SALIDA DE PERSONAL	200.70	73.31%	5.67%
	REPARTO DE GUARDIA	148.13	77.49%	4.18%
	ESPERA DE EQUIPO DE CARGUIO	146.02	81.61%	4.12%
	REFRIGERIO	137.78	85.50%	3.89%
	FALLA DE NEUMÁTICO	96.85	88.24%	2.73%
	CHEQUEO DE MAQUINA	85.93	90.66%	2.43%
	ESPERANDO ORDEN	84.77	93.06%	2.39%
	ABASTECIMIENTO DE COMBUST.	48.03	94.41%	1.36%
	FALLA ELÉCTRICA	37.52	95.47%	1.06%
	MANTENIMIENTO PROGRAMADO	33.75	96.43%	0.95%
	INGRESO DE PERSONAL	26.42	97.17%	0.75%
	CAPACITACIÓN	20.43	97.75%	0.58%
	ESPERA PARA DESCARGA	20.00	98.31%	0.56%
	OPERADOR APOYA OTROS TRABAJOS	13.92	98.71%	0.39%
	MANTENIMIENTO PREVENTIVO	11.00	99.02%	0.31%
	LAVADO DE EQUIPO	6.75	99.21%	0.19%
	AVISO DE FALLA DE EQUIPO	5.75	99.37%	0.16%
	ESPERANDO FRENTE DE TRABAJO - VENTILACION	5.67	99.53%	0.16%
	MANTENIMIENTO PREDICTIVO	5.48	99.69%	0.15%
	PARADO POR TRÁFICO EN LA VÍA	4.82	99.82%	0.14%
	AVISO ACCIDENTE DE EQUIPO	3.67	99.92%	0.10%
	OTRAS DEMORAS NO OPERATIVAS	1.33	99.96%	0.04%
	FALTA DE SERVICIOS - ENERGÍA	0.33	99.97%	0.01%
	ESPERANDO FRENTE DE TRABAJO - LIMPIEZA	0.33	99.98%	0.01%
	CAMBIO DE LABOR/ORDEN	0.33	99.99%	0.01%
	FALTA DE OPERADOR	0.25	100.00%	0.01%
	ESPERA DE PESAJE Y DESTARE	0.08	100.00%	0.00%
<b>Total general</b>		<b>3,541.33</b>		<b>100.00%</b>

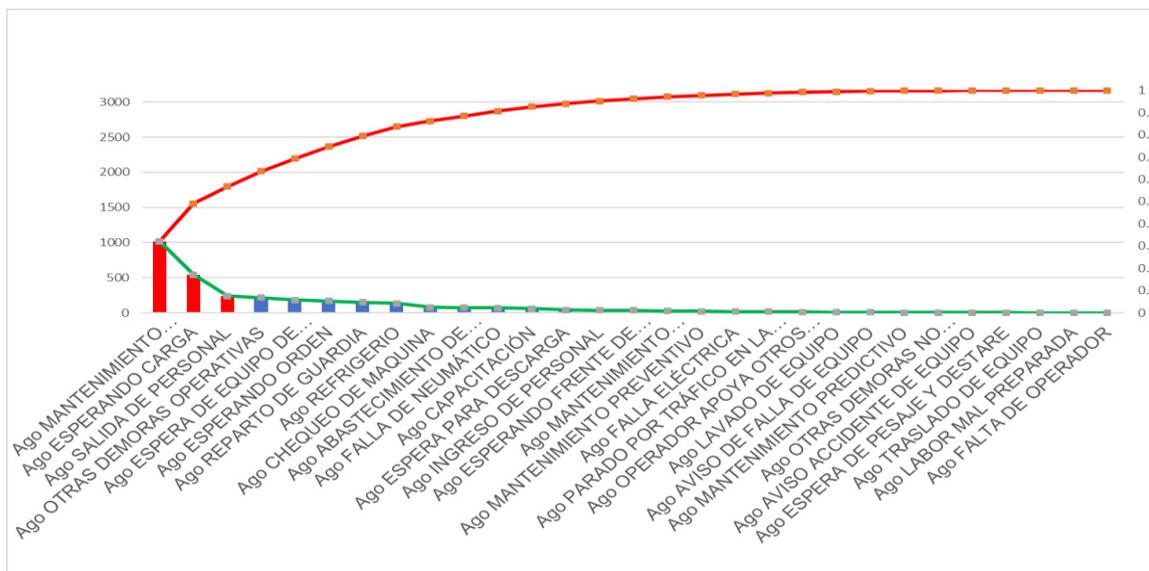


**Tabla 41. Cálculo Pareto agosto, periodo 2019 de la unidad minera Ticlio**

AGOSTO 2019

Años	2019	
EMPRESA	(Todas)	
EQUIPO	(Todas)	
A_COD	(Varios elementos)	

FECHA	ACTIVIDAD	Valores		
		Frecuencia Hr.	% Acumulado	%
Ago	MANTENIMIENTO CORRECTIVO/FALLA MEC.-ELECT.	1,016.35	32.09%	32.09%
	ESPERANDO CARGA	541.35	49.19%	17.09%
	SALIDA DE PERSONAL	240.23	56.77%	7.59%
	OTRAS DEMORAS OPERATIVAS	216.62	63.61%	6.84%
	ESPERA DE EQUIPO DE CARGUIO	182.32	69.37%	5.76%
	ESPERANDO ORDEN	167.67	74.67%	5.29%
	REPARTO DE GUARDIA	151.80	79.46%	4.79%
	REFRIGERIO	133.37	83.67%	4.21%
	CHEQUEO DE MAQUINA	79.58	86.18%	2.51%
	ABASTECIMIENTO DE COMBUST.	73.88	88.52%	2.33%
	FALLA DE NEUMÁTICO	70.92	90.76%	2.24%
	CAPACITACIÓN	61.88	92.71%	1.95%
	ESPERA PARA DESCARGA	39.32	93.95%	1.24%
	INGRESO DE PERSONAL	38.13	95.16%	1.20%
	ESPERANDO FRENTE DE TRABAJO - LIMPIEZA	36.00	96.29%	1.14%
	MANTENIMIENTO PROGRAMADO	26.33	97.12%	0.83%
	MANTENIMIENTO PREVENTIVO	19.82	97.75%	0.63%
	FALLA ELÉCTRICA	16.95	98.29%	0.54%
	PARADO POR TRÁFICO EN LA VÍA	16.57	98.81%	0.52%
	OPERADOR APOYA OTROS TRABAJOS	11.78	99.18%	0.37%
	LAVADO DE EQUIPO	6.67	99.39%	0.21%
	AVISO DE FALLA DE EQUIPO	6.60	99.60%	0.21%
	MANTENIMIENTO PREDICTIVO	4.67	99.75%	0.15%
	OTRAS DEMORAS NO OPERATIVAS	3.37	99.85%	0.11%
	AVISO ACCIDENTE DE EQUIPO	3.00	99.95%	0.09%
	ESPERA DE PESAJE Y DESTARE	0.85	99.98%	0.03%
	TRASLADO DE EQUIPO	0.45	99.99%	0.01%
	LABOR MAL PREPARADA	0.33	100.00%	0.01%
	FALTA DE OPERADOR	0.00	100.00%	0.00%
<b>Total general</b>		<b>3,166.80</b>		<b>100.00%</b>

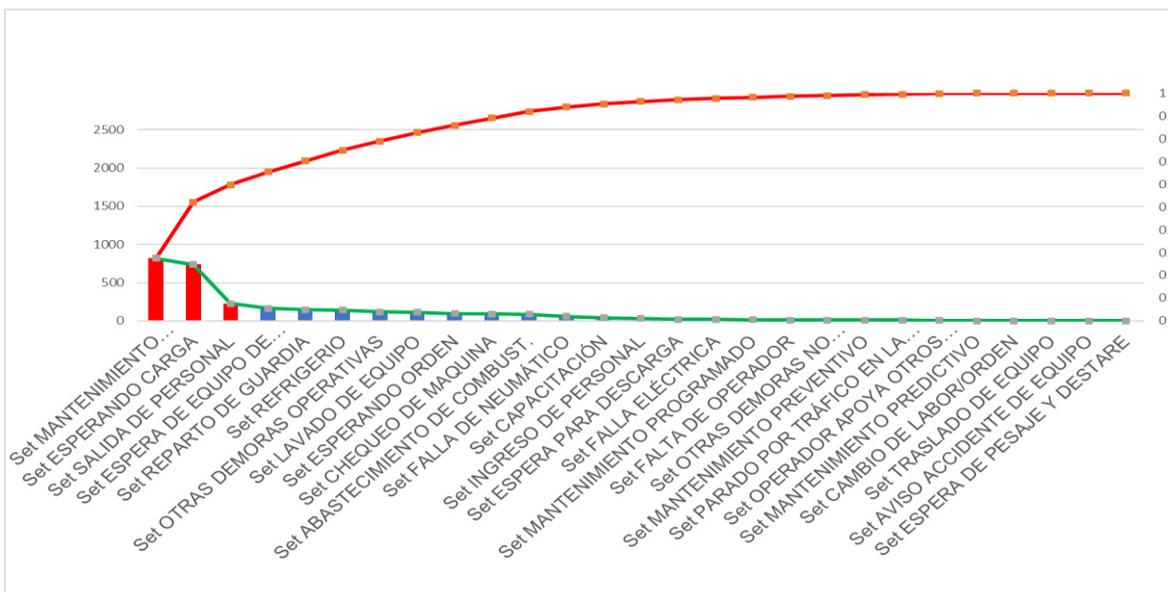


**Tabla 42. Cálculo Pareto setiembre, periodo 2019 de la unidad minera Ticlio**

SETIEMBRE 2019

Años	2019	
EMPRESA	(Todas)	
EQUIPO	(Todas)	
A_COD	(Varios elementos)	

FECHA	ACTIVIDAD	Valores		
		Frecuencia Hr.	% Acumulado	%
Set	MANTENIMIENTO CORRECTIVO/FALLA MEC.-ELECT.	819.22	27.51%	27.51%
	ESPERANDO CARGA	736.72	52.25%	24.74%
	SALIDA DE PERSONAL	225.98	59.84%	7.59%
	ESPERA DE EQUIPO DE CARGUIO	163.95	65.34%	5.51%
	REPARTO DE GUARDIA	145.12	70.21%	4.87%
	REFRIGERIO	140.20	74.92%	4.71%
	OTRAS DEMORAS OPERATIVAS	117.03	78.85%	3.93%
	LAVADO DE EQUIPO	114.25	82.69%	3.84%
	ESPERANDO ORDEN	96.97	85.94%	3.26%
	CHEQUEO DE MAQUINA	92.52	89.05%	3.11%
	ABASTECIMIENTO DE COMBUST.	86.02	91.94%	2.89%
	FALLA DE NEUMÁTICO	60.90	93.98%	2.04%
	CAPACITACIÓN	39.82	95.32%	1.34%
	INGRESO DE PERSONAL	32.67	96.42%	1.10%
	ESPERA PARA DESCARGA	20.27	97.10%	0.68%
	FALLA ELÉCTRICA	18.13	97.71%	0.61%
	MANTENIMIENTO PROGRAMADO	15.00	98.21%	0.50%
	FALTA DE OPERADOR	12.00	98.61%	0.40%
	OTRAS DEMORAS NO OPERATIVAS	10.75	98.98%	0.36%
	MANTENIMIENTO PREVENTIVO	10.57	99.33%	0.35%
	PARADO POR TRÁFICO EN LA VÍA	8.15	99.60%	0.27%
	OPERADOR APOYA OTROS TRABAJOS	7.40	99.85%	0.25%
	MANTENIMIENTO PREDICTIVO	3.03	99.95%	0.10%
	CAMBIO DE LABOR/ORDEN	0.58	99.97%	0.02%
	TRASLADO DE EQUIPO	0.37	99.99%	0.01%
	AVISO ACCIDENTE DE EQUIPO	0.22	99.99%	0.01%
	ESPERA DE PESAJE Y DESTARE	0.20	100.00%	0.01%
<b>Total general</b>		<b>2,978.02</b>	<b>100.00%</b>	<b>100.00%</b>

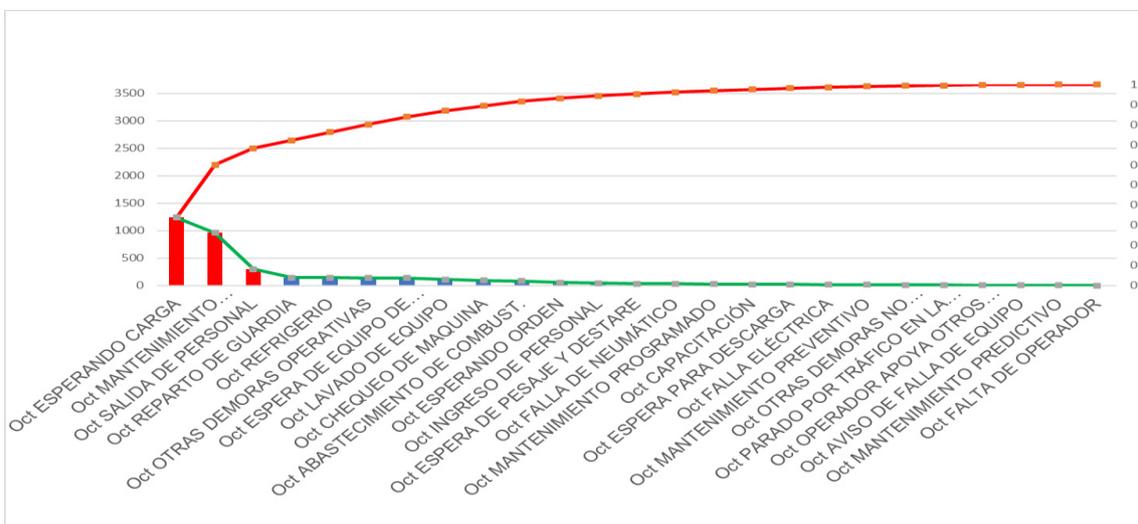


**Tabla 43. Cálculo Pareto octubre, periodo 2019 de la unidad minera Ticlio**

OCTUBRE 2019

Años	2019	
EMPRESA	(Todas)	
EQUIPO	(Todas)	
A_COD	(Varios elementos)	

FECHA	ACTIVIDAD	Valores		
		Frecuencia Hr.	% Acumulado	%
Oct	ESPERANDO CARGA	1,240.12	33.85%	33.85%
	MANTENIMIENTO CORRECTIVO/FALLA MEC.-ELECT.	961.10	60.08%	26.23%
	SALIDA DE PERSONAL	300.05	68.26%	8.19%
	REPARTO DE GUARDIA	146.15	72.25%	3.99%
	REFRIGERIO	145.83	76.23%	3.98%
	OTRAS DEMORAS OPERATIVAS	139.27	80.03%	3.80%
	ESPERA DE EQUIPO DE CARGUIO	139.00	83.83%	3.79%
	LAVADO DE EQUIPO	111.33	86.87%	3.04%
	CHEQUEO DE MAQUINA	91.65	89.37%	2.50%
	ABASTECIMIENTO DE COMBUST.	80.63	91.57%	2.20%
	ESPERANDO ORDEN	57.53	93.14%	1.57%
	INGRESO DE PERSONAL	46.72	94.41%	1.27%
	ESPERA DE PESAJE Y DESTARE	33.32	95.32%	0.91%
	FALLA DE NEUMÁTICO	30.45	96.15%	0.83%
	MANTENIMIENTO PROGRAMADO	26.27	96.87%	0.72%
	CAPACITACIÓN	23.30	97.51%	0.64%
	ESPERA PARA DESCARGA	20.98	98.08%	0.57%
	FALLA ELÉCTRICA	18.38	98.58%	0.50%
	MANTENIMIENTO PREVENTIVO	15.28	99.00%	0.42%
	OTRAS DEMORAS NO OPERATIVAS	11.57	99.31%	0.32%
	PARADO POR TRÁFICO EN LA VÍA	9.27	99.57%	0.25%
	OPERADOR APOYA OTROS TRABAJOS	6.67	99.75%	0.18%
	AVISO DE FALLA DE EQUIPO	4.95	99.88%	0.14%
	MANTENIMIENTO PREDICTIVO	3.10	99.97%	0.08%
	FALTA DE OPERADOR	1.17	100.00%	0.03%
<b>Total general</b>		<b>3,664.08</b>		<b>100.00%</b>

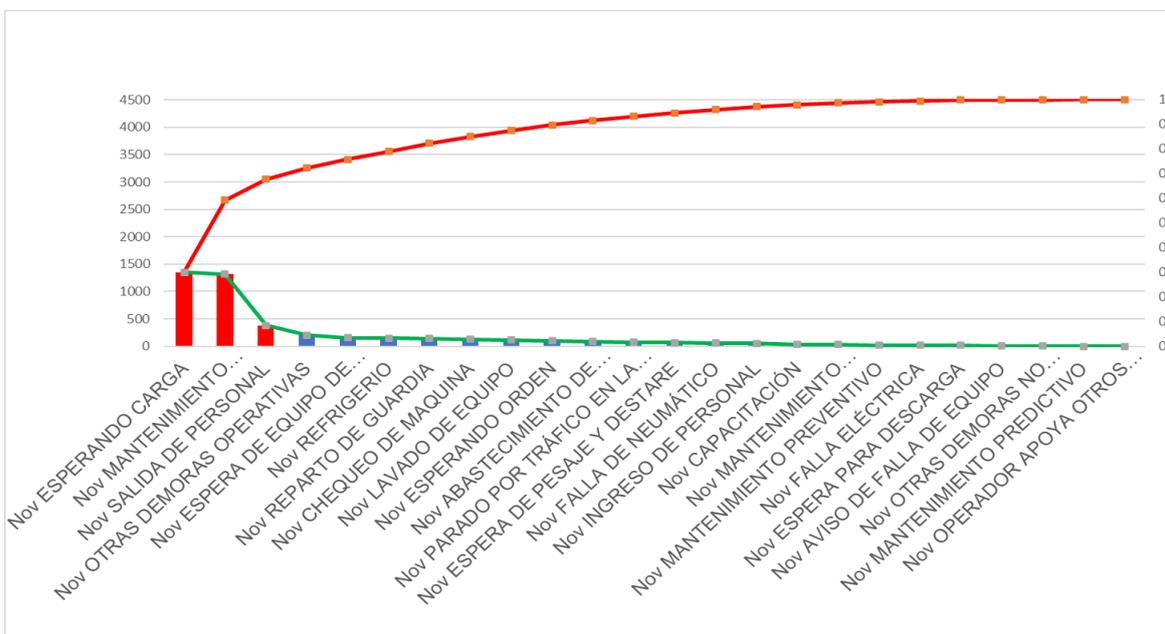


**Tabla 43. Cálculo Pareto noviembre, periodo 2019 de la unidad minera Ticlio**

NOVIEMBRE 2019

Años	2019	
EMPRESA	(Todas)	
EQUIPO	(Todas)	
A_COD	(Varios elementos)	

FECHA	ACTIVIDAD	Valores		
		Frecuencia Hr.	% Acumulado	%
Nov	ESPERANDO CARGA	1,353.27	30.04%	30.04%
	MANTENIMIENTO CORRECTIVO/FALLA MEC.-ELECT.	1,316.05	59.26%	29.22%
	SALIDA DE PERSONAL	383.07	67.76%	8.50%
	OTRAS DEMORAS OPERATIVAS	205.37	72.32%	4.56%
	ESPERA DE EQUIPO DE CARGUIO	153.28	75.72%	3.40%
	REFRIGERIO	149.62	79.05%	3.32%
	REPARTO DE GUARDIA	144.17	82.25%	3.20%
	CHEQUEO DE MAQUINA	124.75	85.02%	2.77%
	LAVADO DE EQUIPO	111.12	87.48%	2.47%
	ESPERANDO ORDEN	98.67	89.67%	2.19%
	ABASTECIMIENTO DE COMBUST.	84.93	91.56%	1.89%
	PARADO POR TRÁFICO EN LA VÍA	73.10	93.18%	1.62%
	ESPERA DE PESAJE Y DESTARE	65.87	94.64%	1.46%
	FALLA DE NEUMÁTICO	59.68	95.97%	1.32%
	INGRESO DE PERSONAL	52.95	97.14%	1.18%
	CAPACITACIÓN	34.58	97.91%	0.77%
	MANTENIMIENTO PROGRAMADO	32.25	98.63%	0.72%
	MANTENIMIENTO PREVENTIVO	21.58	99.11%	0.48%
	FALLA ELÉCTRICA	18.18	99.51%	0.40%
	ESPERA PARA DESCARGA	15.00	99.84%	0.33%
	AVISO DE FALLA DE EQUIPO	3.67	99.92%	0.08%
	OTRAS DEMORAS NO OPERATIVAS	2.00	99.97%	0.04%
	MANTENIMIENTO PREDICTIVO	0.88	99.99%	0.02%
	OPERADOR APOYA OTROS TRABAJOS	0.50	100.00%	0.01%
<b>Total general</b>		<b>4,504.53</b>		<b>100.00%</b>

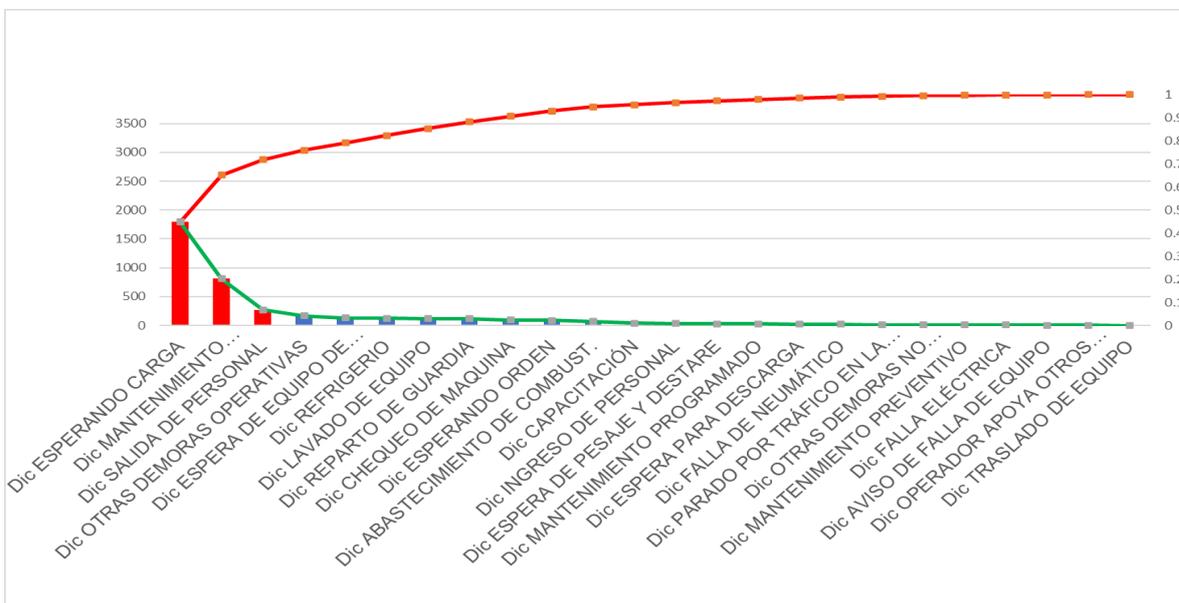


**Tabla 44. Cálculo Pareto diciembre, periodo 2019 de la unidad minera Ticlio**

DICIEMBRE 2019

Años	2019	
EMPRESA	(Todas)	
EQUIPO	(Todas)	
A_COD	(Varios elementos)	

FECHA	ACTIVIDAD	Valores		
		Frecuencia Hr.	% Acumulado	%
Dic	ESPERANDO CARGA	1,793.93	44.87%	44.87%
	MANTENIMIENTO CORRECTIVO/FALLA MEC.-ELECT.	809.93	65.12%	20.26%
	SALIDA DE PERSONAL	267.50	71.81%	6.69%
	OTRAS DEMORAS OPERATIVAS	166.05	75.97%	4.15%
	ESPERA DE EQUIPO DE CARGUIO	129.27	79.20%	3.23%
	REFRIGERIO	122.95	82.27%	3.07%
	LAVADO DE EQUIPO	120.72	85.29%	3.02%
	REPARTO DE GUARDIA	118.80	88.26%	2.97%
	CHEQUEO DE MAQUINA	94.15	90.62%	2.35%
	ESPERANDO ORDEN	90.47	92.88%	2.26%
	ABASTECIMIENTO DE COMBUST.	71.82	94.68%	1.80%
	CAPACITACIÓN	38.12	95.63%	0.95%
	INGRESO DE PERSONAL	35.13	96.51%	0.88%
	ESPERA DE PESAJE Y DESTARE	30.67	97.28%	0.77%
	MANTENIMIENTO PROGRAMADO	27.00	97.95%	0.68%
	ESPERA PARA DESCARGA	22.37	98.51%	0.56%
	FALLA DE NEUMÁTICO	21.82	99.06%	0.55%
	PARADO POR TRÁFICO EN LA VÍA	11.00	99.33%	0.28%
	OTRAS DEMORAS NO OPERATIVAS	8.58	99.55%	0.21%
	MANTENIMIENTO PREVENTIVO	7.57	99.74%	0.19%
	FALLA ELÉCTRICA	7.38	99.92%	0.18%
	AVISO DE FALLA DE EQUIPO	1.87	99.97%	0.05%
	OPERADOR APOYA OTROS TRABAJOS	0.83	99.99%	0.02%
	TRASLADO DE EQUIPO	0.50	100.00%	0.01%
<b>Total general</b>		<b>3,998.42</b>		<b>100.00%</b>



**Tabla 45. Cálculo Pareto anual, periodo 2019 de la unidad minera Ticlio**

ACTIVIDAD	PARETO - ANUAL		
	Frecuencia Hr.	% Acumulado	% incidencia
ESPERANDO CARGA	9,399.58	26.47%	26.47%
MANTENIMIENTO CORRECTIVO/FALLA MEC.-ELECT.	7,760.03	48.33%	21.85%
ESPERA DE EQUIPO DE CARGUIO	2,538.26	55.48%	7.15%
SALIDA DE PERSONAL	2,387.04	62.20%	6.72%
ESPERANDO FRENTE DE TRABAJO - LIMPIEZA	1,903.95	67.56%	5.36%
OTRAS DEMORAS OPERATIVAS	1,653.72	72.22%	4.66%
ESPERANDO ORDEN	1,640.78	76.84%	4.62%
REPARTO DE GUARDIA	1,639.08	81.45%	4.62%
REFRIGERIO	1,479.13	85.62%	4.17%
CHEQUEO DE MAQUINA	1,087.98	88.68%	3.06%
ABASTECIMIENTO DE COMBUST.	819.09	90.99%	2.31%
FALLA DE NEUMÁTICO	502.65	92.41%	1.42%
LAVADO DE EQUIPO	489.58	93.79%	1.38%
CAPACITACIÓN	331.85	94.72%	0.93%
MANTENIMIENTO PREVENTIVO	288.83	95.53%	0.81%
INGRESO DE PERSONAL	270.60	96.30%	0.76%
MANTENIMIENTO PROGRAMADO	255.20	97.01%	0.72%
FALLA ELÉCTRICA	198.93	97.57%	0.56%
ESPERA PARA DESCARGA	188.67	98.11%	0.53%
PARADO POR TRÁFICO EN LA VÍA	158.58	98.55%	0.45%
ESPERA DE PESAJE Y DESTARE	132.03	98.92%	0.37%
OTRAS DEMORAS NO OPERATIVAS	127.15	99.28%	0.36%
OPERADOR APOYA OTROS TRABAJOS	67.65	99.47%	0.19%
TRASLADO DE EQUIPO	67.43	99.66%	0.19%
MANTENIMIENTO PREDICTIVO	49.03	99.80%	0.14%
AVISO DE FALLA DE EQUIPO	25.45	99.87%	0.07%
FALTA DE OPERADOR	15.52	99.92%	0.04%
AVISO ACCIDENTE DE EQUIPO	11.63	99.95%	0.03%
ESPERANDO FRENTE DE TRABAJO - VENTILACION	5.67	99.97%	0.02%
FALTA VENTILACION	3.33	99.97%	0.01%
INSTALACIÓN DE ACCESORIOS	3.25	99.98%	0.01%
CAMBIO DE LABOR/ORDEN	2.73	99.99%	0.01%
ESPERANDO FRENTE DE TRABAJO - SOSTENIMIENTO	1.73	100.00%	0.00%
FALTA DE INSUMOS/ACCESORIOS	0.67	100.00%	0.00%
LABOR MAL PREPARADA	0.33	100.00%	0.00%
FALTA DE SERVICIOS - ENERGÍA	0.33	100.00%	0.00%
<b>TOTAL GENERAL</b>	<b>35,507.51</b>		<b>100.00%</b>

