

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS**



**“OPTIMIZACIÓN DEL USO DE LOS EQUIPOS DE CARGUÍO Y ACARREO EN  
MINERÍA SUPERFICIAL EN LA COMPAÑÍA MINERA CORPORACIÓN DEL  
CENTRO GOLD MINING SAC - REGIÓN LA LIBERTAD”**

**TESIS**

**PRESENTADA POR:**

**Bach. ARTURO CAHUARI SANTA CRUZ**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO DE MINAS**

**PUNO – PERÚ**

**2019**

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO - PUNO  
FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS



TESIS

“OPTIMIZACIÓN DEL USO DE LOS EQUIPOS DE CARGUÍO Y ACARREO EN  
MINERIA SUPERFICIAL EN LA COMPAÑÍA MINERA CORPORACIÓN DEL  
CENTRO GOLD MINING SAC - REGIÓN LA LIBERTAD”

PRESENTADA POR:

Bach. ARTURO CAHUARI SANTA CRUZ

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO DE MINAS

APROBADA POR:

PRESIDENTE:

  
M.Sc. Américo Arizaca Avalos

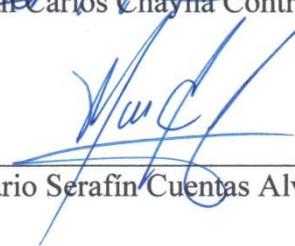
PRIMER MIEMBRO:

  
Ing. Arturo Rafael Chayña Rodriguez

SEGUNDO MIEMBRO:

  
Ing. Juan Carlos Chayña Contreras

DIRECTOR / ASESOR:

  
Mg. Mario Serafín Cuentas Alvarado

Área : Ingeniería de Minas

Tema : Operaciones Mina

**DEDICATORIA**

*Con profundo amor y respeto:*

*A mis amados padres Edmundo y Teodora, por su invaluable apoyo y comprensión, por inculcarme siempre el camino del bien y el enorme sacrificio que hicieron para cumplir esta meta.*

*A mí amada esposa Rossmery y mi querida hija Valentina por su incondicional y valioso apoyo, para conseguir este gran logro.*

*A mis queridos Hermanos; con profundo cariño y amor, quienes siempre me apoyaron moralmente.*

*Con mucho cariño,*

***Arturo Cahuari Santa Cruz.***

## AGRADECIMIENTOS

*Expreso mi más sincero y profundo agradecimiento a:*

*La Universidad Nacional del Altiplano – Puno mi alma mater; a la Facultad de Ingeniería de Minas, por cobijarme en el transcurso de mi carrera.*

*Al director de mi tesis, Dr. Mario Cuentas Alvarado, por siempre mostrarse dispuesto a ayudarme y por la orientación y amistad brindada a lo largo de la investigación, a los docentes de la Facultad de Ingeniería de Minas, por su abnegada labor fundamental quienes me guiaron a estimular mis estudios y superación profesional.*

*También mi reconocimiento a la Compañía Minera Corporación del Centro Gold Mining SAC, al Ing. Raul Martin Oblitas Vila y Ing. Filiberto Mamani Calcina, quienes confiaron en mi persona, incorporando a ser parte de la familia minera, a los ingenieros de la empresa que me enseñaron el liderazgo y a continuar conquistando mayores logros, desarrollándome como persona y profesionalmente.*

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE FIGURAS .....	v
ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE FOTOS.....	xii
RESUMEN.....	1
ABSTRACT .....	2

### CAPÍTULO I

#### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. INTRODUCCIÓN .....	3
1.2. Formulación del problema .....	4
1.3. Justificación de la investigación.....	4
1.4. Objetivos de la investigación .....	5
1.5. Limitaciones de la Investigación.....	5
1.6. Delimitaciones del área de investigación.....	5

### CAPITULO II

#### REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	6
2.2. MARCO TEÓRICO.....	12
2.3. HIPÓTESIS DE INVESTIGACION .....	26

### CAPITULO III

#### MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Tipo de investigación .....	27
3.2. Nivel de investigación.....	27
3.3. Diseño de la investigación .....	27
3.4. Población y muestra de la investigación .....	27
3.5. Ubicación y descripción de la población .....	28
3.6. Material experimental .....	33
3.7. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	34
3.8. Plan de tratamiento de los datos.....	37
3.9. Diseño de tratamiento para la prueba de hipótesis.....	38

#### CAPITULO IV

#### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Fase de preprueba.....	39
4.2. Fase de Posprueba.....	39
4.3. Resultados Comparativos de la Investigación.....	39
DISCUSIONES .....	49
CONCLUSIONES.....	50
RECOMENDACIONES .....	51
BIBLIOGRAFIA .....	52
ANEXOS .....	54

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Proceso de Optimización .....	12
Figura 2: Distribución del Tiempo .....	15
Figura 3: Identificación de Tiempos y de las Seis Grandes Pérdidas.....	18
Figura 4: Rimpull de los Camiones utilizados en la Operación .....	20
Figura 5: Vista 3D de superficie topográfica y red MSHaulage .....	21
Figura 6: Vista de plano de todos los componentes de una red MSHaulage.....	21
Figura 7: Ubicación del Proyecto Minero El Toro .....	28
Figura 8: Yacimiento del Proyecto Minero El Toro.....	30
Figura 9: Columna Estratigráfica del Proyecto Minero El Toro .....	30
Figura 10: Mapa Geológico Estructural del Proyecto Minero El Toro .....	31
Figura 11: Modelo Litológico del Proyecto Minero El Toro .....	32
Figura 12: Vista de Sección de los Recursos Minerales.....	32
Figura 13: Clasificación de Leyes Según Modelo de Bloques.....	33
Figura 14: Vista tridimensional de la Mina .....	33
Figura 15: Diseño con preprueba, posprueba y grupo de control.....	35
Figura 16: Plan de tratamiento de datos .....	37
Figura 17: Disponibilidad Mecánica Preprueba vs Posprueba .....	40
Figura 18: Utilización Preprueba vs Posprueba .....	40
Figura 19: Producción Horaria Preprueba vs Posprueba (1) .....	41
Figura 20: Producción Horaria Preprueba vs Posprueba (2) .....	41
Figura 21: OEE Preprueba vs Posprueba .....	42
Figura 22: Velocidad Promedio de Volquetes.....	42
Figura 23: Velocidad Promedio de Volquetes.....	43
Figura 24: Producción de Tajo y Remanejo .....	43

Figura 25: Aporte de Onzas Preprueba vs Posprueba .....	44
Figura 26: Evolución Mensual de Horas Pagadas (Promedio por día).....	44
Figura 27: Contratistas Representativos .....	45
Figura 28: Disponibilidad Mecánica Excavadora 345 – SERVISAP (preprueba).....	54
Figura 29: Disponibilidad Mecánica Excavadora 349 – SAGITARIO (preprueba) .....	54
Figura 30: Disponibilidad Mecánica Excavadora 349 – SERVISAP (preprueba).....	55
Figura 31: Disponibilidad Mecánica Excavadora 349 – THIAN (preprueba) .....	55
Figura 32: Disponibilidad Mecánica Excavadora 374 – MACOMIC (preprueba) .....	55
Figura 33: Disponibilidad Mecánica Excavadora 347 – SAGITARIO (preprueba) .....	56
Figura 34: Disponibilidad Mecánica Excavadora 374 – SERVISAP (preprueba).....	56
Figura 35: Disponibilidad Mecánica Excavadora 750– CEDAR (preprueba) .....	56
Figura 36: Disponibilidad Mecánica Excavadora 345 – SERVISAP (posprueba) .....	57
Figura 37: Disponibilidad Mecánica Excavadora 349 – SAGITARIO (posprueba).....	57
Figura 38: Disponibilidad Mecánica Excavadora 349 – SERVISAP (posprueba) .....	58
Figura 39: Disponibilidad Mecánica Excavadora 349 – THIAN (posprueba).....	58
Figura 40: Disponibilidad Mecánica Excavadora 374 – MACOMIC (posprueba).....	58
Figura 41: Disponibilidad Mecánica Excavadora 374 – SAGITARIO (posprueba).....	59
Figura 42: Disponibilidad Mecánica Excavadora 374 – SERVISAP (posprueba) .....	59
Figura 43: Disponibilidad Mecánica Excavadora 750 – CEDAR (posprueba).....	59
Figura 44: Utilización Excavadora 345 – SERVISAP (preprueba) .....	60
Figura 45: Utilización Excavadora 349 – SAGITARIO (preprueba).....	60
Figura 46: Utilización Excavadora 349 – SERVISAP (preprueba) .....	61
Figura 47: Utilización Excavadora 349 – THIAN (preprueba).....	61
Figura 48: Utilización Excavadora 374 – MACOMIC (preprueba).....	61
Figura 49: Utilización Excavadora 374 – SAGITARIO (preprueba).....	62

Figura 50: Utilización Excavadora 374 – SERVISAP (preprueba) .....	62
Figura 51: Utilización Excavadora 750 – CEDAR (preprueba).....	62
Figura 52: Utilización Excavadora 345 – SERVISAP (posprueba) .....	63
Figura 53: Utilización Excavadora 349 – SAGITARIO (posprueba) .....	63
Figura 54: Utilización Excavadora 34 – SERVISAP (posprueba) .....	64
Figura 55: Utilización Excavadora 349 – THIAN (posprueba) .....	64
Figura 56: Utilización Excavadora 374 – MACOMIC (posprueba) .....	64
Figura 57: Utilización Excavadora 374 – SAGITARIO (posprueba) .....	65
Figura 58: Utilización Excavadora 374 – SERVISAP (posprueba) .....	65
Figura 59: Utilización Excavadora 750 – CEDAR (posprueba) .....	65
Figura 60: Producción Excavadora 345 – SERVISAP (preprueba) .....	66
Figura 61: Producción Excavadora 349 – SAGITARIO (preprueba) .....	66
Figura 62: Producción Excavadora 349 – SERVISAP (preprueba) .....	67
Figura 63: Producción Excavadora 349 – THIAN (preprueba) .....	67
Figura 64: Producción Excavadora 374 – MACOMIC (preprueba) .....	67
Figura 65: Producción Excavadora 374 – SAGITARIO (preprueba) .....	68
Figura 66: Producción Excavadora 374 – SERVISAP (preprueba) .....	68
Figura 67: Producción Excavadora 750 – CEDAR (preprueba) .....	68
Figura 68: Producción Excavadora 345 – SERVISAP (posprueba).....	69
Figura 69: Producción Excavadora 349 – SAGITARIO (posprueba).....	69
Figura 70: Producción Excavadora 349 – SERVISAP (posprueba).....	70
Figura 71: Producción Excavadora 349 – THIAN (posprueba) .....	70
Figura 72: Producción Excavadora 374 – MACOMIC (posprueba).....	70
Figura 73: Producción Excavadora 374 – SAGITARIO (posprueba).....	71
Figura 74: Producción Excavadora 374 – SAGITARIO (posprueba).....	71

Figura 75: Producción Excavadora 750 – CEDAR (posprueba).....	71
Figura 76: OEE Excavadora 345 – SERVISAP (preprueba) .....	72
Figura 77: OEE Excavadora 349 – SAGITARIO (preprueba).....	72
Figura 78: OEE Excavadora 349 – SERVISAP (preprueba) .....	73
Figura 79: OEE Excavadora 349 – THIAN (preprueba).....	73
Figura 80: OEE Excavadora 374 – MACOMIC (preprueba).....	73
Figura 81: OEE Excavadora 374 – SAGITARIO (preprueba).....	74
Figura 82: OEE Excavadora 374 – SERVISAP (preprueba) .....	74
Figura 83: OEE Excavadora 750 – CEDAR (preprueba).....	74
Figura 84: OEE Excavadora 345 – SERVISAP (posprueba) .....	75
Figura 85: OEE Excavadora 349 – SAGITARIO (posprueba) .....	75
Figura 86: OEE Excavadora 349 – SERVISAP (posprueba) .....	76
Figura 87: OEE Excavadora 349 – THIAN (posprueba) .....	76
Figura 88: OEE Excavadora 347 – MACOMIC (posprueba) .....	76
Figura 89: OEE Excavadora 374 – SAGITARIO (posprueba) .....	77
Figura 90: OEE Excavadora 374 – SERVISAP (posprueba) .....	77
Figura 91: OEE Excavadora 750 – CEDAR (posprueba) .....	77
Figura 92: Promedio Producción Diaria (preprueba) .....	78
Figura 93: Promedio Producción Diaria (posprueba).....	78
Figura 94: Producción Mensual (preprueba).....	79
Figura 95: Producción Mensual (posprueba).....	79
Figura 96: Material Transportado por Mes (preprueba).....	80
Figura 97: Material Transportado por Mes (posprueba) .....	80
Figura 98: Velocidad / Pendiente de equipos Cargados y Vacíos.....	81
Figura 99: Velocidad Camiones Cargados (Km/Hr) Ideal vs. Real .....	82

Figura 100: Plano de comportamiento Velocidad Vs. Pendiente Unidad Minera El Toro .....	82
Figura 101: Ruta-grama de Pendientes Unidad Minera El Toro (TAJO).....	84
Figura 102: Ruta-grama de Pendientes Unidad Minera El Toro (BOTADERO).....	84
Figura 103: Ruta-grama de Pendientes Unidad Minera El Toro (PAD) .....	85
Figura 104 Ruta-grama de Velocidades Unidad Minera El Toro (TAJO) .....	85
Figura 105: Ruta-grama de Velocidades Unidad Minera El Toro (BOTADERO) .....	86
Figura 106: Ruta-grama de Velocidades Unidad Minera El Toro (PAD).....	86
Figura 107: Ruta-grama de Velocidades volquetes vacíos Unidad Minera El Toro (PAD) .....	87
Figura 108: Ruta-grama de Velocidades volquetes cargados Unidad Minera El Toro (PAD).....	87
Figura 109: Plan de mejora vía Perimetral del TAJO .....	89
Figura 110: Plan de mejora vía superior del TAJO .....	89
Figura 111: Plan de mejora vía interna del TAJO .....	89
Figura 112: Plan de mejora vía PAD 01 .....	90
Figura 113: Plan de mejora vía PAD 02.....	90

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Estándar de OEE en la Unidad Minera el Toro.....	18
Tabla 2: Velocidades Desarrolladas por los Camiones Volvo FMX 8X4 20 m3.....	19
Tabla 3: Especificaciones Técnicas de los Cargadores .....	20
Tabla 4: Accesibilidad del Proyecto Minero El Toro.....	29
Tabla 5: Resumen de Recursos Minerales.....	32
Tabla 6: Equipos de Acarreo .....	34
Tabla 7: Equipos de Carguío .....	34
Tabla 8: Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	35
Tabla 9: Diseño de preprueba y posprueba para la optimización de la operación de transporte .....	36
Tabla 10: Comparativo de Disponibilidad Mecánica Planificada, Preprueba y Posprueba .....	45
Tabla 11: Comparativo de Utilización Planificada, Preprueba y Posprueba.....	45
Tabla 12: Cuadro Comparativo de Producción Horaria Preprueba y Posprueba .....	46
Tabla 13: Cuadro Comparativo de OEE Preprueba y Posprueba.....	46
Tabla 14: Comparativo de Velocidad de Volquetes Planificado, Preprueba y Posprueba .....	46
Tabla 15: Comparativo de Dimensionamiento de flota Plan Anual vs Ejecutado, Preprueba - Posprueba.....	46
Tabla 16: Comparativo de Material Transportado proveniente del Tajo, Desmote, Stock y Remanejo; Preprueba – Posprueba.....	47
Tabla 17: Comparativo de Dimensionamiento de flota Plan Anual vs Ejecutado, Preprueba y Posprueba .....	47
Tabla 18: Comparativo de Aporte de Oz por mes Planificado, Preprueba y Posprueba	47

Tabla 19: Cuadro Comparativo de Horas Pagadas por día Preprueba - Posprueba .....	48
Tabla 20: Comparativo de Facturación Mensual.....	48
Tabla 21: Cuadro Comparativo de Costo de Mina Mensual .....	48
Tabla 22: Velocidad / Pendiente de equipos Cargados y Vacíos .....	81
Tabla 23: Comportamiento Velocidad Vs. Pendiente Unidad Minera El Toro volquetes de 20m <sup>3</sup> (VOLVO) .....	83
Tabla 24: Comportamiento Velocidad Vs. Pendiente Unidad Minera El Toro volquetes de 20m <sup>3</sup> (SCANIA).....	83

**ÍNDICE DE FOTOS**

Foto 1: Equipo de Carguío Preprueba .....	98
Foto 2: Equipo de Acarreo Preprueba .....	98
Foto 3: Equipo de Carguío Posprueba.....	99
Foto 4: Equipo de Acarreo Posprueba.....	99
Foto 5: Tajo Diana Fase 5.....	100
Foto 6: Tajo Diana Fase 4.....	100
Foto 7: Botadero Norte .....	101
Foto 8: PAD 01 .....	101
Foto 9: PAD 02 en Proceso Construcción.....	102

## RESUMEN

Las operaciones en la Compañía Minera, Corporación del Centro Gold Mining S.A.C. en la Unidad Minera El Toro se realizan aplicando el método de explotación a tajo abierto (Open Pit). El pit se ha diseñado para ser explotado en bancos de 8m de altura. El mineral es cargado con excavadoras 349 y 374 y es transportado por volquetes de 20 m<sup>3</sup>. El mineral se apila formando un PAD y es tratado con solución de cianuro. El oro se recupera usando columnas de carbón activado, seguido de electrodeposición y fundición luego pasa a hornos para los procesos de reactivación térmica del carbón. La investigación surgió a raíz de problemas en el proceso de carguío y acarreo, ante tener una mala gestión de KPI'S, indicadores y estándares de los equipos de carguío y acarreo, es decir disponibilidad mecánica, utilización, rendimiento y OEE de un equipo de carguío, condiciones viales, número de viajes, ciclo, velocidad promedio, velocidad por pendiente en equipos de acarreo, los cuales tendrían bajos indicadores. Para ello se desarrolló una investigación de diseño experimental, de tipo descriptiva-analítica y enfoque cuantitativo bajo el método hipotético-deductivo de los KPI'S, indicadores y estándares de los equipos de carguío y acarreo, con el objetivo principal de optimizar el uso de los equipos de carguío y acarreo, y sustentar la metodología usada para incrementar la producción en el tajo Diana. Para la recolección de datos se emplearon las técnicas de observación sistemática y el seguimiento de KPI'S, indicadores y estándares de los equipos de carguío y acarreo mediante la base de datos de Dispatch y Control de Equipos. Con los resultados de investigación se valida la hipótesis tesis del estudio planteado, al comprobar que la aplicación de KPI'S, indicadores y estándares óptimos de esta manera se logra optimizar el uso de los equipos de carguío y acarreo e incrementada la producción en el tajo Diana.

**Palabras Clave:** Carguío, acarreo, velocidades, rendimiento, KPI, Indicadores

## ABSTRACT

Operations at Compañía Minera, Corporación del Centro Gold Mining S.A.C. at the El Toro Mining Unit are performed using the Open Pit method. The pit has been designed to be exploited in 8m high benches. The ore is loaded with 349 and 374 excavators and transported by 20 m<sup>3</sup> dump trucks. The ore is stacked to form a PAD and treated with cyanide solution. The gold is recovered using activated carbon columns, followed by electroplating and smelting then passes into furnaces for the thermal reactivation processes of the coal. The investigation arose as a result of problems in the loading and hauling process, due to poor management of KPI's, indicators and standards of loading and hauling equipment, i.e. mechanical availability, use, performance and OEE of a loading equipment, road conditions, number of trips, cycle, average speed, speed per slope in hauling equipment, which would have low indicators. For this purpose, an experimental design research was developed, of descriptive-analytical type and quantitative approach under the hypothetical-deductive method of the KPI's, indicators and standards of the loading and hauling equipment, with the main objective of optimizing the use of the loading and hauling equipment, and sustaining the methodology used to increase the production in Diana pit. Systematic observation techniques were used for data collection, as well as KPI's monitoring, indicators and standards for loading and hauling equipment through the Dispatch and Equipment Control database. The research results validate the hypothesis thesis of the proposed study, by verifying that the application of KPI's, indicators and optimal standards in this way optimizes the use of loading and hauling equipment and increased production in Diana pit.

**Keywords:** Loading, Carrying, Velocities, Throughput, KPI, Indicators.

## CAPÍTULO I

### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

#### 1.1. INTRODUCCIÓN

El éxito de una operación minera depende en gran parte de la gestión cuidadosa de cada una de sus operaciones, es por ello que las compañías dedicadas a esta actividad, siempre están en busca de nuevas oportunidades para la mejora de sus procesos a fin de lograr el desarrollo sostenible, propiciando un ambiente de trabajo seguro y saludable.

Actualmente la operación con los equipos de acarreo, el costo de acarreo representa el 38% del costo total de operaciones mina y el costo de carguío representa el 8%, y es como necesidad de las operaciones optimizar estas actividades para realizar una correcta gestión y optima producción es que se requiere evaluar y minimizar los tiempos muertos de los equipos de carguío y acarreo se podrá obtener una utilización alta y por ende una productividad aceptable en base al costo del equipo.

Por otro lado, se tiene énfasis en los rendimientos operativos de los equipos, es decir que los jefes del área de mina, tienen una preocupación que se concentra en tener mejores rendimientos; pero se tiene un desentendimiento de los factores económicos y operativos, ya que según el budget 2018 para el mes de junio el costo se elevará, incrementando la cantidad de volquetes ya que la mina se encuentra profundizando y se pretende iniciar con la fase 6, esto representa más congestión en la mina lo cual bajaría el rendimiento de los volquetes.

El incremento paulatino del costo horario de los camiones de acarreo, dan a entender que los años siguientes el costo continuará en aumento y aún más con camiones cuya vida económica proyectado se cumplió, esto es otra razón para analizar y plantear alternativas que generen mayores beneficios; por ello se plantea el presente trabajo de investigación que lleva a la optimizar los KPI'S, indicadores y estándares para optimizar el uso de los equipos de carguío y acarreo en la Unidad Minera E l Toro de la Compañía Minera Corporación del Centro Gold Mining S.A.C.

## 1.2. Formulación del problema

### 1.2.1. Problema general

- ¿De qué manera se puede optimizar el uso de los equipos de carguío y acarreo, y sustentar la metodología usada para incrementar la producción en el tajo Diana en la Compañía Minera Corporación del Centro Gold Mining SAC – Region La Libertad?

### 1.2.2. Problema específico

- ¿De qué manera se puede incrementar el rendimiento de los equipos de carguío y acarreo de la Compañía Minera Corporación del Centro Gold Mining SAC – Región La Libertad en un 10%.?
- ¿De qué manera se puede incrementar la producción en el tajo Diana de la Compañía Minera Corporación del Centro Gold Mining SAC – Región La Libertad en un 10%.?

## 1.3. Justificación de la investigación.

En el actual escenario, las operaciones mineras en la Unidad Minera El Toro de la Compañía Minera Corporación del Centro Gold Mining S.A.C., reportan costos de acarreo representa el 38 % del costo total de operaciones mina y el costo de carguío representa el 8%, costo que para junio del 2018 incrementada ya que se incrementada la cantidad de volquetes puesto que la mina se encuentra profundizando y se pretende iniciar con la fase 6.

Se realizada un estudio de tiempo para comparar el rendimiento de carguío y acarreo de flota con las especificaciones del fabricante, coincidencia con el análisis de equipos de carguío y acarreo, análisis de disponibilidad mecánica, utilización, rendimiento y OEE de un equipo de carguío, condiciones viales, número de viajes, ciclo, velocidad promedio, velocidad por pendiente, además identificar los tramos donde haya mayor congestión y/o transitabilidad de los equipos donde no puedan desenvolverse a la velocidad deseada, para así plantear rutas alternas y/o mejora de las vías y un estudio de velocidades así obtener un rendimiento aceptable de los equipos en la Unidad Minera El Toro de la Compañía Minera Corporación del Centro Gold Mining SAC.

#### **1.4. Objetivos de la investigación**

##### **1.4.1. Objetivo general**

- Optimizar el uso de los equipos de carguío y acarreo, y sustentar la metodología usada para incrementar la producción en el tajo Diana en la Compañía Minera Corporación del Centro Gold Mining SAC – Región La Libertad

##### **1.4.2. Objetivos específicos.**

- Incrementar el rendimiento de los equipos de carguío y acarreo de la Compañía Minera Corporación del Centro Gold Mining SAC – Región La Libertad en un 10%.
- Incrementar la producción en el tajo Diana de la Compañía Minera Corporación del Centro Gold Mining SAC – Región La Libertad en un 10%.

#### **1.5. Limitaciones de la Investigación.**

El presente trabajo de investigación no presenta limitaciones, ya que se cuenta con toda la disposición de la data proporcionada por las áreas de control de equipos y dispatch. De igual manera, se contó con el material necesario y el apoyo del personal operativo de la Unidad Minera El Toro de la Compañía Minera Corporación del Centro Gold Mining SAC para la recolección de estos datos. Así como el respaldo de las jefaturas y supervisión de las áreas involucradas para la aplicación del presente proyecto de investigación.

#### **1.6. Delimitaciones del área de investigación.**

La unidad de análisis de esta investigación estuvo determinada por las operaciones unitarias de carguío y acarreo en la Unidad Minera El Toro de la Compañía Minera Corporación del Centro Gold Mining SAC, que se dedica a la extracción de oro en el departamento de La Libertad. Para ello se analizó los datos relacionados a las operaciones unitarias de carguío y acarreo de los meses de enero, febrero, marzo, abril, mayo, junio, julio, agosto, septiembre, y octubre del 2018.

## CAPITULO II

### REVISIÓN DE LITERATURA

#### 2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

(Mkhatshwa, 2009). En su trabajo titulado “Optimization of the loading and hauling fleet at Mamatwan open pit mine”, concluye que a partir de los datos de tiempo de ciclo promedio de los tres turnos diferentes que se están trabajando en la mina, se calculó que el tiempo de trabajo promedio por turno es de tres horas y media por turno de ocho horas. La disminución en el tiempo de rendimiento es causada por factores como: Reunión de seguridad diaria (que toma un promedio de una hora), el servicio diario de la máquina (que toma un promedio de una hora, cuarenta y cinco minutos), salir del pozo unos treinta minutos antes, y otros factores. De los cálculos del tiempo del ciclo, se puede ver que la producción por camión puede duplicarse si los camiones operan por un promedio de seis horas y media por turno de ocho horas. El diseño incorrecto del ancho del camino también influye en la producción Rendimiento de los transportistas en la mina agrupando. Los El ancho correcto del camino en la mina Mamatwan debe ser de 21.35 m, pero El ancho promedio actual del camino de acarreo es de 15.096 m. La resistencia a la rodadura también es uno de los factores que afectan Tiempo de producción en la mina. La mina tiene camino suficiente equipo de mantenimiento que puede reducir el RR a un nivel deseado valor del 2%; claramente este equipo no se está utilizando eficazmente. De los cálculos, se ve claramente que, si el RR pudiera ser reducido al 2% en cada tramo de carretera, luego cada ciclo por camión se puede reducir a 2.196 minutos. Esto significa que habrá una disminución en el costo operativo del transportista, pero un aumento en la producción. Fragmentación mal arruinada y coincidencia incorrecta de cubos aumenta los costos operativos totales. La corriente El tamaño del cucharón de la excavadora es de 5,5 m<sup>3</sup>. Pero según el cálculos y especificaciones del fabricante de Caterpillar, el tamaño correcto del cucharón de la excavadora para que coincida con el El camión 777D Cat debe tener al menos 8,5 m<sup>3</sup>. Ha sido calculó que, debido a la coincidencia incorrecta de cubos, en cada segundo día el costo operativo de cada camión y excavadora aumenta en R5 924.82 y hasta R84 714.32 por mes.

(Belete, Estenoz, & Diéguez, 2016). En su investigación titulada “Rendimiento del Equipamiento Minero de Arranque-Carga-Transporte de La Empresa Comandante Ernesto” concluyen que el rendimiento del equipo minero óptimo que considera la sincronización de los equipos de arranque-carga-transporte de cualquier tipo y capacidad,

en función del volumen y la distancia de transportación del material. Se desarrolló un método para determinar la relación entre la capacidad de la cuchara de la excavadora, cama del camión y distancia de transportación, que permite disminuir el consumo específico de combustible por toneladas de mineral extraído y transportado, así como alcanzar el mayor grado de homogenización del material en la cama del camión, y finalmente se determinó la variante más efectiva desde el punto de vista de consumo energético (la variante Camión rígido - Dragalina con capacidad de la cama de 30 t), y desde el punto de vista minero –técnico, resultó ser la variante camión articulado- Dragalina con capacidad de la cama de 21.6 t..

(Marsilli, Fernández, León, & Estenoz, 2011). En las conclusiones de su trabajo titulado “Análisis de Indicadores y Cálculo de la Efectividad de la Extracción y el Transporte de Mineral en la Mina de la Empresa CMDTE. Ernesto Che Guevara” indican que. Favorecer continuamente las condiciones operativas de los frentes mineros de explotación y vías de acceso y circulación del transporte; para el eficiente desarrollo de estas actividades. Mejorar y controlar la organización y logística de las actividades indirectas a la producción para la reducción de tiempos perdidos por estos conceptos. La actividad de extracción y transporte de mineral afectan sus índices productivos mensuales en aproximadamente 45 000 m<sup>3</sup>, representando 5 días de operaciones al mes. La disponibilidad técnica de extracción se reduce un 8 % y para el transporte un 12 % de la planificada (82 %); requiriéndose mayor cumplimiento de solución. Concretar el incremento de los equipos planificados por Leasing. Incorporar medios auxiliares de transportación de personal y comunicación para agilizar las orientaciones y operaciones.

(Escamilla, Meza, Llamas, 2011). En su trabajo de investigación titulado “Estudio de Productividad del Equipo de Carga en una Mina de Mineral de Fierro a Cielo Abierto”, indican que. Bajo las actuales condiciones de operación, la utilización neta y la productividad del equipo de carga son bajas; este se encuentra subutilizado, ya que generalmente opera con un número de camiones menor al requerido, lo cual genera que la interrupción por la falta de camión sea la de mayor impacto en tiempo y frecuencia. La baja capacidad del sistema de trituración, es la principal causa de que el equipo de carga no opere con el número adecuado de camiones. La productividad del equipo de acarreo, es afectada por su obsolescencia y estado físico; ya que además de provocar interrupciones frecuentes por mantenimiento correctivo el número real de toneladas por viaje es significativamente menor al de diseño. Trabajando con el número adecuado de

camiones, el equipo de carga tiene capacidad potencial para cargar hasta 1,000 tph de mineral o 610 tph de material estéril por turno de trabajo en promedio; sin embargo, esto no será posible si no se incrementa la capacidad del sistema de trituración y se mejora el equipo de acarreo. La productividad por operador es muy variable debido a que existen muchos operadores para el equipo de carga. La productividad en el turno nocturno difiere significativamente con la de los turnos diurno y mixto a pesar de que se tiene una mayor utilización neta del equipo; lo cual probablemente se deba a la falta de visibilidad durante la noche. La fragmentación de la rezaga no es un factor que influye en la productividad.

(Lins de Noronha, Cano, Dos Reis, & Arroyo, 2018). En su investigación titulada “Dimensionamiento de Flota en las Operaciones de Carguío y Transporte Usando Modelos de Simulación de Sistemas”, concluyen que a través de la simulación se pueden elaborar modelos que representen de manera más precisa el modelo real de producción, cuyo propósito es predecir el comportamiento de las entidades y analizar los resultados. Además, el modelo permite la visualización del proceso de manera sistemática, integrada y unificada, facilitando el entendimiento y la evaluación del comportamiento de las operaciones ya mencionadas en varios escenarios. Las conclusiones más importantes a partir del estudio comparativo son las siguientes: i) En la simulación se establecieron variaciones en los tiempos y ciclos de rodada, y los resultados de estos escenarios permitieron ajustar la producción programada deseada. Los tiempos empleados en realizar cada actividad que compone el ciclo de producción de los equipamientos de carguío y transporte para el dimensionamiento analítico y estocástico están determinados por cantidades definidas como valor y funciones de probabilidad. A pesar de que los tiempos de ciclo son diferentes, la producción de la flota determinada con ambos métodos es consistente. ii) Al analizar el cálculo de dimensionamiento analítico (determinístico) y la simulación con base en la meta de producción para el año 2017, se concluye que es necesario el uso de seis excavadoras (cuatro CAT 336D y dos CAT 950H para el carguío de mineral y desmonte). Por otro lado, conforme a los resultados obtenidos, la meta puede ser alcanzada con cuatro camiones: dos para atender la producción de la planta en Fillercal y dos para Ouro Branco. Finalmente, la producción horaria estimada para el dimensionamiento analítico de la planta en Fillercal es igual a 330,62 t/h, y para la planta en Ouro Branco, 216,58 t/h. En cuanto al dimensionamiento determinístico para la planta en Fillercal es igual a 317,71 t/h, y para la planta en Ouro Branco 235,08 t/h. iii) Los índices de utilización de los equipos de carguío están relacionados con la cantidad de

material producido (requerido). En el dimensionamiento convencional, al considerar los cuatro camiones, el índice de utilización es de 15 % en clasificación, 8 % en chancadora, 9 % en las minas Osvaldo y Grande, 3 % en Mandacaru y 13 % en Antônio Ferreira. Mientras que en el dimensionamiento con simulación con cuatro camiones se tiene 25 % en la clasificación, 28 % en la chancadora, 20 % en las Minas Osvaldo y Grande, 7 % en la Mandacaru y 35 % en Antônio Ferreira. Considerando cinco camiones, se tiene 37 % en la clasificación, 28 % en la chancadora, 20 % en las Minas Osvaldo y Grande, 9 % en Mandacaru y 50 % en Antônio Ferreira. En el dimensionamiento convencional las tasas de utilización de las excavadoras son calculadas de acuerdo con la producción requerida; ya que en la simulación es el software el que calcula la capacidad de producción con el uso de cuatro y cinco camiones.

(Vera, 2016). En su tesis de pre-grado titulada Optimización de la Producción en Carguío y Acarreo Mediante la Utilización del Sistema Jigsaw – Leica en Minera Toquepala S.R.L., indica que el diagnóstico principal que se ha obtenido sobre la utilización del sistema de despacho Jigsaw - Leica, es que se ha observado un desconocimiento (por parte de quienes los operan), de la función y objetivo que tiene el sistema de optimización de flota, por lo que en muchos casos se persiguen objetivos divergentes a lo que realmente significa optimizar la utilización de los recursos. Se hace necesario que las personas que operan este sistema posean el entrenamiento adecuado, debido a que es en esta plataforma donde se administra las mayores inversiones (en cuanto a equipos) y costos, por lo es clave la preparación para poder sacarle el mejor provecho tanto a las herramientas de gestión, como a los recursos con los que se cuenta. Otro de los elementos importantes en cuanto a la utilización del sistema de despacho Jigsaw - Leica, son los procedimientos de actualización de la información y configuración por parte de los despachadores, ya que estos pasos son los que aseguran el correcto funcionamiento del sistema de asignación; en cuanto a los operadores que estos se rijan de acuerdo a las asignaciones que brinda el sistema de despacho en cada unidad de carguío y acarreo. Una vez observadas las deficiencias de la utilización del sistema, es necesario el poder apreciar de manera cuantitativa la oportunidad de mejora, por lo que a través de un modelo de programación lineal que brinda el mismo sistema de despacho, se ha elaborado una metodología que permite evaluar y cuantificar la brecha que existe entre la utilización óptima, y la utilización real de recursos. Esta metodología expresa diferencias en cuanto a configuración de rutas y distancias, finalmente estas diferencias se traducen en recursos

utilizados para satisfacer los mismos niveles de producción lo que significa un costo de ineficiencia. Este costo de ineficiencia en otras palabras, implica un costo oportunidad debido a los posibles usos de estos recursos. Con respecto al caso de estudio se ha podido observar diferencias reales entre la configuración propuesta por la programación lineal y lo realizado. Estas diferencias acumuladas a largos periodos de tiempo implican costos considerables que finalmente justifican la inversión de un plan de mejoramiento continuo de manera de llevar la operación hacia la frontera de producción mediante el buen manejo del sistema Jigsaw – Leica. La metodología propuesta, colabora efectivamente en poder visualizar la brecha hacia el óptimo rendimiento, y con ello poder evaluar el desempeño de cada operador en la operación, por lo que significa un aporte y una tremenda oportunidad de redirigir la operación hacia los niveles de efectividad y eficiencia con los que se diseñó el plan en base al buen manejo del sistema de despacho.

(Huarocc, 2014). En su tesis de pre-grado titulada “Optimización del Carguío y Acarreo de Mineral Mediante el Uso de Indicadores Claves de Desempeño U.M. Chuco II de la E.M. Upkar Mining S.A.C.”, concluye que la gestión de la producción para el análisis de la rentabilidad de cada uno de los procesos que incluye el ciclo de minado, tiene que estar ligado a un sistema de control que nos facilite una planeación y optimización de los procesos del ciclo de minado por ello se ha implementado indicadores de desempeño en la unidad minera Chuco II. La gestión de la producción mediante los indicadores de desempeño nos permite una reducción de costos en 0.44 \$/Tn en la operación unitaria de carguío de mineral y 0.34 \$/Tn en la operación de acarreo de mineral se ha tomado en cuenta la información histórica presente de los controles desarrollados con los cambios operativos desarrollados dentro de la operación de minado. La gestión de la producción mediante indicadores de desempeño nos permite mejorar la producción de mineral en la operación de carguío y acarreo es por ello que su mejora se observa en la cantidad de toneladas que se mueven por día de producción de mineral teniendo en cuenta que durante los meses de enero a mayo la producción promedio fue de 35,469 TNM y durante los meses de junio a setiembre la producción alcanzaría 45,039 TNM con una variación de 9,570 TNM esto conllevaría a la gestión operativa una mayor recuperación de mineral de los tajos operativos que se venían trabajando. La implementación de los indicadores de producción en la unidad minera nos permite formar un benchmarking y con ello comparar nuestros indicadores de desempeño con la de otras empresas que producen al mismo nivel de producción. Los indicadores de desempeño

vienen a ser estrategias operativas para poder buscar los principales defectos operativos que se muestran en el desarrollo de las operaciones de minado y así estos puedan ser medidos en condiciones posteriores a la modificación del proceso. El negocio minero al iniciar sus operaciones será necesario controlar mediante indicadores de desempeño ya que estos nos permitirán mantener un nivel adecuado de producción y una relación común con cada una de las gerencias de la empresa minera por ello su implementación está enfocada en mantener una mejora continua con relación a los diferentes estamentos de la organización minera. La necesidad de medir cada una de las actividades procesos de una determinada organización para la generación de valor dentro de la operación minera, es necesario recurrir a indicadores de desempeño que nos permitan visualizar el comportamiento organizacional de cada uno de los procesos dentro de la operación de minado. El uso de los indicadores de desempeño dentro de las operaciones básicas de minado nos permitirá tener un mayor conocimiento de las operaciones en cuanto se refiere al rendimiento, con ello poder tomar decisiones de optimización en niveles que son más recurrentes a la disminución de costos de operación. Los indicadores de desempeño no solo son números que cuantifican el nivel operativo de una operación unitaria, también sirven para alertar frente a posibles dificultades que se estén enfrentando en el proceso de extracción de metales, tal es así que cuando se tienen un rango de control los indicadores nos permitirán conocer si estamos desempeñándonos por un desarrollo operativo bueno o malo. Los indicadores de desempeño nos permitirán cuantificar las metas propuestas por las áreas de la gerencia de mina. Con esto poder comparar nuestro nivel productivo con la de otras empresas mineras que operan a un mismo nivel productivo. Con costos mucho más bajos con ello fomentar la competitividad organizacional. Usar los KPI en la gestión de la producción de mina no solo es cuantificar las operaciones de minado también es darle una medida a cada una de las operaciones unitarias de minado con ello poder estimar las pérdidas que podría ocasionar el desempeño en la organización. Los indicadores de desempeño son moldeables a diferentes industrias ya sean manufactureras como transformadoras o de explotación.

(Condori, 2017). En su tesis de pre-grado titulada “Optimización de la Operación Unitaria de Transporte con la Aplicación de Estándares de Diseño de Vías en la Unidad Minera Corihuarmi”, concluye que la aplicación de estándares de diseño de vías influyó positivamente en la optimización de la operación unitaria de transporte de la Unidad Minera Corihuarmi, ya que se logró reducir el ciclo de transporte de mineral en un tiempo

de 2.58 minutos y el ciclo de transporte de desmote en 1.49 minutos. Derivándose de estos la reducción del dimensionamiento de volquetes, de 9 a 8 en el primer caso; y de 6 a 5 en el segundo caso. También se logró aumentar la velocidad de recorrido tanto para el mineral como para el desmote, para el caso del recorrido de mineral con carga e logro incrementar en 3 km/h y de retorno vacío en 4 km/h; y para el caso del desmote recorrido con carga se logró aumentar en 3 km/h, para el retorno vacío se incrementó en 3.18 km/h. El diseño geométrico (peralte, bombeo, gradiente, etc.) y las condiciones de seguridad (anchos de muros, anchos y alturas de berma) son elementos fundamentales en el diseño de vías. Si se reducen los ciclos de tránsito y el dimensionamiento de volquetes, la operación unitaria de transporte, logrará ser optimizada. Pues el trabajo será más productivo y se reducirán los costos operativos.

## 2.2. MARCO TEÓRICO

### 2.2.1. Transporte en minería superficial

Indica que una mina a tajo abierto es una excavación superficial, que tiene como objeto la extracción de mineral económico, usualmente es necesario excavar grandes cantidades de roca estéril para lograr este objetivo. La selección de los parámetros de diseño, condiciones del mineral y la extracción de estéril, son decisiones bastante complejas desde el punto de vista de la ingeniería, ya que implica una considerable importancia en el ámbito económico. (Delgado, 2016).

De acuerdo al manual de (Estudios Mineros del Perú S.A.C., 2012) “El ciclo de explotación minera se puede definir como una sucesión de fases u operaciones básicas aplicadas tanto al material estético como al mineral. Según las condiciones del proyecto que se esté llevando a cabo, existirán o no otras operaciones auxiliares de apoyo cuya misión es hacer que se cumpla con la mayor eficiencia posible las operaciones básicas pertinentes. Las fases que engloba el ciclo minero a ciclo abierto son, generalmente, las siguientes (a) arranque., (b) carga, (c) transporte y (d) vertido”. (Ver figura 1)



Figura 1: Proceso de Optimización

Fuente: (Cámara Minera del Perú, 2016).

La fase de arranque es efectuada por unidades distintas de las que realizan la carga el transporte. Un caso puede ser, por ejemplo, aquel en el que el arranque lo realizan tractores de orugas, la carga de palas de ruedas y el transporte y vertido, volquetes, el ciclo básico estará, pues, constituido por la agregación de las siguientes fases individualizadas.

### 2.2.2. Transporte

El transporte es una de las operaciones unitarias pertenecientes al ciclo de minado, el cual consiste en el traslado de material mineralizado y/o estéril desde el yacimiento, esta operación tiene como punto de partida el frente de carguío hacia diferentes destinos correspondientes de acuerdo al tipo de material. (Gonzales, 2006).

#### Índices Operacionales Mineros

Se entiende que “de modo genérico y en función de su representatividad y contenido, estos índices operacionales mineros se pueden clasificar en cuatro grandes grupos” (Delgado, 2016):

**Índices Mecánicos:** Los que informan sobre la disponibilidad física de equipos e instalaciones y sus rendimientos o producciones por unidad de tiempo.

**Índices de Insumos:** Los que señalan magnitudes de los elementos consumidos para lograr una unidad de producto comercial o el rendimiento del insumo expresado en unidades de producto por unidad de elemento consumido.

**Índices Mineros:** Los que muestran las relaciones y/ o proporciones que toma la materia prima mineral y sus leyes al fluir por las distintas etapas del proceso de extracción y beneficio (ejemplo razón estéril/mineral).

**Índices de Resultados:** Los que indican logros planeados y reales para el período reportado (por ejemplo, ton Cu fino/mes).

#### Obtención De Los Índices

Para la obtención de los índices mecánicos se requieren algunos conceptos previos.

#### Tiempo Cronológico o Calendario (TCR):

Son las horas correspondientes al tiempo calendario natural como días, meses, años, etc., y se divide en dos tiempos que corresponden a; tiempo hábil y tiempo inhábil.

**Horas Hábiles (HH):** “Son las horas en que la faena está en actividad productiva y/ o en tareas de mantención de sus elementos de producción y/ o infraestructura, en estas horas cada instalación o unidad está en operación, reserva y mantención” (Delgado, 2016).

**Tiempo de Operación (HOP):** “Son las horas en que la unidad o instalación se encuentra entregada a su(s) operador(es), en condiciones electromecánicas de cumplir su objetivo o función de diseño y con una tarea o cometido asignado. Este tiempo se divide en tiempo efectivo y tiempo de pérdida operacional”(Delgado, 2016).

**Tiempo Efectivo (HEF):** “Son las horas en que la unidad de equipo o instalación está funcionando y cumpliendo su objetivo de diseño”(Delgado, 2016).

**Tiempo de Pérdida Operacional (HPE):** “Son las horas en que la unidad de equipo o instalación, estando en condiciones electromecánicas de cumplir su objetivo de diseño, a cargo de su(s) operador(es) y con una tarea asignada, no puede realizarla por motivos ajenos a su funcionamiento intrínseco, como son los traslados, esperas de equipo complementario y en general por razones originadas en la coordinación de las operaciones”(Delgado, 2016).

**Horas de Reserva (HRE):** “Son las horas hábiles en que la unidad de equipo o instalación, estando en condiciones electromecánicas de cumplir su función u objetivo de diseño, no lo realiza por motivos originados en una o más de las siguientes razones; falta de operador (si es en la hora de colación se toma como tiempo inhábil, si el equipo sigue funcionando y hay cambio de operador se considera tiempo de operación), falta de capacidad prevista de equipo complementario o accesorio, no requerirlo el programa o plan de trabajo, no permitirlo el área donde debería cumplir su función”. (Delgado, 2016).

**Horas de Mantención (HMT):** “Son las horas hábiles comprendidas desde el momento que la unidad de equipo o instalación no es operable en su función objetiva o de diseño por defecto o falla en sus sistemas electro-mecánicos o por haber sido entregada a reparación y /o mantención, hasta que ha terminado dicha mantención y/ o reparación y el equipo está en su área de trabajo o estacionamiento en condiciones físicas de operación normal. El tiempo de mantención se divide en; esperas de personal y/ o equipos de apoyo y/ o repuestos, traslados hacia y desde talleres o estación de mantención o reparación, tiempo real de mantención y/ o reparación, movimientos y/ o esperas de estos en lugares de reparación y/ o mantención” (Delgado, 2016).

**Horas Inhabiles (HIN):** “Son las horas en que la faena suspende sus actividades productivas y/o mantención de sus elementos y o infraestructura por razones como; Paralizaciones programadas (Domingos, festivos, vacaciones colectivas, colaciones etc), imprevistos: (Originadas y obligadas por causas naturales como lluvias, temblores, nieve, etc.), u otras ajenas al control de la faena como la falta de energía eléctrica, atrasos en la llegada del transporte de personal, ausentismo colectivo por epidemias”. (Delgado, 2016).

Toda la información anterior sobre la distribución del tiempo puede resumirse con la siguiente figura (ver figura 2):

<b>TIEMPO CRONOLÓGICO (TCR)</b>			
<b>TIEMPO HÁBIL (HH)</b>			<b>TIEMPO INHÁBIL (HI)</b>
<b>HORAS OPERACIONALES (HOP)</b>		<b>HORAS DE RESERVA (HRE)</b>	<b>HORAS DE MANTENCIÓN (HMT)</b>
<b>HORAS OPERACIONALES EFECTIVAS (HEF)</b>	<b>HORAS DE PÉRDIDAS OPERACIONALES (HPE)</b>		

Figura 2: Distribución del Tiempo

Fuente: (Delgado, 2016)

### Índices Operacionales

#### Disponibilidad Física:

Es la fracción del total de horas hábiles, expresada en porcentaje, en la cual el equipo se encuentra en condiciones físicas de cumplir su objetivo de diseño.

$$DF = \frac{(HOP + HRE)}{HH} \times 100\%$$

#### Índice de Mantenimiento:

Es el tiempo en horas que el equipo es operado por cada hora invertida en su mantención y /o reparación.

$$IM = \frac{HOP}{HMT}$$

#### Índice de Utilización:

Es la fracción del tiempo, expresada en porcentaje, en la cual el equipo es operado por cada hora en que este está en condiciones de cumplir su objetivo de diseño o físicamente disponible.

$$IU = \frac{HOP}{(HOP + HRE)} \times 100\%$$

**Aprovechamiento:**

Es la fracción del total de horas hábiles, expresada en porcentaje, en que el equipo físicamente disponible es operado en su función de diseño incluyendo sus pérdidas operacionales.

$$A = \frac{HOP}{HH} \times 100\%$$

**Factor Operacional:**

Es la fracción de tiempo, expresada en porcentaje, en que el equipo realiza efectivamente su función de diseño por cada hora en que es operado.

$$FO = \frac{HEF}{HOP} \times 100\%$$

**Rendimiento:**

Es el promedio de unidades de producción realizadas por el equipo por cada unidad de tiempo de operación.

$$R = \frac{\text{UNIDADES DE PRODUCCION PROMEDIO}}{\text{UNIDADES DE TIEMPO DE OPERACION}}$$

**Rendimiento Efectivo:**

Es el promedio de unidades de producción realizadas por el equipo en cada unidad de tiempo Efectivo de operación.

$$R. EFECTIVO = \frac{\text{UNIDADES DE PRODUCCION PROMEDIO}}{\text{UNIDADEES DE TIEMPO EFECTIVO DE OPERACION}}$$

**2.2.3. OEE**

Según la definición de (Cavalcanti, 2006) encontrada en su tesis de pre-grado el “OEE es un sistema de indicadores puesto que reflejan tres indicadores que son: La disponibilidad, el rendimiento y la calidad. Cada uno relacionado a tres áreas de la compañía como son: mantenimiento, producción y calidad. Este indicador; además, está estrechamente relacionado a las seis grandes pérdidas que busca eliminar el TPM”. Sin embargo, el OEE se relaciona con el TPM para saber el estado real de este último.

“El TPM viene a ser el Mantenimiento Productivo Total, y es una nueva dirección para la producción que es la adaptación y mejora del mantenimiento operativo americano a la industria japonesa”. (Nakajima, 1998).

También nos dice que “El TPM, es más que una filosofía que pertenece al departamento de mantenimiento y por lo tanto sus beneficios obtienen mejoras en toda la planta. Estos beneficios se reflejan en tres indicadores: Maximiza la disponibilidad de los equipos por: eliminación de averías, pérdidas en preparación/ajuste y otras pérdidas por paradas. Mejora del rendimiento de los equipos por eliminación de las pérdidas de velocidad, paradas menores y tiempos muertos. Eleva la calidad del producto, con la eliminación de defectos en el proceso durante la puesta en marcha”. (Cavalcanti, 2006).

### **Efectividad de los Equipos**

El OEE es el resultado de la multiplicación de tres factores. (Nakajima, 1998):

Disponibilidad x Rendimiento x Calidad

Este está basado en tres conceptos, Maximizar la efectividad de los equipos, Mantenimiento Autónomo por operadores, Pequeñas actividades de grupo.

El OEE puede ser considerado la combinación de operación, mantenimiento y administración de los recursos y equipos de manufactura; además, el OEE tiene la propiedad de revelar los costos escondidos que se producen por pérdidas. (Cavalcanti, 2006).

Una de las más importantes contribuciones del OEE fue considerar las pérdidas que los equipos producen. Antes del OEE, sólo la disponibilidad era considerada en la Utilización del equipo, el resultado era la sobre estimación de la utilización del equipo. (Ljungberg, 1998).

### **Objetivos del OEE**

Algunos de los objetivos que persigue el OEE son: Mediante el análisis del OEE se puede detectar las fallas más comunes a fin de mejorar los puntos débiles de la planta. Se pretende reducir los costos relacionados con las pérdidas de mantenimiento y calidad. Se desea establecer un costo efectivo de mantenimiento. (Cavalcanti, 2006).

Los objetivos mencionados, tienen como finalidad hacer más productiva y eficiente la planta, por lo tanto, la reducción de costos y la generación de utilidades para la empresa.

### Identificación de Tiempos

Es necesario conocer la clase de tiempos involucrados dentro del cálculo del OEE. Estos tiempos nos permitirán encontrar las ratios adecuados para finalmente tener el promedio porcentual del OEE. Los tiempos involucrados se muestran en la Figura 3.

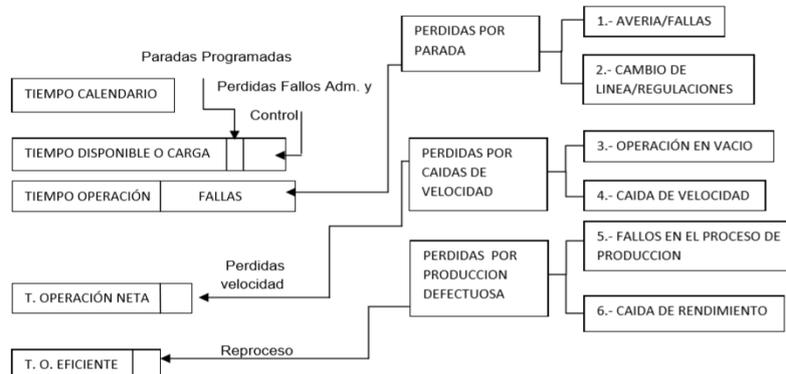


Figura 3: Identificación de Tiempos y de las Seis Grandes Pérdidas

Fuente: (Cavalcanti, 2006).

Los tiempos involucrados con el OEE son: Tiempo calendario, Tiempo disponible, Tiempo de Operación, Tiempo Neto de Operación, Tiempo Efectivo de Operación. Estos están indicados anteriormente en el cálculo de los índices operacionales mineros, de los cuales la disponibilidad y el rendimiento se utilizan para el cálculo de del OEE según (Nakajima, 1998).

En el caso de factor de calidad que expresa la cantidad de productos aceptables, se calcula utilizando la siguiente formula:

$$Cal. = \frac{\text{Producción Total} - (\text{pérdidas por defectos de Calidad} + \text{pérdidas por Reproceso})}{\text{Producción Total}}$$

### Estándar de OEE en la Unidad Minera El Toro

Tabla 1: Estándar de OEE en la Unidad Minera el Toro

RANGO	DESCRIPCION
OEE > 95% Excelente	Suele darse en líneas de Producción dedicadas o si nuestro tamaño de lote es grande.
85% > OEE > 95% Buena	Lo encontramos en organizaciones con experiencia en sistemas de mejora continua. Sector automoción.
75% > OEE > 85% Aceptable	Organizaciones con herramientas organizativas implantadas con cierto grado positivo.
65% > OEE > 75% Regular	Empresas donde no suele haber una implantación de herramientas de mejora.
OEE < 65% Malo	Suele considerar una situación negativa para la empresa o proceso.

Fuente: Adaptado de (Vargas Hernández, 2012).

Como ejemplo explicativo del cálculo del OEE tenemos el caso de un cargador 750DL, con los siguientes datos:

- Kpi de producción: 1200 t/h
- Producción Real: 1162.70 t/h
- Disponibilidad Mecánica: 50%
- Utilización: 99%

Para calcular el OEE nos hace falta el valor de la calidad en porcentaje que puede ser calculada en forma práctica de la siguiente manera:

$$\text{Calidad} = \frac{\text{Prod. Real}}{\text{Kpi de Prod.}} \times 100$$

Entonces la calidad será igual a: 96.89%

Por lo tanto, el valor del OEE será igual a:  $(0.50 \times 0.99 \times 0.9689) * 100$

$$\text{OEE} = 48\%$$

Según la tabla estándar se puede interpretar que el OEE calculado para el equipo está en el rango de Malo, esto se debe a su baja disponibilidad mecánica.

### 2.2.4. EQUIPOS

#### Camiones

Tabla 2: Velocidades Desarrolladas por los Camiones Volvo FMX 8X4 20 m3

Velocidades de camiones cargados (km/h)												
modelo de camion	Potencia de motor (hp)	Carga util + tolva (t)	Tipo de Tolva	Sobrepeso (%)	Pendiente	6%	7%	8%	9%	10%	11%	12%
fmx volvo	500	45.5	Liviana	0	Velocidad	23.9	21.5	19.6	18.2	16.8	15.6	14.6
			Pesada	0		22.8	20.6	18.7	17.4	16.1	14.9	14
	480	40.8	Liviana	0		24.9	22.5	20.5	18.8	17.6	16.4	15.3
			Pesada	0		24	21.6	19.7	18.3	16.9	15.7	14.7
	440	40.8	Pesada	10		22.7	20.5	18.8	17.3	16	14.8	13.6
			Pesada	0		21.6	19.5	17.9	16.4	15.2	13.8	12.9

Notas: Tolva liviana pesa entre 2 a 2.5 t menos  
Fuente: Área de Planeamiento U.M. El Toro

#### Rimpull

“La cantidad en kilogramos fuerza que un motor puede entregar al punto de contacto de las ruedas motrices con el suelo. Este tipo de tracción es independiente del patinaje

que puedan sufrir las ruedas motrices en determinados terrenos” (Instituto Tecnológico Geominero de España, 1995).

Este valor puede calcularse con la siguiente formula:

$$\text{Esfuerzo de Tracción} = \frac{270 \times \text{Potencia (HP)} \times \text{Rend. de la transmisión}}{\text{Velocidad} \left(\frac{\text{km}}{\text{h}}\right)}$$

Rimpull de los Camiones utilizados en la Operación

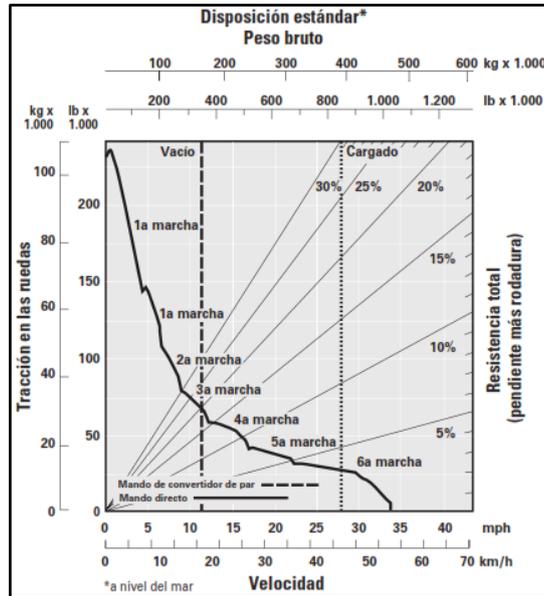


Figura 4: Rimpull de los Camiones utilizados en la Operación

Fuente: Área de Planeamiento U.M. El Toro

El número de camiones, velocidades desarrolladas e información adicional sobre los camiones se muestra a más detalle en Anexo C.

### Cargadores

Tabla 3: Especificaciones Técnicas de los Cargadores

Equipo	Capacidad de Cuchara	Capacidad del Tanque de Combustible	Velocidad de Desplazamiento	Pluma	Brazo
349D L CAT	4.7 Yd <sup>3</sup> (Modificado)	186 US Gal	4.5 Km/h	6.9 m	3.9 m
374D L CAT	5.1 m <sup>3</sup> (Modificado)	935 L	4.1 Km/h	7 m	4.6 m
EC750D Volvo	5.16 m <sup>3</sup> (Modificado)	840 L	4.6 Km/h	7.7 m	4.8 m

Fuente: Recopilado de las Fichas Técnicas de los Equipos

Para mayor información técnica de los cargadores revisar el Anexo G.

### 2.2.5. MS HAULAGE

(MINTECH, 2011) Indica que el MSHaulage se emplea para generar perfiles de carguío, archivos con tiempos de cada ciclo e informes de rutas de materiales. En MSHaulage, los puntos con atributos (orígenes del material, destinos, acopios e intersecciones) se conectan con las polilíneas con atributos (rutas) dentro de MS3D para formar redes de carguío. Cuando se crea un informe de ruta y materiales, el material se dirige a los destinos correspondientes, por ejemplo plantas de procesamiento, lechos de lixiviado sin triturar, pilas de acopio y botaderos de estéril, a través de una red de carguío. El material se envía a los distintos destinos, según lo definido en la correlación de materiales entre los rangos de leyes de corte y los destinos. Las leyes de corte del material pueden establecerse en forma manual o bien se pueden importar desde MSIP.

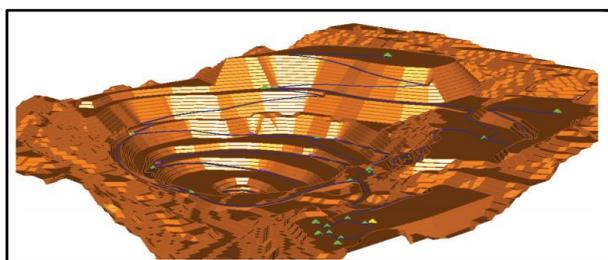


Figura 5: Vista 3D de superficie topográfica y red MSHaulage  
Fuente: (MINTECH, 2011).

Vista de plano de todos los componentes de una red MSHaulage

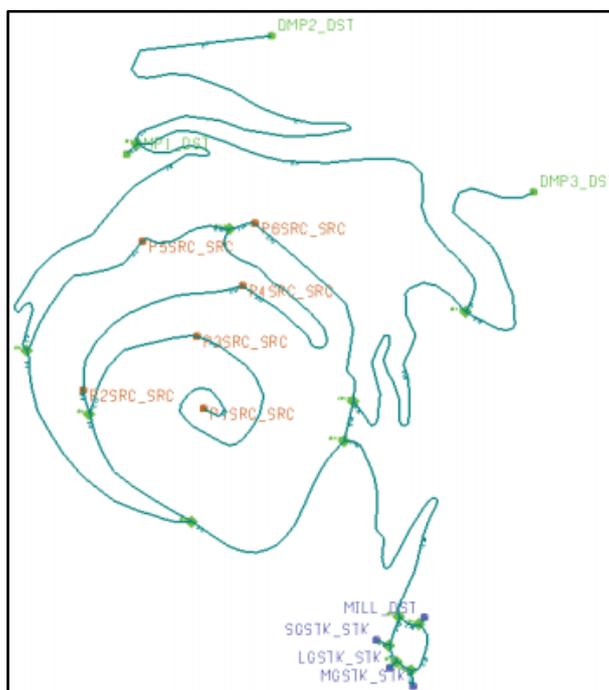


Figura 6: Vista de plano de todos los componentes de una red MSHaulage  
Fuente: (MINTECH, 2011).

Durante la creación del informe de rutas de materiales, MSHaulage calculará (utilizando algoritmos Dykstra) las horas de camión y de pala requeridas para dirigir el material de cada uno de los cortes a través de la ruta más corta. Esto proporciona los datos necesarios para emplear el total de horas-camión y horas-pala como restricciones en el planeamiento a corto plazo. Al utilizar estas horas totales como restricciones de equipo, se asegura que hay equipo de mina suficiente disponible para alcanzar el plan a corto plazo. El empleo de las horas como restricción en el planeamiento es una opción, no un requisito. Un informe de ruta de materiales presenta la información sobre el recorrido del material de un corte. Dentro de la información que presenta se incluye: el nombre del corte, el período y la etapa a la que corresponde el material, el nombre del material, el rango de ley del corte, tonelajes por ley, destinos, nivel, subzona, tiempo y ciclo, tasa de consumo de combustibles y muchos otros. Esta información se utiliza para ayudar al planificador a corto plazo a determinar cuánto tiempo y cuantos camiones y palas se requieren para arrancar uno o más cortes. El cálculo de horas camión y pala para cada corte se basa en la siguiente información:

- ✓ Material de mena/estéril presente en el corte.  $\frac{3}{4}$  Destinos para esos materiales.
- ✓ Rutas de carguío de camión desde el centroide del corte hasta los distintos destinos.
- ✓ Velocidades de desplazamiento del camión cargado y descargado.
- ✓ Tiempo de carga de la pala.
- ✓ Tiempo de descarga del camión.
- ✓ Tiempo de posicionamiento del camión.
- ✓ Tiempo de espera de camión y de pala.
- ✓ Capacidad del camión

### **Creación de informe de ruta de materiales**

Para crear un informe de ruta de materiales, abra MSHaulage desde MS3D y realice los pasos que se indican a continuación: (Ver Anexo H).

1. Agregue la cantidad de etapas y periodos necesarios.
2. Agregue la información de la red de carguío (geometría).
3. Agregue el equipo.
4. En la sección Material Routing:

- a. Agregue materiales.
- b. Correlacione los destinos con sus ubicaciones.
- c. Correlacione las omisiones (opcional).
- d. Anule el atributo IP (opcional).
- e. Defina los ajustes según corresponda.

5. Defina los ajustes generales según corresponda. 6. Vaya a Material Routing, panel Editor y seleccione la opción “Route cuts from IP”

### **2.2.6. DISEÑO DE RAMPAS Y ACCESOS**

“Las pistas son los caminos por los cuales se realiza el transporte habitual de materiales de la explotación, es decir, por los que circulan las unidades de acarreo. También existen rampas que se utilizan exclusivamente como acceso a los rajos de los equipos que realizan el arranque y su servicio esporádico”. (Delgado, 2016).

Para el diseño de las pistas y rampas de transporte, hay que considerar la relación con las unidades de transporte que se utilicen, una sede de parámetros que, sin perder el ritmo de operación, las hagan seguras.

El diseño geométrico es comúnmente el punto de partida para cualquier camino de transporte, refiriéndose al trazado y alineamiento del camino en ambas direcciones; plano horizontal (radio de curvatura, ancho de vía) y plano vertical (inclinación, declive, gradiente de la rampa, ángulo de talud, requerimiento de distancias de frenado y de visibilidad, dentro de los límites impuestos por el método de explotación. El objetivo final es producir un diseño geométrico óptimamente eficiente y seguro. (Thompson, Visser, 2000).

Los principales criterios elementos de diseño están:

#### **Alcance o Recorrido**

Los recorridos de transporte se refieren a las distancias y pendientes que deben recorrer equipos móviles. Tanto para las unidades de transporte como para aquellas que combinan el carguío con el transporte, hay cierta distancia que debe ser recorrida para llegar al punto de descarga. Sin embargo, esta distancia no es necesariamente una línea recta. Los límites de la propiedad y el derecho a vía legal pueden también afectar estas distancias. (Condori, 2017).

### **Ancho de la Vía de Transporte**

El criterio para definir el ancho de las pistas en secciones rectas está basado en el ancho del equipo más grande que esté actualmente en uso. Cada pista de transporte debe proveer espacio libre tanto a la izquierda como a la derecha igual a la mitad del ancho del equipo mayor que transitará por ella. Además, se recomienda que para el tráfico en dos pistas el ancho del camino no debe ser menor que 3.5 a 4 veces el ancho del camión. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014).

### **Alineamiento Horizontal**

El alineamiento horizontal deberá permitir la circulación ininterrumpida de los vehículos, tratando de conservar la misma velocidad directriz en la mayor longitud de carretera que sea posible. (Condori, 2017).

### **Secciones con Curvatura**

El ancho de camino requerido en las curvas toma en cuenta el efecto saliente que ocurre en el equipo en su parte frontal y trasera cuando toma una curva. El procedimiento para determinar el ancho de camino en curvas que considera el efecto recién mencionado, el espacio libre lateral entre las pistas de transporte y el extra ancho que permite acomodarse a las condiciones difíciles en la conducción en las curvas. (Condori, 2017).

### **Curvas Horizontales**

El mínimo radio de curvatura es un valor límite que está dado en función del valor máximo del peralte y del factor máximo de fricción para una velocidad directriz determinada. Se muestran los radios mínimos y los peraltes máximos elegibles para cada velocidad directriz. En el alineamiento horizontal de un tramo carretero diseñado para una velocidad directriz, un radio mínimo y un peralte máximo, como parámetros básicos, debe evitarse el empleo de curvas de radio mínimo. (Condori, 2017).

### **Peralte de la Carretera**

Se denomina peralte a la sobre elevación de la parte exterior de un tramo de la carretera en curva con relación a la parte interior del mismo con el fin de contrarrestar la acción de la fuerza centrífuga. Las curvas horizontales deben ser peraltadas. El peralte máximo tendrá como valor máximo normal 8% y como valor excepcional 10%. En carreteras afirmadas bien drenadas en casos extremos, podría justificarse un peralte máximo alrededor de 12%. (Condori, 2017).

### **Peralte de una Curva**

Cuando un equipo transita por una curva es forzado hacia el exterior por la fuerza centrífuga, en cambio, cuando el equipo transita por una superficie plana este efecto es contrarrestado por el peso del equipo y la fricción entre la superficie del camino y los neumáticos. Para una combinación adecuada de velocidad y radio, si la fuerza centrífuga iguala o excede la fuerza resistente (hacia el interior del camino), en ese caso el equipo patinará hacia fuera del camino. Para ayudar a los equipos cuando transitan en curvas el camino debiese frecuentemente estar inclinado. (Condori, 2017).

### **Alineamiento**

El diseño vertical, el perfil longitudinal conforma la rasante, la misma que está constituida por una serie de rectas enlazadas por arcos verticales parabólicos a los cuales dichas rectas son tangentes. El sentido de las pendientes se define según el avance del kilometraje, siendo positivas aquellas que implican un aumento de cota y negativas las que producen una pérdida de cota. Las curvas verticales entre dos pendientes sucesivas permiten conformar una transición entre pendientes de distinta magnitud, eliminando el quiebre brusco de la rasante. (Condori, 2017).

### **Pendientes**

El perfil longitudinal del camino debe considerar en el trazado de la rasante una compensación entre el corte y el relleno a realizar para satisfacer las necesidades del diseño. A lo largo de una rasante se tienen diferentes valores para las pendientes, 8% o menos de pendiente es lo recomendable a utilizar cuando no causa un excesivo stripping o cuando el trazado del camino es demasiado complicado. (Condori, 2017). (Ver Anexo O).

### **Consideraciones de Seguridad**

La seguridad constituye un objetivo prioritario para las empresas en lo que concierne a la mejora de las condiciones de trabajo, disminución del número de horas de parada de las instalaciones, etc.

### **Muros de seguridad**

Según el (Ministerio de Energía y Minas, 2017) En el Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional se indica que, para asegurar las condiciones de seguridad en las vías de transporte en interior de mina, con tránsito de camión de alto tonelaje, se deberá

integrar un pretil lateral con una altura de las  $\frac{3}{4}$  partes de la llanta del equipo más grande que transite en la vía.

### **2.3. HIPÓTESIS DE INVESTIGACION**

#### **2.3.1. Hipótesis general:**

La optimización del uso de los equipos de carguío y acarreo en la Compañía Minera Corporación del Centro Gold Mining SAC – Region La Libertad incrementada la producción en el tajo Diana.

#### **2.3.2. Hipótesis específicas:**

- El rendimiento de los equipos de carguío y acarreo de la Compañía Minera Corporación del Centro Gold Mining SAC – Region La Libertad se incrementará en 10%.
- La producción en el tajo Diana de la Compañía Minera Corporación del Centro Gold Mining SAC – Region La Libertad se incrementada en un 10%

Operacionalización de variables (Ver Anexo N)

## CAPITULO III.

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Tipo de investigación

La presente investigación es de tipo aplicativo, porque el objeto de la investigación pretende establecer las causas de los eventos, sucesos o fenómenos y en qué condiciones se manifiesta, o por qué se relacionan dos o más variables que se estudian dentro de un tiempo y espacio determinado; por otro lado, porque se hará uso de los conocimientos aprendidos en la universidad y aplicados a la solución de un problema denominado “Optimización del Uso de los Equipos de Carguío y Acarreo en Minería Superficial en la Compañía Minera Corporación del Centro Gold Mining SAC - Región La Libertad”

#### 3.2. Nivel de investigación

La investigación descriptiva reúne un conjunto de procesos y procedimientos lógicos y prácticos que permiten identificar las características de las variables y plantear una relación de causa - efecto que existe entre las variables, las cuales se evaluarán de acuerdo al resultado. (Hernández, 2010).

#### 3.3. Diseño de la investigación

La presente investigación es de diseño experimental puro, ya que se analizarán y evaluarán; la disponibilidad mecánica, utilización, rendimiento y OEE de un equipo de carguío, número de viajes, ciclo, velocidad promedio, velocidad por pendiente, antes (preprueba) y después (posprueba) de la aplicación de los parámetros óptimos determinados para las operaciones unitarias de carguío y acarreo (grupo de control).

#### 3.4. Población y muestra de la investigación

Sugún (Hernández, 2010) La Población se encuentra determinada por las operaciones unitarias de carguío y acarreo en la Unidad Minera El Toro de la Unidad Minera Compañía Minera Corporación del Centro Gold Mining SAC - Región La Libertad; mientras que la muestra, está conformada por los datos referentes al horizonte de investigación (periodos de pre-prueba y pos-prueba).

Ésta, ha sido determinada mediante muestreo probabilístico estratificado generados en los meses de enero, febrero, marzo, abril, junio, julio, agosto, septiembre y octubre del 2018. (Ver Anexo A, B, C, D, E, F y G).

### 3.5. Ubicación y descripción de la población

#### 3.5.1. Ubicación:

La Compañía Minera Corporación del Centro Gold Mining SAC, Unidad Minera El Toro se encuentra ubicado en las siguientes coordenadas UTM: 9'134,814-N y 829,083-E en su parte central, a una distancia de 685 Km. al Nor-Este de la ciudad de Lima, 140 Km. al Este de la ciudad de Trujillo y a 4 Km. al Sur-Este, desde la ciudad de Huamachuco.

Las altitudes oscilan entre 3250 a 3596 msnm, en el Distrito de Huamachuco, Provincia de Sánchez Carrión, Región La Libertad al Norte del Perú (Ver Figura 7).

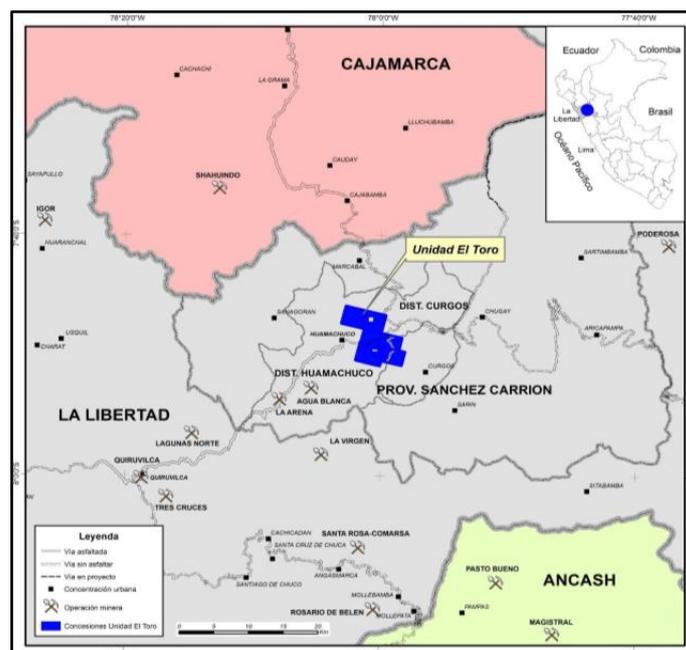


Figura 7: Ubicación del Proyecto Minero El Toro

Fuente: (Salinas Lázaro, Carlos E., Acero Meza, Walter, Yupanqui Sifuentes, 2017)

#### 3.5.2. Accesibilidad

El acceso la Compañía Minera Corporación del Centro Gold Mining SAC, Unidad Minera El Toro es posible desde Lima, principalmente por Trujillo hasta donde se llega por vía terrestre o aérea a la ciudad de Trujillo, tiempo 8 horas; desde ahí por vía terrestre a través de la carretera Trujillo – Huamachuco, aproximadamente 5 horas y finalmente a 20 minutos de la ciudad de Huamachuco por la carretera asfaltada hacia la unidad minera. (Ver Tabla 4).

Tabla 4: Accesibilidad del Proyecto Minero El Toro

<b>RUTA</b>	<b>Km</b>	<b>ACCESO</b>	<b>TIEMPO</b>
Lima - Trujillo	545	Asfaltado	8:00 Hrs
Trujillo - Huamachuco	140	Asfaltado	4:30 Hrs
Huamachuco - El Toro	4	Asfaltado	0:20 Hrs
Lima - Trujillo		Via Aerea	1:00 Hrs
Trujillo - Huamachuco		Via Aerea	0:20 Hrs

Fuente: Elaboración propia

### 3.5.3. Geología

#### Geología Local

Se aprecian afloramientos de rocas sedimentarias, volcánicas e intrusivas, las cuales muy probablemente son las que hayan traído la mineralización determinada por la presencia de varias vetas o filones de sulfuros de plomo, plata y zinc. Tanto las rocas volcánicas como las sedimentarias se encuentran alteradas debido al paso de las soluciones hidrotermales.

En la zona se observan fallamientos locales y regionales que han desplazado las estructuras mineralizadas considerablemente. El fallamiento y fracturamiento tienen un rumbo Este- Oeste, donde se han emplazado las vetas y vetillas mineralizadas. Existe un segundo sistema de fracturamiento y fallamiento que se desplaza al primer sistema, pero mayormente no tiene mayor importancia.

El yacimiento El Toro es un desmanado de Au emplazado en las areniscas de las formaciones Chimú y Carhuas. Las observaciones efectuadas confirman que la mayor parte de los recursos estarían en el Chimú. El intrusivo Porfido-Dacítico también presenta mineralización tipo Stock Work con altos valores de Au. En el flanco noroeste del Cerro El Toro aflora un stock de porfidodacítico que corta la secuencia sedimentaria con rumbo noroeste; se presenta fuertemente argilizado con un constante vetillo tipo stock work con valores de Au, siendo el principal de rumbo Este Oeste.

Se observa brechas de contacto Intrusivo/Arenisca que alcanzan hasta 20 metros de grosor. La matriz es indistintamente de intrusivo o de arenisca también presenta vetilleo con valores de Au. En las zonas de areniscas compactas se tiene vetas – manto entre planos de estratificación con relleno de” pacos” (goetita, hematina y jarosita), con potencias que van de 5 a 25 cm. El mayor potencial de recursos se encuentra en las areniscas comparativamente con el intrusivo. En la figura 3 se presenta la Geología Superficial de la zona de interés (Ver Figura 8 y 9).

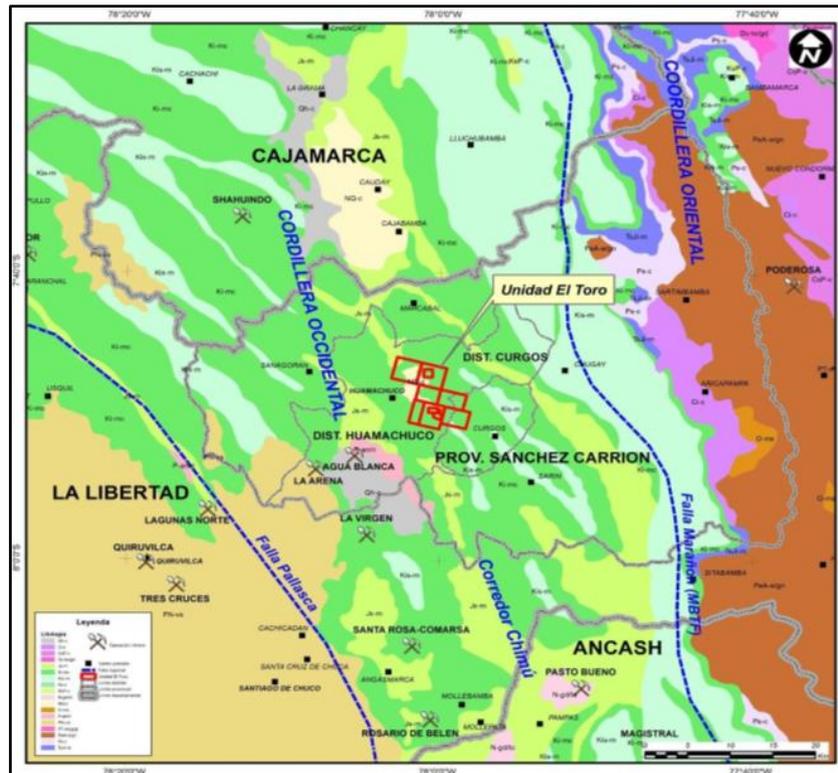


Figura 8: Yacimiento del Proyecto Minero El Toro

Fuente: (Salinas Lázaro, Carlos E., Acero Meza, Walter, Yupanqui Sifuentes, 2017)

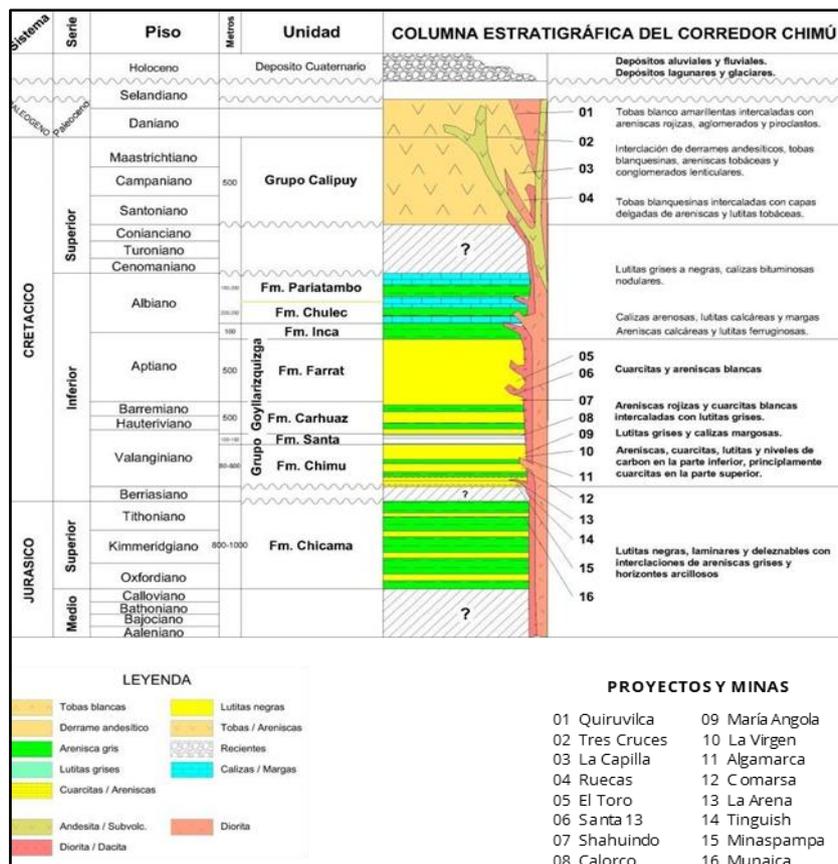


Figura 9: Columna Estratigráfica del Proyecto Minero El Toro

Fuente: (Salinas Lázaro, Carlos E., Acero Meza, Walter, Yupanqui Sifuentes, 2017)

### Geología Estructural

Las estructuras geológicas a nivel regional están relacionadas directamente con el segundo movimiento del Ciclo Andino, que definió nítidamente una tectónica transicional entre la parte Norte de la Cordillera Occidental del Perú, caracterizado por numerosos fallamientos en bloques mayormente dentro de intrusivos y rocas volcánicas del Mesozoico Superior y Cenozoico y la parte Este caracterizada por Cinturones delgados deformados dentro de los estratos del Miogeosinclinal del Mesozoico. (Megard, 1984 – Reyes, 1980).

- **Diaclasas**

Junturas de espacios reducidos y corta longitud son comunes en los estratos de cuarcitas. Se tiene de 2 a 3 sistemas de diaclasas, con orientaciones de NO a SO.

- **Estabilidad y Riesgo Geomorfológico**

Con respecto a la estabilidad geomorfológica, la zona de estudio se encuentra bastante estable, colinas ondulantes suaves, que han originado taludes de baja pendiente con un ángulo promedio de 15° a 25°C (Ver Figura 10).

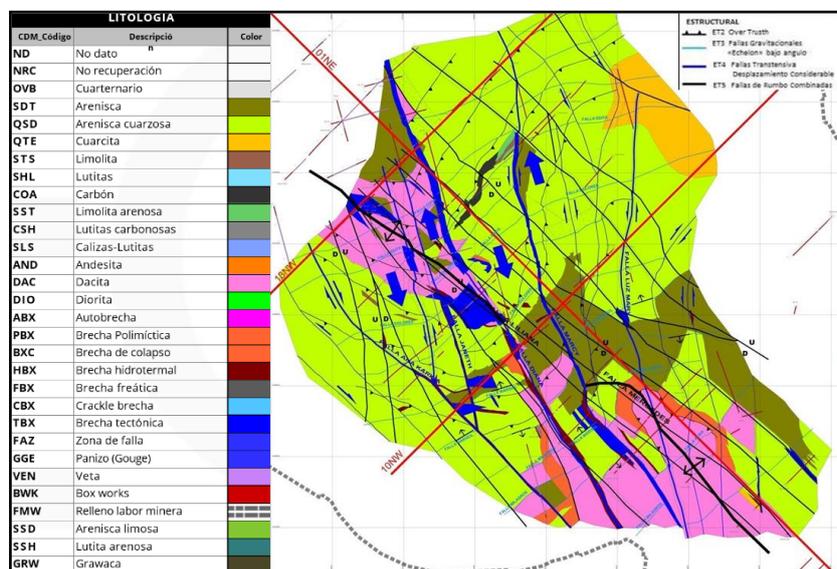


Figura 10: Mapa Geológico Estructural del Proyecto Minero El Toro

Fuente: (Salinas Lázaro, Carlos E., Acero Meza, Walter, Yupanqui Sifuentes, 2017)

### Modelo Litológico

En cuanto al modelo litológico, se ha realizado un modelamiento de las principales litologías presentes en el yacimiento El Toro de la , siendo estas las siguientes: Arenisca Cuarzosa (QSD), Brecha Hidrotermal (HBX), Dacita Sulfurada (DAS), Dacita Oxidada (DAO), Carbón (COA) y los sólidos de relleno (Ver Figura 11).

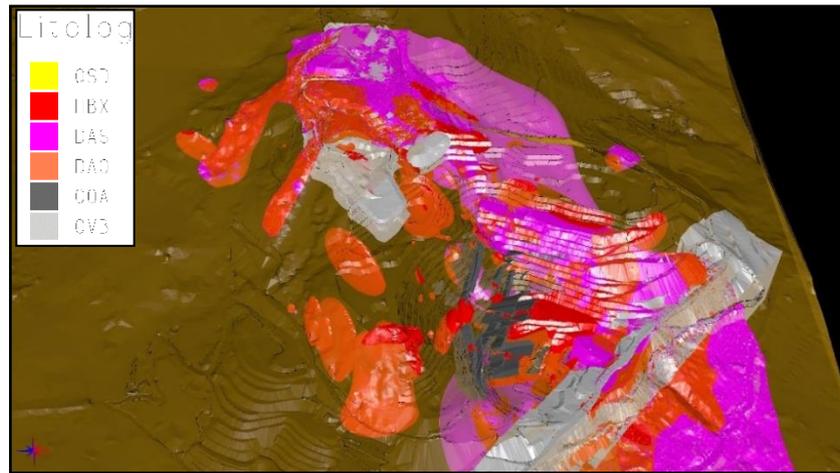


Figura 11: Modelo Litológico del Proyecto Minero El Toro

Fuente: (Area de Planeamiento Mina El Toro, 2018).

### 3.5.4. Producción

Los recursos minerales y optimización del Pit Operativo (NI 43-101) SGS-GEOSTAT / GEOVAL, del yacimiento El Toro de la Compañía Minera Corporación del Centro Gold Mining SAC, cuenta con un Cut off : 0.16 g/t Au recursos estimados sin dilución, recursos minerales restringidos a un open pit con valor de oro de 1,265 \$/oz estos costos fueron estimados desde el 2014 hasta la vida útil del depósito, pero somos optimistas en que las operaciones mineras se extenderán a través de la explotación en otras zonas de mineralización cerca de la infraestructura existente de la mina (Ver Tabla 5, Figura 12 y 13).

Tabla 5: Resumen de Recursos Minerales

Categoría	Tonela (t)	Au Ley(g/t)	Au Onzas
Medido	11,320,000	0.36	130,000
Indicado	38,120,000	0.45	552,000
Medido + Indicado	49,440,000	0.43	682,000
Inferido	50,920,00	0.49	796,000

Fuente: (Salinas Lázaro, Carlos E., Acero Meza, Walter, Yupanqui Sifuentes, 2017)

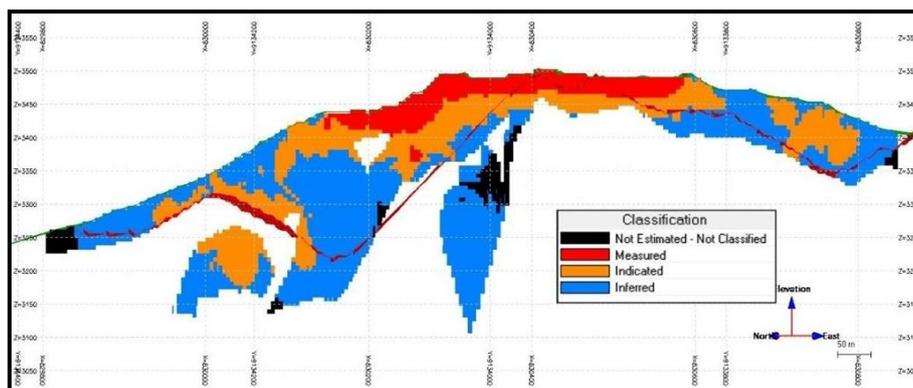


Figura 12: Vista de Sección de los Recursos Minerales

Fuente: (Salinas Lázaro, Carlos E., Acero Meza, Walter, Yupanqui Sifuentes, 2017)

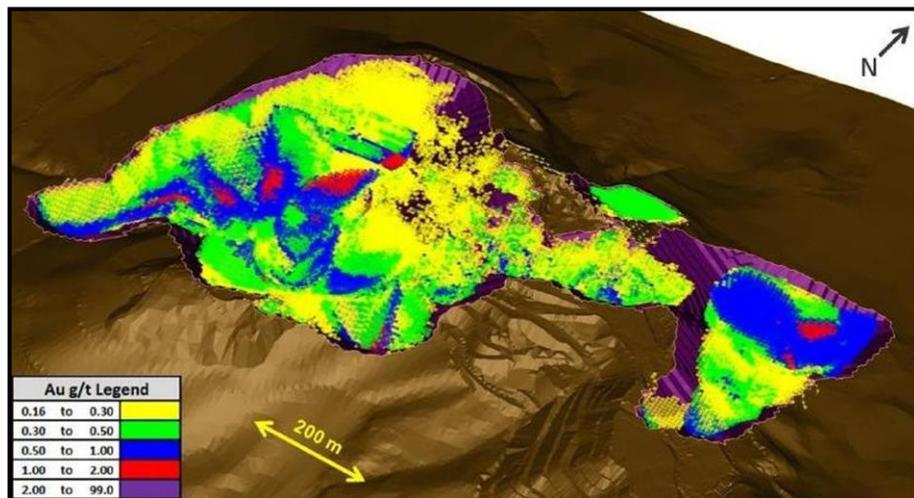


Figura 13: Clasificación de Leyes Según Modelo de Bloques

Fuente: (Salinas Lázaro, Carlos E., Acero Meza, Walter, Yupanqui Sifuentes, 2017)

### 3.6. Material experimental

El análisis de disponibilidad mecánica, utilización, rendimiento y OEE de un equipo de carguío, condiciones viales, número de viajes, ciclo, velocidad promedio, velocidad por pendiente, en la Unidad Minera El Toro de la Compañía Minera Corporación del Centro Gold Mining SAC bajo KPI'S, indicadores y estándares, para la optimización de las operaciones unitarias de carguío y acarreo, infiere en la determinación de parámetros óptimos. Esto significa que el material experimental estuvo implícito en el logro de dicho objetivo. Para ello se analizó la estructura y condiciones de los equipos de carguío y acarreo y condiciones de las vías de acarreo construidas (Ver Figura 14). (Ver Anexo A, B, C, D, E, F y G).

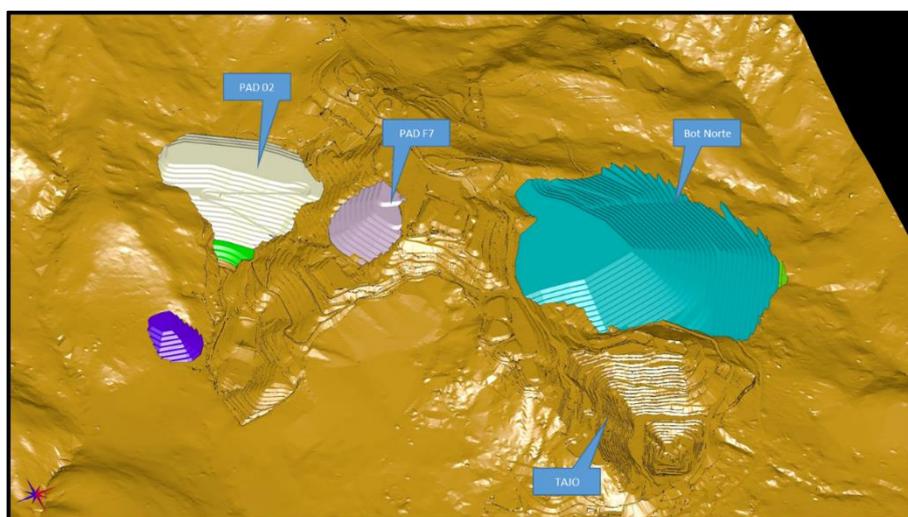


Figura 14: Vista tridimensional de la Mina

Fuente: (Area de Planeamiento Mina El Toro, 2018)

Tabla 6: Equipos de Acarreo

EMPRESA	CONTRATA	MARCA	MODELO	CANTIDAD
COMPAÑÍA COMERCIALIZADORA Y REPRESENTACIONES S.A.	CORESA	SCANIA	G 460 B8X4 / G460CB8X4EHZ	20
		VOLVO	FMX 6X4 R	2
SERVI-SAP	SERVI-SAP	SCANIA	G 460 B8X4 / G460CB8X4EHZ	10
			P460 B8X4 / P460 B8X4EHZ	1
			P460 B8X4 / P460CB8X4EHZ	4
MJB TRANSPORTES SAGITARIO S.A.C.	SAGITARIO	VOLVO	FMX 8X4 R	5
			FMX 6X4 R	4
			FMX 8X4 R	10
TRANSPORTES CORAZON DE JESUS S.A.C.	CORAZON DE JESI	VOLVO	FMX 6X4 R	4
			FMX 8X4 R	9
			FMX 10X4 R	3
TRANSPORTES RAJHO	RAJHO	VOLVO	FMX 6X4 R	1
			FMX 8X4 R	5
RAPESA	RAPESA	SCANIA	G 460 B8X4 / G460CB8X4EHZ	6
INGENIERIA DE TRANSPORTES LOZANO S.A.C.	LOZANO	SCANIA	P460 B8X4 / P460CB8X4EHZ	3
T.R.A.S.A.C	T.R.A.	VOLVO	FMX 8X4 R	2
TRANSPORTES E INVERSIONES CEDAR S.R.L.	CEDAR	VOLVO	FMX 6X4 R	1
			FMX 8X4 R	1

Fuente: (Area de Planeamiento Mina El Toro, 2018)

Tabla 7: Equipos de Carguío

EMPRESA	CONTRATA	TIPO	MARCA	MODELO	CANTIDAD
COMPAÑÍA COMERCIALIZADORA Y REPRESENTACIONES S.A.	CORESA	EXCAVADORA	CATERPILLAR	336DL	2
MACOMIC	MACOMIC	EXCAVADORA	CATERPILLAR	336D2L	1
				374DL	1
MJB TRANSPORTES SAGITARIO S.A.C.	SAGITARIO	EXCAVADORA	CATERPILLAR	336 DL	2
				349DL	1
				374DL	1
SERVI-SAP S.R.L.	SERVI-SAP	EXCAVADORA	CATERPILLAR	345DL	1
				349DL	1
				374FL	1
THIAN S.A.C.	THIAN	EXCAVADORA	CATERPILLAR	349-DL	1
TRANSPORTES E INVERSIONES CEDAR S.R.L.	CEDAR	EXCAVADORA	VOLVO	750DL	1

Fuente: (Area de Planeamiento Mina El Toro, 2018)

Sobre la base de las características de los equipos de carguío y acarreo y condiciones de las vías de acarreo construidas y la influencia en las operaciones se determinó los nuevos KPI'S, indicadores y estándares óptimos que permitieren la reducción de los problemas generados (baja eficiencia, rendimientos bajos, sobredimensionamiento, ciclos de acarreo lentos, horas de mantenimiento no programadas) y por tanto la optimización las operaciones de unitarias de carguío y acarreo.

### 3.7. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

En la investigación se usaron las siguientes técnicas e instrumentos de recolección de datos.

Tabla 8: Técnicas e instrumentos de recolección de datos

TÉCNICAS	INSTRUMENTOS	OBJETIVOS A LOS QUE RESPONDE	VARIABLES QUE DESCRIBE
<b>OBSERVACIÓN SISTEMÁTICA</b> (Aplicados en la preprueba y en la posprueba)	- Data de Observacion - Registro histórico - Fichas de Cortejo Comparativas	Oe2: Analizar las operaciones unitarias de carguio y acarreo con la aplicación de KPI'S, VI: Optimiazacion de las indicadores y estandares en la Unidad Minera operaciones unitarias de El Toro de la Compañía Minera Coporacion carguio y acarreo. del Centro Gold Mining S.A.C.	
<b>TECNICA DE EMPAREJAMIENTO</b>	- MS Haulage - Minesigth - Autocad - Excel - Dispatch	Oe1: Determinar cuales son los KPI'S, indicadores y estandares en la Unidad Minera El Toro de la Compañía Minera Coporacion del Centro Gold Mining S.A.C.	VD: Aplicación de KPI'S, indicadores y estándares óptimos.

Fuente: Elaboración propia

### 3.7.1. Procedimiento del experimento

El procedimiento del experimento se enmarcó en el siguiente modelo:

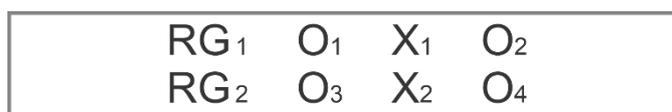


Figura 15: Diseño con preprueba, posprueba y grupo de control

Fuente: (Hernández, 2010)

Aplicándose la técnica de emparejamiento, donde:

Fase de Preprueba:

RG<sub>1</sub>: Datos aleatorios de ciclo de transporte (enero, febrero, marzo, abril y mayo del 2018)

O<sub>1</sub>: Medición mediante observación (registros históricos los KPI'S e indicadores)

X<sub>1</sub>: Diseño de vías sin aplicación de estándares

O<sub>2</sub>: Análisis del ciclo de transporte en vías sin aplicación de estándares (medidas de tendencia central: media).

Fase de Posprueba:

RG<sub>2</sub>: Datos aleatorios de ciclo de transporte (junio, julio, agosto, septiembre y octubre del 2018)

O<sub>3</sub>: Medición mediante observación (registros los KPI'S e indicadores)

X<sub>2</sub>: Diseño de vías con aplicación de estándares

O4: Análisis del ciclo de transporte en vías con aplicación de estándares (medidas de tendencia central: media, listas de cotejo).

Obteniéndose el siguiente modelo de preprueba y posprueba en base a los objetivos de la investigación (Ver Tabla 9)

Tabla 9: Diseño de preprueba y posprueba para la optimización de la operación de transporte

OPERACIONES UNITARIAS DE CARGUIO Y ACARREO	RECOPIACION DE DATOS	GRUPO DE CONTROL	ANALISIS DE DATOS
RG1	O1	Operaciones unitarias de carguio y acarreo sin la aplicación de KPI'S, indicadores y estándares óptimos (X1)	O2
RG2	O3	Operaciones unitarias de carguio y acarreo con la aplicación de KPI'S, indicadores y estándares óptimos (X1)	O4

Fuente: Elaboración Propia

### 3.7.2. Fase de preprueba para la optimización de transporte

En esta fase de preprueba de analisis 34029, recopilados de la plataforma de control de equipos y dispatch los cuales brindaban la disponibilidad mecánica, utilización, rendimiento y OEE de un equipo de carguío; en cuanto a los equipos de acarreo nos facilitaba número de viajes, ciclo, velocidad promedio, velocidad por pendiente y condiciones viales de los equipos usados en la Unidad Minera El toro de la Compañía Minera Corporación del Centro Gold Mining SAC, sin la aplicación de nuevos estándares y controles; correspondientes a los meses de enero, febrero, marzo, abril y mayo del 2018, obtenidos con base en un muestreo probabilístico estratificado (Ver Anexo A, B, C, D, E, F, G y I).

### 3.7.3. Fase de posprueba para la optimización de la operación de transporte

En esta fase de posprueba de analisis 10636, recopilados de la plataforma de control de equipos y dispatch los cuales brindaban disponibilidad mecánica, utilización, rendimiento y OEE de un equipo de carguío; en cuanto a los equipos de acarreo nos facilitaba número de viajes, ciclo, velocidad promedio, velocidad por pendiente y condiciones viales de los equipos usados en la Unidad Minera El Toro de la Compañía Minera Corporación del Centro Gold Mining SAC, de los meses de junio, julio, agosto, septiembre y octubre del 2018. Estos fueron analizados en base a medidas de tendencia central (media) y fueron comparados con los datos de la fase de preprueba para determinar las variaciones en las operaciones unitarias de carguío y acarreo (Ver Anexo A, B, C, D, E, F, G y I).

### 3.8. Plan de tratamiento de los datos

Considerando la variable dependiente manipulable, de las operaciones unitarias en la Unidad Minera El Toro de la Compañía Minera Corporación del Centro Gold Mining SAC; el tratamiento de los datos se realizó en tres etapas: la primera para determinar el comportamiento de las operaciones unitarias de carguío y acarreo transporte sin la aplicación de los nuevos estándares y controles. La segunda para determinar nuevos estándares y controles en las operaciones unitarias de carguío y acarreo y la última para determinar el comportamiento de las operaciones unitarias de carguío y acarreo después de la aplicación de los KPI'S, indicadores y estándares óptimos. (Ver Figura 16). (Ver Anexo A, B, C, D, E, F, G, H, y I).

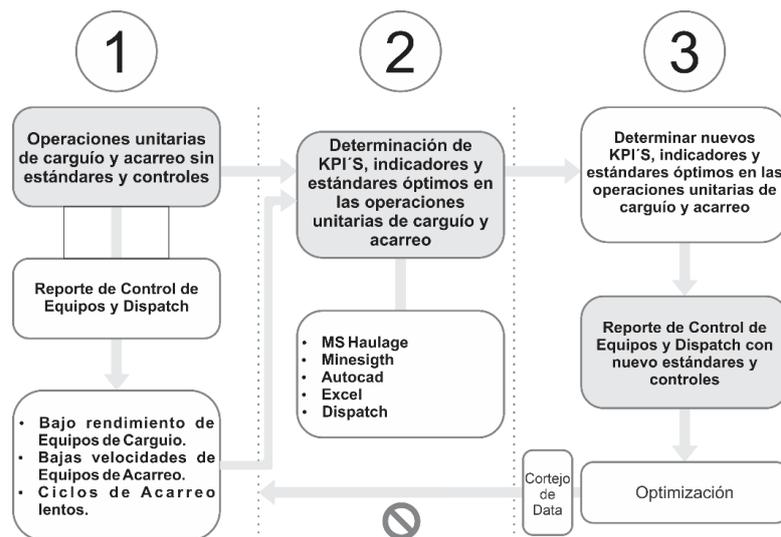


Figura 16: Plan de tratamiento de datos

Fuente: Elaboración propia

- Etapa 1: Durante la primera etapa el tratamiento y/o análisis de datos se realizó aplicando la estadística descriptiva a través de medidas de tendencia central: media, para determinar el comportamiento de las operaciones unitarias de carguío y acarreo sin la aplicación de KPI'S, indicadores y estándares óptimos.

- Etapa 2: Para la segunda etapa parte, junto a la etapa 1, de la fase de preprueba; el tratamiento y/o análisis de datos se realizó a través de los softwares MS Haulage, Minesigth, Autocad, Excel y Dispatch para determinar los KPI'S, indicadores y estándares óptimos de las operaciones unitarias de carguío y acarreo.

- Etapa 3: Para la tercera y última etapa, el tratamiento de los datos se realizó en base a los nuevos datos obtenidos después de la aplicación de KPI'S, indicadores y estándares óptimos. Al igual que en la etapa 1, los datos fueron estructurados de acuerdo a la estadística descriptiva, mediante medidas de tendencia central (media).

### **3.9. Diseño de tratamiento para la prueba de hipótesis**

Para la prueba de hipótesis se utilizó las listas de cotejo para comparar el comportamiento de las operaciones unitarias de carguío y acarreo, antes y después de la aplicación de análisis de disponibilidad mecánica, utilización, rendimiento y OEE de un equipo de carguío, condiciones viales, número de viajes, ciclo, velocidad promedio y velocidad por pendiente, con base en tablas comparativas de medidas de tendencia central y a la determinación de la varianza entre las fases de preprueba y posprueba

## CAPITULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos se clasificaron en dos fases, la fase de preprueba el cual contempla datos antes de la aplicación de estándares de diseño y la fase de posprueba donde se considera datos recolectados después de la aplicación análisis de disponibilidad mecánica, utilización, rendimiento y OEE de un equipo de carguío, condiciones viales, número de viajes, ciclo, velocidad promedio y velocidad por pendiente en la Unidad Minera El Toro de la Compañía Minera Corporación del Centro Gold Mining SAC.

#### 4.1. Fase de preprueba

Esta fase se desarrolló con el fin de cumplir los objetivos específicos: Incrementar el rendimiento de los equipos de carguío y acarreo de la Compañía Minera Corporación del Centro Gold Mining SAC – Región La Libertad en un 10%, incrementar la producción en el tajo Diana de la Compañía Minera Corporación del Centro Gold Mining SAC – Región La Libertad en un 10% el trabajo se realizó tanto para el mineral como para el desmonte. (Ver Anexo A, B, C, D, E, F, G y I).

#### 4.2. Fase de Posprueba

Determinar el comportamiento de las operaciones unitarias de carguío y acarreo aplicando nuevos KPI'S, indicadores y estándares óptimos. (Ver Anexo A, B, C, D, E, F, G y I).

#### 4.3. Resultados Comparativos de la Investigación

Comparar el comportamiento de las operaciones unitarias de carguío y acarreo entre los estándares anteriores y posteriores a través de figuras.

##### 4.3.1. Comparativo de Disponibilidad Mecánica

En el grafico se muestra; la línea de color azul interpreta la disponibilidad mecánica planificada, la línea de color anaranjado interpreta la disponibilidad mecánica ejecutada en la etapa de preprueba y la línea ploma interpreta la disponibilidad mecánica ejecutada en la etapa de posprueba, mostrando una disminución de 2% de la etapa de preprueba con la de posprueba. (Ver Figura 17).

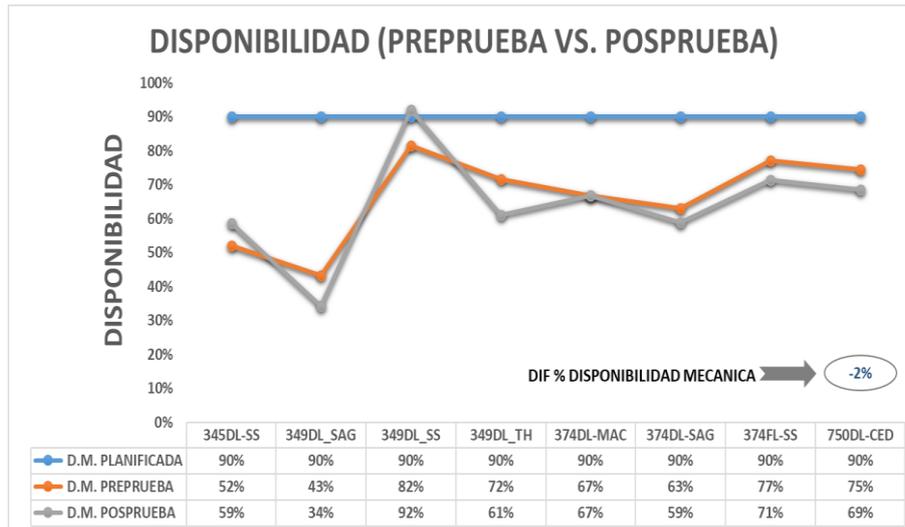


Figura 17: Disponibilidad Mecánica Preprueba vs Posprueba

Fuente: Elaboración propia

### 4.3.2. Comparativo de Utilización

En el grafico se muestra; la línea de color azul interpreta la utilización planificada, la línea de color anaranjado interpreta la utilización ejecutada en la etapa de preprueba y la línea ploma interpreta la utilización ejecutada en la etapa de posprueba, mostrando un incremento de 10% de la etapa de preprueba con la de posprueba. (Ver Figura 18).

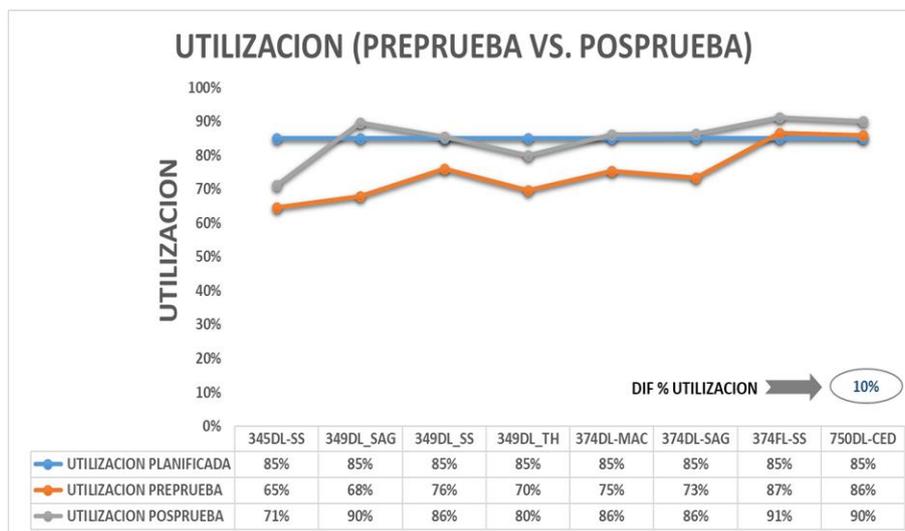


Figura 18: Utilización Preprueba vs Posprueba

Fuente: Elaboración propia

### 4.3.3. Comparativo de Producción Horario

En el grafico se muestra un gráfico de sobreposición en el cual; la línea de color plomo interpreta la producción horaria planificada en la etapa de preprueba, la línea de color azul interpreta la producción horaria planificada en la etapa de posprueba, la barra de color amarillo interpreta la producción horaria ejecutada en la etapa de preprueba y la

barra de color anaranjado interpreta la producción horaria ejecutada en la etapa de posprueba, mostrando un incremento de 7% de la etapa de preprueba con la de posprueba. (Ver Figura 19 y 20).

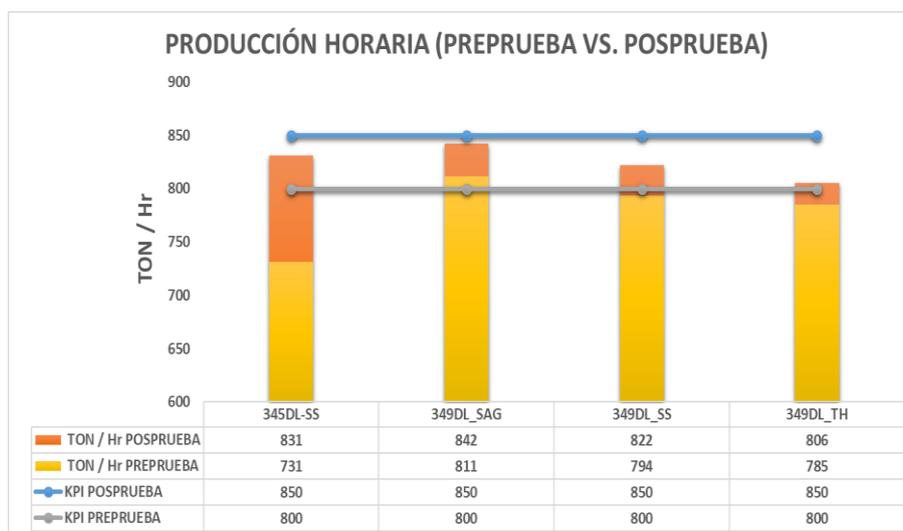


Figura 19: Producción Horaria Preprueba vs Posprueba (1)

Fuente: Elaboración propia

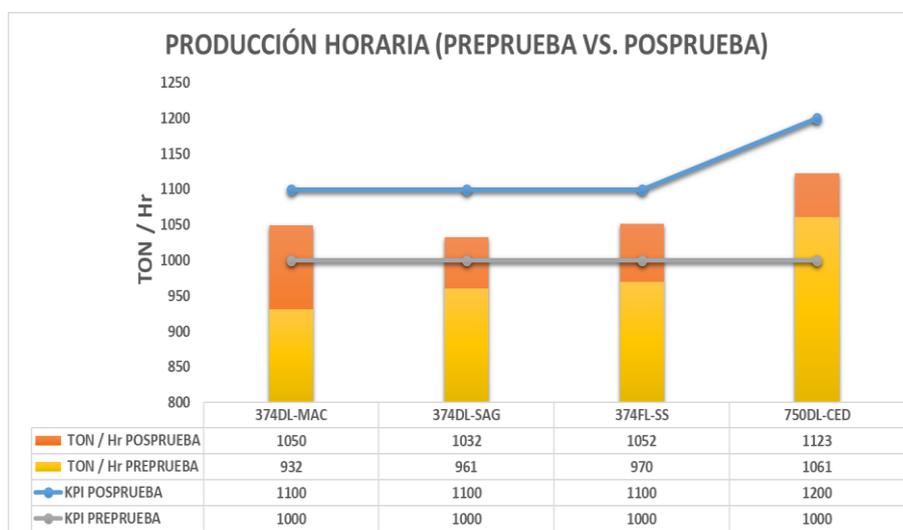


Figura 20: Producción Horaria Preprueba vs Posprueba (2)

Fuente: Elaboración propia

#### 4.3.4. Comparativo de Efectividad (OEE)

En el gráfico se muestra; el OEE (Overall Equipment Effectiveness), la línea de color negro interpreta el OEE ejecutada en la etapa de preprueba y la línea azul interpreta el OEE ejecutada en la etapa de posprueba, siendo el color rojo un rango malo, el color anaranjado un rango regular, el color amarillo un rango aceptable, el color verde neón un rango bueno, y el color verde un rango excelente, mostrando un incremento de 3% de la etapa de preprueba con la de posprueba. (Ver Figura 21).

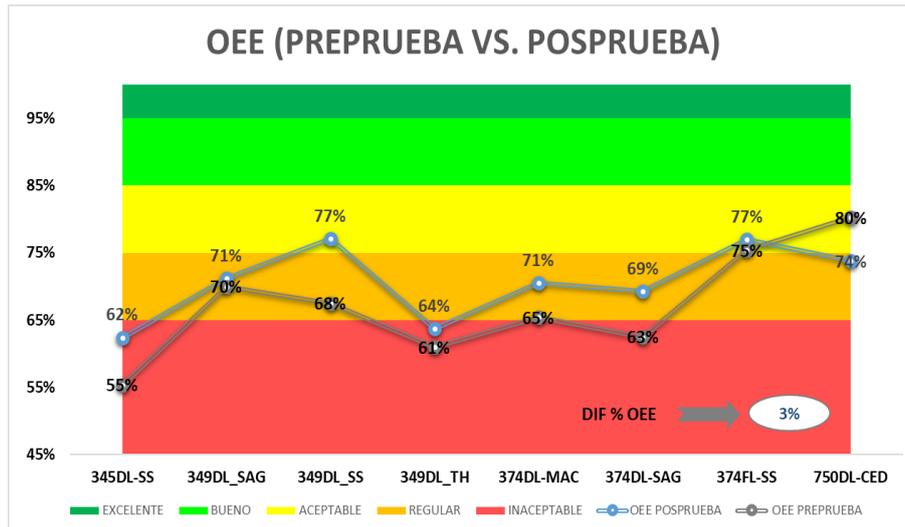


Figura 21: OEE Preprueba vs Posprueba

Fuente: Elaboración propia

### 4.3.5. Comparativo de Velocidad Promedio

En el grafico se muestra; la línea de color anaranjado interpreta la velocidad promedio planificada, la línea de color azul interpreta la velocidad promedio ejecutada del mes de enero a octubre en la etapa de preprueba y posprueba, mostrando un incremento de 11% de la etapa de preprueba con la de posprueba. (Ver Figura 22).

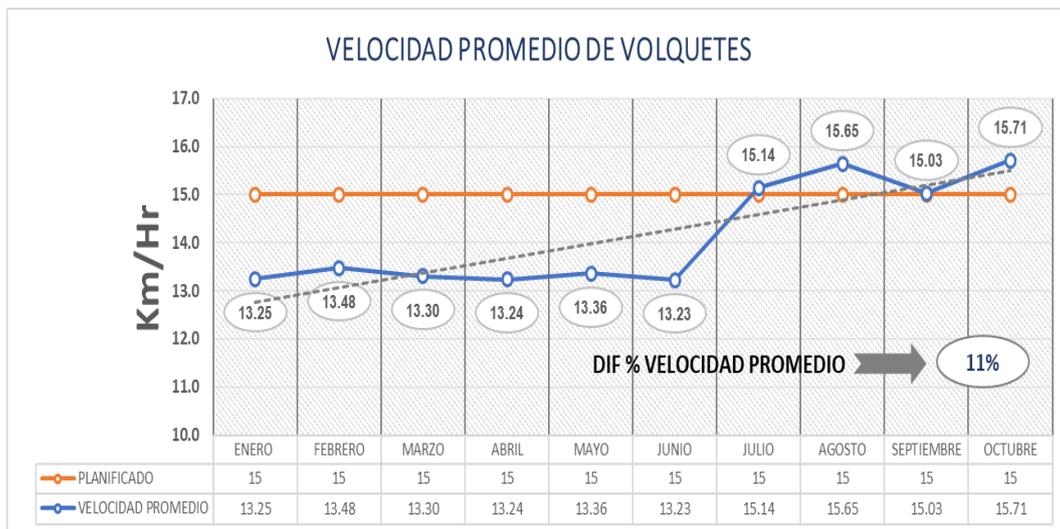


Figura 22: Velocidad Promedio de Volquetes

Fuente: Elaboración propia

### 4.3.6. Dimensionamiento de Flota

En el grafico se muestra; la línea de color azul interpreta el dimensionamiento de flota promedio por día planificada del mes de enero a octubre según Budget y la línea de color anaranjado interpreta el dimensionamiento de flota promedio por día ejecutado de forma del mes de enero a octubre en la etapa de preprueba y posprueba, mostrando que en los meses de julio en adelante se debió incrementas 10 volquetes, debido a que la velocidad

promedio incremento no fue necesario dicha cantidad de volquetes lo cual nos permite optimizar el costos en actividad de acarreo. (Ver Figura 23).

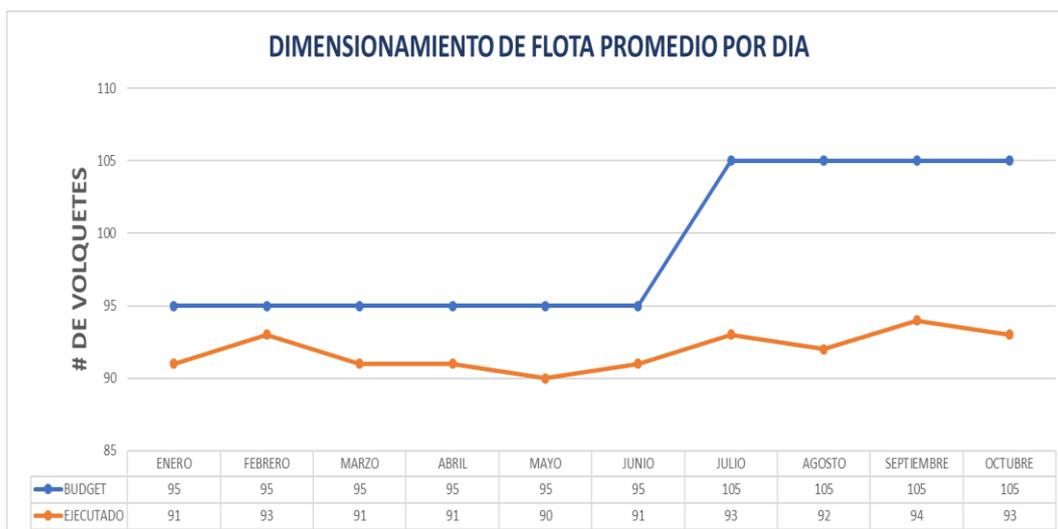


Figura 23: Velocidad Promedio de Volquetes

Fuente: Elaboración propia

### 4.3.7. Comparativo de Producción Tajo y Remanejo

En el grafico se muestra un gráfico de sobreposición en el cual; la barra de color azul es el total de material producido tanto para tajo y mineral lixiviado remanejado en la etapa de preprueba, la barra de color anaranjado es el total de material producido tanto para tajo y mineral lixiviado remanejado en la etapa de posprueba y la línea amarilla interpreta el total de material producción del tajo y remanejo, mostrando un incremento de 8% en tajo y 11% en remanejo, haciendo un promedio entre los dos de 10% de la etapa de preprueba con la de posprueba. (Ver Figura 24).

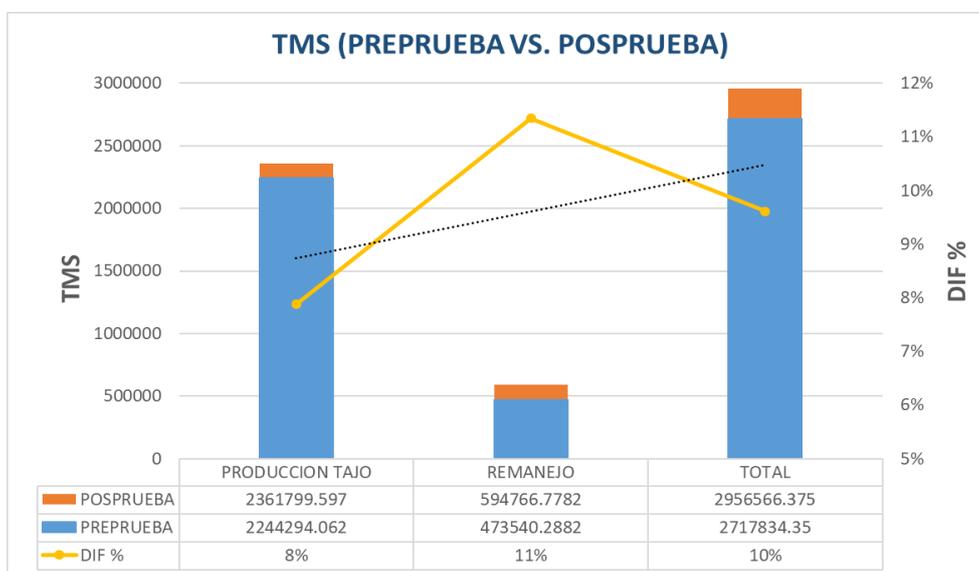


Figura 24: Producción de Tajo y Remanejo

Fuente: Elaboración propia

### 4.3.8. Reporte de Aporte de Onzas a Pad

En el gráfico se muestra un gráfico de sobreposición en el cual; la línea de color plomo es la cantidad de onzas planificadas de aporte a Pad mensualmente, la barra anaranjada es la cantidad de onzas ejecutadas de aporte a Pad mensualmente y la línea de color azul es la ley promedio mensual, debido a que la ley de los meses de posprueba fue favorable se logró incrementar en un 11% el aporte de onzas a Pad de la etapa de preprueba con la de posprueba. (Ver Figura 25).

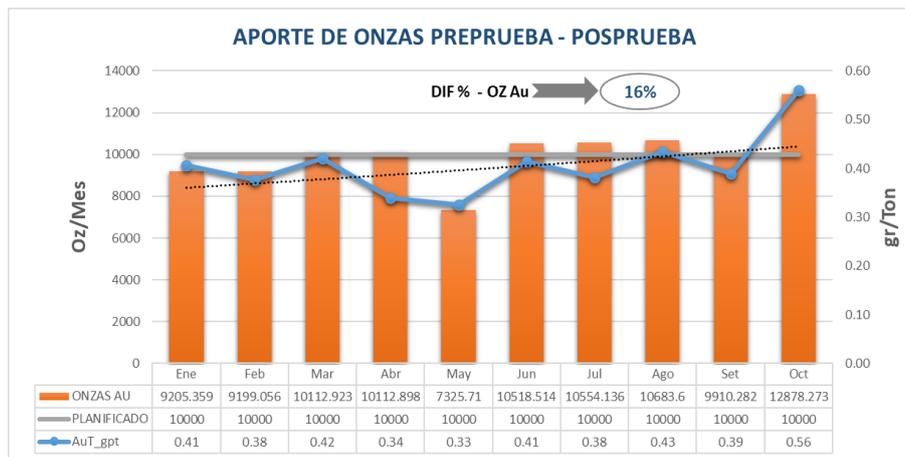


Figura 25: Aporte de Onzas Preprueba vs Posprueba

Fuente: Elaboración propia

### 4.3.9. Facturaciones de Empresas Contratistas

En el primer gráfico (Figura 97) se muestra el promedio de horas pagadas por día de los volquetes el cual en los meses de posprueba muestra un incremento de 28 %, la el segundo grafico (Figura 98) se muestra las facturaciones de las empresas contratistas más representativas de los meses de enero a agosto en el cual se muestra que también las empresas contratistas fueron beneficiadas en sus valorizaciones. (Ver Figura 26 y 27).

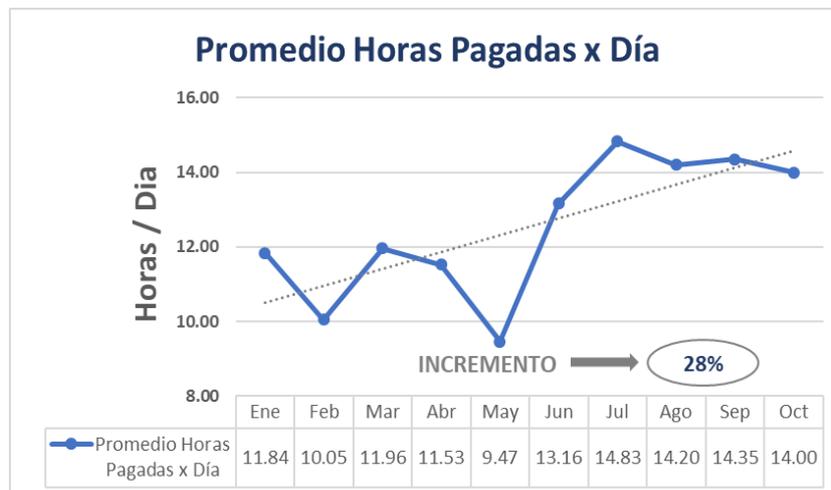


Figura 26: Evolución Mensual de Horas Pagadas (Promedio por día)

Fuente: Elaboración propia

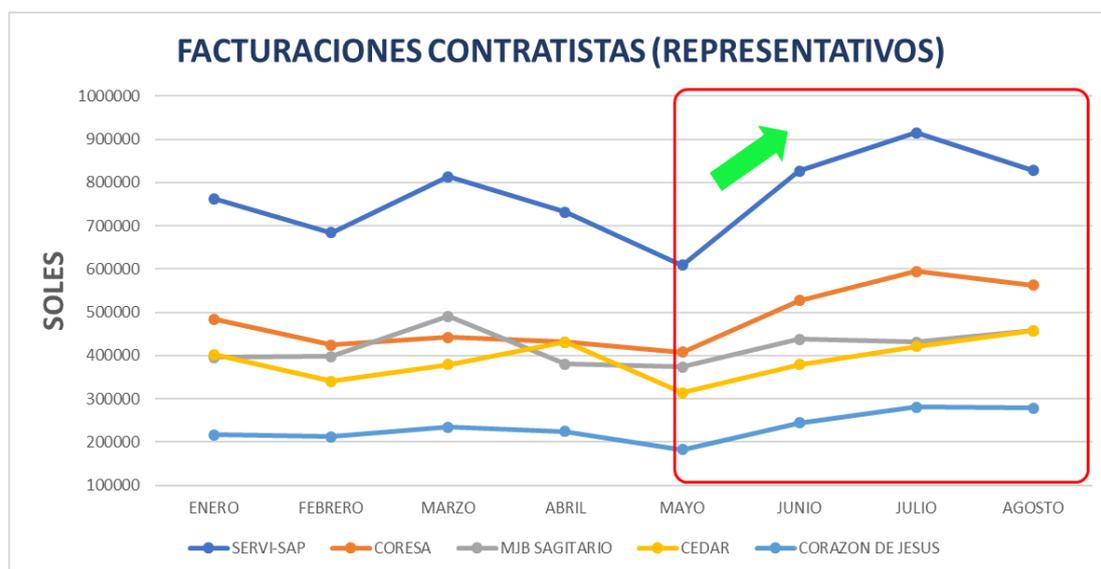


Figura 27: Contratistas Representativos

Fuente: Elaboración propia

### 4.3.10. Tablas Resumen

Comparar el comportamiento de las operaciones unitarias de carguío y acarreo entre los estándares anteriores y posteriores, en la etapa de preprueba y posprueba a través de tablas.

Comparativa de Disponibilidad Mecánica de Equipos de Carguío (Ver Tabla 10).

Tabla 10: Comparativo de Disponibilidad Mecánica Planificada, Preprueba y Posprueba

EQUIPO	D.M. PLANIFICADA	D.M. PREPRUEBA	D.M. POSPRUEBA	DIF %
345DL-SS	90%	52%	59%	7%
349DL_SAG	90%	43%	34%	-9%
349DL_SS	90%	82%	92%	11%
349DL_TH	90%	72%	61%	-10%
374DL-MAC	90%	67%	67%	0%
374DL-SAG	90%	63%	59%	-4%
374FL-SS	90%	77%	71%	-6%
750DL-CED	90%	75%	69%	-6%
<b>PROMEDIO</b>	90%	66%	64%	-2%

Fuente: Elaboración propia

Comparativa de Utilización de Equipos de Carguío (Ver Tabla 11).

Tabla 11: Comparativo de Utilización Planificada, Preprueba y Posprueba

EQUIPO	UTILIZACION PLANIFICADA	UTILIZACION PREPRUEBA	UTILIZACION POSPRUEBA	DIF %
345DL-SS	85%	65%	71%	7%
349DL_SAG	85%	68%	90%	22%
349DL_SS	85%	76%	86%	9%
349DL_TH	85%	70%	80%	10%
374DL-MAC	85%	75%	86%	11%
374DL-SAG	85%	73%	86%	13%
374FL-SS	85%	87%	91%	4%
750DL-CED	85%	86%	90%	4%
<b>PROMEDIO</b>	85%	75%	85%	10%

Fuente: Elaboración propia

Comparativa de Producción Horaria de Equipos de Carguío (Ver Tabla 12).

Tabla 12: Cuadro Comparativo de Producción Horaria Preprueba y Posprueba

EQUIPO	KPI PREPRUEBA	TON / Hr PREPRUEBA	KPI POSPRUEBA	TON / Hr POSPRUEBA	DIF %
345DL-SS	800	731	850	831	12%
349DL_SAG	800	811	850	842	4%
349DL_SS	800	794	850	822	3%
349DL_TH	800	785	850	806	3%
374DL-MAC	1000	932	1100	1050	11%
374DL-SAG	1000	961	1100	1032	7%
374FL-SS	1000	970	1100	1052	8%
750DL-CED	1000	1061	1200	1123	6%
<b>PROMEDIO</b>					7%

Fuente: Elaboración propia

Comparativa de Overall Equipment Effectiveness de Equipos de Carguío (Ver Tabla 13).

Tabla 13: Cuadro Comparativo de OEE Preprueba y Posprueba

EQUIPO	OEE PREPRUEBA	OEE POSPRUEBA	DIF %
345DL-SS	55%	62%	7%
349DL_SAG	70%	71%	1%
349DL_SS	68%	77%	10%
349DL_TH	61%	64%	3%
374DL-MAC	65%	71%	5%
374DL-SAG	63%	69%	7%
374FL-SS	75%	77%	2%
750DL-CED	80%	74%	-6%
<b>PROMEDIO</b>	67%	71%	3%

Fuente: Elaboración propia

Comparativa de Velocidad Promedio de Equipos de Acarreo (Ver Tabla 14).

Tabla 14: Comparativo de Velocidad de Volquetes Planificado, Preprueba y Posprueba

	MES	VELOCIDAD PROMEDIO	PLANIFICADO	DIF %
PREPRUEBA	ENERO	13.25	15	-12%
	FEBRERO	13.48	15	-10%
	MARZO	13.30	15	-11%
	ABRIL	13.24	15	-12%
	MAYO	13.36	15	-11%
POSPRUEBA	JUNIO	13.23	15	-12%
	JULIO	15.14	15	1%
	AGOSTO	15.65	15	4%
	SEPTIEMBR	15.03	15	0%
	OCTUBRE	15.71	15	5%
<b>DIFERENCIA (PREPRUEBA - POSPRUEBA)</b>				11%

Fuente: Elaboración propia

Comparativa de dimensionamiento de Flota (Ver Tabla 15).

Tabla 15: Comparativo de Dimensionamiento de flota Plan Anual vs Ejecutado, Preprueba - Posprueba

CONTRATA	PREPRUEBA					POSPRUEBA				
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE
BUDGET	95	95	95	95	95	95	105	105	105	105
EJECUTADO	91	93	91	91	90	91	93	92	94	93

Fuente: Elaboración propia

Comparativa de Material Transportado de Tajo y Remanejo (Ver Tabla 16 y 17).

Tabla 16: Comparativo de Material Transportado proveniente del Tajo, Desmonte, Stock y Remanejo; Preprueba – Posprueba

MES	PRODUCCION TAJO			TOTAL MATERIAL TRANSPORTADO			
	MINERAL	DESMONTE	MINERAL STOCK	PRODUCCION TAJO	REMANEJO	TOTAL	
PREPRUEBA	Ene	708230.00	1604817.00	0.00	2313047	471705.61	2784752.61
	Feb	781423.00	1469890.00	0.00	2251313	532672.52	2783985.52
	Mar	730446.34	1527775.67	291650.00	2549872	382631.42	2932503.43
	Abr	910492.00	1319562.00	50455.30	2280509	362159.07	2642668.37
	May	695593.00	1131136.00	0.00	1826729	618532.81	2445261.81
POSPRUEBA	Jun	845733.00	1525945.00	25579.69	2397258	803163.07	3200420.76
	Jul	794060.00	1508168.00	237323.79	2539552	207804.59	2747356.38
	Ago	712330.37	1239270.84	268244.74	2219846	849254.40	3069100.35
	Set	574786.18	1517918.21	3093.50	2095798	782088.88	2877886.77
	Oct	671669.76	1878111.51	6763.39	2556545	331522.94	2888067.61

Fuente: Elaboración propia

Tabla 17: Comparativo de Dimensionamiento de flota Plan Anual vs Ejecutado, Preprueba y Posprueba

MATERIAL	PREPRUEBA	POSPRUEBA	DIFERENCIA	DIF %
MINERAL	765236.8672	719715.8608	-45521.0064	-3%
DESMONTE	1410636.135	1533882.711	123246.5768	4%
MINERAL STOCK	68421.06	108201.0244	39779.9644	23%
PRODUCCION TAJO	2244294.062	2361799.597	117505.5348	8%
REMANEJO	473540.2882	594766.7782	121226.49	11%
<b>TOTAL</b>	2717834.35	2956566.375	238732.0249	10%

Fuente: Elaboración propia

Comparativa de Reporte de Aporte de Onzas por mes (Ver Tabla 18).

Tabla 18: Comparativo de Aporte de Oz por mes Planificado, Preprueba y Posprueba

APORTE DE OZ POR MES				
MES	AuT_gpt	ONZAS AU	PLANIFICADO	
PREPRUEBA	Ene	0.41	9205.359	10000
	Feb	0.38	9199.056	10000
	Mar	0.42	10112.923	10000
	Abr	0.34	10112.898	10000
	May	0.33	7325.71	10000
PROMEDIO	0.37	9191.19	10000	
POSPRUEBA	Jun	0.41	10518.514	10000
	Jul	0.38	10554.136	10000
	Ago	0.43	10683.6	10000
	Set	0.39	9910.282	10000
	Oct	0.56	12878.273	10000
PROMEDIO	0.44	10908.96	10000	
DIF %		16%		

Fuente: Elaboración propia

Comparativa de Horas Pagadas por día (Ver Tabla 19).

Tabla 19: Cuadro Comparativo de Horas Pagadas por día Preprueba - Posprueba

MES	Promedio Horas Pagadas x Día	Diferencia De Horometros	Promedio Horas Pagadas x Día	
PREPRUEBA	Enero	11.84		
	Febrero	10.05		
	Marzo	11.96	2.50 - 3.00	10.97
	Abril	11.53		
	Mayo	9.47		
POSPRUEBA	Junio	13.16		
	Julio	14.83		
	Agosto	14.20	1.20 - 1.50	14.11
	Septiembre	14.35		
	Octubre	14.00		
INCREMENTO			29%	

Fuente: Elaboración propia

Comparativa de Facturación por Alquiler de Maquinaria de Carguío y Acarreo de Empresas Contratistas (Ver Tabla 20).

Tabla 20: Comparativo de Facturación Mensual

CONTRATA	PREPRUEBA					POSPRUEBA		
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO
SERVI-SAP	762842	684175	813457	731719	609002	826729	915157	828251
CORESA	484530	425086	441795	431270	408170	527210	595101	562374
MJB SAGITARIO	395869	398207	491321	380020	374258	437287	431508	457485
CEDAR	402708	340008	379187	431672	313915	379240	421623	457336
CORAZON DE JESUS	216206	212775	234768	224166	182384	244113	280502	278603
RAJHO	177892	149531	164242	138140	115567	160653	167520	173719
RAPESA	75790	71806	70667	67289	55911	83663	137901	145322
MACOMIC	116306	109237	139665	118279	99211	106784	67570	143449
THIAN	48590	86580	77047	66568	81491	66564	55234	57570
T.R.A.	34509	30793	30464	35662	27914	32140	38409	40857
LOZANO	62328	51694	68399	66352	49497	53134	32666	42558
ALCAMAR	13386	13347	13971	8157	9979	15332	17200	12381
BOUBY	7524	15461	12573	7293	4249	2714	5522	3200
OTROS	37370	48469	42163	54173	61968	131406	161289	175548
<b>COSTO MINA EJECUTADO</b>	<b>2835850.65</b>	<b>2637170.41</b>	<b>2979717.96</b>	<b>2760759.24</b>	<b>2396110.51</b>	<b>3066971.63</b>	<b>3327203.43</b>	<b>3378652.04</b>

Fuente: Elaboración propia

Comparativa de Costo de Mina Planeado - Ejecutado (Ver Tabla 21).

Tabla 21: Cuadro Comparativo de Costo de Mina Mensual

MES	COSTO MINA EJECUTADO	COSTO MINA PLAN
PREPRUEBA	ENERO	2835850.65
	FEBRERO	2637170.41
	MARZO	2979717.96
	ABRIL	2760759.24
	MAYO	2396110.51
POSPRUEBA	JUNIO	3066971.63
	JULIO	3327203.43
	AGOSTO	3378652.04

Fuente: Elaboración propia

## DISCUSIONES

En la presente investigación acorde con los resultados obtenidos, se logró alcanzar el objetivo principal el cual es optimizar el uso de los equipos de carguío y acarreo gracias a la aplicación de nuevos KPI'S, indicadores y estándares óptimos; disponibilidad mecánica, utilización, rendimiento y OEE de un equipo de carguío, condiciones viales, velocidad promedio y velocidad por pendiente influyó positivamente para obtener un buen ritmo de producción, el cual debe ser aplicado en la unidad minera al comprobarse su funcionamiento y los aportes favorables que ha demostrado, es de acuerdo a estos resultados que se ha logrado confirmar las conclusiones de Marsilli, Y., Fernández, L., León, M. & Estenez, S. (2011), quien con su investigación: “Análisis de Indicadores y Cálculo de la Efectividad de la Extracción y el Transporte de Mineral en la Mina de la Empresa CMDTE. Ernesto Che Guevara”, llevando un control de las condiciones operativas de los frentes mineros de explotación y vías de acceso y circulación del transporte; para el eficiente desarrollo de estas actividades, logro mejorar y controlar la organización y logística de las actividades indirectas a la producción para la reducción de tiempos perdidos por estos conceptos. La actividad de extracción y transporte de mineral afectan sus índices productivos mensuales en aproximadamente 45 000 m<sup>3</sup>, representando 5 días de operaciones al mes. La disponibilidad técnica de extracción se reduce un 8 % y para el transporte un 12 % de la planificada (82 %); requiriéndose mayor cumplimiento de solución.

Finalmente, Apaza, E. (2017). en su investigación “Disminución de Tiempos Improductivos para Incrementar la Utilización de los Equipos de Carguío y Acarreo en la Mejora Continua de la Productividad en el Tajo Chalarina en Minera Shahuindo S.A.C.”, la aplicación de propuestas de mejoras continuas logró la disminución de horas de demora en las operaciones unitarias de carguío y acarreo. Si es posible incrementar el porcentaje de utilización de los equipos de minería. Si es posible incrementar la producción mensual de comparando el presupuestado con lo ejecutado. El porcentaje de utilización y productividad de los equipos está controlada por los KPI'S operativos que se realizan a diario.

## CONCLUSIONES

De acuerdo a nuestro primer objetivo específico el cual era incrementar el rendimiento de los equipos de carguío y acarreo de la Compañía Minera Corporación del Centro Gold Mining SAC – Región La Libertad en un 10%, se logró incrementar la utilización de los equipos de carguío en un 10%, la producción horaria en un 7% e incremento el OEE en un 3%, pese que la disponibilidad mecánica redujo en un 2%, los equipos de acarreo incrementaron la velocidad promedio en un 11%, en conclusión el rendimiento de los equipos de carguío y acarreo incrementaron en un 9% , no llegando a cumplir el objetivo de 10% por un margen de un 1% a nuestro objetivo.

De acuerdo a nuestro segundo objetivo específico el cual era incrementar la producción en el tajo Diana de la Compañía Minera Corporación del Centro Gold Mining SAC – Región La Libertad en un 10%, debido a que se logró optimizar operaciones unitarias de carguío y acarreo, en conclusión esto nos permitió incrementar la producción el tajo Diana en un 8%, no llegando a cumplir el objetivo de 10% por un margen de un 2% a nuestro objetivo, sin embargo se logró incrementar la producción de remanejo de material lixiviado en un 11% siendo que el movimiento total de material en mina incremente en promedio un 10%.

## RECOMENDACIONES

Es Específicamente en la Unidad Minera El Toro de la Compañía Minera Corporación del Centro Gold Mining, se recomienda hacer una investigación para para identificar la causa de las fallas de los equipos de carguío, ya que la confiabilidad de los equipos es muy baja, por presentar bajas disponibilidades mecánicas las cuales afectaran la productividad a futuro en la unidad minera.

En la Unidad Minera El Toro de la Compañía Minera Corporación del Centro Gold Mining, se recomienda realizar una evaluación económica, para poder implementar una adecuada plataforma dispatch para tener una adecuada gestión de los equipos de carguío y acarreo.

Se debe realizar periódicamente el análisis de esteros de las vías (pendiente, ancho de vías, etc) y el desarrollo de velocidades en las misma mediante ruta gramas que facilitan visualmente la interpretación de los mismos los cuales permiten tomar decisiones para la mejora de las mismas.

**BIBLIOGRAFIA**

- Area de Planeamiento Mina El Toro. (2018). Plan de Minado del Proyecto Minero El Toro.
- Belete-Fuentes, O., Estenoz-Mejía, S., & Diéguez-García, Y. (2016). Performance mining equipment (extraction-load-transportation) in the Ernesto Guevara Factory. *Boletín de Ciencias de La Tierra*, (39), 12–20. <https://doi.org/10.15446/rbct.n39.49117>
- Cavalcanti Garay, M. (2006). Adaptación de un programa de mantenimiento productivo total y aplicación de un sistema de indicadores de efectividad global de los equipos para una compañía minera. Universidad de Ciencias Aplicadas UPC.
- Cmdte, E., Che, E., Mustelier, Y. M., Martínez, L. F., & León, M. (2011). Extracción Y El Transporte De Mineral En La Mina De La.
- Comunicaciones, M. de T. y. (2014). Manual de carreteras diseño geométrico. Dirección General de Caminos y Ferrocarriles.
- Condori Catacora, R. F. (2017). Optimización de la Operación Unitaria de Transporte con la Aplicación de Estándares de Diseño de Vías en la Unidad Minera Corihuarmi. Universidad Nacional del Altiplano.
- Delgado Vega, J. (2016). Apuntes del curso de planificación de minas. Antofagasta: Universidad de Antofagasta.
- Escamilla López, M. C Miguel; Meza Jiménez, Dr. Jorge; Llamas Cabello, M. . R. (2011). Estudio de Productividad del Equipo de Carga en una Mina. Departamento de Ingeniería Industrial, Instituto Tecnológico de Colima.
- Gonzales, J. (2006). Ciclo de minado en minería superficial. Puno: Universidad Nacional del Altiplano.
- Hernández Sampieri, C. R. (2010). Metodología de la Investigación. México D.F.
- Huarocc Ccanto, P. M. (2014). Optimizacion Del Carguio Y Acarreo De Mineral Mediante El Uso De Indicadores Claves De Desempeño U.M. Chuco Ii De La E.M. *Upkar Mining*. 133. Retrieved from

<http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/1337/“OPTIMIZACION DEL CARGUIO Y ACARREO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Lins de Noronha, O., Cano Nuñez, A. E., Dos Reis, A. F., & Arroyo Ortiz, C. E. (2018). Dimensionamiento de flota en las operaciones de carguío y transporte usando modelos de simulación de sistemas. *Interfases*, (011), 43–55. <https://doi.org/10.26439/interfases2018.n011.2952>
- Ljungberg, Ö. (1998). Measurement of overall equipment effectiveness as a basis for TPM activities. *International Journal of Operations & Production Management*.
- Minas, M. de E. y M. de E. y. (2017). D.S. 023-2017-EM-Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería. Lima: Diario El Peruano.
- MINTECH. (2011). Herramientas MineSight para optimización de plan a corto y mediano plazo. Arizona: MINTECH SEMINAR.
- Mkhatshwa, S. V. (2009). Optimization of the loading and hauling fleet at Mamatwan open pit mine. *Journal of the Southern African Institute of Mining and Metallurgy*, 109(4), 223–232.
- Nakajima, S. (1998). INTRODUCCION AL TPM. Cambridge, Massachusetts: Japan Institute for Plant Maintenance.
- Salinas Lázaro, Carlos E., Acero Meza, Walter, Yupanqui Sifuentes, F. (2017). Geología del Yacimiento “El Toro.” *Encuentro Tecnología e Investigación*.
- Thompson, R. J.; Visser, A. T. (2000). The Functional Design of Surface Mine Haul Roads. *Journal-South African Institute Og Minig and Metallurgy*. Capaci Occasio.
- Vargas Hernández, A. (2012). IMPLEMENTACIÓN DE LA HERRAMIENTA DE OEE EN LA PLANTA DE TEVA PHARMACEUTICALS MÉXICO. Universidad Autónoma de México.
- Vera Zelada, P. (2016). Optimización de la Producción en Carguío y Acarreo Mediante la Utilización del Sistema Jigsaw – Leica en Minera Toquepala S.R.L. Universidad Cesar Vallejo.

ANEXOS

Anexo A

Disponibilidad Mecánica Preprueba

En los gráficos se muestra; la línea de color azul interpreta la disponibilidad mecánica planificada, la línea de color anaranjado interpreta la disponibilidad mecánica ejecutada y la línea entrecortada de color plomo interpreta la tendencia de la disponibilidad mecánica de los meses de enero, febrero, marzo, abril y mayo, en la fase de preprueba.

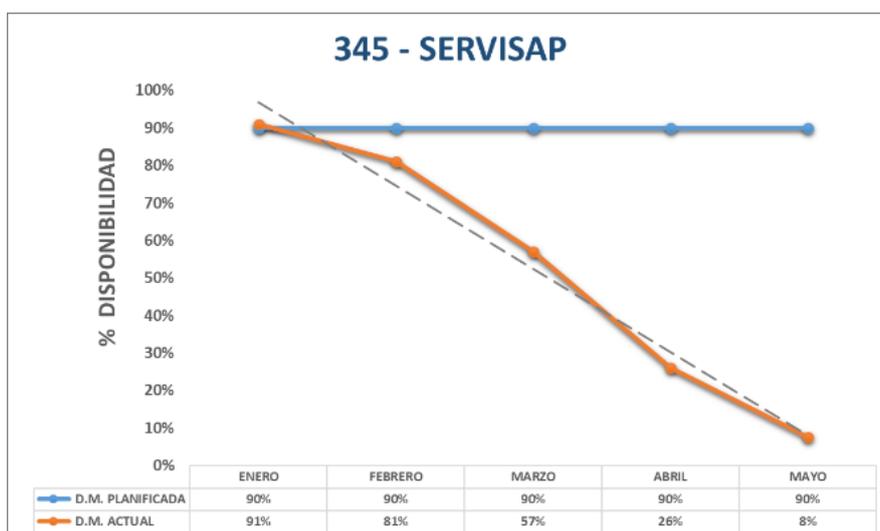


Figura 28: Disponibilidad Mecánica Excavadora 345 – SERVISAP (preprueba)

Fuente: Elaboración propia

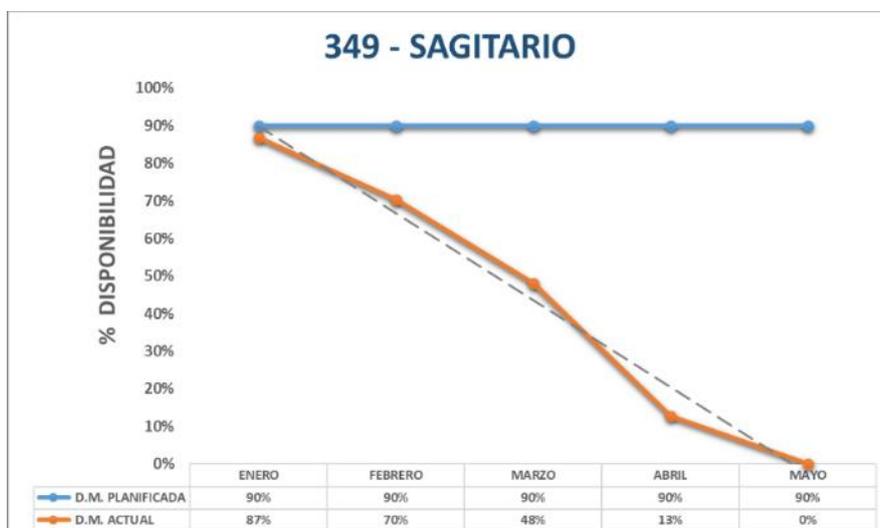


Figura 29: Disponibilidad Mecánica Excavadora 349 – SAGITARIO (preprueba)

Fuente: Elaboración propia

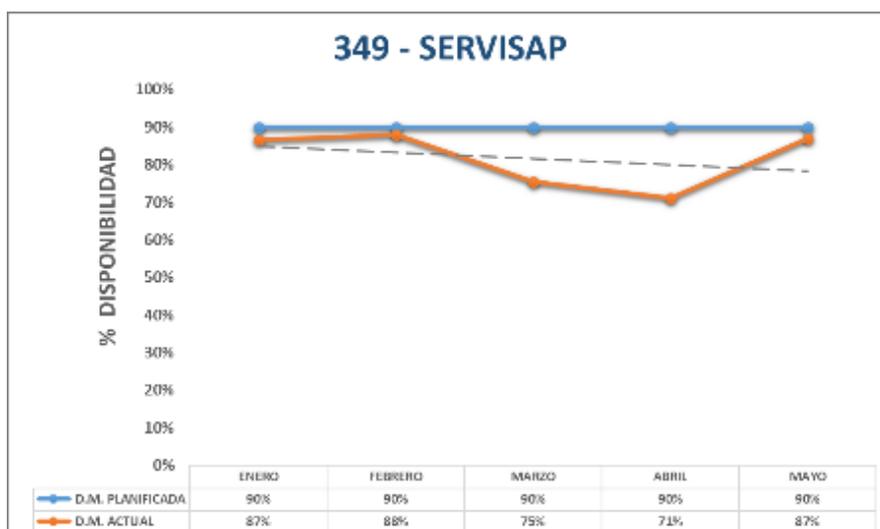


Figura 30: Disponibilidad Mecánica Excavadora 349 – SERVISAP (preprueba)  
Fuente: Elaboración propia

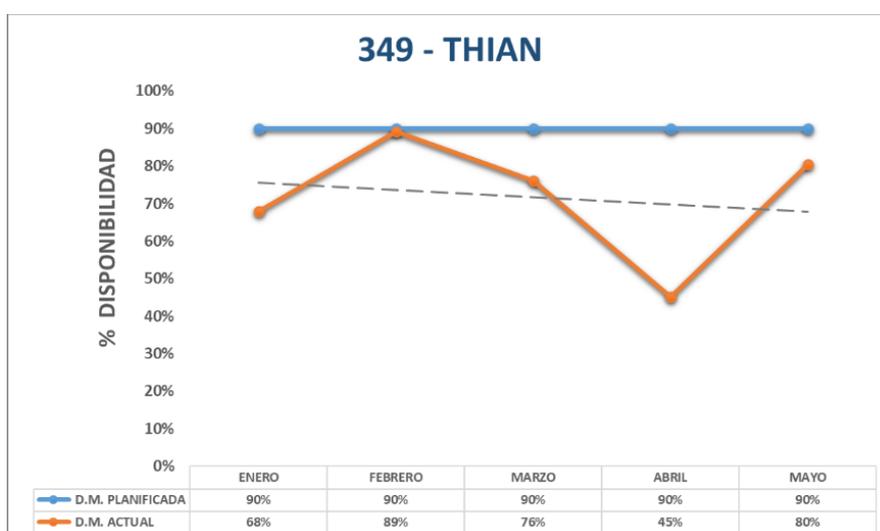


Figura 31: Disponibilidad Mecánica Excavadora 349 – THIAN (preprueba)  
Fuente: Elaboración propia

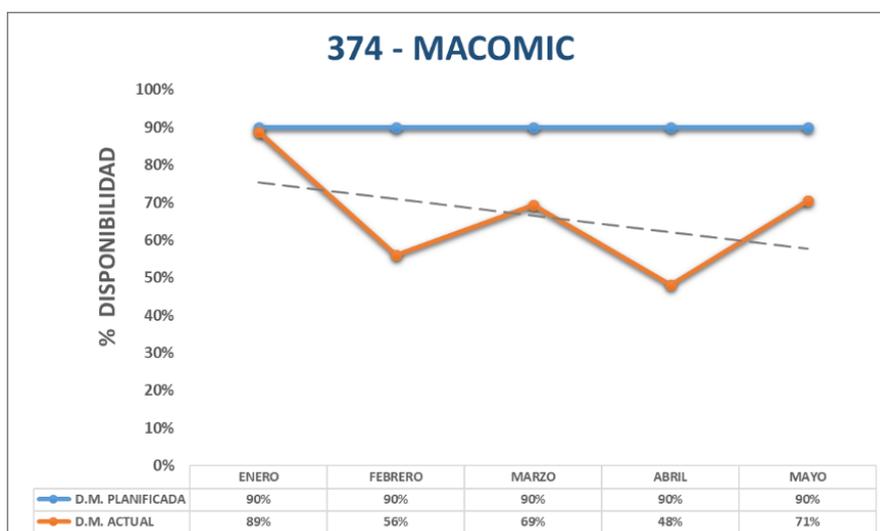


Figura 32: Disponibilidad Mecánica Excavadora 374 – MACOMIC (preprueba)  
Fuente: Elaboración propia

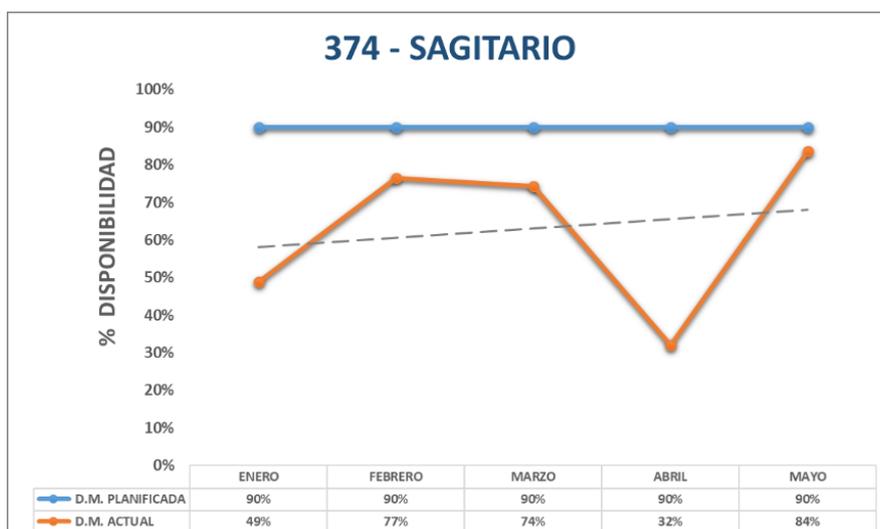


Figura 33: Disponibilidad Mecánica Excavadora 347 – SAGITARIO (preprueba)  
Fuente: Elaboración propia

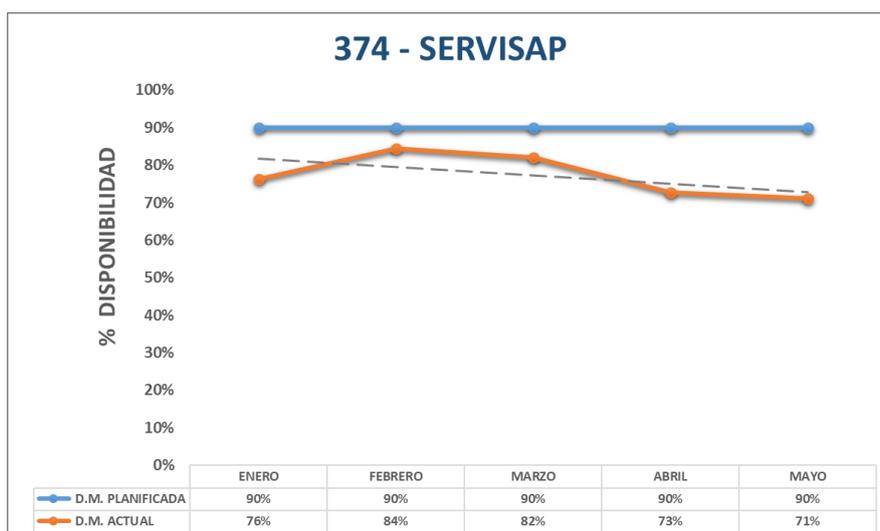


Figura 34: Disponibilidad Mecánica Excavadora 374 – SERVISAP (preprueba)  
Fuente: Elaboración propia

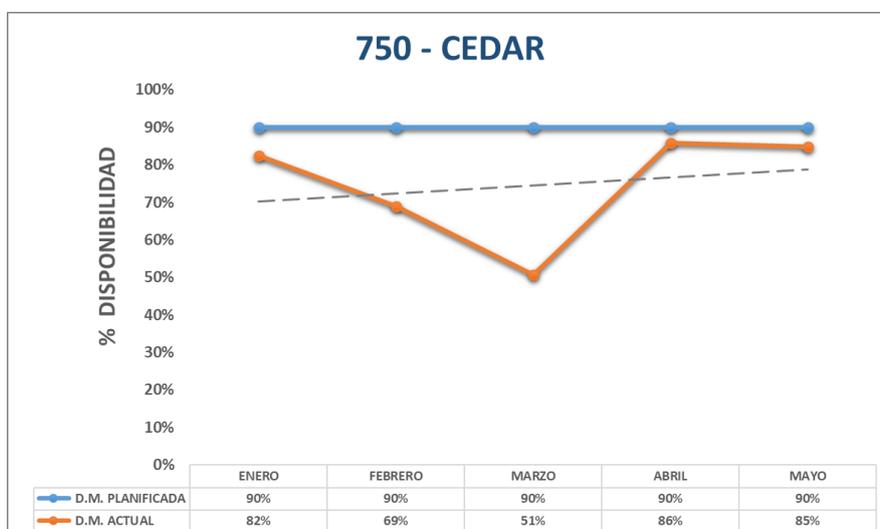


Figura 35: Disponibilidad Mecánica Excavadora 750– CEDAR (preprueba)  
Fuente: Elaboración propia

### Disponibilidad Mecánica Posprueba

En los gráficos se muestra; la línea de color azul interpreta la disponibilidad mecánica planificada, la línea de color anaranjado interpreta la disponibilidad mecánica ejecutada y la línea entrecortada de color plomo interpreta la tendencia de la disponibilidad mecánica de los meses de junio, julio, agosto, septiembre y octubre, en la fase de posprueba.

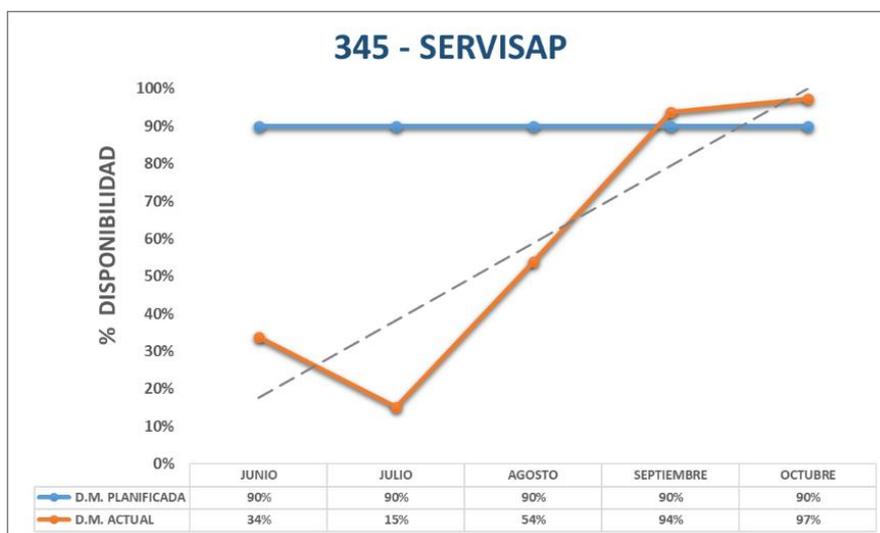


Figura 36: Disponibilidad Mecánica Excavadora 345 – SERVISAP (posprueba)

Fuente: Elaboración propia

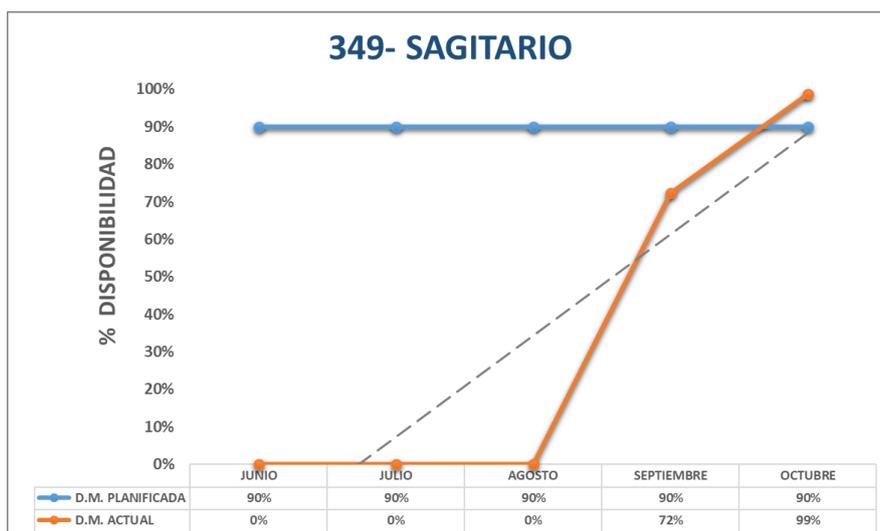


Figura 37: Disponibilidad Mecánica Excavadora 349 – SAGITARIO (posprueba)

Fuente: Elaboración propia

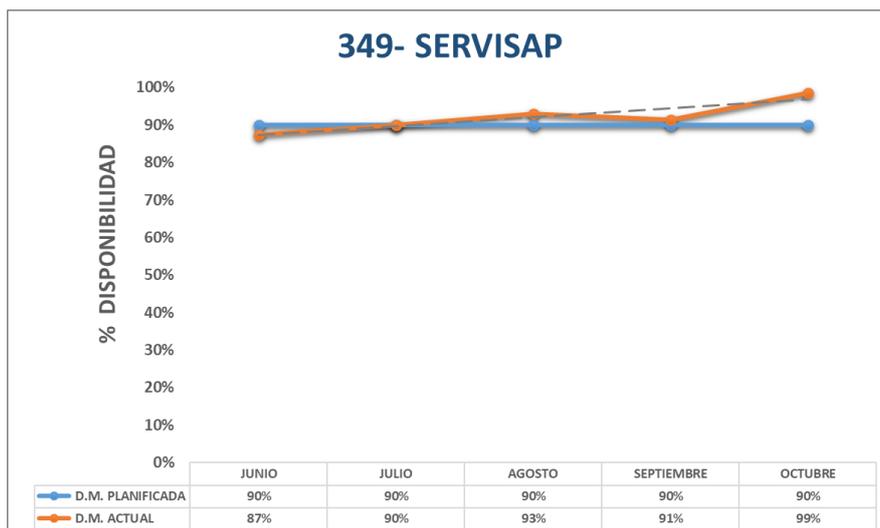


Figura 38: Disponibilidad Mecánica Excavadora 349 – SERVISAP (posprueba)  
Fuente: Elaboración propia

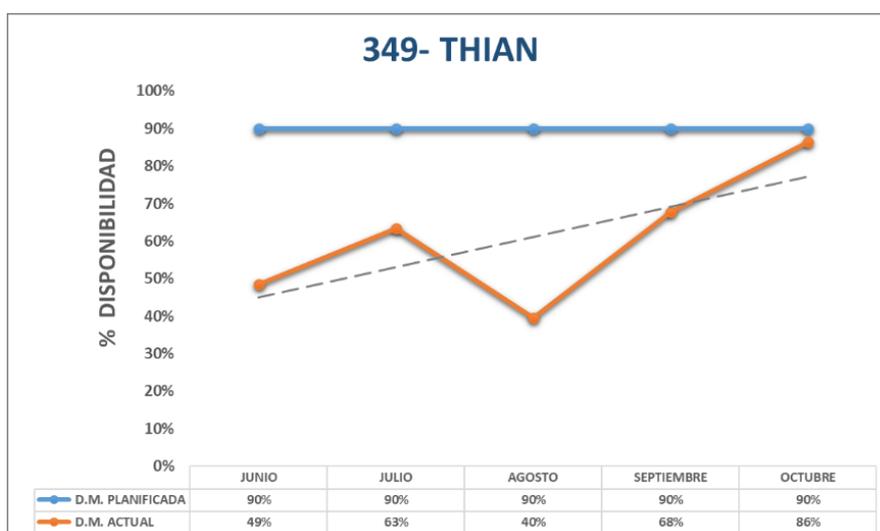


Figura 39: Disponibilidad Mecánica Excavadora 349 – THIAN (posprueba)  
Fuente: Elaboración propia

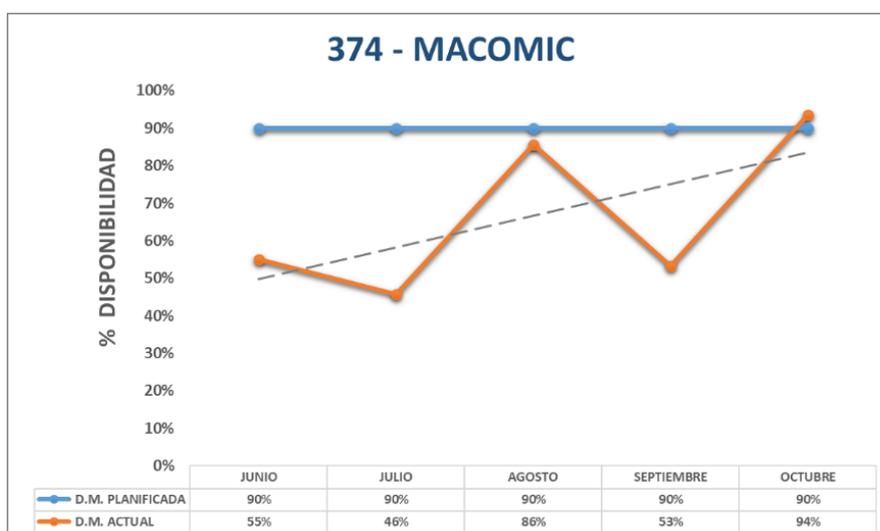


Figura 40: Disponibilidad Mecánica Excavadora 374 – MACOMIC (posprueba)  
Fuente: Elaboración propia

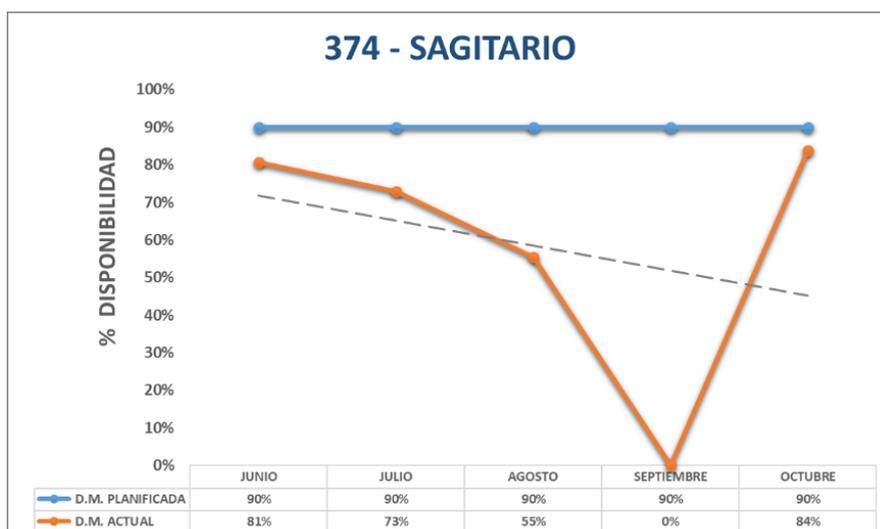


Figura 41: Disponibilidad Mecánica Excavadora 374 – SAGITARIO (posprueba)  
Fuente: Elaboración propia

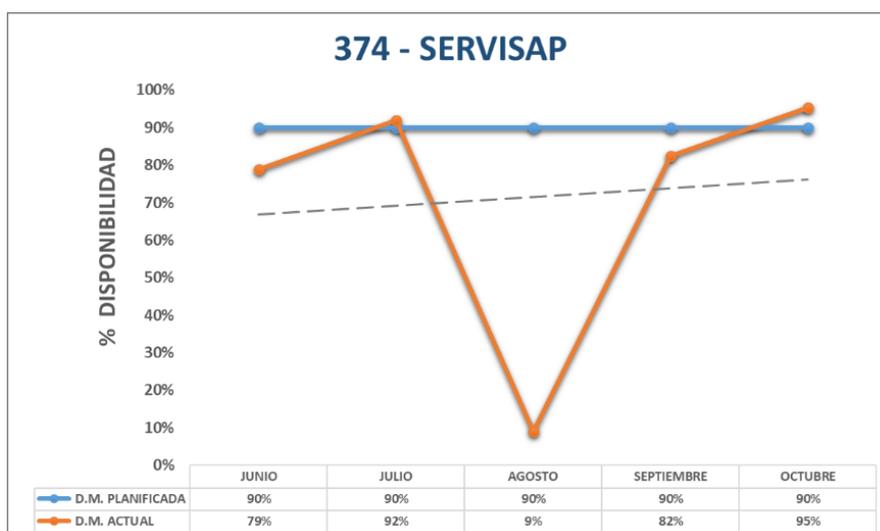


Figura 42: Disponibilidad Mecánica Excavadora 374 – SERVISAP (posprueba)  
Fuente: Elaboración propia

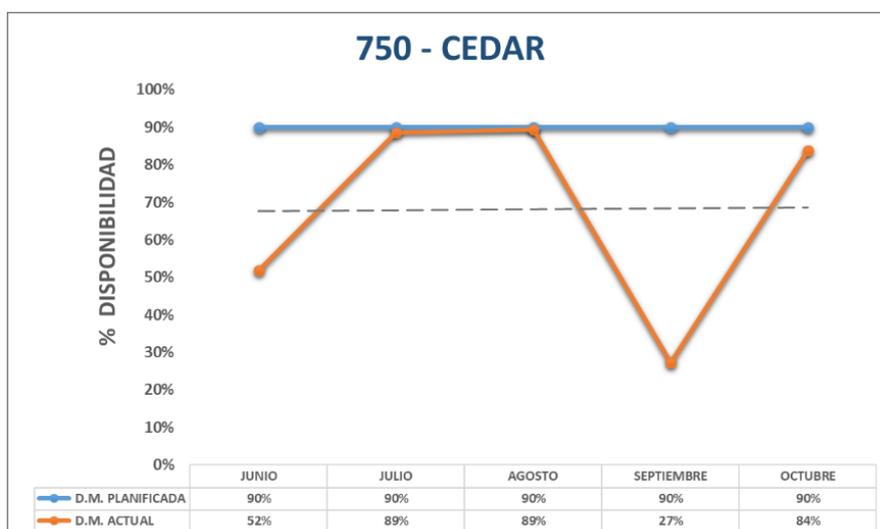


Figura 43: Disponibilidad Mecánica Excavadora 750 – CEDAR (posprueba)  
Fuente: Elaboración propia

Anexo B

Utilización Preprueba

En los gráficos se muestra; la línea de color azul interpreta la utilización planificada, la línea de color anaranjado interpreta la utilización ejecutada y la línea entrecortada de color plomo interpreta la tendencia de la utilización de los meses de enero, febrero, marzo, abril y mayo, en la fase de preprueba.

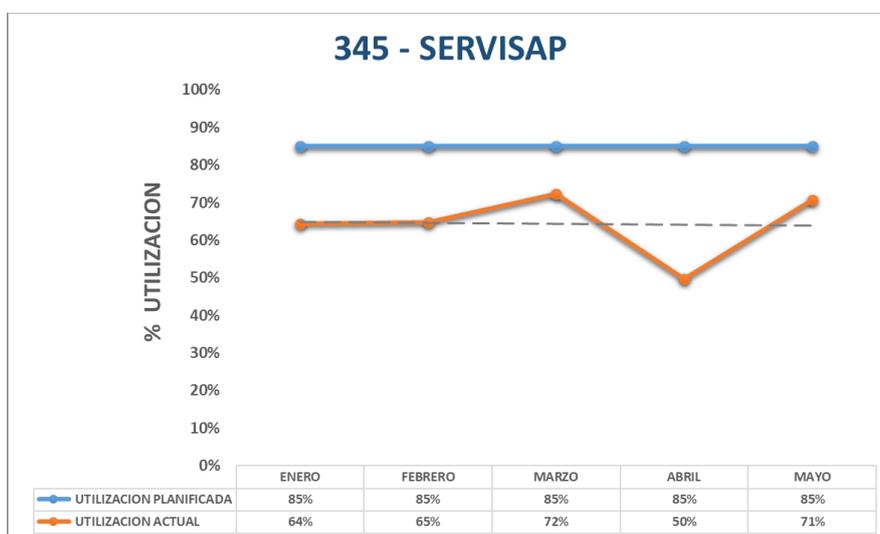


Figura 44: Utilización Excavadora 345 – SERVISAP (preprueba)

Fuente: Elaboración propia

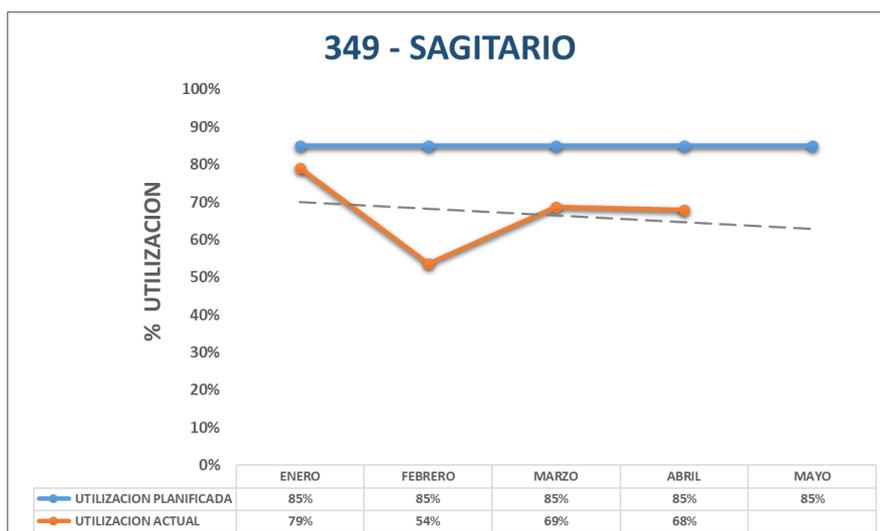


Figura 45: Utilización Excavadora 349 – SAGITARIO (preprueba)

Fuente: Elaboración propia

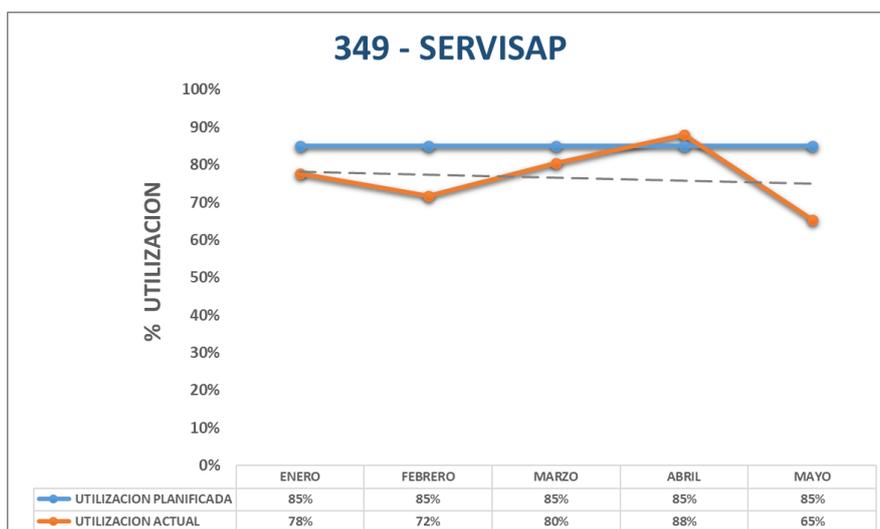


Figura 46: Utilización Excavadora 349 – SERVISAP (preprueba)  
Fuente: Elaboración propia

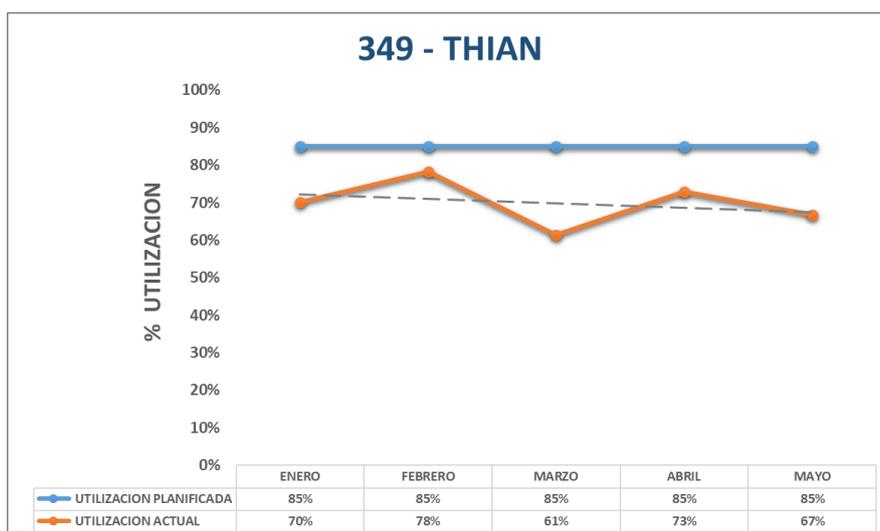


Figura 47: Utilización Excavadora 349 – THIAN (preprueba)  
Fuente: Elaboración propia

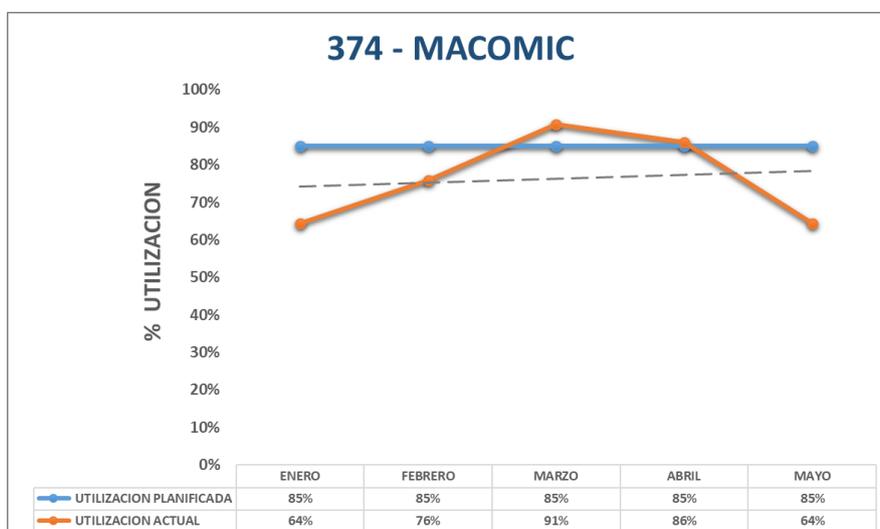


Figura 48: Utilización Excavadora 374 – MACOMIC (preprueba)  
Fuente: Elaboración propia

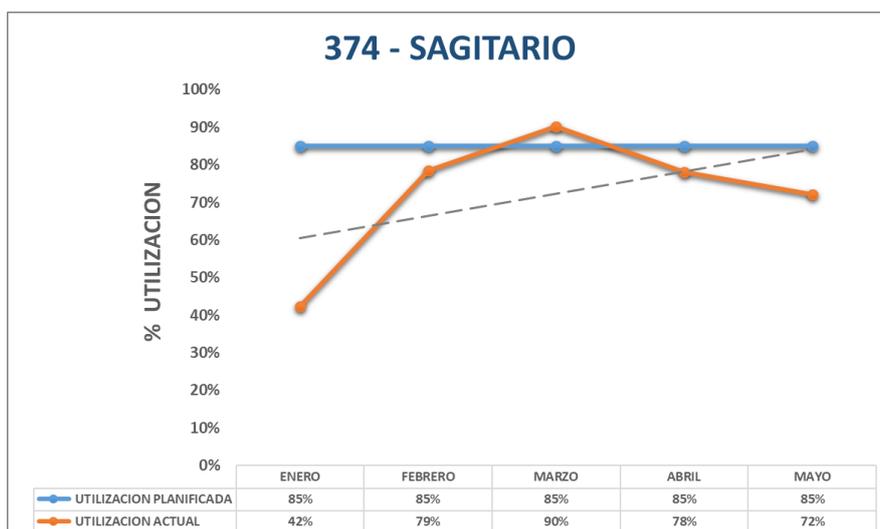


Figura 49: Utilización Excavadora 374 – SAGITARIO (preprueba)  
Fuente: Elaboración propia

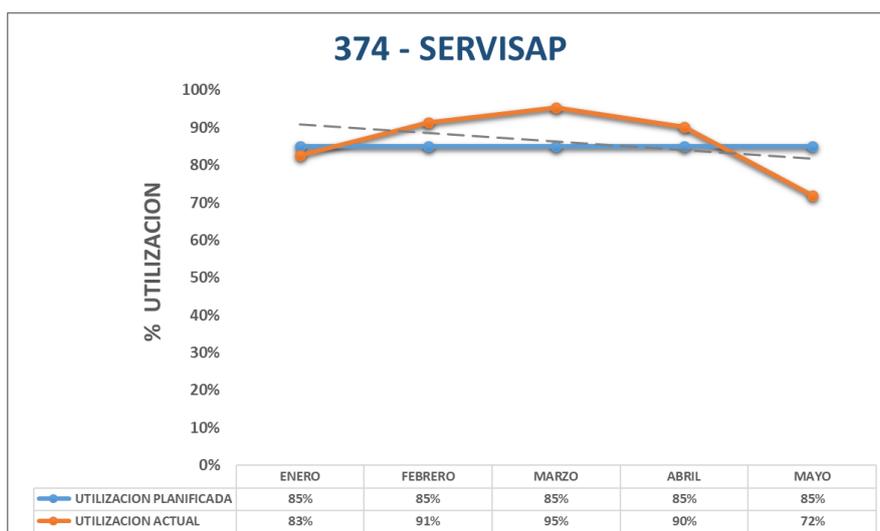


Figura 50: Utilización Excavadora 374 – SERVISAP (preprueba)  
Fuente: Elaboración propia

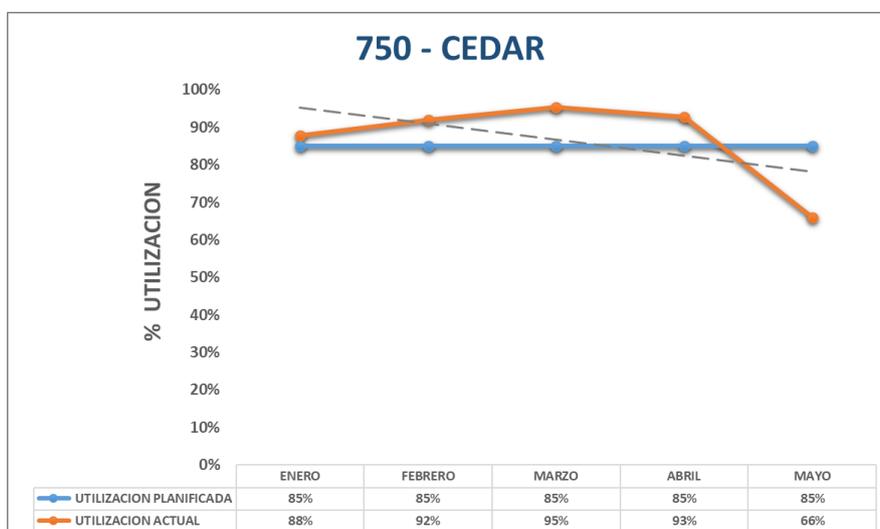


Figura 51: Utilización Excavadora 750 – CEDAR (preprueba)  
Fuente: Elaboración propia

### Utilización Posprueba

En los gráficos se muestra; la línea de color azul interpreta la utilización planificada, la línea de color anaranjado interpreta la utilización ejecutada y la línea entrecortada de color plomo interpreta la tendencia de la utilización de los meses de junio, julio, agosto, septiembre y octubre, en la fase de posprueba.

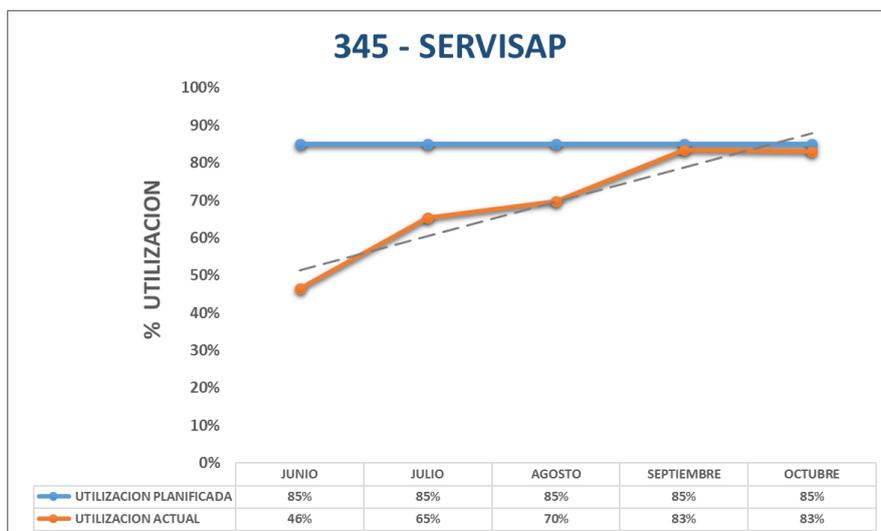


Figura 52: Utilización Excavadora 345 – SERVISAP (posprueba)

Fuente: Elaboración propia

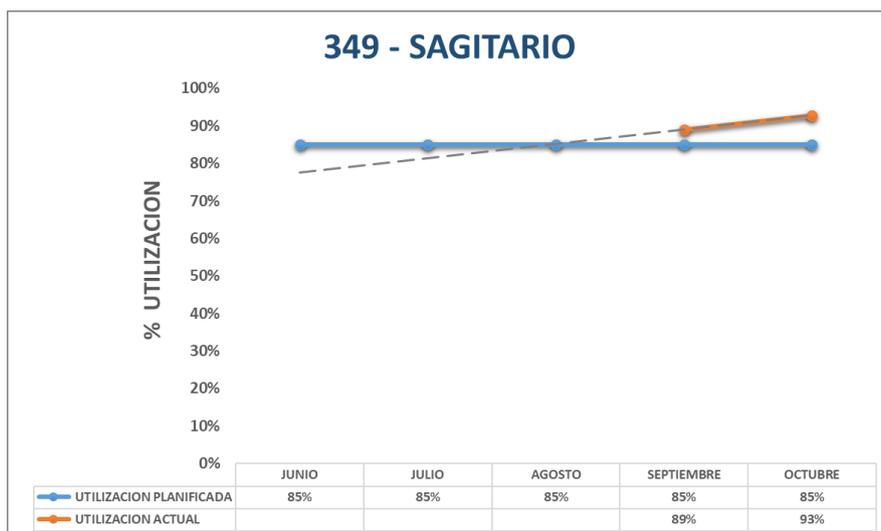


Figura 53: Utilización Excavadora 349 – SAGITARIO (posprueba)

Fuente: Elaboración propia

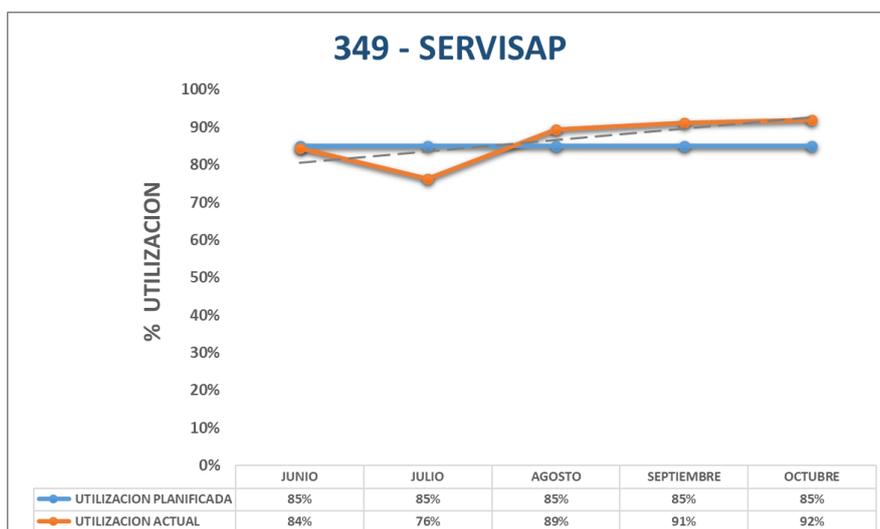


Figura 54: Utilización Excavadora 34 – SERVISAP (posprueba)  
Fuente: Elaboración propia

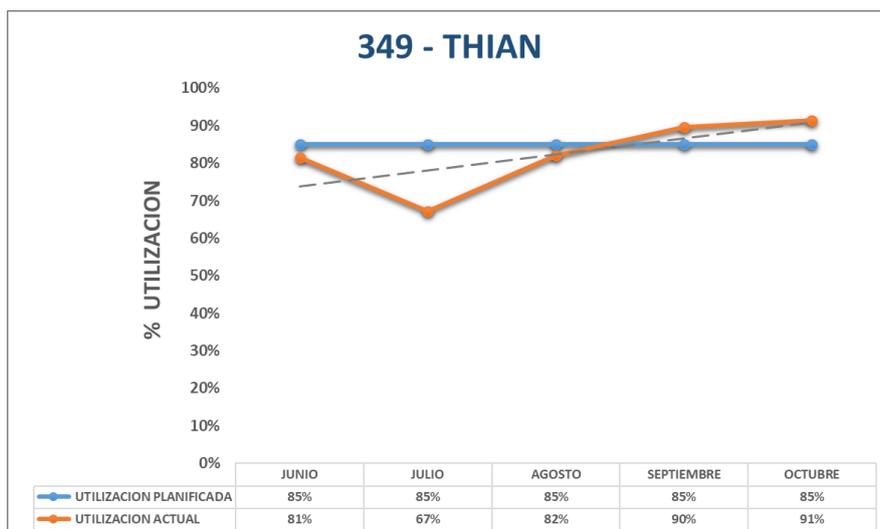


Figura 55: Utilización Excavadora 349 – THIAN (posprueba)  
Fuente: Elaboración propia

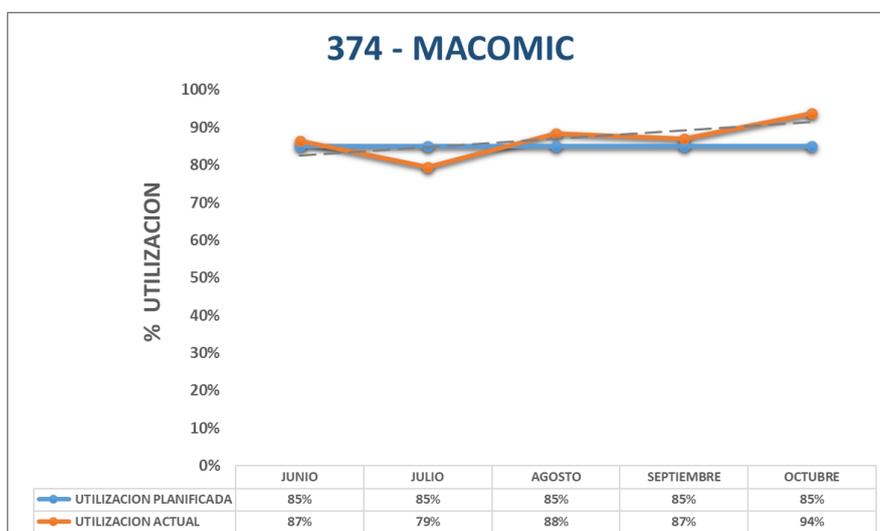


Figura 56: Utilización Excavadora 374 – MACOMIC (posprueba)  
Fuente: Elaboración propia

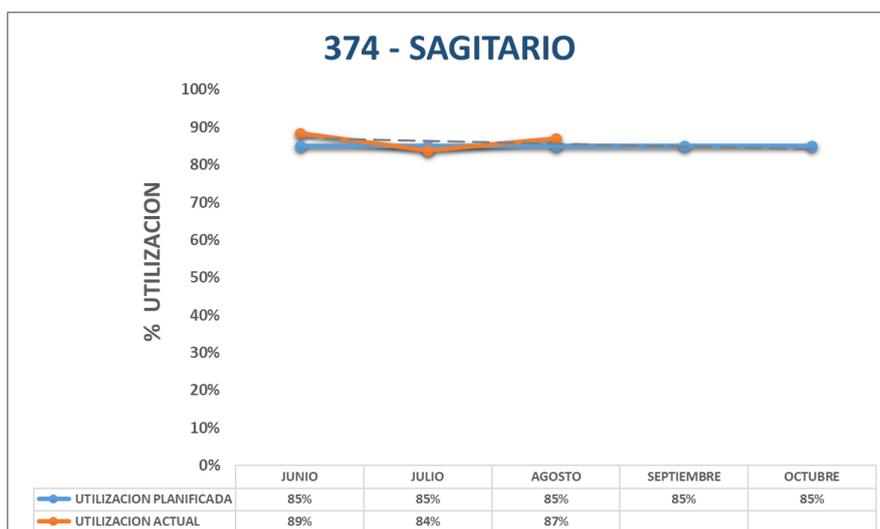


Figura 57: Utilización Excavadora 374 – SAGITARIO (posprueba)  
Fuente: Elaboración propia

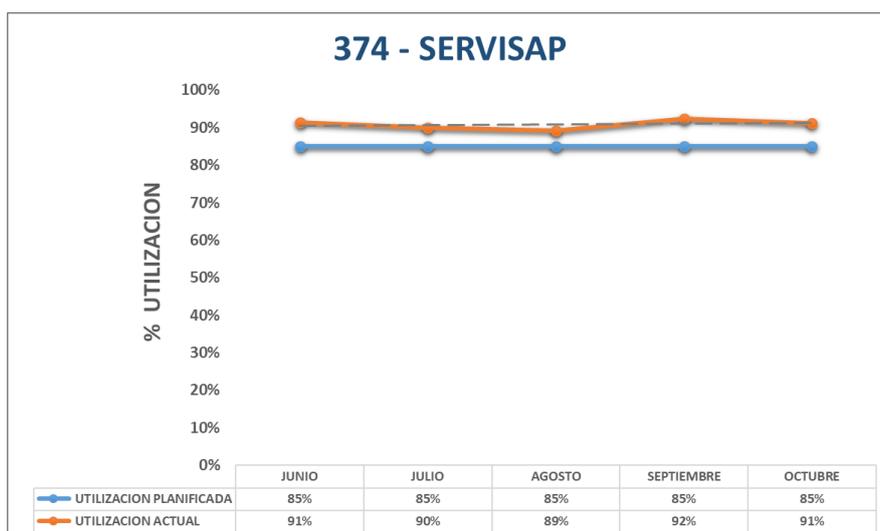


Figura 58: Utilización Excavadora 374 – SERVISAP (posprueba)  
Fuente: Elaboración propia

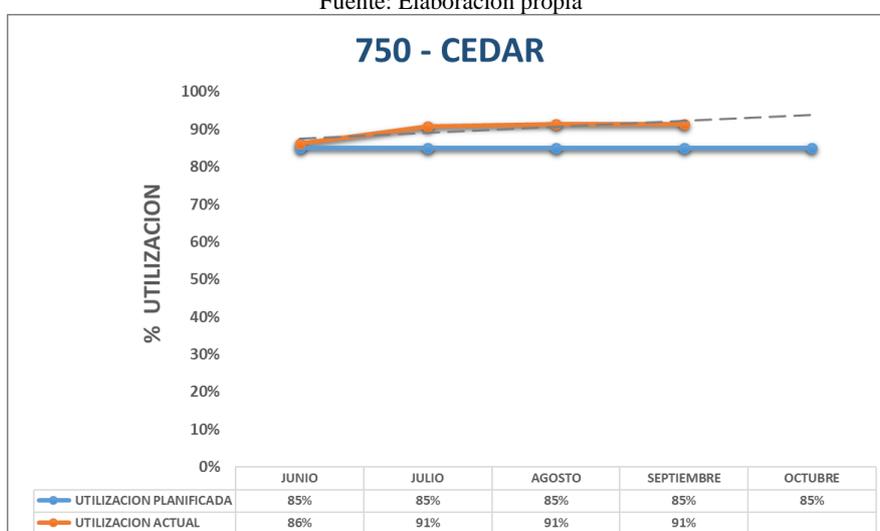


Figura 59: Utilización Excavadora 750 – CEDAR (posprueba)  
Fuente: Elaboración propia

Anexo C

Producción Horario Preprueba

En los gráficos mostrados se muestra; la línea de color azul interpreta la producción horaria promedio (en Toneladas Hora) planificada, la barra de color anaranjado interpreta la producción horaria promedio (en Toneladas Hora) ejecutada y la línea entrecortada de color plomo interpreta la tendencia de la producción horaria promedio de los meses de enero, febrero, marzo, abril y mayo, en la fase de preprueba.

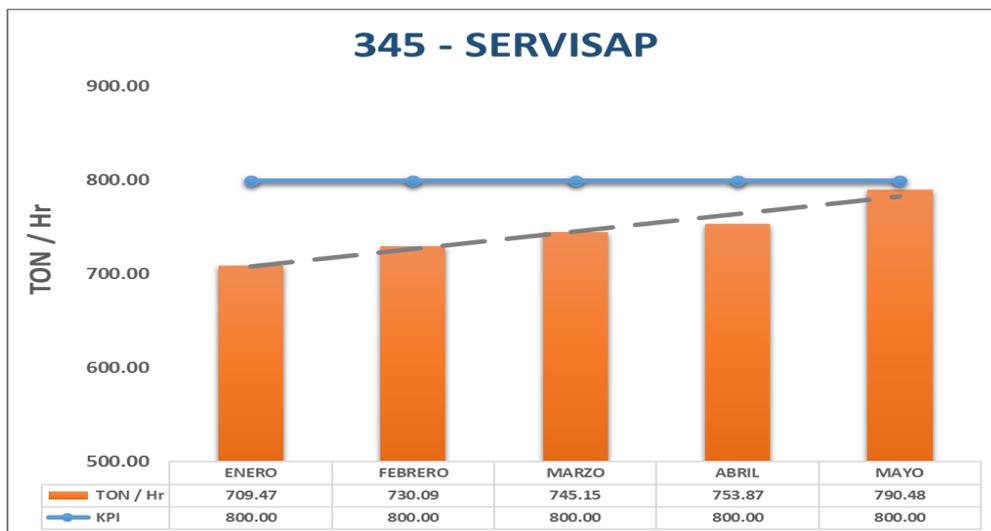


Figura 60: Producción Excavadora 345 – SERVISAP (preprueba)

Fuente: Elaboración propia

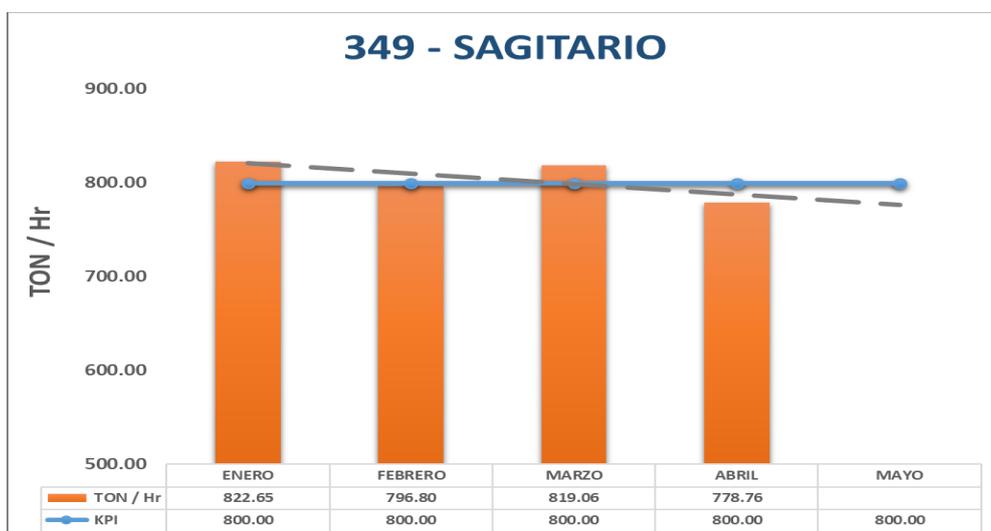


Figura 61: Producción Excavadora 349 – SAGITARIO (preprueba)

Fuente: Elaboración propia

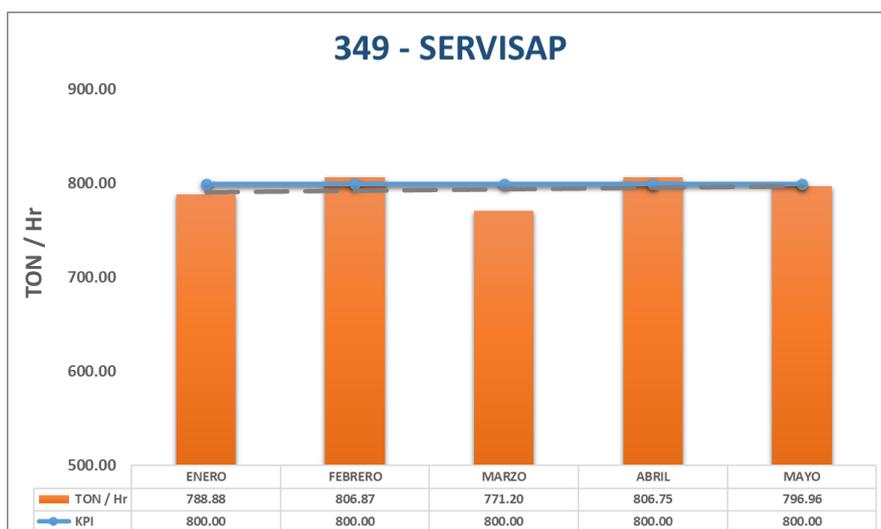


Figura 62: Producción Excavadora 349 – SERVISAP (preprueba)  
Fuente: Elaboración propia

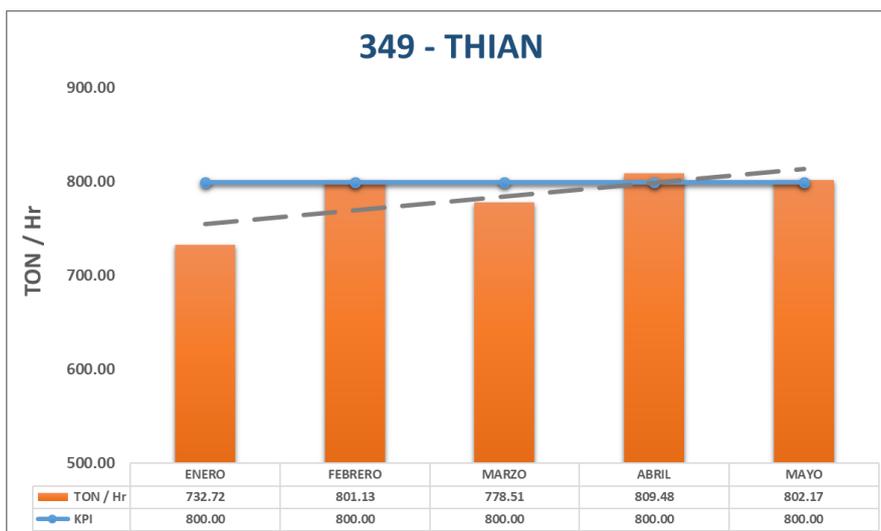


Figura 63: Producción Excavadora 349 – THIAN (preprueba)  
Fuente: Elaboración propia

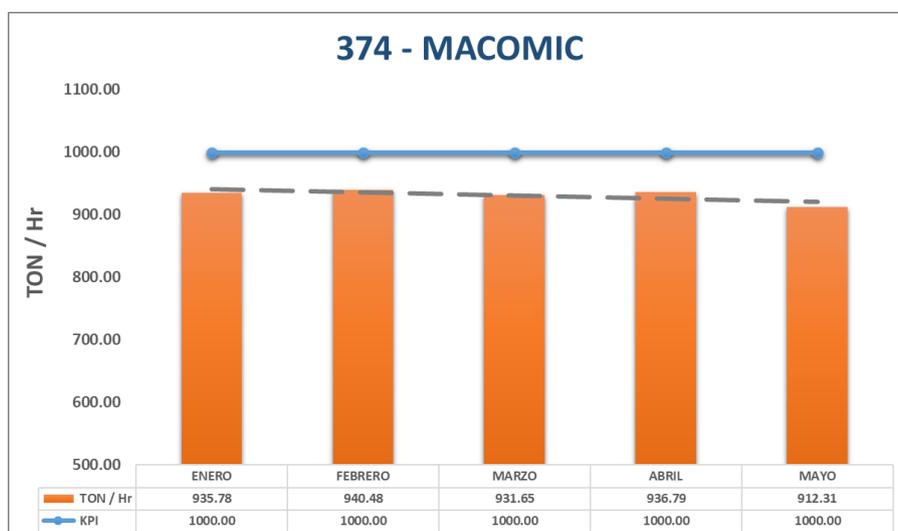


Figura 64: Producción Excavadora 374 – MACOMIC (preprueba)  
Fuente: Elaboración propia

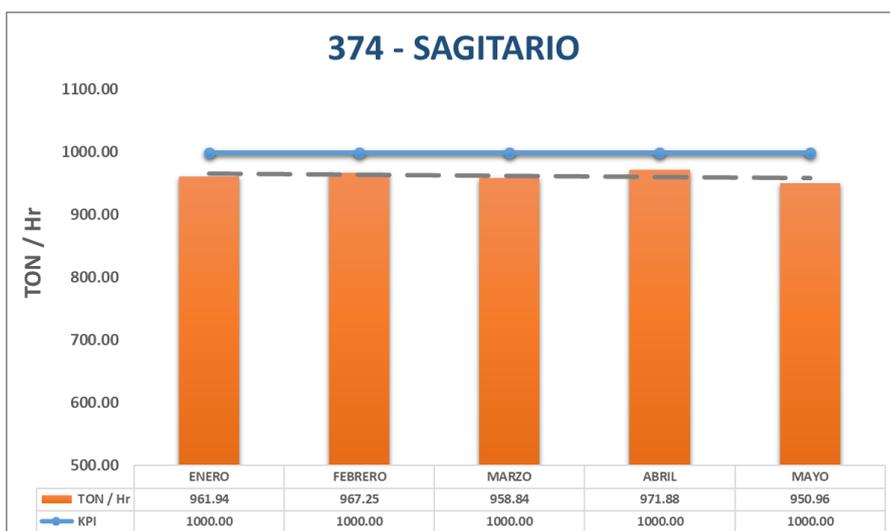


Figura 65: Producción Excavadora 374 – SAGITARIO (preprueba)  
Fuente: Elaboración propia

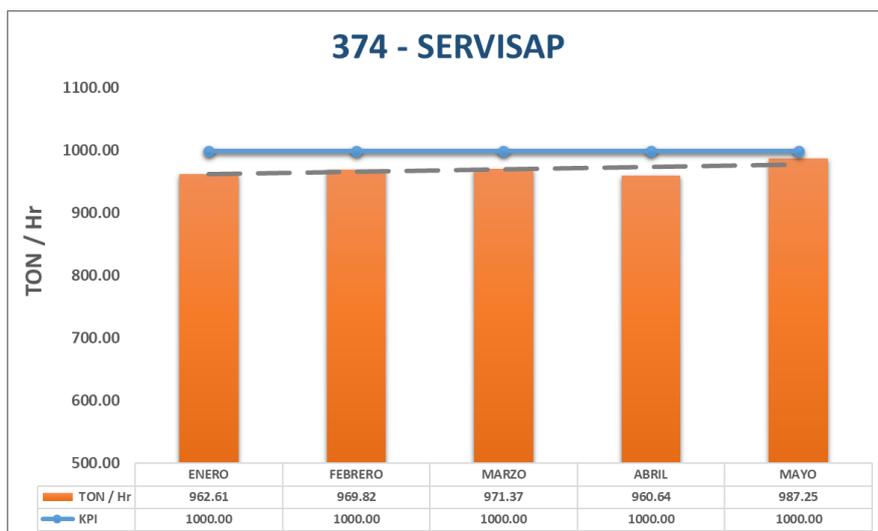


Figura 66: Producción Excavadora 374 – SERVISAP (preprueba)  
Fuente: Elaboración propia

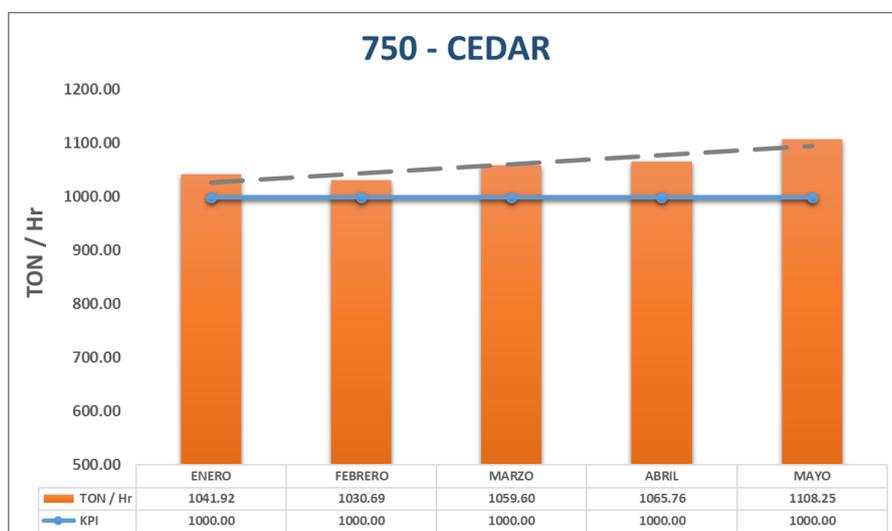


Figura 67: Producción Excavadora 750 – CEDAR (preprueba)  
Fuente: Elaboración propia

### Producción Horario Posprueba

En los gráficos mostrados se muestra; la línea de color azul interpreta la producción horaria promedio (en Toneladas Hora) planificada, la barra de color anaranjado interpreta la producción horaria promedio (en Toneladas Hora) ejecutada y la línea entrecortada de color plomo interpreta la tendencia de la producción horaria promedio de los meses de junio, julio, agosto, septiembre y octubre, en la fase de posprueba.

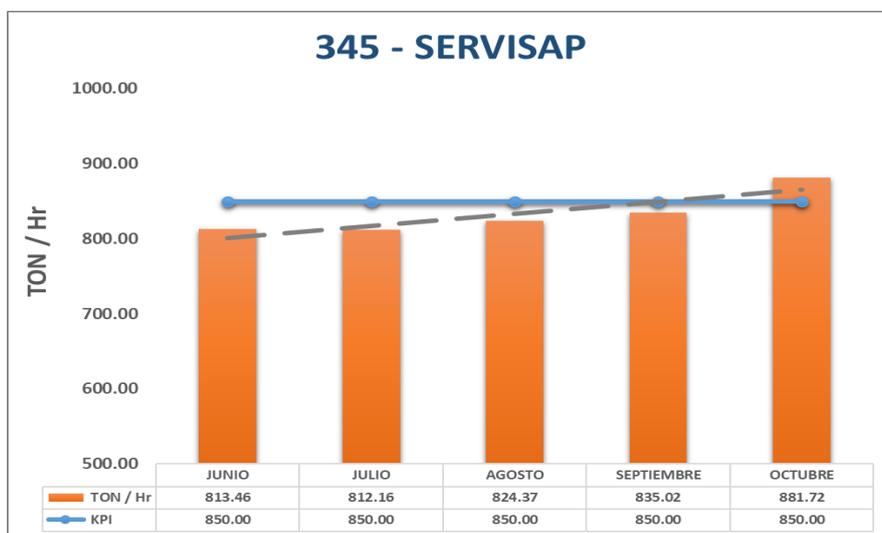


Figura 68: Producción Excavadora 345 – SERVISAP (posprueba)

Fuente: Elaboración propia

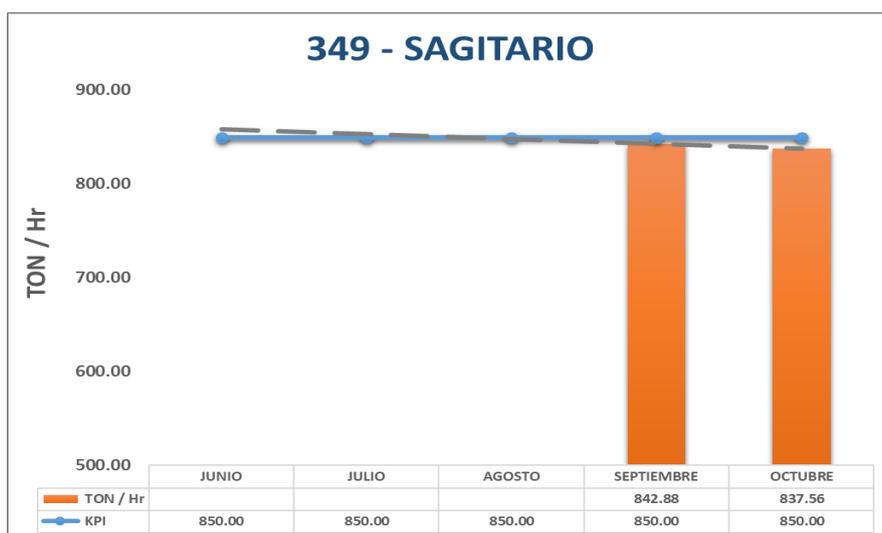


Figura 69: Producción Excavadora 349 – SAGITARIO (posprueba)

Fuente: Elaboración propia

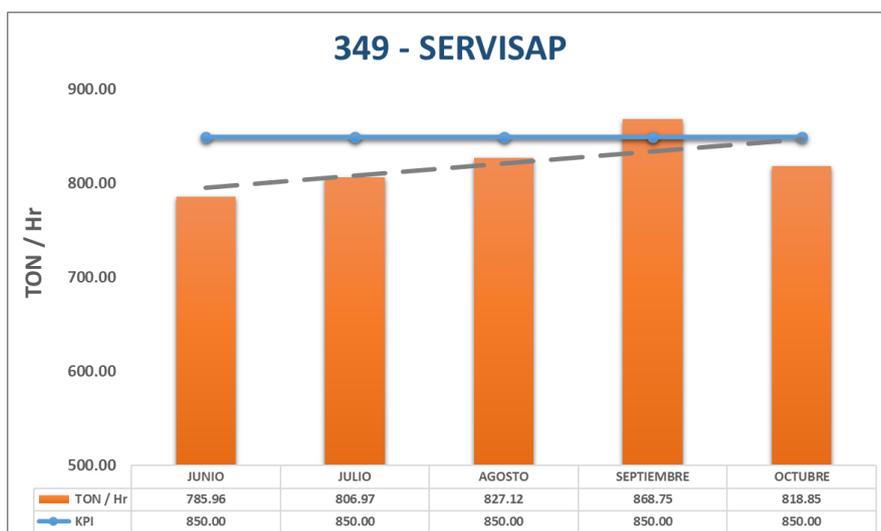


Figura 70: Producción Excavadora 349 – SERVISAP (posprueba)  
Fuente: Elaboración propia

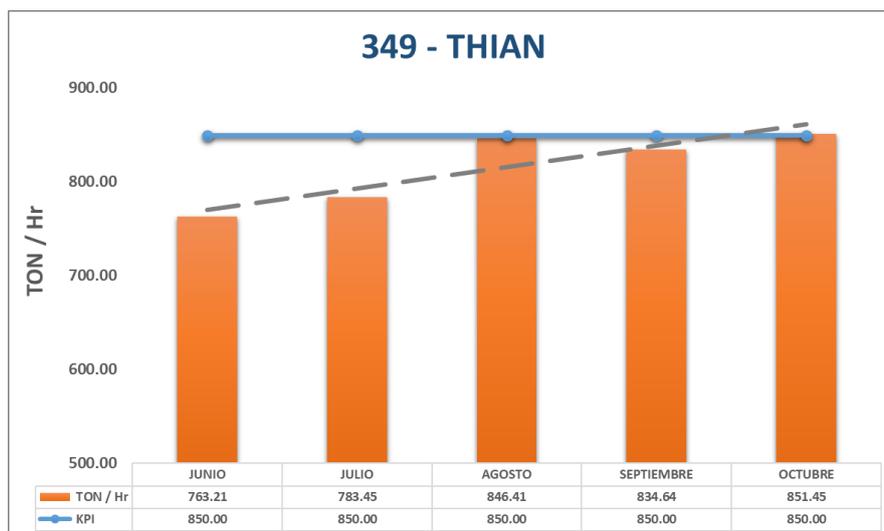


Figura 71: Producción Excavadora 349 – THIAN (posprueba)  
Fuente: Elaboración propia

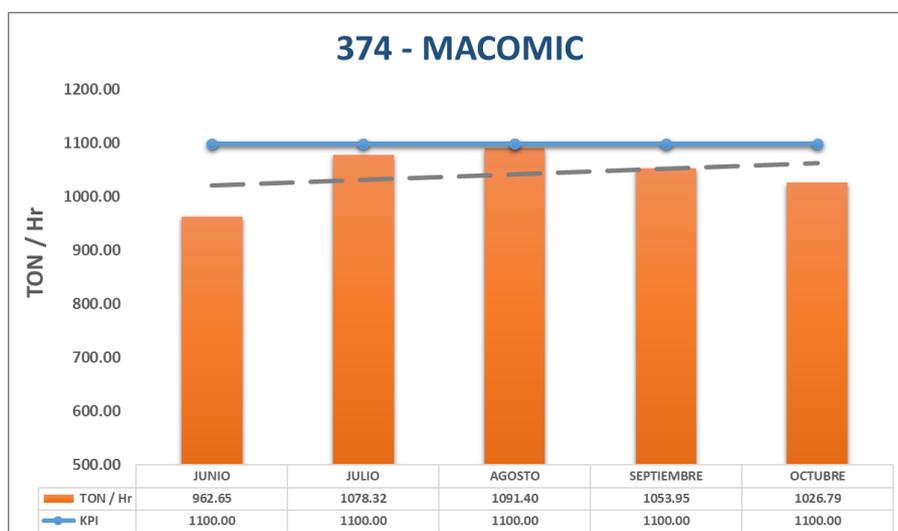


Figura 72: Producción Excavadora 374 – MACOMIC (posprueba)  
Fuente: Elaboración propia

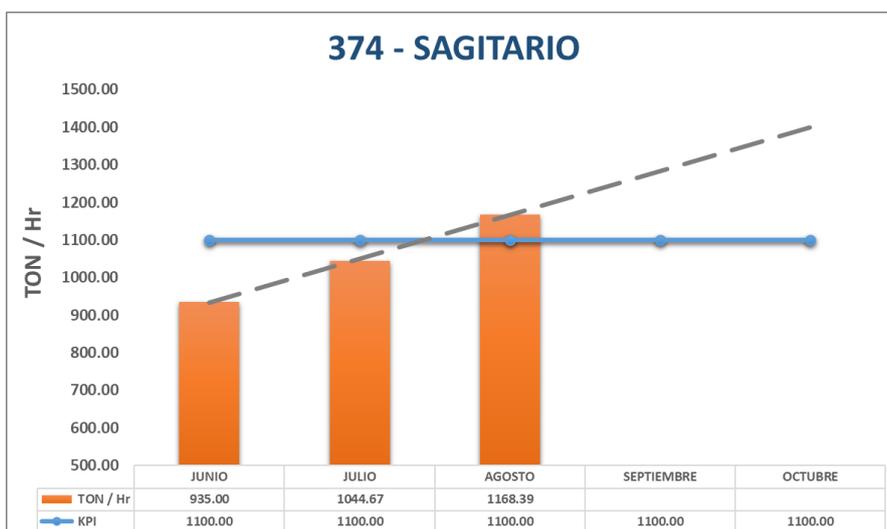


Figura 73: Producción Excavadora 374 – SAGITARIO (posprueba)  
Fuente: Elaboración propia

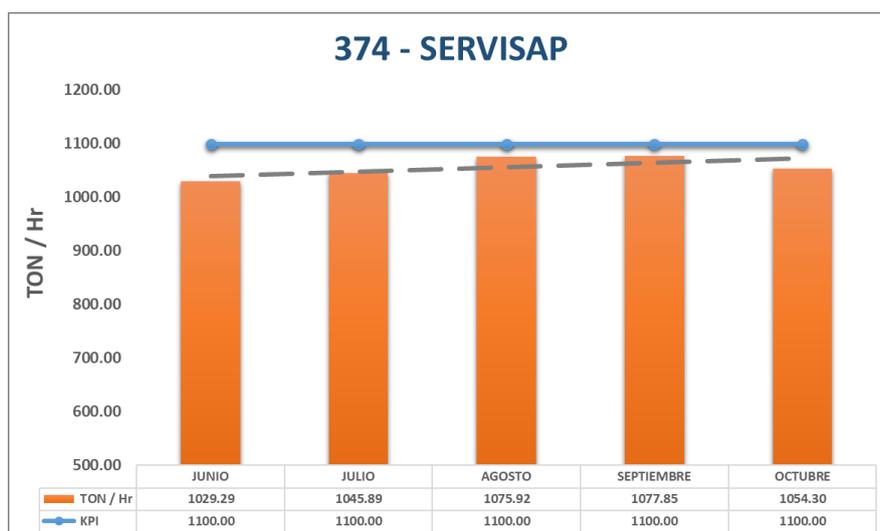


Figura 74: Producción Excavadora 374 – SAGITARIO (posprueba)  
Fuente: Elaboración propia

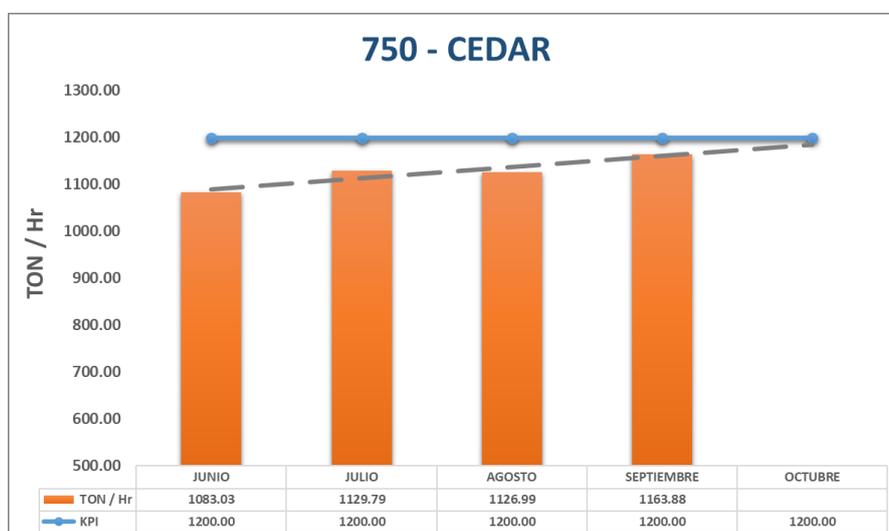


Figura 75: Producción Excavadora 750 – CEDAR (posprueba)  
Fuente: Elaboración propia

## Anexo D

## Efectividad (OEE) Preprueba

En los gráficos mostrados se muestra; el OEE (Overall Equipment Effectiveness) de equipos de carguío en la fase de preprueba, siendo el color rojo un rango malo, el color anaranjado un rango regular, el color amarillo un rango aceptable, el color verde neón un rango bueno, y el color verde un rango excelente.



Figura 76: OEE Excavadora 345 – SERVISAP (preprueba)

Fuente: Elaboración propia



Figura 77: OEE Excavadora 349 – SAGITARIO (preprueba)

Fuente: Elaboración propia



Figura 78: OEE Excavadora 349 – SERVISAP (preprueba)

Fuente: Elaboración propia



Figura 79: OEE Excavadora 349 – THIAN (preprueba)

Fuente: Elaboración propia

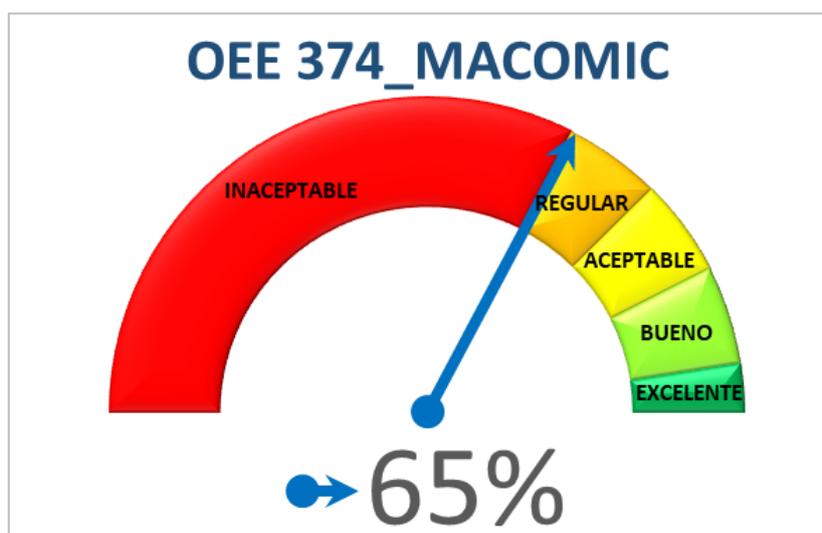


Figura 80: OEE Excavadora 374 – MACOMIC (preprueba)

Fuente: Elaboración propia

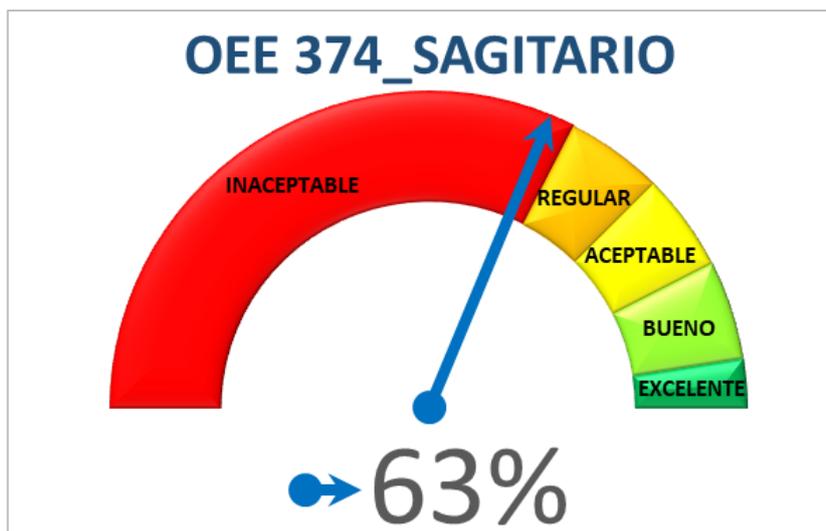


Figura 81: OEE Excavadora 374 – SAGITARIO (preprueba)

Fuente: Elaboración propia

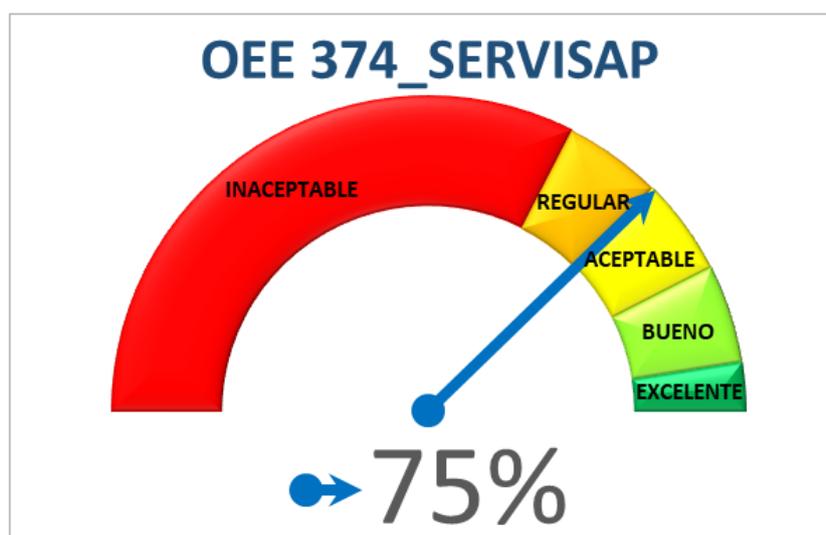


Figura 82: OEE Excavadora 374 – SERVISAP (preprueba)

Fuente: Elaboración propia

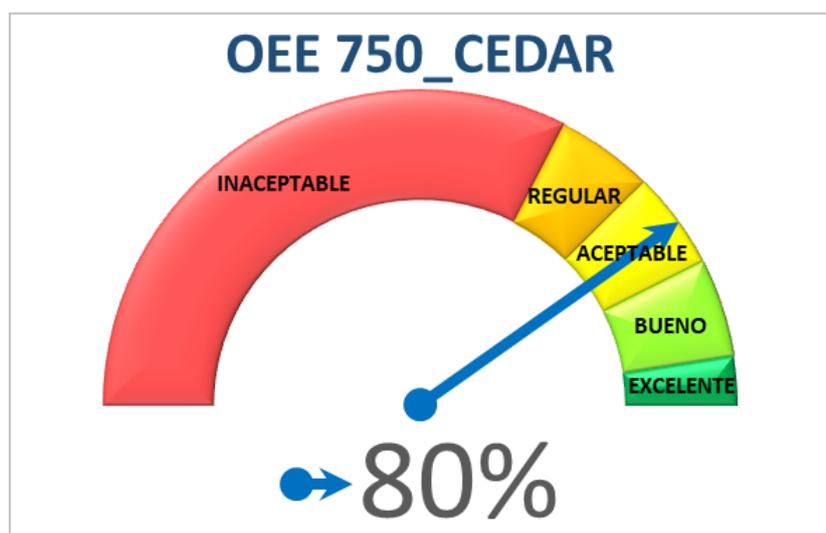


Figura 83: OEE Excavadora 750 – CEDAR (preprueba)

Fuente: Elaboración propia

### Efectividad (OEE) Posprueba

En los gráficos se muestra; el OEE (Overall Equipment Effectiveness) de equipos de carguío en la fase de posprueba, siendo el color rojo un rango malo, el color anaranjado un rango regular, el color amarillo un rango aceptable, el color verde neón un rango bueno, y el color verde un rango excelente.



Figura 84: OEE Excavadora 345 – SERVISAP (posprueba)

Fuente: Elaboración propia

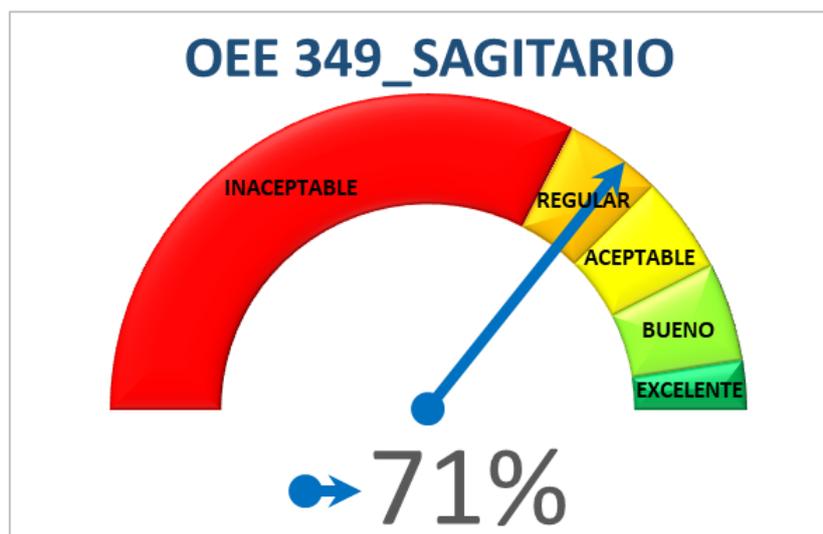


Figura 85: OEE Excavadora 349 – SAGITARIO (posprueba)

Fuente: Elaboración propia

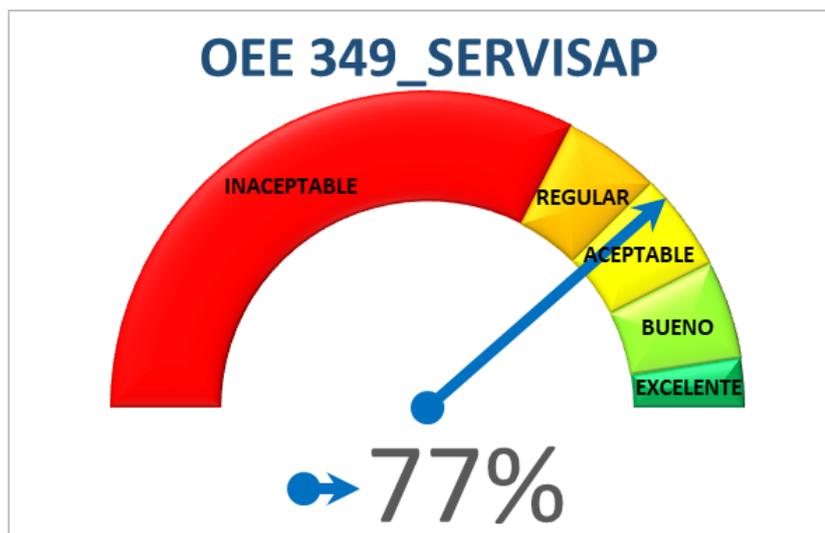


Figura 86: OEE Excavadora 349 – SERVISAP (posprueba)

Fuente: Elaboración propia



Figura 87: OEE Excavadora 349 – THIAN (posprueba)

Fuente: Elaboración propia

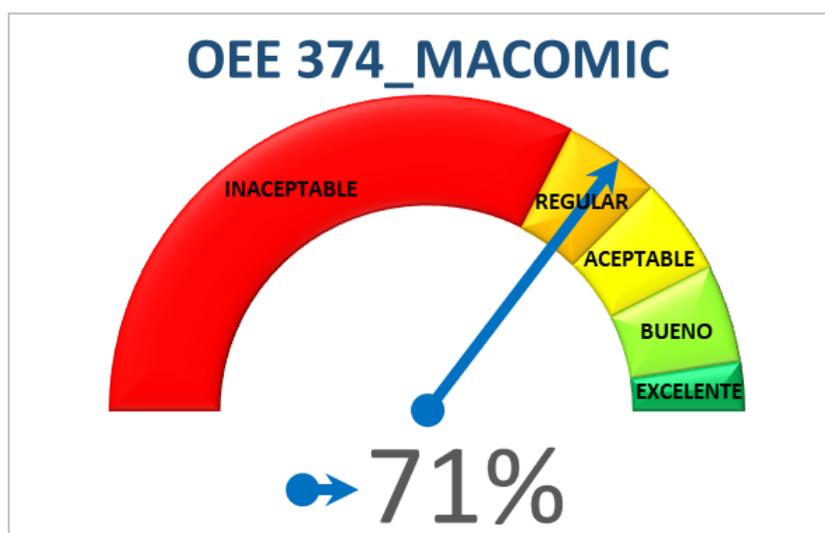


Figura 88: OEE Excavadora 347 – MACOMIC (posprueba)

Fuente: Elaboración propia



Figura 89: OEE Excavadora 374 – SAGITARIO (posprueba)

Fuente: Elaboración propia

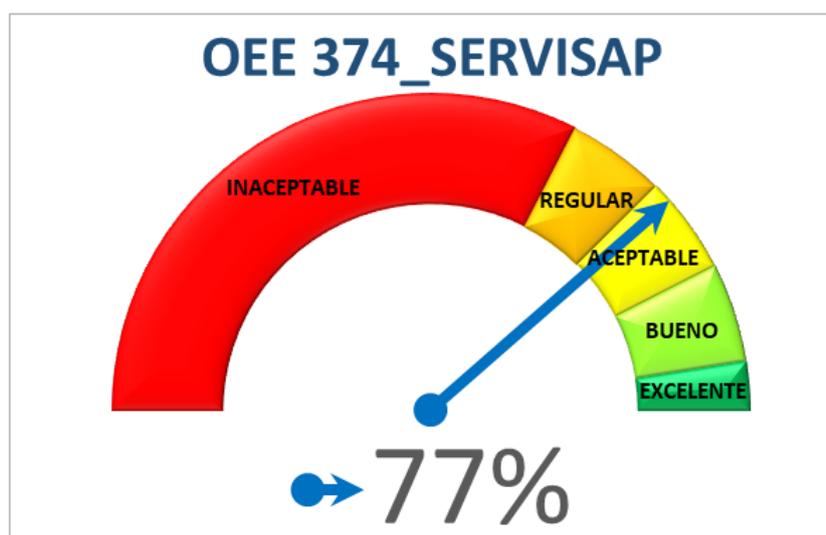


Figura 90: OEE Excavadora 374 – SERVISAP (posprueba)

Fuente: Elaboración propia

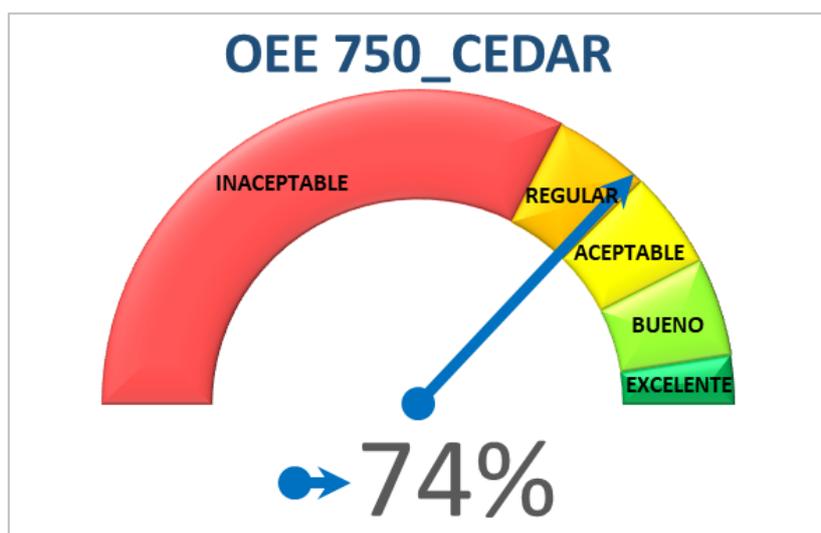


Figura 91: OEE Excavadora 750 – CEDAR (posprueba)

Fuente: Elaboración propia

**Anexo E**

**Producción Dia Preprueba y Posprueba**

En el grafico se muestra; la línea de color azul interpreta la producción diaria en promedio planificada, la barra de color anaranjado interpreta la producción diaria en promedio ejecutada y la línea entrecortada de color plomo interpreta la producción diaria en promedio de los meses de enero, febrero, marzo, abril y mayo, en la fase de preprueba y posprueba.

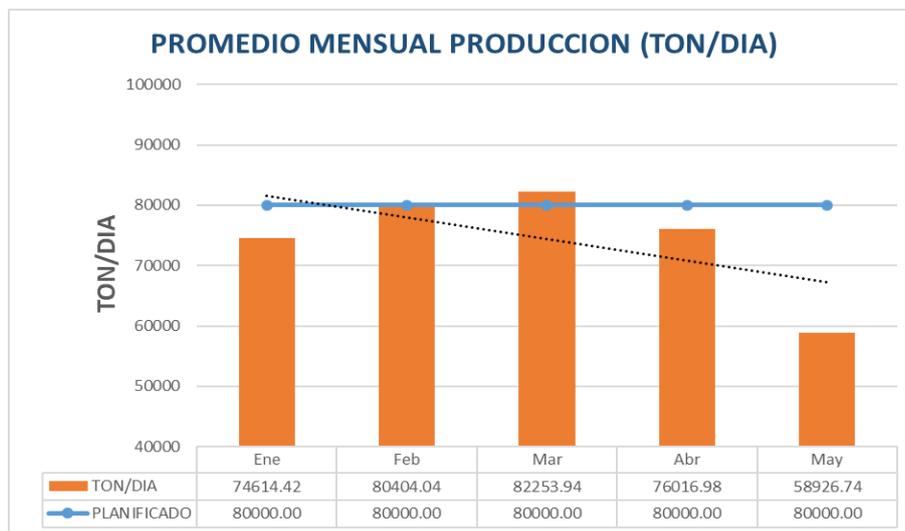


Figura 92: Promedio Producción Diaria (preprueba)

Fuente: Elaboración propia

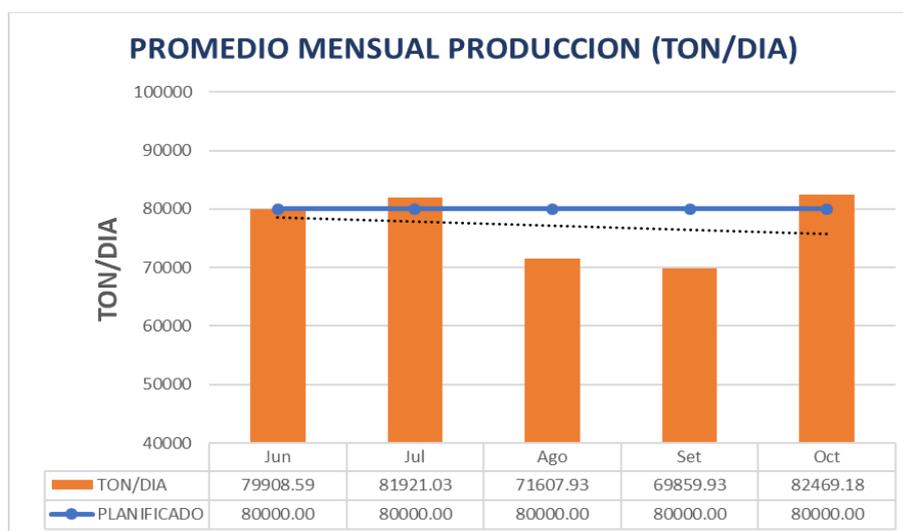


Figura 93: Promedio Producción Diaria (posprueba)

Fuente: Elaboración propia

Anexo F

Producción Mensual Preprueba y Posprueba

En el gráfico se muestra un gráfico de columnas acumulativas apiladas en el cual; la barra de color anaranjado es el total de desmonte producido mensualmente, la barra de color azul es el total de mineral producido mensualmente, la barra de color plomo es el total de mineral transportado a stock mensualmente, la línea amarilla interpreta el total de material producción del tajo y la línea entrecortada de color negro interpreta la línea tendencia de producción mensual del tajo en la fase de preprueba y posprueba.

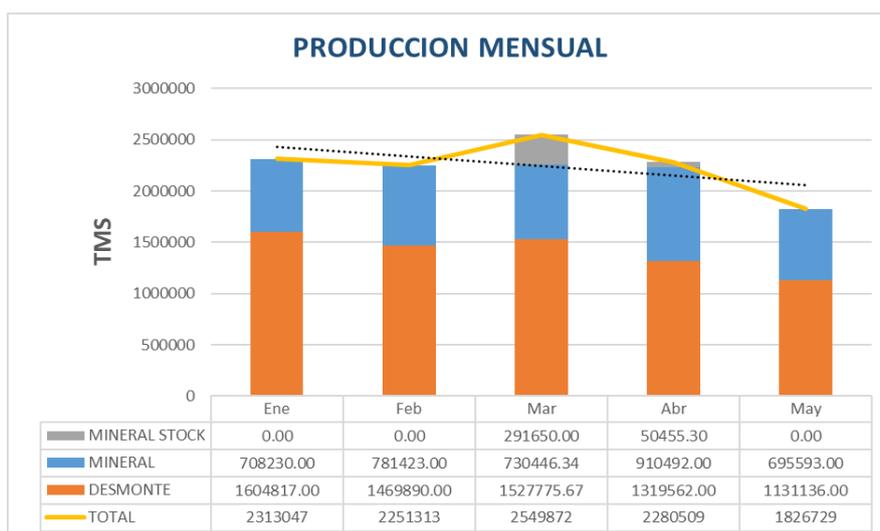


Figura 94: Producción Mensual (preprueba)

Fuente: Elaboración propia

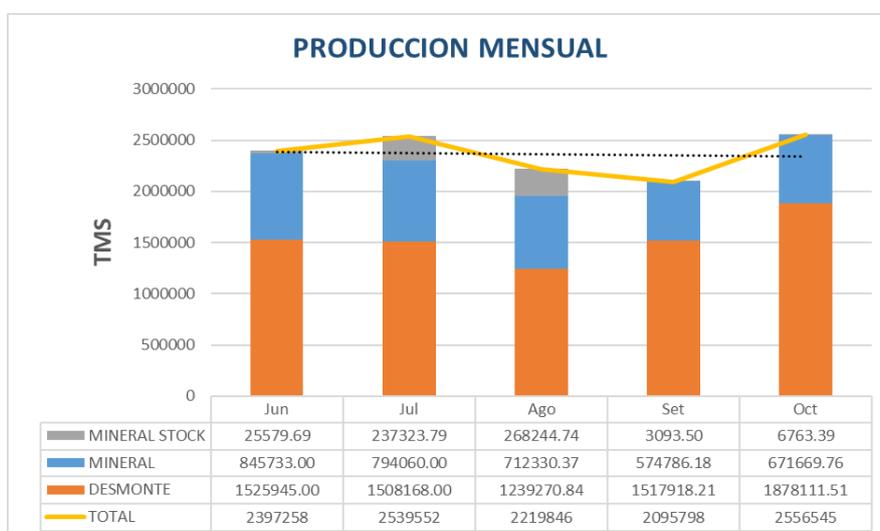


Figura 95: Producción Mensual (posprueba)

Fuente: Elaboración propia

Anexo G

Material Transportado Mina Preprueba Y Posprueba

En el grafico se muestra un gráfico de columnas acumulativas apiladas en el cual; la barra de color azul es el total de material transportado de tajo mensualmente, la barra de color anaranjado es el total de mineral lixiviado remanejado mensualmente, la línea ploma interpreta el total de material transportado en mina y la línea entrecortada de color negro interpreta la línea tendencia de material transportado en mina mensualmente en la fase de preprueba y posprueba.

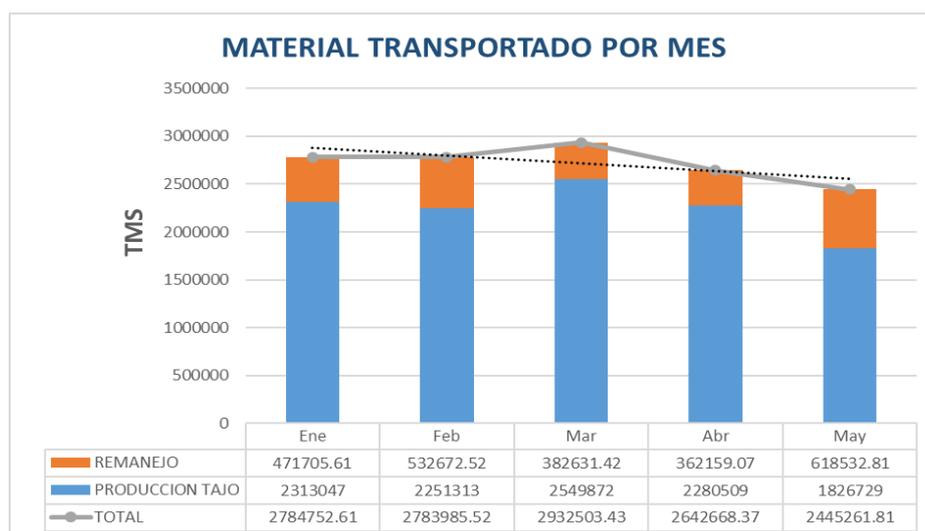


Figura 96: Material Transportado por Mes (preprueba)

Fuente: Elaboración propia

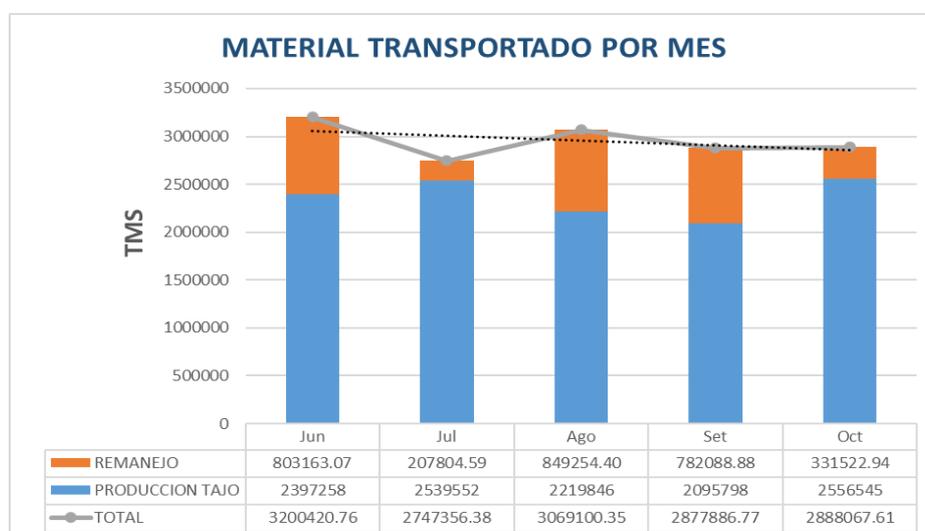


Figura 97: Material Transportado por Mes (posprueba)

Fuente: Elaboración propia

**Anexo H**

**Velocidades por Pendiente de Equipos de Acarreo (HAULAGE)**

Tabla 22: Velocidad / Pendiente de equipos Cargados y Vacíos

Pendiente	Cargado	Vacio
20	5.52	9.2
15	11.04	13.8
10	15.64	19.32
5	17.48	22.08
0	19.32	23
-5	15.64	19.32
-10	13.8	17.48
-15	10.12	11.96
-20	4.6	7.36

Fuente: Elaboración Propia

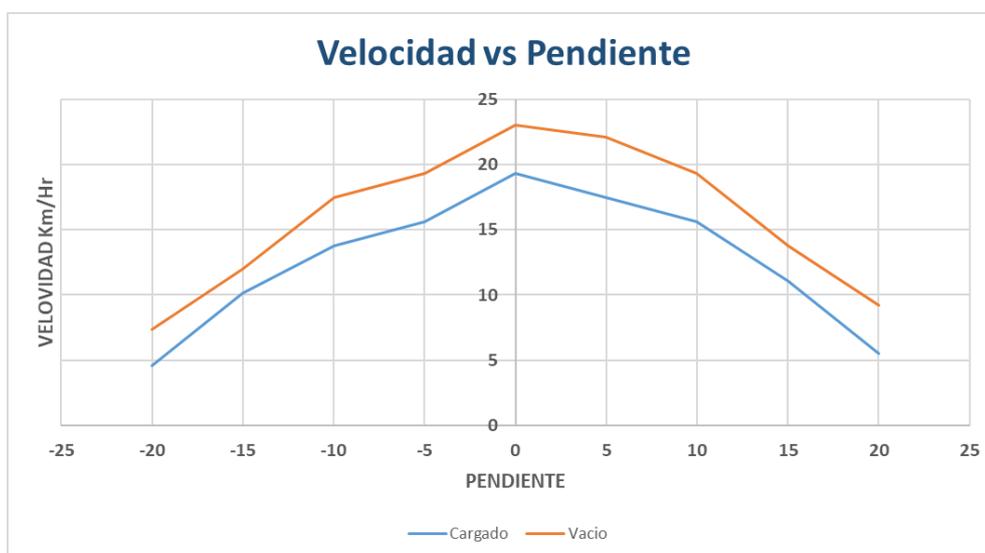


Figura 98: Velocidad / Pendiente de equipos Cargados y Vacíos

Fuente: Elaboración Propia

Anexo I

Análisis de Velocidades por Pendiente de Equipos de Acarreo (MINESIGHT)

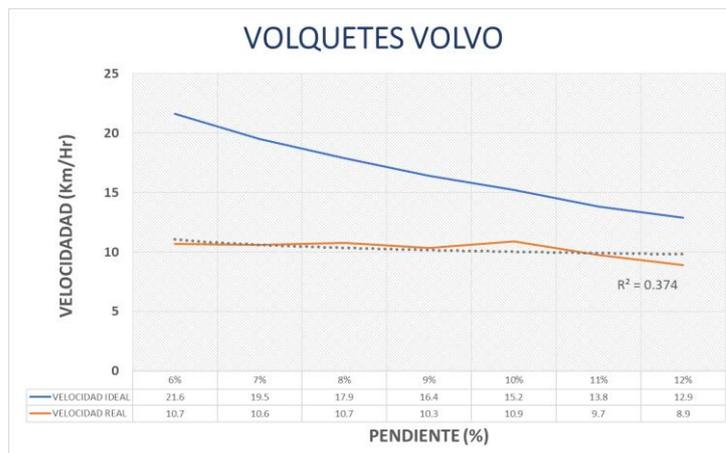


Figura 99: Velocidad Camiones Cargados (Km/Hr) Ideal vs. Real

Fuente: Elaboración Propia

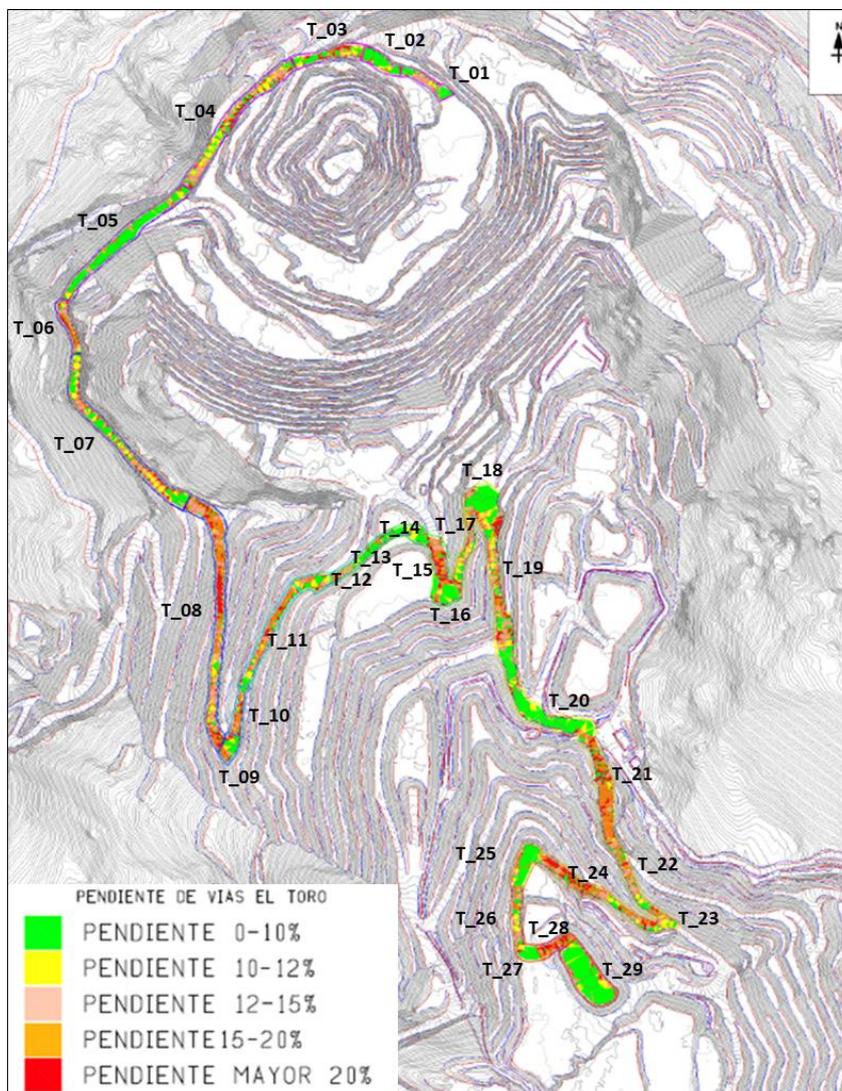


Figura 100: Plano de comportamiento Velocidad Vs. Pendiente Unidad Minera El Toro

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 23: Comportamiento Velocidad Vs. Pendiente Unidad Minera El Toro volquetes de 20m<sup>3</sup> (VOLVO)

VOLQUETES VOLVO - 20m <sup>3</sup>				
TRAMO	DISTANCIA (m)	PENDIENTE (%)	VEL. PROMEDIO (Km/Hr)	VEL. MAXIMA (Km/Hr)
T_01	76.7	-8%	8.0	12.0
T_02	64.41	5%	9.1	11.5
T_03	107.83	-5%	10.3	12.0
T_04	256.49	10%	10.8	12.0
T_05	254.02	5%	10.5	12.0
T_06	88.22	13%	9.8	11.3
T_07	304.67	10%	10.9	11.6
T_08	408.1	11%	10.2	11.3
T_09	42.37	1%	11.0	11.8
T_10	75.86	8%	11.3	12.0
T_11	174.76	10%	10.9	11.7
T_12	54.06	5%	11.0	11.8
T_13	101.37	8%	11.0	12.0
T_14	72.16	5%	10.0	11.7
T_15	68.45	11%	9.3	10.9
T_16	41.27	8%	10.0	11.3
T_17	119.52	11%	10.6	11.5
T_18	63.17	6%	10.7	11.8
T_19	208.37	10%	10.9	12.0
T_20	200.06	4%	9.8	12.0
T_21	177.76	15%	9.0	10.4
T_22	143.6	12%	8.9	10.5
T_23	119.9	11%	8.9	10.4
T_24	124.37	13%	8.8	11.0
T_25	71.13	2%	10.4	11.8
T_26	90.33	9%	10.3	12.0
T_27	38.81	5%	9.7	11.3
T_28	52.66	15%	6.2	9.7
T_29	77.04	0%	10.5	11.1
<b>SUMA</b>	3677.46			

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 24: Comportamiento Velocidad Vs. Pendiente Unidad Minera El Toro volquetes de 20m<sup>3</sup> (SCANIA)

VOLQUETES SCANIA - 20m <sup>3</sup>				
TRAMO	DISTANCIA (m)	PENDIENTE (%)	VEL. PROMEDIO (Km/Hr)	VEL. MAXIMA (Km/Hr)
T_01	76.7	-8%	5.4	12.0
T_02	64.41	5%	8.1	11.8
T_03	107.83	-5%	7.9	11.0
T_04	256.49	10%	11.0	11.8
T_05	254.02	5%	9.8	12.0
T_06	88.22	13%	9.6	11.0
T_07	304.67	10%	8.9	11.7
T_08	408.1	11%	10.1	11.1
T_09	42.37	1%	10.6	12.0
T_10	75.86	8%	11.3	12.0
T_11	174.76	10%	10.2	11.6
T_12	54.06	5%	10.8	12.0
T_13	101.37	8%	10.9	12.0
T_14	72.16	5%	9.1	12.0
T_15	68.45	11%	8.1	10.7
T_16	41.27	8%	9.6	11.6
T_17	119.52	11%	9.4	11.5
T_18	63.17	6%	9.9	12.0
T_19	208.37	10%	10.3	12.0
T_20	200.06	4%	9.5	12.0
T_21	177.76	15%	10.3	12.0
T_22	143.6	12%	10.0	11.7
T_23	119.9	11%	9.1	10.8
T_24	124.37	13%	9.4	12.0
T_25	71.13	2%	11.0	12.0
T_26	90.33	9%	11.5	12.0
T_27	38.81	5%	10.8	12.0
T_28	52.66	15%	7.6	12.0
T_29	77.04	0%	10.6	11.8
<b>SUMA</b>	3677.46			

Fuente: Elaboración Propia

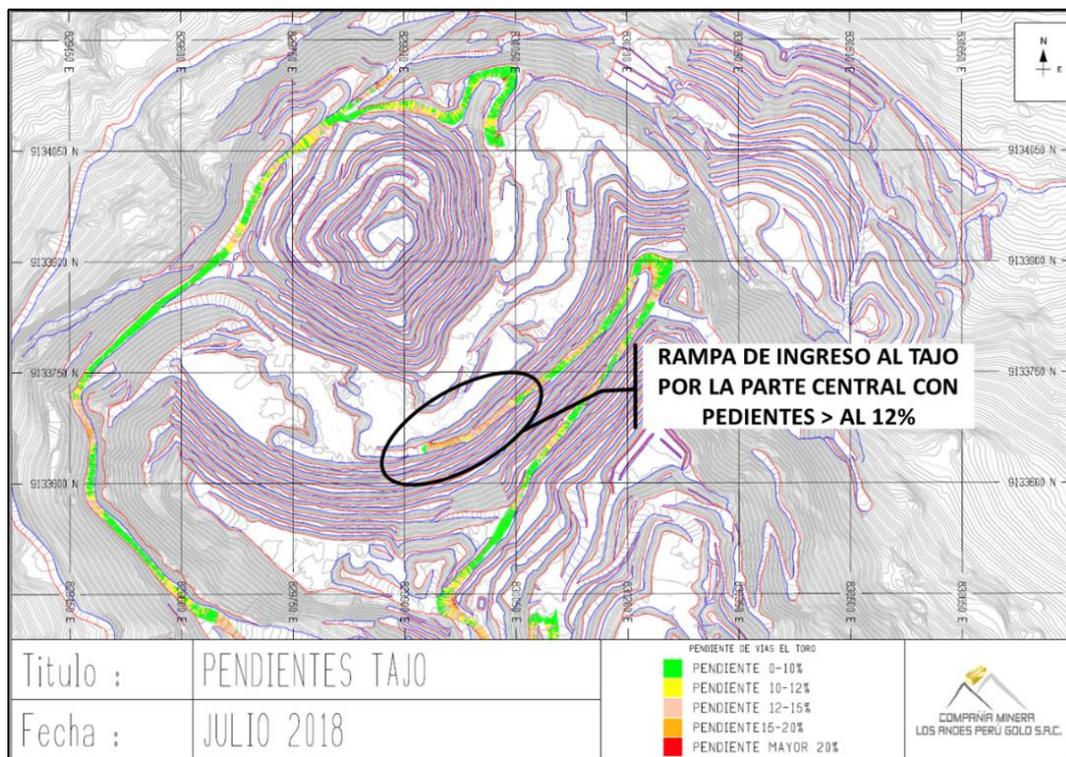


Figura 101: Ruta-grama de Pendientes Unidad Minera El Toro (TAJO)

Fuente: Elaboración Propia

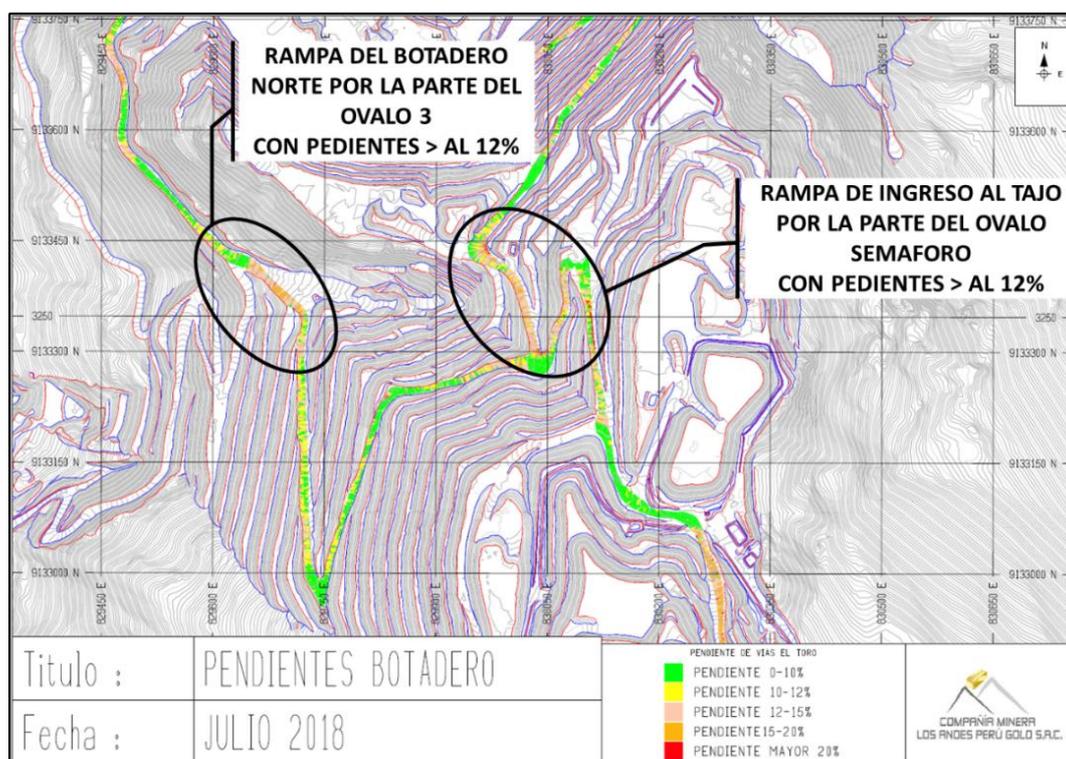


Figura 102: Ruta-grama de Pendientes Unidad Minera El Toro (BOTADERO)

Fuente: Elaboración Propia

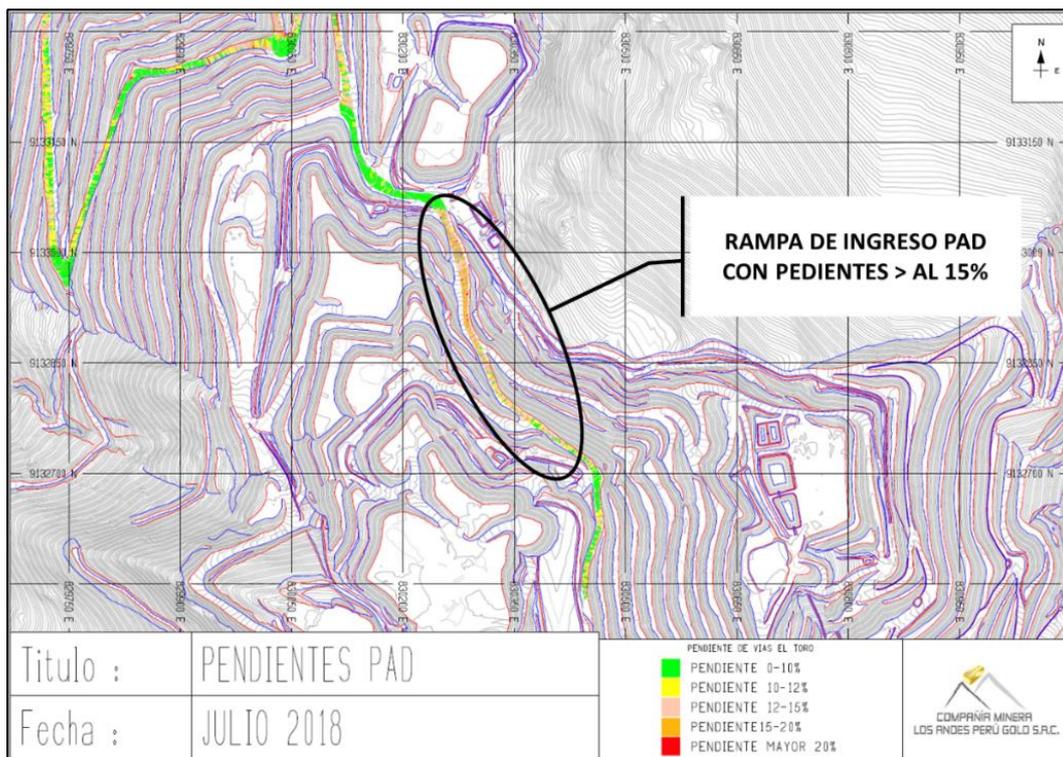


Figura 103: Ruta-grama de Pendientes Unidad Minera El Toro (PAD)

Fuente: Elaboración Propia

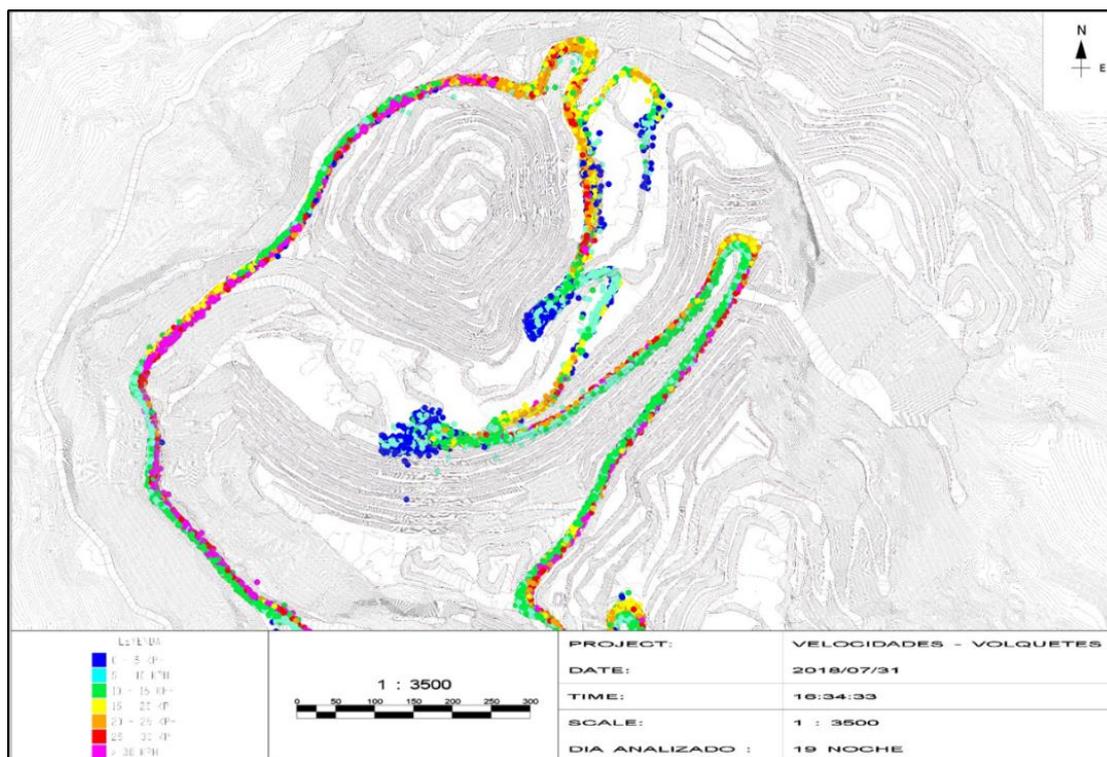


Figura 104 Ruta-grama de Velocidades Unidad Minera El Toro (TAJO)

Fuente: Elaboración Propia

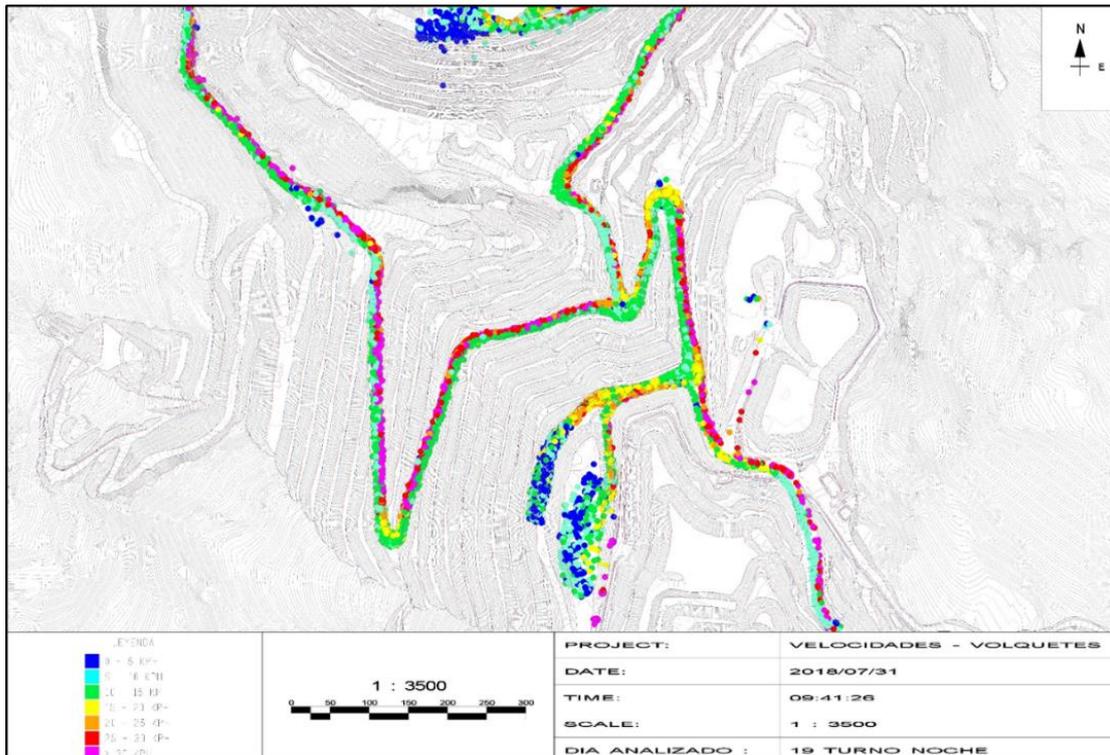


Figura 105: Ruta-grama de Velocidades Unidad Minera El Toro (BOTADERO)

Fuente: Elaboración Propia

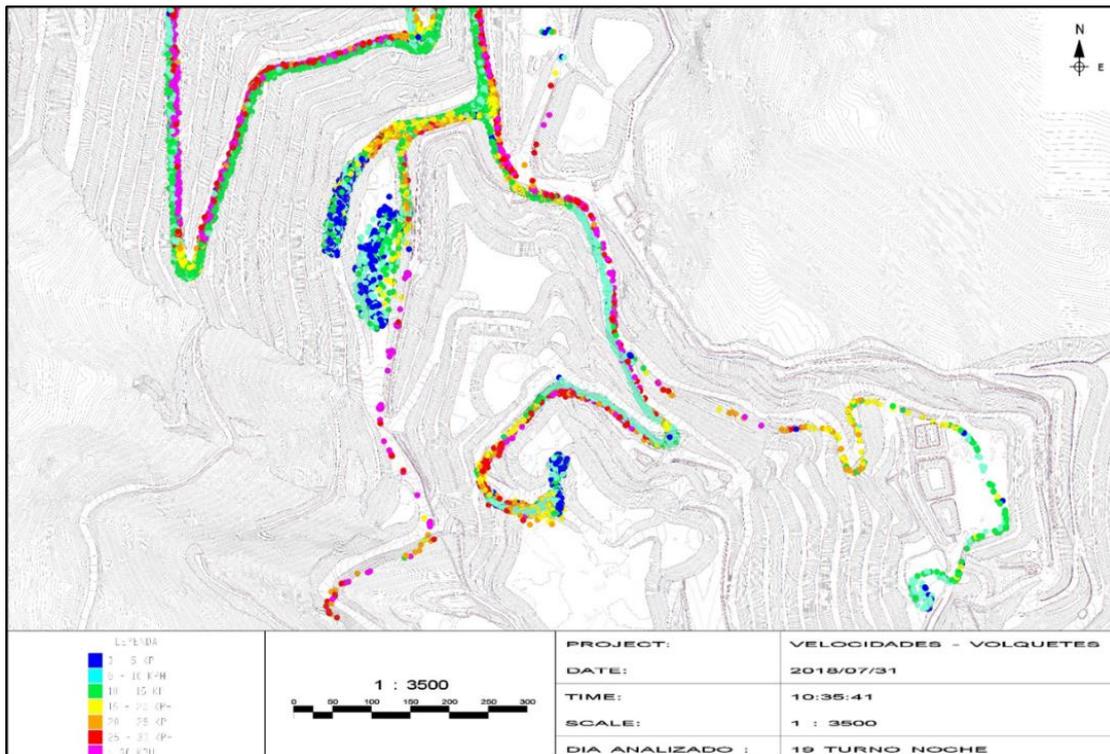


Figura 106: Ruta-grama de Velocidades Unidad Minera El Toro (PAD)

Fuente: Elaboración Propia

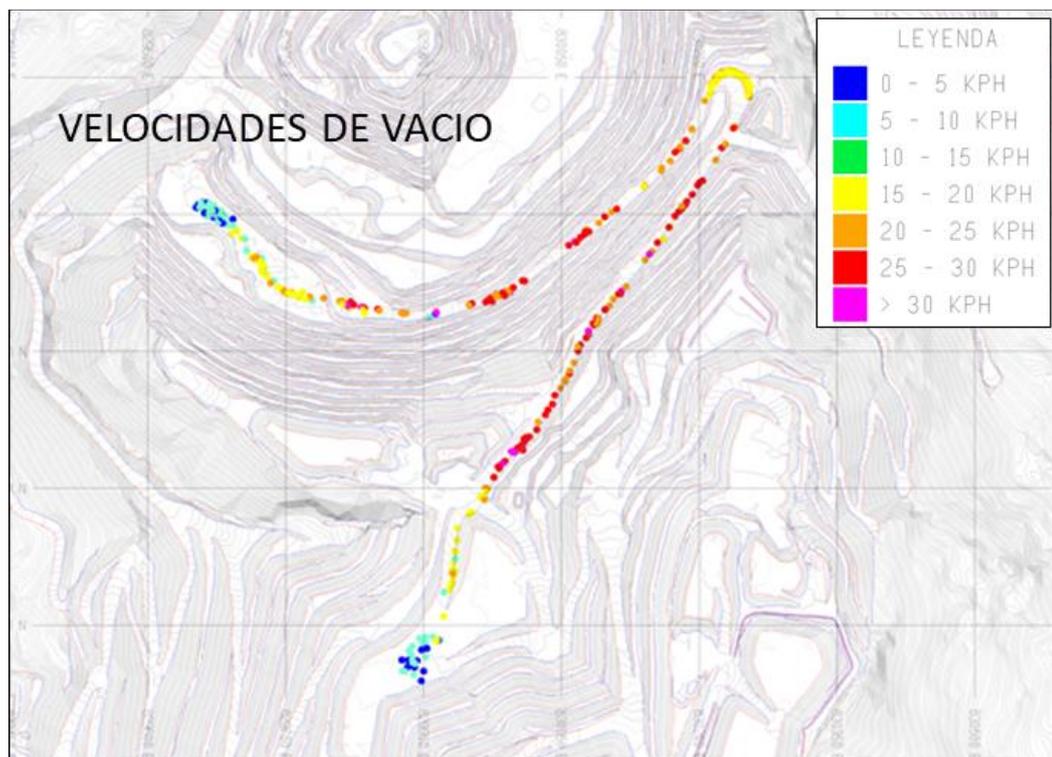


Figura 107: Ruta-grama de Velocidades volquetes vacíos Unidad Minera El Toro (PAD)

Fuente: Elaboración Propia

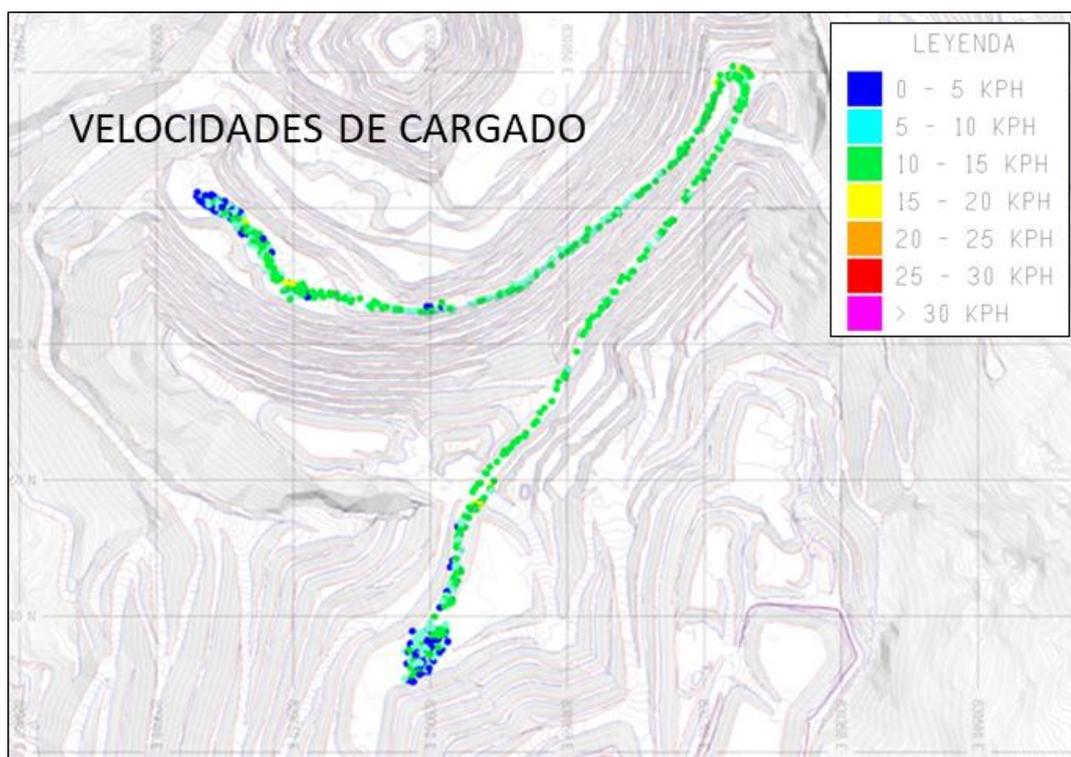


Figura 108: Ruta-grama de Velocidades volquetes cargados Unidad Minera El Toro (PAD)

Fuente: Elaboración Propia

Anexo J

Matriz de Consistencia:

1. PROBLEMA	2. OBJETIVOS	3. HIPOTESIS	4. VARIABLES	5. METODOLOGÍA
<b>Problema General</b>	<b>Objetivo General</b>	<b>Hipótesis General</b>	<b>Variable Independiente</b>	<b>Diseño de Investigación</b>
¿De qué manera se puede optimizar el uso de los equipos de carguío y acarreo, y sustentar la metodología usada para incrementar la producción en el tajo Diana en la Compañía Minera Corporación del Centro Gold Mining SAC – Región La Libertad?	Optimizar el uso de los equipos de carguío y acarreo, y sustentar la metodología usada para incrementar la producción en el tajo Diana en la Compañía Minera Corporación del Centro Gold Mining SAC – Región La Libertad	La optimización del uso de los equipos de carguío y acarreo en la Compañía Minera Corporación del Centro Gold Mining SAC – Región La Libertad incrementará la producción en el tajo Diana.	Optimización del uso de los equipos de carguío y acarreo	Experimental Puro (Preprueba y posprueba) <b>Enfoque de la Investigación</b>  Cuantitativo
<b>Problema Específico 1</b>	<b>Objetivo Específico 1</b>	<b>Hipótesis Específico 1</b>	<b>Variables Dependientes</b>	<b>Tipo de Investigación</b>
¿De qué manera se puede incrementar el rendimiento de los equipos de carguío y acarreo de la Compañía Minera Corporación del Centro Gold Mining SAC – Región La Libertad en un 10%?.	Incrementar el rendimiento de los equipos de carguío y acarreo de la Compañía Minera Corporación del Centro Gold Mining SAC – Región La Libertad en un 10%.	El rendimiento de los equipos de carguío y acarreo de la Compañía Minera Corporación del Centro Gold Mining SAC – Región La Libertad se incrementará en 10%.	Aplicación de KPI'S, Indicadores optimos en las operaciones unitarias de carguío y acarreo en la Unidad Minera El Toro	Descriptivo - analítico <b>Poblacion y muestra</b> La Población se encuentra determinada por las operaciones unitarias de carguío y acarreo en la Unidad Minera El Toro
<b>Problema Específico 2</b>	<b>Objetivo Específico 2</b>	<b>Hipótesis Específico 2</b>		<b>Técnicas</b>
¿De qué manera se puede incrementar la producción en el tajo Diana de la Compañía Minera Corporación del Centro Gold Mining SAC – Región La Libertad en un 10%?.	Incrementar la producción en el tajo Diana de la Compañía Minera Corporación del Centro Gold Mining SAC – Región La Libertad en un 10%.	La producción en el tajo Diana de la Compañía Minera Corporación del Centro Gold Mining SAC – Región La Libertad se incrementada en un 10%		Observación sistemática Técnica de emparejamiento

Fuente: Elaboración Propia

Anexo K

Plan de Mejora de Pendiente en las Vías de la Unidad Minera el Toro

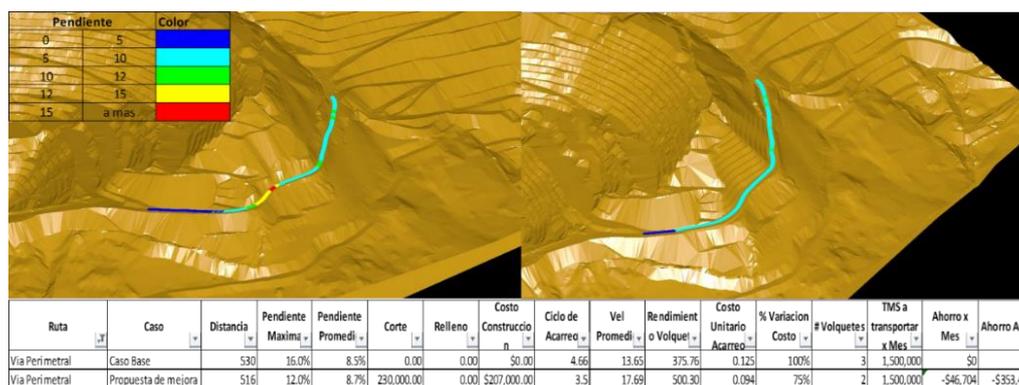


Figura 109: Plan de mejora vía Perimetral del TAJO

Fuente: Elaboración Propia

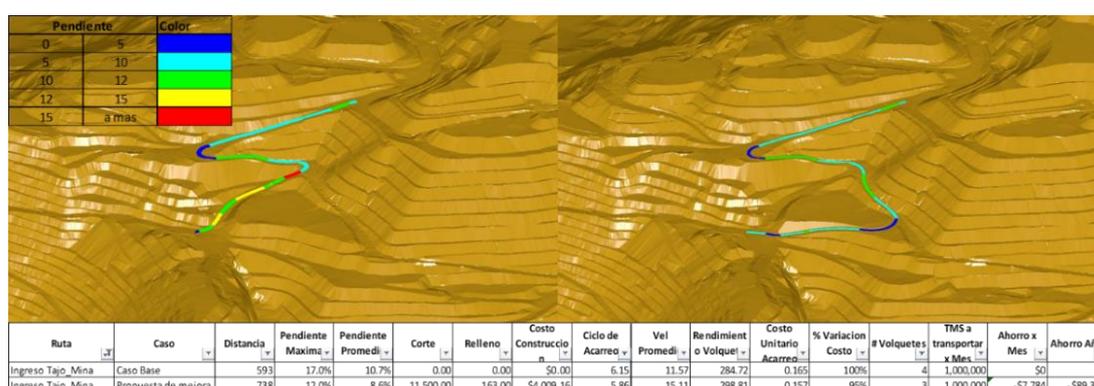


Figura 110: Plan de mejora vía superior del TAJO

Fuente: Elaboración Propia

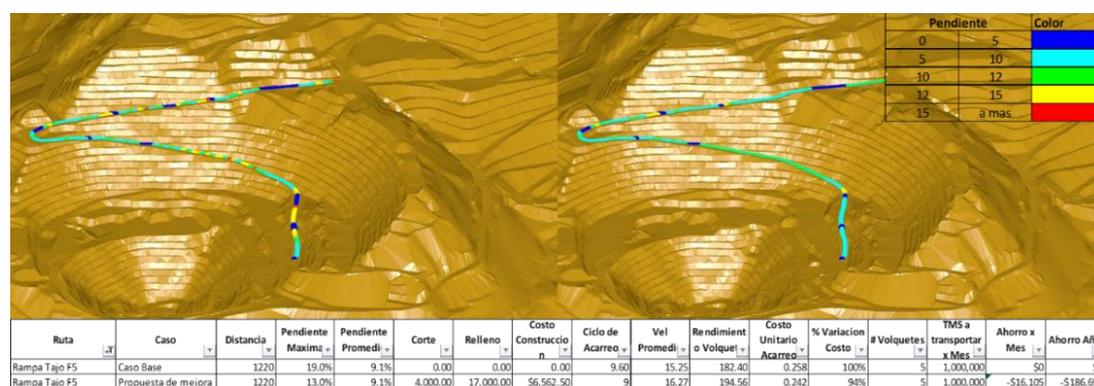


Figura 111: Plan de mejora vía interna del TAJO

Fuente: Elaboración Propia

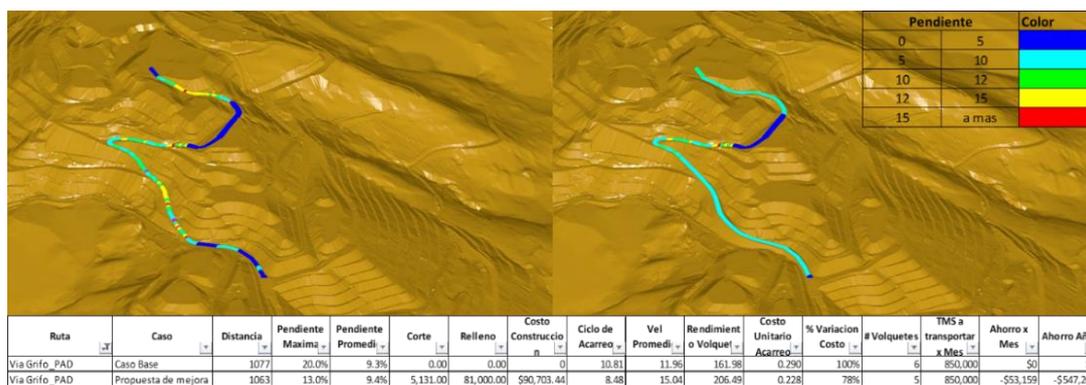


Figura 112: Plan de mejora vía PAD 01

Fuente: Elaboración Propia

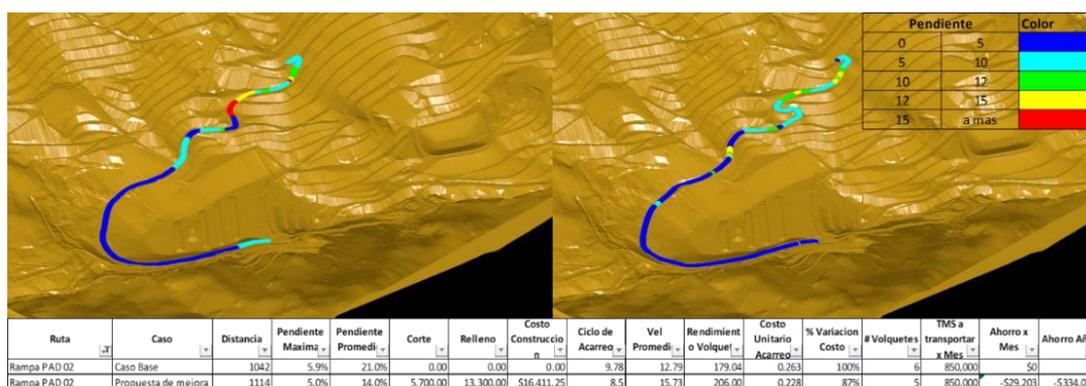


Figura 113: Plan de mejora vía PAD 02

Fuente: Elaboración Propia

Anexo L

Tabla descriptiva de volquetes:

DATOS DEL EQUIPO										
Item	Empresa Contratista	Tipo E equipo	Código Equipo	Tarifa	Marca	Modelo	Año	Capacidad	Potencia	Número de Motor
1	COMPANÍA COMERCIALIZADORA Y REPRESENTACIONES S.A.	CARGADOR FRONTAL	962C_01COR	79	CAT	962H	2013	3.8M3	240HP	THX35989
2	COMPANÍA COMERCIALIZADORA Y REPRESENTACIONES S.A.	EXCAVADORA	336D_01COR	107	CAT	336DL	2013	2.55M3	268HP	THX37662
3	COMPANÍA COMERCIALIZADORA Y REPRESENTACIONES S.A.	EXCAVADORA	336D_02COR	107	CAT	336DL	2013	2.55M3	268HP	THX37662
4	COMPANÍA COMERCIALIZADORA Y REPRESENTACIONES S.A.	EXCAVADORA	350_1COR	107	KOMATSU	PC-450	2013	3.2M3	420HP	
5	COMPANÍA COMERCIALIZADORA Y REPRESENTACIONES S.A.	MOTONIVELADORA	GD675_1COR	68	KOMATSU	GD675	2013			
6	COMPANÍA COMERCIALIZADORA Y REPRESENTACIONES S.A.	RETROEXCAVADORA	420E_1COR	41	CAT	420E	2013	0.96M3	118HP	G9F01001
7	COMPANÍA COMERCIALIZADORA Y REPRESENTACIONES S.A.	RODILLO	C553C_1COR	41	CAT	C556	2013	1.2.5T	160HP	C6E248.11
8	CISTRATA DE TRANSPORTES RAPESA S.A.C.	CISTENA DE AGUA	C1ST_1RAP	34	VOLVO	FMX	2012	4500 GLNS	324.00@1800	D13855288A1E
9	CONTRATA DE TRANSPORTES RAPESA S.A.C.	CISTRATA DE AGUA	C1ST_2RAP	36	MERCEDES	AXOR	2013	5000 GLNS	205.00@2300	906926C1033289
10	CONTRATA DE TRANSPORTES RAPESA S.A.C.	CISTRATA DE AGUA	C1ST_4RAP	36	VOLVO	FMX	2014	5000 GLNS	324.00@1800	D13889943A1E
11	CONTRATA DE TRANSPORTES RAPESA S.A.C.	CISTRATA DE AGUA	C1ST_5RAP	36	VOLVO	FMX	2012	5000 GLNS	324.00@1800	D13860244A1E
12	MACOMIC	EXCAVADORA	336D2L_02MAC	107	Caterpillar	336D2L	2014	1.9		
13	MACOMIC	EXCAVADORA	374DL_02MAC	150	Caterpillar	374DL	2011	4.60000		
14	MACOMIC	RETROEXCAVADORA	R420E_02MAC	41	Caterpillar	420E				
15	MACOMIC	RODILLO	C556B_1MAC	41	Caterpillar	C556				
16	MACOMIC	RODILLO	C556B_2MAC	41	Caterpillar	C556				
17	MIB TRANSPORTES SAGITARIO S.A.C.	EXCAVADORA	336DL_1SAG	107	CAT	336 DL	2012	2.5	270 HP	C7
18	MIB TRANSPORTES SAGITARIO S.A.C.	EXCAVADORA	336DL_3SAG	107	CAT	336 DL	2013	2.5	271 HP	C7
19	MIB TRANSPORTES SAGITARIO S.A.C.	EXCAVADORA	349DL_01SAG	127	CAT	349DL	2014	4.7 Y.Cu	4.7 Y.Cu	
20	MIB TRANSPORTES SAGITARIO S.A.C.	EXCAVADORA	374DL_01SAG	150	CAT	374DL	2014	5.1m3	5.1m3	
21	MIB TRANSPORTES SAGITARIO S.A.C.	MOTONIVELADORA	140K_1SAG	68	CAT	140K	2013	SCAP	280	C9
22	MIB TRANSPORTES SAGITARIO S.A.C.	TRACTOR	D8T_2SAG	125	CAT	D8T				
23	MIB TRANSPORTES SAGITARIO S.A.C.	TRACTOR	D8T_3SAG	125	CAT	D8T				
24	PEDRO BOUBY MORALES	ROMPE BANCOS	360LC_18OU	117		D8T	2014	5000GLNS		
25	SABINITA	CISTERNA DE AGUA	C1ST_1SAB	36				5000GLNS		
26	SABINITA	CISTERNA DE AGUA	C1ST_2SAB	36				5000GLNS		
27	SERVICIOS GENERALES COIGOBAMBA	CISTERNA DE AGUA	C1ST_1SGC	36				5000GLNS		
28	SERVICIOS GENERALES COIGOBAMBA	CISTERNA DE AGUA	C1ST_2SGC	36				5000GLNS		
29	SERVICIOS GENERALES DAFENWARTI EIRL	CISTERNA DE AGUA	C1ST_01DAF	36				5000GLNS		
30	SERVICIOS GENERALES DAFENWARTI EIRL	CISTERNA DE AGUA	C1ST_02DAF	36				5000GLNS		
31	SERVI-SAP S.R.L.	EXCAVADORA	345DL_01SS	117	Caterpillar	345DL	2011		372hp	TXF01887
32	SERVI-SAP S.R.L.	EXCAVADORA	349DL_02SS	127	Caterpillar	349DL	2014	4.7 Y.Cu	401hp	TXF04274
33	SERVI-SAP S.R.L.	EXCAVADORA	374FL_01SS	150	Caterpillar	374FL	2016	5.1m3	476hp	TXY04089
34	SERVI-SAP S.R.L.	MOTONIVELADORA	160K_1SS	80	Caterpillar	160K	2011	SCAP	186hp	KHX22214
35	SERVI-SAP S.R.L.	RETROEXCAVADORA	420F_01SS	41	Caterpillar	420F	2013	1.07m3	102hp	CRS73482
36	SERVI-SAP S.R.L.	RETROEXCAVADORA	420F_02SS	41	Caterpillar	420F	2013	1.07m3	102hp	CRS73469
37	SERVI-SAP S.R.L.	RODILLO	ROD_01SS	42	Caterpillar	C576	2014	SCAP	162hp	C6E54626
38	SERVI-SAP S.R.L.	TRACTOR	D8T_03SS	125	Caterpillar	D8T	2015	SCAP	341hp	TXG08402
39	SERVI-SAP S.R.L.	TRACTOR	D8T_04SS	125	Caterpillar	D8T	2016	SCAP	341hp	LHX22156
40	SERVI-SAP S.R.L.	TRACTOR	D8T_05SS	125	Caterpillar	D8T	2017	SCAP	341hp	
41	SERVI-SAP S.R.L.	TRACTOR	D6T_02SS	85	Caterpillar	D6T	2013	SCAP	224hp	
42	SERVI-SAP S.R.L.	TRACTOR	D6T_03SS	85	Caterpillar	D6T	2013	SCAP	224hp	
43	THIAN S.A.C.	CARGADOR FRONTAL	966H_01TH	79	CATERPILLAR	349-DL	2011	3.50 m2	379 HP	TXF04247
44	THIAN S.A.C.	EXCAVADORA	349DL_1TH	127	CATERPILLAR	349-DL	2012	3.50 m3	380 HP	TXF02943
45	TRANSPORTES ALCAMAR SAC.	CISTERNA DE AGUA	C1ST_01ALC	36	HINO	FM-26	2009	4800 GLNS	191 @2.500	J08CTT36024
46	TRANSPORTES ALCAMAR SAC.	CISTERNA DE AGUA	C1ST_03ALC	36	MERCEDES BENZ	AXOR 2635B	2013	5100 GLNS	260.00@1900	47795600266032
47	TRANSPORTES E INVERSIONES CEDAR S.R.L.	CARGADOR FRONTAL	L150F_2CED	79	VOLVO	L150F	2010	4.00M3	210KW	655033
48	TRANSPORTES E INVERSIONES CEDAR S.R.L.	CARGADOR FRONTAL	L150F_3CED	79	VOLVO	L150F	2010	4.00M2	210KW	
49	TRANSPORTES E INVERSIONES CEDAR S.R.L.	CARGADOR FRONTAL	L150G_5CED	79	VOLVO	L150G	2010	4.00M3	220KW	
50	TRANSPORTES E INVERSIONES CEDAR S.R.L.	CARGADOR FRONTAL	L150G_6CED	79	VOLVO	L150G	2010	4.00M3	220KW	402557
51	TRANSPORTES E INVERSIONES CEDAR S.R.L.	CARGADOR FRONTAL	L150G_7CED	79	VOLVO	L150G	2015	4.00M3	220KW	
52	TRANSPORTES E INVERSIONES CEDAR S.R.L.	CARGADOR FRONTAL	L150H_8CED	79	VOLVO	L150H	2016	4.00M3	220KW	551694
53	TRANSPORTES E INVERSIONES CEDAR S.R.L.	CARGADOR FRONTAL	L150H_9CED	79	VOLVO	L150H	2016	4.00M4	220KW	645337
54	TRANSPORTES E INVERSIONES CEDAR S.R.L.	CARGADOR FRONTAL	L150H_10CED	79	VOLVO	L150H	2017	4.00M3	220KW	
55	TRANSPORTES E INVERSIONES CEDAR S.R.L.	EXCAVADORA	380DL_01CED	107	VOLVO	EC380DL	2017	2.30M3	292 hp @ 1700 rpm	D13F467694A
56	TRANSPORTES E INVERSIONES CEDAR S.R.L.	EXCAVADORA	750DL_01CED	150	VOLVO	750DL	2017	5.16M3	385KW	101369
57	TRANSPORTES E INVERSIONES CEDAR S.R.L.	RETROEXCAVADORA	420F_02CED	40	CAT	420F	2013	1.07M3	70KW	CRS722.38
58	TRANSPORTES E INVERSIONES CEDAR S.R.L.	RETROEXCAVADORA	420F_03CED	40	CAT	420F-2	2017	1.07M3	70KW	
59	TRANSPORTES T.R.A.	CISTERNA DE AGUA	C1ST_01TRA	36	HINO	FM	2011	5000 GLNS	260HP	
60	TRANSPORTES T.R.A.	CISTERNA DE AGUA	C1ST_02TRA	36	IZUZU	FM	2013	5000 GLNS	285HP	
61	TRANSPORTES T.R.A.	CISTERNA DE AGUA	C1ST_03TRA	36	HINO	FM	2014	5000 GLNS	260HP	

Fuente: Área de control de Equipos Unidad Minera El Toro

Anexo M

Tabla descriptiva de volquetes:

DATOS DEL EQUIPO										
Flota	Empresa Contratista	Código Equipo	Tarifa	Placa	Marca	Modelo	Año	Capacidad	Potencia	Número de Moti
1	TRANSPORTES E INVERSIONES CEDAR S.R.L.	V_12CED	44	T8X-889	VOLVO	FMX 8X4 R	2017	20M3	353KW	D138000644A3E
1	COMPANÍA COMERCIALIZADORA Y REPRESENTACIONES S.A.	V_214COR	46	T7U-860	SCANIA	G460B8X4	2015	20M3	460HP	DC131061018265533
2	COMPANÍA COMERCIALIZADORA Y REPRESENTACIONES S.A.	V_215COR	46	T7T-873	SCANIA	G460B8X4	2015	20M3	460HP	9B5G8X400F3877764
3	COMPANÍA COMERCIALIZADORA Y REPRESENTACIONES S.A.	V_216COR	46	T7T-882	SCANIA	G460B8X4	2015	20M3	460HP	9B5G8X400F3877650
4	COMPANÍA COMERCIALIZADORA Y REPRESENTACIONES S.A.	V_217COR	46	T7U-854	SCANIA	G460B8X4	2015	20M3	460HP	DC1310610182265490
5	COMPANÍA COMERCIALIZADORA Y REPRESENTACIONES S.A.	V_218COR	46	T7T-895	SCANIA	G460B8X4	2015	20M3	460HP	DC131061018265466
6	COMPANÍA COMERCIALIZADORA Y REPRESENTACIONES S.A.	V_219COR	46	T7T-883	SCANIA	G460B8X4	2015	20M3	460HP	DC131061018265523
7	COMPANÍA COMERCIALIZADORA Y REPRESENTACIONES S.A.	V_220COR	46	T7T-860	SCANIA	G460B8X4	2015	20M3	460HP	DC131061018266936
8	COMPANÍA COMERCIALIZADORA Y REPRESENTACIONES S.A.	V_221COR	46	T7T-877	SCANIA	G460B8X4	2015	20M3	460HP	DC131061018265520
9	COMPANÍA COMERCIALIZADORA Y REPRESENTACIONES S.A.	V_222COR	46	T7T-865	SCANIA	G460B8X4	2015	20M3	460HP	DC13106101827033
10	COMPANÍA COMERCIALIZADORA Y REPRESENTACIONES S.A.	V_223COR	46	T7T-875	SCANIA	G460B8X4	2015	20M3	460HP	9B5G8X400F3879071
11	COMPANÍA COMERCIALIZADORA Y REPRESENTACIONES S.A.	V_229COR	41	T7C-869	VOLVO	FMX 6X4 R	2014	15M3	440HP	D13884401A1E
12	COMPANÍA COMERCIALIZADORA Y REPRESENTACIONES S.A.	V_231COR	41	T7C-857	VOLVO	FMX 6X4 R	2014	15M3	440HP	93KJ502D5EE822563
13	COMPANÍA COMERCIALIZADORA Y REPRESENTACIONES S.A.	V_232COR	46	T8Y-805	SCANIA	G460CB8X4E3	2017	20m3	460HP	9B5G8X400H3900605
14	COMPANÍA COMERCIALIZADORA Y REPRESENTACIONES S.A.	V_233COR	46	T8X-939	SCANIA	G460CB8X4E3	2017	20m3	460HP	9B5G8X400H3900624
15	COMPANÍA COMERCIALIZADORA Y REPRESENTACIONES S.A.	V_234COR	46	T8X-937	SCANIA	G460CB8X4E3	2017	20m3	460HP	9B5G8X400H3900367
16	COMPANÍA COMERCIALIZADORA Y REPRESENTACIONES S.A.	V_235COR	46	T8X-944	SCANIA	G460CB8X4E3	2017	20m3	460HP	9B5G8X400H3900568
17	COMPANÍA COMERCIALIZADORA Y REPRESENTACIONES S.A.	V_236COR	46	T8Y-808	SCANIA	G460CB8X4E3	2017	20m3	460HP	9B5G8X400H3900612
18	COMPANÍA COMERCIALIZADORA Y REPRESENTACIONES S.A.	V_237COR	46	T8Y-814	SCANIA	G460CB8X4E3	2017	20m3	460HP	9B5G8X400H3900600
19	COMPANÍA COMERCIALIZADORA Y REPRESENTACIONES S.A.	V_238COR	46	T8X-931	SCANIA	G460CB8X4E4	2017	20M3	460HP	9B5G8X400H3905758
20	COMPANÍA COMERCIALIZADORA Y REPRESENTACIONES S.A.	V_239COR	46	T8Y-804	SCANIA	G460CB8X4E5	2017	20M3	460HP	9B5G8X400H3905758
21	COMPANÍA COMERCIALIZADORA Y REPRESENTACIONES S.A.	V_240COR	46	T8Y-818	SCANIA	G460CB8X4E6	2017	20M3	460HP	9B5G8X400H3905764
22	COMPANÍA COMERCIALIZADORA Y REPRESENTACIONES S.A.	V_241COR	46	T8Y-815	SCANIA	G460CB8X4E6	2017	20M3	460HP	9B5G8X400H3905738
1	TRANSPORTES ALCAMAR S.A.C.	V_800ALC	41	TAQ-827	VOLVO	FMX 6X4 R	2013	15M3	324KW	D13875314A1E
1	TRANSPORTES RAIHO	V_706RAJO	42	F4Y-705	VOLVO	FMX 6X4 R	2013	17M3	324@1800	D13873275A1E
2	TRANSPORTES RAIHO	V_711RAJO	46	D7R-787	VOLVO	FMX 8X4 R	2012	20M3	354@1800	D13862094A1E
3	TRANSPORTES RAIHO	V_713RAJO	46	ACM-826	VOLVO	FMX 8X4 R	2014	20M3	353@1800	D13893401A2E
4	TRANSPORTES RAIHO	V_714RAJO	46	ACN-808	VOLVO	FMX 8X4 R	2014	20M3	353@1800	D13893409A2E
5	TRANSPORTES RAIHO	V_715RAJO	46	AFG-823	VOLVO	FMX 8X4 R	2015	20M3	353@1800	D13895074A3E
6	TRANSPORTES RAIHO	V_716RAJO	46	AF-848	VOLVO	FMX 8X4 R	2015	20M3	353@1800	D13895054A3E
7	TRANSPORTES RAIHO	V_717RAJO	55	ALT-809	VOLVO	FMX 10X4 R	2015	30M3	382@1800	D13582226
8	TRANSPORTES RAIHO	V_718RAJO	55	ALT-743	VOLVO		2016	30M3		
9	TRANSPORTES RAIHO	V_719RAJO	55	ALT-873	VOLVO		2016	30M3		
1	INGENIERIA DE TRANSPORTES LOZANO S.A.C.	V_300LOZ	41	ABW-819	VOLVO	FMX 6X4 R	2014	15M3	324KW	D13887503A1E
2	INGENIERIA DE TRANSPORTES LOZANO S.A.C.	V_304LOZ	41	ACW-866	VOLVO	FMX 6X4 R	2014	15M3	324KW	D13886898A1E
3	INGENIERIA DE TRANSPORTES LOZANO S.A.C.	V_308LOZ	46	ABG-893	SCANIA	P460 B8X4	2014	20M3	460KW	DC131061018246687
4	INGENIERIA DE TRANSPORTES LOZANO S.A.C.	V_310LOZ	46	ADP-814	SCANIA	P460 B8X4	2014	20M3	460KW	DC131061018246644
5	INGENIERIA DE TRANSPORTES LOZANO S.A.C.	V_311LOZ	46	ADX-800	SCANIA	P460 B8X4	2014	20M3	338@1900	DC131061018246705
1	SERVI-SAP	V_900SS	46	ARR-923	SCANIA	P460	2014	20M3	460 HP	DC131061018246255
2	SERVI-SAP	V_901SS	46	ARR-888	SCANIA	P460	2014	20M3	460 HP	DC131061018246228
3	SERVI-SAP	V_902SS	46	ARR-941	SCANIA	P460	2014	20M3	460 HP	DC131061018243961
4	SERVI-SAP	V_903SS	46	ARS-808	SCANIA	P460	2014	20M3	460 HP	DC131061018244241
5	SERVI-SAP	V_904SS	46	ARS-790	SCANIA	P460	2014	20M3	460 HP	DC131061018246151
6	SERVI-SAP	V_905SS	46	ARS-925	SCANIA	PG460	2016	20M3	460 HP	DC131061018289312
7	SERVI-SAP	V_906SS	46	ASX-873	SCANIA	PG460	2016	20M3	460 HP	DC131061018289317
8	SERVI-SAP	V_907SS	46	ASW-799	SCANIA	PG460	2016	20M3	460 HP	DC131061018289340
9	SERVI-SAP	V_908SS	46	ASW-834	SCANIA	PG460	2016	20M3	460 HP	DC131061018289377
10	SERVI-SAP	V_909SS	46	AS1-765	SCANIA	PG460	2016	20M3	460 HP	DC131061018289680
11	SERVI-SAP	V_910SS	46	ATZ-881	SCANIA	PG460	2017	20M3	460 HP	DC131061018294959
12	SERVI-SAP	V_911SS	46	ATZ-867	SCANIA	PG460	2017	20M3	460 HP	DC131061018294972
13	SERVI-SAP	V_912SS	46	AUB-702	SCANIA	PG460	2017	20M3	460 HP	DC131061018294909
14	SERVI-SAP	V_913SS	46	ATZ-809	SCANIA	PG460	2017	20M3	460 HP	DC131061018294869
15	SERVI-SAP	V_914SS	46	ATZ-877	SCANIA	PG460	2017	20M3	460 HP	DC131061018294955
16	SERVI-SAP	V_915SS	46	AUC-889	VOLVO	FMX8X4R	2017	20M3	480 HP	D13*8001848*A3*E
17	SERVI-SAP	V_916SS	46	AUC-725	VOLVO	FMX8X4R	2017	20M3	480 HP	D13*8001888*A3*E
18	SERVI-SAP	V_917SS	46	AUM-937	VOLVO	FMX8X4R	2017	20M3	480 HP	D13*8001799*A3*E
19	SERVI-SAP	V_918SS	46	AUB-928	VOLVO	FMX8X4R	2017	20M3	480 HP	D13*8002516*A3*E
20	SERVI-SAP	V_919SS	46	AUC-813	VOLVO	FMX8X4R	2017	20M3	480 HP	D13*8002654*A3*E
1	RAPESA	V_400RAP	46	T8S-842	SCANIA	G460	2017	20M3	338.00@1900	DC131061018289722
2	RAPESA	V_401RAP	46	T8S-841	SCANIA	G460	2017	20M3	338.00@1900	DC131061018289699
3	RAPESA	V_404RAP	46		SCANIA	G460	2017	20M3	320.00@1800	541946C1005475
4	RAPESA	V_405RAP	46		SCANIA	G460	2017	20M3	320.00@1800	541946C1805615
1	MIB TRANSPORTES SAGITARIO S.A.C.	V_102SAG	41	TAU-886	VOLVO	FMX	2012	15M3	440.00	D13858456A1E
2	MIB TRANSPORTES SAGITARIO S.A.C.	V_106SAG	41	TAU-887	VOLVO	FMX	2012	15M3	440.00	D13858475A1E
3	MIB TRANSPORTES SAGITARIO S.A.C.	V_125SAG	46	T8J-891	VOLVO	FM	2016	20M3	353.00@1800KW/RPM	D13903585A3E
4	MIB TRANSPORTES SAGITARIO S.A.C.	V_126SAG	46	T8J-895	VOLVO	FM	2016	20M3	353.00@1800KW/RPM	D13903597A3E
5	MIB TRANSPORTES SAGITARIO S.A.C.	V_127SAG	46	T8J-885	VOLVO	FM	2016	20M3	353.00@1800KW/RPM	D13903601A3E
6	MIB TRANSPORTES SAGITARIO S.A.C.	V_128SAG	46	T8J-896	VOLVO	FM	2016	20M3	353.00@1800KW/RPM	D13903606A3E
7	MIB TRANSPORTES SAGITARIO S.A.C.	V_129SAG	46	T8J-898	VOLVO	FM	2016	20M3	353.00@1800KW/RPM	D13903613A3E
8	MIB TRANSPORTES SAGITARIO S.A.C.	V_130SAG	46	T8J-920	VOLVO	FM	2016	20M3	353.00@1800KW/RPM	D13903615A3E
9	MIB TRANSPORTES SAGITARIO S.A.C.	V_131SAG	46	T8S-860	VOLVO	FM	2017	20M3	353.00@1800KW/RPM	D13906914A3E
10	MIB TRANSPORTES SAGITARIO S.A.C.	V_132SAG	46	T8S-874	VOLVO	FM	2017	20M3	353.00@1800KW/RPM	D13906922A3E
11	MIB TRANSPORTES SAGITARIO S.A.C.	V_133SAG	46	T8S-872	VOLVO	FM	2017	20M3	353.00@1800KW/RPM	D13906909A3E
12	MIB TRANSPORTES SAGITARIO S.A.C.	V_134SAG	46	T8S-870	VOLVO	FM	2017	20M3	353.00@1800KW/RPM	D13906853A3E
13	MIB TRANSPORTES SAGITARIO S.A.C.	V_135SAG	46	T8S-866	VOLVO	FM	2017	20M3	353.00@1800KW/RPM	D13906860A3E
14	MIB TRANSPORTES SAGITARIO S.A.C.	V_136SAG	46	T8S-862	VOLVO	FM	2017	20M3	353.00@1800KW/RPM	D13906927A3E
1	TRANSPORTES CORAZON DE JESUS S.A.C.	V_501CJ	41	F7E-960	VOLVO	FMX 6x4R	2013	15M3	324.00@1800	D13874489A1E
2	TRANSPORTES CORAZON DE JESUS S.A.C.	V_506CJ	41	T7E-862	VOLVO	FMX 6x4R	2014	15M3	324.00@1800	D13887785A1E
3	TRANSPORTES CORAZON DE JESUS S.A.C.	V_510CJ	46	T8M-823	VOLVO	FMX 8x4R	2016	20M3	353.00@1800	D13905077A3E
4	TRANSPORTES CORAZON DE JESUS S.A.C.	V_511CJ	46	T8M-879	VOLVO	FMX 8x4R	2016	20M3	353.00@1800	D13905040A3E
5	TRANSPORTES CORAZON DE JESUS S.A.C.	V_512CJ	46	T8M-890	VOLVO	FMX 8x4R	2016	20M3	353.00@1800	D13905104A3E
6	TRANSPORTES CORAZON DE JESUS S.A.C.	V_513CJ	46	T8M-820	VOLVO	FMX 8x4R	2016	20M3	353.00@1800	D13905046A3E
7	TRANSPORTES CORAZON DE JESUS S.A.C.	V_517CJ	46	T8T-827	VOLVO	FMX 8x4R	2017	20M3	353.00@1800	D13907637A3E
8	TRANSPORTES CORAZON DE JESUS S.A.C.	V_518CJ	46	T8T-831	VOLVO	FMX 8x4R	2017	20M3	353.00@1800	D13907587A3E
9	TRANSPORTES CORAZON DE JESUS S.A.C.	V_521CJ	46	T8U-918	VOLVO	FMX 8X4 R	2017	20M3	353.00@1800	D138001069A3E
10	TRANSPORTES CORAZON DE JESUS S.A.C.	V_522CJ	46	T8U-928	VOLVO	FMX 8X4 R	2017	20M3	353.00@1800	D138001037A3E
11	TRANSPORTES CORAZON DE JESUS S.A.C.	V_524CJ	46	T9B-835	VOLVO	FMX 8X4 R	2017	20M3	353.00@1800	D138002506A3E
12	TRANSPORTES CORAZON DE JESUS S.A.C.	V_525CJ	46	T9C-927	VOLVO	FMX 8X4 R	2017	20M3	353@1400 -1800	D138003177A3E
13	TRANSPORTES CORAZON DE JESUS S.A.C.	V_526CJ	46	T9C-917	VOLVO	FMX 8X4 R	2017	20M3	353@1400 -1800	D138003200A3E
1	T.R.A S.A.C	V_600TRA	46	T8U-933	VOLVO	FMX 8x4R	2017	20M3	353.00@1800	93KXSWOGH845641
2	T.R.A S.A.C	V_601TRA	46	T8U-940	VOLVO	FMX 8x4R	2017	20M3	353.00@1800	93KXSWOGH845670

Fuente: Área de control de Equipos Unidad Minera El Toro

Anexo N

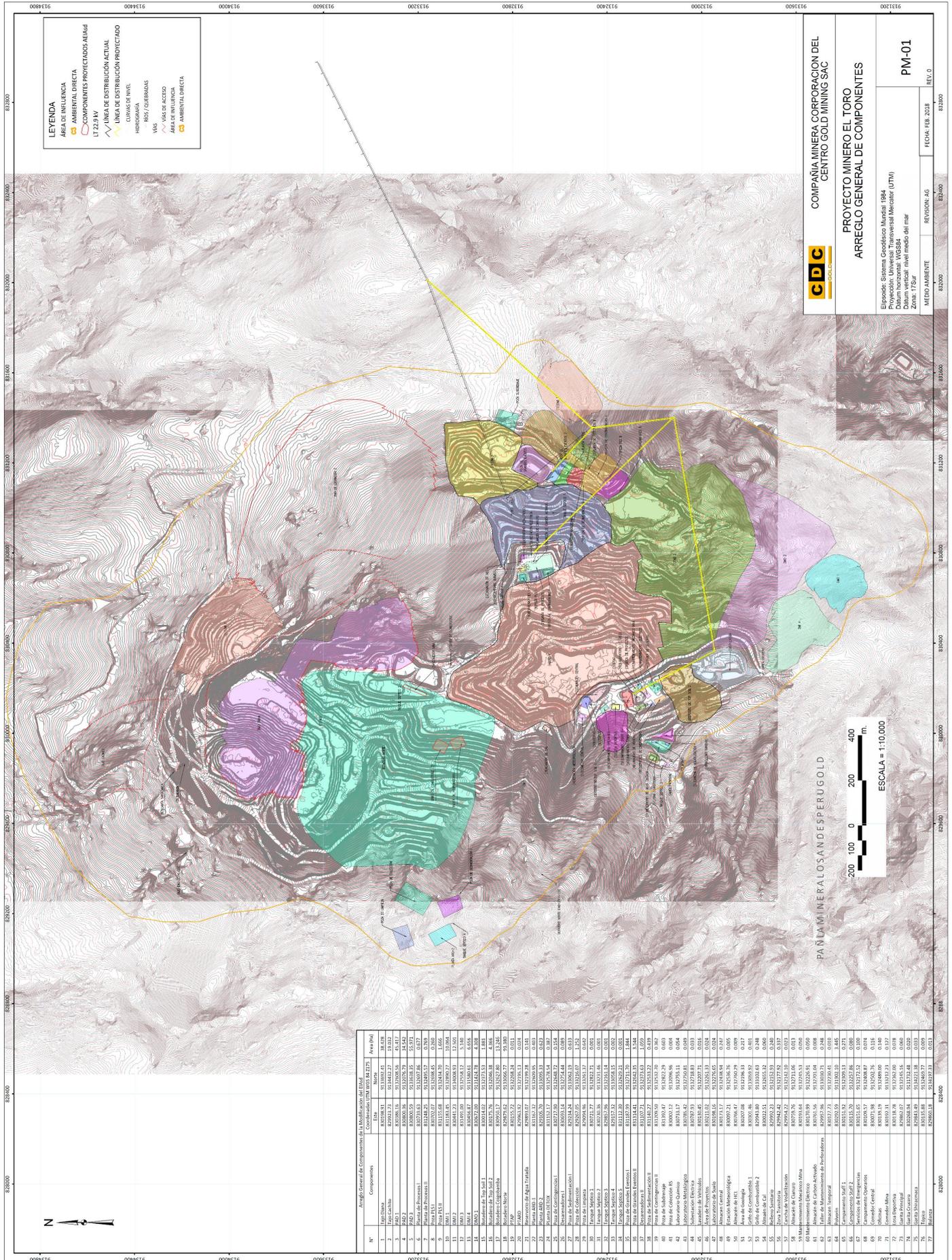
Operacionalización de Variables:

Problema de Investigación	Operacionalización de Variables				
	Variables	Dimensiones	Indicadores	Técnicas	Instrumentos
¿De qué manera se puede optimizar el uso de los equipos de carguío y acarreo, y sustentar la metodología usada para incrementar la producción en el tajo Diana en la Compañía Minera Corporación del Centro Gold Mining SAC – Región La Libertad?	Disponibilidad Mecánica	Disponibilidad Mecánica	Porcentaje de Disponibilidad Mecánica	Observación Sistemática (aplicados en la preprueba y en la posprueba)	Data de Observación Registro Histórico Fichas de Cortejo comparativas
	Utilización	Utilización	Porcentaje de Utilización		
	OEE	OEE	Porcentaje de eficiencia global		
	Velocidad Promedio	Velocidad Promedio	Km/Hr promedio por día efectiva de equipos de acarreo		
	Dimencionamiento de Volquetes	Dimencionamiento de Volquetes	Nuevos de Volquetes Utilizados Mes		
	Nuevos KPI'S de productividad	Nuevos KPI'S de productividad	Disponibilidad Mecánica Utilización OEE	Técnica de emparejamiento, Determinar cuales son los KPI'S, indicadores y estándares en la Unidad Minera El Toro	MS Haulage MineSigth Autocad Excel Dispatch
	Diseño Geométrico de Via	Diseño Geométrico de Via	Velocidad Promedio/Día Ancho de Via Peralte Radio Curvatura Pendiente		
	VD: Aplicación de KPI'S, Indicadores optimos en las operaciones unitarias de carguío y acarreo				

Fuente: Elaboración Propia

**Anexo Ñ**

**Planos de la mina, plano de parámetros**



**CDG** **GOLD**

**COMPANIA MINERA CORPORACION DEL CENTRO GOLD MINING SAC**

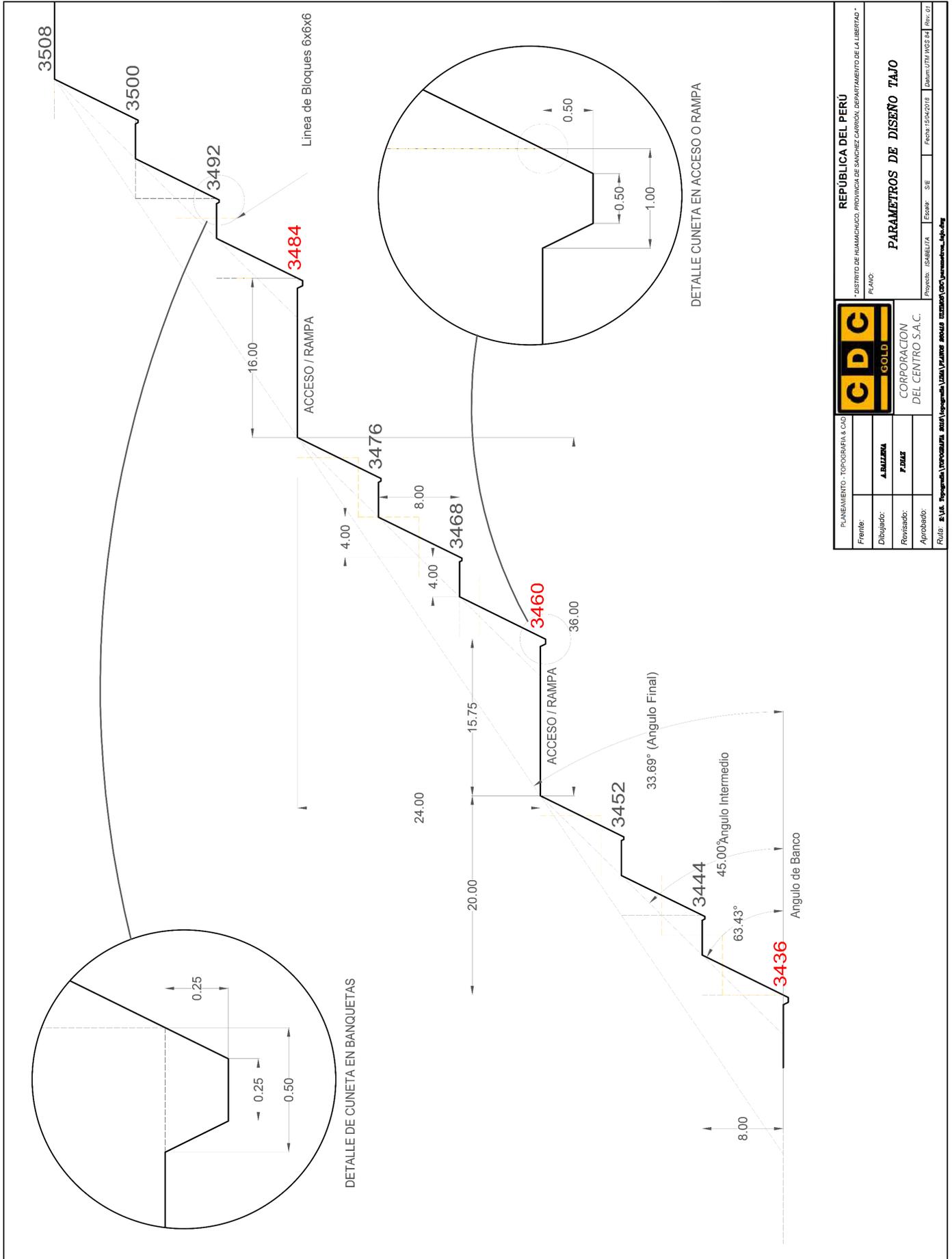
**PROYECTO MINERO EL TORO**  
**ARREGLO GENERAL DE COMPONENTES**

Elipsoid: Sistema Geodésico Mundial 1984  
Datum horizontal: WGS84  
Datum vertical: nivel medio del mar  
Zona: TFSur

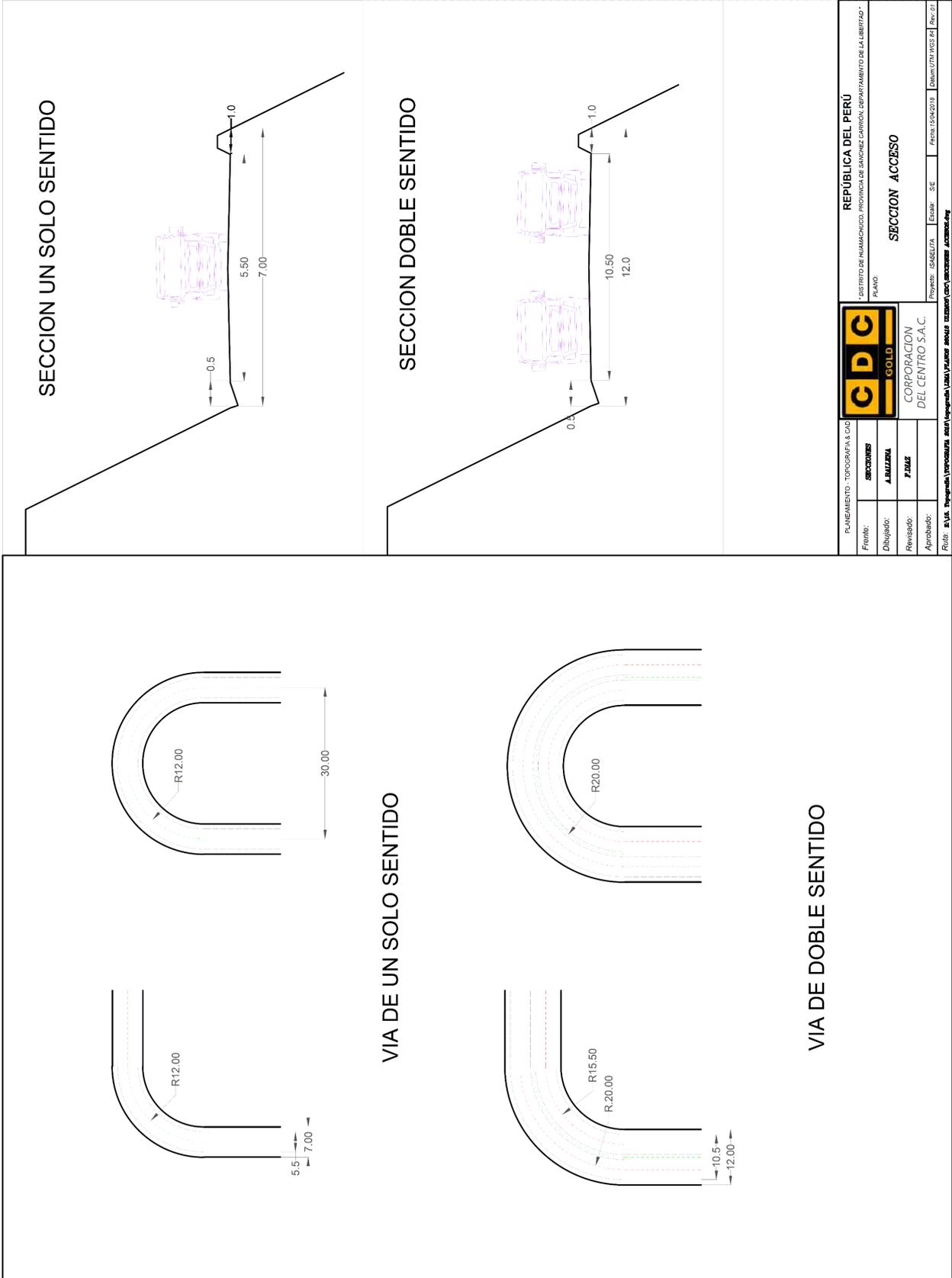
MEIO AMBIENTE REVISION: AG FECHA: FEB. 2018 REV. 0

**PM-01**

N°	Componentes	Elev. (m)	Dist. (m)	Area (ha)
1	1500 Canchis	82932.13	91344.27	10.532
2	PAO 1	83096.16	913768.56	45.517
3	PAO 2	83096.16	913768.56	45.517
4	PAO 3	83096.16	913768.56	45.517
5	PAO 4	83096.16	913768.56	45.517
6	Planta de Procesos I	83029.63	913262.86	0.077
7	Planta de Procesos II	83029.63	913262.86	0.077
8	Posto P15.1	83115.68	913444.76	1.666
9	Posto P15.2	83115.68	913444.76	1.666
10	Posto P15.3	83115.68	913444.76	1.666
11	Posto P15.4	83115.68	913444.76	1.666
12	Posto P15.5	83115.68	913444.76	1.666
13	Posto P15.6	83115.68	913444.76	1.666
14	Posto P15.7	83115.68	913444.76	1.666
15	Posto P15.8	83115.68	913444.76	1.666
16	Posto P15.9	83115.68	913444.76	1.666
17	Posto P15.10	83115.68	913444.76	1.666
18	Posto P15.11	83115.68	913444.76	1.666
19	Posto P15.12	83115.68	913444.76	1.666
20	Posto P15.13	83115.68	913444.76	1.666
21	Posto P15.14	83115.68	913444.76	1.666
22	Posto P15.15	83115.68	913444.76	1.666
23	Posto P15.16	83115.68	913444.76	1.666
24	Posto P15.17	83115.68	913444.76	1.666
25	Posto P15.18	83115.68	913444.76	1.666
26	Posto P15.19	83115.68	913444.76	1.666
27	Posto P15.20	83115.68	913444.76	1.666
28	Posto P15.21	83115.68	913444.76	1.666
29	Posto P15.22	83115.68	913444.76	1.666
30	Posto P15.23	83115.68	913444.76	1.666
31	Posto P15.24	83115.68	913444.76	1.666
32	Posto P15.25	83115.68	913444.76	1.666
33	Posto P15.26	83115.68	913444.76	1.666
34	Posto P15.27	83115.68	913444.76	1.666
35	Posto P15.28	83115.68	913444.76	1.666
36	Posto P15.29	83115.68	913444.76	1.666
37	Posto P15.30	83115.68	913444.76	1.666
38	Posto P15.31	83115.68	913444.76	1.666
39	Posto P15.32	83115.68	913444.76	1.666
40	Posto P15.33	83115.68	913444.76	1.666
41	Posto P15.34	83115.68	913444.76	1.666
42	Posto P15.35	83115.68	913444.76	1.666
43	Posto P15.36	83115.68	913444.76	1.666
44	Posto P15.37	83115.68	913444.76	1.666
45	Posto P15.38	83115.68	913444.76	1.666
46	Posto P15.39	83115.68	913444.76	1.666
47	Posto P15.40	83115.68	913444.76	1.666
48	Posto P15.41	83115.68	913444.76	1.666
49	Posto P15.42	83115.68	913444.76	1.666
50	Posto P15.43	83115.68	913444.76	1.666
51	Posto P15.44	83115.68	913444.76	1.666
52	Posto P15.45	83115.68	913444.76	1.666
53	Posto P15.46	83115.68	913444.76	1.666
54	Posto P15.47	83115.68	913444.76	1.666
55	Posto P15.48	83115.68	913444.76	1.666
56	Posto P15.49	83115.68	913444.76	1.666
57	Posto P15.50	83115.68	913444.76	1.666
58	Posto P15.51	83115.68	913444.76	1.666
59	Posto P15.52	83115.68	913444.76	1.666
60	Posto P15.53	83115.68	913444.76	1.666
61	Posto P15.54	83115.68	913444.76	1.666
62	Posto P15.55	83115.68	913444.76	1.666
63	Posto P15.56	83115.68	913444.76	1.666
64	Posto P15.57	83115.68	913444.76	1.666
65	Posto P15.58	83115.68	913444.76	1.666
66	Posto P15.59	83115.68	913444.76	1.666
67	Posto P15.60	83115.68	913444.76	1.666
68	Posto P15.61	83115.68	913444.76	1.666
69	Posto P15.62	83115.68	913444.76	1.666
70	Posto P15.63	83115.68	913444.76	1.666
71	Posto P15.64	83115.68	913444.76	1.666
72	Posto P15.65	83115.68	913444.76	1.666
73	Posto P15.66	83115.68	913444.76	1.666
74	Posto P15.67	83115.68	913444.76	1.666
75	Posto P15.68	83115.68	913444.76	1.666
76	Posto P15.69	83115.68	913444.76	1.666
77	Posto P15.70	83115.68	913444.76	1.666



		<b>REPUBLICA DEL PERU</b> DISTRITO DE HUAMANGA, PROVINCIA DE SANCHE CARRION, DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD *	
PLANEO:		PLANO:	
Dibuja: <b>A. BULLERA</b>	Revisa: <b>F. JIMENEZ</b>	<b>PARAMETROS DE DISEÑO TAJO</b>	
Aprobado:	Proyecto: OSABELLA	Escala: SE	Fecha: 15/04/2018
PLANTEAMIENTO - TOPOGRAFIA & CAD		Corporación del Centro S.A.C.	
Ruta: S.V.A. Pucallpa - Tarma - Ayacucho - Ica - Arequipa - Lima - Puno		Datum: UTM WGS 84	
Rev. 01		Rev. 01	



PANEAMIENTO: TIPOGRAFIA S.C. S.				REPUBLICA DEL PERU INSTITUTO DE PUNO, PROVINCIA DE SANCHE CARBON, DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD - PUNO	
Fronto:	SECCIONES	CORPORACION DEL CENTRO S.A.C.		SECCION ACCESO	
Dibujado:	A. MALCENA			Proyecto: ISMELUYA Escala: 3:50 Fecha: 03/04/2019 Dibuñ: UTM WGS 84 Rev: 01	
Revisado:	P. DIAZ				
Aprobado:					
Folio: 25 de 25. <a href="#">Impresión: 1/20/2019 10:54 AM</a> <a href="#">Ver PDF</a> <a href="#">Descargar</a> <a href="#">Compartir</a>					

## Anexo O

## Fotos de la Unidad Minera El Toro:



Foto 1: Equipo de Carguío Preprueba

Fuente: Toma de foto propio.



Foto 2: Equipo de Acarreo Preprueba

Fuente: Toma de foto propio.



Foto 3: Equipo de Carguío Posprueba

Fuente: Toma de foto propio.



Foto 4: Equipo de Acarreo Posprueba

Fuente: Toma de foto propio.



Foto 5: Tajo Diana Fase 5

Fuente: Toma de foto propio.



Foto 6: Tajo Diana Fase 4

Fuente: Toma de foto propio.



Foto 7: Botadero Norte  
Fuente: Toma de foto propio.



Foto 8: PAD 01  
Fuente: Toma de foto propio.



Foto 9: PAD 02 en Proceso Construcción

Fuente: Toma de foto propio.