

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**

**FACULTAD DE INGENIERIA**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



**INDICADORES CLAVE DE DESEMPEÑO DE EQUIPO PESADO  
PARA CONTROL DE RENDIMIENTO Y PRODUCTIVIDAD**

**TESIS**

**Para optar el Título Profesional de:**

**INGENIERO CIVIL**

**Presentada por el Bachiller:**

**DAVID EDINSON CASAS OCAS**

**Asesor**

**Ing. Marcos Mendoza Linares**

**Cajamarca, Julio de 2018**

## **AGRADECIMIENTO**

*A la universidad por abrir sus puertas y alojarme durante todo este tiempo, y a los catedráticos que nos ilustraron sus conocimientos y experiencias.*

*A mis asesores los ingenieros Hugo Miranda y Marcos Mendoza, por encaminar paso a paso este estudio.*

## **DEDICATORIA**

*Dedicado a mi madre Elvira que siempre mostró perseverancia ante los problemas.*

*Y mi padre Noé que me enseñó a sacar fuerzas de donde ya no había, para seguir adelante.*

*A mis hermanos que son el motivo de mis logros.*

*A mis amigos que siempre están ahí para recordarme hacia a donde debemos llegar y como lo debemos hacer.*

## INDICE GENERAL

INDICE GENERAL .....	III
INDICE DE TABLAS.....	V
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VIII
RESUMEN .....	XII
ABSTRACT .....	XIII
<b>CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
1.1. Planteamiento del problema.....	1
1.2. Formulación del problema.....	2
1.3. Justificación de la Investigación.....	2
1.4. Alcance del proyecto.....	2
1.5. Limitaciones .....	2
1.6. Hipótesis general.....	3
1.7. Objetivo .....	3
1.7.1. Objetivo general.....	3
1.7.2. Objetivos específicos.....	3
1.8. Capítulos.....	3
<b>CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>5</b>
2.1. Antecedentes Teóricos.....	5
2.1.1. Antecedentes Internacionales .....	5
2.1.2. Antecedentes Nacionales.....	5
2.1.3. Antecedentes Locales.....	7
2.2. Bases teóricas.....	8
2.2.1. Indicadores claves de desempeño (KPI).....	8
2.2.2. Gestión de tiempos.....	9
2.2.2.1. Tiempo total .....	10
2.2.2.2. Tiempo programado .....	11
2.2.2.3. Tiempo disponible.....	11
2.2.2.4. Tiempo en operación.....	12
2.2.2.5. Tiempo efectivo .....	13
2.2.2.6. Tiempo en demoras operativas .....	13
2.2.2.7. Tiempo en demoras no operativas (Stand by time) .....	14
2.2.2.8. Tiempo en demoras mecánicas.....	15

2.2.2.9. Tiempo mantenimiento programado .....	16
2.2.2.10. Tiempo mantenimiento correctivo .....	17
2.2.2.11. Tiempo no programado .....	17
2.2.3. Disponibilidad física (DF) .....	18
2.2.4. Disponibilidad mecánica (DM) .....	19
2.2.5. Utilización (U) .....	19
2.2.6. Uso de la disponibilidad (UD) .....	19
2.2.7. Productividad .....	20
2.2.7.1. Productividad total .....	21
2.2.7.2. Productividad parcial .....	21
2.2.7.3. Informe de productividad de equipos (IP) .....	22
2.2.8. Rendimiento (RN) .....	22
2.3. Definición de términos básicos .....	23
<b>CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>25</b>
3.1. Ubicación del lugar de investigación .....	25
3.2. Metodología .....	26
3.3. Procedimiento .....	27
3.3.1. Rendimientos .....	30
3.3.2. Gestión de tiempos .....	30
3.3.3. Productividad parcial .....	31
3.4. Tratamiento, análisis de datos y presentación de resultados .....	31
<b>CAPÍTULO IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....</b>	<b>33</b>
4.1. Rendimientos de equipos de carguío y acarreo .....	33
4.2. Indicadores clave de desempeño (Factores de eficiencia de tiempos en equipos) .....	41
4.3. Productividad parcial en equipos .....	52
4.4. Contratación de hipótesis .....	55
<b>CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>58</b>
5.1. Conclusiones .....	58
5.2. Recomendaciones .....	59
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>60</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>63</b>

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1:</b> Distribución del Tiempo Total y las Demoras y Planificadas y no Planificadas. .....	10
<b>Tabla 2:</b> Distribución del tiempo disponible. ....	12
<b>Tabla 3:</b> Distribución del tiempo en Operación (Motor encendido). ....	12
<b>Tabla 4:</b> Distribución del tiempo de Operación (Motor encendido) y actividades en esta clasificación. ....	13
<b>Tabla 5:</b> Distribución del tiempo en demoras Operativas (Motor encendido) y actividades de esta clasificación. ....	14
<b>Tabla 6:</b> Distribución del tiempo en demoras no operativas (Motor apagado) y actividades en esta clasificación. ....	15
<b>Tabla 7:</b> Distribución del tiempo en Demoras Mecánicas. ....	15
<b>Tabla 8:</b> Distribución del tiempo en Demoras Mecánicas Programadas y Actividades afines. ....	16
<b>Tabla 9:</b> Distribución del tiempo en demoras mecánicas correctivas y actividades afines. .....	17
<b>Tabla 10:</b> Tiempo No Programado. ....	18
<b>Tabla 11:</b> Medida de la productividad. ....	20
<b>Tabla 12:</b> Productividad Parcial y total. ....	21
<b>Tabla 13:</b> Tipos de investigación según distintos criterios. ....	27
<b>Tabla 14:</b> Fuentes, técnicas e instrumentos para la recolección de los datos. ....	27
<b>Tabla 15:</b> Cantidad de equipos a involucrar en el periodo de movimiento de tierras. ....	29
<b>Tabla 16:</b> Operacionalización de variables .....	32
<b>Tabla 17:</b> Costo m <sup>3</sup> - Productividad parcial 2016 .....	52
<b>Tabla 18:</b> Costo m <sup>3</sup> - Productividad parcial 2017 .....	52
<b>Tabla 19:</b> Disponibilidad física y mecánica en los años 2016 y 2017 .....	55
<b>Tabla 20:</b> Utilización, uso de lo disponible en los años 2016 y 2017 .....	56
<b>Tabla 21:</b> Productividades parciales reales y presupuestadas año 2016 y 2017 .....	57
<b>Tabla 22:</b> Pérdidas de horas de operación de Volquetes 2016 .....	68
<b>Tabla 23:</b> Pérdidas de horas de operación de cargador frontal 2016 .....	69
<b>Tabla 24:</b> Pérdidas de horas de operación de excavadora 2016. ....	70
<b>Tabla 25:</b> Pérdidas de horas de operación de motoniveladora 2016. ....	71
<b>Tabla 26:</b> Pérdidas de horas de operación de retroexcavadora 2016 .....	72

<b>Tabla 27:</b> Pérdidas de horas de operación de rodillo 2016.....	73
<b>Tabla 28:</b> Pérdida de horas de operación de tractor de orugas 2016.....	74
<b>Tabla 29:</b> Pérdida de horas de operación de todos los equipos 2016.....	75
<b>Tabla 30:</b> Disponibilidad Física de los equipos - 2016.....	76
<b>Tabla 31:</b> Disponibilidad Mecánica de los equipos – 2016 .....	77
<b>Tabla 32:</b> Utilización de los equipos - 2016 .....	78
<b>Tabla 33:</b> Uso de la Disponibilidad de los equipos – 2016 .....	79
<b>Tabla 34:</b> Indicadores clave de desempeño – 2016 .....	80
<b>Tabla 35:</b> Pérdidas de horas de operación de volquetes 2017.....	81
<b>Tabla 36:</b> Pérdidas de horas de operación de cargador frontal 2017 .....	82
<b>Tabla 37:</b> Pérdidas de horas de operación de excavadora 2017.....	83
<b>Tabla 38:</b> Pérdidas de horas de operación de motoniveladora 2017.....	84
<b>Tabla 39:</b> Pérdidas de horas de operación de retroexcavadora 2017 .....	85
<b>Tabla 40:</b> Pérdidas de horas de operación de Rodillo 2017 .....	86
<b>Tabla 41:</b> Pérdida de horas de operación de tractor de orugas 2017 .....	87
<b>Tabla 42:</b> Pérdida de horas de operación de Todos los equipos 2017 .....	88
<b>Tabla 43:</b> Disponibilidad Física de los equipos – 2017 .....	89
<b>Tabla 44:</b> Disponibilidad Mecánica de los equipos – 2017 .....	90
<b>Tabla 45:</b> Utilización de los equipos – 2017 .....	91
<b>Tabla 46:</b> Uso de la Disponibilidad de los equipos – 2017 .....	92
<b>Tabla 47:</b> Indicadores clave de desempeño - 2017 .....	93
<b>Tabla 48:</b> Rendimiento Equipos de Acarreo de Arcilla 2016.....	95
<b>Tabla 49:</b> Rendimiento equipos de acarreo de filtro drenante 2016 .....	96
<b>Tabla 50:</b> Rendimiento equipos de acarreo de transición 2016.....	97
<b>Tabla 51:</b> Rendimiento equipos de acarreo de relleno estructural D1 - 2016.....	98
<b>Tabla 52:</b> Rendimiento equipos de carguío de arcilla 2016 .....	99
<b>Tabla 53:</b> Rendimiento equipos de carguío de filtro drenante 2016 .....	100
<b>Tabla 54:</b> Rendimiento equipos de carguío de transición 2016 .....	101
<b>Tabla 55:</b> Rendimiento equipos de carguío de relleno estructural D1 - 2016 .....	102
<b>Tabla 56:</b> Rendimiento equipos de acarreo de arcilla 2017.....	103
<b>Tabla 57:</b> Rendimiento equipos de acarreo de filtro drenante 2017 .....	104
<b>Tabla 58:</b> Rendimiento equipos de acarreo de transición 2017.....	105
<b>Tabla 59:</b> Rendimiento equipos de acarreo de relleno estructural D1 - 2017.....	106

<b>Tabla 60:</b> Rendimiento equipos de carguío de arcilla 2017 .....	107
<b>Tabla 61:</b> Rendimiento equipos de carguío de filtro drenante 2017 .....	108
<b>Tabla 62:</b> Rendimiento equipos de carguío de transición 2017 .....	109
<b>Tabla 63:</b> Rendimiento equipos de carguío de relleno estructural D1 - 2017 .....	110
<b>Tabla 64:</b> Costo 2016 .....	112
<b>Tabla 65:</b> Producción 2016.....	112
<b>Tabla 66:</b> Costo m3 - Productividad 2016.....	113
<b>Tabla 67:</b> Costo 2017 .....	114
<b>Tabla 68:</b> Producción 2017.....	114
<b>Tabla 69:</b> Costo m3 - Productividad 2017.....	115

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Esquema de indicadores clave de desempeño del estudio. ....	9
<b>Figura 2:</b> Mapa conceptual del tiempo programado. ....	11
<b>Figura 3:</b> Localización De Proyecto Constancia .....	25
<b>Figura 4:</b> Ubicación de Proyecto Constancia .....	26
<b>Figura 5:</b> Rendimiento en equipo de carguío en acopios de arcilla 2016 .....	33
<b>Figura 6:</b> Rendimiento en equipo de carguío en acopios de arcilla 2017 .....	34
<b>Figura 7:</b> Rendimiento en equipo de carguío en acopios de filtro dren 2016 .....	34
<b>Figura 8:</b> Rendimiento en equipo de carguío en acopios de filtro dren 2017 .....	35
<b>Figura 9:</b> Rendimiento en equipo de carguío en acopios de Transición 2016.....	35
<b>Figura 10:</b> Rendimiento en equipo de carguío en acopios de Transición 2017.....	35
<b>Figura 11:</b> Rendimiento en equipo de carguío en acopios para relleno estructural 2016 .....	36
<b>Figura 12:</b> Rendimiento en equipo de carguío en acopios para relleno estructural 2017 .....	36
<b>Figura 13:</b> Rendimiento en equipos de acarreo de arcilla de acopios a diques 2016	37
<b>Figura 14:</b> Rendimiento en equipos de acarreo de arcilla de acopios a diques 2017	37
<b>Figura 15:</b> Rendimiento en equipos de acarreo de filtro dren de acopios a diques 2016 .....	37
<b>Figura 16:</b> Rendimiento en equipos de acarreo de filtro dren de acopios a diques 2017 .....	38
<b>Figura 17:</b> Rendimiento en equipos de acarreo de transición de acopios a diques 2016 .....	38
<b>Figura 18:</b> Rendimiento en equipos de acarreo de transición de acopios a diques 2017 .....	39
<b>Figura 19:</b> Rendimiento de acarreo de relleno estructural de acopios a diques 2016	39
<b>Figura 20:</b> Rendimiento de acarreo de relleno estructural de acopios a diques 2017	39
<b>Figura 21:</b> Promedio de Disponibilidad Física del año 2016 .....	41
<b>Figura 22:</b> Promedio de Disponibilidad Física del año 2017 .....	41
<b>Figura 23:</b> Promedio de Disponibilidad Mecánica 2016 .....	42
<b>Figura 24:</b> Promedio de Disponibilidad Mecánica 2017 .....	42
<b>Figura 25:</b> Promedio de Utilización 2016.....	43
<b>Figura 26:</b> Promedio de Utilización 2017.....	43



<b>Figura 27:</b> Promedio de Uso de la Disponibilidad 2016.....	44
<b>Figura 28:</b> Promedio de Uso de la Disponibilidad 2017.....	44
<b>Figura 29:</b> Pérdida de horas de operación de Volquetes 2016 .....	45
<b>Figura 30:</b> Pérdida de horas de operación de Volquetes 2017 .....	45
<b>Figura 31:</b> Pérdida de horas de operación de Cargador Frontal 2016 .....	46
<b>Figura 32:</b> Pérdida de horas de operación de Cargador Frontal 2017 .....	46
<b>Figura 33:</b> Pérdida de horas de operación de Excavadora 2016 .....	47
<b>Figura 34:</b> Pérdida de horas de operación de Excavadora 2017 .....	47
<b>Figura 35:</b> Pérdida de horas de operación de Retroexcavadora 2016 .....	48
<b>Figura 36:</b> Pérdida de horas de operación de Retroexcavadora 2017 .....	48
<b>Figura 37:</b> Pérdida de horas de operación de Rodillo 2016 .....	49
<b>Figura 38:</b> Pérdida de horas de operación de Rodillo 2017 .....	49
<b>Figura 39:</b> Pérdida de horas de operación de Tractor de Orugas 2016 .....	50
<b>Figura 40:</b> Pérdida de horas de operación de Tractor de Orugas 2017 .....	50
<b>Figura 41:</b> Productividad Parcial ejecutada Vs Presupuestada 2016.....	53
<b>Figura 42:</b> Productividad Parcial ejecutada Vs Presupuestada 2017.....	54
<b>Figura 43:</b> Diagrama de barras de las pérdidas de horas de operación de volquetes 2016 .....	68
<b>Figura 44:</b> Diagrama de barras de las pérdidas de horas de operación de cargador frontal 2016 .....	69
<b>Figura 45:</b> Diagrama de barras de las pérdidas de horas de operación de excavadora 2016 .....	70
<b>Figura 46:</b> Diagrama de barras de las pérdidas de horas de operación de motoniveladora 2016.....	71
<b>Figura 47:</b> Diagrama de barras de las pérdidas de horas de operación de retroexcavadora 2016 .....	72
<b>Figura 48:</b> Diagrama de barras de las pérdidas de horas de operación de rodillo 2016 .....	73
<b>Figura 49:</b> Diagrama de barras de las pérdida de horas de operación de tractor de orugas 2016 .....	74
<b>Figura 50:</b> Diagrama circular de las pérdida de horas de operación de todos los equipos 2016 .....	75
<b>Figura 51:</b> Diagrama de barras de Disponibilidad Física de los equipos - 2016.....	76

<b>Figura 52:</b> Diagrama de barras de Disponibilidad Mecánica de los equipos - 2016...	77
<b>Figura 53:</b> Diagrama de barras de Utilización de los equipos - 2016 .....	78
<b>Figura 54:</b> Diagrama de barras de Uso de la Disponibilidad de los equipos - 2016...	79
<b>Figura 55:</b> Diagrama de barras de las pérdidas de horas de operación de volquetes 2017 .....	81
<b>Figura 56:</b> Diagrama de barras de las pérdidas de horas de operación de cargador frontal 2017 .....	82
<b>Figura 57:</b> Diagrama de barras de las pérdidas de horas de operación de excavadora 2017 .....	83
<b>Figura 58:</b> Diagrama de barras de las pérdidas de horas de operación de motoniveladora 2017.....	84
<b>Figura 59:</b> Diagrama de barras de las pérdidas de horas de operación de retroexcavadora 2017 .....	85
<b>Figura 60:</b> Diagrama de barras de las Pérdidas de horas de operación de Rodillo 2017 .....	86
<b>Figura 61:</b> Diagrama de barras de las pérdida de horas de operación de tractor de orugas 2017 .....	87
<b>Figura 62:</b> Diagrama circular de las Pérdida de horas de operación de Todos los equipos 2017.....	88
<b>Figura 63:</b> Diagrama de barras de Disponibilidad Física de los equipos - 2017.....	89
<b>Figura 64:</b> Diagrama de barras de Disponibilidad Macánica de los equipos - 2017...	90
<b>Figura 65:</b> Diagrama de barras de Utilización de los equipos - 2017 .....	91
<b>Figura 66:</b> Diagrama de barras de Uso de la Disponibilidad de los equipos - 2017 ...	92
<b>Figura 67:</b> Diagrama de barras de Rendimiento Equipos de Acarreo de Arcilla 2016	95
<b>Figura 68:</b> Diagrama de barras de rendimiento equipos de acarreo de filtro drenante 2016 .....	96
<b>Figura 69:</b> Diagrama de barras de rendimiento equipos de acarreo de transición 2016 .....	97
<b>Figura 70:</b> Diagrama de barras de rendimiento equipos de acarreo de relleno estructural D1 - 2016.....	98
<b>Figura 71:</b> Diagrama de barras de rendimiento equipos de carguío de arcilla 2016 ..	99
<b>Figura 72:</b> Diagrama de barras de rendimiento equipos de carguío de filtro drenante 2016 .....	100

<b>Figura 73:</b> Diagrama de barras de rendimiento equipos de carguío de transición 2016 .....	101
<b>Figura 74:</b> Diagrama de barras de rendimiento equipos de carguío de relleno estructural D1 - 2016 .....	102
<b>Figura 75:</b> Diagrama de barras de rendimiento equipos de acarreo de arcilla 2017	103
<b>Figura 76:</b> Diagrama de barras de rendimiento equipos de acarreo de filtro drenante 2017 .....	104
<b>Figura 77:</b> Diagrama de barras de rendimiento equipos de acarreo de transición 2017 .....	105
<b>Figura 78:</b> Diagrama de barras de rendimiento equipos de acarreo de relleno estructural D1 - 2017 .....	106
<b>Figura 79:</b> Diagrama de barras de rendimiento equipos de carguío de arcilla 2017	107
<b>Figura 80:</b> Diagrama de barras de rendimiento equipos de carguío de filtro drenante 2017 .....	108
<b>Figura 81:</b> Diagrama de barras de rendimiento equipos de carguío de transición 2017 .....	109
<b>Figura 82:</b> Diagrama de barras de rendimiento equipos de carguío de relleno estructural D1 - 2017 .....	110
<b>Figura 83:</b> Gráfico de barras y área del Costo m3 - Productividad 2016.....	113
<b>Figura 84:</b> Gráfico de barras y área del Costo m3 - Productividad 2017.....	115

## RESUMEN

La presente tesis tiene como objetivo determinar los indicadores clave de desempeño en equipos pesados para el control de rendimiento y productividad del proyecto minero Constancia - Cusco, se desarrolló durante los años 2016 y 2017; se analizó la influencia de factores de eficiencia de tiempo y rendimiento, a la productividad en las actividades más importantes, estas partidas fueron evaluadas en los diques Este y Oeste, las que se observaron directamente en campo, posteriormente se elaboraron tablas y se determinaron los indicadores deseados tales como, rendimientos, productividad, factores de disponibilidad física, mecánica, utilización, uso de lo disponible; encontrándose diferencias entre estos y estudios de otros autores. Los resultados de esta investigación indican que la productividad y rendimiento de los equipos tienen valores inferiores a los presupuestados, por ello se realizó un análisis y seguimiento de los indicadores clave de desempeño. Se obtuvieron los factores de utilización al 55% y uso de lo disponible al 76.6% de la maquinaria pesada, a causa de demoras por concepto de demoras no operativas y falta de frente de trabajo, mientras que otros estudios están sobre el 90%; los rendimientos de carguío como de acarreo están al 70% del presupuestado; en conclusión se puede considerar que la productividad fue afectada directamente por los indicadores clave de desempeño como del rendimiento de los equipos, ya que la mayoría de indicadores medidos están por debajo del 90% esperado, por ello que la productividad está con el 70% de las partidas estudiadas generando ganancias.

### **Palabras clave:**

Indicadores, rendimiento, tiempo, productividad, demoras, gestión.

## **ABSTRACT**

The objective of this thesis is to determine the key indicators of performance in heavy equipment for the control of performance and productivity of the mining project Constancia - Cusco, was developed during the years 2016 and 2017; analyzed the influence of factors of efficiency of time and yield, to the productivity in the most important activities, these items were evaluated in the East and West dams, which were directly observed in the field, later tables were elaborated and the indicators were determined desired such as, returns, productivity, factors of physical availability, mechanics, use, use of what is available; There are differences between these and studies by other authors. The results of this research indicate that the productivity and performance of the teams have values lower than those budgeted, so an analysis and monitoring of the key performance indicators was carried out. Utilization factors were obtained at 55% and use of the available to 76.6% of heavy machinery, due to delays due to non-operational delays and lack of work front, while other studies are over 90%; Carrying and haulage yields are 70% of the budget; In conclusion it can be considered that productivity was directly affected by the key performance indicators as well as the performance of the equipment, since most of the measured indicators are below the expected 90%, therefore productivity is 70% the items studied generating profits.

### **Key words:**

Indicators, performance, time, productivity, delays, management.

## **CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN**

### **1.1. Planteamiento del problema**

El control y gestión de equipos a nivel mundial se sigue extendiendo y mejorando cada vez más, en los proyectos de mediana y pequeña envergadura de países en vías de desarrollo, se tiene limitación al no contar con indicadores clave para el control de sus equipos en operaciones, limitando a optimizar recursos destinados a actividades de construcción.

Al respecto, se necesita aplicar alternativas de control para el negocio de la construcción que permita controlar mejor las operaciones de diversos proyectos que involucren equipo pesado en movimiento de tierras.

Existen diversos estudios sobre medición de indicadores aplicados a áreas en diversos proyectos, sobre todo aplicadas al mantenimiento, seguridad, costos, y en la producción para el control apropiado de equipos pesados en el movimiento de tierras en minería superficial. La mayoría de investigaciones se han centrado en el área de producción y mantenimiento de equipos; existe estudios como “Gestión de Tiempos en Minería”, donde estudia los indicadores clave de desempeño aplicado al control de equipos en minería, según Ramírez (2006); Mauricio (2015) que dedicó tiempo al mejoramiento continuo en la gestión de los ciclos de acarreo en minería a tajo abierto; el estudio de Santa María (2003) dedicó a aplicar estrategias modernas en la gestión de mantenimiento en centros mineros a tajo abierto. Estudios que encontraron oportunidades de mejora en sus indicadores de gestión.

De mantenerse el actual escenario los proyectos de mediana y pequeña envergadura que gestionan levemente sus equipos pesados, difícilmente serán una competencia con la gestión que hace las empresas transnacionales en sus proyectos mineros.

Por ello la presente investigación pretende mostrar la importancia del estudio y aplicación de estos indicadores de gestión; la mejora continua que ofrece la interpretación de estos valores, la mitigación de problemas que dificultan la gestión de operaciones en el movimiento de tierras y las recomendaciones adecuadas para su control y corrección inmediata.

## **1.2. Formulación del problema**

¿Qué relación hay entre los indicadores clave de desempeño con el rendimiento y la productividad de equipos pesados, para el control de estas variables del Proyecto Minero Constancia – Cusco?

## **1.3. Justificación de la Investigación**

Los trabajos de movimiento de tierras seguirán desarrollándose con maquinaria pesada, sin excepción en proyectos mineros; razón que el presente estudio quiere dar a conocer los indicadores clave de desempeño que controlan los trabajos con equipos pesados en las operaciones del movimiento de tierras; como es de conocimiento general en instituciones públicas y algunas empresas privadas no tienen el control sobre su maquinaria pesada, tampoco sobre cómo gestionarla; la idea del uso de indicadores de gestión y control, es maximizar las ganancias realizando un trabajo eficiente en corto plazo, aprovechando de la mejor manera los equipos pesados con los que contamos; y a la vez servir como guía para los siguientes estudios en los diferentes proyectos que se encuentren a nivel regional o nacional.

## **1.4. Alcance del proyecto**

La presente investigación está enfocada en las partidas de mayor incidencia del movimiento de tierras en la construcción de mina “Constancia”, tales como relleno de arcilla, transporte de arcilla, relleno de filtro, transporte de filtro, relleno de transición, transporte de transición, relleno estructural y transporte de relleno estructural, estas partidas serán evaluadas, pertenecen a los diques Este y Oeste.

## **1.5. Limitaciones**

Las limitaciones que presentó esta investigación fue el llenado de los instrumentos de medición por parte de los operadores de la maquinaria pesada; se recogía alguna documentación con información faltante, lo que generaba demoras para conseguir los datos y en la digitalización de la información.

## **1.6. Hipótesis general**

Los indicadores clave de desempeño tienen una relación directa con el rendimiento y la productividad; con esto se tiene el control de las variables de rendimiento y productividad del Proyecto Minero Constancia – Cusco. Los indicadores clave de desempeño oscilan entre 50% y 70% en sus factores de eficiencia, el rendimiento fue el 70% del presupuestado y en el 65% de las variables estudiadas generamos ganancias en las productividades.

## **1.7. Objetivo**

### **1.7.1. Objetivo general**

Determinar los indicadores clave de desempeño de equipos pesados para el control de rendimiento y productividad del proyecto minero Constancia – Cusco.

### **1.7.2. Objetivos específicos**

- Determinar los rendimientos reales (m<sup>3</sup>/h) de equipos de carguío y acarreo de las faenas de trabajo durante los años 2016 y 2017.
- Determinar los factores de eficiencia de tiempos: disponibilidad física, mecánica, utilización y uso de lo disponible de los equipos pesados en las faenas de trabajo durante los años 2016 y 2017.
- Determinar la productividad parcial real de los equipos pesados de las partidas estudiadas de las faenas de trabajo durante los años 2016 y 2017.

## **1.8. Capítulos.**

La presente tesis se desarrolló en cinco capítulos:

**Capítulo I. Introducción:** Se aborda la introducción al tema y la justificación de la investigación, se plantea en problema, la hipótesis y los objetivos.

**Capítulo II. Marco Teórico:** Se presentan los antecedentes teóricos del tema de investigación, además se exponen las bases teóricas de la investigación, así como la definición de términos básicos usados en el documento.

**Capítulo III. Materiales y Métodos:** Se brinda la ubicación geográfica de la investigación y el tiempo de realización y se explican los procedimientos realizados para la obtención de datos de los indicadores clave de desempeño en operaciones.



**Capítulo IV. Análisis y discusión de Resultados:** se describe y discute los resultados obtenidos en la investigación y se compara con datos de otros estudios.

**Capítulo V. Conclusiones y Recomendaciones:** Se establecen las conclusiones más pertinentes derivadas de los resultados, además se realizan las recomendaciones necesarias sobre temas y/o aspectos no incluidos en la investigación que sirvan de apoyo o referencia para futuras investigaciones.

## **CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO**

### **2.1. Antecedentes Teóricos.**

#### **2.1.1. Antecedentes Internacionales**

Quiroga (2016), en su estudio denominado “Diseño de herramienta computacional para control de KPI de operadores de carguío y transporte – Mina Los Bronces”, tuvo como objetivo, crear una herramienta computacional de control de indicadores clave de desempeño en operadores de equipos de transporte y carguío que permita capacitar y mejorar las prácticas operacionales; su investigación es descriptiva, de muestreo no probabilístico; la mina los Bronces se encuentra ubicada en la región Metropolitana al sur este de Santiago de Chile, se encuentra a una altura de 3800 msnm, es una mina de cobre y molibdeno, la explotación es a tajo abierto; la recolección de datos oficial se hace con el sistema Dispatch; se obtuvo información para mejorar la productividad de cada operador ya sea en carguío o acarreo, hizo mejoras en la disminución de tiempos de carguío haciendo seguimiento a los operadores y con esto aumentó el factor de carga de acarreo de materiales, en general se considera un éxito del 75% en mejoras; se concluyó realizando cambios que optimizan sus tiempos en sus actividades de producción, lo que favoreció a la productividad de los operadores de maquinaria pesada evaluados, se potenció e identificó brechas con respecto a los valores esperados de los indicadores de productividad.

#### **2.1.2. Antecedentes Nacionales**

Mauricio (2015), en su tesis denominada “Mejoramiento continuo en la gestión del ciclo de acarreo de camiones en minería a tajo abierto en Antamina, Cerro Verde, Toquepala, Cuajone, Yanacocha, Alto Chicama, Las Bambas, Cerro Corona, Antapacay y Pucamarca”; tuvo como objetivo, reducir el tiempo de espera en los camiones y aumentar la productividad en base al costo del equipo; es una investigación descriptiva, su muestreo no probabilístico; los proyectos que abarca son las minas a tajo abierto Antamina, Cerro Verde, Toquepala, Cuajone, Yanacocha, Altochicama, Las Bambas, Cerro Corona, Antapacay y Pucamarca, que se encuentran en diversos departamentos del Perú; sus instrumentos de recolección de datos oficial es el sistema Dispatch y listas de chequeo; en sus resultados obtuvo que los equipos antes de la gestión de indicadores se perdió US\$ 3 860 040.00 y luego de la gestión se perdió US\$ 631 593.00 por concepto de tiempos perdidos, lo que representa un ahorro

US\$3228447.00, esto se debe a la disminución en paradas; se concluye que es muy importante para la operación el cálculo de los indicadores ya que brinda muchas oportunidades de mejora en tiempo real.

Gamarra (2009), en su estudio denominado “Mejora del sistema de mantenimiento de la maquinaria en una empresa constructora”; el objetivo fue llegar a tener indicadores de mantenimiento de clase mundial dejando pautas sobre el control del mantenimiento para que la empresa donde se realiza la investigación sea más competitiva a nivel internacional; su investigación es descriptiva; la empresa laboró en el proyecto de la Central hidroeléctrica de Sandía, ubicada en la provincia de Sandía en el departamento de Puno; para la recolección de datos se usó lista de chequeos; los indicadores de gestión y tendencias alcanzaron rangos internacionales que garantizan la competitividad de la empresa en estándares mundiales, estos indicadores son un sistema de información gerencial cuyos valores a fin de año fueron: disponibilidad con 90.66%, utilización con 90.96% y productividad del 82.46%, lo que indica que a mayor disponibilidad una mayor productividad, estos indicadores van de la mano, menciona; se concluye que en los indicadores de gestión se estableció un sistema de información gerencial donde se aprecia gráficos y tendencias cuyos rangos fueron fijados y ayudan a la toma de decisiones, para una mejora continua de la empresa además de haber logrado un mantenimiento de clase mundial.

Polar (2005), en su tesis denominada “Maximización de la Efectividad Global de la flota de camiones mineros en minera Barrick Misquichilca”; el objetivo fue aportar conocimiento sobre efectividad global de los equipos con el enfoque de minimizar pérdidas que afectan a la productividad, principalmente mejorar el método de trabajo con una mínima inversión; esta investigación es descriptiva, su muestra es no probabilística, y consta en 13 camiones de acarreo de modelo 785C con capacidad de 153tn, 11 de los cuales se utilizaron en el tajo y los 2 restantes llevando mineral a la tolva, el carguío es realizado mediante 4 cargadores frontales 2 de 20m<sup>3</sup> y 2 de 12m<sup>3</sup> de capacidad en el lampón; el proyecto minero Pierina se encuentra en la cordillera negra en la parte Nor-central del Perú en la provincia de Huaraz y departamento de Ancash; la fuente oficial de información de la mina es el sistema Dispatch y listas de chequeo; los principales indicadores que afectan la efectividad global de camiones son: la disponibilidad mecánica al 94.7% con una mejora del 2%, utilización operativa con

94.8% con una mejora del 2%, efectividad global con un 77.5% que tuvo una mejora del 17%, productividad total en mina de 35.8 millones de toneladas con un incremento del 22%; se concluye que en el sector minero es mucho mejor las técnicas de mejoramiento continuo ya que se concentra en maximizar el uso de los recursos existentes con la mínima inversión y con resultados sorprendentes que se ven en este estudio.

Santa María (2003), su estudio denominado “Estrategias modernas en la gestión de mantenimiento en centro mineros de tajo abierto”; tuvo como objetivo, mejorar la administración de las áreas de operación y mantenimiento y desarrollar el liderazgo e involucramiento del personal; esta investigación es aplicada con diseño general descriptivo, su muestreo es no probabilístico intencional que consta en 1 perforadora eléctrica, 2 perforadores diésel, 13 camiones CAT 785B, 11 camiones CAT 789, 4 palas eléctricas, 1 cargador frontal y una flota secundaria auxiliar de 11 equipos; la empresa minera explota cobre a cielo abierto en el yacimiento SKARN se encuentra en el distrito de Yauri en el departamento Cusco que está en el sur del Perú; cuentan con un instrumento de registro de datos Dispatch; menciona que es fundamental contar con una estrategia para la mejora de la capacidad de operaciones si se quiere ser competitivo; se obtuvo un ahorro de US\$ 1 020 030.00, US\$ 3 701 045.00 y US\$ 2 560 534.00 en los tres últimos años, se obtuvo una disminución en el 30% de las paradas en los equipos; se concluye que la aplicación de herramientas nuevas es un arma clave para poder subsistir en este mundo de empresas competitivas y para ello se necesita que toda la empresa trabaje en equipo, se demuestra que todos los indicadores tienen tendencia a mejora, esto permite saber cuánto se está avanzando.

### **2.1.3. Antecedentes Locales**

Ordoñez (2013), en su estudio denominado “Análisis de la productividad de equipos usados en el “Movimiento de tierras en campamento y accesos principales a Conga 1702 – K82” mediante la herramienta IP: Informe de Productividad de Equipos”; el objetivo fue determinar la productividad de los equipos en el proyecto minero Conga en movimiento de tierras; es una investigación descriptiva, con muestreo no probabilístico intencional; el proyecto se ubica en el departamento de Cajamarca en la provincia de Celendín a unos 4035msnm de altura; se lograron ganancias de US\$ 723 684.66 en el proyecto desglosándose en la construcción de plataformas con una pérdida de US\$ 627 619.73 y en accesos una ganancia de US\$ 1 351 304.39, mitigando las causas de

incumplimiento encontraron que no consideraron el aumento de equipos en controles ambientales y factores climáticos; se concluye con el planteamiento del procedimiento que permitió calcular la productividad de los equipos en el proyecto, se plantearon posibles causas que provocaron el aumento en el ratio de productividad y las posibles alternativas de solución.

Miranda (2013), en su estudio denominado “Análisis de la productividad de equipos usados en el “Movimiento de tierras en campamento y accesos principales a Conga 1702 – K82” mediante la herramienta IP: Informe de Productividad de Equipos”; el objetivo fue analizar la productividad de la mano de obra y equipos usando la herramienta “Lean Construction” y establecer un método sencillo de control y mejora de la productividad que pueda ser aplicado a cualquier proyecto; su investigación descriptiva, su muestra es no probabilística intencional conformada por 66 equipos y 130 personas en su programa de producción; el proyecto se encuentra en el departamento y provincia de Cajamarca al costado de vía interprovincial Cajamarca – Bambamarca a una altura de 3500msnm; usaron instrumentos de recolección de datos como lista de chequeos; sus resultados muestran en 14 meses la tendencia de la productividad de los equipos, inician con un 48% y culmina con un 104%, la evolución de la productividad de la mano de obra en los 14 meses van desde el 19% hasta el 52%, la evolución del porcentaje del plan completado PPC en 7 meses va desde 26% a un 31%, esto indica la falta de experiencia en el equipo de planificación; se concluye que la aplicación de herramientas de gestión ha sido beneficioso al proyecto estudiado, gracias a ello se maximizó la productividad de los equipos y con eso se mejoró el flujo de producción, este método se aplica de manera iterativa con la finalidad de que las mejoras sean continuas y se logre disminuir los tiempos muertos de las operaciones.

## **2.2. Bases teóricas**

### **2.2.1. Indicadores claves de desempeño (KPI)**

Estos indicadores comúnmente denominados “KPI” por sus siglas en inglés (key performance indicator), miden el nivel de rendimiento de un proceso y su objetivo es alcanzar las metas fijas trazadas, los resultados indican la eficiencia de los procesos, indica Reátegui (2014).

Según Bernaola (2012), los indicadores clave de desempeño se seleccionan en función a las metas, objetivo, visión de la organización, son muy importantes para lograr el éxito y deben ser cuantificables, en general los indicadores ayudan a la organización a verificar si están bien direccionados los recursos y costos, informando a la gerencia sobre estos resultados para que tomen una decisión oportuna.

Es de gran importancia en los proyectos la medición de indicadores para poder realizar mejoras continuas, toma de decisiones, hacer comparativos con otras empresas, ser organizaciones competitivas y lo que es primordial culminar el proyecto generando ganancia para la empresa.

**Figura 1:** Esquema de indicadores clave de desempeño del estudio.



*Fuente:* Elaborado con base en Ramírez 2006.

En la Figura 1, se muestra un esquema de los temas que se desarrolló en esta investigación para el entendimiento de cada indicador y la función que cumple para poder controlar el buen desempeño de nuestras actividades operativas.

### 2.2.2. Gestión de tiempos

Ramírez (2006), indica que la gestión de tiempos es una actividad básica en el proceso productivo y consiste en el aprovechamiento al máximo del tiempo en las actividades productivas, ya que el tiempo es un recurso no renovable y obteniéndose de manera gratuita. La gestión del tiempo se basa en el estudio minucioso del empleo en la jornada diaria durante la ejecución de labores productivas, dirigida a optimizar el tiempo,

estableciendo un equilibrio razonable de la jornada por medio de la obtención de datos sobre el tiempo en demoras y estableciendo metas de tiempo de trabajo efectivo.

La gestión del tiempo ayuda a clasificar de manera adecuada las diversas paradas, actividades que los equipos; para la evaluación de los indicadores de desempeño, saber en qué área de soporte se necesita hacer una mejora inmediatamente.

### 2.2.2.1. Tiempo total

Ramírez (2006), se denomina tiempo total al tiempo cronológico o calendario y los valores son de 24 horas por día, 30 ó 31 días por mes y 12 meses por año. El tiempo total está compuesto por dos tiempos que son el tiempo programado y el no programado.

**Tabla 1:** Distribución del Tiempo Total y las Demoras y Planificadas y no Planificadas.

Tiempo Total				
Tiempo Programado				Tiempo no Programado
Tiempo Disponible		Tiempo en Mantenimiento		
Operando Efectivo (Motor Encendido)	Demoras Operativas (Motor Encendido)	Demoras no operativas (Motor Apagado)	Programado (Planeado)	

**Fuente:** Adaptado de Ramírez 2006.

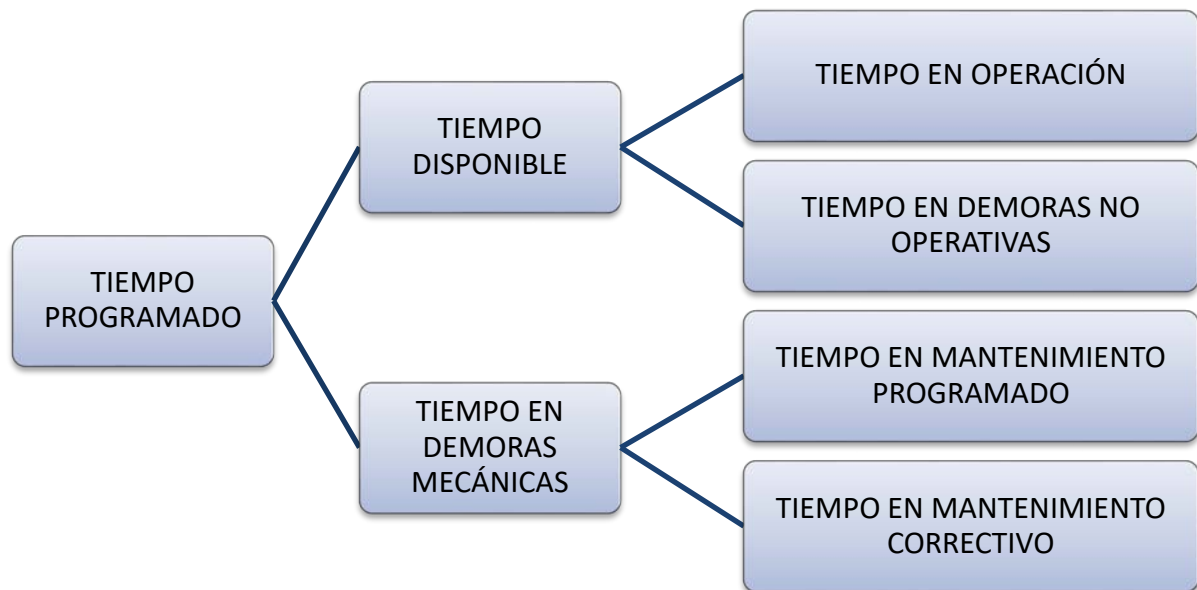
De la Tabla 1, se puede apreciar la denominación del tiempo que se ha elegido como referencia para este estudio, cabe recalcar que la clasificación del tiempo no es la única ya que cada organización tiene una manera de interpretar sus tiempos u otra manera de agruparlos, en función a su realidad o necesidad, de esta elección de tiempos se partirá para ajustar los tiempos y conceptos a las fórmulas de los factores de eficiencia de equipos.

Ramírez (2016), indica en una presentación sobre las diferentes clasificaciones de tiempos de empresas mineras en el Perú y se aprecia la importancia que le dan a la gestión de tiempos en empresas trasnacionales.

### 2.2.2.2. Tiempo programado

Es el tiempo destinado, a cumplir actividades productivas, mantenimiento requiere intervenir los equipos para la reparación, inspección del equipo mecánico, según Ramírez (2006).

**Figura 2:** Mapa conceptual del tiempo programado.



*Fuente:* Elaborado con base en Ramírez 2006

En la Figura 2, muestra esquema usado en la clasificación de los tiempos, en sus diversas etapas del proceso operativo, esta clasificación es extraída de la distribución del tiempo total, las demoras, planificadas y no planificadas, presentadas en la Tabla 1.

### 2.2.2.3. Tiempo disponible

Es el tiempo el cual el equipo o maquinaria se encuentra en condiciones para realizar trabajos productivos. Es el tiempo que se encuentra conformado por el tiempo en operación y el tiempo en demoras no operativas, indica Ramírez (2006).

STRACONGYM (2014), en su procedimiento sobre clasificación de tiempos, indica que es el tiempo que se encuentra destinado para el área de operaciones.



**Tabla 2:** Distribución del tiempo disponible.

Tiempo Disponible		
Efectivo (Motor Encendido)	Demoras Operativas (Motor Encendido)	Demoras no operativas (Motor Apagado)

*Fuente:* Adaptado de STRACONGYM 2014.

En el tiempo disponible se clasifica en tres tiempos: el tiempo efectivo, demoras operativas y el tiempo en demoras no operativas. Este tiempo se refiere a cuando el equipo o maquina se encuentra en condiciones óptimas para operar.

#### **2.2.2.4. Tiempo en operación**

Es todo el tiempo que registra el horómetro con el motor encendido, salvo el tiempo consumido durante el mantenimiento o el desplazamiento de un equipo hacia taller si fuera una intervención mecánica no planeada, menciona STRACONGYM (2014).

Según Ramírez (2006), es el tiempo destinado a la elaboración de actividades de producción, las mismas que están conformadas por actividades de preparación y finalización de operaciones, en este tiempo se incluyen operando efectivo y demoras operativas.

**Tabla 3:** Distribución del tiempo en Operación (Motor encendido).

Tiempo en Operación	
Efectivo (Motor Encendido)	Demoras Operativas (Motor Encendido)

*Fuente:* Adaptado de STRACONGYM. 2014.

La distribución del tiempo en operación está conformada por dos tiempos, el efectivo y el de demoras operativas; en este tiempo los equipos se encuentran con el motor encendido por ello que la optimización del tiempo efectivo es importante para disminuir las demoras operativas al mínimo y así sacar mayor provecho a las actividades productivas.

### 2.2.2.5. Tiempo efectivo

Según Ramírez (2006), es las horas destinadas a la actividades principales, la duración de los ciclos de trabajo dependerán de las máquinas empleadas, de las condiciones donde se encuentre laborando y el habilidad de la maniobrabilidad en el manejo por parte del operador del equipo asignado. La conformación del tiempo efectivo es la suma del tiempo neto de operación y el destinado a operaciones auxiliares.

**Tabla 4:** Distribución del tiempo de Operación (Motor encendido) y actividades en esta clasificación.

Efectivo (Motor Encendido)
Preparación y conclusión del trabajo.
Operaciones auxiliares.
Tiempo en ciclo de operación.

*Fuente:* Tomado de Ramírez 2006.

En la Tabla 4, se desglosa las actividades por concepto de tiempo efectivo, se aprecia actividades necesarias para que el tiempo del ciclo de operación no pare, ya que sin esas actividades complementarias tendríamos los equipos al 100% enfocados en actividades productivas (tiempo en ciclo de operación), pero comenzaría a mermar en la seguridad y productividad de los equipos si no se realizan.

### 2.2.2.6. Tiempo en demoras operativas

Es las horas en donde el equipo se encuentra con motor encendido pero no está realizando actividades productivas, como ejemplo una excavadora desplazándose entre frentes o realizando perfilado de taludes, indica STRACONGYM (2014).

El tiempo por concepto de demoras operativas corresponde a las actividades improductivas que generan las maquinas, originadas por la interrelación con otros equipos que cumplen distinta actividades productivas (ejemplo: excavadora espera volquete o volquete espera excavadora). Estas demoras operativas guardan relación entre operador y control de operaciones, según Ramírez (2006).

**Tabla 5:** Distribución del tiempo en demoras Operativas (Motor encendido) y actividades de esta clasificación.

Demoras Operativas (Motor Encendido)
Arranque y chequeo de máquina.
Desplazamiento de equipo de un frente a otro.
Abastecimiento de combustible.
Acomodo de equipo al finalizar el turno.
Espera en chancadora.
Espera en el punto de carguío.
Espera en el punto de descarga.
Falta de equipo de acarreo.

**Fuente:** Tomado de Ramírez 2006.

En la Tabla 5, muestra diversas actividades por concepto de tiempo en demoras operativas, estas actividades muchas veces son innecesarias o se puede disminuir inmediatamente si se logra identificar por parte del área de operaciones.

#### **2.2.2.7. Tiempo en demoras no operativas (Stand by time)**

Ramírez (2006) menciona que, son las horas perdidas de equipos que se encuentran paralizados estando operativos, pero se encuentra apagado; durante este tiempo el operador se encuentra en hora de reposo reglamentario, ingiriendo sus alimentos, o el personal se encuentra recibiendo capacitación de seguridad o alguna otra actividad no reglamentada o el equipo se encuentra detenido a causa externa durante las horas de trabajo.

Según STRACONGYM (2014), son horas que están con el motor apagado en el tiempo disponible del equipo, por ejemplo durante el refrigerio o voladura. El mantenimiento realizado en este tiempo de demoras no operativas, teniendo en cuenta el motor apagado el tiempo, seguirá siendo por concepto de demoras no operativas y no al de mantenimiento, con la finalidad de promover las labores de los mecánicos sin ocasionar algún impacto en la producción, *“Si el almuerzo y traslado del operador toma una hora y el mantenimiento toma 30min (sin encender el motor), los 60min serán asignados al demoras no operativas; en cambio si el mantenimiento toma 90min los primeros 60 minutos serán asignados al demoras no operativas y los 30 minutos restantes serán asignados a mantenimiento”* (P.5); en caso los mecánicos tengan que encender el motor

estando en horas de demoras no operativas ese tiempo será asignado para mantenimiento.

**Tabla 6:** Distribución del tiempo en demoras no operativas (Motor apagado) y actividades en esta clasificación.

Demoras no operativas (Motor Apagado)
Refrigerio
Charlas diarias.
Clima desfavorable.
Reparto de guardia.
Necesidades personales.
Inspección de seguridad.
Por falla mecánica de otro equipo.

*Fuente:* Tomado de Ramírez 2006.

En la Tabla 6, se indica actividades por concepto de demoras no operativas; se considera tiempo por demoras no operativas cuando el equipo se encuentra en óptimas condiciones mecánicas para operar y no se realiza labores productivas, el motor permanece apagado para que sea considerado aquí.

### 2.2.2.8. Tiempo en demoras mecánicas

Es el tiempo conformado por las actividades realizadas para mantener operativo el equipo pesado o maquina mecánica, es decir las horas invertidas para el mantenimiento preventivo, correctivo o predictivo en las diversas etapas del tiempo de vida de la máquina, según Ramírez (2006).

**Tabla 7:** Distribución del tiempo en Demoras Mecánicas.

Tiempo en Mantenimiento	
Programado (Planeado)	Correctivo (No Planeado)

*Fuente:* Adaptado de STRACONGYM. 2014.

En la Tabla 7, la distribución del tiempo en demoras mecánicas involucra todo tipo de intervención de personal de mantenimiento, salvo las que realizan en horas de refrigerio

o descanso reglamentario; y se conforma por el tiempo en demoras mecánicas programada o correctivas.

### 2.2.2.9. Tiempo mantenimiento programado

Según STRACONGYM (2014) indica, que es el tiempo de trabajo del área de mantenimiento el que ha sido planeado con antelación. Si al culminar todas las labores planificadas la maquina no se encuentra disponible por trabajos extras en ese momento el tiempo tendrá que cambiar a un mantenimiento no planeado.

Gamarra (2009) en su estudio menciona que, son reparaciones planeadas cuando hay inspección para restablecer el estado teórico del equipo, iniciado con una inspección sensorial o instrumental, *“Inspección sensorial: humo negro; entonces, si fuera el caso se programaría cambio de anillos”* (P.49).

Según Polar (2005), existen diversos tipos de paradas por concepto de mantenimiento programado, estas demoras afectan directamente a la disponibilidad mecánica de los equipos; y las paradas los clasifica:

Demoras por mantenimiento preventivo.

Demoras por cambio de componentes mayores.

Demoras por cambio o rotación de llantas.

Inspecciones mecánicas.

Según Ramírez (2006), dice que el mantenimiento programado se desglosa en:

El mantenimiento Preventivo

El mantenimiento Predictivo

**Tabla 8:** Distribución del tiempo en Demoras Mecánicas Programadas y Actividades afines.

Programado (Planeado)
Servicio de mantenimiento Preventivo.
Reparación predictiva.
Reparaciones Programadas.
Lubricación.

**Fuente:** Tomado de Ramírez 2006.

En los tiempos por concepto de “demoras mecánicas programadas”, se encuentra las actividades que planea el área de mantenimiento con anticipación, aquí se realizan los

mantenimientos de forma permanente en función al tiempo horómetro del equipo y del resultado de las observaciones hechas en las inspecciones de los mecánicos. Dichas actividades mecánicas programadas deben de garantizar la disponibilidad de los equipos para poder cumplir las metas establecidas por la organización, es por ello que área de mantenimiento debe ser muy buen soporte de la operación y no dedicarse a realizar solo correcciones mecánicas.

#### **2.2.2.10. Tiempo mantenimiento correctivo**

STRACONGYM (2014), indica que este tiempo pertenece al mantenimiento no planeado. Se incluye una sub categoría de “No Planeado - Daño/ Responsabilidad del Operador”, donde involucra a área de operaciones como causante de los daños ocasionados (accidente).

Según Gamarra (2009) dice que, son las actividades de restauración, conformadas a causa de una o más fallas intempestivas del equipo donde el equipo se paralizó (falló).

**Tabla 9:** Distribución del tiempo en demoras mecánicas correctivas y actividades afines.

Correctivo (No Planeado)
Avería en el equipo durante tiempo efectivo.
Reparación de la avería.
Tiempo en la reparación.
Demora en Respuesta al aviso de falla.
Esperando reparación.

*Fuente:* Tomado de Ramírez 2006.

Las demoras mecánicas correctivas y sus actividades complementarias se presentan cuando hay un desperfecto, falla el equipo, o por un accidente repentino a causa de un mala maniobra por parte del operador.

#### **2.2.2.11. Tiempo no programado**

Ramírez (2006) menciona que, es el tiempo donde el equipo se encuentra detenido ya sea disponible o no. Si la empresa fuera dependiente de un equipo muy costoso para asegurar su productividad dicho equipo siempre estaría operativo y operando, salvo las horas que demande los mantenimientos y reparaciones programadas, este es una

manejo por parte de la organización donde se necesita el planeamiento de los trabajos para no tener el riesgo de que ocurra una falla en cualquier momento, y así reduciendo las demoras al mínimo, aquí debe trabajar de la mano el área de logística y mantenimiento.

**Tabla 10:** Tiempo No Programado.

Tiempo no Programado
demoras no operativas Planificado.
Espera de repuestos.
Condiciones climáticas.
Apagón General.
Reparación fuera de talleres mina.
Trabajo de no performance (Trabajo en otras labores).

**Fuente:** Tomado de Ramírez 2006.

En la Tabla 10, indica las actividades por concepto de tiempo no programado; este periodo es cuando el equipo está inoperativo durante un largo tiempo, o a causa del factor climático muy severo, que no deja continuar las actividades productivas por varios días.

### 2.2.3. Disponibilidad física (DF)

Según Gamarra (2009) y STRACONGYM (2014) señala que, este indicador como la eficiencia del área de mantenimiento. Este indicador dice que porcentaje del tiempo total programado el equipo está listo para desempeñar cualquier labor para el que está diseñado.

$$DF = \left( \frac{\text{Horas Programadas} - \text{Horas Mantenimiento}}{\text{Horas Programadas}} \right) \times 100$$

**Horas Programadas:** Se considera 24h por día y 365 días por año.

**Horas de Mantenimiento:** Horas para realizar Mantenimientos correctivos y programados.

#### 2.2.4. Disponibilidad mecánica (DM)

Según Ramírez (2006), este índice muestra que horas serán destinados para las actividades productivas. Este indicador clave de desempeño se usa para dar la calificación al departamento de mantenimiento de una empresa, el objetivo de este índice es brindar disponibilidad mecánica de forma sostenida para desempeñar actividades de producción en los picos más altos.

Gamarra (2009) describe la formula como:

$$DM = \left( \frac{\text{Horas Operación}}{\text{Horas Operación} + \text{Horas Mantenimiento}} \right) \times 100$$

**Horas Operación:** Horas del equipo que se encontró realizando trabajos para los que ha sido diseñado, en este tiempo incluye operando efectivo y demora operativa.

**Horas de Mantenimiento:** Horas para realizar Mantenimientos correctivos y programados.

#### 2.2.5. Utilización (U)

Según Mather (2005) indica que, la utilización brinda los medios para expresar el tiempo horómetro en función al tiempo programado expresada en porcentaje.

$$U = \left( \frac{\text{Horas Operación}}{\text{Horas Programadas}} \right) \times 100$$

**Horas Operación:** Horas del equipo que se encontró realizando trabajos para los que ha sido diseñado, en este tiempo incluye operando efectivo y demora operativa.

**Horas Programadas:** Se considera 24h por día y 365 días por año.

#### 2.2.6. Uso de la disponibilidad (UD)

Según Mather (2005) señala que, este indicador facilita cuantificar la cantidad de horas que se ha realizado la operación (Tiempo con motor encendido) en función a las horas que el equipo está operativo (tiempo disponible).

$$UD = \left( \frac{\text{Horas Operación}}{\text{Horas Operación} + \text{Demoras No Operativas}} \right) \times 100$$



**Horas Operación:** Horas del equipo que se encontró realizando trabajos para los que ha sido diseñado, en este tiempo incluye operando efectivo y demora operativa.

**Demoras no Operativas:** Horas donde el equipo se encuentra operativo, con el motor apagado, causas como (voladura, almuerzos u otros.).

### 2.2.7. Productividad

Carro y Gonzales (2012) menciona que, la productividad hace mejorar el proceso de producción. Esta mejora básicamente se observa entre los recursos utilizados y los bienes o servicios producidos. Entonces, la productividad es un índice que pone en función el sistema de salidas o producto con los recursos usados para producirlo (entradas o insumos).

Según Chase et al (2009), es una medida para saber que tan bien se está usando los recursos de un país , una industria, empresa o unidad de negocios. Ya que la administración de operaciones se enfoca en el uso óptimo de los recursos que están a disposición de la empresa para la producción.

$$Pr = \frac{\text{Producción}}{\text{Insumos}} = \frac{\text{Salidas}}{\text{Entradas}}$$

**Tabla 11:** Medida de la productividad.

Medida parcial	$\frac{\text{Producto}}{\text{Trabajo}} \circ \frac{\text{Producto}}{\text{Capital}} \circ \frac{\text{Producto}}{\text{Materiales}} \circ \frac{\text{Producto}}{\text{Energía}}$
Medida multifactorial	$\frac{\text{Producto}}{\text{Trabajo} + \text{Capital} + \text{Energía}} \circ \frac{\text{Producto}}{\text{Trabajo} + \text{Capital} + \text{Energía}}$
Medida total	$\frac{\text{Producto}}{\text{Insumo}} \circ \frac{\text{Bienes y servicios producidos}}{\text{Todos los recursos utilizados}}$

**Fuente:** Tomado de Chase et al. 2009.

En función a la Tabla 11, se puede evaluar la productividad no solo total sino de manera parcial.

En este caso se menciona en que consiste el total y de ese concepto iremos al parcial, que es el indicador que necesitamos.

### 2.2.7.1. Productividad total

Según Chase et al (2009) menciona que, la productividad total involucra a todos los recursos utilizados en el sistema, es decir el resultado de la división entre la salida y la sumatoria del conjunto de entradas.

$$Productividad\ Total = \frac{Salida\ Total}{Entrada\ total}$$

$$Productividad\ Total = \frac{Bienes\ y\ Servicios\ Producidos}{Mano\ de\ Obra + Capital + Materias\ Primas + Otros}$$

### 2.2.7.2. Productividad parcial

La productividad parcial es el resultado de dividir sus productos (salida total) entre uno de sus insumos (una entrada) usados para elaborarlo, según Chase et al (2009).

$$Productividad\ Parcial = \frac{Salida\ Total}{Una\ Entrada}$$

**Tabla 12:** Productividad Parcial y total.

<b>PRODUCTO</b>		Medida total
1. Unidades terminadas	\$10 000	$\frac{\text{Total producto}}{\text{Total insumo}} = \frac{13\ 500}{15\ 193} = 0.89$
2. Trabajo en proceso	2 500	
3. Dividendos	1 000	Medidas multifactoriales
4. Bonos		
5. Otros ingresos		$\frac{\text{Total producto}}{\text{Humano + Material}} = \frac{13\ 500}{3\ 153} = 4.28$
Total producto	\$13 500	$\frac{\text{Unidades terminadas}}{\text{Humano + Material}} = \frac{10\ 000}{3\ 153} = 3.17$
<b>INSUMO</b>		Medidas parciales
1. Humano	\$3 000	
2. Material	153	
3. Capital	10 000	$\frac{\text{Total producto}}{\text{Energía}} = \frac{13\ 500}{540} = 25$
4. Energía	540	
5. Otros egresos	1 500	$\frac{\text{Unidades terminadas}}{\text{Energía}} = \frac{10\ 000}{540} = 18.52$
Total insumo	\$15 193	

**Fuente:** Tomado de Chase et al. 2009.

En vista que la productividad se puede cuantificar de manera parcial estudiamos tomando como entrada a equipos del movimiento de tierras del proyecto.

### 2.2.7.3. Informe de productividad de equipos (IP)

Según GYM S.A. (2008) dice en su procedimiento de gestión de costos que, el informe de productividad de equipos cuantifica la eficiencia de la flota en el consumo de recursos al laborar sus actividades. El consumo de recursos se mide en horas máquina (HM), esto sería la entrada para productividad. Pero no se puede usar las HM como unidad de medida de los equipos para la productividad, ya que la flota de equipos está formada por tipos de maquinaria entre sí (trabajo específico, potencia, en consumo de combustible, etc.). Entonces para dimensionar la productividad de los equipos se llevará las HM a su equivalente en dinero, esta será la unidad para poder cuantificar la productividad de los equipos. *“Por ejemplo, dólares consumidos por metro cúbico de excavación masiva (\$/m<sup>3</sup>) o soles consumidos por metro cuadrado de preparación de terreno (S/. /m<sup>2</sup>)”* (P.1).

$$IP \text{ (Equipos)} = \frac{\text{Costo de HM (US\$)}}{\text{Producción (m}^3\text{)}}$$

El informe de productividad de los equipos compara los ratios de dinero, reales y los supuestos, en cada partida de control; así se logra obtener el estado de la productividad de los equipos en Proyectos, que se mide en dinero que se haya ganado o no a la fecha. Basándonos en el análisis de los datos resultantes se puede proyectar un ratio para el saldo del Proyecto obteniendo un valor positivo o negativo de saldo. Con la suma de ambos (actual y proyectado) obtenemos el total de dinero ganado o perdido proyectado a fin de proyecto, indica GYM S.A. (2008).

### 2.2.8. Rendimiento (RN)

GYM S.A. (2008) señala que, el rendimiento es la cantidad de trabajo que realiza una cuadrilla.

Según Carro y Gonzales (2012), el rendimiento cuantifica el nivel de utilización de la mano de obra, de las materias primas y del capital. Es la división de la productividad parcial real de cada uno de esos recursos, y la que se esperaba obtener o estandarizada. Es una magnitud del nivel de utilización de un capital (máquina, edificio, otros.). Como ejemplo, la capacidad de producción en teoría de un horno es de 2000Kg por hora y por causa de demoras o de inconvenientes en el producto procesado, produjo

1600Kg por hora. Esa capacidad puede hacerse como 1kg cada 1/2000hr, o sea, cada 1.8"; y la producción real fue de 1 Kg cada 1/1600hr, o sea cada 2.25".

Según Cherné y Gonzáles (2002) señala que, el rendimiento de un equipo es el número de unidades de trabajo que desempeña por unidad de tiempo, en movimiento de tierras las unidades de trabajo más comunes son los m<sup>3</sup> o Ton, en otras actividades de la construcción se usan metro lineal en la ejecución de zanja, de pilotes, o el m<sup>2</sup> en las pantallas de concreto. La unidad de tiempo más usada para los rendimientos es la hora, aunque la producción también se la pueden expresar por día.

$$RN = \frac{\text{Unidades de trabajo}}{\text{tiempo}}$$

El rendimiento que se calcula en este estudio, se enfoca a los equipos que involucran el carguío y acarreo de los materiales más incidentes en el proyecto.

### **2.3. Definición de términos básicos**

#### **Indicadores clave de desempeño**

Dato cuantitativo que mide el nivel de rendimiento de un proceso, el objetivo principal es llegar a las metas trazadas y son de gran importancia para la toma de decisiones para determinar su evolución futura.

#### **Gestión de tiempos**

Es un estudio minucioso que se hace a las labores productivas con la finalidad de optimizar el tiempo y maximizar los trabajos efectivos.

#### **Demoras**

Son los tiempos en donde el equipo o maquina tiene el motor encendido o apagado y por factores diversos el equipo no cumple con los trabajos de la programación de actividades productivas.

#### **Productividad**

Es el cociente de la división de la producción total o parcial entre los recursos usados para lograr dicha producción.

**Ratio**

Un ratio simplemente es el cociente entre dos factores o comparativos. Es el consumo de recursos expresado por unidad de trabajo ejemplos:

M<sup>2</sup>/km, hh/llamada, \$/hm, hh/kg.

**Rendimiento**

Es una medida que indica el nivel de utilización de un capital por unidad de tiempo. Es la cantidad de trabajo que realiza una cuadrilla.

**Planificación**

Acto de definir el criterio para generar estrategias de producción, así como las directivas para lograr que se cumplan con éxito dichos criterios (fundamentados en un registro data histórica).

**Trabajo eficiente**

Son los trabajos desempeñados de modo que estén en un ciclo estándar y que sean parte de una actividad productiva planeada.

**Factores de eficiencia**

Elemento o causa que actúan junto con otros para afectar la productividad íntimamente, es decir, en la organización.

**Tarifa de arrendamiento**

Es el precio a pagar por concepto de uso de equipos o maquinaria pasada alquilada o propia de la empresa.

**Producción**

Es la cantidad de productos que se han elaborado mediante un proceso productivo, donde se han usado insumos de diversa clase.

**Equipo pesado**

Es una máquina que está diseñada para desempeñar trabajos masivos específicos que tiene una productividad determinada en función a la habilidad del operador y condiciones del área de trabajo.

## CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS

### 3.1. Ubicación del lugar de investigación

<b>Departamento</b>	: Cusco.
<b>Provincia</b>	: Chumbivilcas.
<b>Distrito</b>	: Livitaca.
<b>Zona y Huso</b>	: 19L
<b>Coordenadas</b>	: Este: 199202.79m; Sur: 8396842.98m
<b>Altura</b>	: 4000 – 4500 msnm
<b>Nombre del Proyecto</b>	: “Proyecto Minero Constancia Cusco - Perú”.
<b>Empresa</b>	: STRACONGYM S.A.

**Figura 3:** Localización De Proyecto Constancia



**Nota:** Tomado del programa computacional Google Earth Pro 7.3.1.4507 (64 bits), con la búsqueda de Constancia Mine.

**Fuente:** Tomado de (Google Earth).



## Tipo de investigación:

**Tabla 13:** Tipos de investigación según distintos criterios.

Criterio	Tipo
Finalidad	Aplicada.
Estrategia o enfoque teórico metodológico	Cuantitativa.
Objetivos generales (alcances)	Descriptiva.
Fuente de datos	Primaria.
Control en el diseño de la prueba	No experimental.
Temporalidad	Longitudinal (diacrónica).
Lugar donde se realiza	Campo.
Intervención disciplinaria	Unidisciplinaria.

*Fuente:* Adaptado de Hernández et al. 2006, Seminario 2012.

## Técnicas de recolección de datos:

**Tabla 14:** Fuentes, técnicas e instrumentos para la recolección de los datos.

Variables	Recolección de datos		
	Fuente	Técnica	Instrumento
<b>Gestión de tiempos</b>	Cuadrilla de equipos	Análisis de contenido	<b>Partes diarios de producción.</b>
<b>Rendimiento</b>	Cuadrilla de equipos	Análisis de contenido	<b>Partes diarios de producción.</b>
<b>Productividad</b>	Cuadrilla de equipos	Análisis de contenido	<b>Partes diarios de producción.</b>

*Fuente:* Adaptado de Seminario 2012, Vara 2012

### 3.3. Procedimiento

#### a) Identificación de frentes de trabajo

Los frentes de trabajo estuvieron estipulados en la estructura de control de costos.

Se tiene bien definido el nombre de las áreas de trabajo; se comunicó a todo personal involucrado en las actividades, para no generar errores ni confusiones, esto se fue haciendo de forma permanente; siempre se tuvo personal nuevo al mismo que se le



indicó cuales son las personas que podían absolver las preguntas que pueda generarse posteriormente.

### **b) Formato de registro partes diarios de Producción**

Este documento de producción cuya finalidad es identificar los frentes de trabajo, saber que trabajo realizaron, desde y hasta que hora lo hicieron, con que material trabajaron, cuanto de combustible abastecieron, el horómetro de inicio y final del equipo, datos del operador y su equipo, descripción de las demoras. Ver Anexo I.

Estos partes diarios de producción son documentos auditables para la empresa, que fueron validados por el ingeniero encargado de frente de trabajo, firma del controlador de equipos y del operador del equipo.

Estos documentos fueron recogidos y revisados diariamente por los controladores de equipos para que no genere datos erróneos. Se verificó que la suma de las horas sean 12 en total por parte diario para que no origine vacíos y dudas de los trabajos realizados.

Esto fue un trabajo que demandó crear una cultura de registro de datos, realizados desde un inicio de proyecto para tener un mejor control.

Datos que se deben extraer del parte diario:

- **Tabla para los diversos materiales**

Esta tabla del parte diario de equipos sirve para poder tener una facilidad de identificación de los materiales, a oficina técnica le ayuda a su posterior direccionamiento de origen en canteras y saber a qué estructura de destino fue, también se usa cuando se realiza una revisión de la base de datos, corregir el volumen de los materiales transportados y sean los correspondientes de lo contrario se tendría volúmenes diferentes en dos o más áreas de control.

- **Tabla para las diversas demoras y clasificarlas**

Esto se elaboró para identificar qué tipo de demora tenemos ya sea operativa, no operativa, alguna demora causada por algún mantenimiento correctivo o preventivo, demoras por concepto no operativo o algún tiempo no programado.

- **Horómetro**

Este dato en ocasiones se obviaba y causaba problemas para la elaboración de nuestros indicadores. Se debe colocar el horómetro con el que inician la jornada laboral y también con el que terminan.

- **Descripción del trabajo**

Es la clasificación de las actividades productivas extraídas del parte diario, la misma que debe estar identificada en las partidas de costo e indicada por estructuras.

- **Código del equipo**

Este dato es importante para monitorear el equipo, saber el precio de la hora maquina a pagar, poder tener una información de producción y mantenimiento del equipo.

Los equipos a utilizar son de diversas funciones, se agrupan por familia de equipos. Ver Tabla 15.

**Tabla 15:** Cantidad de equipos a involucrar en el periodo de movimiento de tierras.

	<b>Año 2016</b>	<b>Año 2017</b>
<b>Camión Volquete</b>	77	64
<b>Cargador Frontal</b>	7	10
<b>Excavadora</b>	23	29
<b>Excavadora - MH</b>	2	2
<b>Motoniveladora</b>	5	5
<b>Retroexcavadora</b>	5	5
<b>Rodillo</b>	14	13
<b>Tractor de Orugas</b>	23	25
<b>Total general</b>	<b>156</b>	<b>153</b>

En la Tabla 15, se contabilizó los equipos que se usaron en el movimiento de tierras en el año 2016, 2017, con 156 y 153 equipos respectivamente.

**c) Generación de base de datos**

Es un formato que contiene la información digitalizada extraída de los partes diarios de tal manera que, esté ordenada, por turno y fecha. Se generó una base de datos para línea amarilla y otra para camiones volquete ya que se cuenta con dos formatos distintos de partes diarios y por ende se obtienen diferente información.

- **Tarifas de arrendamiento**

Se insertó las tarifas de arrendamiento para convertir las horas máquina en unidades monetarias (US\$).

- **Direccionamiento de origen y destino**

Se alimenta la base de datos con información extraída de los partes diarios; en el acarreo se identifica el carguío de material y el punto de descarga, en la línea amarilla se identifica el lugar que realizan sus actividades.

Se definió las actividades más relevantes, de mayor prioridad en el proyecto (ruta crítica) para su estudio, evaluación y, generamos un registro estadístico.

### **3.3.1. Rendimientos**

#### **a) Relación entre los equipos de acarreo y carguío**

Se evaluaron los equipos de mayor incidencia de las partidas de control; para no estar generando reportes de todas las partidas, que lo único que se pierde es horas hombre que podríamos derivar a otras actividades.

En la base de datos de acarreo se tiene como información al código del equipo de carguío, en la base de datos de los equipos de carguío se tiene las horas máquina; se creó un reporte donde se relacionan los viajes acarreados (m<sup>3</sup>) por cada equipos de carguío con las horas máquina de trabajo, así se obtuvo el rendimiento.

Se tomó en cuenta las horas destinadas a transporte de un área a otra por parte del equipo de carguío, este tiempo no se incluye en las horas máquina para el cálculo del rendimiento del equipo evaluado.

### **3.3.2. Gestión de tiempos**

Posteriormente se creó un reporte, el mismo que fue alimentado con información de la base de datos donde se clasificó las horas distribuidas de la jornada laboral con el esquema de distribución de tiempo de la Tabla 1, aquí es donde se insertó las fórmulas de:

- Disponibilidad física.
- Disponibilidad Mecánica.

- Utilización.
- Uso de la disponibilidad.

Y se agrupó los resultados para una mejor interpretación.

### **3.3.3. Productividad parcial**

Se creó un reporte, para relacionar las actividades por partida de control de costo y la estructura a la que pertenecen; así se obtuvo la cantidad de horas invertidas y el costo que me representa.

Se agrupó las actividades por meses con la finalidad de resumir el costo de toda las partidas en función a la tarifa de arrendamiento (US\$).

Se generó un reporte de producción en función a las partidas de control de costo (m3), agrupadas por meses.

Se creó un nuevo reporte para relacionar el costo y la producción de cada partida, y obtener la productividad parcial en (US\$/m3).

### **3.4. Tratamiento, análisis de datos y presentación de resultados**

El tratamiento que recibió la variable indicadores clave de desempeño fue; la determinación de gráfico circular mostrando la cantidad de demoras invertidas por año agrupados por familia de equipo; la determinación de diagramas de barras de los factores de eficiencia de equipos agrupados por meses y por familia de equipos.

El rendimiento se agrupó en equipos de acarreo y carguío para finalmente conseguir diagrama de barras presentados por meses y por familia de equipos.

La productividad se agrupó por actividades más incidentes del proyecto para finalmente resumirlos en tabla de doble entrada y en gráficos combinado de barras y áreas acumuladas.

Los resultados de este estudio tienen un análisis comparativo entre los resultados reales obtenidos en el proyecto y los presupuestados.

**Tabla 16:** Operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	
		INDICADOR	ÍNDICE
Indicadores clave de desempeño (VI)	Aprovechamiento óptimo del tiempo en las actividades productivas.	Disponibilidad Física	$\frac{\text{Tiempo de la disponible}}{\text{Tiempo programado}} \dots (\%)$
		Disponibilidad Mecánica	$\frac{\text{Tiempo operación}}{\text{Tiempos de operación y mantenimiento}} \dots (\%)$
		Utilización	$\frac{\text{Tiempo de operación}}{\text{tiempo programado}} \dots (\%)$
		Uso de lo Disponible	$\frac{\text{Tiempo de operación}}{\text{tiempo disponible}} \dots (\%)$
Rendimiento (VI)	Es el número de unidades de trabajo que desempeña por unidad de tiempo	Rendimiento	$\frac{\text{M3 producidos}}{\text{HM invertida}}$ Escala (M3/HM)
Productividad (VD)	Relación entre los recursos empleados y lo producido con dichos recursos.	Productividad parcial	$\frac{\text{Costo invertidos}}{\text{Cantidad producida}}$ Escala (US\$/M3)

En la Tabla 16, se muestra las variables que se agruparon en 3 grupos como son la indicadores clave de desempeño, rendimiento y productividad con sus respectivos indicadores con sus índices de medición.

## CAPÍTULO IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En el presente capítulo se presentan los datos más resaltantes de la presente investigación; se presentan indicadores de gestión de procesos en una empresa dedicada al movimiento de tierras, indicadores que se busca su aplicación en otros proyectos, los datos usados fueron de los dos últimos años, el control de las variables permiten generar ventajas en la productividad y en el rendimiento de sus operaciones.

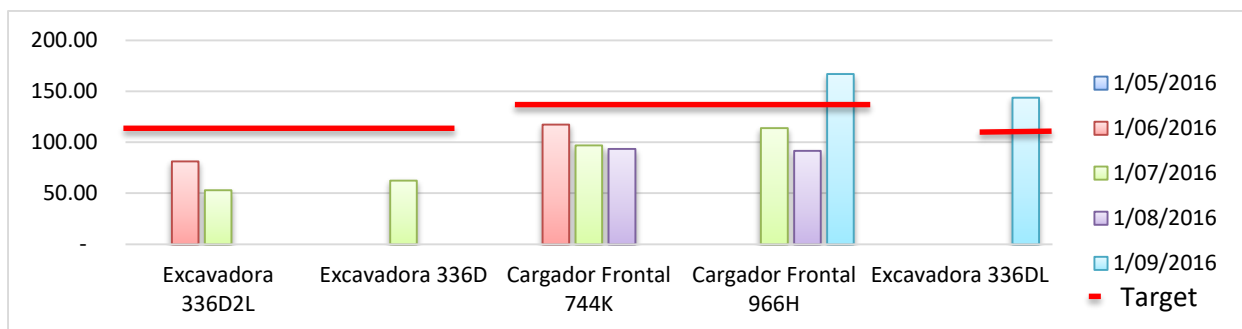
Los resultados de la presente investigación fueron obtenidos a través del acceso a la base de datos de los años 2016 y 2017, con fines académicos, y el consentimiento de la empresa STRACONGYM S.A., que realizó actividades de movimiento de tierras en el proyecto minero “Constancia”.

En el caso de las herramientas usadas para la recolección de la información, fue realizada en función a los datos de trabajos ejecutados, datos informativos de las maquinas, horómetros, demoras realizadas, características de los materiales, como se presenta en los formatos del Anexo 1.

La accesibilidad a la base de datos se hizo por medio de actas de confidencialidad de información que se realizaron en cada año de estudio para tener la aprobación y consentimiento de los representantes de la empresa. Ver Anexo 5.

### 4.1. Rendimientos de equipos de carguío y acarreo

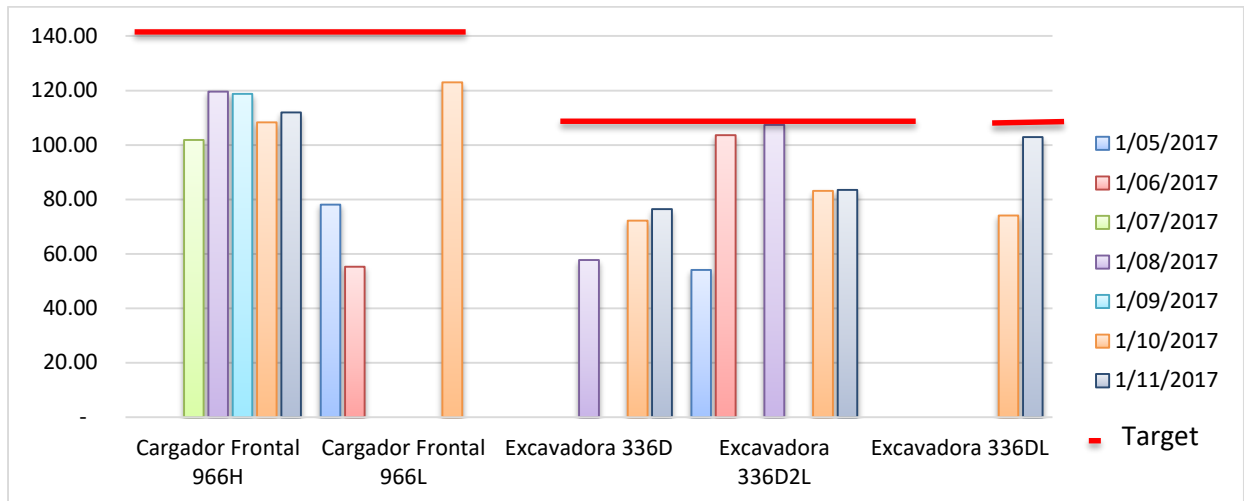
**Figura 5:** Rendimiento en equipo de carguío en acopios de arcilla 2016



**Nota:** Línea roja es el rendimiento presupuestado, en la leyenda esas fechas indica el mes.

En la Figura 5, el rendimiento de los equipos de carguío de arcilla, la mayoría de valores están por debajo del presupuestado, se nota claramente que la meta trazada no ha sido posible llegar, por ende se debe mitigar estos valores para mejoras continuas.

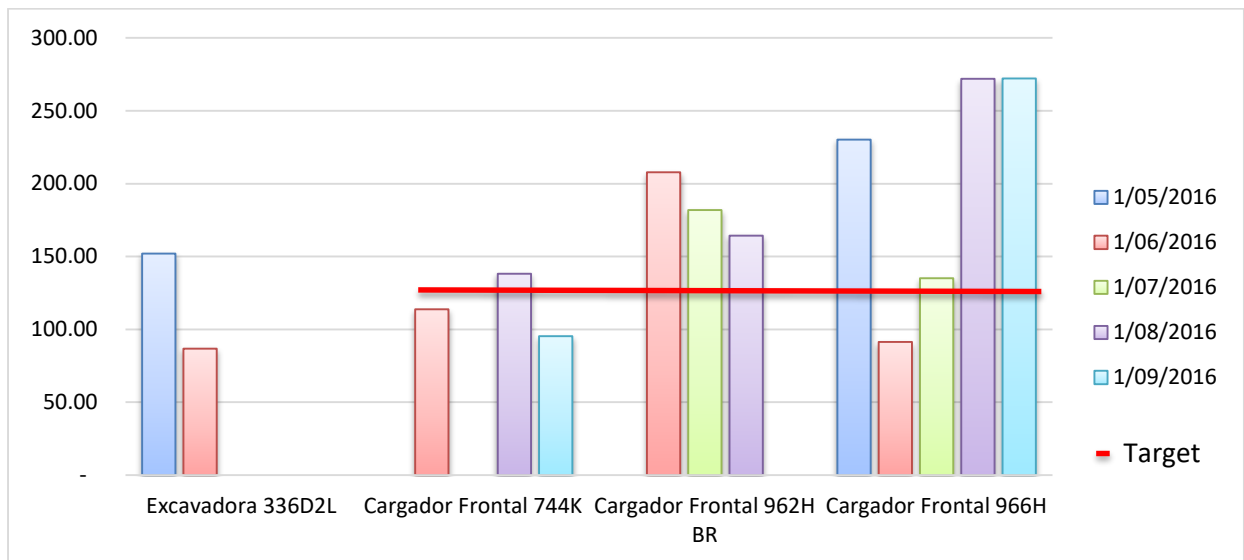
**Figura 6:** Rendimiento en equipo de carguío en acopios de arcilla 2017



**Nota:** Línea roja es el rendimiento presupuestado, en la leyenda esas fechas indica el mes.

En la Figura 6, los rendimientos de carguío de arcilla se mejoran a medida que finaliza el año, pero no llegan a cumplir las metas presupuestadas, se tiene un similar rendimiento que en el 2016 (Figura 5).

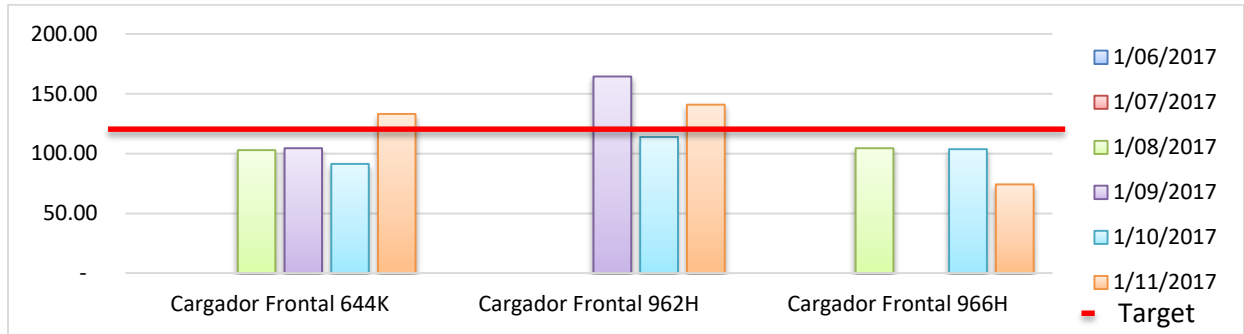
**Figura 7:** Rendimiento en equipo de carguío en acopios de filtro dren 2016



**Nota:** Línea roja es el rendimiento presupuestado, en la leyenda esas fechas indica el mes.

En la Figura 7, el rendimiento de los equipos de carguío es desigual durante el periodo 2016, pero la meta del presupuesto se cumplió.

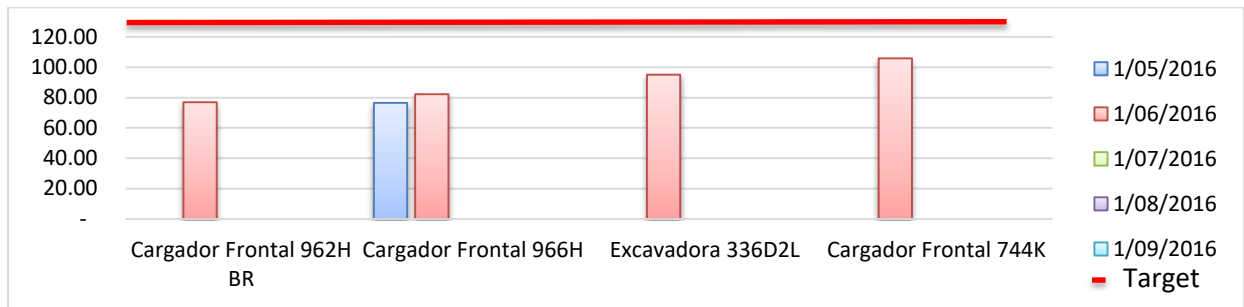
**Figura 8:** Rendimiento en equipo de carguío en acopios de filtro dren 2017



**Nota:** Línea roja es el rendimiento presupuestado, en la leyenda esas fechas indica el mes.

En la Figura 8, el rendimiento de los equipos de carguío de filtro dren se mantienen por debajo de la meta presupuestada y va disminuyendo a medida que finaliza el año, lo que es un indicador que necesita buscar oportunidades de mejora.

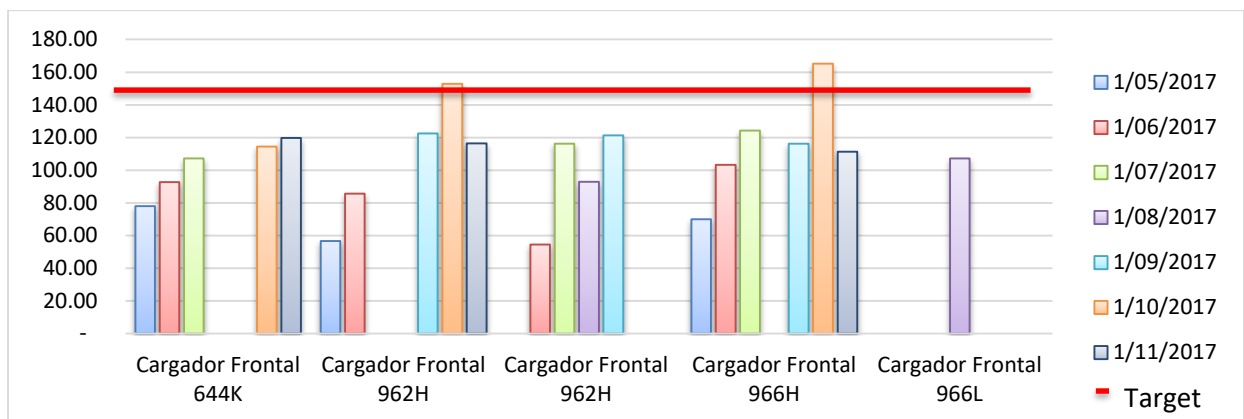
**Figura 9:** Rendimiento en equipo de carguío en acopios de Transición 2016



**Nota:** Línea roja es el rendimiento presupuestado, en la leyenda esas fechas indica el mes.

En la Figura 9, se muestra que los rendimientos en carguío de material transición están por debajo del presupuestado, indica oportunidad de mejora para estos equipos.

**Figura 10:** Rendimiento en equipo de carguío en acopios de Transición 2017

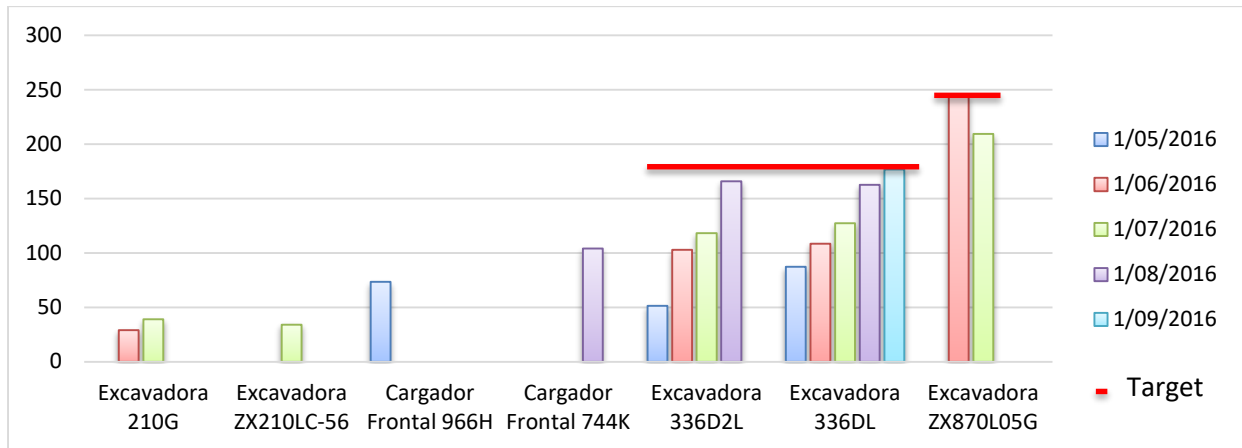


**Nota:** Línea roja es el rendimiento presupuestado, en la leyenda esas fechas indica el mes.



En la Figura 10, el rendimiento de los equipos de carguío de transición se debe mitigar para mejorar y estabilizarlo, se tiene este indicador con mejor desempeño que el 2016 (Figura 9).

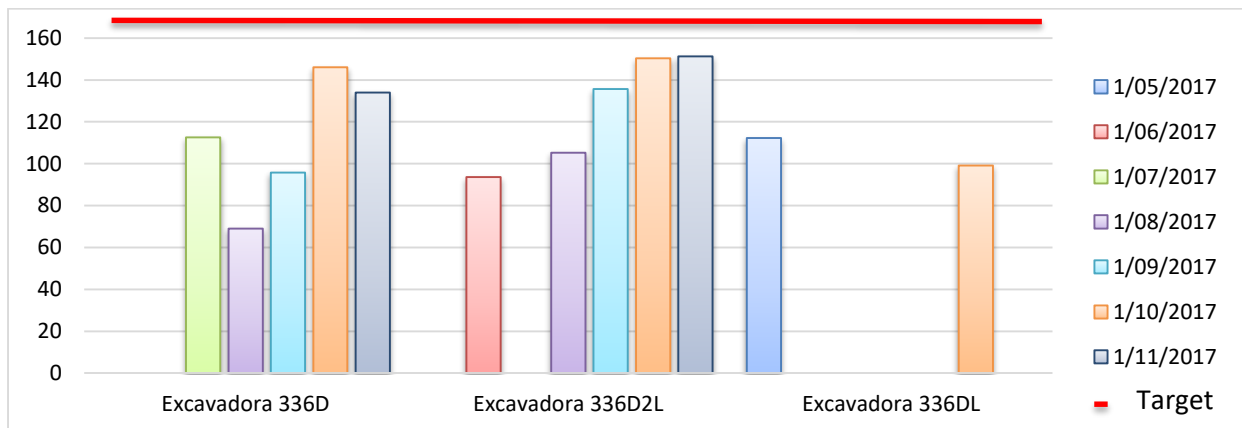
**Figura 11:** Rendimiento en equipo de carguío en acopios para relleno estructural 2016



**Nota:** Línea roja es el rendimiento presupuestado, en la leyenda esas fechas indica el mes.

El rendimiento en la Figura 11, mejora en las excavadoras 336 a medida que finaliza el año, se aprecia que se usó otros equipos no presupuestados para carguío.

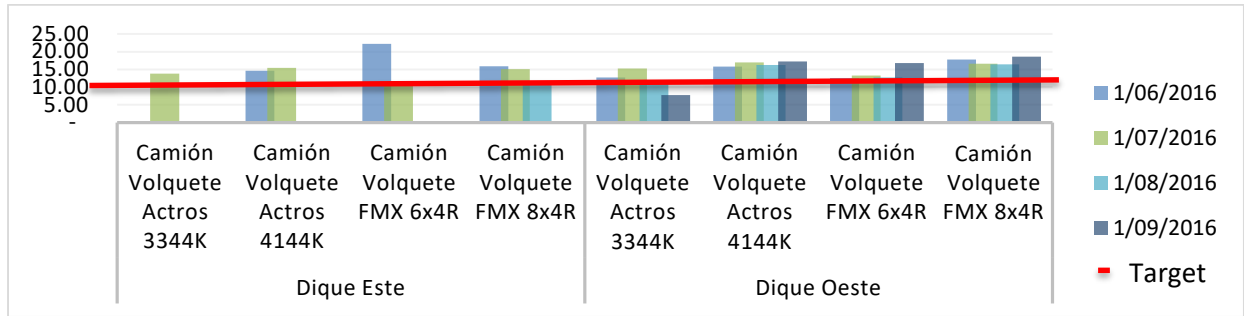
**Figura 12:** Rendimiento en equipo de carguío en acopios para relleno estructural 2017



**Nota:** Línea roja es el rendimiento presupuestado, en la leyenda esas fechas indica el mes.

En la Figura 12, el rendimiento está claramente por debajo de lo presupuestado, lo que indica que este indicador es buscar oportunidades de mejora en el carguío relleno estructural.

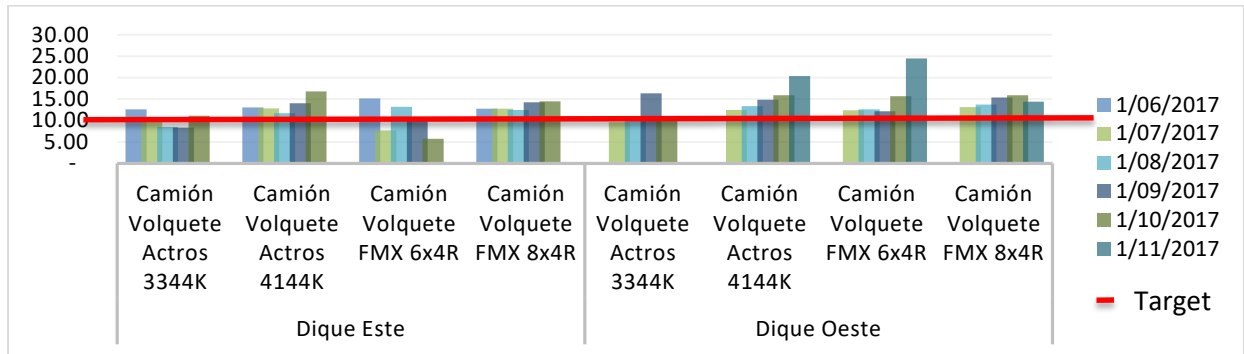
**Figura 13:** Rendimiento en equipos de acarreo de arcilla de acopios a diques 2016



**Nota:** Línea roja es el rendimiento presupuestado, en la leyenda esas fechas indica el mes.

Como se muestra en la Figura 13, el acarreo de arcilla en promedio están sobre la meta presupuestada y no se tiene inconvenientes, el aumento del indicador va ligeramente a medida que el año finaliza.

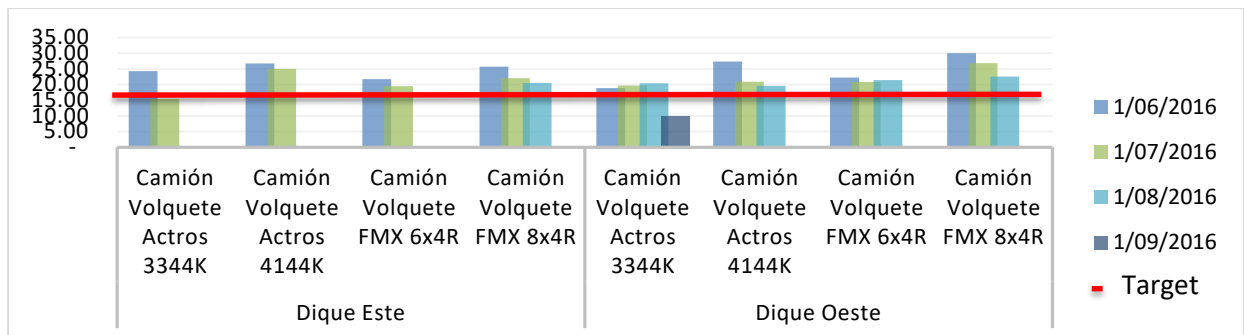
**Figura 14:** Rendimiento en equipos de acarreo de arcilla de acopios a diques 2017



**Nota:** Línea roja es el rendimiento presupuestado, en la leyenda esas fechas indica el mes.

Como se aprecia en la Figura 14, los equipos de acarreo de arcilla están sobre la meta presupuestada y su evolución va de forma ascendente a medida que el periodo avanza.

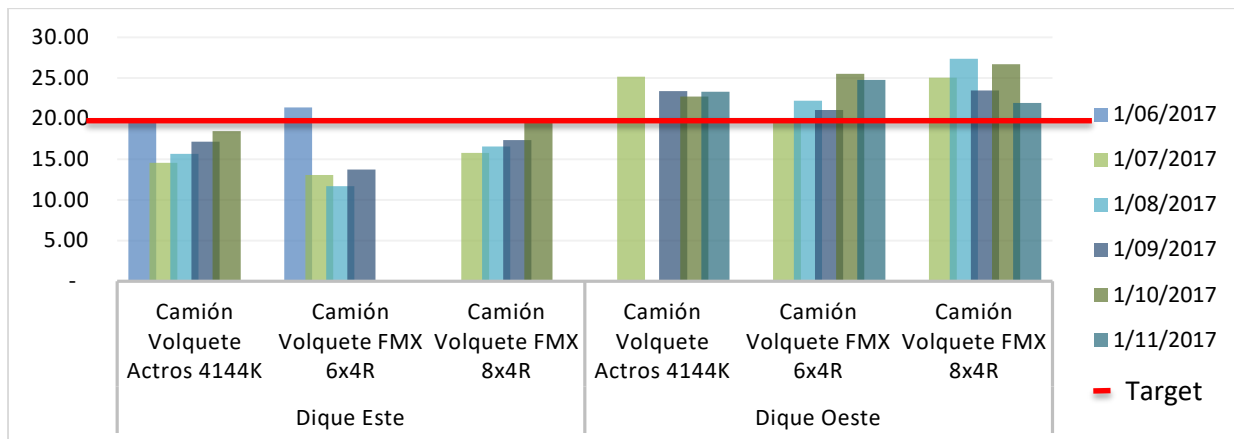
**Figura 15:** Rendimiento en equipos de acarreo de filtro dren de acopios a diques 2016



**Nota:** Línea roja es el rendimiento presupuestado, en la leyenda esas fechas indica el mes.

En la Figura 15, muestra que el rendimiento de los equipos de acarreo de filtro dren están por encima del presupuestado, el desarrollo de promedios va en decrecimiento a medida que el año termina.

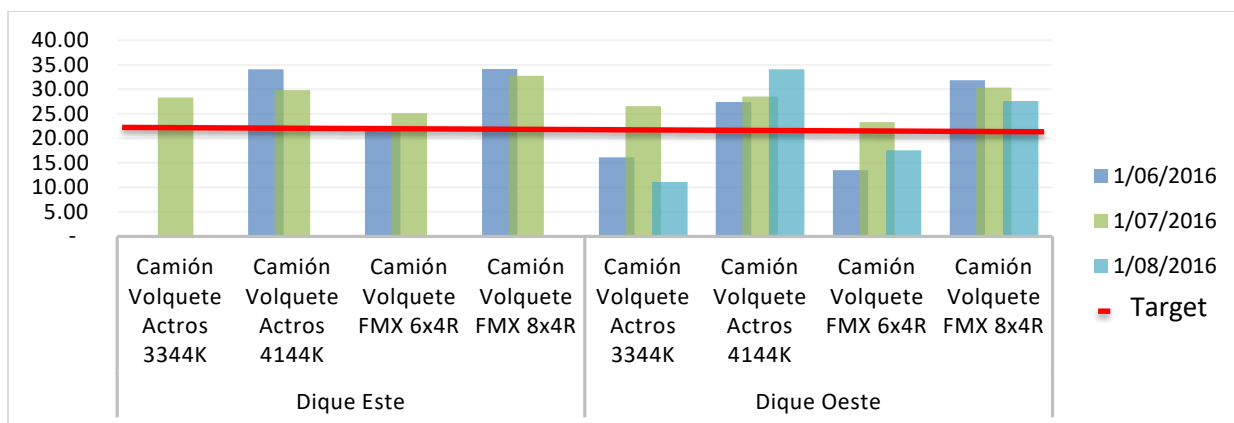
**Figura 16:** Rendimiento en equipos de acarreo de filtro dren de acopios a diques 2017



**Nota:** Línea roja es el rendimiento presupuestado, en la leyenda esas fechas indica el mes.

En la Figura 16, se muestra que los rendimientos en equipos de acarreo de filtro drenante están sobre el presupuestado, la evolución del rendimiento es desigual a lo largo del año 2017.

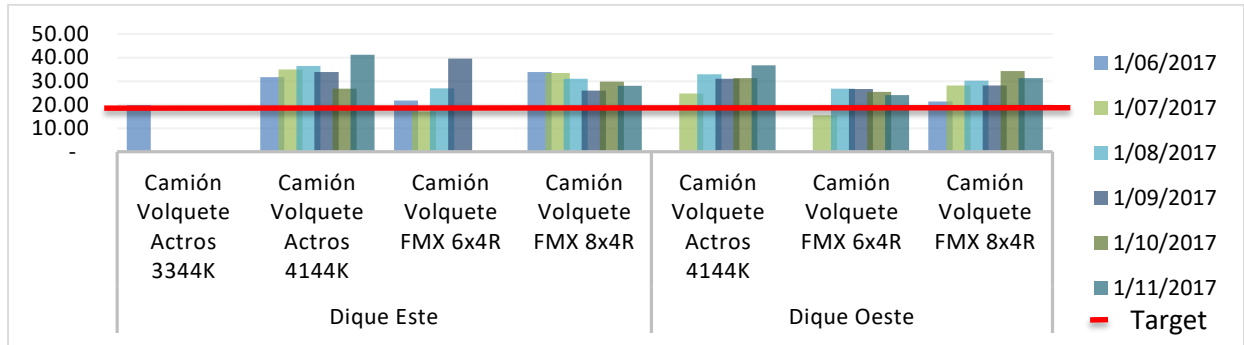
**Figura 17:** Rendimiento en equipos de acarreo de transición de acopios a diques 2016



**Nota:** Línea roja es el rendimiento presupuestado, en la leyenda esas fechas indica el mes.

Como se muestra en la Figura 17, los rendimientos de acarreo superan los presupuestados, la evolución de rendimientos es desigual, en algunos equipos hay crecimiento mientras que decrecimiento en otros a medida que pasan los meses del 2016; cabe resaltar que el presupuesto contempla solo camiones volquete 8x4R, 4144K o equivalentes.

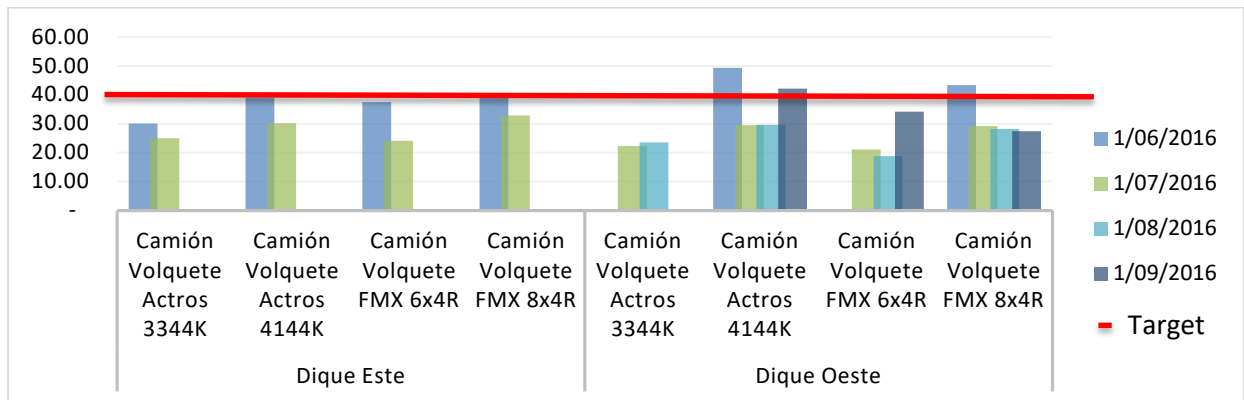
**Figura 18:** Rendimiento en equipos de acarreo de transición de acopios a diques 2017



**Nota:** Línea roja es el rendimiento presupuestado, en la leyenda esas fechas indica el mes.

En la Figura 18, se muestra que el rendimiento presupuestado está por debajo del real lo que es un indicador que es ventajoso para nosotros, la evolución de las barras sube y baja, se puede mejorar y mantenerla constante.

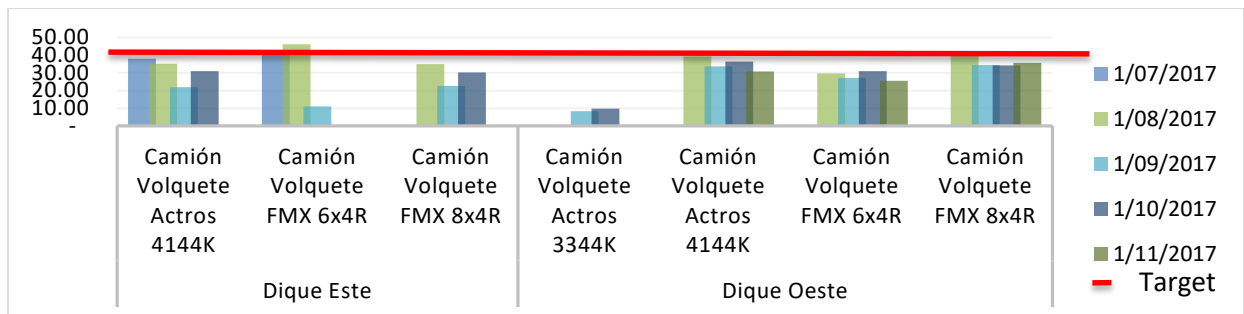
**Figura 19:** Rendimiento de acarreo de relleno estructural de acopios a diques 2016



**Nota:** Línea roja es el rendimiento presupuestado, en la leyenda esas fechas indica el mes.

Como se aprecia en la Figura 19, el rendimiento de acarreo de relleno estructural presupuestado es mayor que el real, lo cual generó desventaja en este transporte.

**Figura 20:** Rendimiento de acarreo de relleno estructural de acopios a diques 2017



**Nota:** Línea roja es el rendimiento presupuestado, en la leyenda esas fechas indica el mes.

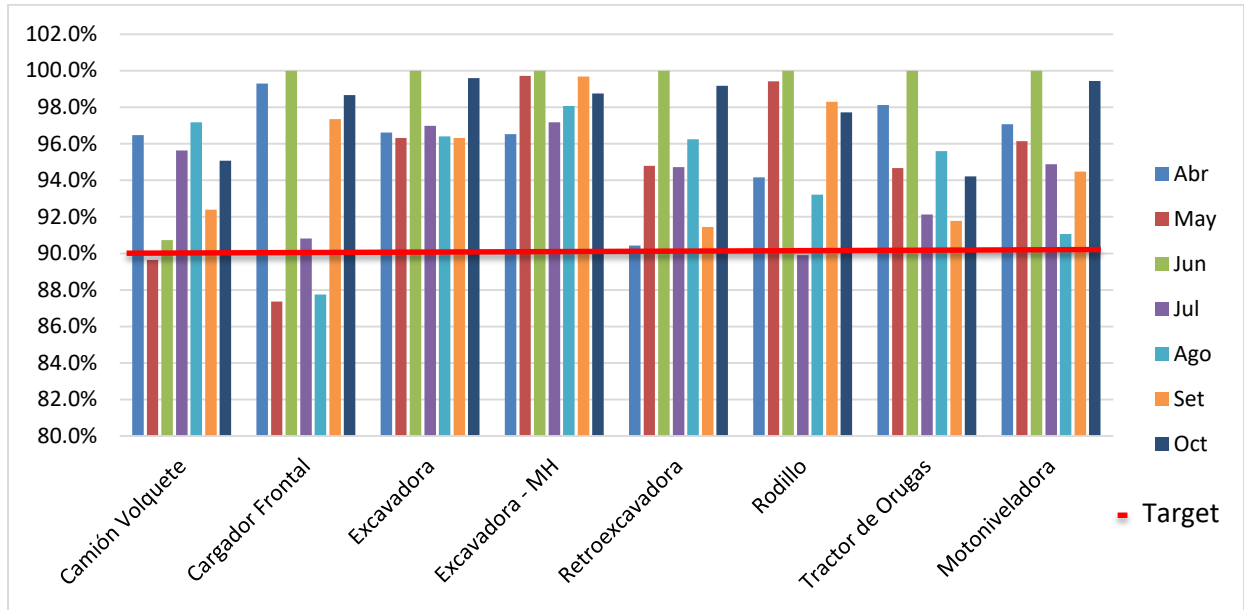
En la Figura 20, el rendimiento presupuestado es mayor que el ejecutado lo cual es una desventaja en el transporte, se aprecia levemente la evolución de las barras a medida que los meses pasan el rendimiento va decreciendo

En los resultados obtenidos, es importante recalcar que en estudios con indicadores similares como el de Gamarra (2009), Polar (2005), Santa María (2003); donde algunos de sus factores de eficiencia como la disponibilidad mecánica están superando del 90% al igual que el promedio en los años 2016 – 2017 hallados en el proyecto de movimiento de tierras “Constancia”; el factor de utilización en los estudios mencionados supera el 90%, mientras que en los encontrados bordean el 54.7%. Sin embargo su sistema de control y monitoreo de los estudios citados son por medio GPS que permite realizar correcciones en el momento mientras que en el presente estudio las correcciones se hacen una vez digitalizada la información y resumida por medio de un reporte.

En el estudio del Polar (2005) indica que, en la mina BARRICK Misquichilca el rendimiento estaba alrededor del 77% en sus equipos gigantes, mientras que nuestra maquinaria pesada tuvo resultados que bordeaban el 71% tomando como referencia el presupuestado. La diferencia en movimiento de tierras en minería, es que su proceso de operación es repetitivo mientras que en la fase construcción es más dinámico con esto referimos que las operaciones están restringidas a la necesidad de el volumen, al espacio para descargar, la interacción con equipo gigante de mina, que tiene la preferencia, entre otros, y eso hace que merme el rendimiento, además que el monitoreo GPS es una ventaja enorme en equipos gigantes en minería.

## 4.2. Indicadores clave de desempeño (Factores de eficiencia de tiempos en equipos)

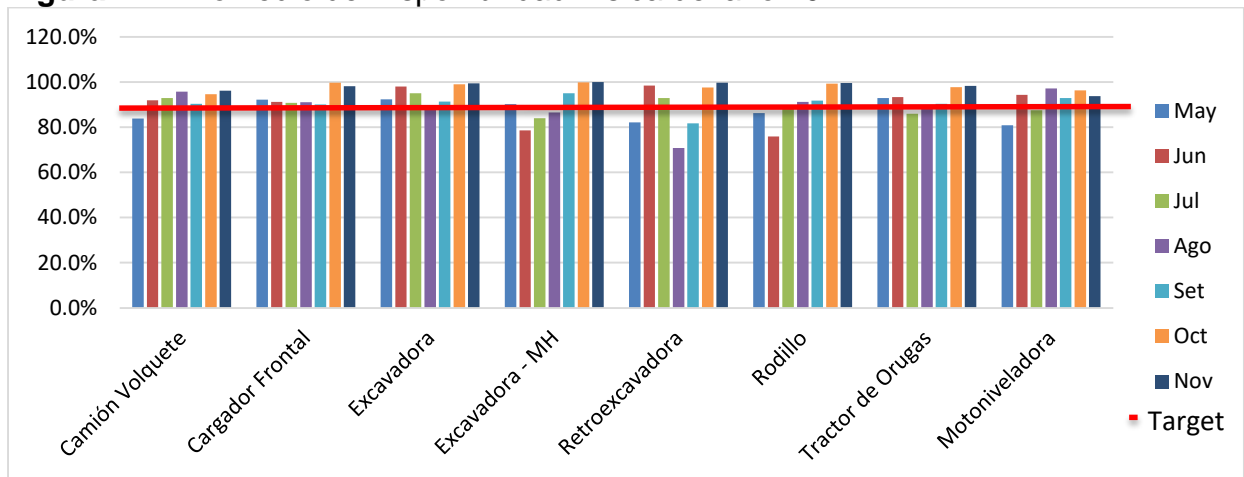
**Figura 21:** Promedio de Disponibilidad Física del año 2016



**Nota:** La línea roja es el promedio planeado y es el 90% en este indicador.

En la Figura 21, el promedio global de todos los equipos se mantienen alrededor del 95% este indicador esta sobre el planificado lo cual es ventajoso para el área operativa, el tiempo en demoras mecánicas es menos del 5% con respecto a las horas programadas, en el diagrama de barras se aprecia que este indicador varia a medida que pasan los meses.

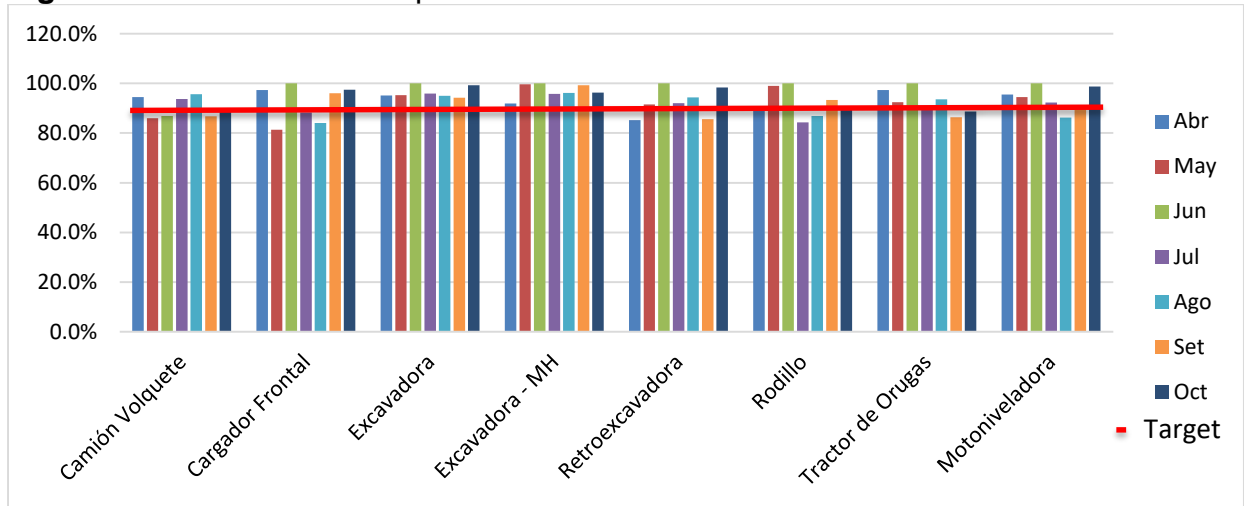
**Figura 22:** Promedio de Disponibilidad Física del año 2017



**Nota:** La línea roja es el promedio planeado y es el 90% en este indicador.

En la Figura 22, el promedio global de los equipos está alrededor del 92.5% el mismo que se mantiene sobre el planificado, este indicador es del área de mantenimiento mecánico de los equipos el cual indica que está realizando una buena gestión, mantenimiento usa un 7.5% con respecto al tiempo programado para realizar sus trabajos, a medida que pasan los meses se va uniformizando y se mantiene constante para todos los equipos.

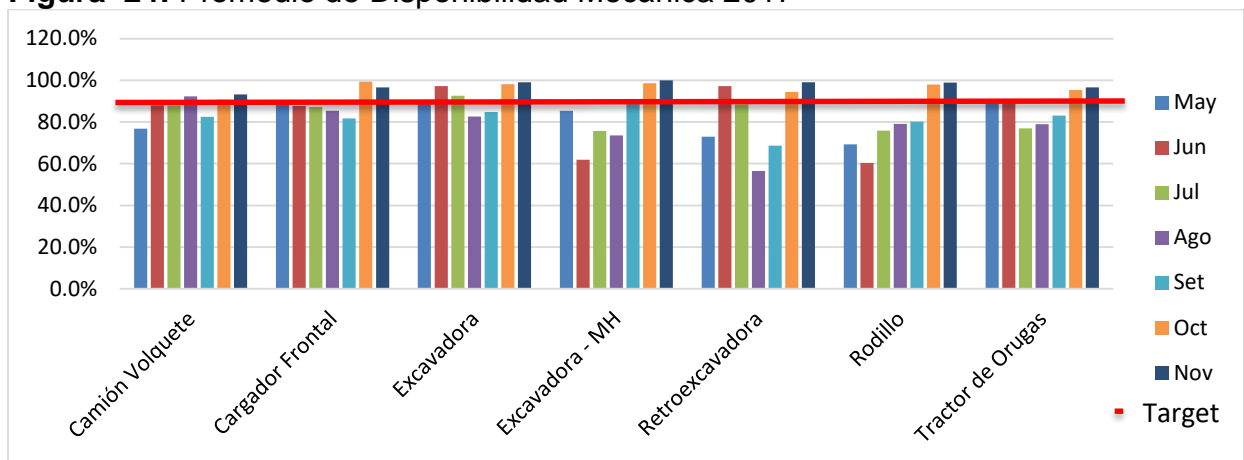
**Figura 23:** Promedio de Disponibilidad Mecánica 2016



**Nota:** La línea roja es el promedio planeado y es el 90% en este indicador.

Como se observa en la Figura 23, la mayoría de equipos están sobre el promedio planeado y están alrededor del 92.1% esto quiere decir que el área de operaciones no tiene tiempos significativos de paradas por demoras mecánicas que interfieran en sus tiempos de operación, en este año se nota que varía mucho este indicador a medida que pasa los meses.

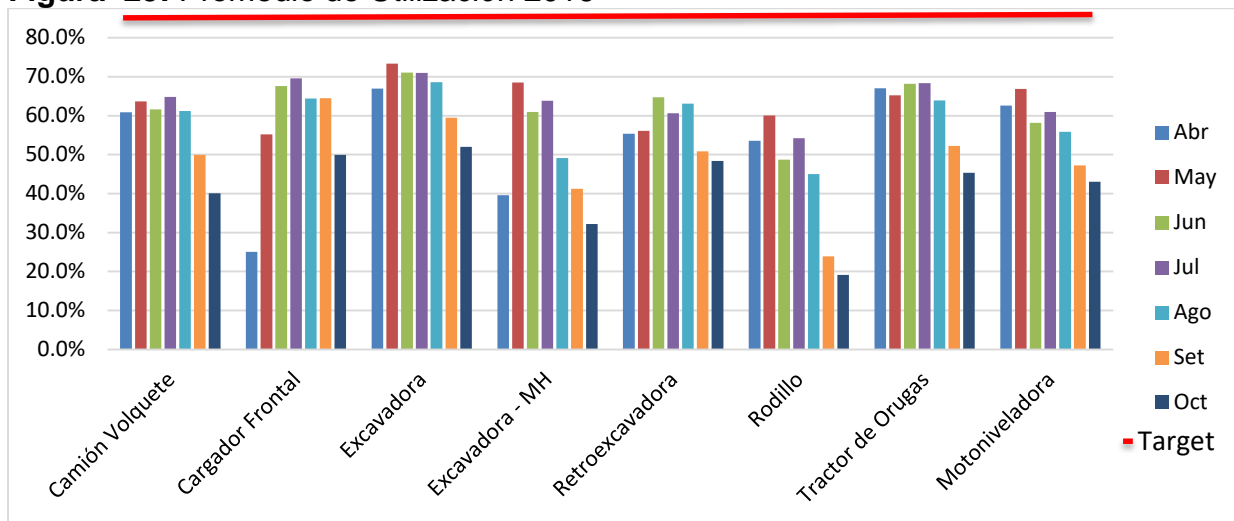
**Figura 24:** Promedio de Disponibilidad Mecánica 2017



**Nota:** La línea roja es el promedio planeado y es el 90% en este indicador.

En la Figura 24, se aprecia que este indicador tiene una disminución significativa en las excavadoras con martillo hidráulico, en las retroexcavadoras y en los rodillos, tractores oruga, con esas deficiencias se mantienen bajo el porcentaje del planeado promedio, se puede notar que a medida que pasan los meses se va mejorando este indicador y se mantiene constante para todos los equipos, el promedio global anual es de este indicador es 87.5%.

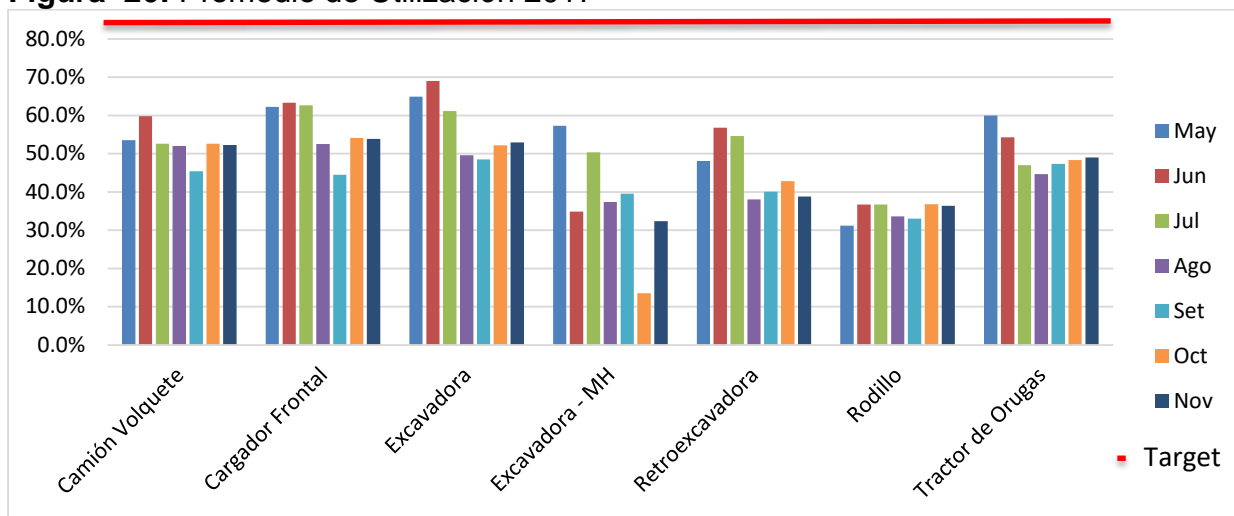
**Figura 25:** Promedio de Utilización 2016



**Nota:** La línea roja es el promedio planeado y es el 90% en este indicador.

Se observa en la Figura 25, el indicador va disminuyendo a medida que pasa el año en todos los equipos en general, el promedio global de este indicador es de 58.3% lo cual muestra claramente que se podría buscar oportunidades de mejora como organización.

**Figura 26:** Promedio de Utilización 2017

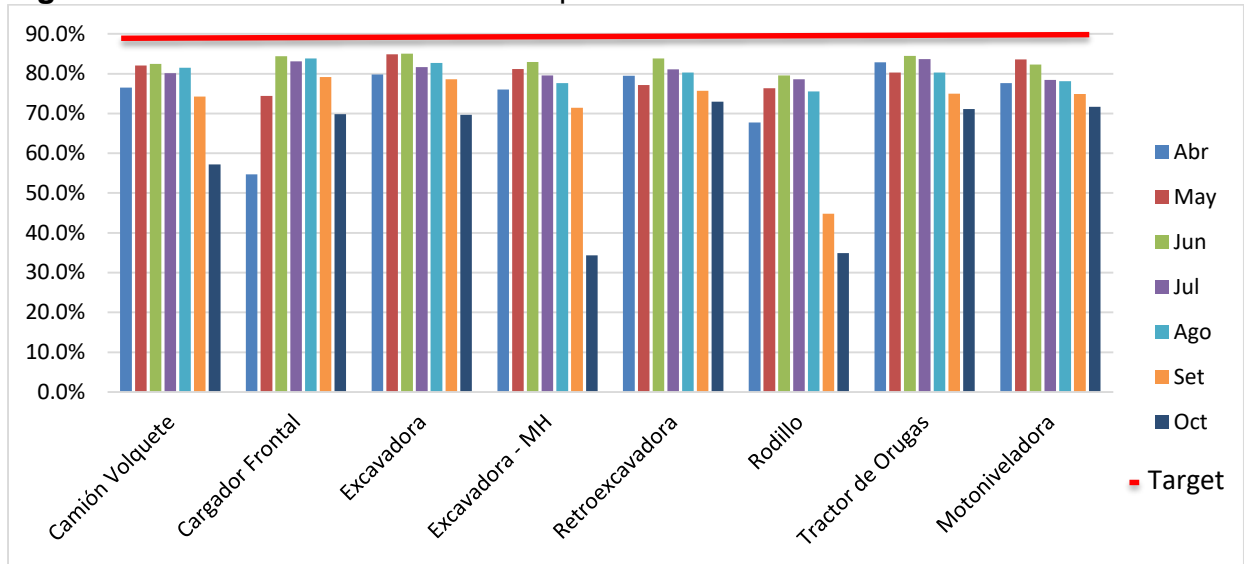


**Nota:** La línea roja es el promedio planeado y es el 90% en este indicador.



En la Figura 26, se tiene nota un desarrollo leve positivo del indicador en todos los equipos a medida que pasan los meses, el promedio global anual es de 51.2% lo cual indica que los equipos se están usando la mitad de su tiempo programado y está lejos de la meta planificada del 90%.

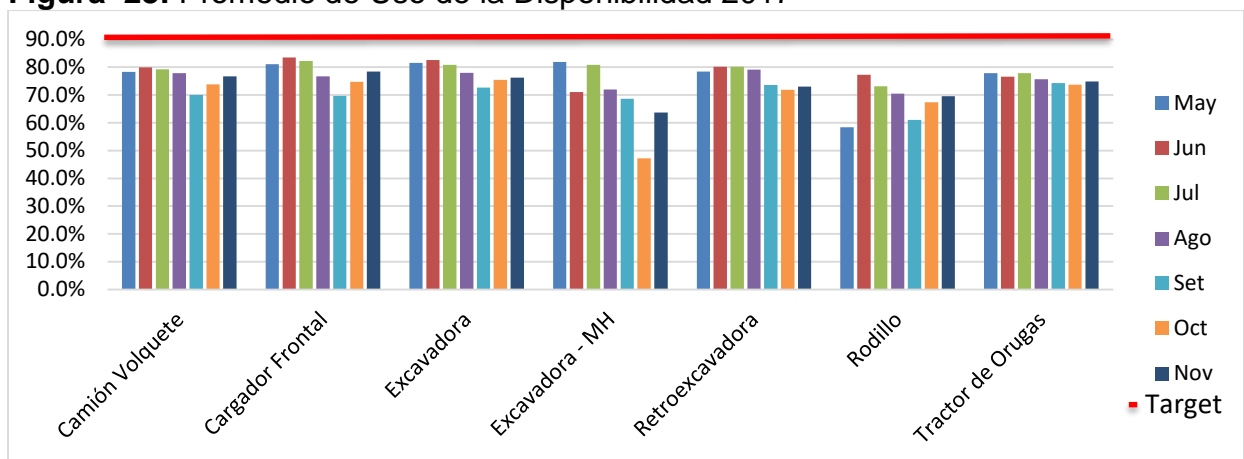
**Figura 27:** Promedio de Uso de la Disponibilidad 2016



**Nota:** La línea roja es el promedio planeado y es el 90% en este indicador.

Como se aprecia en la Figura 27, este indicador de uso de la disponibilidad va disminuyendo a cierre de año, el promedio global anual es de 76.9% lo cual muestra que la meta planificada no está cumplida en este indicador, muestra que el área de operaciones tiene que controlar las horas no operativas.

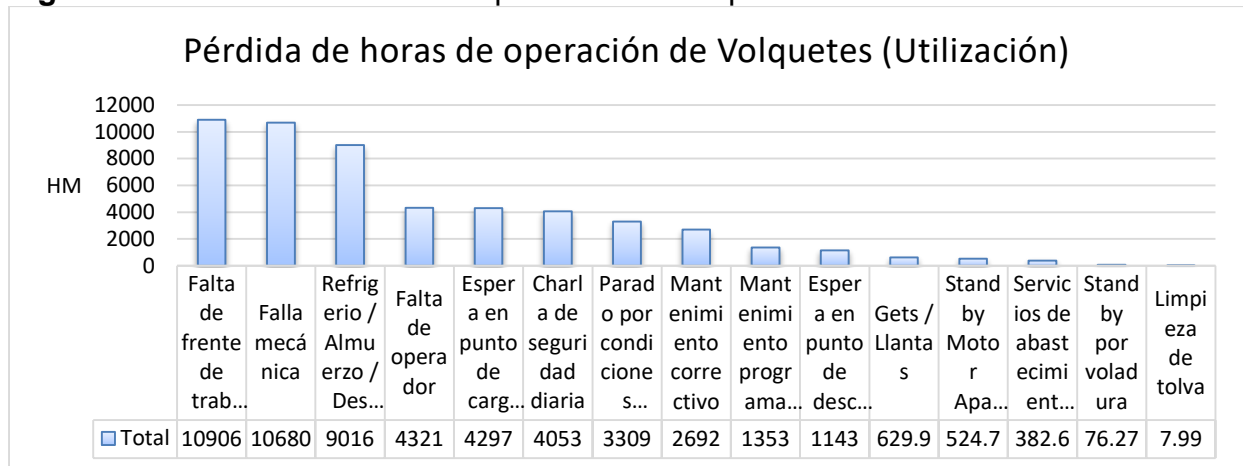
**Figura 28:** Promedio de Uso de la Disponibilidad 2017



**Nota:** La línea roja es el promedio planeado y es el 90% en este indicador.

En la Figura 28, este indicador no es uniforme durante el año, su promedio global es de 76.3% lo cual no cumple con lo planificado, operaciones debe mejorar el control los tiempos por concepto de demoras no operativas, a comparación con el año anterior se tiene una baja en un 0.6%, se debe trabajar en mantener sobre los 90% a este indicador en todos los equipos, ya que en el mes de setiembre se tuvo el indicador de uso de la disponibilidad en 69.2% que es el pico más bajo.

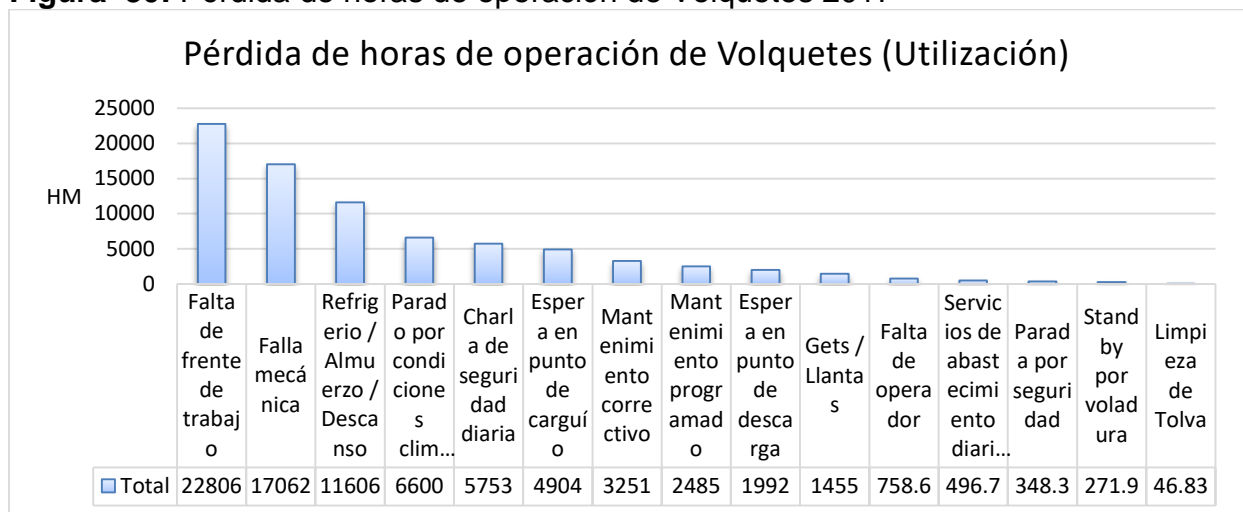
**Figura 29:** Pérdida de horas de operación de Volquetes 2016



**Nota:** Demoras que afectan directamente la Utilización de los equipos.

En la Figura 29, las demoras que más resaltan son los por falta de frente de trabajo que ascienden a un total de 10 906HM, que representa pérdida para la organización, con este diagrama de barras se puede identificar claramente en el tipo de demora que debería comenzar a disminuir.

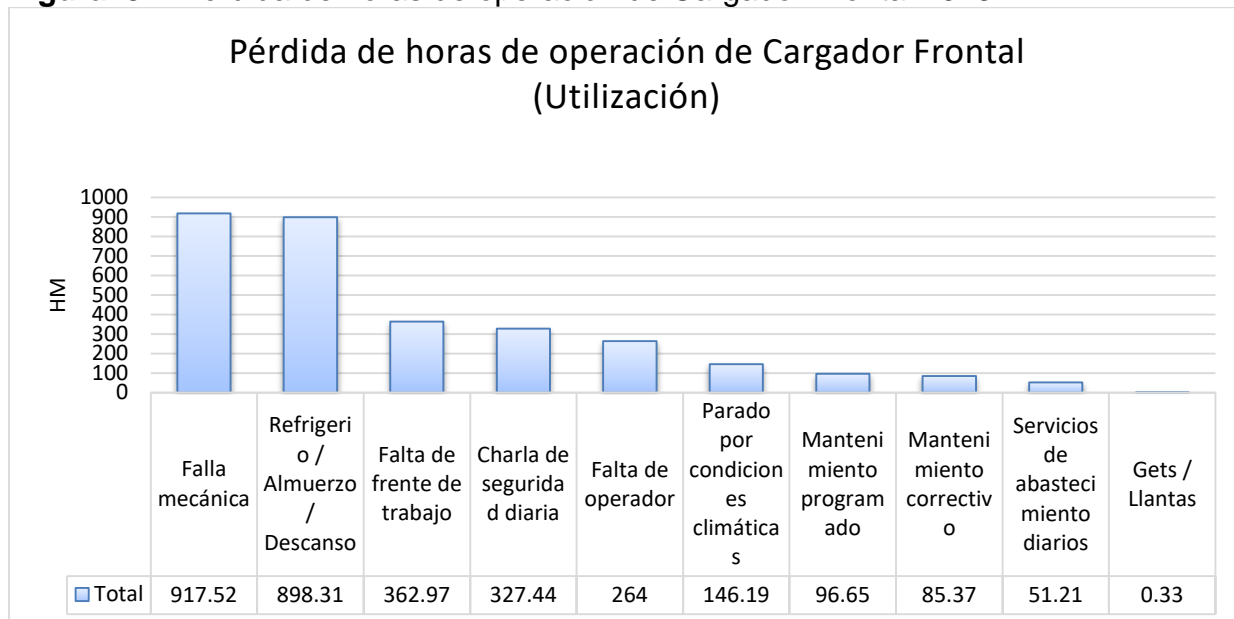
**Figura 30:** Pérdida de horas de operación de Volquetes 2017



**Nota:** Demoras que afectan directamente la Utilización de los equipos.

Como se muestra en la Figura 30, la demora más saltante es por falta de frente de trabajo que asciende a 22 806HM que es más del doble que en el año 2016 (Figura 29).

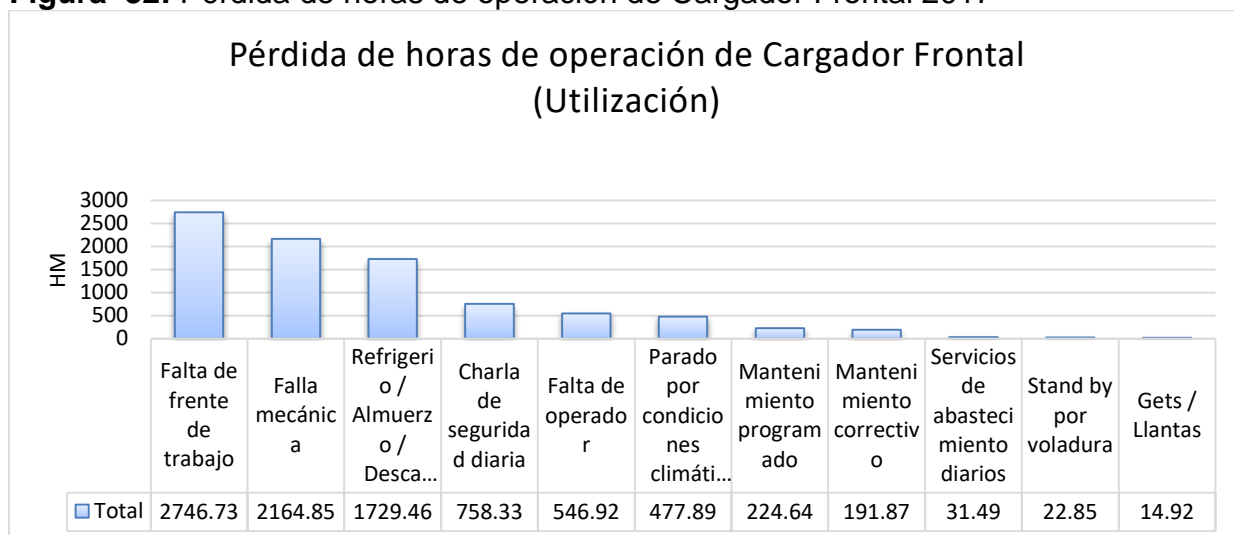
**Figura 31:** Pérdida de horas de operación de Cargador Frontal 2016



**Nota:** Demoras que afectan directamente la Utilización de los equipos.

En la Figura 31, se muestra la demora más resaltante es la por falla mecánica con un total de 917.52HM en los cargadores frontales, que afectan directamente la utilización de los equipos en el 2016.

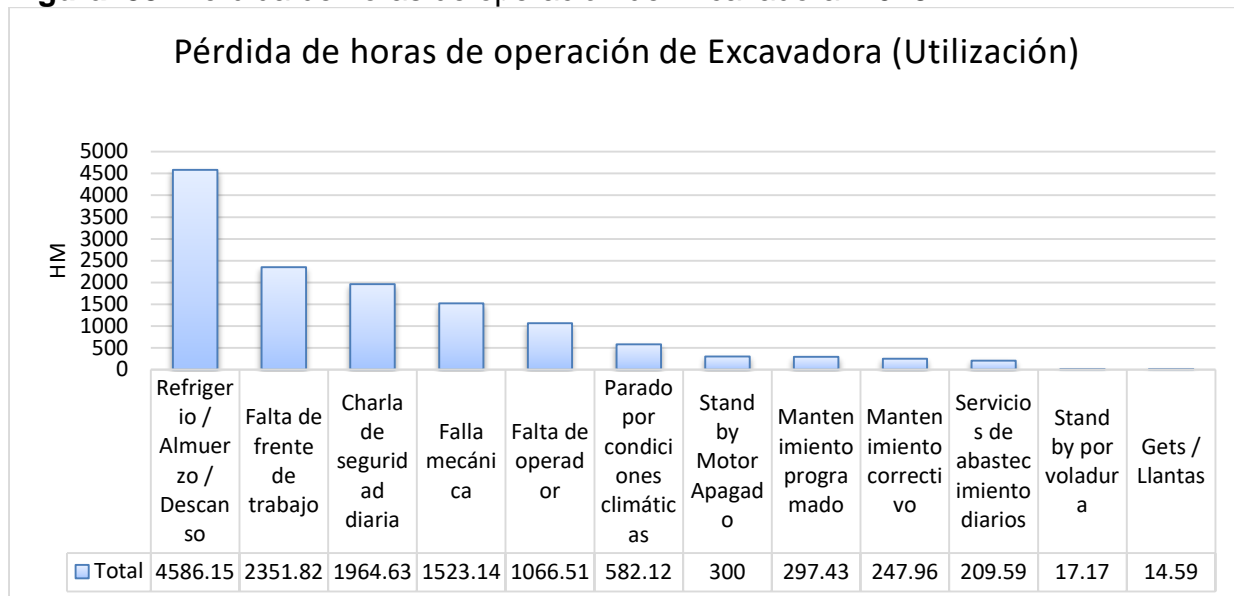
**Figura 32:** Pérdida de horas de operación de Cargador Frontal 2017



**Nota:** Demoras que afectan directamente la Utilización de los equipos.

En la Figura 32, la falta de frente de trabajo está con 2746.73 HM para los cargadores frontales que es mayor al contemplado en el año 2016 (Figura 31).

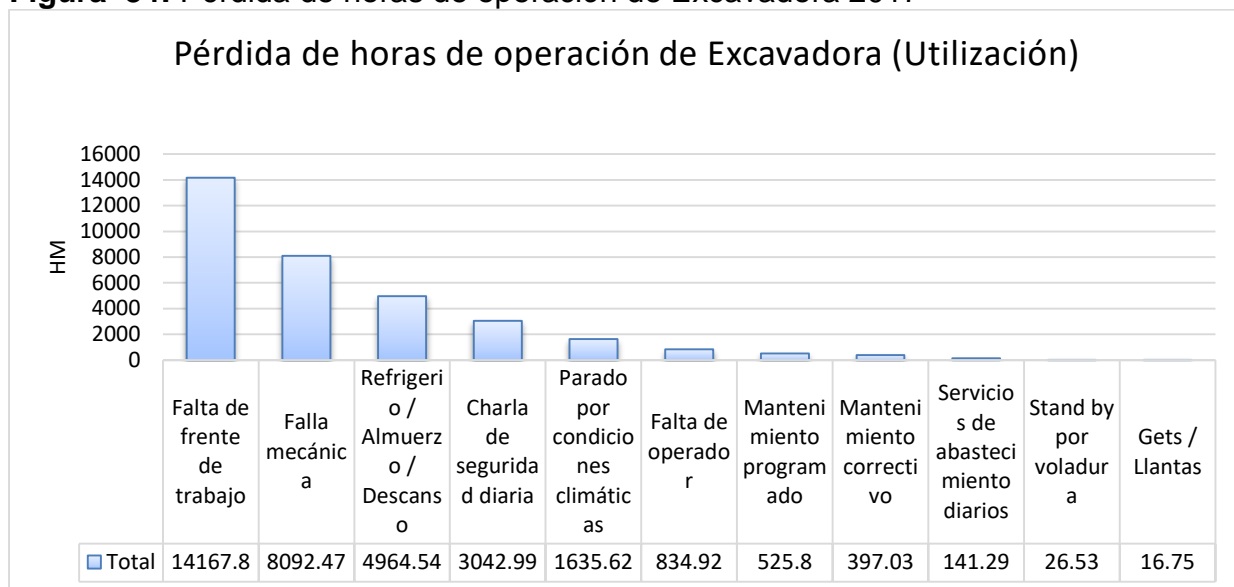
**Figura 33:** Pérdida de horas de operación de Excavadora 2016



**Nota:** Demoras que afectan directamente la Utilización de los equipos.

Como se muestra en la Figura 33, la demora más significativa es el tiempo reglamentario por refrigerio, en este tiempo hay muy poco que optimizar, como siguiente se ve la demora por falta de frente de trabajo que acumula 2351.8 HM que afecta a la utilización de los equipos.

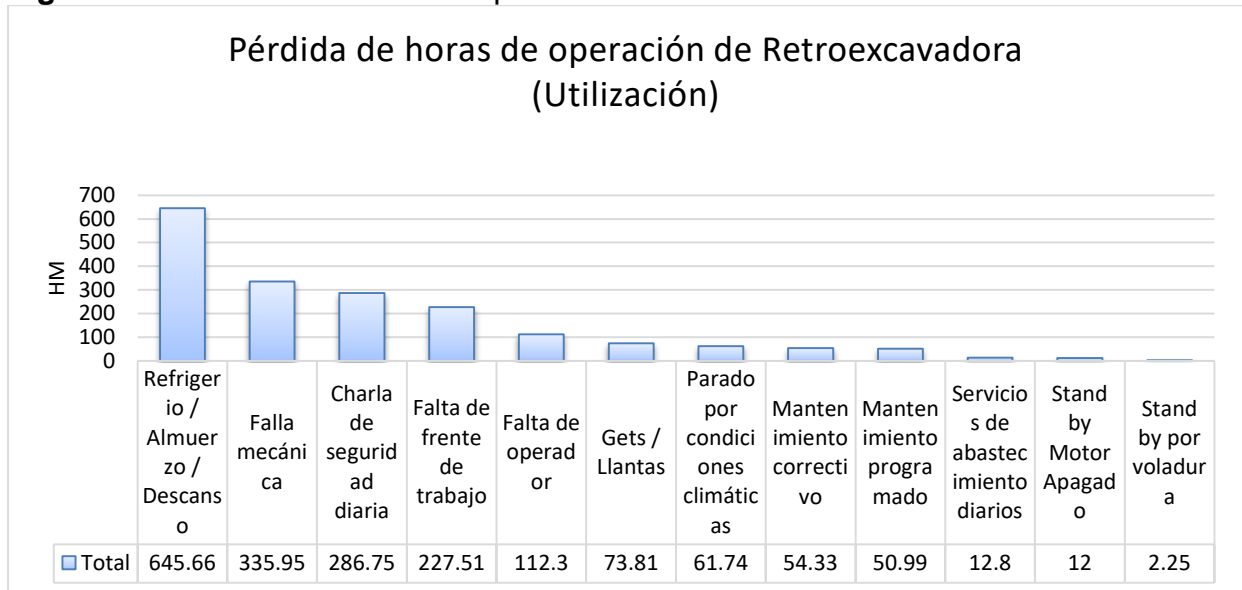
**Figura 34:** Pérdida de horas de operación de Excavadora 2017



**Nota:** Demoras que afectan directamente la Utilización de los equipos.

En la Figura 34, la demora por falta de frente de trabajo en las excavadoras llega a 14167.8 HM la misma que es mayor que la del 2016 (Figura 33).

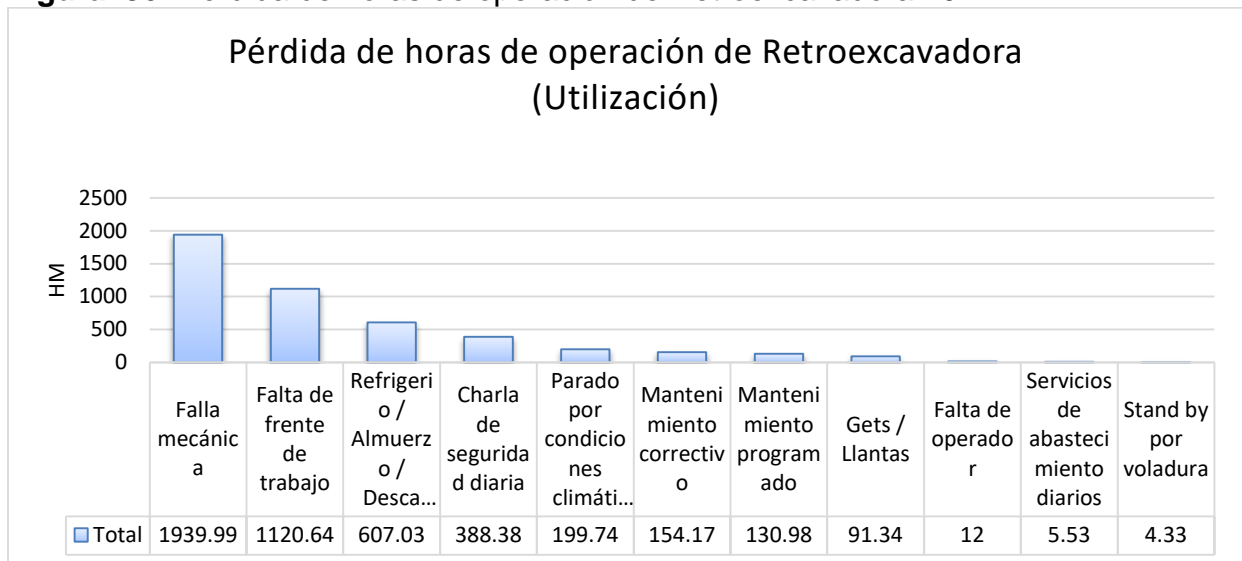
**Figura 35:** Pérdida de horas de operación de Retroexcavadora 2016



**Nota:** Demoras que afectan directamente la Utilización de los equipos.

En la Figura 35, la demora más significativa en las retroexcavadoras es la de refrigerio, pero como es reglamentaria no se puede optimizar mucho en estas horas, como segunda demora es la por fallas mecánicas con 335.9HM que no afecta en gran magnitud a las operaciones ya que sus indicadores de mantenimiento se mantienen en lo planificado (Figura 23).

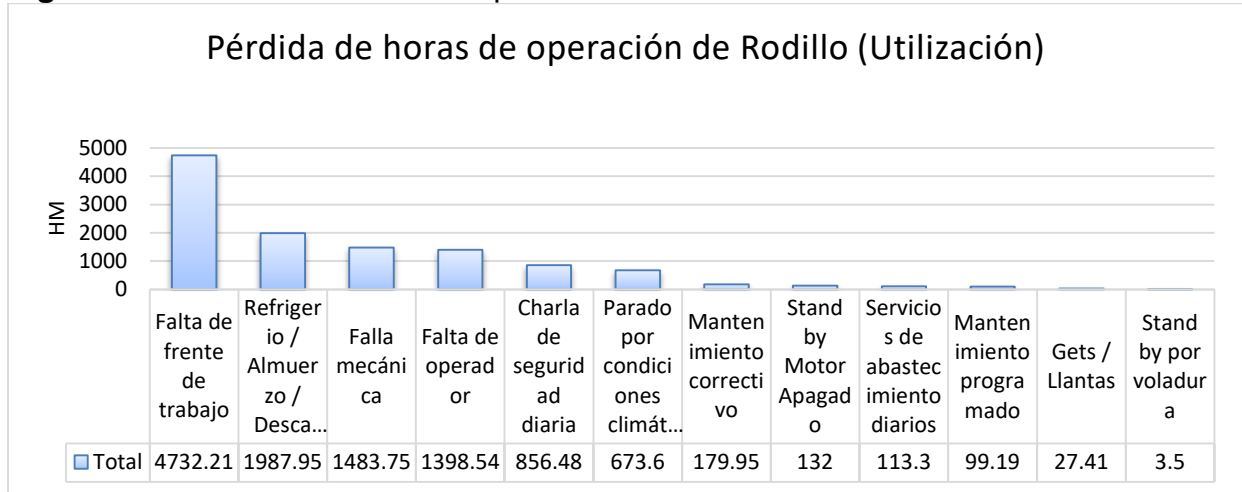
**Figura 36:** Pérdida de horas de operación de Retroexcavadora 2017



**Nota:** Demoras que afectan directamente la Utilización de los equipos.

En la Figura 36, las demoras por falla mecánica en las retroexcavadoras ascienden a 1939.9HM que merman el indicador de utilización de equipos, la demora por falta de frente de trabajo es 1120.6 HM es un tiempo que puede mejorar.

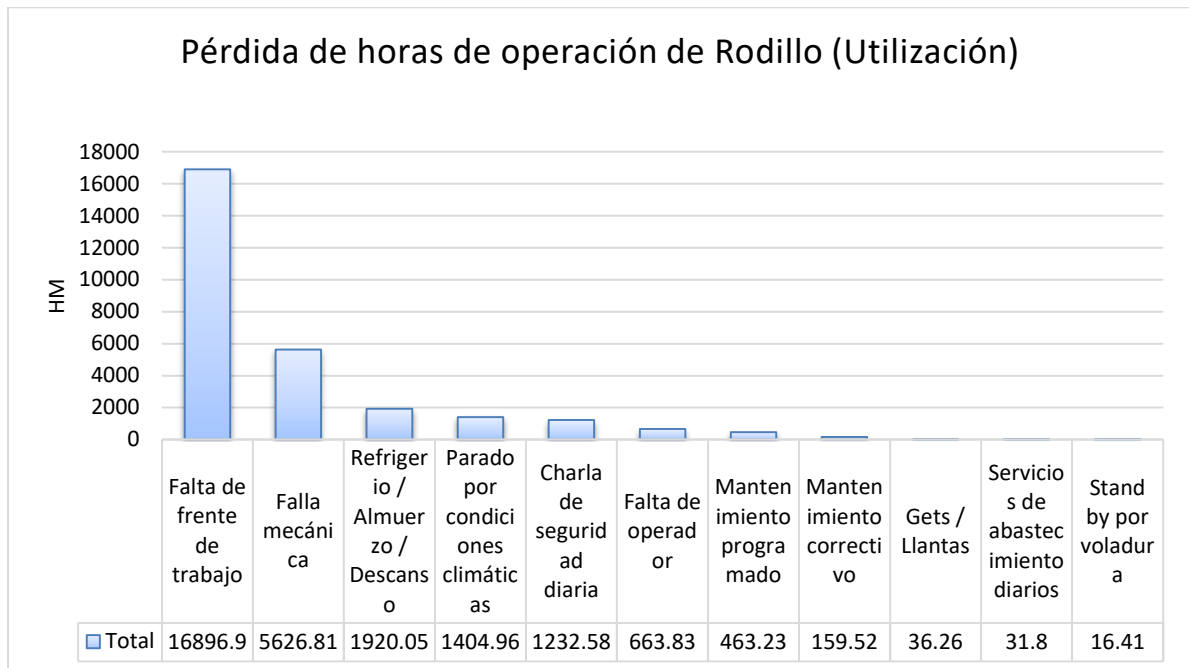
**Figura 37:** Pérdida de horas de operación de Rodillo 2016



**Nota:** Demoras que afectan directamente la Utilización de los equipos.

Como se muestra en la Figura 37, en las demoras con motor apagado resaltan por falta de frente de trabajo que suman 4732.21HM, que baja el porcentaje de utilización en los rodillos.

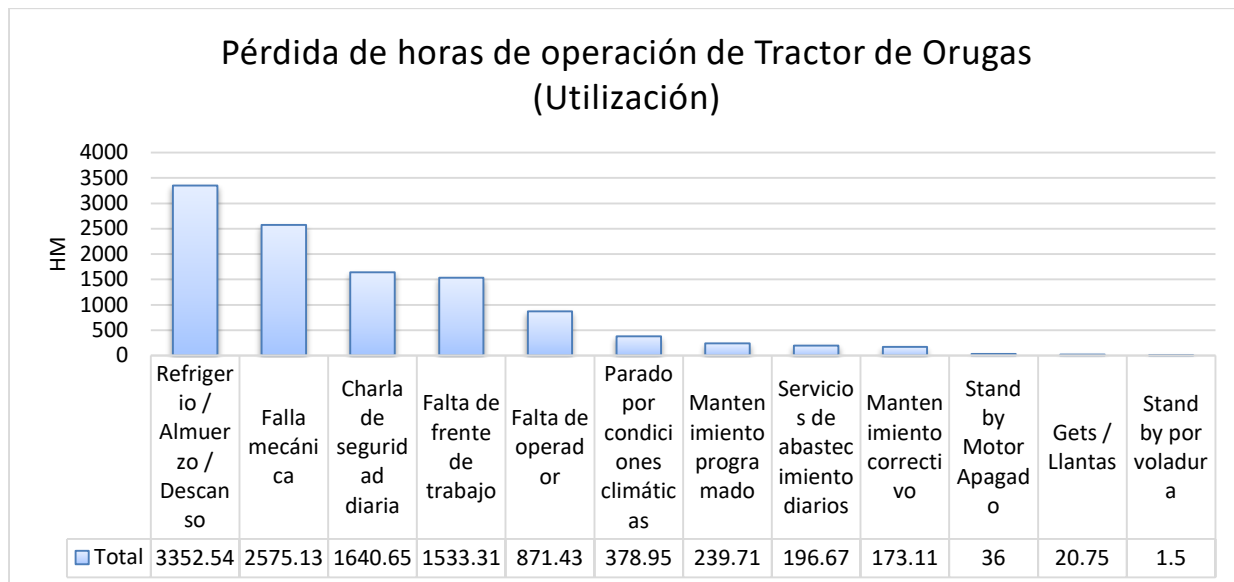
**Figura 38:** Pérdida de horas de operación de Rodillo 2017



**Nota:** Demoras que afectan directamente la Utilización de los equipos.

En la Figura 38, el año 2017 las demoras por falta de frente de trabajo suman 16 896HM que es mayor que la del año 2016 (Figura 37), esta cantidad de horas perdidas merman la utilización de los rodillos.

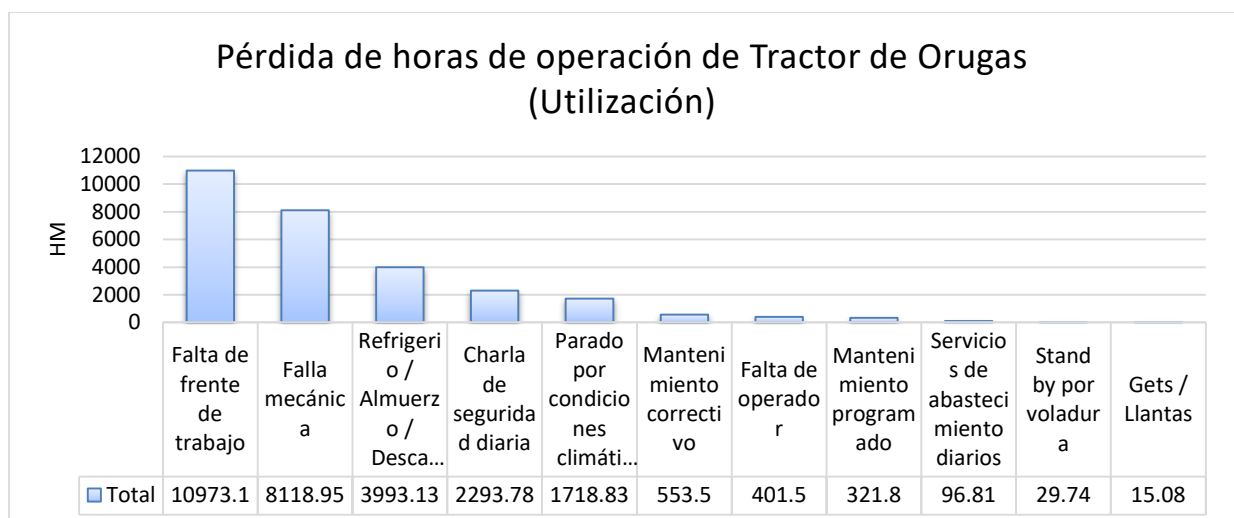
**Figura 39:** Pérdida de horas de operación de Tractor de Orugas 2016



**Nota:** Demoras que afectan directamente la Utilización de los equipos.

En la Figura 39, muestra como demora más incidente en los tractores oruga es el refrigerio como es reglamentaria, por siguiente es la falla mecánica con un acumulado de 2575.1HM que afecta en mayor proporción a su utilización.

**Figura 40:** Pérdida de horas de operación de Tractor de Orugas 2017



**Nota:** Demoras que afectan directamente la Utilización de los equipos.

La Figura 40, muestra demoras por falta de frente de trabajo que suman 10973.1HM que merman la utilización de estos equipos en el 2017, a comparación con el año 2016 (Figura 39) esta demora es superior hasta por 10 veces.

Los resultados obtenidos corresponden al movimiento de tierras en el proyecto minero “Constancia” en la fase construcción, pudiendo generalizarse a proyectos de construcción civiles diversos donde involucren maquinaria pesada que no cuenten con sistema de recolección de datos “Distpach”, puede ser aplicado no solo para una evaluación del desempeño anual sino haciendo una evaluación diaria, semanal o mensual, con la finalidad de mitigar las restricciones y corregirlos de manera eficiente.

Se puede usar estos valores en indicadores de gestión de tiempos en el planeamiento de proyectos de construcción de diques de tierra.

Se generaliza la metodología usada en esta investigación, ya que los instrumentos y herramientas usados cumplen la función de gestionar las operaciones de maquinaria pesada así como de recopilar información sobre el buen uso de los mismos.

El aporte que se ha encontrado en este estudio es el uso de la herramienta de gestión de tiempos, la interpretación de sus factores de eficiencia que ayudan como indicadores del buen o mal uso de los equipos y puede ser usado en muchos proyectos que involucren maquinaria pesada, que se desee sacar un mejor provecho a sus equipos pesados y para maximizar sus ganancias.



### 4.3. Productividad parcial en equipos

**Tabla 17: Costo m3 - Productividad parcial 2016**

DES_FRENTE	DES_PARTIDA CONTROL	Abr-16	May-16	Jun-16	Jul-16	Ago-16	Set-16	Oct-16	US\$/m3 Total 2016
Dique Este	Relleno - Arcilla	-	-	1.64	1.62	25.72	-	-	1.65
	Transporte de Arcilla	-	-	1.33	1.32	1.91	-	-	1.33
	Relleno - Filtro	-	-	2.51	2.05	-	-	-	2.30
	Transporte de Filtro	-	-	0.77	1.19	-	-	-	0.96
	Relleno - Transición	-	-	1.64	1.82	-	-	-	1.71
	Transporte de Transición	-	-	0.85	0.87	-	-	-	0.86
	Relleno - Relleno Estructural	-	-	1.30	1.78	-	-	-	1.55
	Transporte de Relleno Estructural	-	-	0.51	0.68	-	-	-	0.59
Dique Oeste	Relleno - Arcilla	-	-	1.89	1.81	1.47	1.63	-	1.66
	Transporte de Arcilla	-	-	1.33	1.30	1.34	1.19	-	1.31
	Relleno - Filtro	-	3.21	3.89	2.26	1.41	1.82	-	2.19
	Transporte de Filtro	-	0.74	1.10	1.04	0.90	0.92	-	0.97
	Relleno - Transición	-	1.85	1.93	2.30	1.64	1.61	-	1.94
	Transporte de Transición	-	0.80	0.82	0.85	0.67	0.51	-	0.76
	Relleno - Relleno Estructural	-	0.36	0.86	1.60	1.33	12.08	-	1.32
	Transporte de Relleno Estructural	-	0.37	0.46	0.71	0.68	0.68	-	0.64

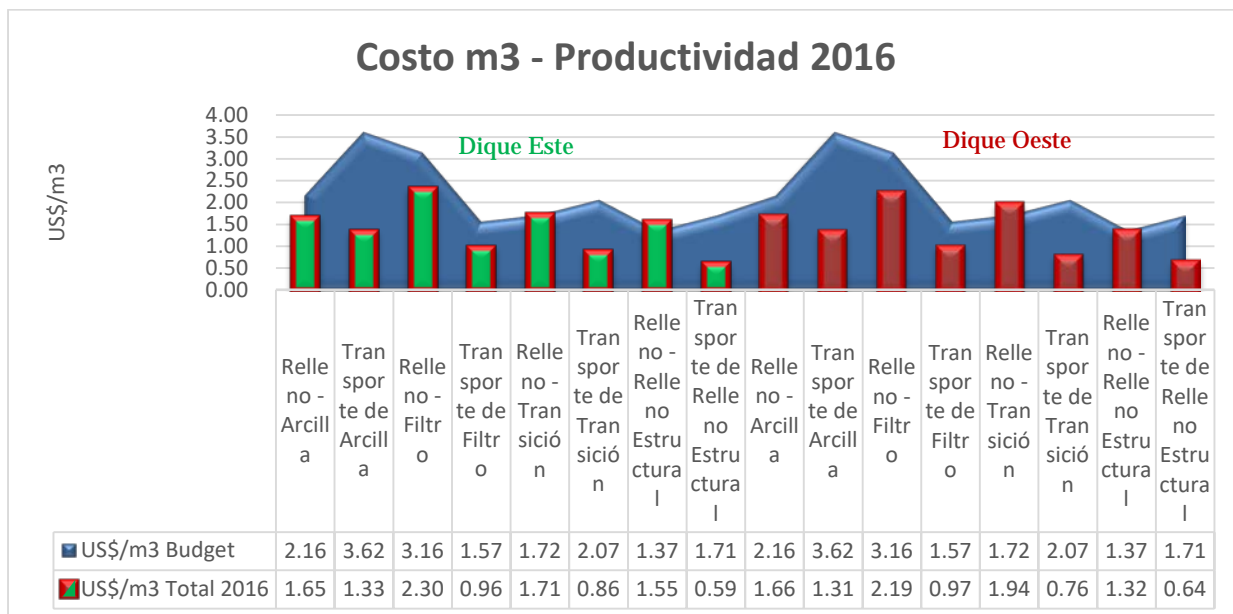
En Tabla 17, se muestra el costo que demandó la colocación y transporte de diferentes materiales para los respectivos diques, el relleno estructural del dique Este en el mes de agosto el costo de 25.72 US\$/m3 esto se debe a la colocación de poco material para el acabado del relleno de arcilla ya que en el total no es representativo 1.65 US\$/m3, de manera similar encontramos un pico elevado en el costo de 12.08 US\$/m3 que se usó un volumen bajo de relleno estructural en setiembre en la partida de relleno estructural ya que al final del año tiene un total de 1.32 US\$/m3. En los cuadros donde se mantienen en cero (-) es cuando no se registró volumen de materiales movidos a las diversas estructuras del dique.

**Tabla 18: Costo m3 - Productividad parcial 2017**

DES_FRENTE	DES_PARTIDA CONTROL	May-17	Jun-17	Jul-17	Ago-17	Set-17	Oct-17	Nov-17	US\$/m3 Total 2017
Dique Este	Relleno - Arcilla	-	1.33	2.34	2.21	2.89	3.53	-	2.24
	Transporte de Arcilla	-	1.70	1.78	5.47	1.90	1.67	-	2.75
	Relleno - Filtro	-	1.73	1.88	-	2.13	1.27	-	2.45
	Transporte de Filtro	-	1.11	1.37	-	1.45	1.33	-	2.66
	Relleno - Transición	-	2.22	1.95	-	1.61	0.99	-	2.45
	Transporte de Transición	-	0.68	0.70	-	0.78	0.82	-	1.56
	Relleno - Relleno Estructural	-	2.70	1.40	1.58	1.28	2.32	-	1.50
	Transporte de Relleno Estructural	-	0.34	0.55	1.70	0.61	0.78	-	0.86
Dique Oeste	Relleno - Arcilla	-	-	2.24	1.96	2.17	3.13	3.89	2.57
	Transporte de Arcilla	-	0.56	1.96	5.52	1.84	1.70	1.52	2.83
	Relleno - Filtro	-	-	2.14	-	1.84	1.82	2.36	2.46
	Transporte de Filtro	-	-	0.88	-	0.98	1.03	1.15	1.89
	Relleno - Transición	-	1.08	2.86	-	1.62	1.66	1.04	2.13
	Transporte de Transición	-	0.82	0.79	-	0.77	0.90	0.95	1.41
	Relleno - Relleno Estructural	-	-	9.72	1.45	1.19	0.95	1.03	1.08
	Transporte de Relleno Estructural	-	-	0.44	2.26	0.58	0.71	0.77	0.78

En la Tabla 18, el costo de la productividad tiene diferencias leves en cada partida en relación con el total anual, el pico más alto es de 9.72 US\$/m3 de la partida de “Relleno – relleno estructural” en el mes de julio que se debe a un menor volumen de movimiento de tierras a comparación del costo de los equipos que demando para esa actividad, se aprecia que la productividad del relleno estructural es la más barata en las partidas de rellenos como transportes en ambos diques.

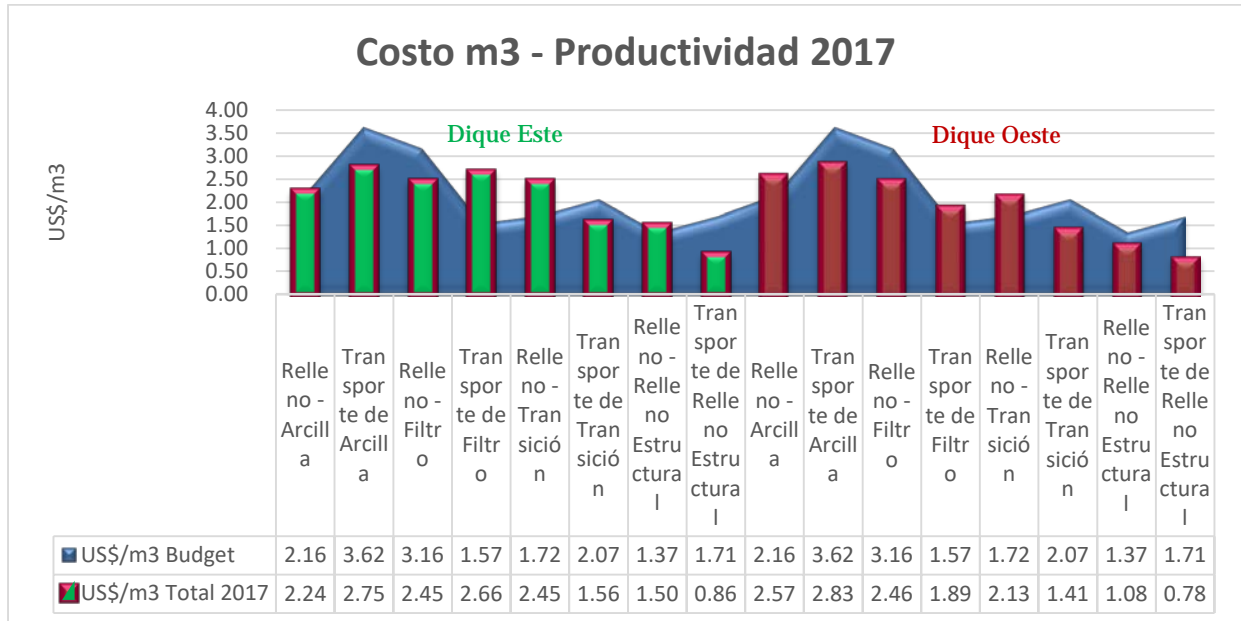
**Figura 41:** Productividad Parcial ejecutada Vs Presupuestada 2016



**Nota:** Esta productividad parcial total se refiere a la que se obtiene el cociente del costo que involucra en cada partida de análisis con su respectivo volumen acumulado durante el 2016.

En la Figura 41, se muestra tres grupos de productividades parcial la primera que es la ejecutada de dique Este, Oeste que está con barras verde y rojo respectivamente, una tercera que está representada con el área azul que es la presupuestada, dicha evaluación está realizada independientemente por cada partida estudiada y representa el costo (US\$) por cada metro cubico movido. En la mayoría de partidas de ambos diques las barras son menores que las del área azul eso es un indicador a nuestro favor que significa que nuestro proceso se mantuvo en lo presupuestado con una brecha de ganancia.

**Figura 42:** Productividad Parcial ejecutada Vs Presupuestada 2017



**Nota:** Esta productividad parcial total se refiere a la que se obtiene el cociente del costo que involucra en cada partida de análisis con su respectivo volumen acumulado durante el 2017.

Como se muestra en la Figura 42, la productividad parcial ejecutada en las partidas de relleno de arcilla, transporte de filtro, relleno de transición, relleno estructural del dique este, como las de relleno de arcilla, transporte de filtro y relleno de transición del dique Oeste fueron mayores que las presupuestadas; mientras que en las otras partidas estudiadas se mantuvieron por debajo lo cual fue una ventaja.

En los resultados de productividades en la investigación de Ordoñez (2013) tiene en sus partidas de relleno 0.55 a 4.04 US\$/m<sup>3</sup> y en las de acarreo de material 1.5 a 4.04 US\$/m<sup>3</sup>; mientras que nuestros ratios en las partidas estudiadas oscilan entre 1.31 a 2.30 US\$/m<sup>3</sup> en las partidas de rellenos, mientras en el acarreo de materiales desde 0.59 a 1.33 US\$/m<sup>3</sup> en el 2016 y 1.50 a 2.57 US\$/m<sup>3</sup> en partidas de transporte de materiales, y 0.78 a 2.83 US\$/m<sup>3</sup> en las partidas de rellenos en el 2017. Las diferencias halladas son que las partidas estudiadas son distintas que cambian en material, distancias de acarreo, equipos utilizados, condiciones de vías y otros factores. Un dato de importancia es que los valores de productividades halladas en este capítulo son parciales tomadas como insumo maquina seca vs volumen movido en cada partida estudiada.

#### 4.4. Contrastación de hipótesis

##### Hipótesis general

Según la hipótesis general, los indicadores clave de desempeño tienen una relación directa con el rendimiento, y la productividad; con esto se tendría el control de las variables de rendimiento y productividad del Proyecto Minero Constancia – Cusco. Los indicadores clave de desempeño oscilan entre 50% y 70% en sus factores de eficiencia, el rendimiento fue el 70% del presupuestado y, en el 65% de las partidas estudiadas generamos ganancias en las productividades.

En los rendimientos de los equipos de carguío en el 2016 los materiales que más lejos se mantuvieron del presupuestado fueron los de relleno transición (Figura 9) y estructural (Figura 11), como en las productividades que sobrepasaron el presupuestado el mismo año (pérdida); en el 2017 el bajo rendimiento de carguío de arcilla (Figura 6), transición (Figura 10), estructural (Figura 12), fue similar a las productividades que se perdió ese año para las partidas relacionadas a estos materiales. Los rendimientos en equipos de acarreo de filtro del año 2017 (Figura 16) se muestra que en algunos modelos de camión no llega a la meta presupuestada, es por ello que en la productividad de transporte de filtro en el ambos diques este año está excediendo el presupuestado.

La hipótesis general también indica que los valores de factores de eficiencia de tiempos como la disponibilidad física, mecánica, utilización y uso de lo disponible de equipos pesados influyen directamente en la productividad.

Como resultado se obtuvieron:

**Tabla 19:** Disponibilidad física y mecánica en los años 2016 y 2017

Año	Promedio de Disponibilidad Física	Promedio de Disponibilidad Mecánica
<b>2016</b>	95.0%	92.1%
<b>2017</b>	92.5%	87.5%

En la Tabla 19, se verifica claramente que los factores de eficiencia de disponibilidad física y mecánica están sobre el 90% se cumple lo planificado además estos porcentajes hallados son similares a los estudios mencionados en antecedentes (entre 90% y 95%),

con esto quiere decir que factores de eficiencia mecánica no están mermando la productividad.

**Tabla 20:** Utilización, uso de lo disponible en los años 2016 y 2017

Año	Promedio de Utilización	Promedio de Uso de la Disponibilidad
<b>2016</b>	58.3%	76.9%
<b>2017</b>	51.2%	76.3%

En la Tabla 20, se muestra claramente que el factor de utilización están por debajo de 90% esto quiere decir que las horas de trabajos con motor encendido son muy bajas de forma parecida en ambos años evaluados, el 2017 se ve más afectado (51.2%), el uso de lo disponible está al 76.6% en promedio de años mientras que su meta planeada es de 90% esto dice que hay muchas demoras por concepto de demoras no operativas y que debió disminuirse. Como la utilización y el uso de la disponibilidad no llega a lo óptimo y el rendimiento en esas horas es bajo se estaría aportando de manera negativa a la productividad de los equipos como se muestra en la Figura 41 donde se tiene la partida de “Relleno Estructural – Dique Este”, “Relleno de Transición – Dique Oeste” estuvo sobre lo presupuestado en el año 2016; y en el año 2017 los indicadores son más bajos, por ende en la Figura 42 donde hay partidas como “Relleno de Arcilla – Dique Este”, “Transporte de filtro – Dique Este”, “Relleno de Transición – Dique Este”, “Relleno Estructural – Dique Este”, “Relleno de Arcilla – Dique Oeste”, “Transporte de filtro – Dique Oeste” y “Relleno de Transición – Dique Oeste” son más costosos de lo contemplado en el presupuesto, por lo que los factores de eficiencia estarían influyendo directamente en la productividad.

Los valores de la productividad parcial real de los equipos están debajo de los presupuestados en las partidas estudiadas. La productividad parcial que es ventajoso es variada en el 2016 y 2017 como se muestra a continuación:

**Tabla 21:** Productividades parciales reales y presupuestadas año 2016 y 2017

FRENTE	DES_PARTIDA CONTROL	2016		2017	
		US\$/m3 real 2016	US\$/m3 Budget	US\$/m3 real 2017	US\$/m3 Budget
Dique Este	Relleno - Arcilla	1.65	2.16	2.24*	2.16*
	Transporte de Arcilla	1.33	3.62	2.75	3.62
	Relleno - Filtro	2.30	3.16	2.45	3.16
	Transporte de Filtro	0.96	1.57	2.66*	1.57*
	Relleno - Transición	1.71	1.72	2.45*	1.72*
	Transporte de Transición	0.86	2.07	1.56	2.07
	Relleno - Relleno Estructural	1.55*	1.37*	1.50*	1.37*
	Transporte de Relleno Estructural	0.59	1.71	0.86	1.71
Dique Oeste	Relleno - Arcilla	1.66	2.16	2.57*	2.16*
	Transporte de Arcilla	1.31	3.62	2.83	3.62
	Relleno - Filtro	2.19	3.16	2.46	3.16
	Transporte de Filtro	0.97	1.57	1.89*	1.57*
	Relleno - Transición	1.94*	1.72*	2.13*	1.72*
	Transporte de Transición	0.76	2.07	1.41	2.07
	Relleno - Relleno Estructural	1.32	1.37	1.08	1.37
	Transporte de Relleno Estructural	0.64	1.71	0.78	1.71

**Nota:** \*Indica los ratios de las productividades donde hubo perdida.

Como se muestra en la Tabla 21, los datos con el (\*) son donde el presupuestado es menor que el real o ejecutado.

En el tiempo que indicadores clave aumentan en porcentaje, los rendimientos también lo hacen, y la productividad es satisfactoria; mientras que si pasa lo contrario se convierte en pérdida, con esto la hipótesis se cumple.

## **CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **5.1. Conclusiones**

1. Los niveles de cada indicador clave de desempeño con el que se controla los tiempos es disponibilidad física es 93.7%, disponibilidad mecánica 98.8%, la utilización 54.7%, uso de la disponibilidad 76.6%; los resultados mostraron que la utilización y el uso de los equipos tuvieron un 35% en la búsqueda de mejoras para aumentar el aprovechamiento de los equipos, las demoras que más predominan son por falta de frente de trabajo que afecta en gran medida al factor de utilización.
2. El rendimiento de equipos de carguío llegó alrededor del 70% del presupuestado, mientras que el acarreo lo hizo al 90% del presupuestado; ambos rendimientos repercutieron sobre la productividad.
3. En el 2016 la productividad parcial real fue mayor que la del presupuesto en el 12.5% de las partidas evaluadas, mientras que en el año 2017 la productividad parcial real fue mayor que las del presupuesto en 43.8% de las partidas estudiadas, lo que indica que en esas partidas hubo oportunidades de mejora.
4. Los indicadores clave de desempeño tienen una relación directa con el rendimiento y la productividad, en el momento que los valores son elevados, la productividad mejora como lo hace el rendimiento; lo que valida nuestra hipótesis; demostrando así la efectividad de los indicadores clave de desempeño.

## **5.2.Recomendaciones**

1. Realizar investigaciones de indicadores clave de desempeño en proyectos viales, mantenimiento rutinario de carreteras, usando las herramientas de gestión de tiempo y rendimiento.
2. Investigar el impacto de factores como el “Uso” y “USAGE”, que son indicadores de gestión de tiempos de operación, en la influencia en la productividad de equipos.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- *Bernaola Ch. HG .2012. Gestión de la productividad total en minería subterránea: Indicadores de productividad. En Línea. Lima, PE. Consultado 04 abril 2018. 1 disco compacto, 12 cm. <https://www.gestiopolis.com/gestion-de-productividad-total-mineria-subterranea/#autores>*
- *Carro P, R., Gonzales G, D. 2012. Productividad y competitividad: Productividad parcial y productividad total. Buenos Aires, AR, Universidad Nacional De Mar del Plata, AR, 18 p./ 2 ed.*
- *Chase R, R. et al. 2009. Administración de operaciones – Producción y cadena de suministros: Medición de la productividad. Jesús Mares Chacón.12 ed. México, INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V. 800p.*
- *Cherné T, J., Gonzáles A, A. 2002. Movimiento de tierras: Maquinaria en el movimiento de tierras. España, 144 p.*
- *Gamarra V, F. 2009. Mejora del sistema de mantenimiento de la maquinaria en una empresa constructora. Tesis Ing. Mecánico. Lima, PE, Universidad Nacional de Ingeniería. 156p.*
- *GYM S.A. 2008. Control de productividad. Procedimiento de gestión, Lima, PE, 13p.*
- *Hernández S. R. et al. 2006. Metodología de la investigación: Definición del alcance de la investigación a realizar; exploratoria, descriptiva, correlacional o explicativa. 4th ed. México, Mc Graw Hill. 839p.*
- *HUDBAY 2013. Proyecto Minero Constancia Cusco - Perú. En Línea. Cusco, PE Consultado 31 abril 2017 1 disco compacto, 12 cm. [http://www.cip-trujillo.org/multimedia/congreso\\_minernorte/HUDBAY.pdf](http://www.cip-trujillo.org/multimedia/congreso_minernorte/HUDBAY.pdf)*
- *Mather D, (2005), The maintenance scorecard - creating strategic advantage . John Carleo. New York, EEUU, Industrial Press Inc. 265p.*
- *Mauricio Q, GW 2015. Mejoramiento continuo en la gestión del ciclo de acarreo de camiones en minería a tajo abierto en Antamina, Cerro Verde, Toquepala, Cuacone, Yanacocha, Alto Chicama, Las Bambas, Cerro Corona, Antapacay Y Pucamarca. Tesis posgrado Maestro en ciencia con mención en Gestión Minera. Lima, PE, Universidad Nacional de Ingeniería. 163p.*

- *Miranda S, AO. 2013. Análisis de productividad de mano de obra y equipos en la construcción de un PAD de Lixiviación PAD La Quinoa 8A Minera Yanacocha Cajamarca: Productividad de equipos. Tesis Ing. Civil. Cajamarca, PE UNC (Universidad Nacional de Cajamarca). 69 p.*
- *Ordoñez B, DE. 2013. Análisis de la productividad de equipos usados en el - Movimiento de tierras en campamento y accesos principales a Conga 1702 – K82- mediante la herramienta IP: Informe de Productividad de Equipos. Tesis Ing. Civil. Cajamarca, PE. UNC (Universidad Nacional de Cajamarca. 46 p*
- *Polar P, J. 2005. Maximización de la efectividad global de la flota de camiones mineros en minera Barrick Misquichilca. Tesis Ing. Mecánico. Lima, PE, Universidad Nacional de Ingeniería. 94p.*
- *Quiroga F, PI. 2016. Diseño de herramienta computacional para control de Kpi de operadores de carguío y transporte – Mina Los Bronces. Tesis Ing. Civil de Minas. Santiago De Chile, CHI, Universidad De Chile. 163p*
- *Ramírez V, N . 2006. Sistema de gestión del tiempo en operaciones mineras: Concepto de gestión de tiempos. Lima, PE, 124p.*
- *Ramírez V, N. 2016. Resultados comparativos de los indicadores de gestión de algunas empresas según método Nri: Otros Métodos de control de tiempos. En Línea. Lima, PE. NR Ingenieros S.A.C. Consultado 07 abril de 2018/ 1 disco compacto, 12 cm. <https://es.scribd.com/document/322941008/7-INDICADORES-DE-GESTION-DE-ALGUNAS-EMPRESAS-MINERAS-pdf>.*
- *Reátegui O, C. 2014. Gestión estratégica de costos y presupuestos en minería superficial. Lima. CAMIPER (Cámara Minera del Perú). s.e. 405p. color*
- *Santa María V, GA. 2003. Estrategias modernas en la gestión de mantenimiento en centro mineros de tajo abierto. Tesis Ing. Mecánico. Lima, PE, Universidad Nacional de Ingeniería. 203p.*
- *Seminario JF.2012.Esquema general para la presentación del proyecto de investigación (Tesis) En Ingeniería Civil. Cajamarca, PE, 13p.*
- *STRACONGYM. 2014. STRGyM\_CONST\_OT\_01: Definiciones de disponibilidad física, stand-by, demoras operativas y utilización. Cusco, PE, Feb 13; 5p.*
- *Vara H, AA. 2012. 7 pasos para una tesis exitosa: ¿Qué es la instrumentación?. 3ra Ed. Lima, PE, Instituto de Investigación de la Facultad de Ciencias*

*Administrativas y Recursos Humanos, Universidad de San Martín de Porres.*  
451p.

## **ANEXOS**

### **Anexo 1**

Formato de llenado de operadores de línea amarilla y camiones.

### **Anexo 2**

Gestión de tiempos, demoras que afectan a la Utilización de los años 2016 y 2017.

### **Anexo 3**

Rendimiento de equipos de carguío, acarreo de los años 2016 y 2017.

### **Anexo 4**

Reporte de indicador de productividad parcial de los equipos de los años 2016 y 2017.

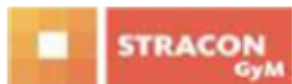
### **Anexo 5**

Actas de Confidencialidad de información.

# **ANEXO 1**

---

Formato de llenado de operadores de línea amarilla y camiones.



## PARTE DIARIO DE EQUIPO AMARILLO

PROYECTO CONSTANCIA  
HUBBAY

EQUIPO/MODELO: \_\_\_\_\_ CODIGO: \_\_\_\_\_ FECHA: \_\_\_\_\_ TURNO: \_\_\_\_\_

OPERADOR: \_\_\_\_\_ DNI : \_\_\_\_\_ COMB. GLS: \_\_\_\_\_

HOROMETRO INICIAL: \_\_\_\_\_ HOROMETRO FINAL: \_\_\_\_\_ HORAS TOTALES: \_\_\_\_\_

### 1.- PRODUCCION

ITEM	FRENTES DE TRABAJO	DESCRIPCION DEL TRABAJO	HORA INICIAL	HORA FINAL	HORAS TRABAJ.	OBSERVACIONES
01						
02						
03						
04						
05						
06						
07						

**HORAS TOTAL**

### 2.- TIEMPOS NO PRODUCTIVOS

ITEM	DESCRIPCION	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	TOTAL
01	CHARLA DE SEGURIDAD DIARIA					
02	STAND BY: POR LIBERACION DE FRENTES DE TRABAJO					
03	STAND BY: POR FALTA DE FRENTES DE TRABAJO					
04	STAND BY: EQUIPO NO PROGRAMADO					
05	STAND BY: ESPERA EQUIPO DE CARGUIO					
06	PARADO POR CONDICIONES CLIMATICAS (TORMENTA ELECTRICA)					
07	SERVICIOS ABASTECIMIENTOS DIARIOS					
08	MANTENIMIENTO PROGRAMADO					
09	MANTENIMIENTO / CORRECTIVOS					
10	MANTENIMIENTO GETS / LLANTAS					
11	FALLA MECANICA					
<b>TOTAL</b>						

Observaciones : .....

\_\_\_\_\_  
FIRMA OPERADOR


Nombre:.....

\_\_\_\_\_  
FIRMA CONTROLADOR

Nombre:.....

\_\_\_\_\_  
FIRMA SUPERVISOR

Nombre:.....

<b>PARTE DIARIO DE VOLQUETES</b> PROYECTO CONSTANCIA HUBBAY 	EQUIPO/PLACA _____	CODIGO _____	FECHA _____	TURNO _____
	OPERADOR _____	DNI _____	SUPERVISOR _____	
	HOROMETRO INICIAL _____	HOROMETRO FINAL _____	HORAS TRABAJADAS _____	
	KILOMETRAJE INICIAL _____	KILOMETRAJE FINAL _____	KM RECORRIDOS _____	COMB. GLS. _____

1.- PRODUCCION			TIPO DE MATERIAL		EQUIPO DE CARGUIO	HOR. INICIAL	HOR. FINAL	HORAS TOTALES	TOTAL	NUMERO DE VIAJES											
ITEM	ORIGEN	DESTINO								1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
01			Inadecuado	Relleno						12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
			Topsoil	Lastre							23	24	25	26	27	28	29	30			
			Bog	Otros.....																	
02			Inadecuado	Relleno						12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
			Topsoil	Lastre							23	24	25	26	27	28	29	30			
			Bog	Otros.....																	
03			Inadecuado	Relleno						12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
			Topsoil	Lastre							23	24	25	26	27	28	29	30			
			Bog	Otros.....																	
04			Inadecuado	Relleno						12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
			Topsoil	Lastre							23	24	25	26	27	28	29	30			
			Bog	Otros.....																	
05			Inadecuado	Relleno						12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
			Topsoil	Lastre							23	24	25	26	27	28	29	30			
			Bog	Otros.....																	
06			Inadecuado	Relleno						12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
			Topsoil	Lastre							23	24	25	26	27	28	29	30			
			Bog	Otros.....																	
07			Inadecuado	Relleno						12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
			Topsoil	Lastre							23	24	25	26	27	28	29	30			
			Bog	Otros.....																	

2.- TIEMPOS NO PRODUCTIVOS		INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	TOTAL
01	CHARLA DE SEGURIDAD DIARIA							
02	STAND BY: POR LIBERACION DE FRENTE DE TRABAJO							
03	STAND BY: POR FALTA DE FRENTE DE TRABAJO							
04	STAND BY: EQUIPO NO PROGRAMADO							
05	STAND BY: ESPERA EQUIPO DE CARGUIO							
06	PARADO POR CONDICIONES CLIMATICAS (TORMENTA ELECTRICA)							
07	SERVICIOS ABASTECIMIENTOS DIARIOS							
08	MANTENIMIENTO PROGRAMADO							
09	MANTENIMIENTO / CORRECTIVOS							
10	MANTENIMIENTO GETS / LLANTAS							
11	FALLA MECANICA							
<b>TOTAL</b>								

Observaciones : .....

\_\_\_\_\_  
 FIRMA OPERADOR  
 Nombre:.....

\_\_\_\_\_  
 FIRMA CONTROLADOR  
 Nombre:.....

\_\_\_\_\_  
 FIRMA SUPERVISOR  
 Nombre:.....

# **ANEXO 2**

---

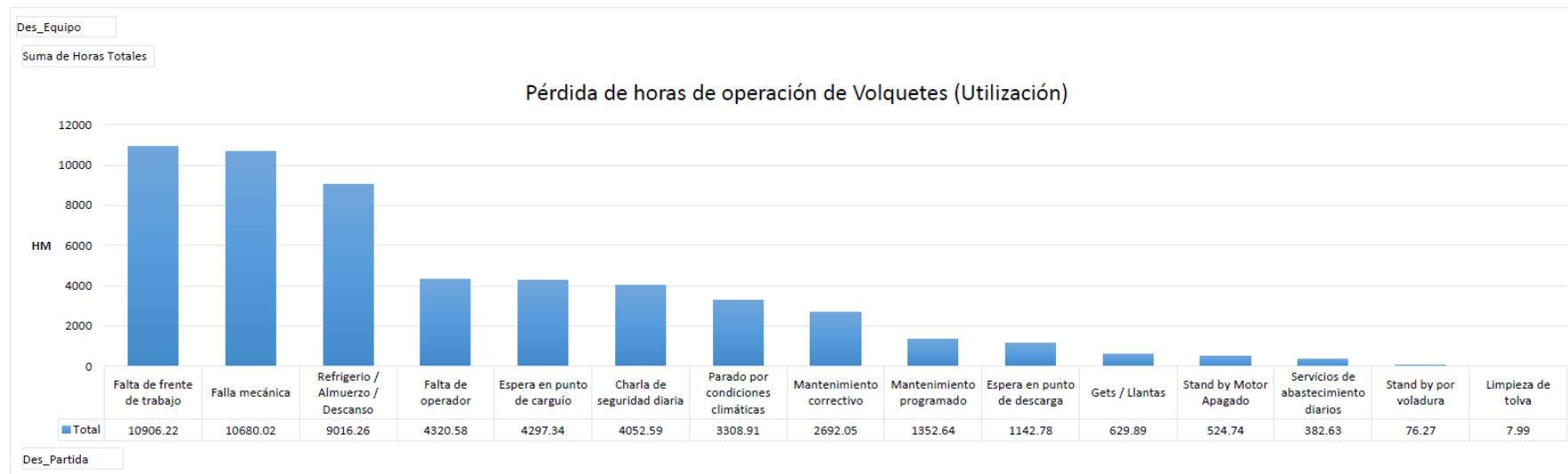
Gestión de tiempos, demoras que afectan a la Utilización de los años  
2016 y 2017.



**Tabla 22:** Pérdidas de horas de operación de Volquetes 2016

Des_Equipo	(Varios elementos)
Des_Partida	Suma de Horas Totales
Falta de frente de trabajo	10906.22
Falla mecánica	10680.02
Refrigerio / Almuerzo / Descanso	9016.26
Falta de operador	4320.58
Espera en punto de carguío	4297.34
Charla de seguridad diaria	4052.59
Parado por condiciones climáticas	3308.91
Mantenimiento correctivo	2692.05
Mantenimiento programado	1352.64
Espera en punto de descarga	1142.78
Gets / Llantas	629.89
Stand by Motor Apagado	524.74
Servicios de abastecimiento diarios	382.63
Stand by por voladura	76.27
Limpieza de tolva	7.99
<b>Total general</b>	<b>53390.91</b>

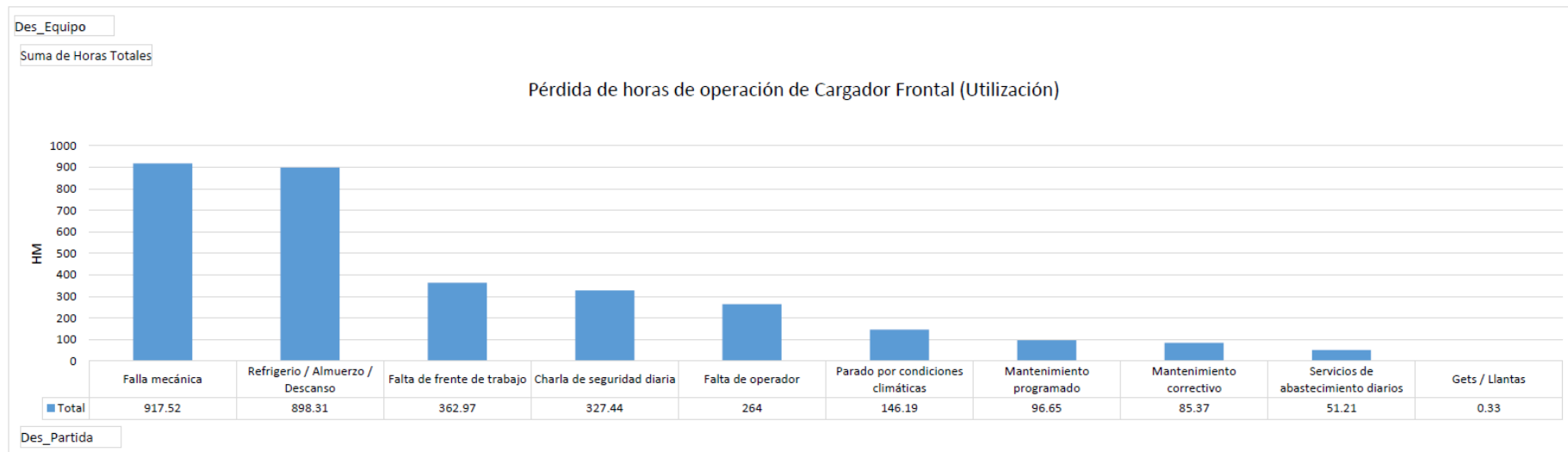
**Figura 43:** Diagrama de barras de las pérdidas de horas de operación de volquetes 2016



**Tabla 23:** Pérdidas de horas de operación de cargador frontal 2016

Des_Equipo	Cargador Frontal
<b>Des_Partida</b>	<b>Suma de Horas Totales</b>
Falla mecánica	917.52
Refrigerio / Almuerzo / Descanso	898.31
Falta de frente de trabajo	362.97
Charla de seguridad diaria	327.44
Falta de operador	264
Parado por condiciones climáticas	146.19
Mantenimiento programado	96.65
Mantenimiento correctivo	85.37
Servicios de abastecimiento diarios	51.21
Gets / Llantas	0.33
<b>Total general</b>	<b>3149.99</b>

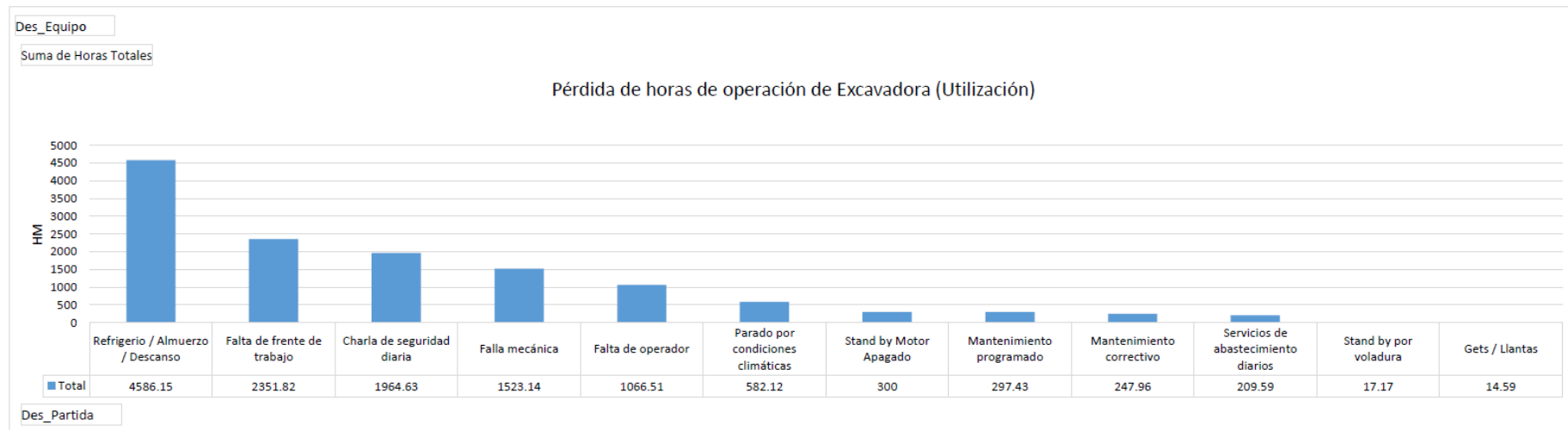
**Figura 44:** Diagrama de barras de las pérdidas de horas de operación de cargador frontal 2016



**Tabla 24:** Pérdidas de horas de operación de excavadora 2016

Des_Equipo	Excavadora
<b>Des_Partida</b>	<b>Suma de Horas Totales</b>
Refrigerio / Almuerzo / Descanso	4586.15
Falta de frente de trabajo	2351.82
Charla de seguridad diaria	1964.63
Falla mecánica	1523.14
Falta de operador	1066.51
Parado por condiciones climáticas	582.12
Stand by Motor Apagado	300
Mantenimiento programado	297.43
Mantenimiento correctivo	247.96
Servicios de abastecimiento diarios	209.59
Stand by por voladura	17.17
Gets / Llantas	14.59
<b>Total general</b>	<b>13161.11</b>

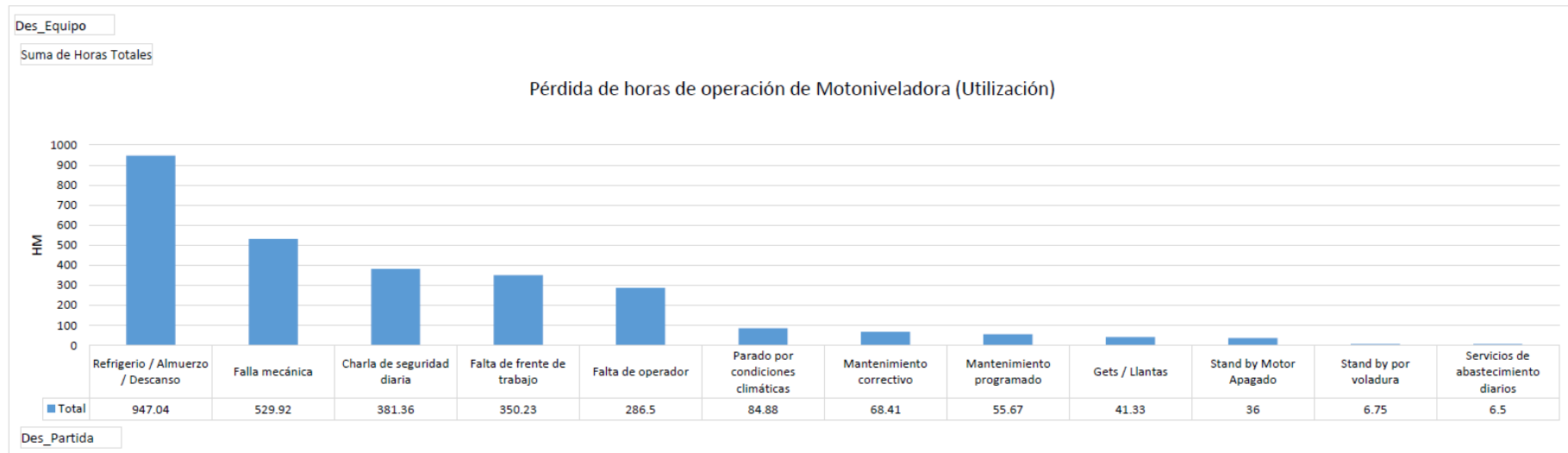
**Figura 45:** Diagrama de barras de las pérdidas de horas de operación de excavadora 2016



**Tabla 25:** Pérdidas de horas de operación de motoniveladora 2016

Des_Equipo	Motoniveladora
<b>Des_Partida</b>	<b>Suma de Horas Totales</b>
Refrigerio / Almuerzo / Descanso	947.04
Falla mecánica	529.92
Charla de seguridad diaria	381.36
Falta de frente de trabajo	350.23
Falta de operador	286.5
Parado por condiciones climáticas	84.88
Mantenimiento correctivo	68.41
Mantenimiento programado	55.67
Gets / Llantas	41.33
Stand by Motor Apagado	36
Stand by por voladura	6.75
Servicios de abastecimiento diarios	6.5
<b>Total general</b>	<b>2794.59</b>

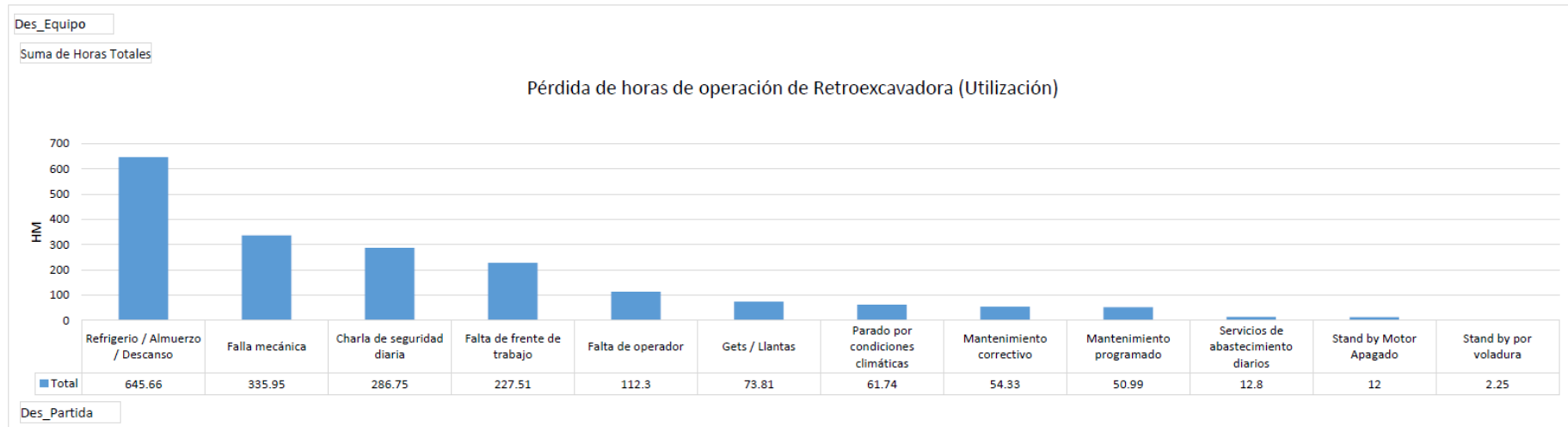
**Figura 46:** Diagrama de barras de las pérdidas de horas de operación de motoniveladora 2016



**Tabla 26:** Pérdidas de horas de operación de retroexcavadora 2016

Des_Equipo	Retroexcavadora
Des_Partida	Suma de Horas Totales
Refrigerio / Almuerzo / Descanso	645.66
Falla mecánica	335.95
Charla de seguridad diaria	286.75
Falta de frente de trabajo	227.51
Falta de operador	112.3
Gets / Llantas	73.81
Parado por condiciones climáticas	61.74
Mantenimiento correctivo	54.33
Mantenimiento programado	50.99
Servicios de abastecimiento diarios	12.8
Stand by Motor Apagado	12
Stand by por voladura	2.25
<b>Total general</b>	<b>1876.09</b>

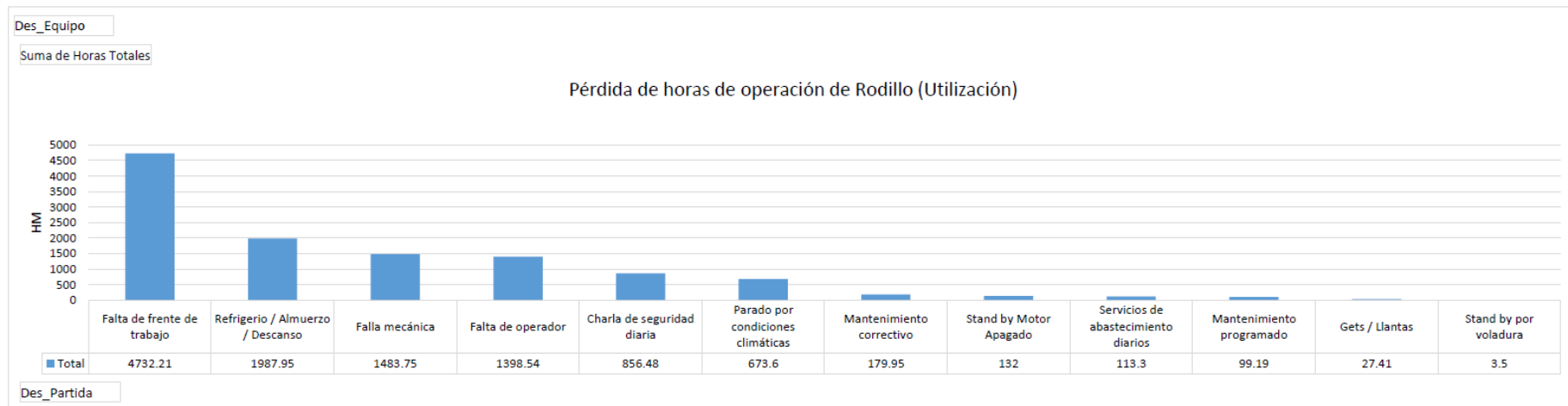
**Figura 47:** Diagrama de barras de las pérdidas de horas de operación de retroexcavadora 2016



**Tabla 27:** Pérdidas de horas de operación de rodillo 2016

Des_Equipo	Rodillo
<b>Des_Partida</b>	<b>Suma de Horas Totales</b>
Falta de frente de trabajo	4732.21
Refrigerio / Almuerzo / Descanso	1987.95
Falla mecánica	1483.75
Falta de operador	1398.54
Charla de seguridad diaria	856.48
Parado por condiciones climáticas	673.6
Mantenimiento correctivo	179.95
Stand by Motor Apagado	132
Servicios de abastecimiento diarios	113.3
Mantenimiento programado	99.19
Gets / Llantas	27.41
Stand by por voladura	3.5
<b>Total general</b>	<b>11687.88</b>

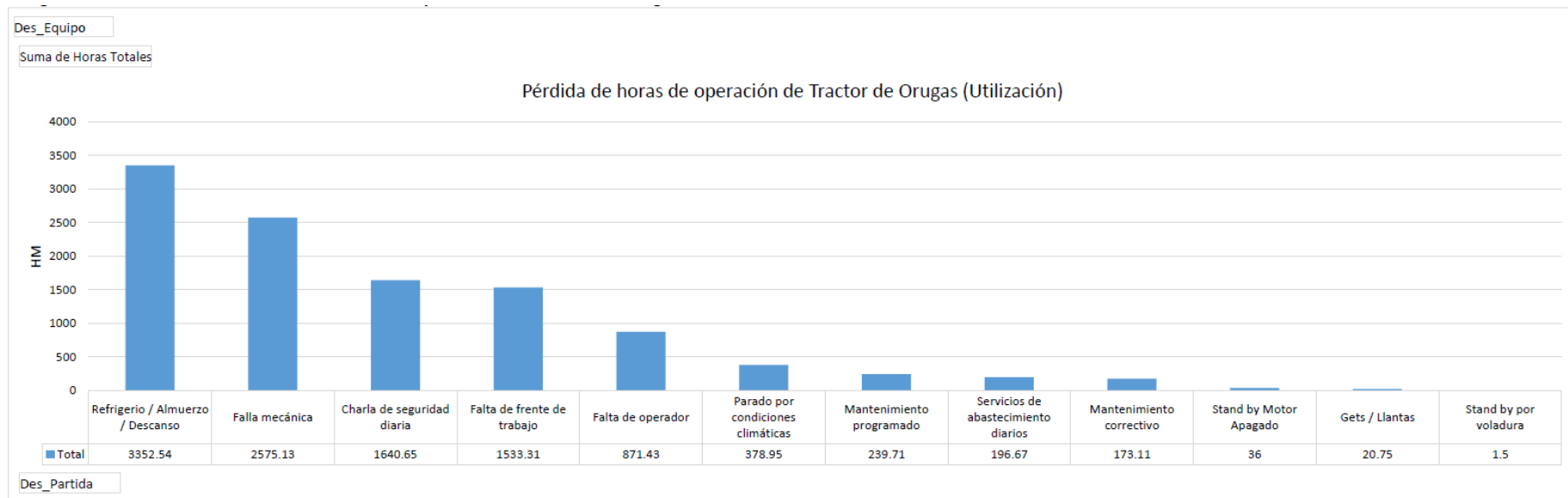
**Figura 48:** Diagrama de barras de las pérdidas de horas de operación de rodillo 2016



**Tabla 28:** Pérdida de horas de operación de tractor de orugas 2016

Des_Equipo	Tractor de Orugas
<b>Des_Partida</b>	<b>Suma de Horas Totales</b>
Refrigerio / Almuerzo / Descanso	3352.54
Falla mecánica	2575.13
Charla de seguridad diaria	1640.65
Falta de frente de trabajo	1533.31
Falta de operador	871.43
Parado por condiciones climáticas	378.95
Mantenimiento programado	239.71
Servicios de abastecimiento diarios	196.67
Mantenimiento correctivo	173.11
Stand by Motor Apagado	36
Gets / Llantas	20.75
Stand by por voladura	1.5
<b>Total general</b>	<b>11019.75</b>

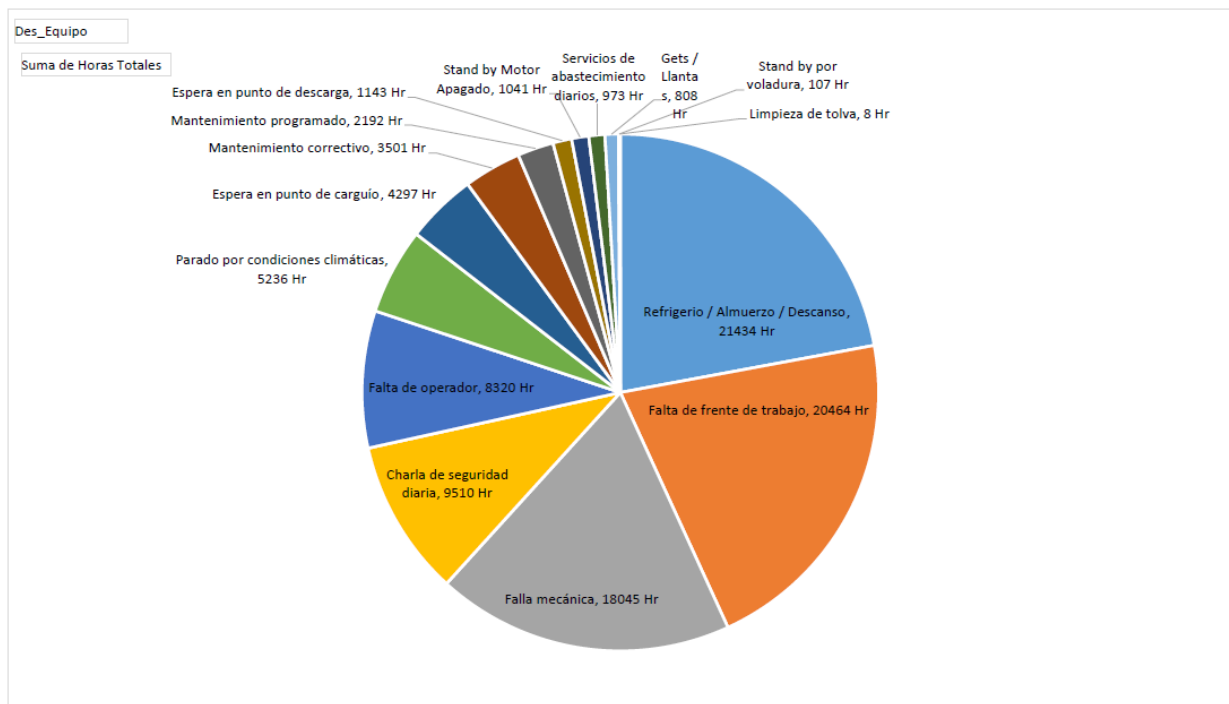
**Figura 49:** Diagrama de barras de las pérdida de horas de operación de tractor de orugas 2016



**Tabla 29:** Pérdida de horas de operación de todos los equipos 2016

Des_Equipo	(Varios elementos)
<b>Des_Partida</b>	<b>Suma de Horas Totales</b>
Refrigerio / Almuerzo / Descanso	21434 Hr
Falta de frente de trabajo	20464 Hr
Falla mecánica	18045 Hr
Charla de seguridad diaria	9510 Hr
Falta de operador	8320 Hr
Parado por condiciones climáticas	5236 Hr
Espera en punto de carguío	4297 Hr
Mantenimiento correctivo	3501 Hr
Mantenimiento programado	2192 Hr
Espera en punto de descarga	1143 Hr
Stand by Motor Apagado	1041 Hr
Servicios de abastecimiento diarios	973 Hr
Gets / Llantas	808 Hr
Stand by por voladura	107 Hr
Limpieza de tolva	8 Hr
<b>Total general</b>	<b>97080.32</b>

**Figura 50:** Diagrama circular de las pérdida de horas de operación de todos los equipos 2016

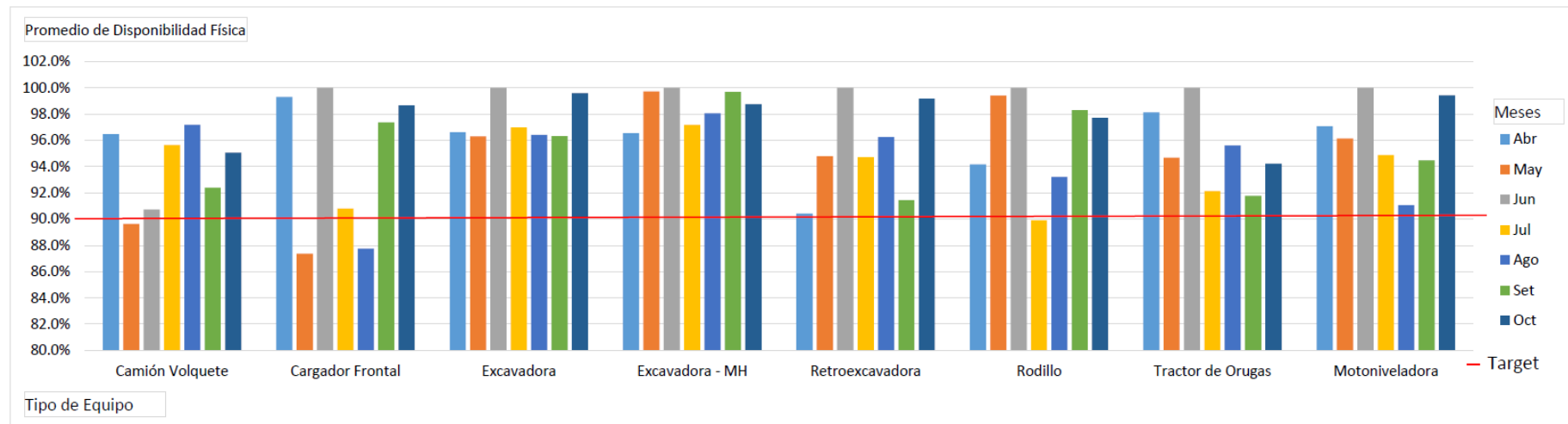




**Tabla 30:** Disponibilidad Física de los equipos - 2016

Promedio de Disponibilidad Física	Target Planeado 90%							
	Etiquetas de columna							
	Etiquetas de fila		Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set
Camión Volquete		96.5%	89.6%	90.7%	95.6%	97.2%	92.4%	95.1%
Cargador Frontal		99.3%	87.4%	100.0%	90.8%	87.7%	97.4%	98.7%
Excavadora		96.6%	96.3%	100.0%	97.0%	96.4%	96.3%	99.6%
Excavadora - MH		96.5%	99.7%	100.0%	97.2%	98.1%	99.7%	98.8%
Retroexcavadora		90.4%	94.8%	100.0%	94.7%	96.3%	91.4%	99.2%
Rodillo		94.2%	99.4%	100.0%	89.9%	93.2%	98.3%	97.7%
Tractor de Orugas		98.1%	94.7%	100.0%	92.1%	95.6%	91.8%	94.2%
Motoniveladora		97.1%	96.2%	100.0%	94.9%	91.1%	94.5%	99.4%

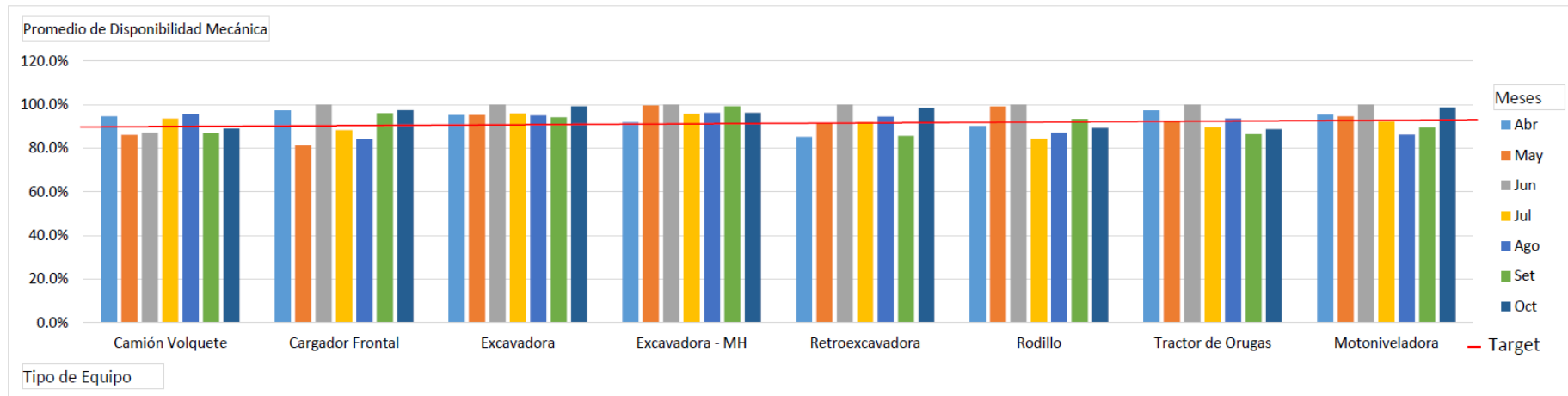
**Figura 51:** Diagrama de barras de Disponibilidad Física de los equipos - 2016



**Tabla 31:** Disponibilidad Mecánica de los equipos – 2016

Promedio de Disponibilidad Mecánica	Etiquetas de columna							Target Planeado
	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	90%
Camión Volquete	94.5%	86.0%	86.9%	93.7%	95.6%	86.8%	89.0%	
Cargador Frontal	97.3%	81.4%	100.0%	88.3%	84.0%	96.1%	97.4%	
Excavadora	95.2%	95.2%	100.0%	95.9%	95.0%	94.2%	99.2%	
Excavadora - MH	91.9%	99.6%	100.0%	95.8%	96.2%	99.2%	96.3%	
Retroexcavadora	85.3%	91.5%	100.0%	92.0%	94.4%	85.6%	98.3%	
Rodillo	90.2%	99.1%	100.0%	84.3%	86.9%	93.3%	89.3%	
Tractor de Orugas	97.3%	92.4%	100.0%	89.7%	93.6%	86.4%	88.7%	
Motoniveladora	95.5%	94.6%	100.0%	92.2%	86.2%	89.5%	98.7%	

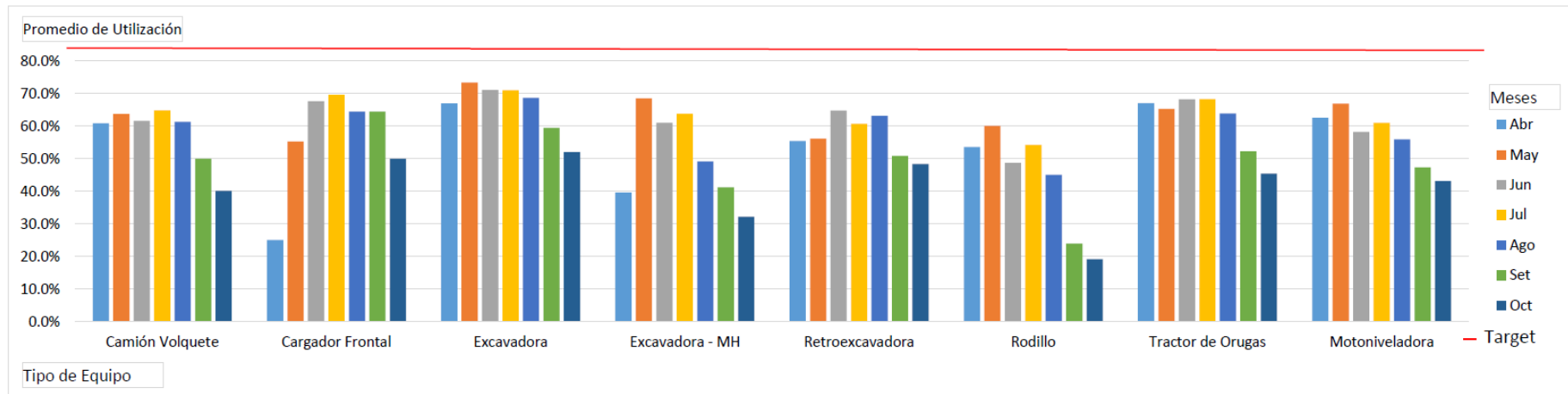
**Figura 52:** Diagrama de barras de Disponibilidad Mecánica de los equipos - 2016



**Tabla 32:** Utilización de los equipos - 2016

Promedio de Utilización	Etiquetas de columna							Target Planeado
	Etiquetas de fila		Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set
Camión Volquete	60.9%	63.7%	61.6%	64.8%	61.2%	50.0%	40.1%	90%
Cargador Frontal	25.0%	55.2%	67.6%	69.6%	64.4%	64.5%	50.0%	90%
Excavadora	67.0%	73.4%	71.0%	71.0%	68.6%	59.5%	52.0%	90%
Excavadora - MH	39.6%	68.5%	61.0%	63.8%	49.1%	41.2%	32.2%	90%
Retroexcavadora	55.4%	56.1%	64.7%	60.6%	63.1%	50.8%	48.4%	90%
Rodillo	53.5%	60.1%	48.7%	54.2%	45.0%	23.9%	19.1%	90%
Tractor de Orugas	67.1%	65.2%	68.2%	68.3%	63.9%	52.2%	45.4%	90%
Motoniveladora	62.6%	66.8%	58.2%	61.0%	55.9%	47.3%	43.1%	90%

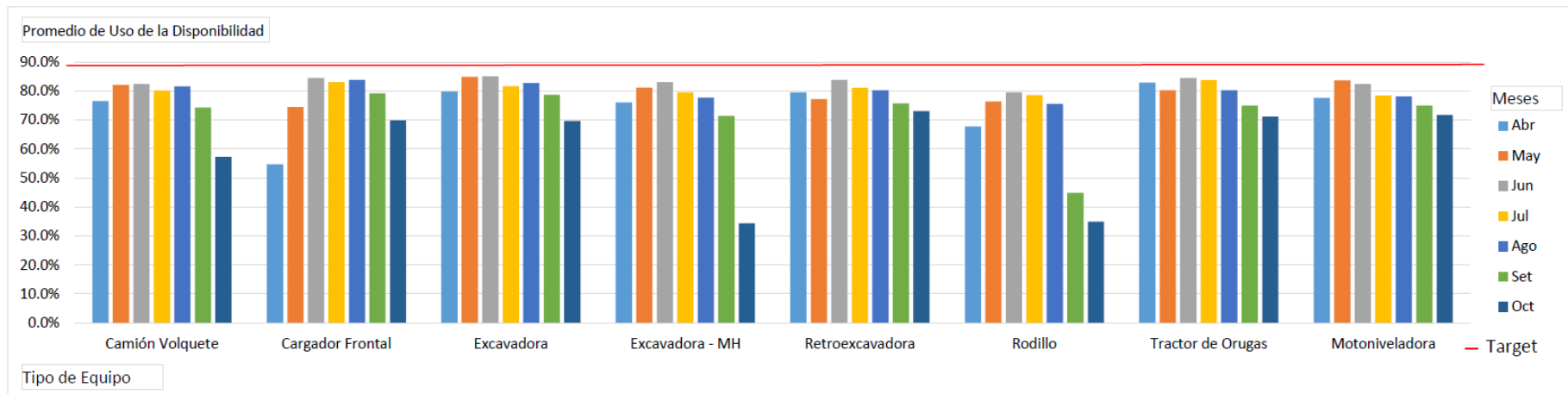
**Figura 53:** Diagrama de barras de Utilización de los equipos - 2016



**Tabla 33:** Uso de la Disponibilidad de los equipos – 2016

Promedio de Uso de la Disponibilidad	Etiquetas de columna							Target Planeado
	Etiquetas de fila		Jun	Jul	Ago	Set	Oct	90%
	Abr	May						
Camión Volquete	76.5%	82.1%	82.5%	80.1%	81.5%	74.3%	57.2%	
Cargador Frontal	54.7%	74.4%	84.4%	83.1%	83.9%	79.2%	69.9%	
Excavadora	79.8%	84.8%	85.1%	81.7%	82.7%	78.6%	69.7%	
Excavadora - MH	76.0%	81.2%	83.0%	79.6%	77.7%	71.4%	34.3%	
Retroexcavadora	79.5%	77.2%	83.8%	81.1%	80.3%	75.7%	73.0%	
Rodillo	67.7%	76.4%	79.6%	78.6%	75.5%	44.8%	34.9%	
Tractor de Orugas	82.9%	80.3%	84.5%	83.7%	80.3%	75.0%	71.1%	
Motoniveladora	77.6%	83.6%	82.3%	78.4%	78.1%	74.9%	71.7%	

**Figura 54:** Diagrama de barras de Uso de la Disponibilidad de los equipos - 2016



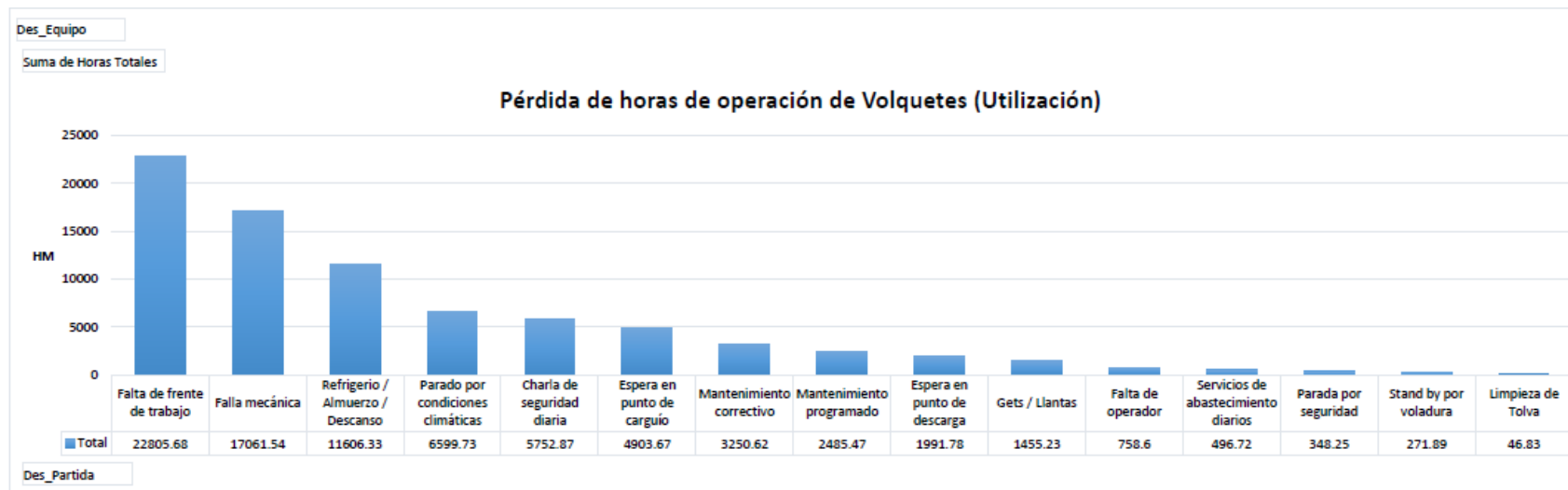
**Tabla 34: Indicadores clave de desempeño – 2016**

Mes	Tipo de Equipo	Tiempo Programado	Operando Efectivo (Motor Encendido)	Standby Time (Motor Apagado)	Tiempo en Mantenimiento	Disponibilidad Física	Disponibilidad Mecánica	Utilización	Uso de la Disponibilidad
Abr-16	Camión Volquete	13992	8515.23	2609.73	493.35	96.5%	94.5%	60.9%	76.5%
Abr-16	Excavadora	3936	2636.4	667.36	133.25	96.6%	95.2%	67.0%	79.8%
Abr-16	Excavadora - MH	96	38	12	3.33	96.5%	91.9%	39.6%	76.0%
Abr-16	Tractor de Orugas	3528	2365.9	487.83	66.1	98.1%	97.3%	67.1%	82.9%
Abr-16	Rodillo	1104	591	281.43	64.5	94.2%	90.2%	53.5%	67.7%
Abr-16	Cargador Frontal	408	102.2	84.67	2.83	99.3%	97.3%	25.0%	54.7%
Abr-16	Motoniveladora	984	615.7	177.71	28.76	97.1%	95.5%	62.6%	77.6%
Abr-16	Retroexcavadora	672	372.2	95.85	64.36	90.4%	85.3%	55.4%	79.5%
Abr-16	Equipos	24720	15236.63	4416.58	856.48	96.5%	94.7%	61.6%	77.5%
May-16	Camión Volquete	30480	19402.06	4237.58	3159.51	89.6%	86.0%	63.7%	82.1%
May-16	Excavadora	8760	6427.6	1147.68	322.8	96.3%	95.2%	73.4%	84.8%
May-16	Excavadora - MH	720	493	114.5	2	99.7%	99.6%	68.5%	81.2%
May-16	Tractor de Orugas	7320	4775.8	1174.72	390.49	94.7%	92.4%	65.2%	80.3%
May-16	Rodillo	2160	1297.5	401.57	12.41	99.4%	99.1%	60.1%	76.4%
May-16	Cargador Frontal	1416	782.1	269	178.83	87.4%	81.4%	55.2%	74.4%
May-16	Motoniveladora	1440	962.4	188.92	55.41	96.2%	94.6%	66.8%	83.6%
May-16	Retroexcavadora	1344	754.1	223.3	70	94.8%	91.5%	56.1%	77.2%
May-16	Equipos	53640	34894.56	7757.27	4191.45	92.2%	89.3%	65.1%	81.8%
Jun-16	Camión Volquete	41424	25506.42	5426.96	3843.48	90.7%	86.9%	61.6%	82.5%
Jun-16	Excavadora	15312	10877	1910.5	0	100.0%	100.0%	71.0%	85.1%
Jun-16	Excavadora - MH	1488	907.4	186	0	100.0%	100.0%	61.0%	83.0%
Jun-16	Tractor de Orugas	13296	9061.5	1660	0	100.0%	100.0%	68.2%	84.5%
Jun-16	Rodillo	5592	2722.9	699	0	100.0%	100.0%	48.7%	79.6%
Jun-16	Cargador Frontal	3288	2223.9	411	0	100.0%	100.0%	67.6%	84.4%
Jun-16	Motoniveladora	2856	1660.9	356.5	0	100.0%	100.0%	58.2%	82.3%
Jun-16	Retroexcavadora	1488	963.2	186	0	100.0%	100.0%	64.7%	83.8%
Jun-16	Equipos	84744	53923.22	10835.96	3843.48	95.5%	93.3%	63.6%	83.3%
Jul-16	Camión Volquete	39912	25871.67	6411.78	1742.8	95.6%	93.7%	64.8%	80.1%
Jul-16	Excavadora	16488	11706.3	2630.45	498.31	97.0%	95.9%	71.0%	81.7%
Jul-16	Excavadora - MH	1440	918.6	235.8	40.74	97.2%	95.8%	63.8%	79.6%
Jul-16	Tractor de Orugas	14232	9720.5	1890.68	1119.85	92.1%	89.7%	68.3%	83.7%
Jul-16	Rodillo	9288	5034.4	1372.82	937.82	89.9%	84.3%	54.2%	78.6%
Jul-16	Cargador Frontal	3984	2773.2	565.01	365.84	90.8%	88.3%	69.6%	83.1%
Jul-16	Motoniveladora	3600	2194.8	603.6	184.42	94.9%	92.2%	61.0%	78.4%
Jul-16	Retroexcavadora	2568	1557.4	362.18	135.57	94.7%	92.0%	60.6%	81.1%
Jul-16	Equipos	91512	59776.87	14072.32	5025.35	94.5%	92.2%	65.3%	80.9%
Ago-16	Camión Volquete	38640	23651.75	5360.09	1088.67	97.2%	95.6%	61.2%	81.5%
Ago-16	Excavadora	16320	11193.8	2342.28	587.16	96.4%	95.0%	68.6%	82.7%
Ago-16	Excavadora - MH	888	436.1	125.34	17.17	98.1%	96.2%	49.1%	77.7%
Ago-16	Tractor de Orugas	14496	9258.1	2274.49	636.77	95.6%	93.6%	63.9%	80.3%
Ago-16	Rodillo	9384	4226.7	1369.86	635.91	93.2%	86.9%	45.0%	75.5%
Ago-16	Cargador Frontal	3672	2364.7	455.17	449.84	87.7%	84.0%	64.4%	83.9%
Ago-16	Motoniveladora	3600	2011.9	564.03	321.99	91.1%	86.2%	55.9%	78.1%
Ago-16	Retroexcavadora	2520	1588.9	390.31	94.48	96.3%	94.4%	63.1%	80.3%
Ago-16	Equipos	89520	54731.95	12881.57	3831.99	95.7%	93.5%	61.1%	80.9%
Set-16	Camión Volquete	23784	11881.57	4114.29	1809.75	92.4%	86.8%	50.0%	74.3%
Set-16	Excavadora	11208	6664.8	1812.82	412.36	96.3%	94.2%	59.5%	78.6%
Set-16	Excavadora - MH	720	296.6	118.75	2.33	99.7%	99.2%	41.2%	71.4%
Set-16	Tractor de Orugas	7392	3858.6	1288.14	607.41	91.8%	86.4%	52.2%	75.0%
Set-16	Rodillo	5280	1261.6	1552.59	90.25	98.3%	93.3%	23.9%	44.8%
Set-16	Cargador Frontal	2544	1640.5	430.76	67.36	97.4%	96.1%	64.5%	79.2%
Set-16	Motoniveladora	1824	862	288.64	100.75	94.5%	89.5%	47.3%	74.9%
Set-16	Retroexcavadora	1680	854.2	274.25	143.67	91.4%	85.6%	50.8%	75.7%
Set-16	Equipos	54432	27319.87	9880.24	3233.88	94.1%	89.4%	50.2%	73.4%
Oct-16	Camión Volquete	11160	4475	3345.94	550.53	95.1%	89.0%	40.1%	57.2%
Oct-16	Excavadora	3480	1809.9	787.28	14.17	99.6%	99.2%	52.0%	69.7%
Oct-16	Excavadora - MH	120	38.6	73.8	1.5	98.8%	96.3%	32.2%	34.3%
Oct-16	Tractor de Orugas	2424	1099.4	446.06	140.08	94.2%	88.7%	45.4%	71.1%
Oct-16	Rodillo	2160	413	771.13	49.41	97.7%	89.3%	19.1%	34.9%
Oct-16	Cargador Frontal	840	419.6	180.92	11.17	98.7%	97.4%	50.0%	69.9%
Oct-16	Motoniveladora	720	310.1	122.25	4	99.4%	98.7%	43.1%	71.7%
Oct-16	Retroexcavadora	840	406.2	150.33	7	99.2%	98.3%	48.4%	73.0%
Oct-16	Equipos	21744	8971.8	5877.71	777.86	96.4%	92.0%	41.3%	60.4%

**Tabla 35:** Pérdidas de horas de operación de volquetes 2017

Des_Equipo	(Varios elementos)
Des_Partida	Suma de Horas Totales
Falta de frente de trabajo	22805.68
Falla mecánica	17061.54
Refrigerio / Almuerzo / Descanso	11606.33
Parado por condiciones climáticas	6599.73
Charla de seguridad diaria	5752.87
Espera en punto de carguío	4903.67
Mantenimiento correctivo	3250.62
Mantenimiento programado	2485.47
Espera en punto de descarga	1991.78
Gets / Llantas	1455.23
Falta de operador	758.6
Servicios de abastecimiento diarios	496.72
Parada por seguridad	348.25
Stand by por voladura	271.89
Limpieza de Tolva	46.83
<b>Total general</b>	<b>79835.21</b>

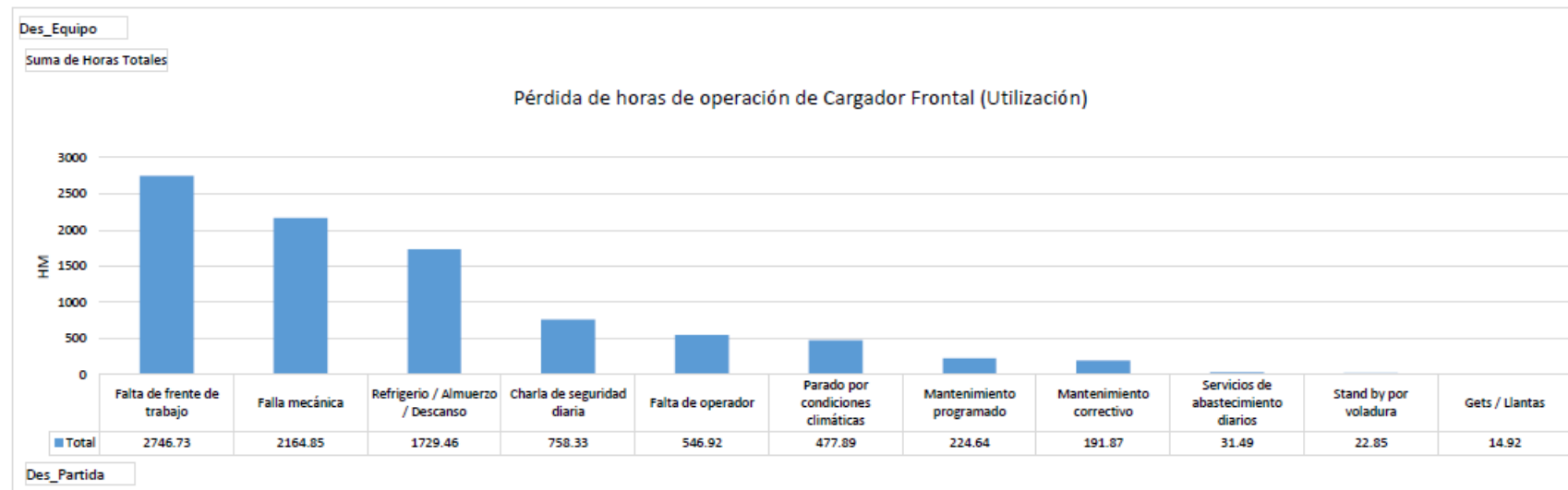
**Figura 55:** Diagrama de barras de las pérdidas de horas de operación de volquetes 2017



**Tabla 36:** Pérdidas de horas de operación de cargador frontal 2017

Des_Equipo	(Varios elementos)
Des_Partida	Suma de Horas Totales
Falta de frente de trabajo	2746.73
Falla mecánica	2164.85
Refrigerio / Almuerzo / Descanso	1729.46
Charla de seguridad diaria	758.33
Falta de operador	546.92
Parado por condiciones climáticas	477.89
Mantenimiento programado	224.64
Mantenimiento correctivo	191.87
Servicios de abastecimiento diarios	31.49
Stand by por voladura	22.85
Gets / Llantas	14.92
<b>Total general</b>	<b>8909.95</b>

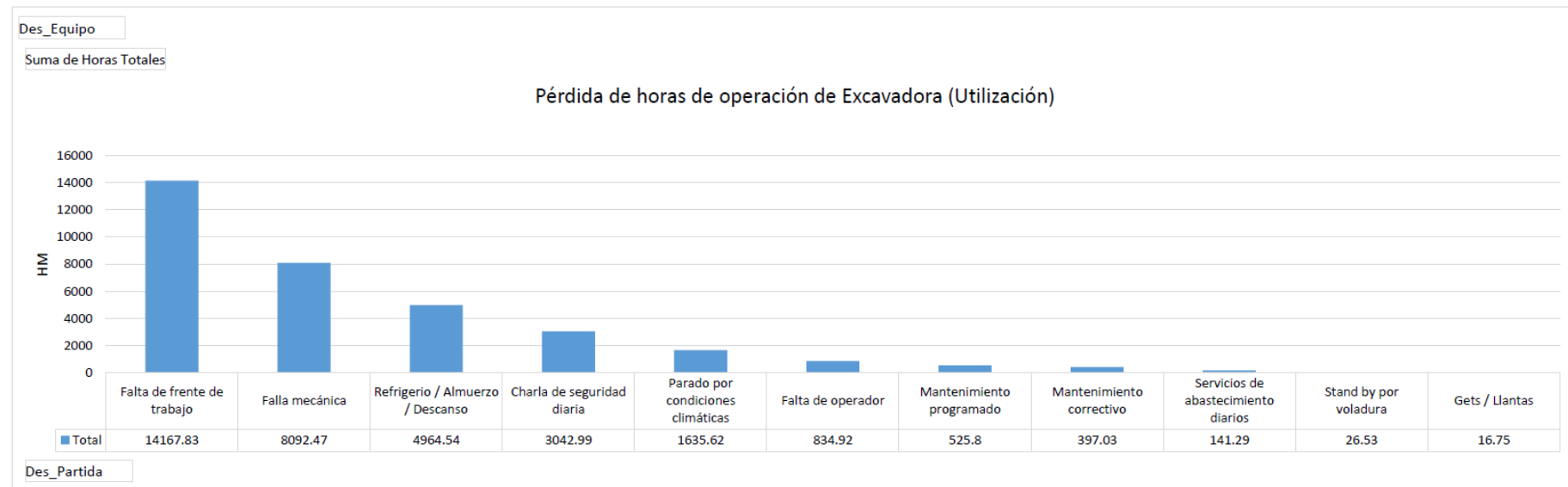
**Figura 56:** Diagrama de barras de las pérdidas de horas de operación de cargador frontal 2017



**Tabla 37:** Pérdidas de horas de operación de excavadora 2017

Des_Equipo	(Varios elementos)
Des_Partida	Suma de Horas Totales
Falta de frente de trabajo	14167.83
Falla mecánica	8092.47
Refrigerio / Almuerzo / Descanso	4964.54
Charla de seguridad diaria	3042.99
Parado por condiciones climáticas	1635.62
Falta de operador	834.92
Mantenimiento programado	525.8
Mantenimiento correctivo	397.03
Servicios de abastecimiento diarios	141.29
Stand by por voladura	26.53
Gets / Llantas	16.75
<b>Total general</b>	<b>33845.77</b>

**Figura 57:** Diagrama de barras de las pérdidas de horas de operación de excavadora 2017

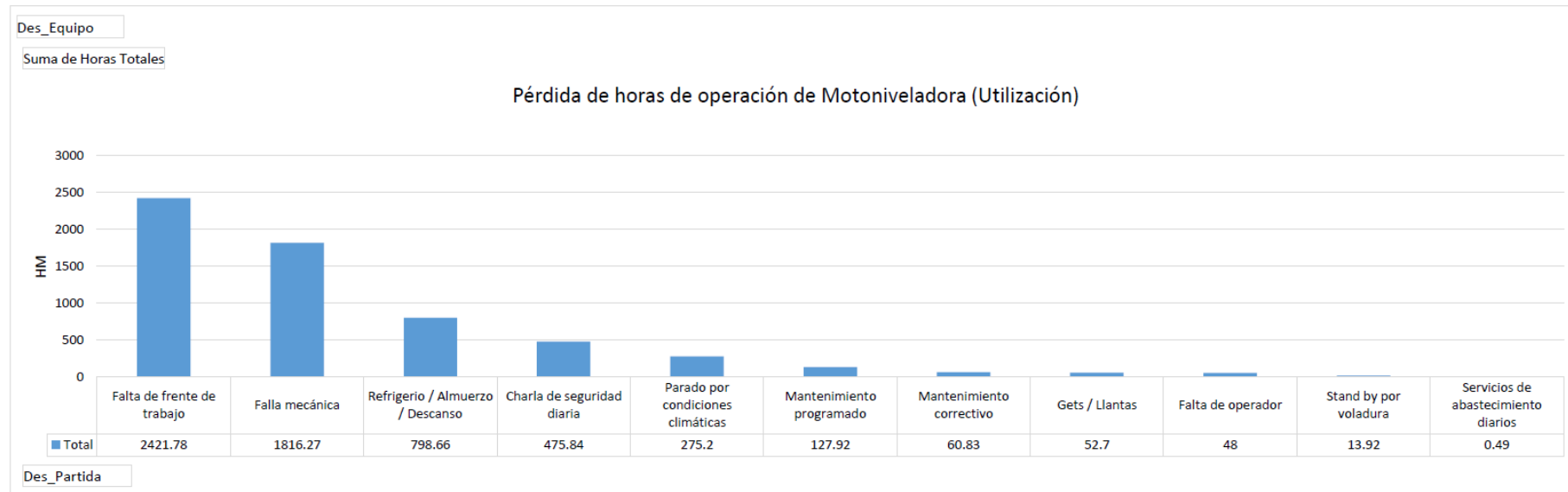




**Tabla 38:** Pérdidas de horas de operación de motoniveladora 2017

Des_Equipo (Varios elementos)	
Des_Partida	Suma de Horas Totales
Falta de frente de trabajo	2421.78
Falla mecánica	1816.27
Refrigerio / Almuerzo / Descanso	798.66
Charla de seguridad diaria	475.84
Parado por condiciones climáticas	275.2
Mantenimiento programado	127.92
Mantenimiento correctivo	60.83
Gets / Llantas	52.7
Falta de operador	48
Stand by por voladura	13.92
Servicios de abastecimiento diarios	0.49
<b>Total general</b>	<b>6091.61</b>

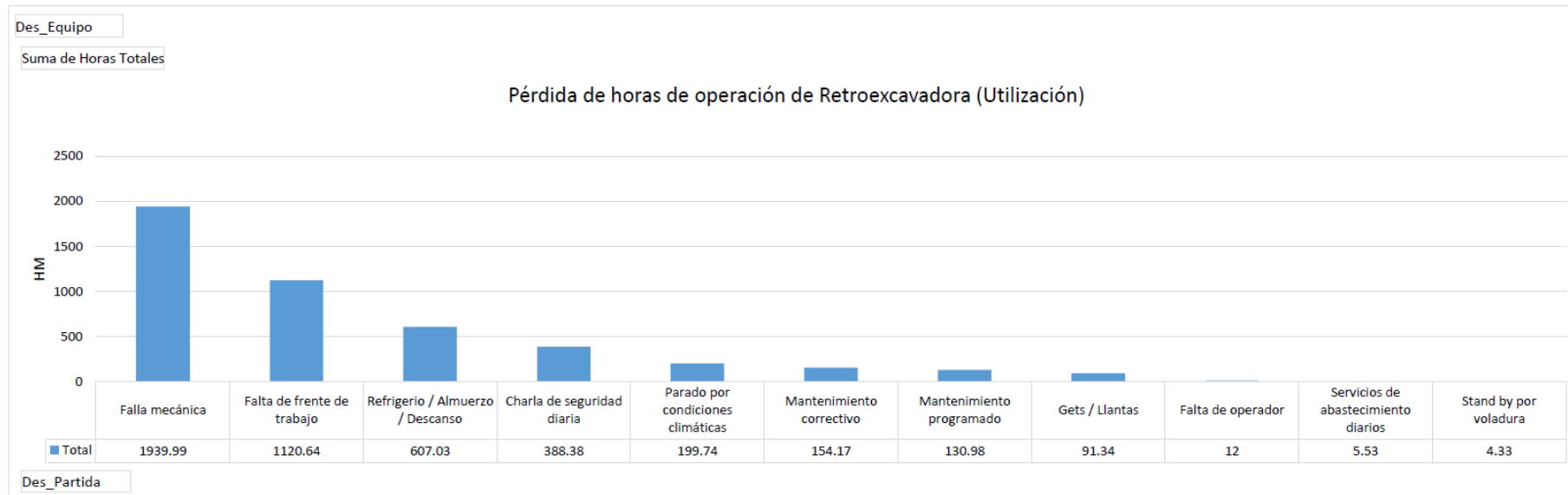
**Figura 58:** Diagrama de barras de las pérdidas de horas de operación de motoniveladora 2017



**Tabla 39:** Pérdidas de horas de operación de retroexcavadora 2017

Des_Equipo	Retroexcavadora CAT 420F
Des_Partida	Suma de Horas Totales
Falla mecánica	1939.99
Falta de frente de trabajo	1120.64
Refrigerio / Almuerzo / Descanso	607.03
Charla de seguridad diaria	388.38
Parado por condiciones climáticas	199.74
Mantenimiento correctivo	154.17
Mantenimiento programado	130.98
Gets / Llantas	91.34
Falta de operador	12
Servicios de abastecimiento diarios	5.53
Stand by por voladura	4.33
<b>Total general</b>	<b>4654.13</b>

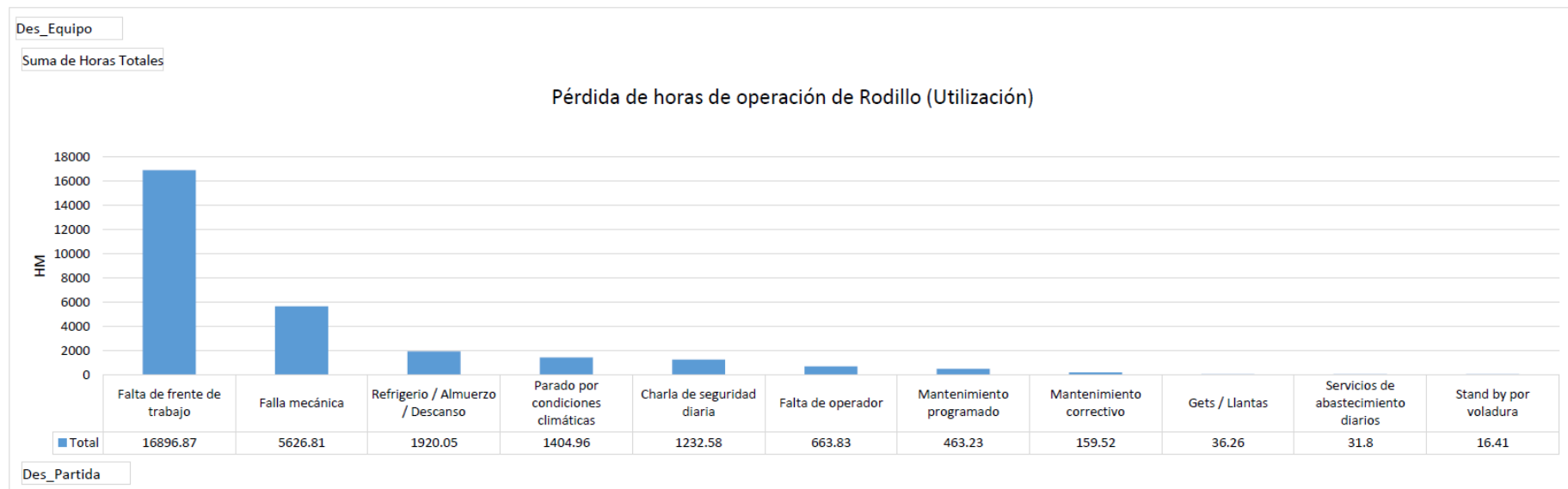
**Figura 59:** Diagrama de barras de las pérdidas de horas de operación de retroexcavadora 2017



**Tabla 40:** Pérdidas de horas de operación de Rodillo 2017

Des_Equipo	(Varios elementos)
Des_Partida	Suma de Horas Totales
Falta de frente de trabajo	16896.87
Falla mecánica	5626.81
Refrigerio / Almuerzo / Descanso	1920.05
Parado por condiciones climáticas	1404.96
Charla de seguridad diaria	1232.58
Falta de operador	663.83
Mantenimiento programado	463.23
Mantenimiento correctivo	159.52
Gets / Llantas	36.26
Servicios de abastecimiento diarios	31.8
Stand by por voladura	16.41
<b>Total general</b>	<b>28452.32</b>

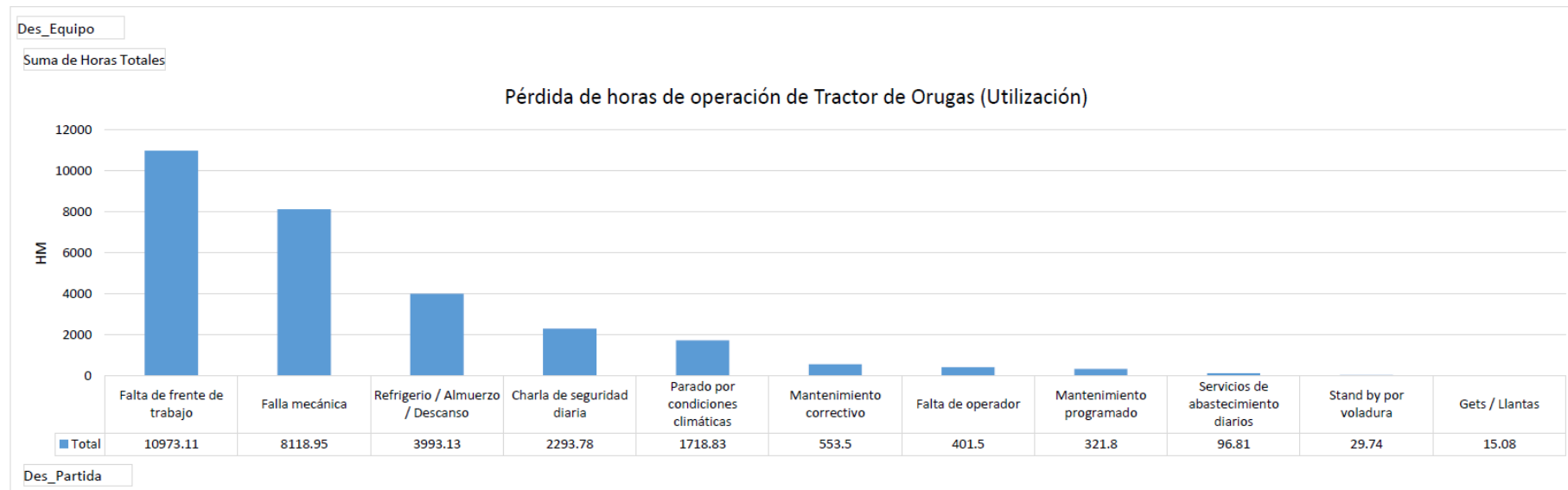
**Figura 60:** Diagrama de barras de las Pérdidas de horas de operación de Rodillo 2017



**Tabla 41:** Pérdida de horas de operación de tractor de orugas 2017

Des_Equipo	(Varios elementos)
Des_Partida	Suma de Horas Totales
Falta de frente de trabajo	10973.11
Falla mecánica	8118.95
Refrigerio / Almuerzo / Descanso	3993.13
Charla de seguridad diaria	2293.78
Parado por condiciones climáticas	1718.83
Mantenimiento correctivo	553.5
Falta de operador	401.5
Mantenimiento programado	321.8
Servicios de abastecimiento diarios	96.81
Stand by por voladura	29.74
Gets / Llantas	15.08
<b>Total general</b>	<b>28516.23</b>

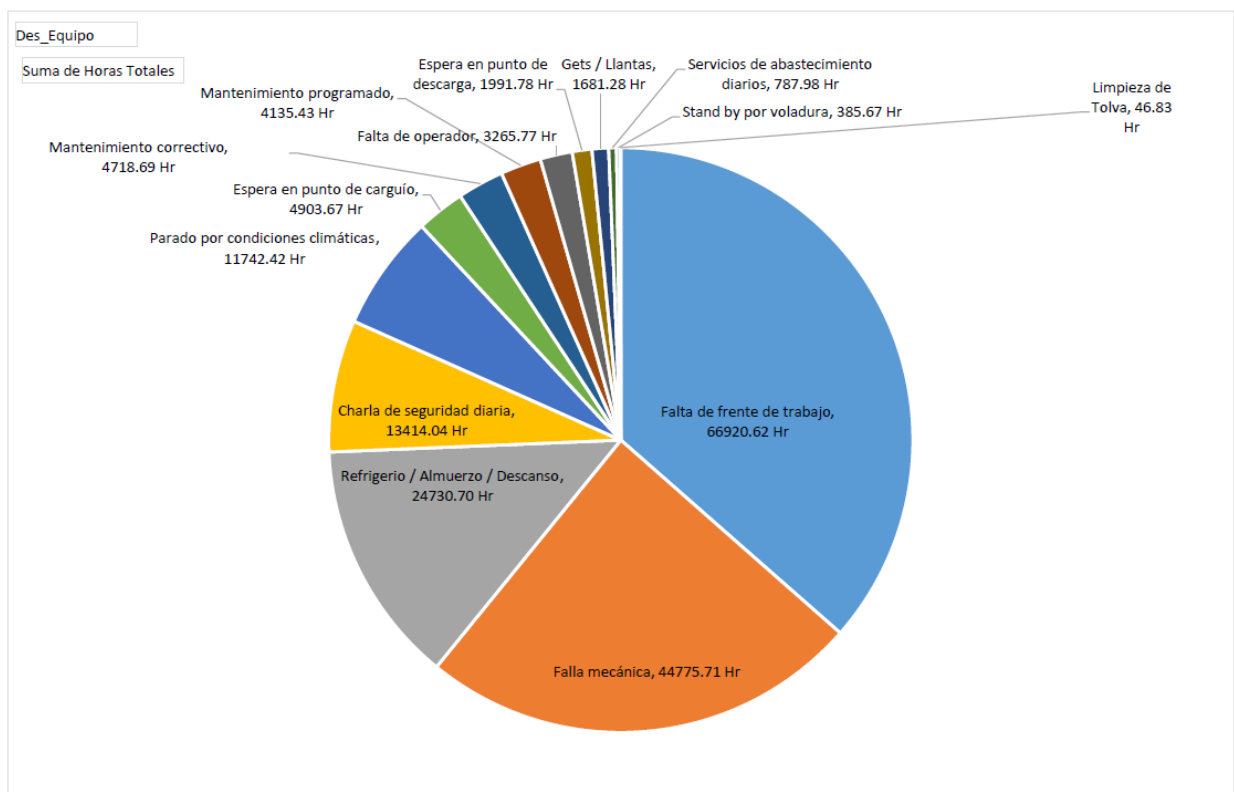
**Figura 61:** Diagrama de barras de las pérdida de horas de operación de tractor de orugas 2017



**Tabla 42:** Pérdida de horas de operación de Todos los equipos 2017

Des_Equipo	(Varios elementos)
Des_Partida	Suma de Horas Totales
Falta de frente de trabajo	66920.62 Hr
Falla mecánica	44775.71 Hr
Refrigerio / Almuerzo / Descanso	24730.70 Hr
Charla de seguridad diaria	13414.04 Hr
Parado por condiciones climáticas	11742.42 Hr
Espera en punto de carguío	4903.67 Hr
Mantenimiento correctivo	4718.69 Hr
Mantenimiento programado	4135.43 Hr
Falta de operador	3265.77 Hr
Espera en punto de descarga	1991.78 Hr
Gets / Llantas	1681.28 Hr
Servicios de abastecimiento diarios	787.98 Hr
Stand by por voladura	385.67 Hr
Limpieza de Tolva	46.83 Hr
<b>Total general</b>	<b>183500.59</b>

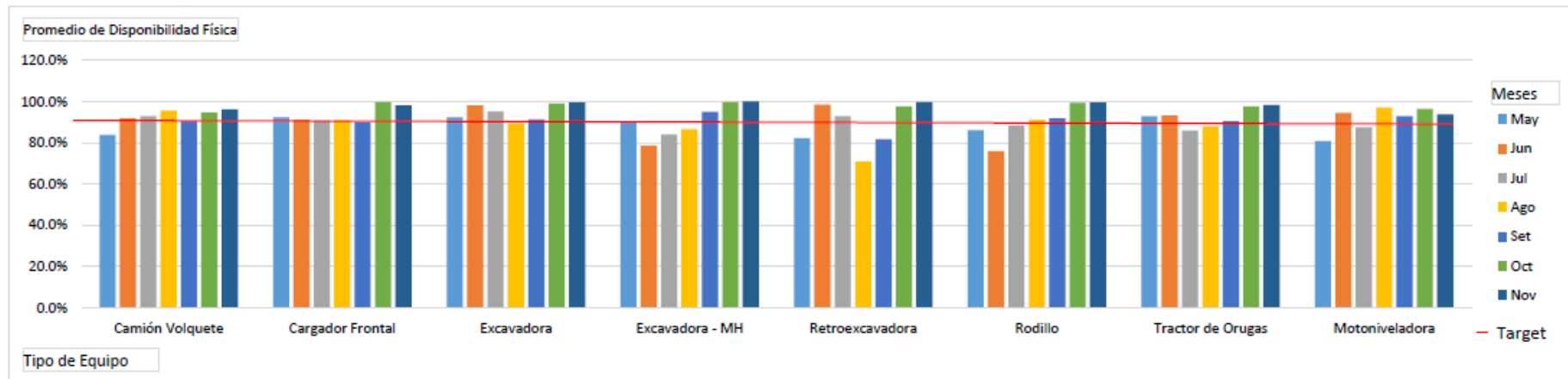
**Figura 62:** Diagrama circular de las Pérdida de horas de operación de Todos los equipos 2017



**Tabla 43:** Disponibilidad Física de los equipos – 2017

Promedio de Disponibilidad Física	Target Planeado 90%							
	Etiquetas de fila	Etiquetas de columna						
	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	
Camión Volquete	83.8%	91.9%	92.9%	95.7%	90.4%	94.7%	96.2%	
Cargador Frontal	92.3%	91.2%	90.8%	91.0%	90.1%	99.7%	98.2%	
Excavadora	92.3%	98.1%	95.1%	89.5%	91.3%	99.1%	99.5%	
Excavadora - MH	90.2%	78.6%	83.9%	86.6%	95.0%	99.8%	100.0%	
Retroexcavadora	82.2%	98.4%	92.9%	70.8%	81.8%	97.5%	99.7%	
Rodillo	86.2%	75.9%	88.4%	91.2%	91.8%	99.3%	99.6%	
Tractor de Orugas	92.9%	93.4%	85.9%	88.1%	90.4%	97.7%	98.3%	
Motoniveladora	80.8%	94.4%	87.5%	97.2%	92.9%	96.3%	93.8%	

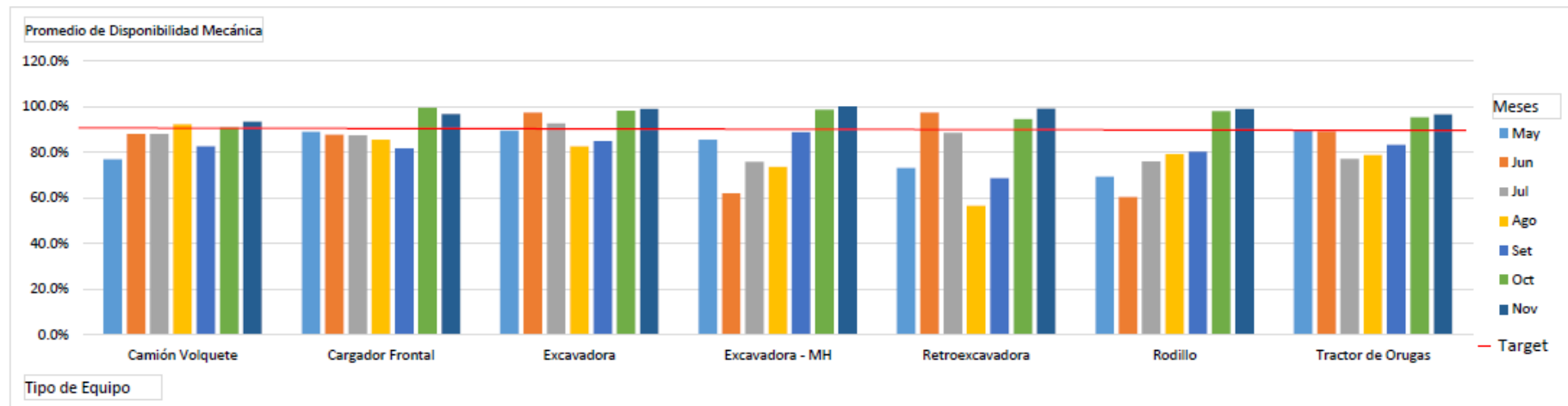
**Figura 63:** Diagrama de barras de Disponibilidad Física de los equipos - 2017



**Tabla 44:** Disponibilidad Mecánica de los equipos – 2017

Promedio de Disponibilidad Mecánica	Target Planeado 90%							
	Etiquetas de columna	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov
Etiquetas de fila								
Camión Volquete		76.8%	88.1%	88.1%	92.3%	82.6%	90.8%	93.3%
Cargador Frontal		89.0%	87.7%	87.3%	85.4%	81.7%	99.4%	96.7%
Excavadora		89.4%	97.3%	92.6%	82.6%	84.8%	98.2%	99.0%
Excavadora - MH		85.5%	62.0%	75.8%	73.6%	88.7%	98.7%	100.0%
Retroexcavadora		73.0%	97.3%	88.5%	56.6%	68.7%	94.5%	99.1%
Rodillo		69.3%	60.3%	76.0%	79.2%	80.2%	98.0%	99.0%
Tractor de Orugas		89.5%	89.1%	77.0%	78.9%	83.2%	95.4%	96.6%

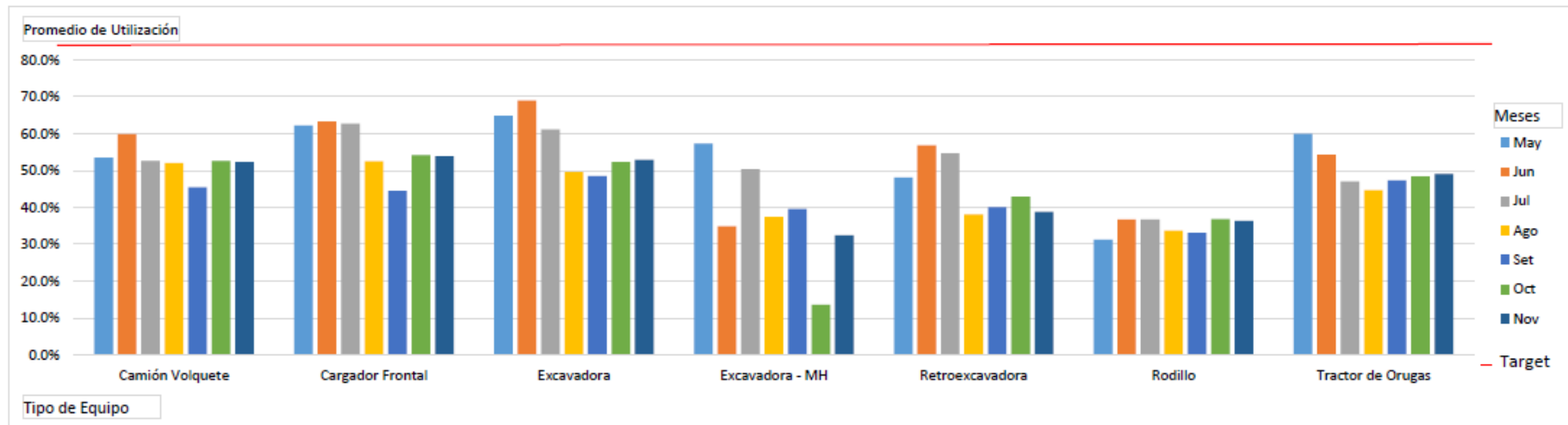
**Figura 64:** Diagrama de barras de Disponibilidad Macánica de los equipos - 2017



**Tabla 45:** Utilización de los equipos – 2017

Promedio de Utilización	Etiquetas de columna							Target Planeado
	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	90%
Camión Volquete	53.5%	59.8%	52.6%	52.0%	45.4%	52.6%	52.3%	
Cargador Frontal	62.2%	63.3%	62.7%	52.6%	44.5%	54.1%	53.9%	
Excavadora	64.9%	69.0%	61.1%	49.6%	48.5%	52.2%	53.0%	
Excavadora - MH	57.3%	34.9%	50.4%	37.4%	39.6%	13.5%	32.4%	
Retroexcavadora	48.1%	56.8%	54.6%	38.1%	40.1%	42.9%	38.8%	
Rodillo	31.2%	36.7%	36.7%	33.6%	33.1%	36.8%	36.4%	
Tractor de Orugas	59.9%	54.3%	47.0%	44.7%	47.3%	48.4%	49.0%	

**Figura 65:** Diagrama de barras de Utilización de los equipos - 2017

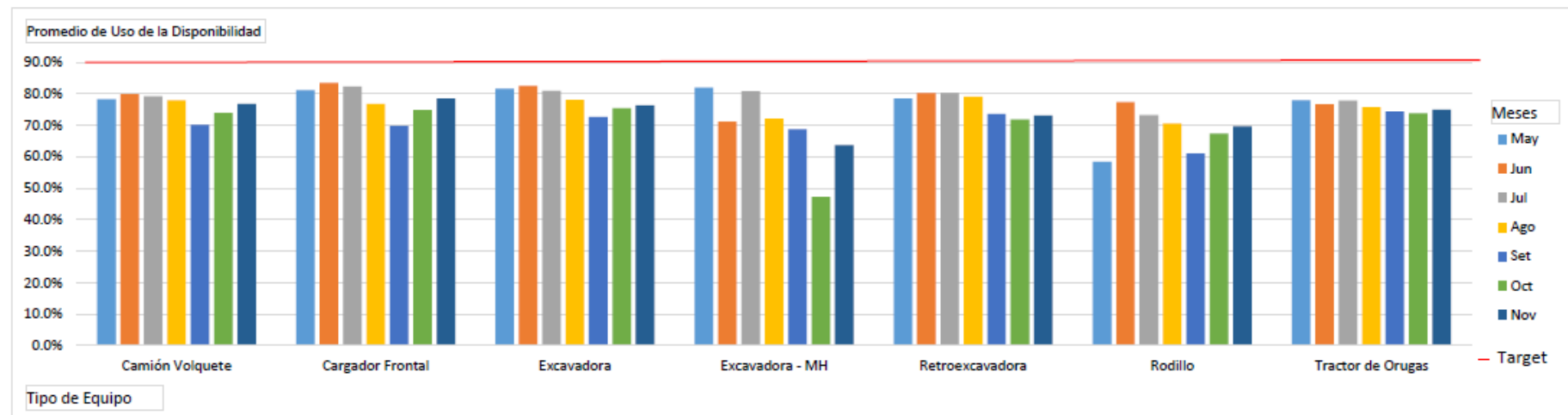




**Tabla 46:** Uso de la Disponibilidad de los equipos – 2017

Promedio de Uso de la Disponibilidad	Etiquetas de columna							Target Planeado
	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	90%
Etiquetas de fila								
Camión Volquete	78.3%	79.9%	79.2%	77.9%	70.1%	73.9%	76.7%	
Cargador Frontal	81.1%	83.5%	82.3%	76.7%	69.7%	74.7%	78.5%	
Excavadora	81.5%	82.5%	80.9%	77.9%	72.7%	75.4%	76.3%	
Excavadora - MH	81.9%	71.1%	80.8%	72.0%	68.7%	47.3%	63.7%	
Retroexcavadora	78.4%	80.2%	80.2%	79.1%	73.6%	71.9%	73.0%	
Rodillo	58.4%	77.3%	73.2%	70.5%	61.0%	67.3%	69.6%	
Tractor de Orugas	77.9%	76.6%	77.8%	75.7%	74.3%	73.7%	74.9%	

**Figura 66:** Diagrama de barras de Uso de la Disponibilidad de los equipos - 2017



**Tabla 47: Indicadores clave de desempeño - 2017**

Mes	Tipo de Equipo	Tiempo Programado	operando	Standby Time (Motor Apagado)	Tiempo en Mantenimiento	Disponibilidad Física	Disponibilidad Mecánica	Utilización	Uso de la Disponibilidad
May-17	Camión Volquete	36792	19690.778	5454.878	5944.41	83.8%	76.8%	53.5%	78.3%
May-17	Excavadora	10392	6741.9	1527.62	795.92	92.3%	89.4%	64.9%	81.5%
May-17	Excavadora - MH	1224	701.3	155.12	119.36	90.2%	85.5%	57.3%	81.9%
May-17	Tractor de Orugas	10608	6358.8	1804.52	749.24	92.9%	89.5%	59.9%	77.9%
May-17	Rodillo	1968	614.1	437.63	271.56	86.2%	69.3%	31.2%	58.4%
May-17	Cargador Frontal	3000	1865.9	435.01	231.67	92.3%	89.0%	62.2%	81.1%
May-17	Motoniveladora	2232	893	331.7	428.36	80.8%	67.6%	40.0%	72.9%
May-17	Retroexcavadora	1488	715.9	197.47	265.07	82.2%	73.0%	48.1%	78.4%
May-17	Equipos	67704	37581.678	10343.95	8805.59	87.0%	81.0%	55.5%	78.4%
Jun-17	Camión Volquete	42048	25153.119	6326.84	3411.95	91.9%	88.1%	59.8%	79.9%
Jun-17	Excavadora	15096	10412.1	2203.21	290.44	98.1%	97.3%	69.0%	82.5%
Jun-17	Excavadora - MH	1488	519.4	211.63	318.67	78.6%	62.0%	34.9%	71.1%
Jun-17	Tractor de Orugas	15072	8183.9	2501.29	998.19	93.4%	89.1%	54.3%	76.6%
Jun-17	Rodillo	3936	1444	423.67	949.59	75.9%	60.3%	36.7%	77.3%
Jun-17	Cargador Frontal	4968	3143.9	623.21	439.62	91.2%	87.7%	63.3%	83.5%
Jun-17	Motoniveladora	2232	1160.8	345.25	124.91	94.4%	90.3%	52.0%	77.1%
Jun-17	Retroexcavadora	1968	1118.5	276.28	30.81	98.4%	97.3%	56.8%	80.2%
Jun-17	Equipos	86808	51135.719	12911.38	6564.18	92.4%	88.6%	58.9%	79.8%
Jul-17	Camión Volquete	40752	21443.285	5633.66	2908.95	92.9%	88.1%	52.6%	79.2%
Jul-17	Excavadora	18000	11000.6	2604.52	881.05	95.1%	92.6%	61.1%	80.9%
Jul-17	Excavadora - MH	1056	531.7	126.26	169.62	83.9%	75.8%	50.4%	80.8%
Jul-17	Tractor de Orugas	15864	7459.5	2123.01	2228.92	85.9%	77.0%	47.0%	77.8%
Jul-17	Rodillo	6432	2360.3	866.24	746.96	88.4%	76.0%	36.7%	73.2%
Jul-17	Cargador Frontal	5856	3670.4	790.62	536.07	90.8%	87.3%	62.7%	82.3%
Jul-17	Motoniveladora	2448	1064.47	305.25	306.5	87.5%	77.6%	43.5%	77.7%
Jul-17	Retroexcavadora	2160	1179.5	291.89	153.76	92.9%	88.5%	54.6%	80.2%
Jul-17	Equipos	92568	48709.755	12741.45	7931.83	91.4%	86.0%	52.6%	79.3%
Ago-17	Camión Volquete	34056	17711.003	5027	1468.14	95.7%	92.3%	52.0%	77.9%
Ago-17	Excavadora	18720	9286.2	2629.37	1958.56	89.5%	82.6%	49.6%	77.9%
Ago-17	Excavadora - MH	744	278	108.26	99.92	86.6%	73.6%	37.4%	72.0%
Ago-17	Tractor de Orugas	13608	6076.8	1948.94	1624.06	88.1%	78.9%	44.7%	75.7%
Ago-17	Rodillo	8928	3001.3	1255.35	789.92	91.2%	79.2%	33.6%	70.5%
Ago-17	Cargador Frontal	6768	3557.5	1082.45	606.71	91.0%	85.4%	52.6%	76.7%
Ago-17	Motoniveladora	3720	1416.6	506.97	104.27	97.2%	93.1%	38.1%	73.6%
Ago-17	Retroexcavadora	2664	1013.7	267.73	777.01	70.8%	56.6%	38.1%	79.1%
Ago-17	Equipos	89208	42341.103	12826.07	7428.59	91.7%	85.1%	47.5%	76.8%
Set-17	Camión Volquete	36816	16729.051	7142.48	3533.67	90.4%	82.6%	45.4%	70.1%
Set-17	Excavadora	18408	8923.2	3359.24	1597.38	91.3%	84.8%	48.5%	72.7%
Set-17	Excavadora - MH	1104	436.8	199.04	55.44	95.0%	88.7%	39.6%	68.7%
Set-17	Tractor de Orugas	12264	5801.9	2005.71	1173.81	90.4%	83.2%	47.3%	74.3%
Set-17	Rodillo	8784	2904.2	1857.07	718.34	91.8%	80.2%	33.1%	61.0%
Set-17	Cargador Frontal	6576	2923.9	1269.6	654.29	90.1%	81.7%	44.5%	69.7%
Set-17	Motoniveladora	3144	1391.3	507.28	222.26	92.9%	86.2%	44.3%	73.3%
Set-17	Retroexcavadora	2952	1183.6	425.4	538.33	81.8%	68.7%	40.1%	73.6%
Set-17	Equipos	90048	40293.951	16765.82	8493.52	90.6%	82.6%	44.7%	70.6%
Oct-17	Camión Volquete	29352	15439.654	5462.18	1568.01	94.7%	90.8%	52.6%	73.9%
Oct-17	Excavadora	13080	6831.3	2230.02	122.85	99.1%	98.2%	52.2%	75.4%
Oct-17	Excavadora - MH	552	74.7	83.33	1	99.8%	98.7%	13.5%	47.3%
Oct-17	Tractor de Orugas	10272	4967.9	1775.42	239.58	97.7%	95.4%	48.4%	73.7%
Oct-17	Rodillo	6600	2428.5	1177.89	49.17	99.3%	98.0%	36.8%	67.3%
Oct-17	Cargador Frontal	3456	1870.7	632.02	10.42	99.7%	99.4%	54.1%	74.7%
Oct-17	Motoniveladora	2904	1325	479.26	106.67	96.3%	92.5%	45.6%	73.4%
Oct-17	Retroexcavadora	2712	1162.1	455.19	67	97.5%	94.5%	42.9%	71.9%
Oct-17	Equipos	68928	34099.854	12295.31	2164.7	96.9%	94.0%	49.5%	73.5%
Nov-17	Camión Volquete	18648	9749.9364	2964.65	699.41	96.2%	93.3%	52.3%	76.7%
Nov-17	Excavadora	7944	4206.8	1307.11	41.84	99.5%	99.0%	53.0%	76.3%
Nov-17	Excavadora - MH	312	101	57.67	0	100.0%	100.0%	32.4%	63.7%
Nov-17	Tractor de Orugas	5304	2600.6	872.43	90.53	98.3%	96.6%	49.0%	74.9%
Nov-17	Rodillo	4296	1562.7	682.95	16	99.6%	99.0%	36.4%	69.6%
Nov-17	Cargador Frontal	2472	1331.3	365.29	45.5	98.2%	96.7%	53.9%	78.5%
Nov-17	Motoniveladora	1680	681.2	276.41	103.5	93.8%	86.8%	40.5%	71.1%
Nov-17	Retroexcavadora	1320	512	189.26	4.5	99.7%	99.1%	38.8%	73.0%
Nov-17	Equipos	41976	20745.536	6715.77	1001.28	97.6%	95.4%	49.4%	75.5%

# **ANEXO 3**

Rendimiento de equipos de carguío, acarreo de los años 2016 y 2017.

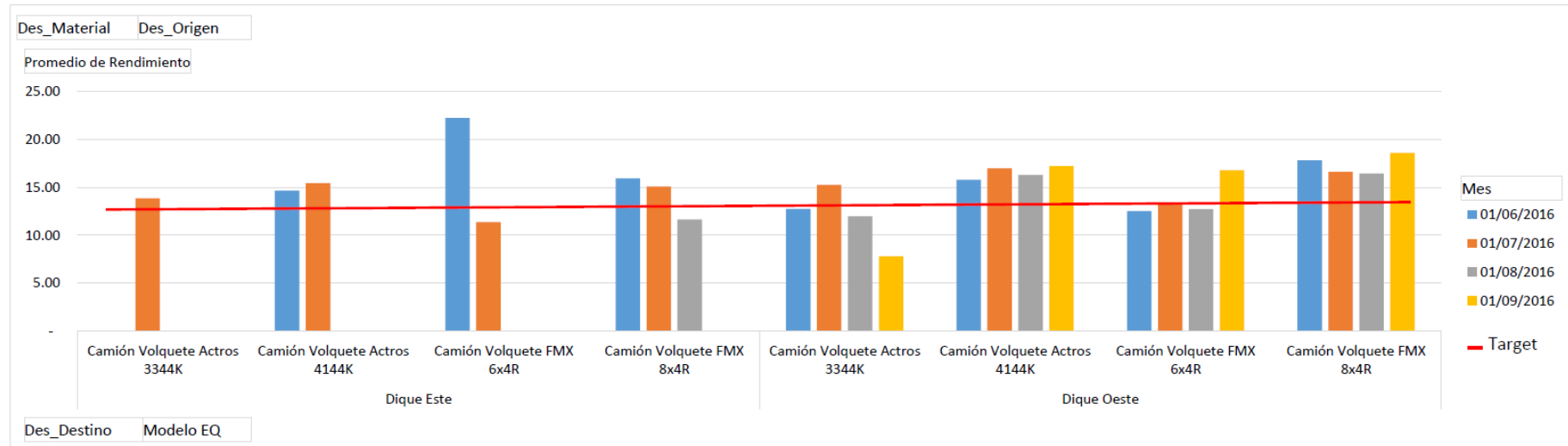
**Tabla 48:** Rendimiento Equipos de Acarreo de Arcilla 2016

Des_Material	Arcilla
Des_Origen	Cantera Collapampa

Promedio de Rendimiento		Mes			
Des_Destino	Modelo EQ	Jun-16	Jul-16	Ago-16	Set-16
Dique Este	Camión Volquete Actros 3344K		13.85		
Dique Este	Camión Volquete Actros 4144K	14.66	15.42		
Dique Este	Camión Volquete FMX 6x4R	22.25	11.38		
Dique Este	Camión Volquete FMX 8x4R	15.93	15.09	11.65	
Dique Oeste	Camión Volquete Actros 3344K	12.75	15.28	11.98	7.80
Dique Oeste	Camión Volquete Actros 4144K	15.80	16.99	16.28	17.22
Dique Oeste	Camión Volquete FMX 6x4R	12.52	13.24	12.72	16.80
Dique Oeste	Camión Volquete FMX 8x4R	17.82	16.62	16.43	18.60

Target	Output budget	m3/hr
Tipper Truck 8x4 (Actros 4143, 32t)	11.79	m3/hr

**Figura 67:** Diagrama de barras de Rendimiento Equipos de Acarreo de Arcilla 2016



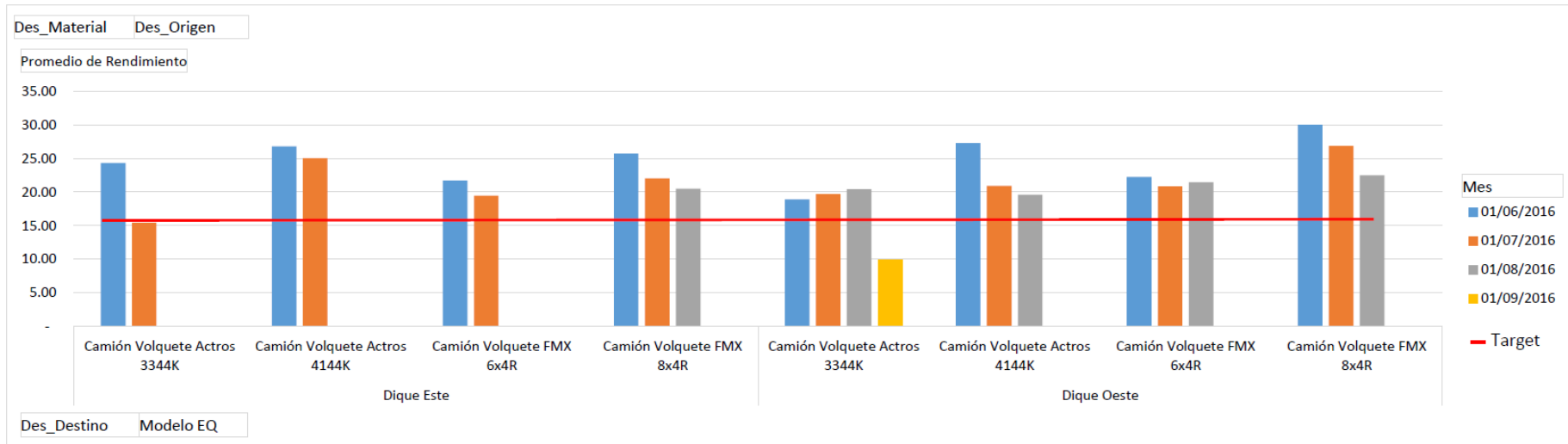
**Tabla 49:** Rendimiento equipos de acarreo de filtro drenante 2016

Des_Material	Filter Drain
Des_Origen	Lavadora UNICON

Promedio de Rendimiento		Mes			
Des_Destino	Modelo EQ	Jun-16	Jul-16	Ago-16	Set-16
Dique Este	Camión Volquete Actros 3344K	24.30	15.42		
Dique Este	Camión Volquete Actros 4144K	26.77	25.04		
Dique Este	Camión Volquete FMX 6x4R	21.70	19.46		
Dique Este	Camión Volquete FMX 8x4R	25.72	22.01	20.50	
Dique Oeste	Camión Volquete Actros 3344K	18.90	19.68	20.41	9.90
Dique Oeste	Camión Volquete Actros 4144K	27.30	20.92	19.61	
Dique Oeste	Camión Volquete FMX 6x4R	22.23	20.85	21.44	
Dique Oeste	Camión Volquete FMX 8x4R	30.00	26.86	22.50	

Target	Output budget	m3/hr
Tipper Truck 8x4 (Actros 4143, 32t)	19.43	m3/hr

**Figura 68:** Diagrama de barras de rendimiento equipos de acarreo de filtro drenante 2016



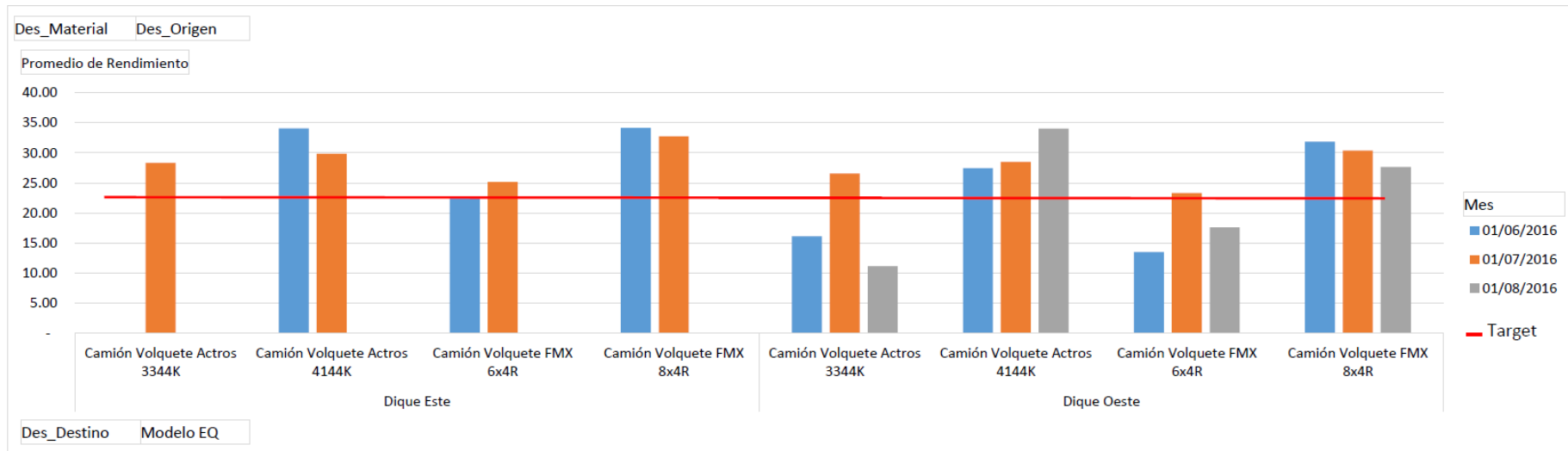
**Tabla 50:** Rendimiento equipos de acarreo de transición 2016

Des_Material	(Varios elementos)	Transition
Des_Origen	(Varios elementos)	Espaldones de Diques

Promedio de Rendimiento		Mes		
Des_Destino	Modelo EQ	Jun-16	Jul-16	Ago-16
Dique Este	Camión Volquete Actros 3344K		28.30	
Dique Este	Camión Volquete Actros 4144K	34.08	29.85	
Dique Este	Camión Volquete FMX 6x4R	22.45	25.15	
Dique Este	Camión Volquete FMX 8x4R	34.16	32.74	
Dique Oeste	Camión Volquete Actros 3344K	16.10	26.57	11.10
Dique Oeste	Camión Volquete Actros 4144K	27.44	28.49	34.04
Dique Oeste	Camión Volquete FMX 6x4R	13.50	23.30	17.57
Dique Oeste	Camión Volquete FMX 8x4R	31.88	30.37	27.62

Target	Output budget	m3/hr
Tipper Truck 8x4 (Actros 4143, 32t)	22.84	m3/hr

**Figura 69:** Diagrama de barras de rendimiento equipos de acarreo de transición 2016



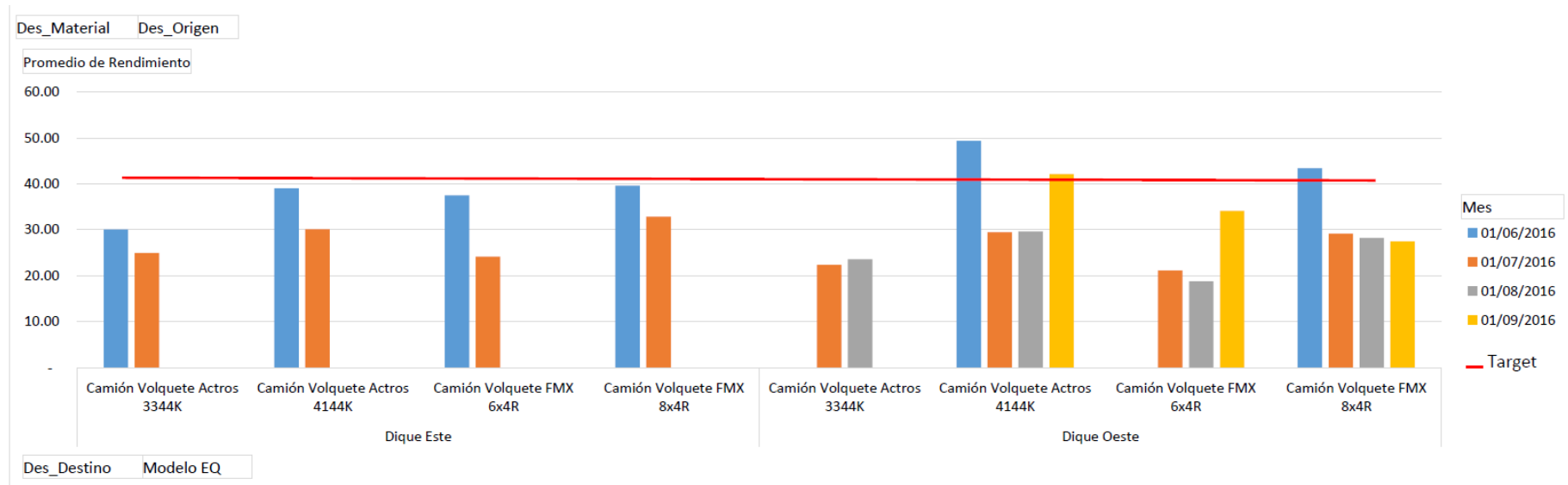
**Tabla 51:** Rendimiento equipos de acarreo de relleno estructural D1 - 2016

Des_Material	(Varios elementos)	Relleno D1
Des_Origen	(Todas)	

Promedio de Rendimiento		Mes			
Des_Destino	Modelo EQ	Jun-16	Jul-16	Ago-16	Set-16
Dique Este	Camión Volquete Actros 3344K	30.05	24.95		
Dique Este	Camión Volquete Actros 4144K	39.00	30.13		
Dique Este	Camión Volquete FMX 6x4R	37.48	24.13		
Dique Este	Camión Volquete FMX 8x4R	39.57	32.86		
Dique Oeste	Camión Volquete Actros 3344K		22.35	23.54	
Dique Oeste	Camión Volquete Actros 4144K	49.35	29.49	29.60	42.10
Dique Oeste	Camión Volquete FMX 6x4R		21.10	18.76	34.10
Dique Oeste	Camión Volquete FMX 8x4R	43.38	29.17	28.22	27.45

Target	Output budget	m3/hr
Tipper Truck 8x4 (Actros 4143, 32t)	40.72	m3/hr

**Figura 70:** Diagrama de barras de rendimiento equipos de acarreo de relleno estructural D1 - 2016



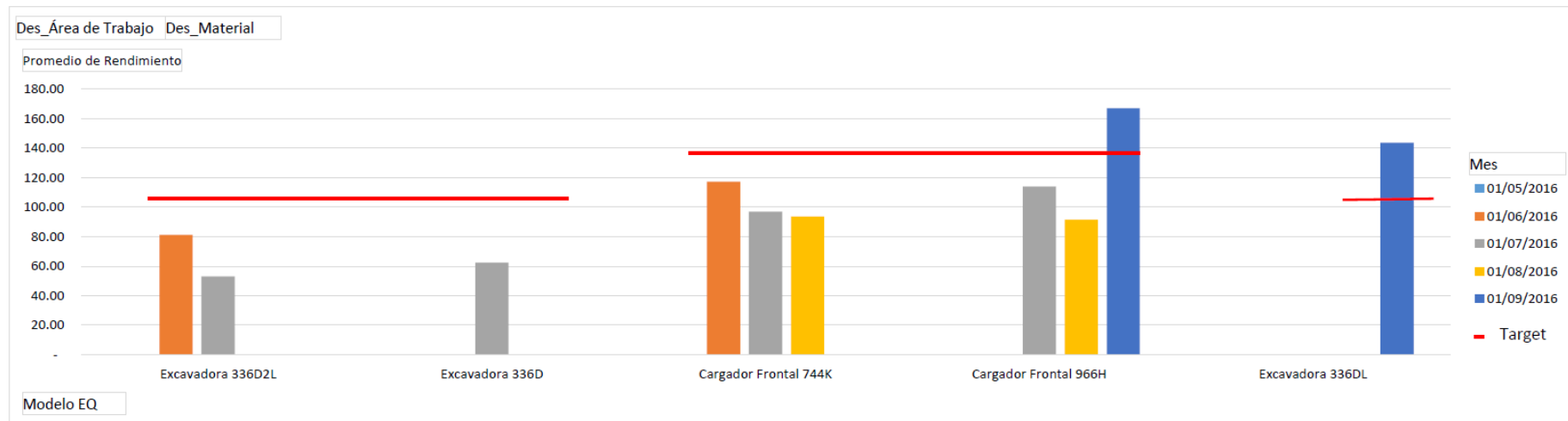
**Tabla 52:** Rendimiento equipos de carguío de arcilla 2016

Des_Área de Trabajo	(Todas)
Des_Material	Arcilla

Promedio de Rendimiento	Mes				
Modelo EQ	May-16	Jun-16	Jul-16	Ago-16	Set-16
Excavadora 336D2L		81.20	53.02		
Excavadora 336D			62.33		
Cargador Frontal 744K		117.29	96.88	93.63	
Cargador Frontal 966H			114.04	91.55	167.06
Excavadora 336DL					143.60

Target	Output budget	m3/hr
Excavadora 336D	108.52	m3/hr
Cargador Frontal 966H	141.71	m3/hr

**Figura 71:** Diagrama de barras de rendimiento equipos de carguío de arcilla 2016





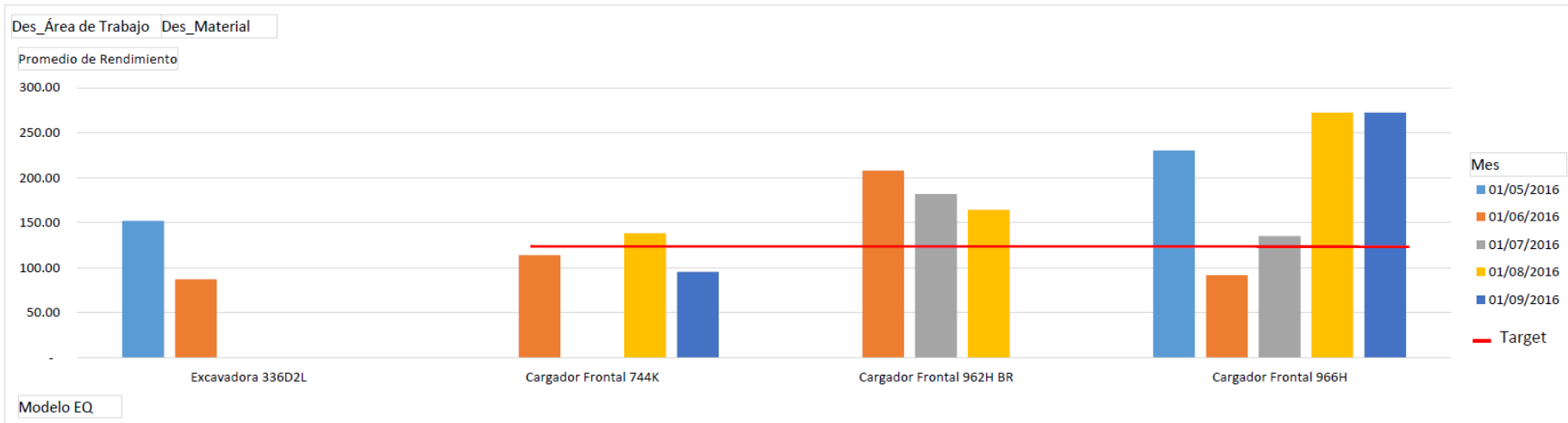
**Tabla 53:** Rendimiento equipos de carguío de filtro drenante 2016

Des\_Área de Trabajo (Todas)  
 Des\_Material Filter Drain

Promedio de Rendimiento	Mes				
Modelo EQ	May-16	Jun-16	Jul-16	Ago-16	Set-16
Excavadora 336D2L	152.00	86.78			
Cargador Frontal 744K		113.80		138.25	95.39
Cargador Frontal 962H BR		207.85	181.90	164.36	
Cargador Frontal 966H	230.20	91.38	135.17	272.08	272.24

Target	Output budget	m3/hr
Cargador Frontal 966H	131.62	m3/hr

**Figura 72:** Diagrama de barras de rendimiento equipos de carguío de filtro drenante 2016



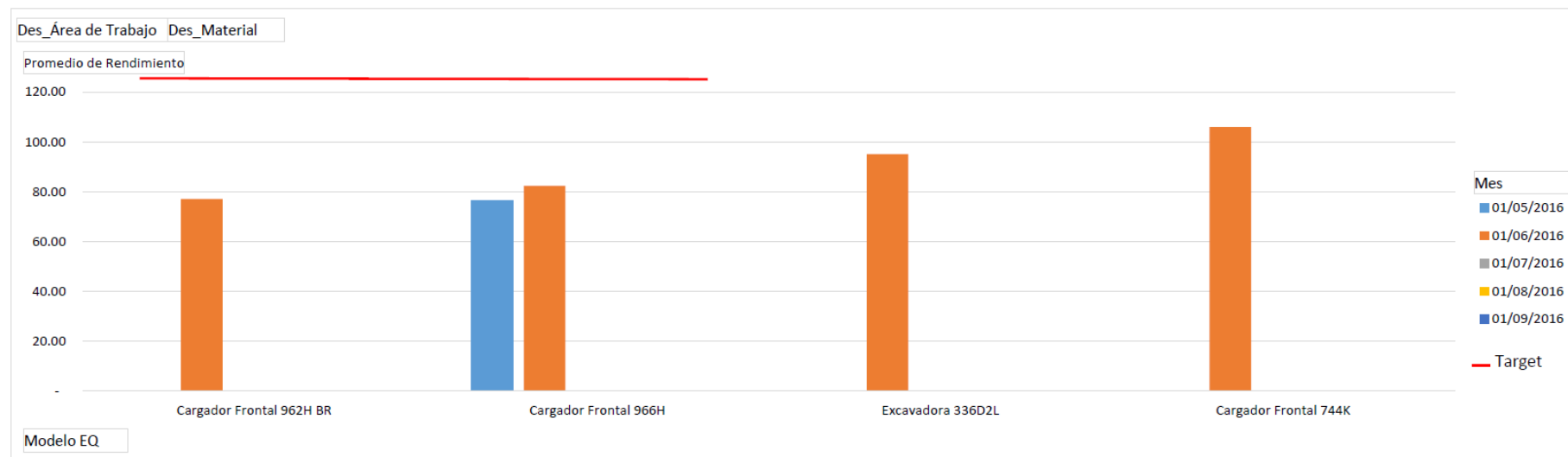
**Tabla 54:** Rendimiento equipos de carguío de transición 2016

Des\_Área de Trabajo (Todas)  
Des\_Material Transition

Promedio de Rendimiento	Mes				
Modelo EQ	May-16	Jun-16	Jul-16	Ago-16	Set-16
Cargador Frontal 962H BR		77.04			
Cargador Frontal 966H	76.49	82.26			
Excavadora 336D2L		95.08			
Cargador Frontal 744K		105.88			

Target	Output budget	m3/hr
Cargador Frontal 966H	146.51	m3/hr

**Figura 73:** Diagrama de barras de rendimiento equipos de carguío de transición 2016



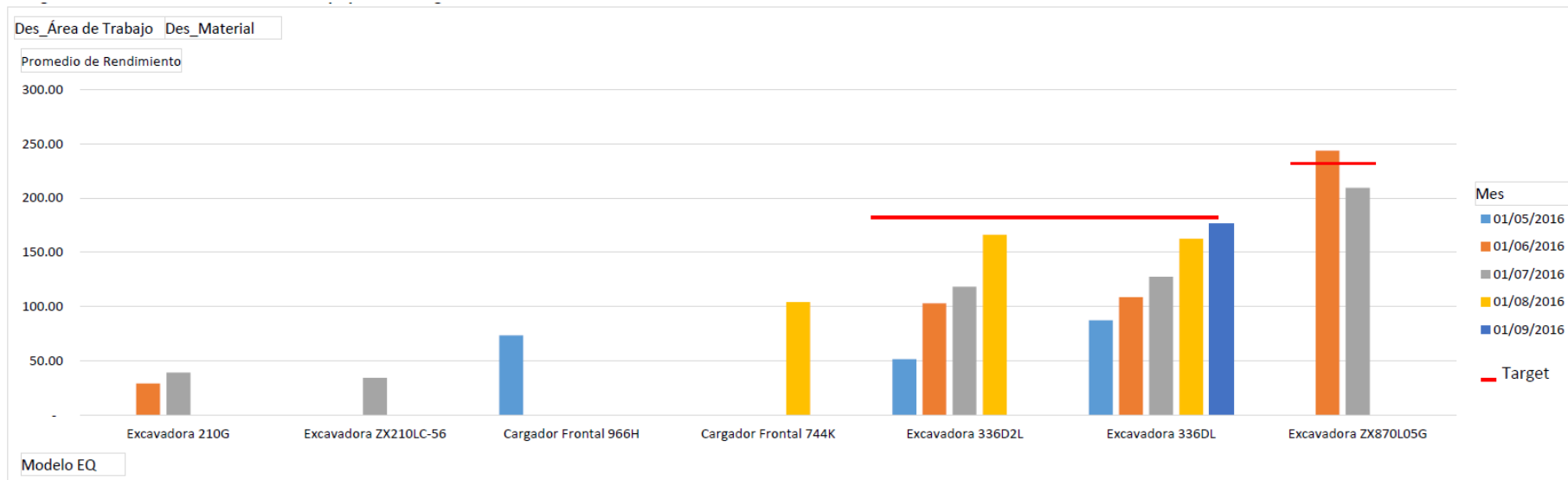
**Tabla 55:** Rendimiento equipos de carguío de relleno estructural D1 - 2016

Des\_Área de Trabajo (Todas)  
 Des\_Material (Varios elementos) Relleno D1

Modelo EQ	Promedio de Rendimiento Mes				
	May-16	Jun-16	Jul-16	Ago-16	Set-16
Excavadora 210G		28.90	39.00		
Excavadora ZX210LC-56			34.00		
Cargador Frontal 966H	73.40				
Cargador Frontal 744K				104.00	
Excavadora 336D2L	51.30	102.92	118.18	165.96	
Excavadora 336DL	87.20	108.48	127.33	162.64	176.70
Excavadora ZX870L05G		243.82	209.46		

Target	Output budget	m3/hr
Excavadora 336D	181.68	m3/hr
Excavadora 374D	246.52	m3/hr

**Figura 74:** Diagrama de barras de rendimiento equipos de carguío de relleno estructural D1 - 2016



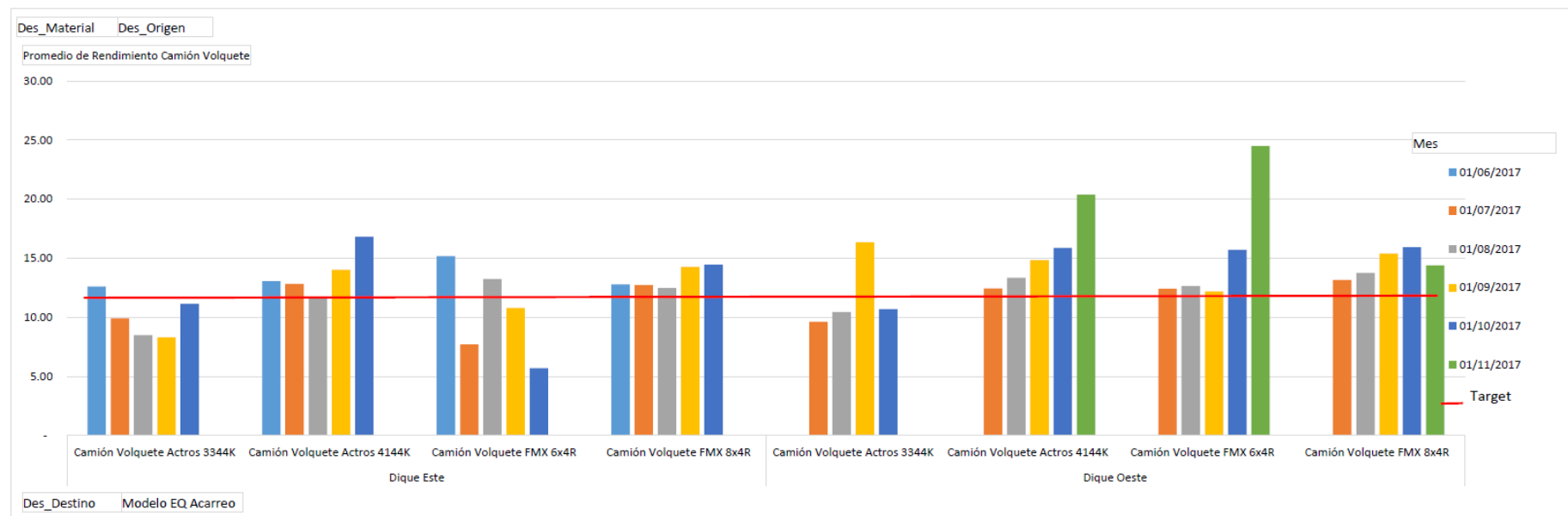
**Tabla 56:** Rendimiento equipos de acarreo de arcilla 2017

Des_Material	Núcleo
Des_Origen	Cantera Collapampa

Promedio de Rendimiento Camión Volquete		Mes					
Des_Destino	Modelo EQ Acarreo	Jun-17	Jul-17	Ago-17	Set-17	Oct-17	Nov-17
Dique Este	Camión Volquete Actros 3344K	12.60	9.90	8.50	8.32	11.15	
Dique Este	Camión Volquete Actros 4144K	13.06	12.83	11.70	14.03	16.81	
Dique Este	Camión Volquete FMX 6x4R	15.18	7.70	13.25	10.80	5.70	
Dique Este	Camión Volquete FMX 8x4R	12.79	12.73	12.48	14.28	14.45	
Dique Oeste	Camión Volquete Actros 3344K		9.63	10.44	16.36	10.70	
Dique Oeste	Camión Volquete Actros 4144K		12.43	13.34	14.84	15.88	20.38
Dique Oeste	Camión Volquete FMX 6x4R		12.42	12.64	12.19	15.71	24.50
Dique Oeste	Camión Volquete FMX 8x4R		13.16	13.75	15.41	15.93	14.38

Target	Output budget	m3/hr
Tipper Truck 8x4 (Actros 4143, 32t)	11.79	m3/hr

**Figura 75:** Diagrama de barras de rendimiento equipos de acarreo de arcilla 2017



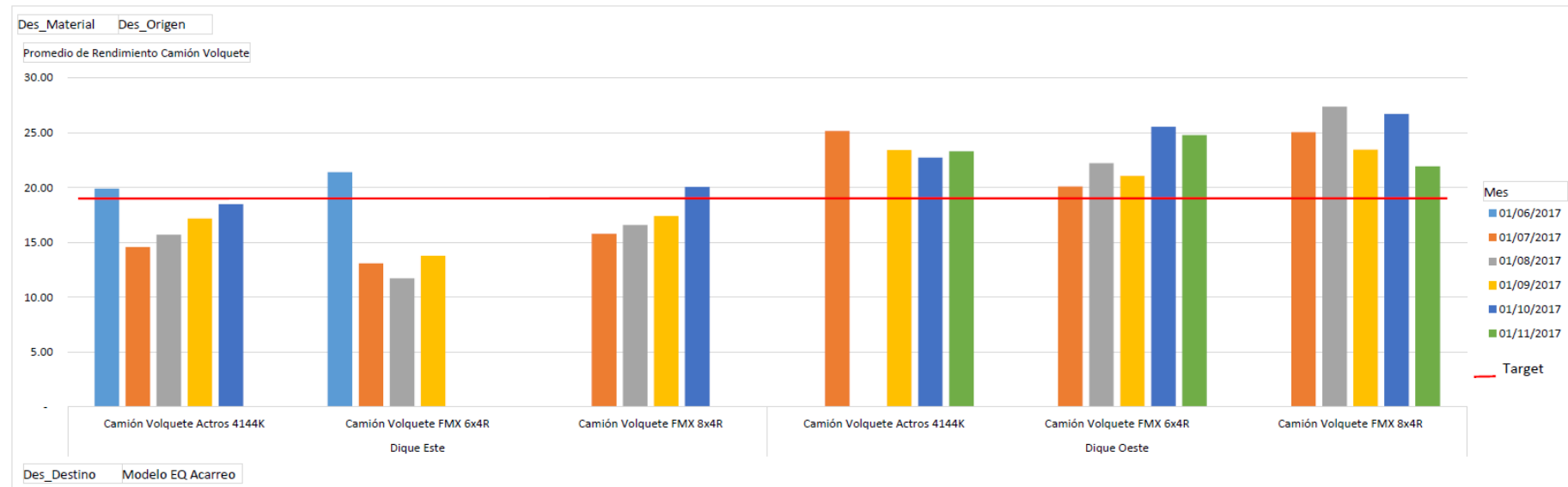
**Tabla 57:** Rendimiento equipos de acarreo de filtro drenante 2017

Des_Material	Filtro Dren
Des_Origen	Lavadora UNICON

Des_Destino	Modelo EQ Acarreo	Mes					
		Jun-17	Jul-17	Ago-17	Set-17	Oct-17	Nov-17
Dique Este	Camión Volquete Actros 4144K	19.91	14.56	15.70	17.18	18.47	
Dique Este	Camión Volquete FMX 6x4R	21.40	13.08	11.72	13.76		
Dique Este	Camión Volquete FMX 8x4R		15.79	16.57	17.38	20.06	
Dique Oeste	Camión Volquete Actros 4144K		25.16		23.40	22.74	23.30
Dique Oeste	Camión Volquete FMX 6x4R		20.09	22.23	21.06	25.53	24.77
Dique Oeste	Camión Volquete FMX 8x4R		25.03	27.36	23.46	26.70	21.93

Target	Output budget	m3/hr
Tipper Truck 8x4 (Actros 4143, 32t)	19.43	m3/hr

**Figura 76:** Diagrama de barras de rendimiento equipos de acarreo de filtro drenante 2017



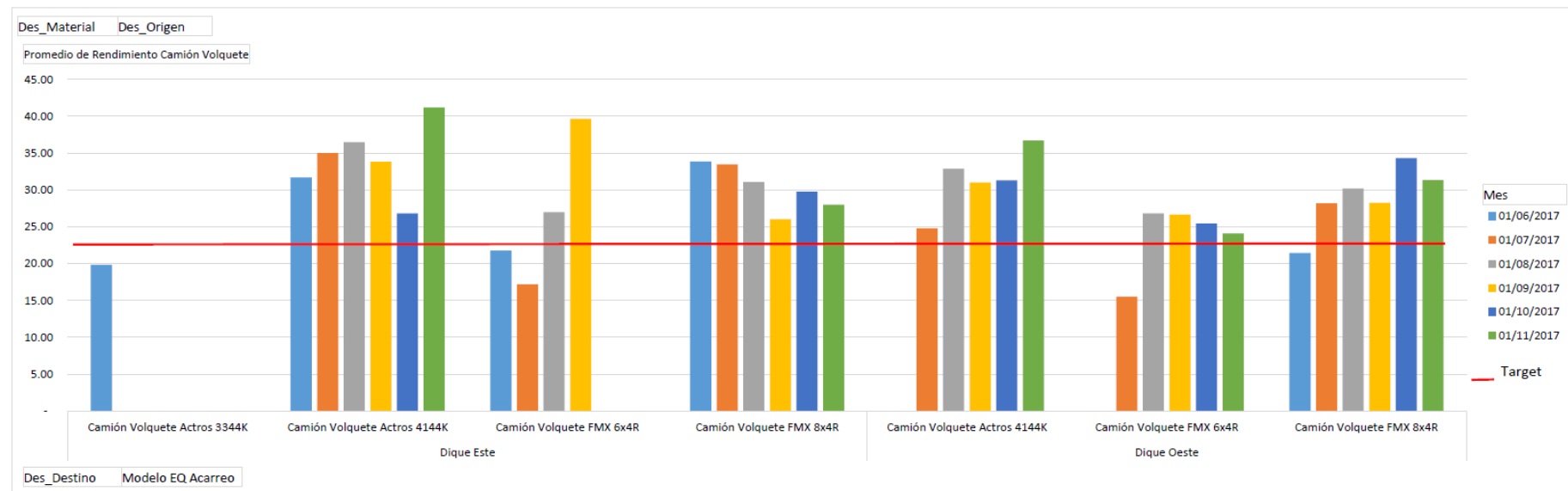
**Tabla 58:** Rendimiento equipos de acarreo de transición 2017

Des_Material	Transición
Des_Origen	(Varios elementos)

Des_Destino	Modelo EQ Acarreo	Mes					
		Jun-17	Jul-17	Ago-17	Set-17	Oct-17	Nov-17
Dique Este	Camión Volquete Actros 3344K	19.83					
Dique Este	Camión Volquete Actros 4144K	31.71	35.00	36.48	33.84	26.80	41.20
Dique Este	Camión Volquete FMX 6x4R	21.75	17.20	26.95	39.65		
Dique Este	Camión Volquete FMX 8x4R	33.85	33.46	31.09	26.03	29.77	28.00
Dique Oeste	Camión Volquete Actros 4144K		24.80	32.88	31.00	31.31	36.72
Dique Oeste	Camión Volquete FMX 6x4R		15.50	26.82	26.64	25.44	24.10
Dique Oeste	Camión Volquete FMX 8x4R	21.43	28.18	30.18	28.25	34.32	31.34

Target	Output budget	m3/hr
Tipper Truck 8x4 (Actros 4143, 32t)	22.84	m3/hr

**Figura 77:** Diagrama de barras de rendimiento equipos de acarreo de transición 2017



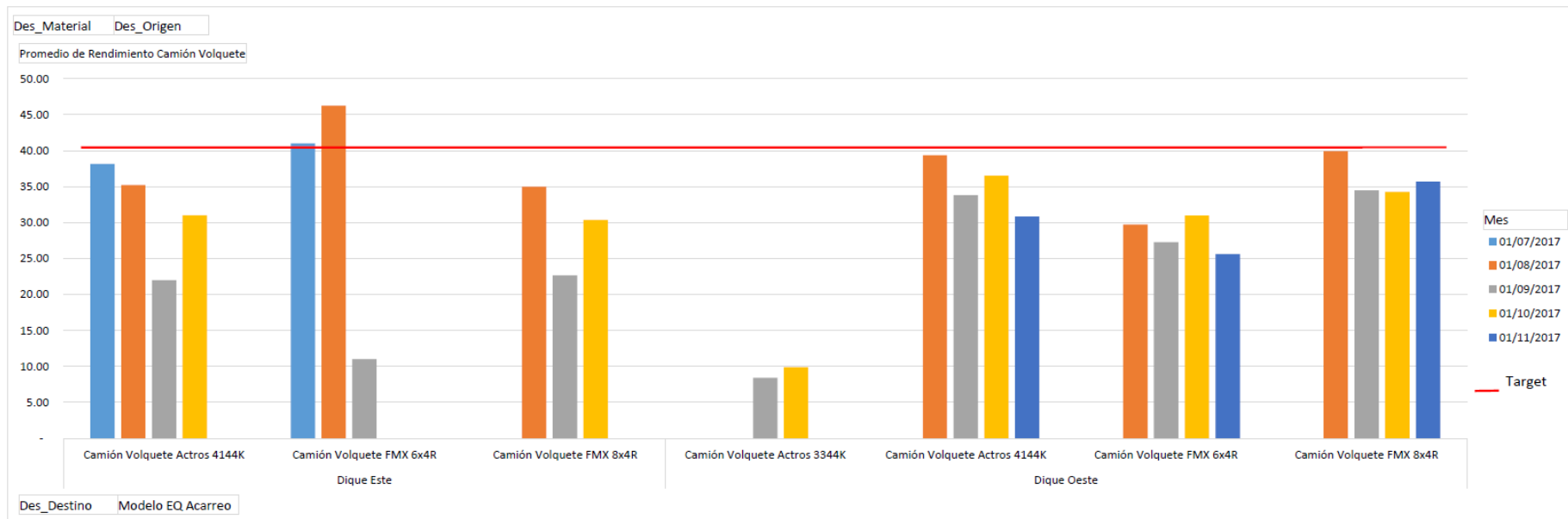
**Tabla 59:** Rendimiento equipos de acarreo de relleno estructural D1 - 2017

Des_Material	Relleno D1
Des_Origen	(Varios elementos)

Promedio de Rendimiento Camión Volquete		Mes				
Des_Destino	Modelo EQ Acarreo	Jul-17	Ago-17	Set-17	Oct-17	Nov-17
Dique Este	Camión Volquete Actros 4144K	38.13	35.22	21.97	31.00	
Dique Este	Camión Volquete FMX 6x4R	41.00	46.24	11.00		
Dique Este	Camión Volquete FMX 8x4R		34.96	22.67	30.36	
Dique Oeste	Camión Volquete Actros 3344K			8.40	9.90	
Dique Oeste	Camión Volquete Actros 4144K		39.36	33.80	36.51	30.83
Dique Oeste	Camión Volquete FMX 6x4R		29.71	27.26	30.98	25.60
Dique Oeste	Camión Volquete FMX 8x4R		39.92	34.45	34.26	35.66

Target	Output budget	m3/hr
Tipper Truck 8x4 (Actros 4143, 32t)	40.72	m3/hr

**Figura 78:** Diagrama de barras de rendimiento equipos de acarreo de relleno estructural D1 - 2017



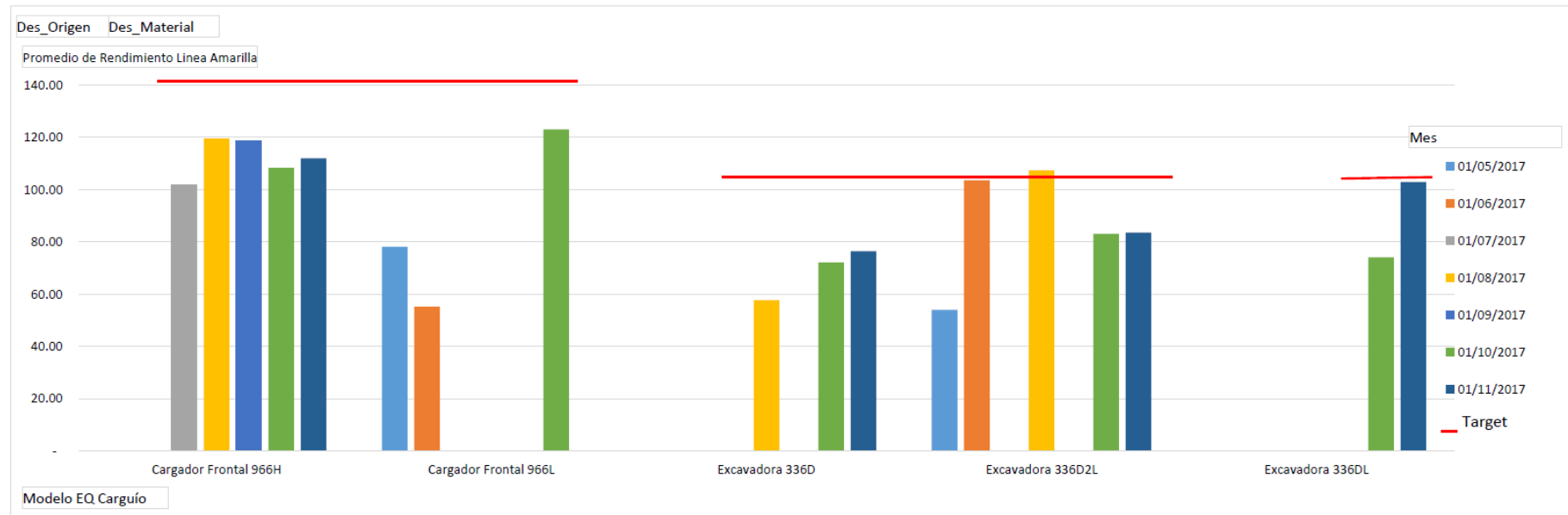
**Tabla 60:** Rendimiento equipos de carguío de arcilla 2017

Des\_Origen (Todas)  
Des\_Material Núcleo ARCILLA

Promedio de Rendimiento Linea Amarilla Modelo EQ Carguío	Mes						
	May-17	Jun-17	Jul-17	Ago-17	Set-17	Oct-17	Nov-17
Cargador Frontal 966H			101.83	119.59	118.71	108.31	112.00
Cargador Frontal 966L	78.10	55.20				123.01	
Excavadora 336D				57.71		72.15	76.44
Excavadora 336D2L	54.01	103.60		107.41		83.08	83.53
Excavadora 336DL						74.10	102.85

Target	Output budget	m3/hr
Excavadora 336D	108.52	m3/hr
Cargador Frontal 966H	141.71	m3/hr

**Figura 79:** Diagrama de barras de rendimiento equipos de carguío de arcilla 2017





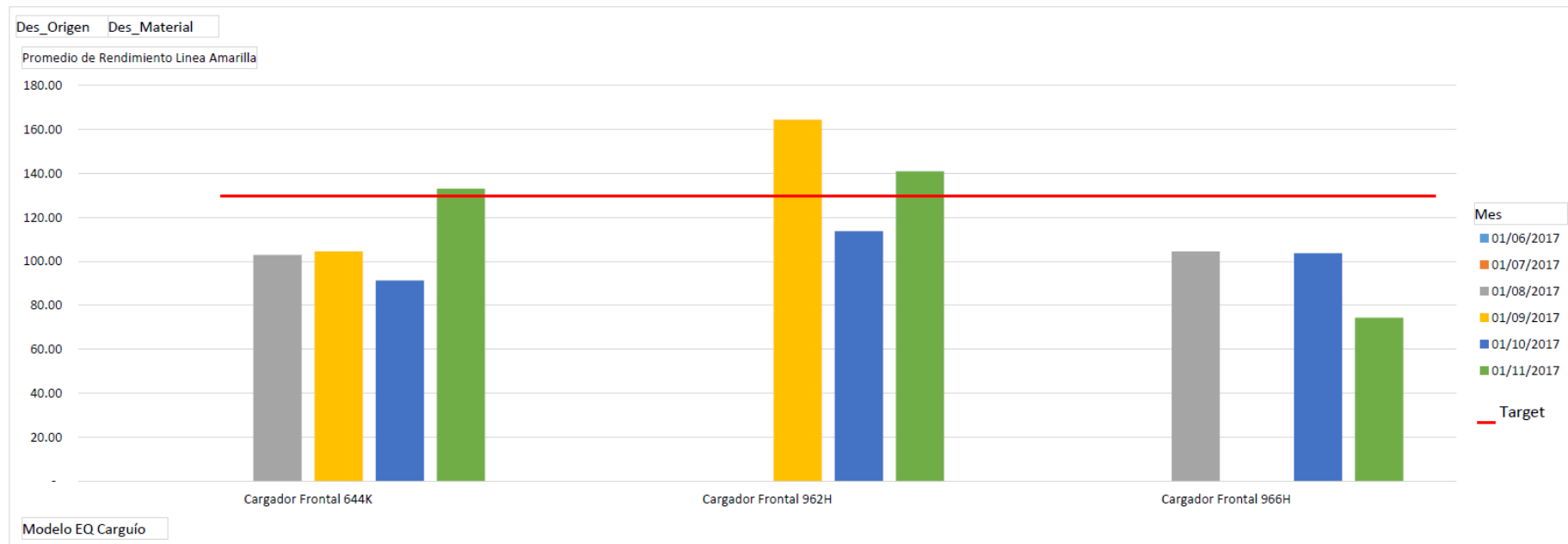
**Tabla 61:** Rendimiento equipos de carguío de filtro drenante 2017

Des\_Origen (Todas)  
 Des\_Material Filtro Dren FILTRO DREN

Promedio de Rendimiento Linea Amarilla	Mes					
Modelo EQ Carguío	Jun-17	Jul-17	Ago-17	Set-17	Oct-17	Nov-17
Cargador Frontal 644K			102.99	104.51	91.28	133.05
Cargador Frontal 962H				164.48	113.75	140.92
Cargador Frontal 966H			104.47		103.70	74.35

Target	Output budget	m3/hr
Cargador Frontal 966H	131.62	m3/hr

**Figura 80:** Diagrama de barras de rendimiento equipos de carguío de filtro drenante 2017



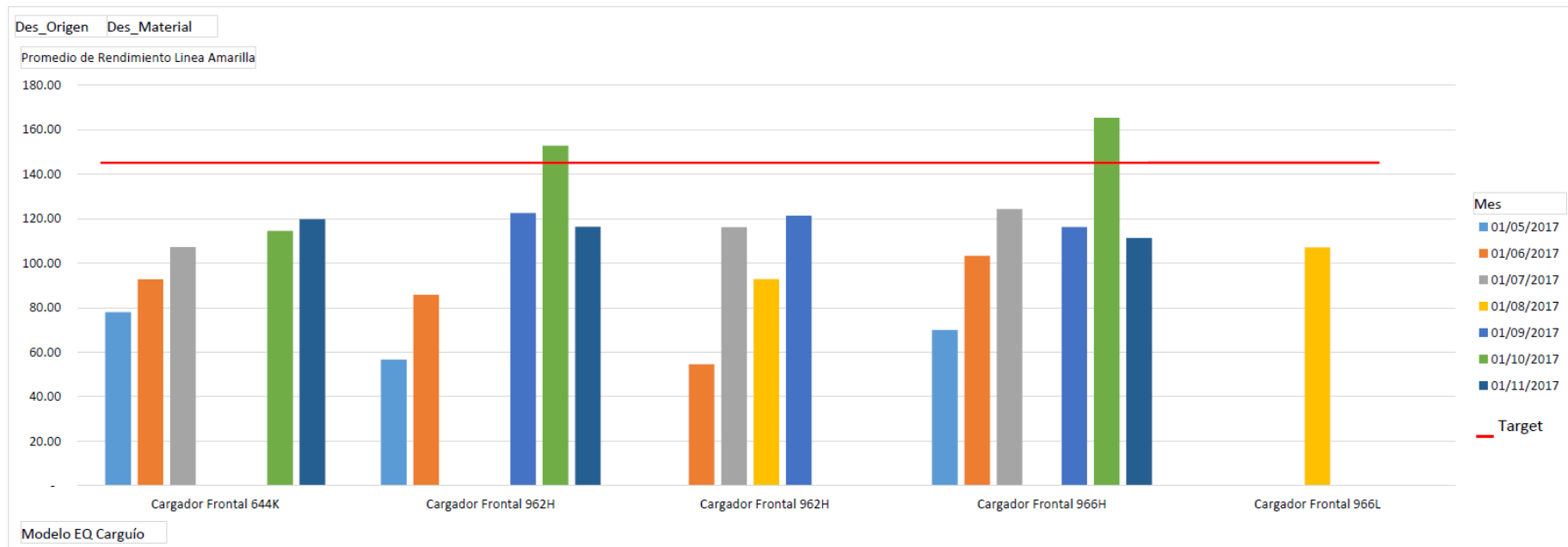
**Tabla 62:** Rendimiento equipos de carguío de transición 2017

Des\_Origen (Todas)  
Des\_Material (Varios elemer Transition)

Promedio de Rendimiento Linea Amarilla	Mes						
Modelo EQ Carguío	May-17	Jun-17	Jul-17	Ago-17	Set-17	Oct-17	Nov-17
Cargador Frontal 644K	78.00	92.73	107.20			114.54	119.80
Cargador Frontal 962H	56.70	85.75			122.51	152.81	116.43
Cargador Frontal 962H		54.52	116.20	92.88	121.36		
Cargador Frontal 966H	70.00	103.38	124.29		116.24	165.30	111.36
Cargador Frontal 966L				107.14			

Target	Output budget	m3/hr
Cargador Frontal 966H	146.51	m3/hr

**Figura 81:** Diagrama de barras de rendimiento equipos de carguío de transición 2017



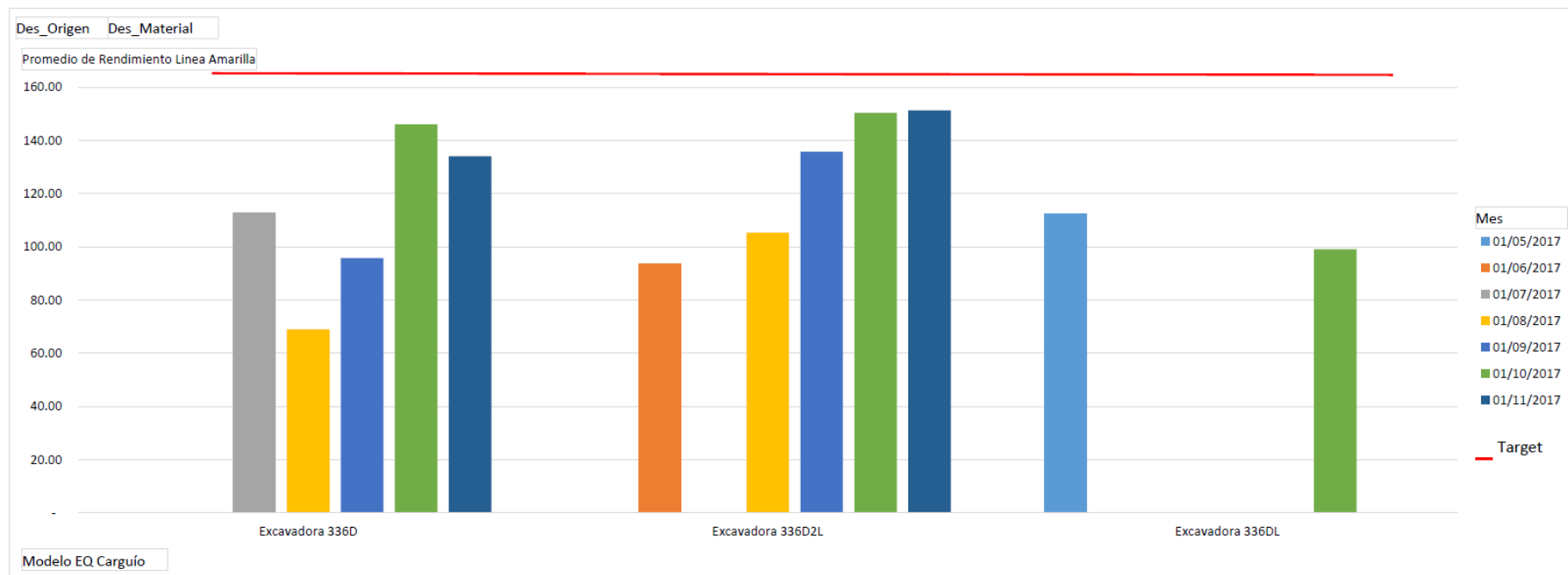
**Tabla 63:** Rendimiento equipos de carguío de relleno estructural D1 - 2017

Des\_Origen (Todas)  
Des\_Material Relleno D1

Promedio de Rendimiento Linea Amarilla Modelo EQ Carguío	Mes						
	May-17	Jun-17	Jul-17	Ago-17	Set-17	Oct-17	Nov-17
Excavadora 336D			112.64	69.03	95.78	146.00	134.01
Excavadora 336D2L		93.58		105.31	135.72	150.32	151.26
Excavadora 336DL	112.29					99.09	

Target	Output budget	m3/hr
Excavadora 336D	181.68	m3/hr
Excavadora 374D	246.52	m3/hr

**Figura 82:** Diagrama de barras de rendimiento equipos de carguío de relleno estructural D1 - 2017



# **ANEXO 4**

---

Reporte de indicador de productividad parcial de los equipos de los años  
2016 y 2017.

**Tabla 64: Costo 2016**

FRENTE	DES_FRENTE	PARTIDA	DES_PARTIDA CONTROL	Abr-16	May-16	Jun-16	Jul-16	Ago-16	Set-16	Oct-16	Total general \$
00E1	Dique Este	1201	Relleno - Arcilla	-	-	24,788	40,088	680	-	-	65,555.48
		1304	Transporte de Arcilla	-	-	20,129	32,693	50	-	-	52,872.75
		1202	Relleno - Filtro	-	-	20,674	14,525	-	-	-	35,198.66
		1305	Transporte de Filtro	-	-	6,358	8,417	-	-	-	14,775.29
		1203	Relleno - Transición	-	-	31,360	22,572	-	-	-	53,932.61
		1306	Transporte de Transición	-	-	16,318	10,783	-	-	-	27,100.82
		1204	Relleno - Relleno Estructural	3,022	-	60,883	68,344	-	-	-	132,249.10
1307	Transporte de Relleno Estructural	-	-	23,992	26,121	-	-	-	50,112.54		
00E2	Dique Oeste	1201	Relleno - Arcilla	-	-	12,753	97,970	68,645	15,989	-	195,356.16
		1304	Transporte de Arcilla	-	-	9,017	70,662	62,865	11,704	-	154,248.39
		1202	Relleno - Filtro	-	6,729	18,820	33,801	18,400	4,557	-	82,307.67
		1305	Transporte de Filtro	-	1,560	5,311	15,603	11,735	2,300	-	36,508.20
		1203	Relleno - Transición	-	10,527	19,013	72,110	48,659	5,864	-	156,173.76
		1306	Transporte de Transición	-	4,547	8,032	26,598	20,070	1,855	-	61,102.21
		1204	Relleno - Relleno Estructural	2,062	1,499	49,980	123,956	167,577	7,461	-	352,534.57
1307	Transporte de Relleno Estructural	748	1,548	26,809	55,035	85,907	419	-	170,465.63		

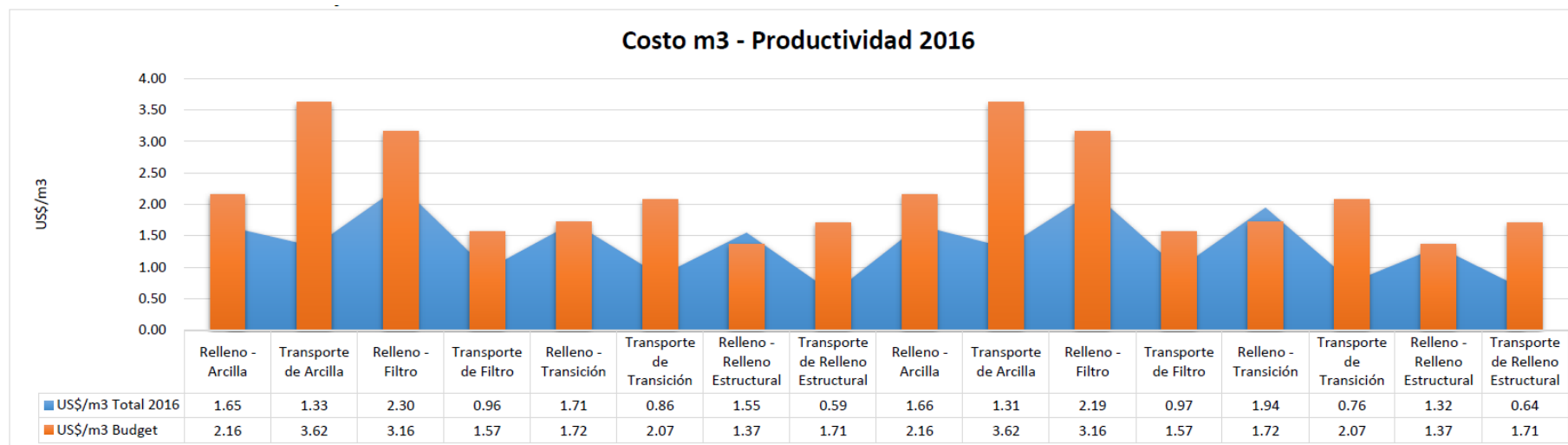
**Tabla 65: Producción 2016**

FRENTE	DES_FRENTE	PARTIDA	Material	Abr-16	May-16	Jun-16	Jul-16	Ago-16	Set-16	Oct-16	Total m3
00E1	Dique Este	1304	Arcilla	-	-	15,119	24,675	26	-	-	39,820
		1305	Filter Drain	-	-	8,233	7,101	-	-	-	15,334
		1306	Transition	-	-	19,148	12,381	-	-	-	31,530
		1307	Relleno D1	-	-	46,975	38,496	-	-	-	85,472
00E2	Dique Oeste	1304	Arcilla	-	-	6,760	54,157	46,764	9,821	-	117,502
		1305	Filter Drain	-	2,099	4,844	14,978	13,080	2,505	-	37,507
		1306	Transition	-	5,693	9,853	31,391	29,736	3,641	-	80,314
		1307	Relleno D1	-	4,208	58,121	77,484	126,158	618	-	266,588

**Tabla 66:** Costo m3 - Productividad 2016

DES_FRENTE	DES_PARTIDA CONTROL	Abr-16	May-16	Jun-16	Jul-16	Ago-16	Set-16	Oct-16	US\$/m3 Total 2016	US\$/m3 Budget
Dique Este	Relleno - Arcilla	-	-	1.64	1.62	25.72	-	-	1.65	2.16
	Transporte de Arcilla	-	-	1.33	1.32	1.91	-	-	1.33	3.62
	Relleno - Filtro	-	-	2.51	2.05	-	-	-	2.30	3.16
	Transporte de Filtro	-	-	0.77	1.19	-	-	-	0.96	1.57
	Relleno - Transición	-	-	1.64	1.82	-	-	-	1.71	1.72
	Transporte de Transición	-	-	0.85	0.87	-	-	-	0.86	2.07
	Relleno - Relleno Estructural	-	-	1.30	1.78	-	-	-	1.55	1.37
	Transporte de Relleno Estructural	-	-	0.51	0.68	-	-	-	0.59	1.71
Dique Oeste	Relleno - Arcilla	-	-	1.89	1.81	1.47	1.63	-	1.66	2.16
	Transporte de Arcilla	-	-	1.33	1.30	1.34	1.19	-	1.31	3.62
	Relleno - Filtro	-	3.21	3.89	2.26	1.41	1.82	-	2.19	3.16
	Transporte de Filtro	-	0.74	1.10	1.04	0.90	0.92	-	0.97	1.57
	Relleno - Transición	-	1.85	1.93	2.30	1.64	1.61	-	1.94	1.72
	Transporte de Transición	-	0.80	0.82	0.85	0.67	0.51	-	0.76	2.07
	Relleno - Relleno Estructural	-	0.36	0.86	1.60	1.33	12.08	-	1.32	1.37
	Transporte de Relleno Estructural	-	0.37	0.46	0.71	0.68	0.68	-	0.64	1.71

**Figura 83:** Gráfico de barras y área del Costo m3 - Productividad 2016



**Tabla 67: Costo 2017**

FRENTE	DES_FRENTE	PARTIDA	DES_PARTIDA CONTROL	May-17	Jun-17	Jul-17	Ago-17	Set-17	Oct-17	Nov-17	Total general \$
00E1	Dique Este	1201	Relleno - Arcilla	-	23,235	39,058	41,813	40,255	15,868	-	160,229.33
		1304	Transporte de Arcilla	-	29,795	29,644	103,583	26,371	7,537	-	196,929.07
		1202	Relleno - Filtro	-	13,850	12,677	15,393	19,402	3,111	-	64,434.16
		1305	Transporte de Filtro	-	8,870	9,257	35,421	13,185	3,274	-	70,006.35
		1203	Relleno - Transición	-	29,851	29,143	28,555	25,170	3,326	-	116,045.07
		1306	Transporte de Transición	-	9,173	10,467	39,460	12,266	2,763	-	74,128.42
		1204	Relleno - Relleno Estructural	-	17,376	36,987	61,057	100,194	26,414	-	242,028.05
1307	Transporte de Relleno Estructural	-	2,219	14,474	65,667	48,044	8,921	-	139,325.43		
00E2	Dique Oeste	1201	Relleno - Arcilla	-	-	25,303	63,937	56,813	90,462	55,393	291,907.87
		1304	Transporte de Arcilla	-	156	22,131	180,029	48,087	49,189	21,594	321,186.54
		1202	Relleno - Filtro	-	-	16,700	22,237	20,999	31,651	36,102	127,689.02
		1305	Transporte de Filtro	-	-	6,883	44,354	11,201	17,944	17,550	97,933.36
		1203	Relleno - Transición	-	414	37,420	41,747	53,023	34,368	23,315	190,286.71
		1306	Transporte de Transición	-	316	10,330	50,466	25,143	18,737	21,325	126,318.08
		1204	Relleno - Relleno Estructural	-	-	15,651	25,003	67,255	153,390	92,381	353,679.74
1307	Transporte de Relleno Estructural	-	-	702	39,129	32,572	114,516	68,806	255,724.82		

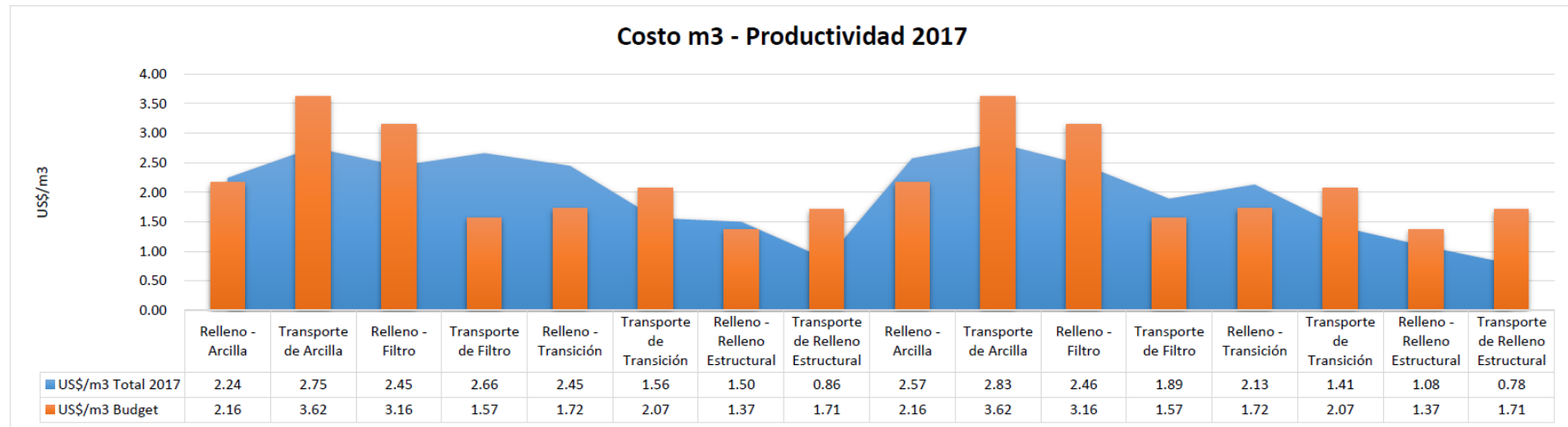
**Tabla 68: Producción 2017**

FRENTE	DES_FRENTE	PARTIDA	Material	May-17	Jun-17	Jul-17	Ago-17	Set-17	Oct-17	Nov-17	Total m3
00E1	Dique Este	1304	Núcleo	-	17,476	16,692	18,940	13,911	4,500	-	71,519
		1305	Filtro Dren	-	7,996	6,747	-	9,122	2,458	-	26,323
		1306	Transición	-	13,459	14,961	-	15,648	3,365	-	47,434
		1307	Relleno D1	-	6,442	26,418	38,730	78,535	11,393	-	161,518
00E2	Dique Oeste	1304	Núcleo	-	278	11,318	32,643	26,146	28,910	14,222	113,517
		1305	Filtro Dren	-	-	7,793	-	11,405	17,357	15,299	51,854
		1306	Transición	-	383	13,075	-	32,762	20,739	22,371	89,330
		1307	Relleno D1	-	-	1,610	17,283	56,566	161,591	89,613	326,663

**Tabla 69: Costo m3 - Productividad 2017**

DES_FRENTE	DES_PARTIDA CONTROL	May-17	Jun-17	Jul-17	Ago-17	Set-17	Oct-17	Nov-17	US\$/m3 Total 2017	US\$/m3 Budget
Dique Este	Relleno - Arcilla	-	1.33	2.34	2.21	2.89	3.53	-	2.24	2.16
	Transporte de Arcilla	-	1.70	1.78	5.47	1.90	1.67	-	2.75	3.62
	Relleno - Filtro	-	1.73	1.88	-	2.13	1.27	-	2.45	3.16
	Transporte de Filtro	-	1.11	1.37	-	1.45	1.33	-	2.66	1.57
	Relleno - Transición	-	2.22	1.95	-	1.61	0.99	-	2.45	1.72
	Transporte de Transición	-	0.68	0.70	-	0.78	0.82	-	1.56	2.07
	Relleno - Relleno Estructural	-	2.70	1.40	1.58	1.28	2.32	-	1.50	1.37
	Transporte de Relleno Estructural	-	0.34	0.55	1.70	0.61	0.78	-	0.86	1.71
Dique Oeste	Relleno - Arcilla	-	-	2.24	1.96	2.17	3.13	3.89	2.57	2.16
	Transporte de Arcilla	-	0.56	1.96	5.52	1.84	1.70	1.52	2.83	3.62
	Relleno - Filtro	-	-	2.14	-	1.84	1.82	2.36	2.46	3.16
	Transporte de Filtro	-	-	0.88	-	0.98	1.03	1.15	1.89	1.57
	Relleno - Transición	-	1.08	2.86	-	1.62	1.66	1.04	2.13	1.72
	Transporte de Transición	-	0.82	0.79	-	0.77	0.90	0.95	1.41	2.07
	Relleno - Relleno Estructural	-	-	9.72	1.45	1.19	0.95	1.03	1.08	1.37
	Transporte de Relleno Estructural	-	-	0.44	2.26	0.58	0.71	0.77	0.78	1.71

**Figura 84: Gráfico de barras y área del Costo m3 - Productividad 2017**





# ANEXO 5

---

Actas de Confidencialidad de información.



### ACUERDO DE CONFIDENCIALIDAD

Conste por el presente documento, el Acuerdo de Confidencialidad que celebran, de una parte STRACON GyM, identificado con RUC N° 20546121250, debidamente representado por el señor Paolo Herrera Alejos, identificado con DNI N° 40927148, Gerente Técnico del Proyecto Constancia, a quien en adelante se le denominará EL EMPLEADOR; y, de la otra parte, el señor David Edinson Casas Ocas, identificado con DNI N° 45925029, a quien en adelante se le denominará "EL COLABORADOR", en los términos y condiciones siguientes:

PRIMERO.- EL COLABORADOR tiene un contrato de trabajo vigente, mediante el cual se desempeña en el puesto de Supervisor De Campo, labor que desempeña en el Proyecto Constancia.


SEGUNDO.- EL COLABORADOR por motivos de fines académicos ha solicitado a su Jefatura información confidencial de la Empresa, referida al Registro de partes diarios de camiones y línea amarilla, solicitud que ha sido aceptada por EL EMPLEADOR, comprometiéndose al otorgamiento de dicha información al momento de la suscripción del presente Acuerdo.

Considerando que la información señalada en el párrafo anterior tiene el carácter de información confidencial, EL COLABORADOR se obliga irrevocablemente frente a su EMPLEADOR, a mantener absoluta reserva respecto de la citada información, reconociendo su carácter de confidencial, y a no proporcionar a ninguna persona natural o jurídica, ni divulgar y/o reproducir en forma alguna todo o parte de la información proporcionada, salvo para los fines académicos señalados.

TERCERO: EL COLABORADOR se obliga, frente a su EMPLEADOR, a devolver o destruir toda documentación física y/o electrónica, tanto original como copia y cualquier otro material que contenga o que se refiera a la señalada en la cláusula segunda del presente Acuerdo, incluyendo cualquier copia o resumen elaborado.

CUARTO: EL COLABORADOR será el único responsable frente a EL EMPLEADOR por el uso indebido de la información proporcionada y/o que ocasione cualquier tipo de perjuicio a la Empresa; así como, cualquier reclamo judicial o extrajudicial de empleados o terceros por incumplimiento comprobado de las obligaciones que asume en virtud de este Acuerdo, por lo que quedará sujeto a las acciones disciplinarias y legales penales que pudiera corresponder.

Firmado, en el Proyecto Constancia a los 27 días del mes Marzo del 2015, en dos ejemplares idénticos, uno para cada parte.

  
DNI: 45925029

  
Stracon GyM S.A.  
Luis Paolo Herrera Alejos  
Commercial Manager  
Constancia Project-1011  




### ACUERDO DE CONFIDENCIALIDAD

Conste por el presente documento, el Acuerdo de Confidencialidad que celebran, de una parte STRACON GyM, identificado con RUC N° 20546121250, debidamente representado por el señor Gino Vargas Falen, identificado con DNI N° 42769358, Superintendente de Operaciones del Proyecto Constancia, a quien en adelante se le denominará EL EMPLEADOR; y, de la otra parte, el señor David Edinson Casas Ocas, identificado con DNI N° 45925029, a quien en adelante se le denominará "EL COLABORADOR", en los términos y condiciones siguientes:

PRIMERO.- EL COLABORADOR tiene un contrato de trabajo vigente, mediante el cual se desempeña en el puesto de Supervisor De Campo, labor que desempeña en el Proyecto Constancia.

SEGUNDO.- EL COLABORADOR por motivos de fines académicos ha solicitado a su Jefatura información confidencial de la Empresa, referida al **Registro Excel de partes diarios de camiones, línea amarilla y precios unitarios del presupuesto de materiales rellenos y eliminados en el la presa del TMF de los dos últimos años**, solicitud que ha sido aceptada por EL EMPLEADOR, comprometiéndose al otorgamiento de dicha información al momento de la suscripción del presente Acuerdo.

Considerando que la información señalada en el párrafo anterior tiene el carácter de información confidencial, EL COLABORADOR se obliga irrevocablemente frente a su EMPLEADOR, a mantener absoluta reserva respecto de la citada información, reconociendo su carácter de confidencial, y a no proporcionar a ninguna persona natural o jurídica, ni divulgar y/o reproducir en forma alguna todo o parte de la información proporcionada, salvo para los fines académicos señalados.

TERCERO: EL COLABORADOR se obliga, frente a su EMPLEADOR, a devolver o destruir toda documentación física y/o electrónica, tanto original como copia y cualquier otro material que contenga o que se refiera a la señalada en la cláusula segunda del presente Acuerdo, incluyendo cualquier copia o resumen elaborado.

CUARTO: EL COLABORADOR será el único responsable frente a EL EMPLEADOR por el uso indebido de la información proporcionada y/o que ocasione cualquier tipo de perjuicio a la Empresa; así como, cualquier reclamo judicial o extrajudicial de empleados o terceros por incumplimiento comprobado de las obligaciones que asume en virtud de este Acuerdo, por lo que quedará sujeto a las acciones disciplinarias y legales penales que pudiera corresponder.

Firmado, en el Proyecto Constancia a los 08 días del mes Setiembre del 2016, en dos ejemplares idénticos, uno para cada parte.

  
David E. Casas Ocas  
DNI 45925029

  
Gino Vargas F.

**ACUERDO DE CONFIDENCIALIDAD**

Conste por el presente documento, el Acuerdo de Confidencialidad que celebran, de una parte STRACON GyM, identificado con RUC N° 20546121250, debidamente representado por el señor Willian Céspedes Merino, identificado con DNI N° 26704746, Jefe de Operaciones Constancia, a quien en adelante se le denominará EL EMPLEADOR; y, de la otra parte, el señor David Edinson Casas Ocas, identificado con DNI N° 45925029, a quien en adelante se le denominará "EL COLABORADOR", en los términos y condiciones siguientes:

PRIMERO.- EL COLABORADOR tiene un contrato de trabajo vigente, mediante el cual se desempeña en el puesto de Ingeniero de Proyectos, labor que desempeña en el Proyecto Constancia.

SEGUNDO.- EL COLABORADOR por motivos de fines académicos ha solicitado a su Jefatura información confidencial de la Empresa, referida al Base de datos en Excel de partes diarios de camiones volquete, línea amarilla y equipos menores y precios unitarios del presupuesto de las partidas ejecutadas de la presa de los TMFs del año 2017, solicitud que ha sido aceptada por EL EMPLEADOR, comprometiéndose al otorgamiento de dicha información al momento de la suscripción del presente Acuerdo.

Considerando que la información señalada en el párrafo anterior tiene el carácter de información confidencial, EL COLABORADOR se obliga irrevocablemente frente a su EMPLEADOR, a mantener absoluta reserva respecto de la citada información, reconociendo su carácter de confidencial, y a no proporcionar a ninguna persona natural o jurídica, ni divulgar y/o reproducir en forma alguna todo o parte de la información proporcionada, salvo para los fines académicos señalados.


TERCERO: EL COLABORADOR se obliga, frente a su EMPLEADOR, a devolver o destruir toda documentación física y/o electrónica, tanto original como copia y cualquier otro material que contenga o que se refiera a la señalada en la cláusula segunda del presente Acuerdo, incluyendo cualquier copia o resumen elaborado.

CUARTO: EL COLABORADOR será el único responsable frente a EL EMPLEADOR por el uso indebido de la información proporcionada y/o que ocasione cualquier tipo de perjuicio a la Empresa; así como, cualquier reclamo judicial o extrajudicial de empleados o terceros por incumplimiento comprobado de las obligaciones que asume en virtud de este Acuerdo, por lo que quedará sujeto a las acciones disciplinarias y legales penales que pudiera corresponder.

Firmado, en el Proyecto Constancia a los 20 días del mes Noviembre del 2017, en dos ejemplares idénticos, uno para cada parte.



David E. Casas Ocas  
DNI: 45925029



Willian Céspedes M.  
SUPERINTENDENTE DE OPERACIONES