



UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS

TESIS

**OPTIMIZACIÓN DEL CARGUIO Y ACARREO MEDIANTE
EL AHORRO DEL CONSUMO DE COMBUSTIBLE
DIÉSEL EN EL PROYECTO MINERO LA ZANJA S.R.L.
PULAN, CAJAMARCA**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO DE MINAS**

**PRESENTADO POR
BACH. DE LA CRUZ AGUILAR RICARDO**

CAJAMARCA - PERÚ

- 2018 -

DEDICATORIA

A mis padres Hipólito y Juana que desde que tengo uso de razón siempre estuvieron a mi lado, por sus consejos, por su paciencia, no los defraudaré.

A Elena, mi hermana mayor que siempre me ayudó incondicionalmente gracias por estar a mi lado apoyándome y Javier mi hermano menor, los quiero mucho.

Ricardo De La Cruz.

AGRADECIMIENTO

A Dios mi señor, que está conmigo y me guía por el camino del bien.

A la Universidad Alas Peruanas Filial Cajamarca, por darme la oportunidad de estudiar para un mejor futuro y lograr mí objetivo.

A los Docentes de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura y en especial a la Escuela de Ingeniería de Minas, que me enseñaron valorar y a superarme cada día.

A mis amigos y a todas las personas que me apoyaron para la realización del presente trabajo de investigación.

Ricardo De La Cruz.

RECONOCIMIENTO

A la universidad Alas Peruanas – Filial Cajamarca, por brindarme las mejores experiencias profesionales, y a sus docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería de Minas por sus enseñanzas brindadas a lo largo de mi carrera.

Ricardo De La Cruz.

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Pág.
CARÁTULA.....	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO	iii
RECONOCIMIENTO.....	iv
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	v
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
ÍNDICE DE TABLAS	xi
RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT	xiv
INTRODUCCIÓN	xv
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO	1
1.1. Descripción de la realidad problemática.....	1
1.2. Delimitación de la investigación	3
1.2.1. Delimitación espacial	3
1.2.2. Delimitación social	3
1.2.3. Delimitación temporal	4
1.2.4. Delimitación conceptual	4
1.3. Problemas de investigación.....	4
1.3.1. Problema principal	4
1.3.2. Problemas secundarios	4
1.4. Objetivos de la investigación	5
1.4.1. Objetivo general.....	5
1.4.2. Objetivos específicos	5
1.5. Hipótesis y variables de la investigación	6
1.5.1. Hipótesis general	6

	Pág.
1.5.2. Hipótesis secundarias	6
1.5.3. Variables.....	6
1.5.4. Operacionalización de la Variables de la Investigación	7
1.6. Metodología de la investigación	7
1.6.1. Tipo y nivel de investigación	7
1.6.2. Método y diseño de la investigación	8
1.6.3. Población y muestra de la investigación	8
1.6.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	9
1.6.5. Justificación, importancia y limitaciones de la investigación ..	10
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	12
2.1. Antecedentes de la investigación	12
2.1.1. En el ámbito internacional.....	12
2.1.2. En el ámbito nacional.....	14
2.1.3. En el ámbito local.....	17
2.2. Bases teóricas	19
2.2.1. Ubicación del proyecto en ejecución.....	19
2.2.2. Consumo de combustible.....	23
2.2.3. Carguío y Acarreo.....	55
2.3. Definición de términos básicos	59
CAPÍTULO III: PRESENTACIÓN, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....	63
3.1. Resultados del trabajo de investigación	63
3.1.1. Resultados del análisis del consumo de combustible	63
3.2. Implementación de la optimización de combustible diésel	67
3.2.1. Análisis e interpretación de los resultados de la encuesta.....	68
3.2.2. Descripción del sistema de combustible de los camiones	80

	Pág.
3.3. Análisis del recambio de los filtros	101
3.4. Análisis de mantenimiento y reparación de los equipos CV	103
3.4.1. Análisis de costo de mantenimiento y reparación.....	105
3.4.2. Costos por mantenimientos y reparaciones.....	105
3.5. Resultado de la optimización del consumo del combustible.....	109
3.6. Contrastación de la hipótesis	113
CONCLUSIONES	117
RECOMENDACIONES	118
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	119
ANEXOS	123
Anexo 1: Matriz de consistencia.....	124
Anexo 2. Encuesta aplicada.....	125
Anexo 3. Hoja de Reportes de equipos CV, La Zanja 2017	126
Anexo 4. Reporte de Ratios CV, marzo 2017	127
Anexo 5. Reporte de Ratios CV, abril 2017	128
Anexo 6. Reporte de Ratios CV, mayo 2017	129
Anexo 7. Reporte de Ratios CV, junio 2017.....	130
Anexo 8. Ratios de consumo de combustible	131
Anexo 9. Reporte de conducción de CV, La Zanja	132
Anexo 10. Promedio de hrs mantenimiento	133
Anexo 11. Consumo mensual de neumáticos por marca.....	134
Anexo 12. Equipos camiones volquete, La Zanja Cajamarca, 2018	135
Anexo 13. Revisión del tanque de combustible.....	136
Anexo 14. Aplicación de la encuesta a conductores de La Zanja	137
Anexo 15. Capacitación focalizada de operadores CV	138
Anexo 16. Capacitación a operadores CV	139

	Pág.
Anexo 17. Ratios promedios (GLN/H) 2017	140
Anexo 18. Ratios promedios (GLN/H) 2018	141
Anexo 19. Abastecimiento de combustible Empresa Minero La Zanja, 2018	142
Anexo 20. Data total de consumo de combustible 2017	143
Anexo 21. Data total de consumo de combustible 2018	144
Anexo 22. Encuesta procesada, A-1- 2018.....	145
Anexo 23. Encuesta procesada, A-2- 2018.....	146
Anexo 24. Encuesta procesada, A-3 - 2018.....	147
Anexo 25. Procesamiento de la información	148
Anexo 26. Plano de ubicación empresa minero La Zanja, 2018.	149

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Relación de la investigación cuasiexperimental.	8
Figura 2. Plano de ubicación Empresa Minera La Zanja S.R.L.	20
Figura 3. Elaboración y mezclado de diesel.	24
Figura 4. Composición de petróleo en la elaboración de diesel.	24
Figura 5. El frío aumenta la viscosidad del diésel.	27
Figura 6. Tamaños de bombas en línea.	29
Figura 7. Sistema de combustible Diésel.	31
Figura 8. Círculo de alimentación del combustible.	35
Figura 9. Filtro de combustible con placas de fieltro.	36
Figura 10. Detalle de plegado del papel.	36
Figura 11. Inyector.	38
Figura 12. Sistema de inyección antecámara.	39
Figura 13. Sistema de inyección directa multipunto.	40
Figura 14. Bomba de inyección de pistones en línea.	41
Figura 15. Bomba de inyección rotativa.	42
Figura 16. Esquema I.S.O. de inyección con bomba rotativa.	43
Figura 17. Motor con “Common rail” y electroinyector.	44
Figura 18. Diagrama típico de tasa de inyección. FQL y Dfql.	46
Figura 19. Modelo conceptual de combustión diésel.	48
Figura 20. Filtro de partículas.	51
Figura 21. Equipos de acarreo - Proceso de retirar el material volado.	56
Figura 22. Zona del área de carguío y acarreo. La Zanja.	58
Figura 23. Horómetro turno noche CV Scania La Zanja, 2018.	64
Figura 24. Consumo mensual de combustible diésel.	65
Figura 25. Implementación de nuevos filtros.	70
Figura 26. Beneficio de mantenimientos realizados.	71
Figura 27. Factibilidad de implementación del nuevo sistema de filtrado.	73
Figura 28. Disminución de los costos de mantenimiento.	74
Figura 29. Ahorro en el consumo de combustible.	76
Figura 30. Optimización de la eficiencia de los camiones volquete.	77
Figura 31. Resultado total de la encuesta.	79

	Pág.
Figura 32. Sistema convencional combustible - camiones volquete.	81
Figura 33. Filtro saturado, contaminado.	82
Figura 34. Protección de la tapa del tanque.	83
Figura 35. Filtro de papel plegable antes de la optimización.	84
Figura 36. Reportes de combustible por guardia, 2017.	86
Figura 37. Reporte de Ratios de camiones volquete, febrero 2017. La Zanja.	87
Figura 38. Reporte de Ratios de camiones volquete, marzo 2017. La Zanja.	88
Figura 39. Resumen de Ratios, La Zanja.	89
Figura 40. Tiempo por encima del rango económico.	90
Figura 41. Aplicaciones de Freno.	91
Figura 42. Gal/Hr de Camiones Volvo.	92
Figura 43. Resumen de ratios de campo, La Zanja, 2017.	94
Figura 44. Sistema mejorado de combustible - camiones volquete.	95
Figura 45. Filtro de papel plegable Después de la optimización.	97
Figura 46. Taponamiento de filtros de combustible.	98
Figura 47. Verificación del abastecimiento de combustible.	99
Figura 48. Comparación de filtros cambiados.	103
Figura 49. Porcentaje globales de mantenimientos y reparaciones CV.	104
Figura 50. Costo de mantenimientos y reparaciones CV por mes 2017.	106
Figura 51. Costo de mantenimientos y reparaciones CV por mes, 2018.	107
Figura 52. Comparación de costo de mantenimientos CV. 2017 y 2018.	108
Figura 53. Resultado total de la optimización, 2018.	109
Figura 54. Promedio de horas por galones usados 2017- 2018.	110
Figura 55. Consumo de combustible La Zanja. 2017- 2018.	111
Figura 56. Precio del combustible utilizado La Zanja, 2017- 2018.	112
Figura 57. Ahorro económico de la optimización, 2018.	113

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 Rutas de acceso proyecto minero La Zanja.....	20
Tabla 2 Tipos de filtros.	33
Tabla 3 Fases de combustión de motor diésel.	46
Tabla 4 Proceso de combustión diésel.	48
Tabla 5 Metodología en el análisis o selección del equipo.	56
Tabla 6 Modelo de optimización de equipos de carguío.....	57
Tabla 7 Sistema de alimentación Diésel.....	57
Tabla 8 Promedio de consumo mensual de combustible diésel, 2017.	66
Tabla 9 Resumen de procesamiento de casos.....	67
Tabla 10 Estadísticas de fiabilidad.	68
Tabla 11 Indicadores de nivel de Optimización.	68
Tabla 12 Implementación de nuevos filtros.....	69
Tabla 13 Indicador 2. Beneficio de mantenimientos realizados.	71
Tabla 14 Indicador 3: Factibilidad de implementación del nuevo filtrado.....	72
Tabla 15 Indicador 4: Disminución de los costos de mantenimiento.	74
Tabla 16 Indicador 5: Ahorro en el consumo de combustible.	75
Tabla 17 Indicador 6: Optimización de la eficiencia de camiones volquete. ...	77
Tabla 18 Estadísticos optimización de combustible diésel.	78
Tabla 19 Optimización de combustible diésel.....	78
Tabla 20 Características de los filtros.....	82
Tabla 21 Filtros Utilizados durante el año 2017.....	85
Tabla 22 Promedio de combustible sin optimizar 2017.	93
Tabla 23 Estadística de promedios de combustible sin optimizar 2017.....	93
Tabla 24 Características filtro de un mínimo de 30µm.....	98
Tabla 25 Promedio de combustible optimizado 2018.	100
Tabla 26 Estadística de promedio de combustible optimizado 2018.	100
Tabla 27 Comparación de filtros recambiados.....	102
Tabla 28 Costos por mantenimientos y reparaciones CV, 2017.....	105
Tabla 29 Gasto total de los 40 equipos CV del año 2017.....	106
Tabla 30 Costos por mantenimientos y reparaciones CV, 2018.....	107
Tabla 31 Gasto total de los 40 equipos CV del año 2018.....	108

Tabla 32	Indicadores de optimización del instrumento.....	Pág. 114
Tabla 33	Costo total de la optimización.....	115

RESUMEN

La optimización del carguío y acarreo en el presente trabajo de investigación se ejecutó bajo el ahorro de combustible, ahorro de recambio de filtros y ahorro de mantenimiento y reparación. Se optimizó el consumo de combustible en el área de carguío y acarreo del proyecto minero La Zanja S.R.L. Pulán Cajamarca, donde se analizaron datos de mantenimiento de los equipos camión volquete (CV) muestra el estudio para comprobar la importancia de que un equipo en buen estado logra disminuir el consumo de combustible, reduciendo los costos de operación en beneficio de la empresa. El objetivo de la presente tesis profesional fue optimizar el carguío y acarreo mediante el ahorro de combustible en el Proyecto Minero La Zanja S.R.L. Pulán Cajamarca, 2018. Ejecutada desde el 15 de abril al 15 de setiembre de 2018. Obteniendo los siguientes resultados que la optimización del consumo de combustible diésel después de evaluar los resultados de los años 2017 y 2018, se logró optimizar los ratios en ahorro de combustible en 1,5%. El consumo actual de combustible diésel es 1,524.7 gal/hora. El uso de filtros inadecuados del año 2017, generó un costo de \$151,528.00, que afecta la economía dela empresa. El ahorro económico de la optimización de consumo de combustible en el área de carguío y acarreo del proyecto minero La Zanja, en base a las dimensiones fue de \$ 271,003.51.

Palabras claves: **combustible, optimización, consumo, carguío y acarreo.**

ABSTRACT

The optimization of loading and hauling in this research work was carried out under fuel savings, filter replacement savings and maintenance and repair savings. Fuel consumption was optimized in the loading and haulage area of the La Zanja S.R.L. mining project. Pulán Cajamarca, where maintenance data of the dump truck (CV) equipment was analyzed, shows the study to verify the importance of a good equipment that manages to reduce fuel consumption, reducing operating costs for the benefit of the company. The objective of this professional thesis was to optimize the loading and hauling by saving fuel in the La Zanja Mining Project S.R.L. Pulán Cajamarca, 2018. Executed from April 15 to September 15, 2018. Obtaining the following results that the optimization of diesel fuel consumption after evaluating the results of the years 2017 and 2018, it was possible to optimize the savings ratios of fuel at 1.5%. The current diesel fuel consumption is 1,524.7 gal/hour. The use of inadequate filters of the year 2017, generated a cost of \$ 151,528.00, which affects the economy of the company. The economic savings from the optimization of fuel consumption in the loading and haulage area of the La Zanja mining project, based on the dimensions, was \$ 271,003.51.

Keywords: fuel, optimization, consumption, loading and hauling.

INTRODUCCIÓN

La optimización del carguío y acarreo en la presente investigación se ejecutó mejorando el sistema de combustible de los 40 equipos camión volquete (CV) del Proyecto Minero La Zanja E.I.R.L. Pulán Cajamarca, en base a tres dimensiones; como ahorro de combustible, ahorro de recambio de filtros y ahorro de mantenimiento y reparación. Previamente se realizó una encuesta sobre la importancia de implementar un sistema de combustible con el cambio de un filtro con microfiltradores con elemento de resina de celulosa con laminación que no permite el paso del agua, solo deja pasar el diésel puro y retiene partículas mayores a 5 micras logrando separar el agua del combustible, mayor vida útil de la bomba de inyección, se evitó los taponamientos en los inyectores, reducción de emisiones de gases contaminantes y ahorro de combustible, así como el ahorro en el mantenimiento y reparación de equipos, en beneficio de la empresa. Para lo cual se presenta el objetivo general: Optimizar el consumo de combustible diésel en el Área de Carguío y Acarreo del Proyecto Minero La Zanja E.I.R.L. Pulán Cajamarca, 2018.

Además, tiene como problema general la siguiente pregunta ¿Cuánto se optimiza el carguío y acarreo mediante el ahorro de combustible diésel en el Proyecto Minero La Zanja S.R.L. Pulán Cajamarca, 2018?

La tesis se justifica porque logró optimizar el consumo del combustible diésel trabajada a través de tres dimensiones incluidas en ahorro de combustible, ahorro de recambio de filtros y ahorro de mantenimiento y reparación de equipos. Logrando disminuir el consumo de combustible en el área de carguío y acarreo del proyecto minero La Zanja S.R.L. Pulan Cajamarca.

La presente tesis profesional se conformada por tres capítulos como se detalla: Primer Capítulo; realidad problemática, delimitación de la investigación, delimitación espacial, delimitación social, delimitación temporal, delimitación conceptual, problema principal y secundarios, objetivo general y específicos, hipótesis, variable de estudio, metodología de la investigación, población,

muestra, justificación, importancia, limitaciones. Segundo Capítulo; Antecedentes del problema, bases teóricas, definición de términos básicos. Tercer Capítulo; Resultados del trabajo de investigación, Análisis estadístico e interpretación de resultados. Conclusiones. Recomendaciones. Referencias bibliográficas, Matriz de consistencia y Anexos.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO

1.1. Descripción de la realidad problemática

En Europa, la minimización del uso de consumo de combustible es un tema importante en el proceso de producción de energía eléctrica. En esta temática es esencial la optimización de la producción de los generadores involucrados mediante vehículos que emplean para su propulsión un motor de combustión interna denominados comúnmente vehículos convencionales. Para la evaluación de la economía de combustible de un vehículo se utilizan los ciclos de velocidad estándar como el Nedc, Ftp, Artemis y similares. Estos ciclos de velocidad están compuestos por curvas de velocidad contra tiempo y definen los estilos de conducción usados durante las pruebas de consumo de combustible y emisiones contaminantes de los vehículos (Álvarez, 2013).

En España, la Universidad de Salamanca, trabaja el Grupo de Investigación en Termodinámica y Física Estadística para optimizar el uso de combustible de los motores de combustión interna de los vehículos que usan diésel y aumenten su rendimiento a la vez que minimizan las emisiones contaminantes. En este ámbito ha publicado en la revista *Meccanicae* un estudio donde se indica que un automóvil de gasolina funciona mejor con una mezcla de hasta un 20% de etanol sin tener que modificar el diseño del motor. Dado que el estilo de conducción está relacionado con el consumo de combustible, surgen iniciativas por parte

del gobierno y de los fabricantes de coches donde indican técnicas de ecodriving o de conducción eficiente a través de manuales de información (Ford, 2014).

En Perú, se cuenta con planes de optimizar combustible diésel a través del proceso de Desulfurización del combustible Diésel en base a su alta concentración de azufre. La mayoría de los procesos actualmente desarrollados a nivel mundial tienen un alto consumo de hidrógeno que es caro por lo que no es rentable este tratamiento. Para el caso de nuestro país un promedio de 4000 ppm de azufre deberá ser reducido a 50 ppm o menos, el cual debe ser mediante un proceso que sea económicamente viable y cumplir con los estándares de calidad deseadas (Gamarra, 2015).

En Cajamarca en la Empresa Minera La Zanja, ubicada en la provincia de Santa Cruz, en el distrito de Pulan, se ejecuta el Proyecto Minero La Zanja S.R.L donde uno de los objetivos para el año 2018, es garantizar una disponibilidad del 85% de los equipos camiones volquete Volvo FM 6x4R del área de carguío y acarreo del proyecto minero La Zanja y reducir los costos directos de operación y mantenimiento de la empresa, la cual no cuenta con un sistema de reducción y ahorro de consumo de combustible, afectando la productividad de la empresa, por los gastos innecesarios y el impacto en el ambiente. Por lo que, la presente investigación buscó optimizar el consumo del combustible diésel a través del recambio de filtros y la optimización del combustible bajo la ejecución de tres dimensiones; ahorro de combustible, ahorro de recambio de filtros y mantenimiento y reparación, las cuales lograron comprobar la importancia de que un equipo en buen estado utiliza menos combustible reduciendo los costos de operación en beneficio de la empresa Minera La Zanja. Se logró disminuir el uso elevado de consumo del combustible diésel de la flota de 40 camiones volquete Volvo FM 6x4R, con el recambio de filtros los cuales tienen microfiltradores con elemento de resina de celulosa que por medio de laminación no permite el paso del agua, solo deja pasar el diesel puro y retiene partículas mayores a 5 micras logrando separar el

agua del combustible, lo que da mayor vida útil a la bomba de inyección, evita los taponamientos en los inyectores y ahorro de combustible. También se consideró el ahorro en el mantenimiento y reparación de equipos, en beneficio de la empresa, este hecho incrementó la disponibilidad de los equipos por fallas no programadas.

Por lo que, el presente trabajo de investigación optimizó el consumo de combustible diésel en el área de carguío y acarreo del proyecto, y logró reducir el costo por combustible a través de previa aplicación de un cuestionario, capacitaciones a los conductores en no dejar el motor activo con el vehículo detenido (Idling), que afectan la eficiencia y acortan la vida útil del motor y aumentan los costos de mantenimiento. Realizó un seguimiento directo a los equipos de calibración por excesivo consumo de combustible. Designar al área de mantenimiento la calibración de inyectores, por consumo ralentí, ver la vida útil del motor por recalentamiento, el consumo de combustible debido a diferentes estilos de conducción que pueda alcanzar hasta un 19.1%.

1.2. Delimitación de la investigación

1.2.1. Delimitación espacial

Esta investigación se realizó en el Proyecto Minero La Zanja S.R.L Empresa Minera La Zanja, en el distrito de Pulán, cerca del caserío La Zanja y el centro poblado menor Pisit. A 10 km al noreste del poblado de Santa Cruz, a 3h de la ciudad de Cajamarca, región Cajamarca.

1.2.2. Delimitación social

El grupo de trabajadores objeto de estudio del presente plan de tesis profesional fue el personal que trabaja Área de Carguío y Acarreo del proyecto minero La Zanja.

1.2.3. Delimitación temporal

El presente trabajo de investigación se realizó durante el período desde el 15 de abril al 15 de setiembre de 2018.

1.2.4. Delimitación conceptual

La optimización de combustibles presenta parámetros controlables de interés para la operación económica, el actual precio del combustible es elevado, por lo que un ahorro en su consumo significaría una reducción importante en sus gastos. Existen factores de los que depende el consumo de combustible y hay que concienciar a la organización en todos sus niveles para conseguir buenos resultados. La tarea de gestionar el consumo de combustible necesita ser gestionada de forma estructurada y supervisada, las empresas dedicadas al transporte, la partida destinada al combustible suele estar en torno al 30%, por lo que la reducción del consumo del mismo es el punto de partida para hacer que una empresa sea más eficiente (Programa de Gestión de combustible [PGC], 2014).

1.3. Problemas de investigación

1.3.1. Problema principal

¿Cuánto se optimiza el carguío y acarreo mediante el ahorro del consumo de combustible diésel en el Proyecto Minero La Zanja S.R.L. Pulán, Cajamarca, 2018?

1.3.2. Problemas secundarios

- ¿Cuál es el consumo actual de combustible diésel en el Área de Carguío y Acarreo del Proyecto Minero La Zanja S.R.L. Pulán Cajamarca, 2018?

- ¿De qué manera el uso de filtros inadecuados repercute en la optimización del consumo de combustible diésel Área de Carguío y Acarreo del Proyecto Minero La Zanja E.I.R.L. Pulán Cajamarca, 2018?
- ¿Cuál es el ahorro económico que genera la optimización de consumo de combustible diésel en el Área de Carguío y Acarreo del Proyecto Minero La Zanja S.R.L. Pulán Cajamarca, 2018?

1.4. Objetivos de la investigación

1.4.1. Objetivo general

Optimizar el carguío y acarreo mediante el ahorro del consumo de combustible diésel en el proyecto minero La Zanja S.R.L. Pulán, Cajamarca, durante el año 2018.

1.4.2. Objetivos específicos

- Determinar el consumo actual de combustible diésel en el Área de Carguío y Acarreo del Proyecto Minero La Zanja S.R.L. Pulan Cajamarca, 2018.
- Analizar el uso de filtros inadecuados que repercuten en la optimización del consumo de combustible diésel Área de Carguío y Acarreo del Proyecto Minero La Zanja E.I.R.L. Pulan Cajamarca, 2018.
- Determinar el ahorro económico que genera la optimización de consumo de combustible diésel en el Área de Carguío y Acarreo del Proyecto Minero La Zanja S.R.L. Pulan Cajamarca, 2018.

1.5. Hipótesis y variables de la investigación

1.5.1. Hipótesis general

La optimización en el carguío y acarreo radica en la reducción de costos generados de combustible en el proyecto minero La Zanja S.R.L. Pulán Cajamarca, 2018, ya que se va a disminuir el uso de galones de combustible por hora.

1.5.2. Hipótesis secundarias

- El estado actual del consumo de combustible diésel en el Área de Carguío y Acarreo del Proyecto Minero La Zanja S.R.L. Pulán Cajamarca, 2018 es alto y afecta a la rentabilidad de la empresa.
- El uso de filtros inadecuados incide desfavorablemente en la optimización del consumo de combustible diésel Área de Carguío y Acarreo del Proyecto Minero La Zanja E.I.R.L. Pulán Cajamarca, 2018.
- La ganancia económica que genera la optimización de consumo de combustible diésel en el Área de Carguío y Acarreo contribuye favorablemente al Proyecto Minero La Zanja S.R.L. Pulán Cajamarca, 2018.

1.5.3. Variables

- Variable independiente: consumo de combustible
- Variable dependiente: carguío y acarreo.

1.5.4. Operacionalización de la Variables de la Investigación

Tabla 1

Operacionalización de las variables de investigación.

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDADES
		Ahorro Combustible	Ratios de campo Ratios de SIG	Ahorro en dólares
		Ahorro de Recambio de Filtros	Filtros de combustible	Ahorro en dólares
Variable Independiente: consumo de combustible	Es el gasto de combustible que hace una máquina para mantenerse en movimiento	Ahorro/Mantenim. y Reparac.	Cambio de neumáticos	Ahorro en dólares
			Cambio de filtros	
			Reparación suspensión	
			Cambio de bomba	
			Reparación cambio/válvulas	
			Cambio de juego de empaques	
			Cambio de Oring	
Variable Dependiente: Carguío y acarreo	Es parte del proceso de retirar el material volado del frente trabajo hacia un equipo de transporte, para poderlo transportar adecuadamente a su lugar de destino (planta, botadero, stock	Análisis del proceso de carguío y acarreo	Evaluación de situación actual de equipos en carguío y acarreo	Costos de carguío y acarreo en dólares
				Tiempos de carguío y acarreo en segundos
				Distancias en carguío y acarreo en metros
				Ahorro en carguío y acarreo en dólares
		Mejora del proceso de carguío y acarreo	Programa de mejora de la productividad con ahorro de combustible	Ahorro de tiempo en carguío y acarreo en segundos
				Ahorro de distancias en carguío y acarreo en metros

Fuente: Elaboración propia, (2018).

1.6. Metodología de la investigación

1.6.1. Tipo y nivel de investigación

a) Tipo de investigación

La investigación desarrollada fue cuantitativa, ya que se trabajó con datos numéricos plasmados en los reportes de consumo de

combustible para optimizar el carguío y acarreo del proyecto Minero La Zanja S.R.L. Pulán Cajamarca (Hernández, 2014).

b) Nivel de investigación

El nivel de la investigación es aplicativo porque está centrada en lograr un objetivo concreto que es optimizar el carguío y acarreo mediante el ahorro de consumo de combustible, en el proyecto Minero La Zanja S.R.L. Pulán Cajamarca (Hernández, 2014).

1.6.2. Método y diseño de la investigación

a) Método de investigación

Se aplicó el método analítico ya que se analiza el consumo de combustible de los equipos empleados en el carguío y acarreo del proyecto Minero La Zanja S.R.L. Pulán Cajamarca (Hernández, 2014).

b) Diseño de la investigación

El tipo de investigación fue cuasi-experimental ya que tratar de explicar cómo el ahorro de combustible optimiza el carguío y acarreo (Hernández, 2014).

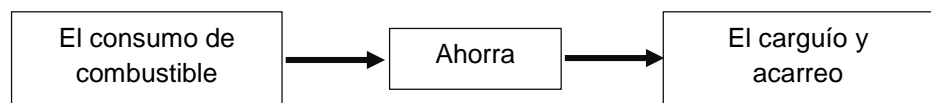


Figura 1. Relación de la investigación cuasiexperimental.

1.6.3. Población y muestra de la investigación

a) Población

Se consideró como población al registro de archivos de consumo de combustible de los 150 equipos del área de

carguío acarreo del proyecto minero La Zanja S.R.L. Pulán Cajamarca, durante el año 2018.

b) Muestra

Establecida por la Flota de 40 camiones volquete del Área de Carguío Acarreo del Proyecto Minero La Zanja S.R.L. Pulán Cajamarca. Durante el periodo de estudio.

1.6.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

a) Técnicas

- Análisis bibliográfico
Se analiza todos los documentos referentes a consumo de combustible de equipos de carguío y acarreo.
- Observación directa
Se realizó esta técnica para identificar los equipos y el estado en el que se encuentran y el ciclo de carguío y acarreo.
- Análisis de gabinete
Se analizó y procesó los reportes de consumo de combustible.

b) Instrumentos

Los instrumentos fueron: la encuesta y la hoja de reportes de equipos en taller de carguío (Ver Anexo 2).

1.6.5. Justificación, importancia y limitaciones de la investigación

a) Justificación

La optimización de combustible diésel mediante el desarrollo de parámetros innovadores; como el recambio de filtros y la aplicación de actuales técnicas de excelente versatilidad se mejorarán las emisiones hacia el medio ambiente, disminución de los tiempos improductivos, optimización del rendimiento de los operadores y responsables de los equipos en operaciones. (Donado, 2013)

Debido a la contaminación del diésel por la filtración de agua, se derivan varios inconvenientes en el sistema de combustible utilizado en la flota de camiones volquete Volvo FM 8x4R en ralentí de la empresa La Zanja S.R.L los actuales problemas del sistema de combustible son excesivos, pero se mejoraron con la implementación de un nuevo filtro, que retuvo las partículas de 5 micras y realizó la separación del agua del combustible, con lo que se logró mayor vida útil de la bomba de inyección, evitando los taponamientos en los inyectores, reducción de las emisiones de gases contaminantes y ahorro de combustible.

Los resultados de la presente investigación permitieron optimizar el proceso del uso del combustible diésel, así como los usos de filtros inadecuados Área de Carguío y Acarreo del Proyecto Minero La Zanja S.R.L., que hicieron viable la efectividad de las operaciones, reduciendo gastos económicos. Además, los aportes del presente trabajo de investigación, sirvió de guía para posteriores investigaciones de estudiantes de institutos, universidades, proyectos, interesados en solucionar la optimización de consumo en combustible diésel en empresas minera.

b) Importancia

Esta investigación es importante, pues al realizar la cubicación de reservas, se logrará desarrollar el plan de minado anual, con el que la empresa podrá operar en tiempos establecidos, generando una mayor productividad. Además, con ella se podrá controlar las operaciones y aumentando así la recuperación del material.

La importancia de la presente investigación es que al optimizar el sistema de combustible de la flota de camiones volquete Volvo FM 8x4R en ralentí de la empresa La Zanja S.R.L es que el personal que trabajan en dicha área de carguío y acarreo al tener un sistema de combustible optimizado, se reducirán las emisiones de gases contaminantes, repercutiendo en beneficio de la salud de los trabajadores. Al medio ambiente, porque al reducir emisiones de gases contaminantes, se estará minimizando un impacto ambiental negativo, por tanto, se estará contribuyendo con la conservación de nuestro planeta. En el proyecto minero La Zanja S.R.L. es de importancia minimizar el consumo de combustible como medida de ahorro para la empresa debido a que el problema es el consumo de combustible elevado en la flota de camiones volquete Volvo FM 8x4.

c) Limitaciones

Se consideró las siguientes limitaciones:

- Horario atípico de trabajo.
- El personal de apoyo no capacitado
- El clima cambiante del área de trabajo es constante.
- Cambio de guardia del personal que no dan información real
- Falta de capacitación al personal del área.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. En el ámbito internacional

Reyes (2015). Presentó su tesis para obtener el Título de Ingeniero de Minas, titulada: “Optimización del sistema de combustible en los Mixer de la Planta San Eduardo de Holcim Ecuador” a la Universidad Politécnica Salesiana Sede Guayaquil – Ecuador, tuvo como objetivo general optimizar el sistema de combustible en los Mixers de la planta San Eduardo de Holcim Ecuador. El tipo de investigación es de carácter explicativa. El nivel de investigación es descriptivo porque verifica la optimización del sistema de combustible de los Mixer de la Planta San Eduardo de Holcim desde la realidad de los eventos del proceso a optimizar en el sistema de combustible. El método utilizado es hipotético deductivo, el diseño fue longitudinal, porque se analizó los cambios logrados hasta obtener la optimización. Por lo que se concluyó: Se cumplió con el objetivo planteado el cambio de filtro no permitió que las impurezas del combustible generaran problemas en el sistema de combustible. En la optimización se redujo el costo de mantenimientos por año en los cambios de filtros e inyectores, alrededor del 40%. Se redujo el cambio de filtros de 3 filtros promedio por año, a 1 filtro por año. La reducción de cambio de filtros, reducción de costos de mantenimiento y mejora en el

consumo de combustible diesel. Por lo que es más viable el cambio de los filtros, pero se debe realizar el control de la calidad del aceite cada 350 horas, esto genera un ahorro por Mixer de \$1425 en 3500 horas de trabajo.

Viterbo (2014). Presentó su tesis para obtener el Título de Ingeniero de Minas, titulada: “Optimización de combustible en los grupos electrógenos Diesel” a la Universidad Central de Marta Abreu de Las Villas. Cuba, tuvo como objetivo general elaborar un algoritmo de programación para la optimización del combustible en los grupos electrógenos diésel teniendo en cuenta las limitaciones de potencia de los generadores empleando el método de la lista de prioridad. El tipo de investigación es exploratoria. El nivel de investigación fue descriptivo porque describió el proceso a optimizar en el sistema de combustible. El método que se utilizó fue hipotético deductivo, el diseño fue transversal, porque abarcó varias dimensiones para lograr la optimización. Se alcanzó la siguiente conclusión: En el trabajo elaborado se cumplió con el objetivo propuesto al resolver analíticamente, utilizando el MATLAB diferentes casos de problemas de asignación de unidades mediante la lista de prioridades. En la solución de los ejercicios se explica la aplicación del Matlab por lo que el trabajo servirá como base material de estudio para los estudiantes y profesores.

Jiménez (2013). Presentó su tesis para obtener el Título de Ingeniero de Minas, titulada: “Optimización del consumo de combustible de un equipo camión volvo dependiendo de las condiciones de la carretera” a la Universidad Politécnica de Madrid. España, tuvo como objetivo general determinar la optimización del consumo de combustible de un equipo camión volvo dependiendo de las condiciones de la carretera. El tipo de investigación es descriptivo. El nivel de investigación fue perceptual, porque exploró y describió el proceso de la optimización del consumo del

combustible del equipo camión volvo dependiendo de las condiciones de la carretera. El método que se utilizó fue hipotético deductivo, el diseño es transversal. Se alcanzó la siguiente conclusión: Se hizo el estudio de optimización, de combustible que se ve afectado por las características del aire aspirado por el motor, así como de las emisiones contaminantes y comprobar el correcto funcionamiento de cualquier componente del motor. La optimización en función de las condiciones del tráfico calcula un perfil de velocidad promedio que trata de evitar, siempre que sea posible, las retenciones de tráfico presentes en la carretera. El ahorro de consumo obtenido depende de la anticipación con la que las nuevas condiciones de tráfico son informadas al vehículo. La optimización del consumo en función de la orografía indica ahorros de hasta un 8.9% en el consumo de combustible del vehículo convencional utilizando perfiles en alzado de carreteras reales. Los resultados indican que el potencial de ahorro de combustible depende del tiempo disponible para realizar el recorrido, y, por ende, de la velocidad promedio del vehículo.

2.1.2. En el ámbito nacional

Villegas, (2017). Presentó su tesis para obtener el Título de Ingeniero de Minas, titulada: “Factores que incrementan el consumo de combustible en la maquinaria minera de la Empresa Robocon Servicios S.A.C. Chungar – Cerro de Pasco” a la Universidad Nacional del Centro del Perú. Huancayo - Perú, tuvo como objetivo general determinar los factores que incrementan el consumo de combustible en la maquinaria minera de la Empresa Robocon Servicios S.A.C. Chungar – Cerro de Pasco. El tipo de investigación fue explicativo. El nivel de investigación fue descriptivo. El método que se utilizó fue deductivo, el diseño es longitudinal porque analizó los factores incrementan el consumo de combustible en la maquinaria minera de la Empresa Robocon

Servicios S.A.C. Chungar. Se concluye que 2 de las características que más influyen en el consumo de combustible son los operadores y el estado de la maquinaria. De la presente se puede extraer que al aumentar la disponibilidad mecánica de los equipos se redujo el consumo de combustible. Es claro que gran parte de los costos operativos de estos equipos pesados son el combustible, por lo que este sistema, es una de las mejores opciones para la actualización, automatización y control de este, la cual puede generar un gran ahorro implantando una tecnología a bajo costo y confiable. Un adecuado control de abastecimiento de combustible proporciona ventajas a la empresa, al poder obtener los datos del ingreso a la maquinaria de combustible y la salida del tanque abastecedor en un tiempo mínimo y poder ser llevados a una base de datos para hacer un control exclusivo de los medidores y controladores identificando tanqueos fraudulentos, fugas, robos entre otros.

Champi (2015). Presentó su tesis para obtener el Título de Ingeniero de Minas, titulada: "Reducción de las demoras operativas y optimización de tiempos por abastecimiento de combustible con el sistema VR - 300 GPM. En los volquetes de mina - Unidad Operativa Cuajone" a la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa - Perú, tuvo como objetivo general reducir las demoras operativas incidiendo principalmente en las demoras de acarreo los cuales representan en nuestras operaciones, el 57% de nuestro costo total, el cual es posible disminuirlo aumentando la productividad y reduciendo los tiempos muertos. El tipo de investigación es exploratoria. El nivel de investigación fue descriptivo, porque describió la reducción de las demoras operativas y optimización de tiempos por abastecimiento de combustible. El método que se utilizó fue hipotético deductivo, el diseño es longitudinal. Se alcanzó la siguiente conclusión: Se concluye que se ha aplicado el sistema VR - 300 GPM en los procesos de abastecimiento de combustible, de los camiones de

mina lográndose reducir el tiempo de demoras operativas de 18 minutos a 8 minutos en todo el sistema conjunto de abastecimiento de los camiones de mina. Se invertirán US\$ 824 033 en todo el proyecto, según el ahorro mensual el proyecto se pagará en el primer mes, y luego se tendrá un ahorro anual de US\$ 14 139 702,00. A si como el tiempo de abastecimiento promedio es de 18 minutos, debido a los grandes tiempos muertos que hay en colas, cuadro, abastecimientos y salida de los camiones, de igual forma, en mina Cuajone desde hace muchos años los equipos arrancan muy cerca de la hora formal establecida en la jornada de trabajo, pero paran antes. Para lograr optimizar el tiempo de cambio de guardia se requieren de 45 minutos extras. El tiempo optimizado por el cambio en caliente es de 25 minutos por cada turno, lo que incrementa el tonelaje anual en 4,71 Mt.

Palacios (2017). Presentó su tesis para obtener el Título de Ingeniero de Minas, titulada: "Propuesta de mejora para optimizar el proceso de carga de combustibles líquidos en camiones cisterna, en una empresa de refino de hidrocarburos, Trujillo 2017" a la Universidad Privada del Norte. Lima, Perú, tuvo como objetivo general determinar mejorar el proceso de carga de combustibles líquidos en camiones cisternas en una empresa de refino de hidrocarburos, Lima 2017. El tipo de investigación fue aplicativo. El nivel de investigación fue descriptivo. El método que se utilizó fue deductivo, el diseño es transversal. Se concluye que 28 personas entre operadores de planta, operadores de despachos, operadores de isla y operadores de sala de control, debido al incremento del rubro de gas y petróleo, la empresa de refino de hidrocarburos busca mejorar su proceso de carga, optimizando los tiempos de inicio y fin del despacho. Para ello se realizó, el uso de herramientas de análisis como Ishikawa, flujo gramas, método de Monte Carlo y el relevamiento de información en el campo a fin de tomar conocimiento de los tiempos de servicio en el flujo de

despacho. Un Modelo de situación actual, en la cual su población es de 277 cisterna/día y un modelo de línea de espera considerando un pico de atención existente de 386 cisterna/día.

2.1.3. En el ámbito local

Ortega y Vílchez, (2013). Presentaron su tesis para obtener el Título de Ingeniero de Minas, titulada: "Propuesta de mejora en la línea de envasado de balones de Glp para incrementar la productividad de la empresa envasadora Cajamarca Gas S.A – Cajamarca" a la Universidad Privada del Norte. Cajamarca - Perú, tuvo como objetivo general mejorar la propuesta en la línea de envasado de balones de Glp para incrementar la productividad de la empresa envasadora Cajamarca Gas S.A – Cajamarca. El tipo de investigación fue aplicativo. El nivel de investigación fue descriptivo. El método que se utilizó fue deductivo, el diseño es longitudinal. Se concluye que mediante el estudio de tiempos se logró determinar por primera vez los tiempos en cada una de las estaciones del proceso de envasado de balones de GLP del 10 Kg. Mediante el estudio de métodos se logró reducir la carga postural y proporcionar comodidad a los puestos de trabajo. Se logró demostrar que es posible lograr una adecuada administración de los recursos mediante procesos y procedimientos eficientes. El ciclo disminuyó en 27%, la producción aumentó en 38%, la productividad aumentó en 38%, la eficiencia económica aumentó en 13%, la eficiencia de la línea mejoró en 3.04% y el tiempo ocioso disminuyó en 36%. Mediante el análisis costo beneficio se logró determinar que la implementación de las mejoras propuestas es viable con una proyección a 5 años se ha obtenido un VAN>0, una TIR > que la tasa COK y un IR de 112.25 soles por cada sol invertido.

Sánchez y Zaldivar (2016), Presentó su tesis para obtener el Título de Ingeniero de Minas, titulada: "Propuesta de una estructura de costos, para evaluar la productividad del combustible al servicio de Transporte de carga, Empresa Huáscar cargo Internacional S.A.C, Cajamarca 2016" a la Universidad Privada del Norte. Cajamarca - Perú, tuvo como objetivo general mejorar la propuesta de una estructura de costos, para evaluar la productividad del combustible al servicio de transporte de carga, empresa Huáscar cargo internacional S.A.C., Cajamarca 2016. El tipo de investigación fue aplicativo. El nivel de investigación fue descriptivo. El método que se utilizó fue deductivo, el diseño es longitudinal. Se concluye que en la empresa no cuentan con una estructura de costos que diferencien los costos fijos, los variables y los gastos, además de ello desconocen sobre los indicadores económicos de productividad en el transporte de carga y la forma como evaluarlos, lo que les dificulta identificar si los ingresos de la empresa son mayores a los costos. La propuesta de una estructura de costos, permite mejorar la evaluación de los indicadores de productividad, con el ingreso mensual que obtenga la empresa por vehículo y por ruta y con el costo total mensual por ruta y vehículo, se obtendrá un indicador de productividad de costos e ingresos relativos que a través de una calificación por parte de la empresa alertará si presenta déficit o beneficios, este indicador porcentual permite hacer los ajustes necesarios en relación a los costos o en su defecto sirve para mejorar las tarifas de los servicios.

Campos y Tello (2017). Presentaron su tesis para obtener el Título de Ingeniero de Minas, titulada: "Incidencia en la utilidad bruta del combustible diésel en la empresa grifos Cajamarca S.A.C, Cajamarca, año 2016" a la Universidad Privada del Norte. Cajamarca - Perú, tuvo como objetivo general determinar la incidencia en la utilidad bruta del combustible diésel en la empresa grifos Cajamarca S.A.C, Cajamarca, año 2016. El tipo de

investigación fue aplicativo. El nivel de investigación fue descriptivo. El método fue deductivo, el diseño es transversal. Se concluye que el tener un adecuado control Interno de combustible incide directamente en la utilidad bruta; este último compuesto por el costo de ventas. Se procedió a la recopilación de información en los ambientes de la empresa, con la información brindada se realizó el análisis y el procesamiento de los datos, se logró contrastar la hipótesis planteada. El resultado indica que el tener un adecuado Control Interno del Combustible Incide directamente en la Utilidad Bruta, el cual se pudo mostrar a través de una serie de análisis tanto en cantidades (galones); como en importes y la evaluación de las etapas del Combustible se comprobado de que existe un porcentaje del 26.2% del total de galones como faltantes de los cuales Grifos Cajamarca S. A. C, los incluye en su totalidad como venta; dejando sin aplicar su política donde establece que del 100% de los faltantes, 50% son consideradas como ventas y lo restante como gastos debido a que no se conoce su causa de tales faltantes.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Ubicación del proyecto en ejecución

a. Ubicación

Esta investigación se ejecutó en “El Proyecto La Zanja, que está ubicado en el caserío La Zanja (denominado La Redonda), distrito de Pulán, provincia de Santa Cruz de Succhabamba, departamento de Cajamarca, región Cajamarca.

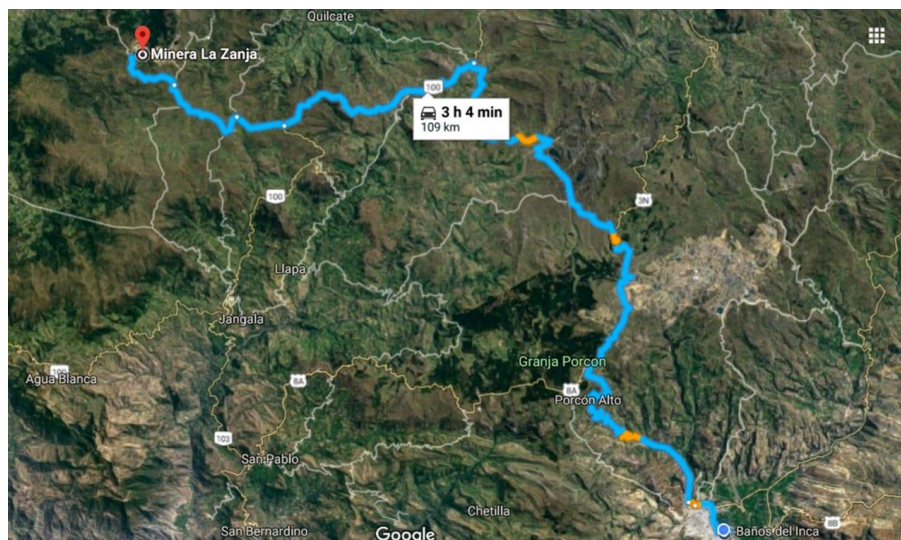


Figura 2. Plano de ubicación Empresa Minera La Zanja S.R.L.
Fuente: Google Earth, (2018).

Minera La Zanja S.R.L es una empresa subsidiaria de Buenaventura que produce oro a tajo abierto. La mina, fue descubierta por Buenaventura, inició operaciones en 2010.

Altitud:

El área del proyecto comprende entre los 2 800 y 3 811 m y la zona limítrofe con los distritos de Catache (provincia de Santa Cruz) y Calquis y Tongod (provincia de San Miguel de Pallaques). (EIA, 2014)

b. Rutas de acceso

Las rutas de acceso al área del proyecto se muestran en:

Tabla 1
Rutas de acceso proyecto minero La Zanja.

Rutas de acceso		características
Origen – Destino	Distancia (km)	Estado de la carretera
Lima – Pacasmayo	741,00	Asfaltada
Dv.- Cajamarca Chilete	180,00	Asfaltada
Cajamarca – El Empalme	32,00	Parcialmente afirmada

Fuente: Elaboración propia, 2018.

c. Topografía y fisiografía

La topografía del área del proyecto es accidentada. En la zona resalta la sucesión de montañas, con altitudes que fluctúan entre 2 800 a 3 811 m y pendientes que varían entre 30 a 70%, quebradas y planicies altas (EIA, 2014).

d. Clima y meteorología

Temperatura: La información disponible de la estación La Zanja que cubren las temporadas seca y húmeda. La temperatura promedio mensual del aire varía entre 7,0 y 8,2 °C; la temperatura mínima mensual promedio varía entre 3,6 y 5,7 °C; la temperatura máxima mensual promedio alcanza valores entre 11,1 y 12,3 °C.

Precipitación: Para el análisis de precipitaciones, se contó con información de 18 estaciones pluviométricas cercanas a la zona del proyecto (Buena Ventura, 2013).

Geología: Mineralización epitermal de oro en óxidos relacionado a márgenes de domos en los depósitos de San Pedro y Pampa Verde. Se tienen reconocidos varios sistemas de vetas de baja e intermedia sulfuración en la periferia y también mineralización de cobre-molibdeno-oro relacionada a sistemas tipo pórfido (Buena Ventura, 2013).

e. Minado

El minado se realiza por tajo abierto, para lo cual se cuenta con dos tajos en explotación: San Pedro Sur y Pampa Verde. La altura de los bancos de operación es de 6 m y 12 m para el talud final con un ángulo de que varía entre 36° y 54°. El mineral es transportado directamente hacia la plataforma de lixiviación de San Pedro Sur, 3 km desde el tajo San Pedro Sur y 10 km desde el tajo Pampa Verde. El material estéril se transporta

hacia los depósitos ubicados cercanos a cada tajo abierto. El carguío de material se realiza a través de excavadoras de 3 m³ y el transporte con camiones de 20 m³ de capacidad. (Buena Ventura, 2013)

f. Metalurgia

El proceso metalúrgico de La Zanja consiste en la lixiviación de mineral rom (producto de la voladura en el tajo abierto) en la pila de lixiviación con solución cianurada. La solución es colectada por tuberías para ser dirigida a la planta de procesos. En la planta se realizan dos procesos: Merrill Crowe (precipitación con zinc) y adsorción con carbón activado. El precipitado obtenido en la planta Merrill Crowe y el carbón cargado de valores de la planta de adsorción son enviados a Minera Yanacocha, donde se realiza la desorción y fundición de la solución eluyente y fundición del precipitado. Se obtienen barras doré (Buena Ventura, 2013).

g. Incremento de la disponibilidad hídrica

La empresa considera que la generación de activos ambientales, como la construcción de embalses, que permitan almacenar agua en el período de lluvia a fin de utilizarla luego en la época de estiaje, en favor de las poblaciones cercanas, nuestras unidades y operaciones. Aumentará la capacidad de regulación hídrica de las cuencas. Junto con empresas afiliadas, almacena 120 millones de m³ de agua al año en 13 reservorios que sirven para abastecer de agua a nuestras operaciones para mejorar la provisión de agua para uso agropecuario, en las comunidades del entorno (Buena Ventura, 2013).

2.2.2. Consumo de combustible

a. Características generales del diésel

El diésel o gasoil es un aceite pesado elaborado, como la gasolina sin plomo, a base de petróleo y mezcla de hidrocarburos que se obtiene por destilación fraccionada del petróleo entre 200°C y 350°C a presión atmosférica de densidad sobre 832 kg/m³ (0.832 g/cm³) dando como resultado una mezcla de carbono cadenas que contienen entre 8 y 21 carbono átomos por molécula. Derivado del petróleo diesel se compone cerca de 75% de hidrocarburos saturados (parafinas, iso y cicloparafinas) y el 25% de hidrocarburos aromáticos (naftalenos y alquilbencenos). La fórmula química promedio del diesel común es C₁₂H₂₃, que van aproximadamente de C₁₀H₂₀ a C₁₅H₂₈.

Cuando es obtenido de la destilación del petróleo se denomina Petrodiesel y cuando es obtenido a partir de aceites vegetales se denomina Biodiesel. El gasóleo tiene aproximadamente un 18% más energía por unidad de volumen que la gasolina. Compuesto fundamentalmente por parafinas y utilizado como combustible en motores diésel y en calefacción, su calidad de ignición se caracteriza por el índice de Cetano, este índice es la principal medida de la calidad del combustible diesel es su número de Cetano. Un índice de Cetano superior indica que el combustible se inflama más fácil mente cuando se pulveriza en aire comprimido caliente. Se dice que se tiene una combustión de calidad cuando se produce una ignición rápida seguida de un quemado total y uniforme del carburante. (Rodríguez, 2014)

La ignición y mejor es la calidad de combustión. Por el contrario, aquellos carburantes con un bajo número de Cetano requieren mayor tiempo para que ocurra la ignición y después queman rápidamente, produciendo altos índices de elevación

de presión. Por el contrario, si el número de Cetano es demasiado bajo, la combustión es inadecuada y da lugar a ruido excesivo, aumento de emisiones, reducción en el rendimiento del vehículo y aumento de fatiga del motor, humo y ruido excesivos. (Álvarez, 2017)

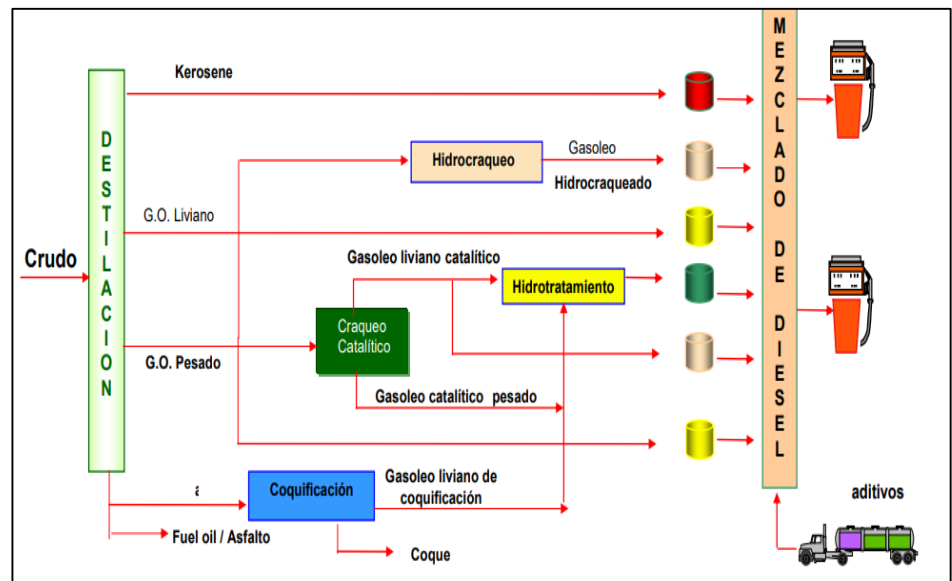


Figura 3. Elaboración y mezclado de diesel.
Fuente: Álvarez, (2017).

	Gasoleo Liv.	Gasoleo Pes.	Kerosene	HDT	Gasoleo Catalítico Liv.
(%vol)					
Parafinas	40-50	35-45	55-65	75-85	12-16
Naftenos	35-43	38-45	20-25	20-10	5-12*
Aromáticos (Total)	12-18	15-20	5-10	5-10	75-80
Monoaromáticos	10-15	12-18	4-9	5-10	25-32
Diaromáticos	1-4	3-6	0-1	0	40-45
Triaromáticos	0	0-1	0	0	1-2
Azufre(%p)	0,1 - 0,3	0,4 - 0,8	0,05 - 0	0,05-0,5	0,7 - 1,1

* Incluye olefinas

Figura 4. Composición de petróleo en la elaboración de diesel.
Fuente: (Motores.com.py. 2014).

b. Ventajas de los motores diésel

- **Durabilidad y larga vida.** El proceso de combustión de un motor diésel es por compresión de aire, mientras que el de

gasolina necesita una mezcla de aire y gasolina para generar la explosión que ocurre dentro de los pistones. Esto al final se traduce en mucho menos desgaste de sus partes y más aguante de millas en comparación a su par de gasolina (Álvarez, 2017).

- **Fiabilidad.** Presenta alta capacidad de un sistema o componente para desempeñar las funciones especificadas, cuando se usa bajo unas condiciones y periodo de tiempo determinado, este tipo de motores sean realmente fiables, es su sencillez: no hay bujías, cables, rotores, distribuidor, etc (Álvarez, 2017).
- **Economía.** Este tipo de motor puede rodar más del doble de distancia que un motor a gasolina, con la misma cantidad de combustible. Debido a que el diésel tiene mayor densidad que la gasolina y como consecuencia ahorra 30% su consumo (Álvarez, 2017).
- **Capacidad de arrastre.** Estos motores generan mucho torque como resultado de las bajas revoluciones que genera, lo que se traduce en un aumento de su efectividad y capacidad para para cargar o arrastrar, que es mucho mayor en comparación a un motor de gasolina (Álvarez, 2017).

c. Desventajas de los motores diésel

- **Precio.** El precio de un vehículo con motor diésel es bastante más alto en comparación con el de un motor de gasolina. Aun cuando puede balancear este hecho con el bajo consumo y la durabilidad del combustible en comparación con su similar, la diferencia de costo entre ambos puede llegar a ser considerable (Álvarez, 2017).

- **Mantenimiento.** Los cuidados periódicos de éste tipo de motores deben ser mucho más frecuentes que el de cualquier otro pues si no se hacen con regularidad pueden llegar a ser altamente contaminantes (Álvarez, 2017).
- **Peso.** El motor diésel es más pesado que un motor de gasolina, pero debido a su relación peso potencia no se le da importancia (Álvarez, 2017).
- **Velocidad.** Son motores más lentos, aunque los desarrollos tecnológicos de hoy en día han hecho que estos puedan generar velocidades similares a las de un motor de gasolina (Álvarez, 2017).
- **Reparaciones.** La mano de obra, así como el costo de partes/repuestos, es más costosa aun cuando también es menos probable que sea necesario hacer cambios de piezas, su tecnología, durabilidad y recuenta de mantenimiento reducen el riesgo (Álvarez, 2017).
- **Ruido.** Con todo y los avances de hoy en día, los motores diésel siguen siendo más ruidosos que los de gasolina (Álvarez, 2017).
- Aumenta la viscosidad a medida que disminuye la temperatura del combustible (Rodríguez, 2014).



Figura 5. El frío aumenta la viscosidad del diésel.
Fuente: Motores.com.py, (2014).

- Cuando se somete el diésel a combustión genera dióxido y trióxido de azufre que al reaccionar con el agua produce ácido sulfúrico (H_2SO_3), los altos niveles de azufre en el diésel son perjudiciales para el medio ambiente (Rodríguez, 2014).
- El proceso para reducir el azufre también reduce la lubricidad del combustible. En consecuencia, el combustible pierde calidad y eficacia agregándole aditivos a la mezcla es posible aumenta la eficiencia del diésel, por lo que el precio del combustible aumenta. Normas europeas de emisión y de impuestos preferencial han forzado a las refinerías de petróleo para reducir drásticamente el nivel de azufre en los combustibles diésel (Rodríguez, 2014).

d. Sistema de combustible diésel

Los sistemas de alimentación de diésel de los motores de los años 1960s operaban entre 400 y 500 bares de presión y tenían tolerancias cerca de 50 μm . Se podía ver los contaminantes que harían daño y los filtros retenían partículas mayores de 25 μm , evitando problemas. Los sistemas de los años 1990s

operaban con inyectores a presiones cerca de 1400 bares, tolerancias de 35 μm y filtros de 15 μm . En la actualidad los motores empezaron a usar inyectores que operan con presiones cerca de 2000 bares y tolerancias entre 1 μm y 2 μm , donde cualquier partícula de mayor tamaño tiene que ser retirada por el sistema de filtración antes de llegar a los inyectores (Álvarez, 2017).

La partícula que pasa por el filtro raspará la boquilla del inyector o la taponeará, son dos los tipos de sistemas de inyección diésel:

- **Sistemas Mecánicos:** Son los sistemas de inyección en que la revolución del motor, volumen y presión del combustible son controlados mecánicamente a través de un regulador estrictamente mecánico (dispositivos con resortes, palancas, ejes, etc.). (Álvarez, 2017)
- **Conjunto de bomba en línea:** Las bombas de inyección en línea están instaladas junto al motor, y son accionadas por el mismo motor del vehículo. Cada cilindro del motor está conectado a un elemento de la bomba que está dispuesta en línea; por eso el nombre "bomba en línea" (Álvarez, 2017).

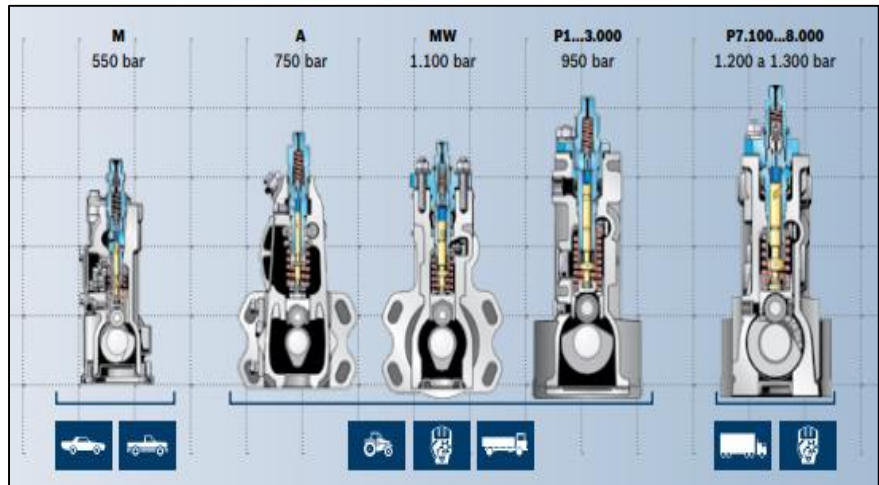


Figura 6. Tamaños de bombas en línea.
Fuente: Motores.com.py, (2014).

- **Bomba Alimentadora:** Para motores con bomba de inyección en línea, es necesaria una bomba alimentadora que suministre combustible al circuito bajo presión de aproximadamente 1 bar, garantizando el llenado por completo de los cilindros de la bomba de inyección (Álvarez, 2017).
- **Bomba Manual:** La bomba manual está instalada junto a la bomba alimentadora y sirve para eliminar burbujas de aire del sistema diesel, lo que comúnmente se conoce por "sangrar el sistema diesel" (Álvarez, 2017).
- **Bombas de inyección PF y PFR:** Las bombas de inyección PF y PFR no disponen de árbol de levas propio. Por lo que los émbolos de la bomba son impulsados determinantemente por el árbol de levas del motor (Álvarez, 2017).
- **Bomba de alta presión:** Grupo de la bomba en la cámara interna responsable por la alimentación en alta presión. Su función es generar la alta presión necesaria

para la inyección y distribuir el combustible entre las cámaras de combustión del motor (Álvarez, 2017).

- **Bomba distribuidora con avance de inyección:** El combustible se inyecte a alta velocidad y a elevadas rotaciones, la inyección sufre un retraso. Uno de los motivos es la dimensión de la tubería (Álvarez, 2017).

- **Sistemas Electrónicos**

Para cumplir con las estrictas leyes de emisiones de gases de escape, los motores diésel necesitan tener un riguroso control del volumen del combustible inyectado. Los sistemas mecánicos ya no logran cumplir con tales requisitos; así, fueron desarrollados los sistemas de inyección con control electrónico, como UIS, UPS, Common Rail, etc. Son más eficientes, seguros, potentes y económicos (Álvarez, 2017).

- EDC Electronic Diésel Control. El control electrónico del motor diésel permite una configuración exacta y diferenciada de los volúmenes de inyección. La regulación mecánica de rotación convencional registra los diversos regímenes de funcionamiento por medio de diversos dispositivos de adaptación y asegura alta calidad de preparación de la mezcla. La regulación electrónica diésel (EDC Electronic Diésel Control) se desarrolló con las crecientes exigencias del sistema simple, capaz de reunir innumerables datos y procesarlos en tiempo real. El volumen de inyección es determinado por diversos factores como:
 - Solicitación del conductor
 - Régimen de funcionamiento

- Temperatura del motor
- Efecto sobre la emisión de contaminantes

- Sistema de Unidad Inyectora Unit Injection System (UIS). El Sistema de Unidad Inyectora integra la bomba de alta presión y el inyector en una sola unidad compacta para cada cilindro del motor. El sistema UIS reemplaza el conjunto porta inyector de los sistemas convencionales, dispensando el uso de las cañerías de alta presión, lo que posibilita alcanzar elevados valores de presión.

- **Partes principales del sistema de combustible diesel**
 Según Álvarez, (2013) manifiesta que las partes principales del sistema de combustible son: “Tanque de combustible, Bomba de combustible, Filtros de combustible, Bomba inyectora y Líneas de combustible” (p.123):

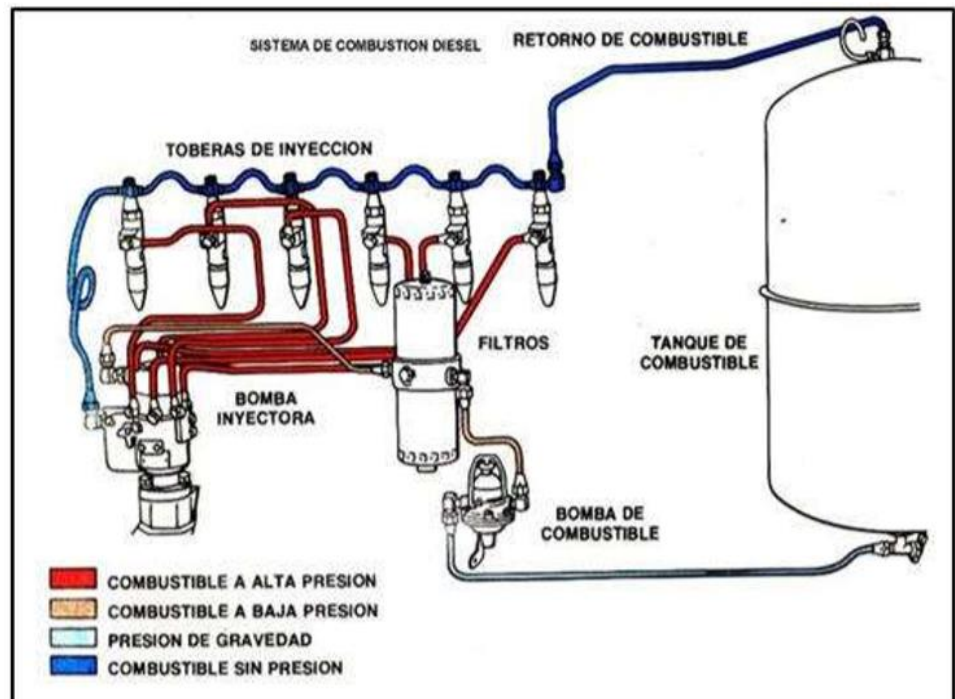


Figura 7. Sistema de combustible Diésel.
Fuente: Álvarez, (2013).

- **Tanque de combustible:** Es un contenedor que almacena el combustible de un vehículo. Los tanques de combustible tienen un tubo de llenado, con una abertura en el lado del vehículo para la adición de combustible al tanque (Álvarez, 2013).

- **Bomba del combustible:** Su función es bombear el combustible desde el tanque hacia los inyectores. Los vehículos modernos tienen una bomba de combustible conectada al depósito de combustible o en su interior, mientras que los más antiguos, por lo general, tienen una conectada al motor (Álvarez, 2013).

- **Filtro de combustible:** En el sistema de combustible los filtros son los puntos más críticos para el rendimiento óptimo y la larga vida del motor. Son elementos que sirven para retener impurezas que puedan existir en el combustible permitiendo el óptimo rendimiento del sistema de combustión y presentan los siguientes tipos de filtros:

Tabla 2
Tipos de filtros.

Tipos de Filtros		
Tipos	Características	Importancia
Filtros de aire	Retienen las partículas abrasivas existentes en el aire aspirado del ambiente impidiendo así que se desgaste prematuramente el motor, principalmente anillos y cilindros	A que el fluido que se filtra proviene de un medio no controlado por los usuarios es el aire de las vías de tránsito o lugares de trabajo del motor.
Filtro de aceite	Separar las partículas abrasivas existentes en el aceite de los motores causantes de desgastes, impidiendo que la suciedad se concentre en un grado perjudicial.	Mayor capacidad de retención. retiene partículas de suciedad que miden menos de la mitad del espesor de una hebra de cabello
Filtro de polen o de cabina	se usa para evitar que partículas contaminantes del aire como el polen, bacterias, polvo, gases, humo, entren a la cabina del carro y afecten a los pasajeros	Se recomienda cambiarlos cada 20000 km o una vez al año
Filtro de combustible	indispensables para los motores diesel, cuyos elementos de inyección sensibles se tienen que proteger contra impurezas en el combustible	una protección eficaz contra la suciedad en el carburador e inyectores en los motores a gasolina

Fuente: Álvarez, (2013).

A menor micraje el filtro con microfiltradores con elemento de resina de celulosa aprisiona las partículas y por medio de laminación no permite el paso del agua, solo deja pasar el diésel puro y retiene partículas mayores a 5 micras logrando separar el agua del combustible lo que da mayor vida útil a la bomba de inyección, y evita los taponamientos en los inyectores, reduce las emisiones de gases contaminantes y ahorro de combustible, ahorro en el mantenimiento y reparación de equipos. (Álvarez, 2013).

- **Bomba inyectora:** Es un dispositivo capaz de elevar la presión de un fluido, generalmente presente en los sistemas de inyección de combustible, hasta un nivel bastante elevado como para que al ser inyectado en el

motor esté lo suficientemente pulverizado a fin de tener una inflamación espontánea. (Álvarez, 2013)

- **Inyectores de combustible:** Estas válvulas electrónicas se abren y se cierran para enviar una mezcla de aire y combustible controlada por una computadora hacia el bloque del motor (Álvarez, 2013).
- **Líneas de combustible:** Son las tuberías por donde circula el combustible en todo el circuito del equipo (Álvarez, 2013).

e. Alimentación de los motores de Ciclo Diésel

Porras y Soriano (2014), manifiestan que los motores de ciclo Otto o diesel requieren un filtrado exhaustivo del aire que utilizan en la admisión. Para evitar las frecuentes detenciones por saturación del filtro que se originarían, estos filtros están provistos de sistemas continuos de limpieza que dejan caer al terreno las impurezas eliminadas del aire. (p.123)

- Circuito de baja presión

El circuito que se utiliza en los motores de ciclo diesel para llevar el combustible desde el depósito hasta el interior de la bomba de inyección se denomina circuito de baja presión. Su esquema y la denominación de sus elementos pueden verse en la siguiente figura:

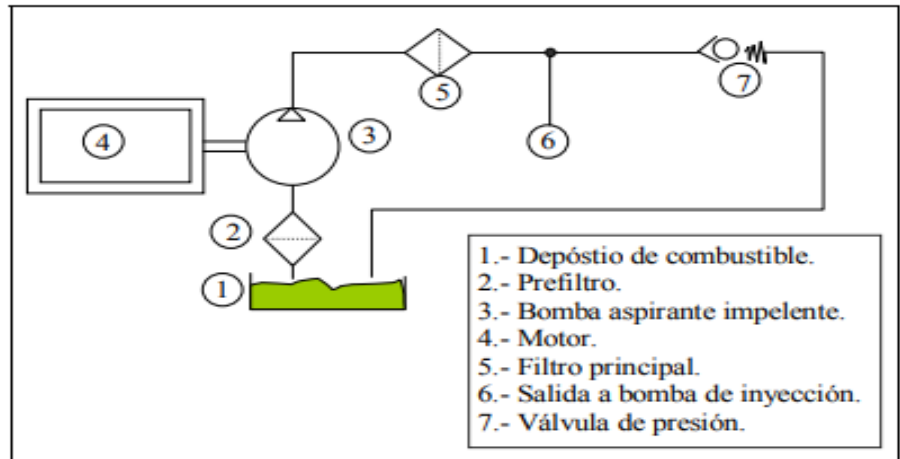


Figura 8. Círculo de alimentación del combustible.

Fuente: Porras y Soriano, (2014).

Su funcionamiento es semejante al que lleva la gasolina en los motores de ciclo Otto desde el depósito hasta la cuba del carburador.

- Circuito de alta presión

Este circuito, que recibe el combustible a la presión tarada en la válvula reguladora de presión del circuito de alimentación, está formado por una bomba de inyección, que comprime el combustible a presión que en algunos vehículos llega a superar 1250 atmósferas, lo que ha cambiado muchas de las antiguas ideas que había sobre motores diésel, de finas tuberías de acero, una por cilindro, que conducen el combustible que sale de la bomba de inyección, que situados en la culata pulverizan a alta presión, cada uno en su respectiva cámara de combustión, el combustible que reciben a través de las tuberías de presión desde la bomba de inyección del equipo en mantenimiento. (Porras y Soriano, 2014)

Los antiguos filtros de fieltro estaban formados por un recipiente, con un conducto de entrada y otro de salida del combustible, en cuyo interior se situaba en cuyo orificio central se colocaba un formado por anillos de fieltro,

rodeando un tubo perforado por cuyos orificios entraba el gasoil limpio y por uno de sus extremos salía hacia la bomba de inyección como se aprecia en la siguiente figura:

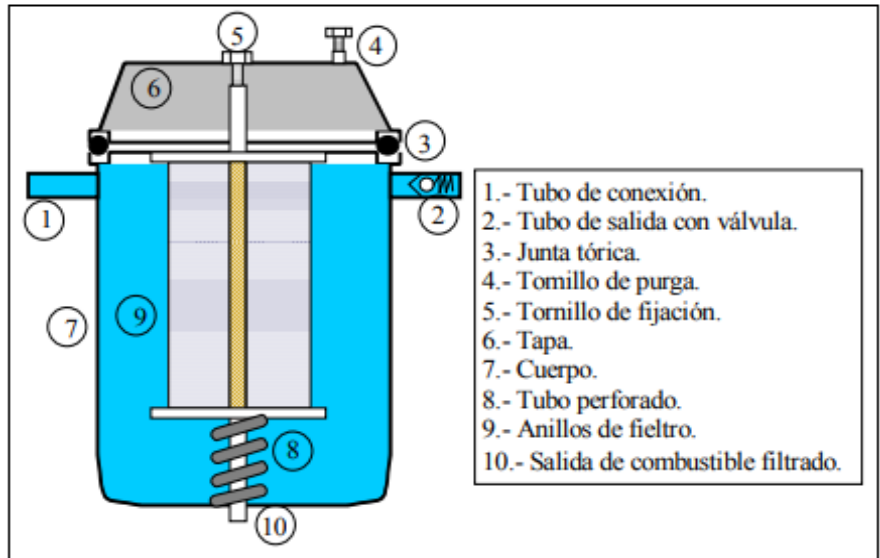


Figura 9. Filtro de combustible con placas de fieltro.
Fuente: Porras y Soriano, (2014).

El filtro de papel, tiene una constitución semejante al filtro de combustible, pero, como elemento filtrante, utiliza papel plegado como se muestra:

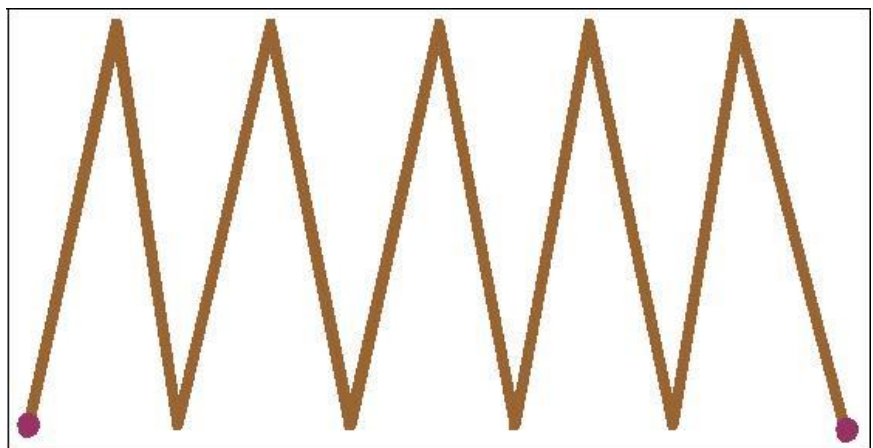


Figura 10. Detalle de plegado del papel.
Fuente: Porras y Soriano, (2014).

La bomba de inyección transforma la energía mecánica del motor en presión del combustible y lo envía a los inyectores situados en la culata que a alta presión lo inyectan, en la

cantidad justa y en el instante adecuado, en cada cilindro del motor. (Porras y Soriano, 2014)

Las bombas de inyección tienen que aportar la cantidad exacta de combustible según las necesidades de funcionamiento del motor, enviando la misma cantidad a cada cilindro, y además de hacer la inyección en el instante preciso, deben automáticamente de adaptar al régimen de giro del motor. (Porras y Soriano, 2014)

Mediante finas tuberías metálicas con diámetro interior de tan sólo dos milímetros con la que se eliminan acumulaciones de combustible por dilatación, y pared de espesor suficiente como para poder soportar la alta presión de trabajo, el combustible es enviado a los inyectores, cuya misión es introducirlo finamente pulverizado en el cilindro, para que se mezcle uniformemente, al final de la compresión, con el aire caliente y se quemé en su totalidad. (Porras y Soriano, 2014)

Cada inyector va montado sobre un soporte, denominado porta inyector, el cual se fija a la culata mediante espárragos, y en su interior tienen una aguja sobre la que actúa un resorte, la cual cierra el orificio de salida del líquido al interior del cilindro. Dicho orificio se denomina tobera. (Porras y Soriano, 2014)

El combustible procedente de la bomba entra a alta presión en el interior del inyector y su presión desplaza la aguja venciendo la acción que sobre ella ejerce el resorte, por lo que sale por la tobera al interior del cilindro. (Porras y Soriano, 2014)

El tamaño de la tobera, medido por su diámetro, y la presión del combustible enviado por la bomba, definen el tamaño de las gotas que entran en el cilindro, de forma que a mayor presión y a menor diámetro del orificio más pequeñas son las gotas pulverizadas, cuanto menor sea el tamaño de la población de gotas menor es el tiempo necesario para la combustión, menor la relación de combustión a presión constante y más alto el rendimiento térmico del motor. (Porras y Soriano, 2014)

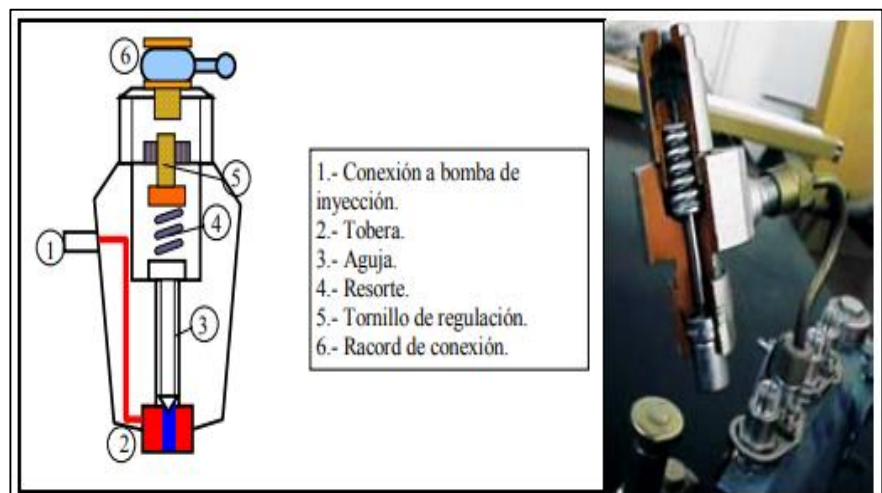


Figura 11. Inyector.

Fuente: Porras y Soriano, (2014).

Como entre la aguja y el cuerpo del inyector hay inevitablemente una cierta holgura. Para dar salida al combustible que escapa entre ambos el inyector lleva un orificio roscado en el que se conecta un tubo de baja presión. (Porras y Soriano, 2014)

El sistema de inyección directa, ya que la alta presión de inyección que se consigue permite evitar las complicaciones mecánicas y constructivas que ofrecía la inyección en antecámara. (Porras y Soriano, 2014)

Al quemarse la mezcla, los gases salían por el mismo conducto al interior del cilindro, presionando suavemente sobre la cabeza del pistón. De esta forma se evitaban las trepidaciones producidas al arder las relativamente gruesas gotas que se inyectaban. (Porras y Soriano, 2014)

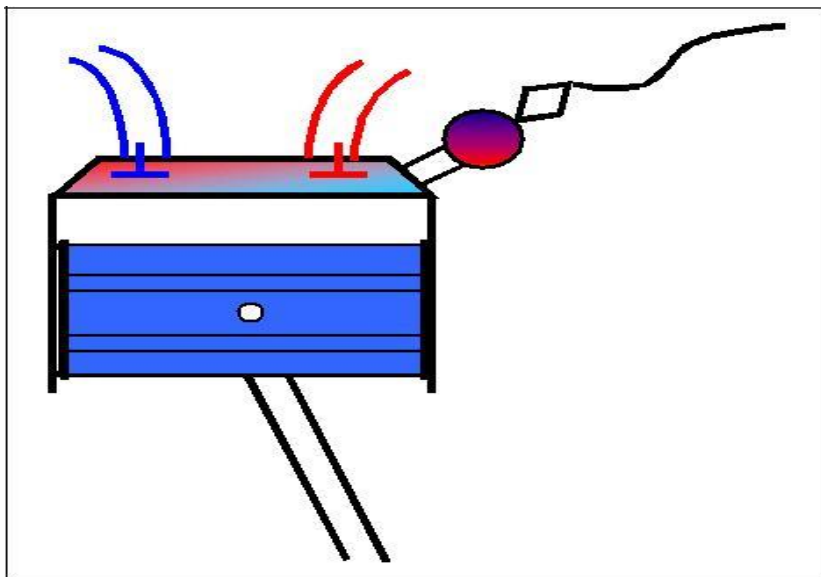


Figura 12. Sistema de inyección antecámara.
Fuente: Porras y Soriano, (2014).

Con la inyección directa se introduce el gasoil sobre el pistón, el cual tiene en la cabeza tallados huecos que provocan turbulencias en el aire que se comprime, lo que asegura una rápida y eficaz mezcla con el combustible finamente pulverizado, lo que mejora la combustión y reduce el tiempo necesario para la misma. (Porras y Soriano, 2014)



Figura 13. Sistema de inyección directa multipunto.
Fuente: Porras y Soriano, (2014).

f. Bomba de inyección de pistones en línea

La bomba de inyección de pistones en línea tiene una carcasa de fundición que aloja en su interior un árbol de levas que gira apoyado en dos cojinetes, el cual se mueve accionado por medio de engranajes desde el cigüeñal. (Granell, 2013)

Cada leva, cuyo número es igual que el de cilindros, a través de un empujador, denominado botador, provisto en su parte inferior de un rodillo, empuja y desplaza el vástago de un pistón que se mueve con movimiento alternativo en el interior de un cilindro fijo en la carcasa. Dicho vástago lleva tallado un rebaje para sujetar una arandela en la que apoya un muelle que lo mantiene en continuo contacto con la leva y una cruz que se aloja en los rebajes de otro cilindro, gracias al cual, cuando este cilindro gira, el pistón también lo hace. (Granell, 2013)

El giro se consigue mediante una cremallera dentada por una de sus caras, que se mueve accionada por el mando del acelerador, la cual conecta con un pequeño engranaje solidario con el cilindro de manera que, al desplazarse la cremallera

movida desde el aselador, esta hace girar el engranaje solidario con el cilindro, girando este y con él el pistón. (Granell, 2013)

El pistón que lleva una incisión vertical y una escotadura en forma de bisel, se desliza en el interior de un cilindro que rodeado del combustible que a cierta presión llega procedente del circuito de alimentación, en su parte superior, lleva dos orificios por los que se llena de combustible. (Granell, 2013)

La salida del inyector lleva una válvula antirretorno que impide que el combustible, una vez que ha salido, pueda volver a él. (Porras y Soriano, 2014).



Figura 14. Bomba de inyección de pistones en línea.
Fuente: Porras y Soriano, (2014).

g. El funcionamiento de la bomba de inyección

Cuando el pistón está en la parte más baja de su recorrido, el combustible que llega microfiltrado y a cierta presión pasa por los orificios y llena el interior del cilindro. Cuando sube empujado a través de su vástago por la leva, una vez que cierra los orificios de entrada de combustible al cilindro, empuja al gasoil que sale hacia el inyector, para lo que abre la válvula antirretorno colocada a la salida, venciendo la fuerza del muelle

que la empuja, hasta que la leva pasa por su cresta. (Granell, 2013)

Para inyectar más combustible se gira el pistón de manera que sea necesario un mayor desplazamiento para que su escotadura coincida con el correspondiente orificio de llenado del cilindro. El pivotamiento del pistón lo hace la cremallera, la cual se mueve desde el acelerador, el cual la desplaza y hace girar al piñón de la carcasa que, como se dijo está conectada a la cruz del vástago. (Granell, 2013)

En las bombas existen reguladores que efectúan el control de la velocidad del motor, los cuales actúan bien por fuerza centrífuga o bien mediante el vacío. (Porras y Soriano, 2014)



Figura 15. Bomba de inyección rotativa.
Fuente: Porras y Soriano, (2014).

La esencia del funcionamiento de las bombas rotativas puede comprenderse mediante la utilización del esquema I.S.O. que se presenta a continuación:

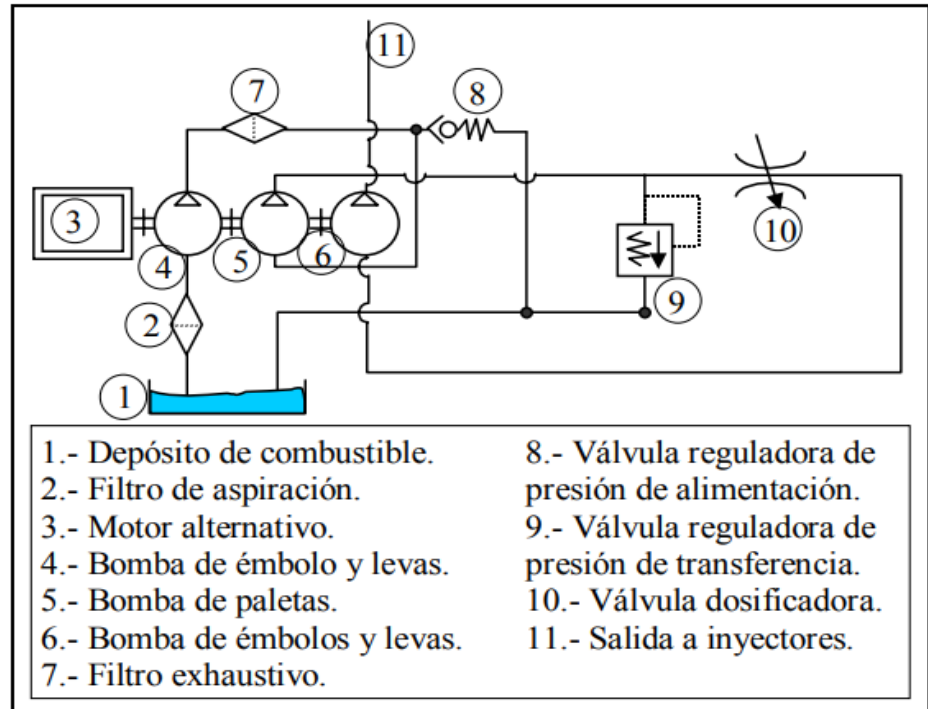


Figura 16. Esquema I.S.O. de inyección con bomba rotativa.
Fuente: (Porras y Soriano, 2014).

El gasoil llega a la bomba de transferencia impulsada por la bomba de alimentación, y después de pasar por el filtro.

h. Alimentación Common Rail

Lo último en alimentación de los motores de ciclo Diesel es la inyección directa con sistema “Common rail”, también conocido como sistema a base de electro inyectores. El “common rail”, que traducido significa conducto común, consiste en un tubo de distribución en el que, a alta muy alta presión, que hoy supera incluso 1250 atmósferas, está contenido el carburante enviado por una bomba de paletas (Porras y Soriano, 2014).

El gasoil es aspirado desde el depósito mediante una bomba para proporcionar el combustible microfiltrado con el caudal necesario para garantizar la lubricación y la refrigeración de la bomba de paletas. (Porras y Soriano, 2014).

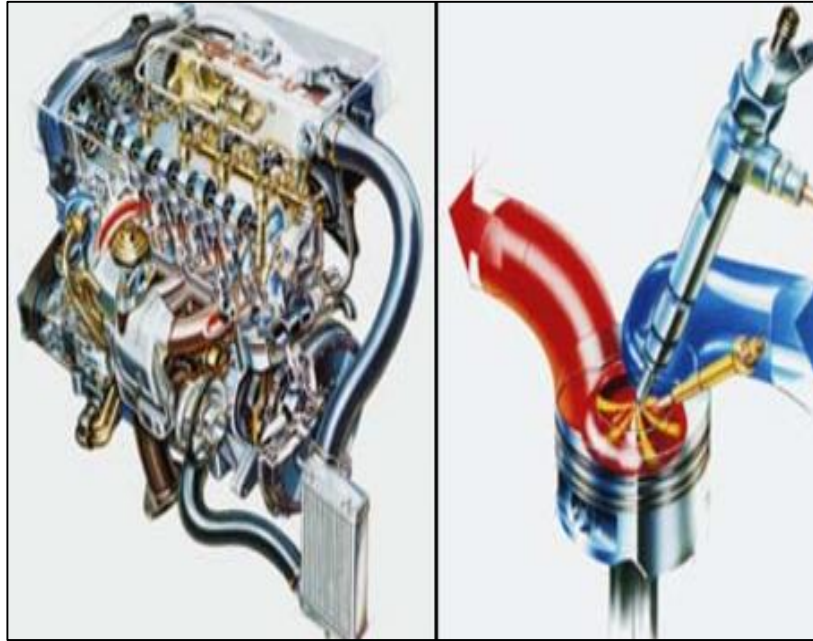


Figura 17. Motor con “Common rail” y electroinyector.
Fuente: Porras y Soriano, (2014).

i. Proceso de combustión diésel

Los motores de combustión interna alternativo (MCI) tienen como objetivo transformar en energía mecánica la energía liberada en el proceso de combustión que tiene lugar en su interior, consistente en la reacción química de oxidación entre el combustible utilizado y el oxígeno del aire. Los dos tipos de procesos de combustión interna son la combustión premezclada y la combustión por difusión. (Pérez, 2013)

La combustión en un motor de encendido provocado (MEP) o en motores funcionando en condiciones HCCI, se caracteriza por el elevado tiempo del cual dispone el combustible para vaporizarse y mezclarse con el oxidante, de forma que en cualquier punto de la cámara de combustión existe una mezcla homogénea de ambos reactivos. Lo que ocurre en MEP, la ausencia de un agente exterior (bujía) que provoque el encendido del combustible tiene como consecuencia la aparición de varios frentes de llama difusivos, dispersos por toda la cámara, de características muy diferentes, tanto en lo

referente a la relación combustible/oxidante previa a la combustión como a la composición del gas quemado resultante. (Pérez, 2013)

La formación y emisión de contaminantes en estos equipos está dominada por las condiciones locales, siendo la cantidad medida en el escape de una determinada especie el resultado del balance entre las reacciones de formación y destrucción que ocurren en las diferentes zonas de la cámara. (Pérez, 2013)

j. Forma de analizar la evolución del proceso de combustión en motores diésel

La forma de analizar la evolución del proceso de combustión en motores diésel se ha efectuado comparando la evolución temporal de la masa de combustible inyectada por unidad de tiempo (habitualmente calculada a partir de la señal de levantamiento de aguja), con la fracción de calor liberado por unidad de tiempo (FQL, calculada a partir de la medida de la presión instantánea en el cilindro) o su derivada (dFQL). El cálculo de la FQL o la dFQL está basado en la aplicación de la primera ley de la termodinámica al volumen de gas encerrado en el cilindro en cada instante de tiempo. (Porras y Soriano, 2014).

La Figura 18 muestra como ejemplo la tasa de inyección y la dFQL para un motor diésel de automoción, como se detalla:

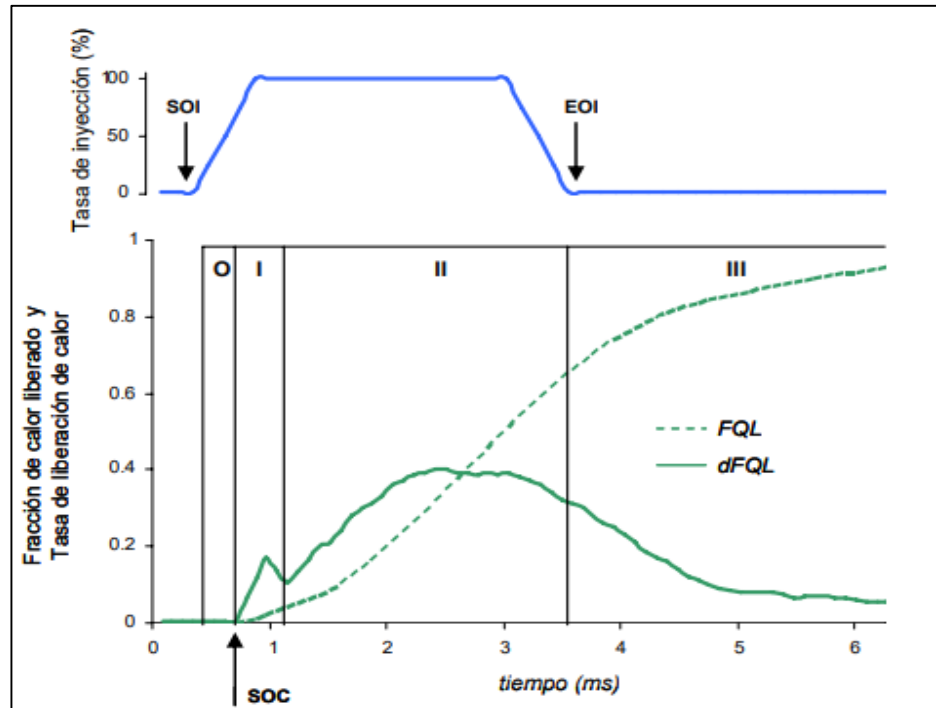


Figura 18. Diagrama típico de tasa de inyección. FQL y Dfql.
Fuente: (Porras y Soriano, 2014).

Después de que el combustible haya sido inyectado a través de los orificios del inyector en forma de chorro líquido y a muy alta presión en el interior de la cámara de combustión, ocurren las siguientes etapas:

Tabla 3
Fases de combustión de motor diésel.

Fases	Características
Fase 0:	<i>Tiempo de retraso.</i> Es la fase comprendida entre el inicio del proceso de inyección (SOI, Start of Injection) y el de combustión (SOC, Start of Combustion), durante la cual el combustible sufre una serie de procesos físicos, como son la atomización del chorro líquido y la evaporación del combustible atomizado, para finalizar con el Englobamiento del aire encerrado en la cámara de combustión.
Fase I:	<i>Combustión premezclada.</i> En esta fase, que tiene un carácter fuertemente no estacionario, la oxidación del combustible (que se ha mezclado con el aire durante el tiempo de retraso de forma que la relación combustible/aire está entre los límites de inflamabilidad) ocurre muy rápidamente. Debido a esto, la forma característica de la ley de liberación de calor durante esta etapa (dFQL) es un perfil casi triangular con un máximo y una caída a un mínimo relativo donde se suele definir el final del proceso de combustión premezclada.
Fase II:	<i>Combustión por difusión.</i> Esta fase comienza cuando la masa mezclada durante el tiempo de retraso se quema completamente, estando la liberación de calor controlada principalmente por el proceso de mezcla del combustible evaporado con el aire presente en el interior de la cámara de combustión.
Fase III:	<i>Combustión por difusión tardía.</i> En el momento en el que acaba el proceso de inyección (EOI, End of Injection), se observa una caída en la tasa de liberación de calor al empeorar el proceso de mezcla debido a la ausencia de la energía cinética turbulenta generada por la cantidad de movimiento del chorro. La estructura de la llama adopta una forma bastante más aleatoria, y la combustión va perdiendo intensidad hasta que termina, normalmente, durante la carrera de expansión del pistón.

Fuente: (Pérez, 2013).

k. Descripción fenomenológica del proceso de combustión diésel

A continuación, se describe la evolución temporal como espacial de un chorro de combustible diésel, que aporta información sobre los procesos físicos que controlan su combustión. El modelo, difiere las descripciones de la combustión diésel, empleando técnicas de diagnóstico óptico basadas en el uso del láser, cuyo desarrollo permitió realizar medidas in-situ de diferentes procesos que ocurren en el interior de un chorro de combustible diésel, ya que posibilitan medir determinadas variables simultáneamente, como son la proporción entre combustible líquido y combustible evaporado. (Pérez, 2013).

El primer fenómeno que ocurre una vez inyectado el combustible es la *atomización*, en la que el combustible líquido se disgrega en ligamentos o gotas de pequeño tamaño. Cuanto menor sea el tamaño de las gotas mejor es el posterior proceso de evaporación, debido a que diámetros menores conducen a una mayor transferencia de calor hacia el líquido como consecuencia de una mayor relación superficie/volumen y a la mejora del coeficiente de película. (Pérez, 2013).

La atomización del chorro diésel termina cuando desaparece el ligamento líquido en el interior del chorro, y éste sólo está formado por gotas y gas ambiental englobado en su interior.

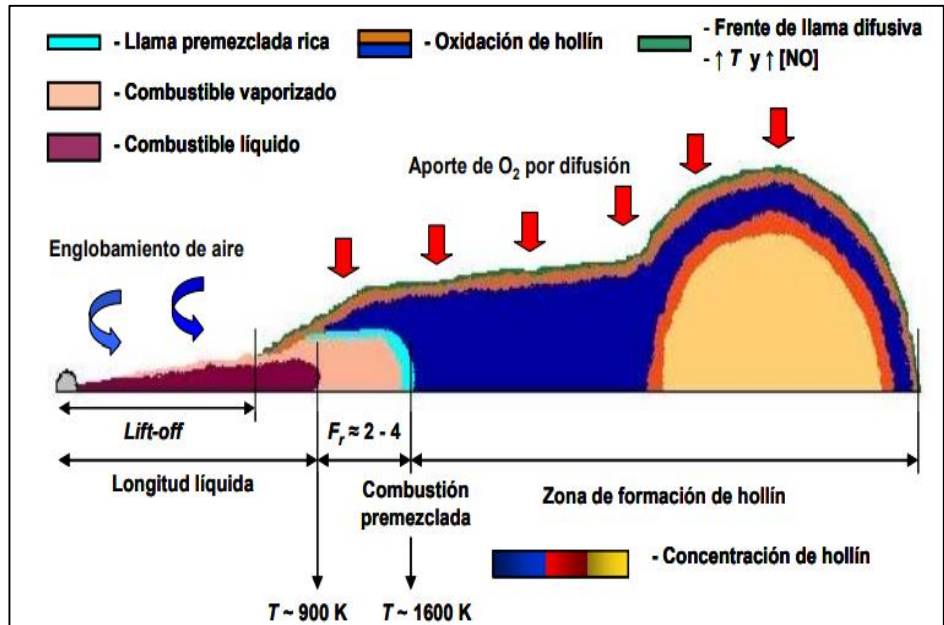


Figura 19. Modelo conceptual de combustión diésel.
Fuente: Pérez, (2013).

El siguiente fenómeno se produce como se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 4
Proceso de combustión diésel.

Proceso de combustión diesel	
Atomización	Es el primer fenómeno que ocurre una vez inyectado el combustible, donde el combustible líquido se disgrega en gotas de pequeño tamaño. Cuanto menor sea el tamaño de las gotas mejor es el posterior proceso de evaporación, debido a que diámetros menores conducen a una mayor transferencia de calor hacia el líquido
Englobamiento de aire	Mecanismo durante el cual la interacción del chorro inyectado con el aire provoca la entrada de este último dentro de la periferia del propio chorro. Esto produce un aumento en el grosor del chorro y una disminución tanto de su velocidad como de su densidad. Es uno de los parámetros más importantes que conciernen a la combustión del chorro, controla la combustión.
La evaporación	La evaporación completa del combustible finaliza en lo que se denomina longitud líquida. Al final del proceso de evaporación, el dosado relativo local (Fr).
Inflamabilidad	Después de la evaporación, cuando la mezcla formada por combustible evaporado y aire englobado durante el Lift-off (distancia entre la tobera de inyección y el inicio de la llama) una temperatura cercana a 1600 K y con una composición rica en CO e hidrocarburos sin quemar de cadena corta y la formación de hollín.
Oxidación del Gasoil	<p>Primera etapa: Consistente en la conversión del combustible en los productos intermedios resultante de una combustión premezclada rica en equilibrio lo cual simplifica el modelo desarrollado.</p> <p>Segunda etapa: Consistente en la oxidación siguiendo un mecanismo de reacción determinado, hasta su combustión completa y el proceso de combustión exotérmico ocurre fundamentalmente en el frente de llama (Debido a estas altas temperaturas, la mayor parte del hollín formado en la etapa anterior se oxida a CO_2 y la tasa de formación de NO)</p> <p>Los productos de la combustión, después de atravesar el frente de llama, se mezclan con el aire en exceso que queda en la cámara (dilución) que, unido al proceso de expansión, causa un enfriamiento de dichos productos y un cambio en su composición. Este fenómeno provoca la congelación de las reacciones que conducen a la formación y destrucción de determinadas especies contaminantes, como los NOx y el CO, apareciendo éstos en el escape del motor.</p>

Fuente: (Pérez, 2013).

I. Control de emisiones

Según Widman (2013) manifiesta que los procesos de combustión permiten al ser humano obtener diferentes productos y servicios imprescindibles en la actualidad, años atrás se estableció una norma mundial de limpieza de diesel entregado de la planta o dispensado del surtidor utilizando las pruebas de limpieza ISO 4406 y un mínimo de 18/16/13, la cual indica un límite de partículas por ml entre:

18 = 1300 y 2500 partículas $>4 \mu\text{m}$

16 = 320 y 640 partículas $>6 \mu\text{m}$

13 = 40 y 80 partículas $>14 \mu\text{m}$

La idea era que las máquinas, los camiones podían tener sistemas de filtración capaces de alcanzar el nivel de limpieza necesario para proteger sus inyectores. En general, ese nivel es definido por los fabricantes con un nivel de limpieza ISO 4406 de 12/9/6, la cual indica un límite de partículas por ml entre:

20 y 40 partículas $>4 \mu\text{m}$

9 = 2.5 y 5 partículas $>6 \mu\text{m}$

6 = 0.3 y 0.64 partículas $>14 \mu\text{m}$

En teoría, una buena filtración de una máquina o camión nuevo podría filtrar el combustible diesel bastante bien obteniendo una duración del filtro igual al periodo de mantenimiento recomendado y la máquina no sufrir desgaste pero eso no es posible de obtener, aun cuando muchas máquinas tienen filtros de diesel de $2 \mu\text{m}$, porque la contaminación de combustible diesel es tan alta que supera los parámetros de diseño de las máquinas producidas actualmente. (Widman, 2013)

El incremento del uso del automóvil generó un nuevo tipo de contaminación atmosférica, que se presenta en ambientes contaminados por hidrocarburos sin quemar o parcialmente quemados (HC's) producidos por una combustión incompleta, y óxidos de nitrógeno, ambos procedentes de los gases de escape de los motores, junto con la incidencia de luz solar. Esta mezcla genera ozono troposférico por vía fotoquímica y PAN's (peroxiacetilnitratos) que dan lugar, junto con el dióxido de nitrógeno, a una nube amarillo-parduzca e irritante para los ojos y las vías respiratorias conocida habitualmente como smog fotoquímico.

La contaminación de los vehículos se produce en ambientes contaminados, en climas cálidos y con mucho sol, y se observa principalmente al mediodía, cuando los procesos fotoquímicos han logrado producir los gases irritantes. Este fenómeno empezó a ser común en la década de los 50 en ciudades como Los Ángeles, y fue a partir de entonces cuando apareció la preocupación social acerca de los contaminantes emitidos por sistemas de combustión, así como sobre sus procesos de formación. Las especies contaminantes más importantes emitidas por un motor diésel son los óxidos de nitrógeno (NOx), partículas (hollín, hidrocarburos, sulfatos, nitratos, etc.), el monóxido de carbono (CO), compuestos orgánicos gaseosos (hidrocarburos sin quemar o parcialmente quemados) y los óxidos de azufre (SOx). La elaboración por parte de los gobiernos de un gran número de normativas y legislaciones que limitan la cantidad de gases contaminantes que los motores pueden lanzar a la atmósfera es debida a la gran preocupación social por el impacto ambiental. (Peiró, 2014)

La primera regulación de emisiones para vehículos nuevos se implantó en Europa en el año 1970 con la directiva 70/220/CE,

de la que derivan casi todas las posteriores. Para cumplir con estos nuevos límites la mayoría fabricantes se dedicaron básicamente a mejorar el catalizador. Otros se decantaron por la reducción de tamaño del motor para así conseguir menores consumos y por lo tanto, menores emisiones. Otra técnica utilizada fue aumentar el número de marchas para hacer funcionar el motor a menos revoluciones, consiguiendo generar menos monóxido de carbono al producir una mezcla de mayor calidad, menos hidrocarburos sin quemar porque se aprovecha más el combustible y menos NOX al alcanzarse menor temperatura en el motor.

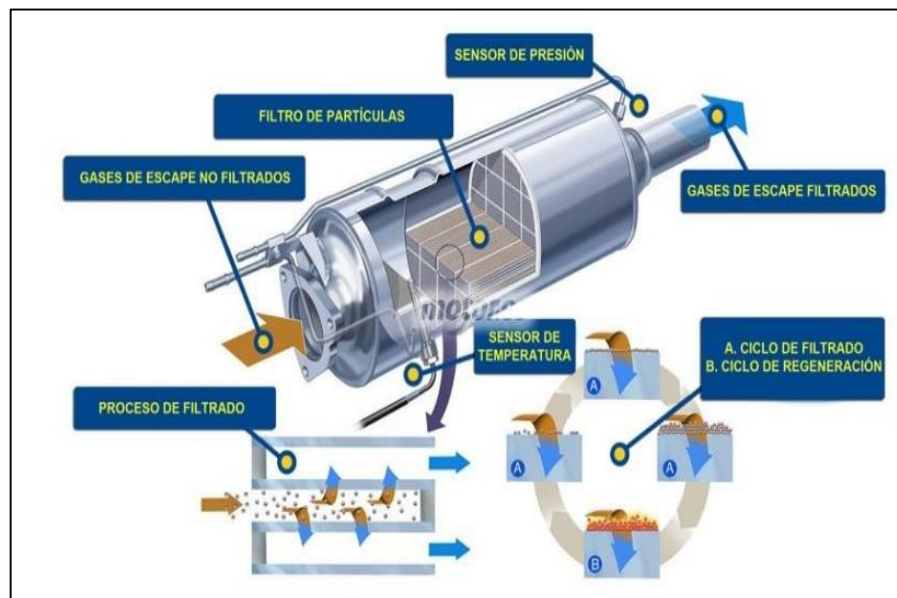


Figura 20. Filtro de partículas.

Fuente: Peiró, (2014).

En el año 2009 se implanta la Euro V, cuyo objetivo es la eliminación de la materia particulada, nociva para los seres vivos, que generan los MEC debido a las impurezas del diésel. Para ello, los fabricantes incorporan en sus vehículos un filtro de partículas (FAP o DPF) que consiste en una trampa para las partículas sólidas en suspensión, quedando retenidas en su interior mediante un material cerámico poroso que se regenera cuando queda saturado. (Peiró, 2014)

En la actualidad estamos sujetos a la normativa Euro VI del año 2014, cuyo objetivo principal es la reducción drástica de los gases NOX y partículas emitidas por los vehículos diésel. Con el fin de conseguirlo, los turismos de mayor tamaño empiezan a incorporar la utilización de un catalizador SCR (reducción catalítica selectiva). Dicho sistema inyecta AdBlue, una solución de urea inodora, en los gases de combustión generando una reacción química a alta temperatura que produce amoníaco que descompone las moléculas de NOX en vapor de agua y nitrógeno inocuo, que no son nocivos para el medio ambiente. (Peiró, 2014)

En la actualidad los inyectores de diesel tienen menores tolerancias cada año. Algunas marcas tienen menos de 2 μm de tolerancia para que pase el diesel. Si el sistema de inyección empuja partículas de 5 μ por un espacio de 2 μm con 2000 bares de presión, se gasta el inyector, causando mayor consumo de diésel, mayor producción de hollín, periodos más cortos entre cambios de aceite, más contaminación al medio ambiente, etc. (Widman, 2013)

m. Optimización del combustible

El consumo de combustible o kilometraje por galón se convierte en una muestra de responsabilidad social y ambiental de la empresa, sin mencionar el efecto que tiene sobre la eficiencia de la operación. (Restrepo , 2013)

Para garantizar la eficiencia del vehículo a través del tiempo, es indispensable una rutina de mantenimiento.

Implementar para que su vehículo mantenga un bajo consumo:

- Mantenga su vehículo bien mantenido.

- El servicio periódico de su equipo es uno de los factores más importantes y determinantes de cuanto combustible consume.
- Mantenga el motor a punto, el ponerlo a punto regularmente no solamente hace que su motor suene como es debido, sino que también se desempeñará adecuadamente.
- Reemplazar el filtro de aire puede hacer una gran diferencia, el filtro sucio disminuye la eficiencia del motor.
- Reemplace o limpie los elementos de limpieza del aire. Revise los filtros regularmente para asegurar que estén limpios. (Restrepo, 2013)
- Cambie el aceite lubricante en los intervalos especificados por el mantenimiento preventivo. Use solo el aceite recomendado por su concesionario, especialmente en equipos nuevos.
- Planifique un enjuague de motor antes de cambiar el aceite le ayuda a eliminar mucha de la suciedad que se acumula en el motor y que no es removida por un cambio normal de aceite.
- La presión de los neumáticos debe revisarse de manera rutinaria. No debe ser inferior o superior a los límites recomendados. Revise la presión de los neumáticos un día antes de iniciar la marcha. Los neumáticos que se desgastan prematuramente tienen que reemplazarse con mayor frecuencia y afectan sus finanzas. (Restrepo, 2013)
- Revise también el desgaste de las ruedas no solo por eficiencia sino también por su seguridad;

Se estima que alrededor de un 50% de los neumáticos que están en la calle están su inflado. Un neumático su inflado, aparte de incrementar la tasa de desgaste, desperdicia combustible y reduce la eficiencia en el consumo. Un

neumático sobre inflado puede causar un desgaste disparejo, reducir el área de contacto con la vía y el control del vehículo. El tubo de escape influye en la eficiencia en el consumo de combustible. La mayoría de vehículos tiene un tamaño especial para el tubo de escape. (Restrepo, 2013)

Cuando los vehículos son relativamente viejos el silenciador debe cambiarse. El tamaño equivocado en el silenciador, sea más grande o más pequeño, afecta los kilómetros por galón y la potencia del vehículo. (Restrepo, 2013)

Importancia de inflar las llantas de un vehículo con aire o con nitrógeno

A continuación, analizaremos las ventajas y desventajas de inflar las llantas con aire o con nitrógeno.

El aire está conformado por 78% de nitrógeno, 21% de oxígeno y 1% de otros gases, lo que significaría que inicialmente no hay mucha diferencia en inflar las llantas con aire o con nitrógeno, puesto que una llanta inflada con aire tiene casi sus cuatro quintas partes compuestas por este elemento.

La presión de las ruedas se mantendrá por más tiempo que en una llanta inflada con aire.

La diferencia de escape entre una llanta inflada con nitrógeno y una con aire es de solo el 1.84% (cifra que resulta de calcular la diferencia de la distancia entre los átomos de cada uno de estos elementos). (Restrepo , 2013)

Conclusión: la diferencia de escape es mínima, lo que no le da una ventaja significativa a la llanta inflada con nitrógeno por encima de la inflada con aire. (Restrepo , 2013)

Desventajas

- Una de las principales desventajas de inflar una llanta con nitrógeno es el alto precio. Si una persona se encuentra varada en una carretera le será difícil conseguir el nitrógeno que necesita para inflar sus llantas, y no le quedará más remedio que inflarla con aire. (Restrepo , 2013)

- El inflar las 4 llantas de un vehículo con nitrógeno cuesta \$15.000 en promedio, inflarlas con aire cuesta entre \$500 y \$1.000. (Restrepo , 2013)

2.2.3. Carguío y Acarreo

a. Transporte de carguío o acarreo

El transporte de material se realiza mediante camiones de 15m³ de capacidad, el desmonte es transportado hacia el botadero de desmonte distante entre 900 y 1500 m de la zona de carguío. En esta etapa la organización debe mejorar continuamente la eficacia de sus procesos, de tal manera que permita llevar a cabo nuevas técnicas o formas más efectivas de optimización de sistemas de carguío y acarreo. Parte del proceso de retirar el material volado del frente de trabajo hacia un equipo de acarreo tal forma que facilite la extracción de material hacia la planta y/o depósitos de desmonte, como a puntos intermedios, para poderlo transportar a su lugar de destino estos equipos de carga son orientados hacia la materialización de un objetivo. A los equipos de carguío cantidades relativas de material que tienen que cargar, para

cumplir con una determinada cantidad de mineral, en atención a que las definiciones de tonelajes a tratar. (Turmero, 2013)

Los equipos de acarreo serán constituidos por un solo tipo de volquetes volvo 40 unidades Mercedes de 36.5 toneladas del área de carguío y acarreo del proyecto minero La Zanja, a los mismos que se le ha considerado un factor de BCM, equivalente a 14.43 BCM para cada unidad. Transporte del mineral y desmote a la desmontera y la cancha de mineral Carguío de desmote y mineral. Movimiento de Mineral y desmote para el transporte del material. (Turmero, 2013)



Figura 21. Equipos de acarreo - Proceso de retirar el material volado.

b. Selección de equipos de carguío

Tabla 5

Metodología en el análisis o selección del equipo.

Metodología en el análisis o selección del equipo

Está desarrollado para obtener mayor potencia con menos combustible, un motor de tecnología diesel utiliza 30% menos de combustible que un motor a gasolina para alcanzar una potencia similar.

Esta eficiencia en el uso del combustible se traduce en ahorro de costos: el combustible diesel es más caro, en el largo plazo resulta más económico en referencia a los gastos de un motor a gasolina.

Tienen mayor seguridad, la ignición es menor para un motor de tecnología diesel que para otros combustibles, como la gasolina.

Menor emisión de gases contaminantes, de ruido y de olores.

Fuente: Turmero, (2013).

c. Desarrollo del modelo de optimización

En esta etapa la organización debe mejorar continuamente en términos de la eficacia de sus procesos, de tal manera que permita llevar a cabo nuevas técnicas o formas más efectivas de optimización de los equipos de acarreo. Para lo cual se tomó en consideración la selección de equipos de carguío, considerando lo siguiente:

Tabla 6

Modelo de optimización de equipos de carguío.

Modelo de optimización de equipos de carguío

Análisis de las características del depósito del mineral y/o roca.
Análisis de los requerimientos de producción y de las condiciones de trabajo.
Selección del tipo de equipo más aplicable, a determinado trabajo.
Determinación de la capacidad del equipo y de la producción por hora.
Análisis de las características técnicas de los equipos.
Calculo de los costos de depreciación de equipo
Calculo del costo unitario.
Selección del equipo en base a su performance.
Estandarización.
Mantenimiento.
Servicios.
Resultados de la performance.
Uso de los catálogos y otras informaciones de los fabricantes.
Tecnología y factor de seguridad en el diseño del equipo.
Comités de selección de equipo.

Fuente: Turmero, (2013)

Una vez que se ha tomado la metodología de selección y en base al plan de minado de producción y desbroce por años de la empresa, se procede a calcular la flota de camiones que serán cargados por cada una de las palas. La selección de los equipos de producción va depender mucho del volumen a extraer por lo general las mineras a tajo abierto utilizan equipos gigantes porque el volumen está en promedio de 350,000 a 650,000 toneladas diarias. (Turmero, 2013)

Tabla 7

Sistema de alimentación Diésel.

Equipos de Acarreo: Volumen del equipo a extraer

Truck Komatsu KOM930E4SE capacidad de 330 toneladas.
Truck CAT 797F capacidad de 360 toneladas.
Truck CAT 793C, D y F capacidad de 240 toneladas.
Truck CAT 789C capacidad de 196 toneladas.
Truck CAT 785C capacidad de 150 toneladas

Fuente: Turmero, (2013)

Una operación minera depende en gran parte de la gestión cuidadosa de cada una de sus etapas. Aunque en la actualidad se aplican diversas técnicas para resolver problemas críticos, todavía existen oportunidades para la mejora continua de los procesos. (Azabache, 2016)

Las operaciones de explotación de mineral en Minera La Zanja, por encargo de la Superintendencia de mina las realiza la empresa Stracon GyM. Según Azabache (2016), afirma que en “La actualidad se está explotando el Tajo Pampa Verde, que cuenta con dos frentes de trabajo diferenciados o Fases (Fase I y Fase II), de las cuales se extrae el mineral y/o material estéril que son cargados y acarreados hacia las zonas de descarga designadas en la empresa. (34, p). Los trabajos de carguío y acareo presenta la siguiente flota de equipos como se detalla en la siguiente figura:



Figura 22. Zona del área de carguío y acarreo. La Zanja.

2.3. Definición de términos básicos

AdBlue: Es la marca registrada del producto urea AUS32 (disolución de urea al 32.5%), utilizado para reducir las emisiones de óxidos de nitrógeno (NOx) causadas por los escapes de los motores diésel, mediante un proceso denominado reducción catalítica selectiva (RCA). (Benavides, 2014)

Diésel: Denominado gasóleo, es un líquido de color blancuzco o verdoso compuesto por parafinas y utilizado como combustible en motores diésel. Cuando es obtenido de la destilación del petróleo se denomina petrodiesel y cuando es obtenido a partir de aceites vegetales se denomina biodiesel. (Ecured, 2018)

Dispatch: Sistema de reportes del estado de todos los equipos de un área de trabajo. (Gualtieri, 2015)

Disponibilidad: Disponibilidad es el porcentaje de tiempo analizado en el cual el equipo está disponible para producir. (Gamarra, 2015)

Ducto: Tubería para el transporte de crudo o gas natural entre dos puntos, ya sea tierra adentro o tierra afuera. (Gualtieri, 2015)

Etano: Hidrocarburo que consiste de dos átomos de carbono y seis átomos de hidrógeno. Normalmente este gas está presente en la mayor parte de los casos referentes al gas natural. (Gualtieri, 2015)

Etanol: Es un alcohol incoloro e inflamable formado por fermentación o síntesis y utilizado como materia prima en muchos procesos industriales y químicos. (Gualtieri, 2015)

Etileno: También llamado eteno, es un compuesto químico orgánico consistente de dos átomos de carbono y cuatro átomos de hidrógeno que

la industria petroquímica obtiene a partir de la desintegración catalítica de naftas o gas natural. (Gualtieri, 2015)

Evaluación del Impacto Ambiental (EIA): Estudio de Impacto Ambiental, se refiere a la evaluación del impacto de una instalación o actividad sobre la salud ambiental, la integridad de los ecosistemas y la calidad de los servicios ambientales del medio ambiente que la rodea, realizada antes de que el trabajo haya comenzado. (EIA, 2014)

Filtros de aceite: El filtro de aceite tiene como misión retener partículas o impurezas que se puedan encontrar con el lubricante, que puedan dañar o perjudicar el motor. (Benavides, 2014)

Filtros de aire: El filtro hace que el aire que llega al motor no contiene partículas de polvo, suciedad o abrasivas. Para realizar la combustión en las mejores condiciones. (Benavides, 2014)

Filtros de combustible: La función del filtro de combustible es diferente para motores que funcionan a gasolina y los que funcionan con diésel. (Benavides, 2014)

Gas Licuado de Petróleo (GLP): El GLP está compuesto de propano, butano, licuada bajo presión con objeto de facilitar su transporte y almacenamiento. (Petroleos Perú, 2014)

Gas natural: Es una mezcla de hidrocarburos, generalmente gaseosos, presentes en forma natural en estructuras subterráneas. (Gualtieri, 2015)

Gasolina: Es el combustible usado en automóviles y motocicletas, y otros vehículos similares. También se le conoce como petrol y cuando se encuentra en forma natural se le conoce como condensado. (Gualtieri, 2015)

Hidrocarburo: Compuesto o mezcla de compuestos que contiene carbono e hidrógeno. Los hidrocarburos extraídos directamente de formaciones geológicas en estado líquido se conocen con el nombre de petróleo, en estado gaseoso se les conoce como gas natural. (Gualtieri, 2015)

Horómetro: Es un dispositivo que registra el número de horas en que un motor o equipo, eléctrico o mecánico ha funcionado desde la última vez que se ha inicializado el dispositivo. (Derek, 2013)

KPI: En inglés Key Performance Indicators, o Indicadores Clave de Desempeño, miden el nivel del desempeño de un proceso, enfocándose en el "cómo" e indicando qué tan buenos son los procesos. (Derek, 2013)

Mantenimiento: Es el conjunto de las actividades tendientes a permitir que los medios tecnológicos productivos no sufran paradas que ocasionan pérdidas. (Precisión, 2014)

Maquinaria pesada: Equipos de revestimiento robusto diseñados para aplicaciones de construcción, acarreo, carguío, transporte, minería y perforación, que pueden soportar sin sufrir daños agentes abrasivos del medio ambiente. (Ecured, 2018)

Mejora: Los servicios de larga duración permiten conocer la signatura de los equipos objeto del predictivo, cuyo análisis debe estar en función de optimizaciones tanto en los planes, configuración de parámetros de nuevas tecnologías y sistemas. (Derek, 2013)

Modos de fallos: Es la posibilidad de causar la pérdida de una función. Esto nos permite comprender exactamente identificar cuál es la causa origen de cada fallo. (Dixon & Raouf, 2013)

Monitoreo de condiciones. Conjunto de técnicas de inspección utilizadas para conocer las condiciones de operación de equipos y tomar las acciones preventivas o correctivas. (Dixon & Raouf, 2013)

Vida útil: Es la duración estimada que un objeto puede tener, cumpliendo correctamente con la función para el cual ha sido creado, se calcula en horas de duración (Trocel, 2014).

Ralentí: Es el número de revoluciones por minuto que debe tener el motor de un automóvil u otro vehículo cuando no está acelerado, comúnmente llamado mínimo. (Stracon, 2013)

CAPÍTULO III: PRESENTACIÓN, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

3.1. Resultados del trabajo de investigación

El presente trabajo de investigación, se ejecutó en el distrito de Pulán, cerca del caserío La Zanja, centro poblado menor de Pisit. A 10 km al noreste del poblado de Santa Cruz. Desde el 15 de abril al 15 de setiembre de 2018. La presente investigación optimizó el consumo del combustible diésel en el área de carguío y acarreo, utilizando 03 dimensiones; ahorro combustible, ahorro de recambio de filtros y ahorro de mantenimiento de la flota de 40 camiones volquete FM 6x4R donde se analizó datos de mantenimiento de los equipos camión volquete (CV) para comprobar la importancia de que un equipo en buen estado logra disminuir el consumo de combustible.

3.1.1. Resultados del análisis del consumo de combustible

Los resultados encontrados en la presente tesis profesional fueron recopilados de las mediciones y análisis realizados en el proyecto minero La Zanja, desde el 15 de abril al 15 de setiembre de 2018.

a. Análisis del consumo de combustible

Para el análisis del consumo del combustible se ha partido de la medición del horómetro que es un equipo micro

controlado cuya función es medir un tiempo transcurrido de un equipo. Se determinó el consumo de diesel de algún camión volquete del área de carguío y acarreo del Proyecto Minero La Zanja.



Figura 23. Horómetro turno noche CV Scania La Zanja, 2018.
Fuente: Elaboración propia, 2018.

El proyecto minero la Zanja S.R.L cuenta con 40 equipos camiones volquete en el área de operaciones de carguío y acarreo, cada uno tiene un promedio de trabajo de 8 a 10 horas diarias, de lunes a domingo, esto es 50 horas promedios a la semana. El mantenimiento preventivo en la empresa La Zanja se realiza cada 2000 horas, más o menos en casi 3 meses, cada 83 horas, dependiendo de la carga laboral del equipo, así mismo se realizó el mantenimiento del sistema de combustible con el recambio de filtros, el cambio de filtros se realiza cada tres meses al año. El tiempo estimado para realizar el mantenimiento de los 40 equipos camiones volquete es de 3 a 4 días. El consumo de combustible del 2017 se detalla en la siguiente Figura:

Consumo mensual de combustible. Proyecto minero la Zanja S.R.L 2017																									
N°	CÓD. DEL EQUIPO	ENERO		FEBRERO		MARZO		ABRIL		MAYO		JUNIO		JULIO		AGOSTO		SEPTIEMBRE		OCTUBRE		NOVIEMBRE		DICIEMBRE	
		Hrs	GALONES	Hrs	GALONES	Hrs	GALONES	Hrs	GALONES	Hrs	GALONES	Hrs	GALONES	Hrs	GALONES	Hrs	GALONES	Hrs	GALONES	Hrs	GALONES	Hrs	GALONES	Hrs	GALONES
1	CV-00229	549	4886.1	574	3557	588	3642	479	2405	466	2992	449	2676.0	501	3280	245	1346	577	3889	428	2615	487.0	3124.6	477.0	3195.9
2	CV-00230	603	3859.2	535	3389	458	2899	469	2437	526	3479	504	3593.5	570	3686	302	1896.56	586	3932	370	2249.2	305.0	1762.9	371.0	2349.0
3	CV-00231	541	3624.7	597	3843	590	3798	588	3763	221	1366	476	2898.8	535	3481	366	2342.4	544	3541	329	2071	508.0	2974.9	473.0	3046.0
4	CV-00232	550	3740.0	590	3786	604	3873	604	3986	441	2789	549	3442.2	562	3583	202	1236.24	572	3684	371	2397.4	430.0	2525.7	490.0	3142.0
5	CV-00233	539	3611.3	539	3518	588	3838	538	3392	393	2534	535	3408.0	553	3607	226	1419.28	580	3718	420	2363.3	492.0	2988.4	478.0	3120.0
6	CV-00234	574	3732.3	573	3670	585	3750	388	1923	393	2426	456	2726.9	510	3167	395	2496.4	541	3744	467	2954.3	563.0	3323.1	454.0	2910.0
7	CV-00235	535	3157.7	548	3393	590	3654	434	2689	475	3005	388	2712.1	608	3925	521	3381.29	585	3867	442	2881.3	432.0	2455.0	476.0	2948.0
8	CV-00236	597	3522.3	597	3962	604	4008	307	1545	441	2985	512	3363.8	367	2359	562	3821.6	591	3995	274	1739	589.0	3570.6	210.0	1393.5
9	CV-00237	590	3047.7	590	3831	588	3816	442	2870	509	3134	580	3764.2	398	2655	297	1597	600	3954	500.5	3116	566.0	3456.8	409.0	2654.2
10	CV-00238	319	2071.4	642	3963	600	3701	413	2548	531	3299	425	2635.0	550	3565	507	2803.4	601	4027	348	2078	574.0	3498.9	433.0	2673.0
11	CV-00239	588	4057.2	584	3794	609	3956	446	2899	507	3205	573	3472.4	579	3761	394	2209	571	3803	458	3006	544.0	3245.5	498.0	3235.0
12	CV-00240	554	2778.0	605	3721	574	3531	524	3222	349	2218	570	3488.4	561	3638	507	3447.6	596	3940	385	2398	561.0	3264.4	481.0	3174.6
13	CV-00241	561	3814.8	585	3733	535	3415	410	2616	449	2916	538	3470.1	50	381	441	2844.45	582	2833	437	2265	546.0	3350.6	456.0	2910.0
14	CV-00242	273	1827.7	489	3318	597	4049	336	2282	4	29	555	3518.7	552	3511	489	2729	590	3841	346	2166	574.0	3512.2	459.0	3113.0
15	CV-00243	490	2991.6	550	3499	590	3756	386	2459	472	3004	518	3071.7	570	3596	539	3123.7	596	4047	436.5	2830	545.0	3406.8	507.0	3225.6
16	CV-00244	576	3744.0	539	3478	611	3943	313	2021	454	2929	540	3466.8	566	3516	530	3174	590	4372	347	2126	595.0	3631.5	494.0	3187.8
17	CV-00245	552	5215.5	574	7292	584	7417	363	4613	488	4341	472	2931.1	75	0	29	211	589	3534	401	2388	551.0	3323.4	496.0	3160.0
18	CV-00246	609	6820.8	535	9741	605	11011	172	3130	535	3473	512	3143.7	545	2953.9	550	2816	590	3918	346	2102	584.0	3462.3	477.0	3047.0
19	CV-00247	558	3794.4	597	2998	585	3861	385	2386	597	3851	171	1014.0	574	3712	531	3210	0	0	387	2415	569.0	3388.1	495.0	3316.5
20	CV-00248	603	4160.7	590	3070	550	3465	323	2044	590	3631	567	3509.7	531	3483	533	3018	589	4082	256	1508	595.0	3636.6	493.0	3028.0
21	CV-00249	541	3462.4	611	3910	539	3504	336	2161	611	3929	489	3070.9	470	3050	543	3204	577	3802	343	2038	533.0	3368.9	424.0	2790.0
22	CV-00250	550	3630.0	584	3854	590	3659	416	2667	466	2941	528	3379.2	597	3796	553	3539.2	595	3844	489	2825	575.0	3460.6	498.0	3122.0
23	CV-00251	539	3395.7	605	3812	585	3920	277	1805	526	3310	578	3537.4	542	2981	570	3138	597	3976	320	2052	561.0	3428.2	469.0	2976.6
24	CV-00252	574	3732.3	585	2896	590	2921	382	2451	221	1395	487	3058.4	505	3256	565	3199.1	594	4021	448	2649	553.0	3360.3	495.0	3137.9
25	CV-00253	558	3459.6	590	3658	604	3745	363	2245	441	2684	528	3337.0	583	3650	552	2892.48	604	3388	500	3082	591.7	3769.3	482.0	3196.0
26	CV-00254	603	4040.1	604	3044	588	2963	436	2890	393	2427	528	3426.7	569	3175.02	568	3521.6	275	1826	530	3275	492.0	3144.5	510.0	3621.0
27	CV-00255	541	6194.5	588	7879	600	8035	478	6403	393	3847	560	5488.0	589	3732	551	3460.28	574	3903	528	2856.48	572.5	3614.9	482.0	3164.0
28	CV-00256	550	3740.0	600	3067	609	3115	609	3115	475	2801	585	3866.9	581	3726	542	3447.12	594	3617	497	3024	607.9	3965.7	252.0	1721.0
29	CV-00257	539	3341.8	609	3776	574	3560	574	3560	441	2734	489	3286.1	569	3598	566	3735.6	574	3897	429	2824	186.0	1193.4	507.0	3329.4
30	CV-00258	574	3904.6	574	3617	535	3372	535	3372	509	3205	562	3461.9	584	3054.32	563	3580.68	258	1736	521	3482	515.0	3219.8	427.6	2769.8
31	CV-00259	535	3639.4	535	3051	597	3403	597	3403	531	3612	581	3602.2	557	3627	566	2960.18	574	3800	495	3064	563.0	3603.7	516.0	3360.2
32	CV-00260	597	3701.4	597	3701	590	3660	590	3660	507	3144	567	3504.1	595	3272.5	484	3102.44	564	3469	485	3086	565.4	3668.1	521.5	3465.0
33	CV-00261	558	3738.6	590	3660	611	3788	611	3788	349	2281	558	3548.9	585	3969	539	3320.24	595	4165	515	3297	563.7	3599.0	503.0	3237.0
34	CV-00262	603	3798.9	611	3125	584	2987	584	2987	449	2966	603	3979.8	564	3718.9	543	3366.6	597	3851	385	2467	544.0	3355.8	512.0	3387.6
35	CV-00274	541	3462.4	584	3621	605	3751	605	3751	546	3681	541	2727.5	563	3668	568	3862.4	594	4010	472	2754	564.0	3707.0	513.0	3453.8
36	CV-00275	550	6237.0	605	3812	585	3686	585	3686	472	2946	550	3465.0	448	2792.5	0	604	3709	475	2590	582.6	3587.9	464.0	3944.0	
37	CV-00276	539	3665.2	585	3335	550	3135	550	3135	454	3105	539	3665.2	562	3627.1	533	3553	275	1733	410	2505	572.8	3551.2	487.0	3118.3
38	CV-00277	550	3410.0	550	3410	539	3342	539	3342	488	3073	550	3410.0	568	3084.24	538	3658.4	574	3869	496.5	2686.07	594.0	3785.3	466.0	3073.0
39	CV-00278	539	3503.5	539	7115	539	7115	539	7115	539	3377	539	3072.3	547	3498	585	3656.25	594	3813	526	3375	581.7	3644.4	504.0	3272.0
40	CV-00279	574	5684.6	561	7635	574	7809	574	7809	561	3450	574	3674.9	547	3710.4	537	3490.5	574	3559	506	3380	590.0	3785.6	488.8	3372.7

Figura 24. Consumo mensual de combustible diésel.

Fuente: Área de logística, la Zanja, 2018.

Se muestra los datos de registro de combustible del año 2017, de los 40 equipos muestra de estudio, que el mínimo que fluctúa entre 1555 galones, el máximo es de 4179 galones, y promedio entre 38 088.6 galones.

Tabla 8

Promedio de consumo mensual de combustible diésel, 2017.

N°	COD. DEL EQUIPO	Consumo mensual de combustible diesel, 2017			
		Promedio (Gal)	Mínimo (Gal)	Máximo (Gal)	Moda (Gal)
1	CV-00229	106984	466	1356954.8	3465
2	CV-00230	118630	526.3	1509180	3665
3	CV-00231	65434	221.1	816119.25	3410
4	CV-00232	125935	440.7	1602238.7	3072
5	CV-00233	103553	393.4	1311259.9	3465
6	CV-00234	73133	392.6	916519.79	3665
7	CV-00235	99552	474.7	1258192.6	3410
8	CV-00236	65558	440.9	819056.84	3072
9	CV-00237	103428	508.7	1309580.7	3465
10	CV-00238	102746	531.2	1302244.7	3665
11	CV-00239	107952	507.1	1366665	3410
12	CV-00240	89786	349.4	1131037.2	3072
13	CV-00241	92605	381	1173567.4	3465
14	CV-00242	3206	4.233	8601.5237	3665
15	CV-00243	88540	472.1	1114727	3410
16	CV-00244	73781	453.9	922446.84	3072
17	CV-00245	90604	460.1	1149801.8	3465
18	CV-00246	46926	535.2	576260.54	3824
19	CV-00247	114056	460.1	1453437.9	3495
20	CV-00248	92763	590.4	1170470.2	3940
21	CV-00249	97489	611	1232604.9	3566
22	CV-00250	92781	466	1168660.6	3813
23	CV-00251	72331	526.3	905361.98	3465
24	CV-00252	43772	221.1	533334.78	3665
25	CV-00253	80176	440.7	1004921.9	3410
26	CV-00254	85907	393.4	1081152.3	3072
27	CV-00255	90780	392.6	1142282.6	3465
28	CV-00256	140106	474.7	1783824.7	3758
29	CV-00257	132492	440.9	1686077.4	3824
30	CV-00258	139531	508.7	1777891.5	3495
31	CV-00259	164042	531.2	2093099.9	3940
32	CV-00260	142116	507.1	1808267.3	3566
33	CV-00261	105523	349.4	1332009.3	3813
34	CV-00262	141131	449.4	1794955.5	3995
35	CV-00274	152114	546.2	1939569.8	2727
36	CV-00275	135707	460.1	1730192.6	3465
37	CV-00276	120791	453.9	1534075.7	3665

38	CV-00277	132084	487.7	1678471.1	3410
39	CV-00278	140811	539	1792151.4	3072
40	CV-00279	165772	641.4	2118746.9	3675

Los datos mostrados en la Tabla 10, muestran el consumo mensual de combustible diésel del año 2017. Con el uso de filtros get bi dutti de 30 micrones.

3.2. Implementación de la optimización de combustible diésel

Se procedió a la aplicación del instrumento (Ver Anexos 2, 22, 23, y 24) con el debido consentimiento de los conductores. Se encontró una actitud favorable de los encuestados cabe señalar que los jefes de mantenimiento, ripeo y supervisión, también colaboraron para recoger esta información. Para lo cual se aplicó 80 encuestas a los conductores de los dos turnos del área de carguío y acarreo del proyecto minero La Zanja.

Se aplicó el instrumento elaborado con 6 variables, se explicó a los conductores la forma a ser llenado el cuestionario y la veracidad al momento de emitir sus respuestas, porque será de interés para la obtención de los resultados, para la presente información.

Los resultados obtenidos se tabularon mediante el software SPSS (IBM STATISTICS, USA v. 23), con el que se establece la relación con el nivel de optimización del combustible diésel en el área de carguío y acarreo.

Tabla 9
Resumen de procesamiento de casos.

		N	%
Casos	Válido	80	100,0
	Excluido ^a	0	,0
	Total	80	100,0

Fuente: Programa SPSS - Versión 23.0

La medida de la fiabilidad para la presente investigación sobre optimización de combustible diesel, mediante el alfa de Cronbach asume que los ítems o

escala tipo Likert miden un mismo constructo y que están altamente correlacionados para dar confiabilidad del instrumento de medición se realizó tomando la totalidad de las variables (n=80) que proporcionan un Alfa de Cronbach de 0.789 (Ver Tabla 12) con alto nivel de confiabilidad para el cuestionario presentado en la presente investigación, como se detalla a continuación:

Tabla 10
Estadísticas de fiabilidad.

Alfa de Cronbach	Alfa de Cronbach basada en elementos estandarizados	N de elementos
0,789	0,783	80

Fuente: Programa SPSS - Versión 23.0

Según los datos obtenidos se procedió al procesamiento de la información con software estadístico, para luego elaborar las tablas y figuras que a continuación se presenta:

3.2.1. Análisis e interpretación de los resultados de la encuesta

a. Análisis, tabla y figuras para la optimización de consumo de combustible diésel

Se realizó una encuesta a 80 conductores de los dos turnos del área de carguío y acarreo del proyecto minero La Zanja. Para establecer el nivel de optimización de consumo de combustible diésel, se trabajó con seis indicadores como se detallan a continuación:

Tabla 11
Indicadores de nivel de Optimización.

Indicadores del nivel de Optimización
- Implementación de unos nuevos filtros
- Beneficio de mantenimientos realizados
- Factibilidad de implementación del nuevo sistema de filtrado
- Disminución de los costos de mantenimiento
- Ahorro en el consumo de combustible
- Optimización de la eficiencia de los camiones

A continuación, se presentan el procesamiento de datos

- **Indicador: Implementación de unos nuevos filtros**

El procesamiento de datos se realizó mediante el paquete estadístico SPSS versión 23.0 que facilita la lectura e interpretación de la media aritmética y desviación estándar y las gráficas de control estadístico.

Pregunta 1. ¿La implementación de un nuevo filtro en el sistema de combustión en los camiones volquete del área de carguío y acarreo del Proyecto Minero La Zanja, será de considerable importancia?

Para dar respuesta al indicador 1 de implementación de nuevos filtros, se consideró 04 sub dimensiones como: Totalmente de acuerdo, de acuerdo, en desacuerdo, totalmente en desacuerdo.

Tabla 12
Implementación de nuevos filtros.

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Totalmente de acuerdo	55	68,75	68,75	68,7
De acuerdo	24	30,3	30,3	30,1
En desacuerdo	1	1,25	1,25	1,2
Totalmente en desacuerdo	0	0,0	0,0	100
Total	80	100,0	100,0	

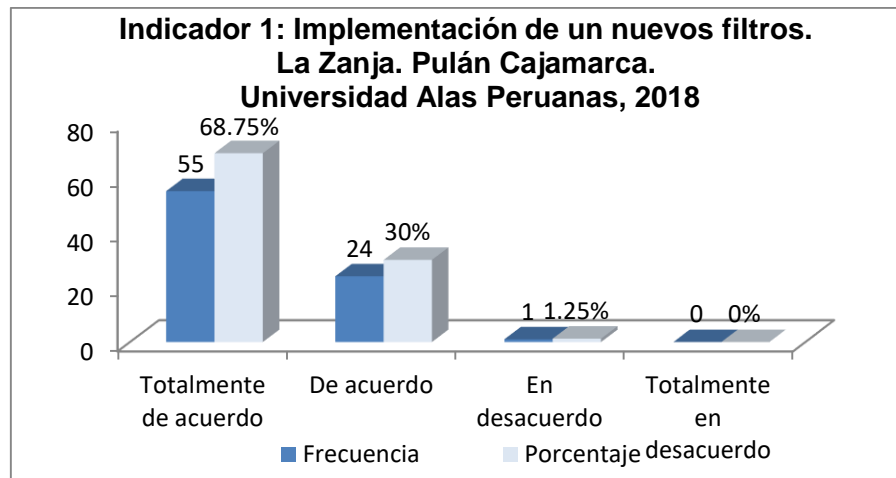


Figura 25. Implementación de nuevos filtros.

Fuente: Cuestionario aplicado a conductores La Zanja, 2018.

Según la Figura 25, se aprecia que de 80 conductores encuestados del área de carguío y acarreo del Proyecto Minero La Zanja, se aprecia que el 68,75% de los encuestados están totalmente de acuerdo con la implementación de un nuevo filtro, el 30% está de acuerdo, mientras que el 1,25% está en desacuerdo para la implementación de un nuevo filtro, nadie de los encuestados manifestó estar en desacuerdo.

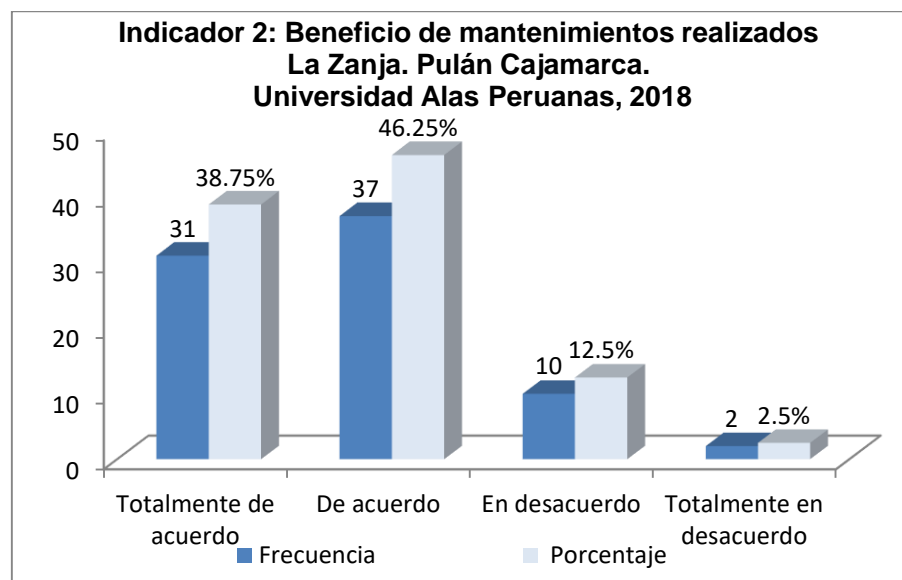
- **Indicador: Beneficio de mantenimientos realizados**

Pregunta 2. ¿Los mantenimientos realizados a los camiones volquete del área de carguío y acarreo del Proyecto Minero La Zanja, serán de beneficio al implementar el nuevo filtro en el sistema de combustión?

Para dar respuesta al indicador 2 de beneficio de mantenimientos realizados, se consideró 04 sub dimensiones como: Totalmente de acuerdo, de acuerdo, en desacuerdo, totalmente en desacuerdo.

Tabla 13*Indicador 2. Beneficio de mantenimientos realizados.*

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Totalmente de acuerdo	31	38,75	48,4375	36,9
De acuerdo	37	46,25	57,8125	48,3
En desacuerdo	10	12,5	15,625	14,8
Totalmente en desacuerdo	2	2,5	3,125	100
Total	80	100,0	100,0	

Fuente: Cuestionario aplicado a conductores La Zanja, 2018.**Figura 26.** Beneficio de mantenimientos realizados.

Según la Figura 26, se aprecia que el 46,25% de los encuestados están de acuerdo que los mantenimientos realizados a los camiones volquete del área de carguío y acarreo del Proyecto Minero La Zanja, serán de beneficio al implementar el nuevo filtro en el sistema de combustión, el 38,75% está de totalmente de acuerdo, mientras que el 12,5% está en desacuerdo y solo el 2,5% está totalmente en desacuerdo que los mantenimientos realizados a los camiones

volquete del área de carguío y acarreo del Proyecto Minero La Zanja, serán de beneficio al implementar el nuevo filtro en el sistema de combustión.

- **Indicador: Factibilidad de implementación del nuevo sistema de filtrado**

Pregunta 3. ¿Considera usted que es factible técnicamente la implementación de un nuevo sistema de filtrado en los camiones volquete del área de carguío y acarreo del Proyecto Minero La Zanja?

Para dar respuesta al indicador 3 de factibilidad de implementación del nuevo sistema de filtrado, se consideró 04 sub dimensiones como: Totalmente de acuerdo, de acuerdo, en desacuerdo, totalmente en desacuerdo.

Tabla 14
Indicador 3: Factibilidad de implementación del nuevo sistema de filtrado.

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Totalmente de acuerdo	20	25	25	18,97
De acuerdo	54	67,5	67,5	68,61
En desacuerdo	6	7,5	7,5	12,42
Totalmente en desacuerdo	0	0	0	100
Total	80	100,0	100,0	

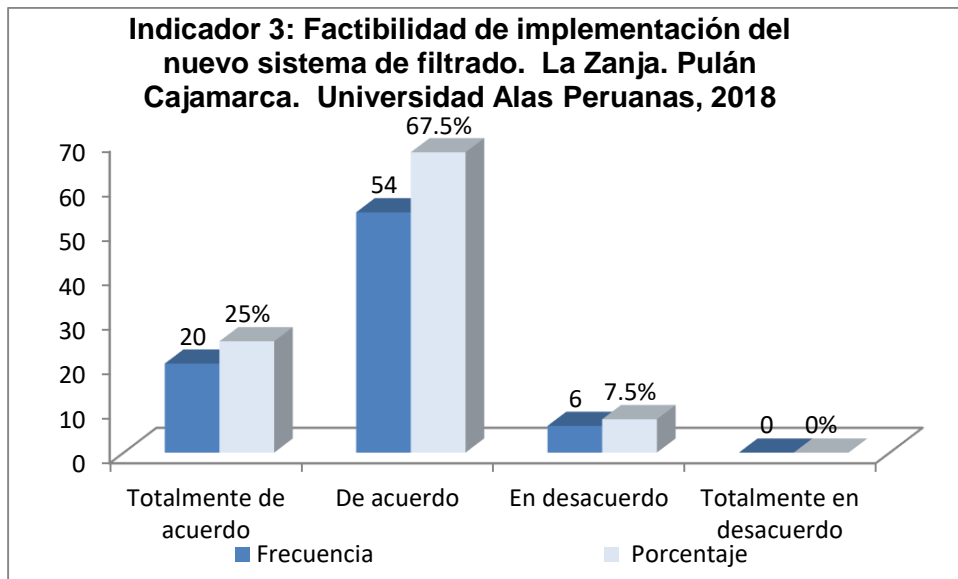


Figura 27. Factibilidad de implementación del nuevo sistema de filtrado.
Fuente: Cuestionario aplicado a conductores La Zanja, 2018.

Según la Figura 27, se aprecia que el 67,5% de los encuestados están de acuerdo que es factible técnicamente la implementación de un nuevo sistema de filtrado en los camiones volquete del área de carguío y acarreo del Proyecto Minero La Zanja, el 25% está de totalmente de acuerdo, es factible técnicamente la implementación de un nuevo sistema de filtrado en los camiones volquete del área de carguío y acarreo del Proyecto Minero La Zanja y solo el 7,5% está en desacuerdo.

- **Indicador: Disminución de los costos de mantenimiento**

Pregunta 4. ¿Cree usted que se reducirán los costos de mantenimiento al implementar un nuevo sistema de filtrado de combustible en los camiones volquete del área de carguío y acarreo del Proyecto Minero La Zanja?

Para dar respuesta al indicador 4 de disminución de los costos de mantenimiento, se consideró 04 sub dimensiones como: Totalmente de acuerdo, de acuerdo, en desacuerdo, totalmente en desacuerdo.

Tabla 15

Indicador 4: Disminución de los costos de mantenimiento.

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Totalmente de acuerdo	21	26,25	26,25	21,87
De acuerdo	55	68,75	67,75	65,31
En desacuerdo	5	5	7.5	12.82
Totalmente en desacuerdo	0	0	0	100
Total	80	100,0	100,0	

Fuente: Cuestionario aplicado a conductores La Zanja, 2018.

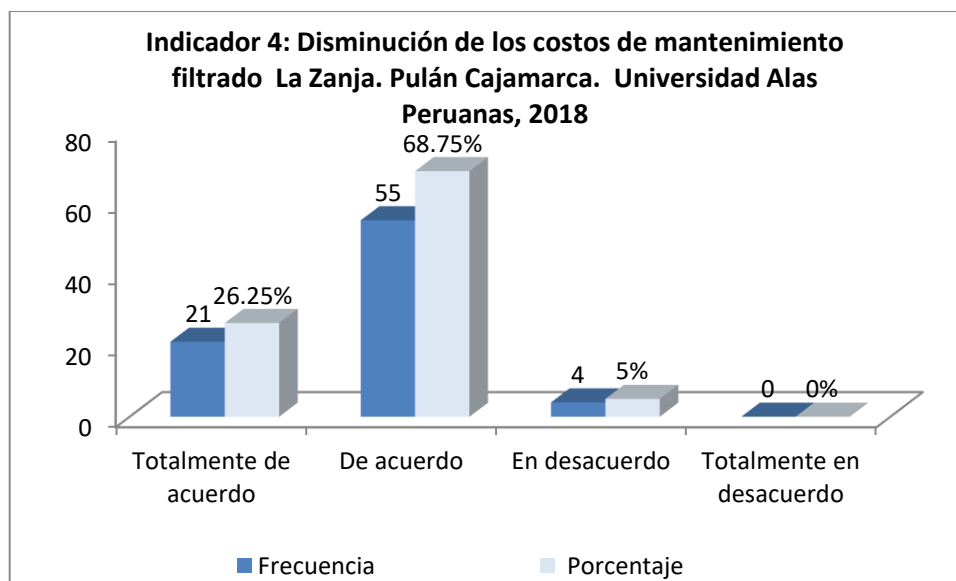


Figura 28. Disminución de los costos de mantenimiento.

Fuente: Cuestionario aplicado a conductores La Zanja, 2018.

Según la Figura 28, se aprecia que el 68,75% de los encuestados están de acuerdo que se reducirán los costos de mantenimiento al implementar un nuevo sistema de filtrado de combustible en los camiones volquete del área de carguío y

acarreo del Proyecto Minero La Zanja, el 26,25% está de totalmente de acuerdo que se reducirán los costos de mantenimiento al implementar un nuevo sistema de filtrado y solo el 5% está en desacuerdo.

- **Indicador: Ahorro en el consumo de combustible**

Pregunta 5. ¿Cree usted que habrá un ahorro en el consumo de combustible con la implementación del nuevo sistema de filtrado en los camiones volquete del área de carguío y acarreo del Proyecto Minero La Zanja?

Para dar respuesta al indicador 5 de ahorro en el consumo de combustible, se consideró 04 sub dimensiones como: Totalmente de acuerdo, de acuerdo, en desacuerdo, totalmente en desacuerdo.

Tabla 16

Indicador 5: Ahorro en el consumo de combustible.

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Totalmente de acuerdo	28	35	35	16,79
De acuerdo	47	58,75	58,75	73,43
En desacuerdo	5	6,25	6,25	9,78
Totalmente en desacuerdo	0	0	0	100
Total	80	100,0	100,0	

Fuente: Cuestionario aplicado a conductores La Zanja, 2018.

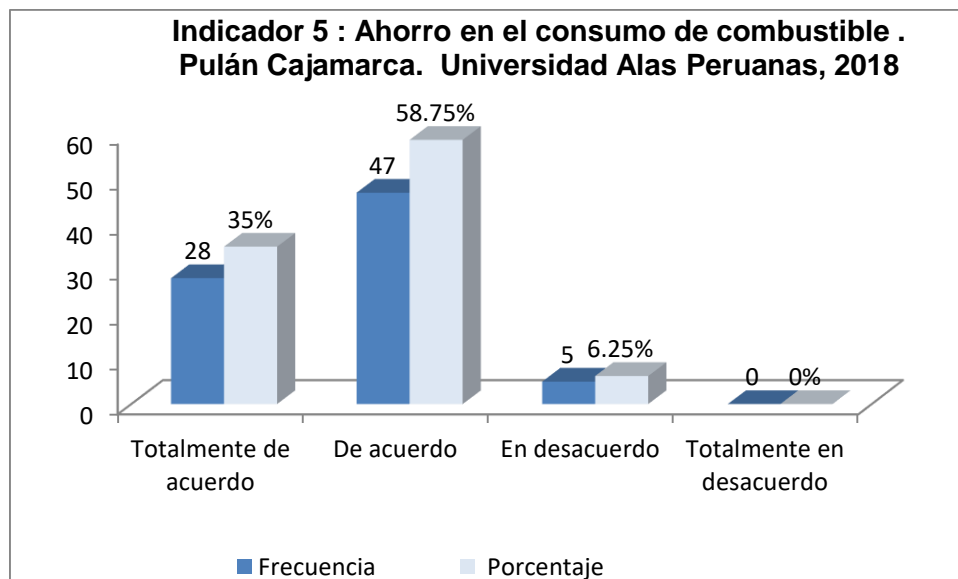


Figura 29. Ahorro en el consumo de combustible.

Fuente: Cuestionario aplicado a conductores La Zanja, 2018.

Según la Figura 29, se aprecia que el 58,75% de los encuestados están de acuerdo que habrá un ahorro en el consumo de combustible con la implementación del nuevo sistema de filtrado en los camiones volquete del área de carguío y acarreo del Proyecto Minero La Zanja, el 35% está de totalmente de acuerdo y solo el 6,25% está en desacuerdo, aduciendo que no habrá un ahorro en el consumo de combustible con la implementación del nuevo sistema de filtrado en los camiones volquete que disminuirá el uso de galones de combustible por hora.

- **Indicador optimización de la eficiencia de los camiones volquete**

Pregunta 6. ¿Cree usted que se optimizará la eficiencia de los camiones volquete del área de carguío y acarreo del Proyecto Minero La Zanja con la implementación del nuevo sistema de filtrado?

Para dar respuesta al indicador 6 de optimización de la eficiencia de los camiones volquete, se consideró 04 sub dimensiones como: Totalmente de acuerdo, de acuerdo, en desacuerdo, totalmente en desacuerdo.

Tabla 17

Indicador 6: Optimización de la eficiencia de los camiones volquete.

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Totalmente de acuerdo	45	56,25	56,25	17,20
De acuerdo	34	42,50	42,50	75,68
En desacuerdo	1	1,25	1,25	7,12
Totalmente en desacuerdo	0	0	0	100
Total	80	100,0	100,0	

Fuente: Cuestionario aplicado a conductores La Zanja, 2018.

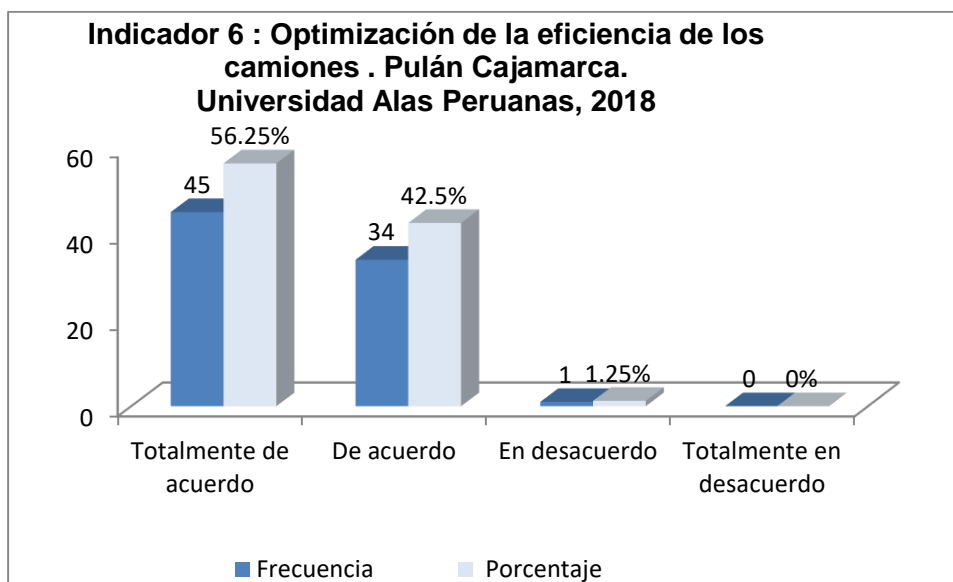


Figura 30. Optimización de la eficiencia de los camiones volquete.

Fuente: Cuestionario aplicado a conductores La Zanja, 2018.

Según la Figura 30, se aprecia que el 56,25% de los encuestados están de totalmente de acuerdo que se optimizará la eficiencia de los camiones volquete del área de carguío y

acarreo del Proyecto Minero La Zanja con la implementación del nuevo sistema de filtrado, el 42.50% está de acuerdo que sí, se optimizará la eficiencia de los camiones volquete con la implementación del nuevo sistema de filtrado y solo el 1,25% está en desacuerdo, aduciendo que no se optimizará la eficiencia de los camiones volquete con la implementación del nuevo sistema de filtrado.

b. Resultados de la encuesta

A continuación, se presenta los resultados detallados totales de la aplicación de la encuesta, como se detalla:

Tabla 18

Estadísticos optimización de combustible diésel.

Optimización de combustible diésel

N	Válido	80
	Perdidos	0
Media		2,69
Desviación estándar		1,067
Varianza		0,876

Fuente: Programa SPSS - Versión 23.0.

Tabla 19

Optimización de combustible diésel.

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Totalmente de acuerdo	34	42,5	42,5	33,62
De acuerdo	42	52,5	52,5	61,26
En desacuerdo	4	5	5	5,12
Totalmente en desacuerdo	0	0	0	100
Total	80	100,00	100,00	

Fuente: Cuestionario aplicado a estudiantes de la muestra, 2018.

Los resultados obtenidos en la encuesta realizada en el Área de carguío y acarreo Proyecto Minero La Zanja, Cajamarca,

demuestra que los conductores son conscientes de que realizar la optimización del sistema de combustible mediante la utilización de filtros que tenga características especiales como en el tamaño de micras, es de vital importancia para el buen funcionamiento de los camiones volquete en el área de trabajo.

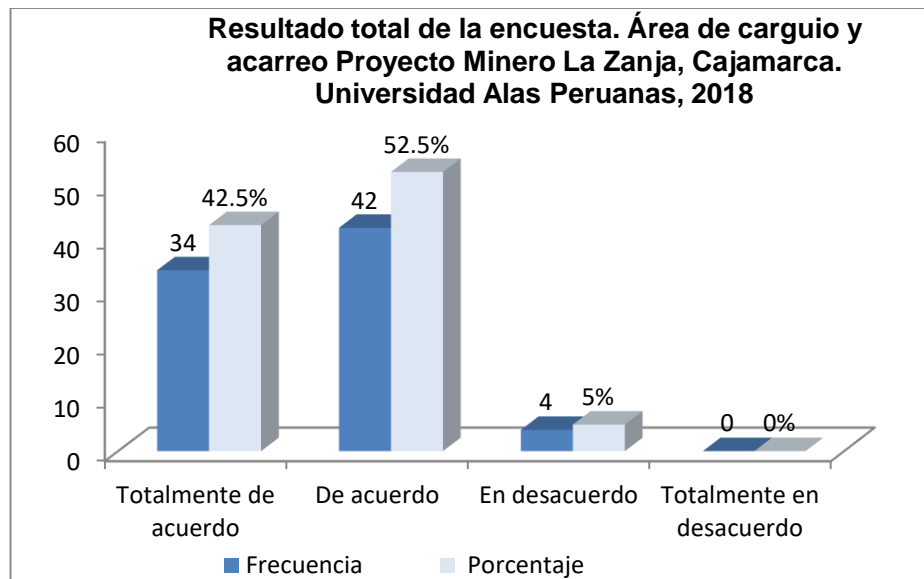


Figura 31. Resultado total de la encuesta.

Fuente: Cuestionario aplicado a conductores La Zanja, 2018.

Según la Figura 31, se aprecia que el 42,5% de los encuestados están totalmente de acuerdo que se optimizará la eficiencia de los camiones volquete del área de carguío y acarreo del Proyecto Minero La Zanja con la implementación del nuevo sistema de filtrado, el 52.50% está de acuerdo que sí, se optimizará la eficiencia de los camiones volquete con la implementación del nuevo sistema de filtrado y solo el 5% está en desacuerdo, aduciendo que no se optimizará la eficiencia de los camiones volquete con la implementación del nuevo sistema de filtrado.

Por lo que, se evidencia que el 95%, está totalmente de acuerdo con que este proyecto reducirá los costos de mantenimientos,

que mejorará el filtrado del combustible, y reducirá el mantenimiento de las bombas de los inyectores de los camiones volquete del área de carguío y acarreo del Proyecto Minero La Zanja.

3.2.2. Descripción del sistema de combustible de los camiones volquete del área de carguío y acarreo

a. Descripción del sistema de combustible antes de la optimización

La puesta en práctica de un sistema de control, supervisión y de seguimiento del consumo de carburante de los equipos del área de carguío y acarreo de la flota de camiones volquete del proyecto minero La Zanja, para lo cual se consideró: Una adecuada planificación de rutas y de vehículos, la utilización de las técnicas de conducción eficiente, correcto mantenimiento de los vehículos y la calidad del servicio brindado por el personal en turno.

Para la ejecución del presente trabajo e investigación se analizó el sistema convencional de años anteriores haciendo un análisis del año 2017, teniendo el sistema de combustible las siguientes características:

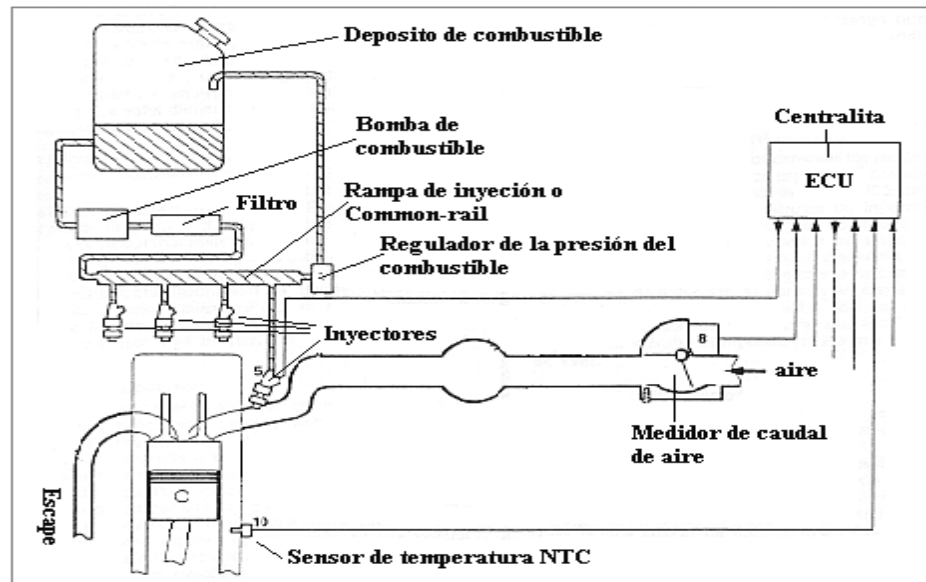


Figura 32. Sistema convencional combustible - camiones volquete.
Fuente: Tomada por el autor. Equipo Camión Volquete. La Zanja.

En la Figura 32 se observa el sistema convencional de combustible usado en los camiones volquete del área de carguío y acarreo del Proyecto Minero La Zanja, descrito que consta de un tanque de combustible, bomba de combustible, filtros de combustible, bomba inyectora e inyectores.

El combustible ingresa al sistema de filtración hacia la válvula de retención a través de la bomba centrífuga que fluye en espiral las partículas grandes y gotas pequeñas de agua. Al ser más pesado que el combustible, estas partículas grandes y gotas de agua caen a la parte inferior de la taza. La desventaja de este sistema de filtración es que se concentran o se saturan y se tapan con contaminantes, y comienza a filtrar lentamente, por lo que el motor del vehículo va a perder poder y finalmente se detiene.

Durante el análisis del año 2017, uno de los mayores problemas era el cambio de filtros promedio de 18 veces en el año, debido a problemas de saturación que no permitía el normal paso de

combustible diesel, trayendo como consecuencia el deterioro del sistema de combustible como bombas o inyectores, incrementando los costos de mantenimiento.

En la empresa minero La Zanja se usan filtros de combustible de 30 micrones Scania 13/2444 de 30 μ m, y el surtidor tiene un filtro de 10 μ m estándar, según especificaciones técnicas se supone que los filtros no se taponearán en años, pero no se consideró que los inyectores se llenaron de suciedad que entra por el tanque y se desgastaron así como también se requirió de un mayor consumo de combustible. El filtro utilizado antes de la optimización presentaba las siguientes características:

Tabla 20

Características de los filtros.

Características de los filtros

- Filtro de papel plegable
- Porosidad de 30 micrones
- Nivel de filtración primario

Fuente: Área de Logística La Zanja, (2018).



Figura 33. Filtro saturado, contaminado.

Fuente: Elaboración propia, (2018).

En la Figura 33, se observa el papel del filtro sucio y saturado, de uno de los equipos Scania CV 294 con gran contaminación en el filtro racor. Para lo cual se procedió a proteger la tapa y ducto de suministro en el tanque de combustible, el cual se taponeó completamente excepto por el punto donde se montará el respiradero.

Una vez bien sellado, se procedió a instalar un filtro secador en el respiradero externa como se aprecia en la figura (Ver Figura 34):



Figura 34. Protección de la tapa del tanque.
Fuente: Elaboración propia, 2018.

Este vuelve a regenerar su capacidad de eliminar humedad cuando se calienta el tanque y respira para afuera.



Figura 35. Filtro de papel plegable antes de la optimización.

Fuente: Elaboración propia, (2018).

El filtro de combustible de 30 micrones Scania 13/2444 tiene capacidad para capturar partículas de un tamaño mínimo de 30 micrones por lo que se conoció la eficiencia de extracción del filtro respecto al tamaño específico de la partícula en cuestión.

Tabla 21*Filtros Utilizados durante el año 2017.*

Filtros Utilizados durante el año 2017			
N°	Cód. Del equipo	N° Filtros cambiados por año	Costo promedio anual \$
1	CV-00229	21	3948
2	CV-00230	20	3760
3	CV-00231	20	3760
4	CV-00232	19	3572
5	CV-00233	17	3196
6	CV-00234	26	4888
7	CV-00235	17	3196
8	CV-00236	21	3948
9	CV-00237	17	3196
10	CV-00238	20	3760
11	CV-00239	17	3196
12	CV-00240	18	3384
13	CV-00241	21	3948
14	CV-00242	17	3196
15	CV-00243	18	3384
16	CV-00244	18	3384
17	CV-00245	25	4700
18	CV-00246	17	3196
19	CV-00247	23	4324
20	CV-00248	17	3196
21	CV-00249	17	3196
22	CV-00250	21	3948
23	CV-00251	19	3572
24	CV-00252	17	3196
25	CV-00253	21	3948
26	CV-00254	18	3384
27	CV-00255	19	3572
28	CV-00256	19	3572
29	CV-00257	18	3384
30	CV-00258	24	4512
31	CV-00259	19	3572
32	CV-00260	19	3572
33	CV-00261	21	3948
34	CV-00262	17	3196
35	CV-00274	23	4324
36	CV-00275	32	6016
37	CV-00276	18	3384
38	CV-00277	21	3948
39	CV-00278	22	4136
40	CV-00279	32	6016

Fuente: Elaboración propia, 2018.

El taponamiento de estos filtros y los problemas derivados en los camiones volquete, generaban contaminación del ambiente por los gases de combustión como monóxido de carbono, dióxido de carbono, entre otros, expresa la capacidad del filtro para capturar partículas de un tamaño específico con una eficiencia entre 50% significa que ese filtro captura el 50% de los contaminantes de 30 micrones de tamaño. Las clasificaciones nominales en micrones

pueden variar desde una eficiencia del 50 al 98.6% para extraer partículas de un tamaño específico. (Baldwin, 2013)

b. Análisis del consumo de combustible sin optimizar

Al analizar los reportes alcanzados por guardia por el área de logística de la empresa minero La Zanja concerniente al año 2017, se muestra el top ten de los equipos con mayor consumo, en el cual se manifiesta los indicadores de consumo de algunos parámetros de reporte de conducción de las dos guardias de la muestra de estudio, día y de noche con fechas del 25 de marzo de 2017, así como también del 25 de abril del mismo año.

Operador Sr. LOZANO CALDERON WILSON JUVENAL
 Volquete CV-00282 VOLVO FMX 480 ISHIFT 8X4
 Tiempo y consumo de combustible en un primer día
 Se trabajó con lluvia y Neblina moderada
 Tajo Pampa Verde Nivel 3342 al PAD la Zanja (L-5).

PAD - NV 3342	NV 3342 - PAD	TOTAL		CONVERSIÓN	
29	45	1.23	HORA	1.23	1.0
1.32	7.00	8.32	GL*VUELTA	8.32	6.7

PAD - NV 3348	NV 3348 - PAD	TOTAL		CONVERSIÓN	
31	42	1.22	HORA	1.22	1.0
1.45	6.34	7.79	GL*VUELTA	7.79	6.4

PAD - NV 3342	NV 3342 - PAD	TOTAL		CONVERSIÓN	
32	45	1.28	HORA	1.28	1.0
1.45	6.74	8.19	GL*VUELTA	8.19	6.4

PAD - NV 3342	NV 3342 - PAD	TOTAL		CONVERSIÓN	
31	44	1.25	HORA	1.25	1.0
1.32	6.74	8.06	GL*VUELTA	8.06	6.4

PAD - NV 3342	NV 3342 - PAD	TOTAL		CONVERSIÓN	
31	45	1.27	HORA	1.27	1.0
1.19	6.47	7.66	GL*VUELTA	7.66	6.0

PAD - NV 3342	NV 3342 - PAD	TOTAL		CONVERSIÓN	
29	46	1.25	HORA	1.25	1.0
1.32	7.00	8.32	GL*VUELTA	8.32	6.7

Figura 36. Reportes de combustible por guardia, 2017.

Fuente: Elaboración propia, (2018).

En la Figura 36, cada reporte presenta un ralenti Gal/día con un promedio de 11.74% y 13.90%. Como se aprecia en las figuras (Ver Figura 37 y 38):

VOLVO		Reporte de Conducción		Gal/hora	Ralenti Gdia	Velocidad Media (km/hr)		
					✘ 13.90%	14.2		
25/02/2017								
Los Consumos Más Altos								
GUARDIA: A : MAÑANA								
				22.00%	0.20%	10.00%		
				15.41%	0.00%	13.90%		
						13.90%		
						200.00		
						398.44		
N°	Codigo	Gal/Hora	Vel. Media (Km/Hr)	Tiempo por encima del nivel Economico	Tiempo de Motor sobre-revolucionado	# Aplicaciones fuertes del freno/100Km	% Ralenti	# Aplicaciones de freno
1	CV-278	6.44	15.07	✘ 34.20%	✔ 0.0%	0.132	✘ 13.20%	✔ 352
2	CV-279	6.34	14.63	✔ 7.70%	✔ 0.0%	0.136	✘ 13.60%	✔ 245
3	CV-344	6.34						
4	CV-343	6.30	14.40	⚠ 20.30%	✔ 0.0%	0.083	✔ 8.30%	⚠ 470
5	CV-255	6.06	14.93	✔ 11.40%	✔ 0.0%	0.134	✘ 13.40%	✔ 218
6	CV-334	6.05	13.59	✔ 3.60%	✔ 0.0%	0.087	✔ 8.70%	✔ 364
7	CV-346	6.04	13.56	✘ 25.20%	✔ 0.0%	0.182	✘ 18.20%	⚠ 737
8	CV-257	5.98	14.13	⚠ 15.20%	✔ 0.0%	0.121	✘ 12.10%	✔ 294
9	CV-345	5.91	14.60	⚠ 23.20%	✔ 0.0%	0.127	✘ 12.70%	⚠ 494
10	CV-351	5.81	14.49	✘ 25.90%	✔ 0.0%	0.133	✘ 13.30%	✔ 382
11	CV-332	5.79	14.87	⚠ 16.40%	✔ 0.0%	0.140	✘ 14.00%	⚠ 592
12	CV-339	5.73	14.27	✔ 11.20%	✔ 0.0%	0.160	✘ 16.00%	⚠ 551
13	CV-338	5.72	14.03	✔ 6.30%	✔ 0.0%	0.116	✘ 11.60%	✔ 355
14	CV-330	5.40						
15	CV-349	5.38	14.54	✔ 11.90%	✔ 0.0%	0.137	✘ 13.70%	⚠ 452
16	CV-331	5.37	14.49	⚠ 19.40%	✔ 0.0%	0.168	✘ 16.80%	✔ 262
17	CV-336	5.33	14.20	✔ 10.70%	✔ 0.0%	0.162	✘ 16.20%	✔ 356
18	CV-296	5.15	13.24	✔ 3.90%	✔ 0.0%	0.139	✘ 13.90%	⚠ 402
19	CV-284	4.75	13.32	⚠ 23.90%	✔ 0.0%	0.163	✘ 16.30%	✔ 307
20	CV-340	4.75	13.43	✔ 6.90%	✔ 0.0%	0.182	✘ 18.20%	✔ 339

Figura 37. Reporte de Ratios de camiones volquete, febrero 2017. La Zanja.

Leyenda:

Horas Trabajadas: Horas de motor encendido de cada Equipo entre las fechas del 25/02 al 25/04/2017.

Velocidad Media: Promedio de Velocidad de operación del Equipo en sus horas trabajadas.

Tiempo por Encima del nivel Económico: Porcentaje de las horas trabajadas en que el Equipo ha trabajado sobre el rango de nivel económico Estándar.

Tiempo de Motor Sobre-revolucionado: Porcentaje de las horas trabajadas en que el Equipo ha permanecido con el motor sobre-revolucionado.

% Ralenti: Porcentaje de las horas trabajadas en que el Equipo ha permanecido en Ralenti.

Aplicación de Freno: Cantidad de veces en que se aplicó el freno.

SCANIA
Reporte de
Conducción

Gal/hora

✓ 5.39

Ralentí Gdía

✗ 11.74%

Velocidad
Media (km/Hr)

12.9

25/03/2017

NOCHE

C

Los Consumos Más Altos					0.20%	0.20%	1	10.00%	200	40%
					0.29%	0.01%	0.09	10.93%	235	39.31%
		Gal/Hora	Horas Trabajadas	Vel. Media (Km/Hr)	Exceso de revoluciones	Conducción a un régimen del motor fuera del rango óptimo	# Aplicaciones fuertes del freno/100Km	% Ralentí	# Aplicaciones de freno	Conducción por Inercia
1	CV-225	6.42	6.2	12.70	0.10%	0.10%	0.0	7.38%	280.3	41%
2	CV-229	6.21	6.8	14.50	0.20%	0.00%	0.0	7.05%	231.0	41%
3	CV-294	6.20	6.9	14.00	0.00%	0.00%	0.0	6.70%	21.8	43%
4	CV-242	6.14	7.0	14.40	0.50%	0.00%	0.0	8.58%	369.1	41%
5	CV-189	6.11	6.8	14.00	0.10%	0.10%	0.0	7.70%	143.9	42%
6	CV-240	5.96	6.7	14.70	3.60%	0.00%	0.0	12.15%	324.7	39%
7	CV-286	5.83	7.7	12.90	0.10%	0.00%	1.0	6.63%	218.7	38%
8	CV-295	5.74	6.3	14.30	0.00%	0.00%	0.0	6.76%	15.7	41%
9	CV-289	5.74	6.3	14.40	0.00%	0.00%	0.0	5.71%	115.7	42%
10	CV-293	5.70	6.4	13.10	0.10%	0.00%	0.0	11.01%	0.0	41%
11	CV-221	5.61	4.7	13.10	0.10%	0.10%	0.0	13.08%	301.4	44%
12	CV-248	5.55	8.0	11.70	1.00%	0.00%	0.0	15.02%	367.4	38%
13	CV-239	5.53	7.3	13.80	0.00%	0.00%	0.0	9.43%	104.5	40%
14	CV-285	5.50	7.9	12.60	0.00%	0.00%	0.0	12.83%	218.7	42%
15	CV-290	5.48	6.5	13.70	0.60%	0.00%	0.0	7.98%	278.2	41%
16	CV-287	5.46	7.2	12.90	0.10%	0.00%	0.0	9.30%	312.5	38%
17	CV-250	5.39	7.5	12.10	0.00%	0.00%	0.0	13.84%	216.3	40%
18	CV-236	5.31	6.8	13.10	0.00%	0.00%	0.0	7.72%	264.4	37%
19	CV-230	5.31	4.6	13.40	0.20%	0.00%	0.0	15.59%	231.7	41%
20	CV-234	5.30	7.6	12.80	0.00%	0.00%	0.0	13.53%	288.4	37%
21	CV-249	5.29	7.5	12.90	0.00%	0.00%	0.0	10.20%	303.7	39%
22	CV-235	5.28	7.6	13.00	0.20%	0.00%	0.0	10.00%	322.8	38%
23	CV-251	5.24	7.8	13.20	0.10%	0.00%	1.0	12.30%	296.2	29%
24	CV-237	5.19	6.1	13.70	0.00%	0.00%	1.2	9.12%	181.3	40%
25	CV-232	5.16	7.1	12.00	0.10%	0.00%	0.0	18.18%	275.9	36%
26	CV-231	5.14	8.5	12.40	0.00%	0.00%	0.0	11.69%	491.3	40%
27	CV-233		1.6							
28	CV-252	5.08	6.6	13.40	0.00%	0.00%	0.0	7.81%	208.8	42%
29	CV-288	5.07	6.7	13.40	0.00%	0.00%	0.0	9.85%	256.1	39%
30	CV-241	5.05	6.3	11.90	0.50%	0.00%	0.0	13.25%	433.9	36%
31	CV-245	5.04	7.2	13.20	0.20%	0.00%	0.0	11.08%	345.0	40%
32	CV-238	5.02	6.5	12.60	0.00%	0.00%	0.0	13.64%	288.6	37%
33	CV-292	5.02	4.3	14.40	0.10%	0.00%	0.0	8.15%	78.1	37%
34	CV-291	4.94	7.3	11.90	2.50%	0.00%	0.0	13.74%	0.0	35%
35	CV-247	4.90	7.6	11.80	0.00%	0.00%	0.0	17.52%	265.7	39%
36	CV-222		2.4							
37	CV-246	4.77	5.9	12.70	0.10%	0.00%	0.0	13.21%	144.9	39%
38	CV-244	4.75	7.5	12.20	0.00%	0.00%	0.0	15.62%	252.8	43%
39	CV-243		1.6							
40	CV-193		0.0							

Figura 38. Reporte de Ratios de camiones volquete, marzo 2017. La Zanja.

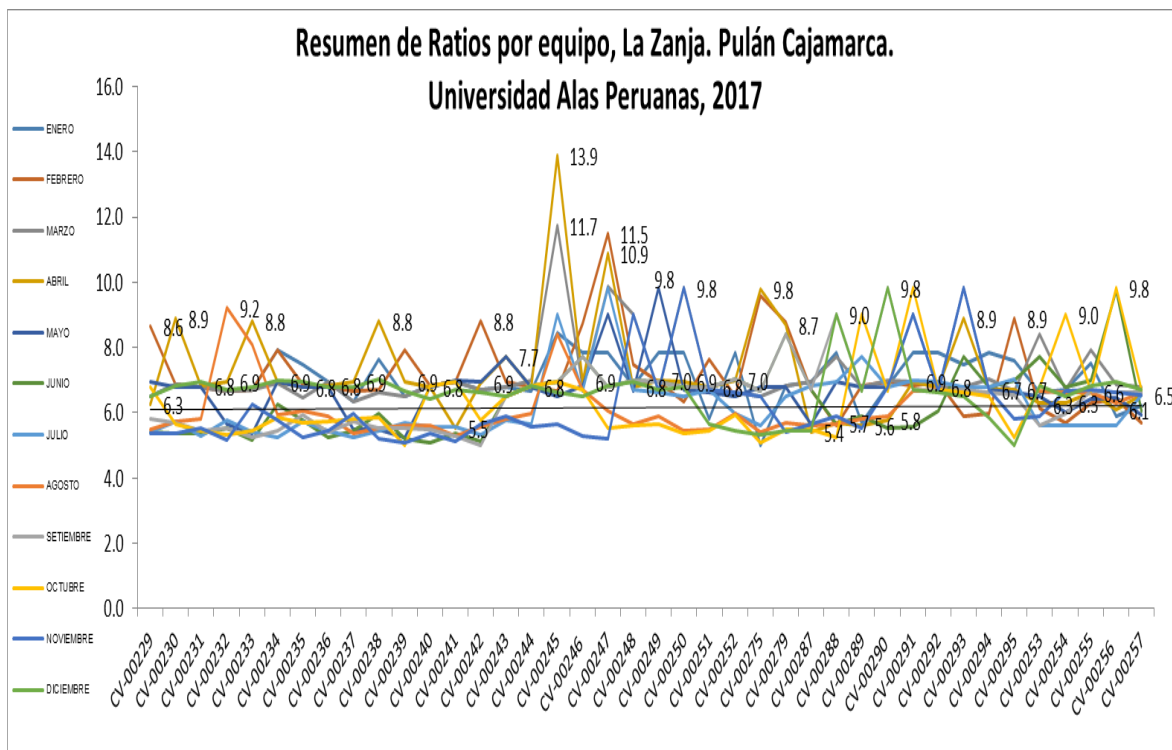


Figura 39. Resumen de Ratios, La Zanja.

La Figura 39, de resumen de ratios por equipo, La Zanja del año 2017, muestra los ralenties más representativos del año. Se aprecia que los meses con ralenti más alto son los meses de abril con 13.90% (CV-00245), marzo con 11.74% (CV-00247), y febrero con 11.50% (CV-00275), información procesada de la data general (Ver anexo 4, 5), lo que infiere que: Un buen operador, al revisar el nivel de aceite, hubiera detectado la reducción en viscosidad, el aumento de nivel, el olor de diesel, parando el equipo antes de llegar a dañar el motor.

El ralenti es responsable de un 5 a 6 % del consumo total de combustible, por lo que trajo como consecuencia lo siguiente: mayor tiempo por encima del rango económico, calentamiento excesivo de frenos y consumo excesivo de combustible de los

equipos camiones volvo como se detalla a continuación en las siguientes tablas:

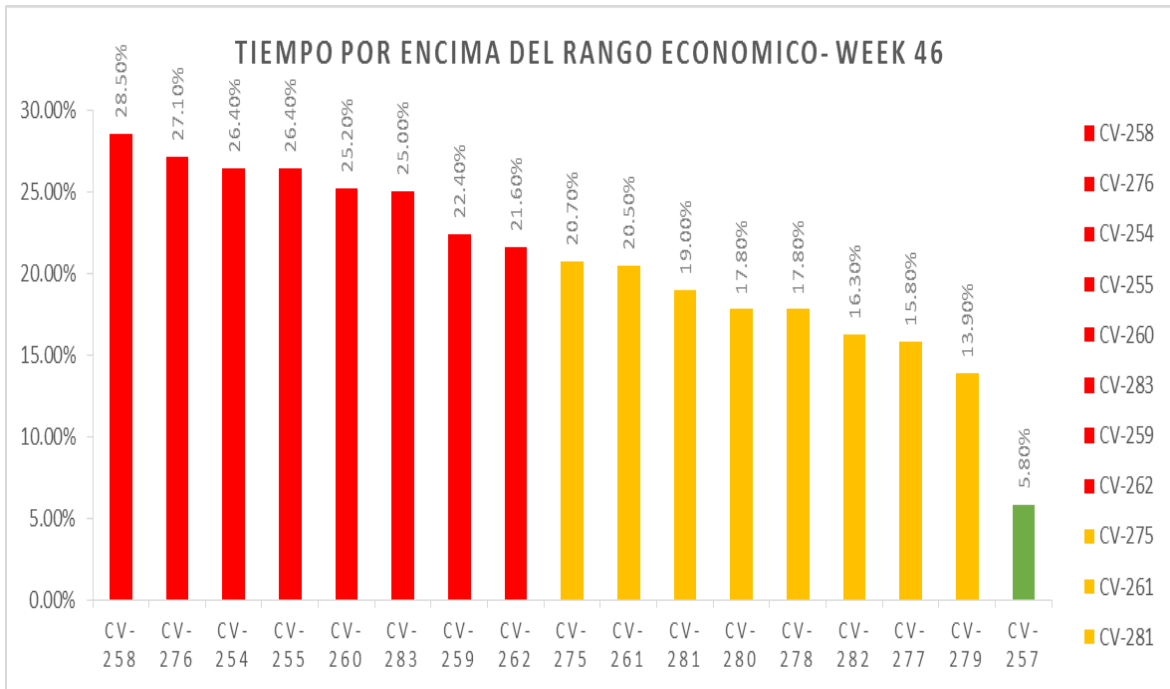


Figura 40. Tiempo por encima del rango económico.
Fuente: Elaboración propia, (2018).

Según la Figura 40 de tiempo por encima del rango económico, se aprecia el exceso de consumo y ratios de combustible, que generó aumento de costos de mantenimiento y de emisiones, desaprovechamiento de la inercia del camión y aumento de riesgo de accidente.

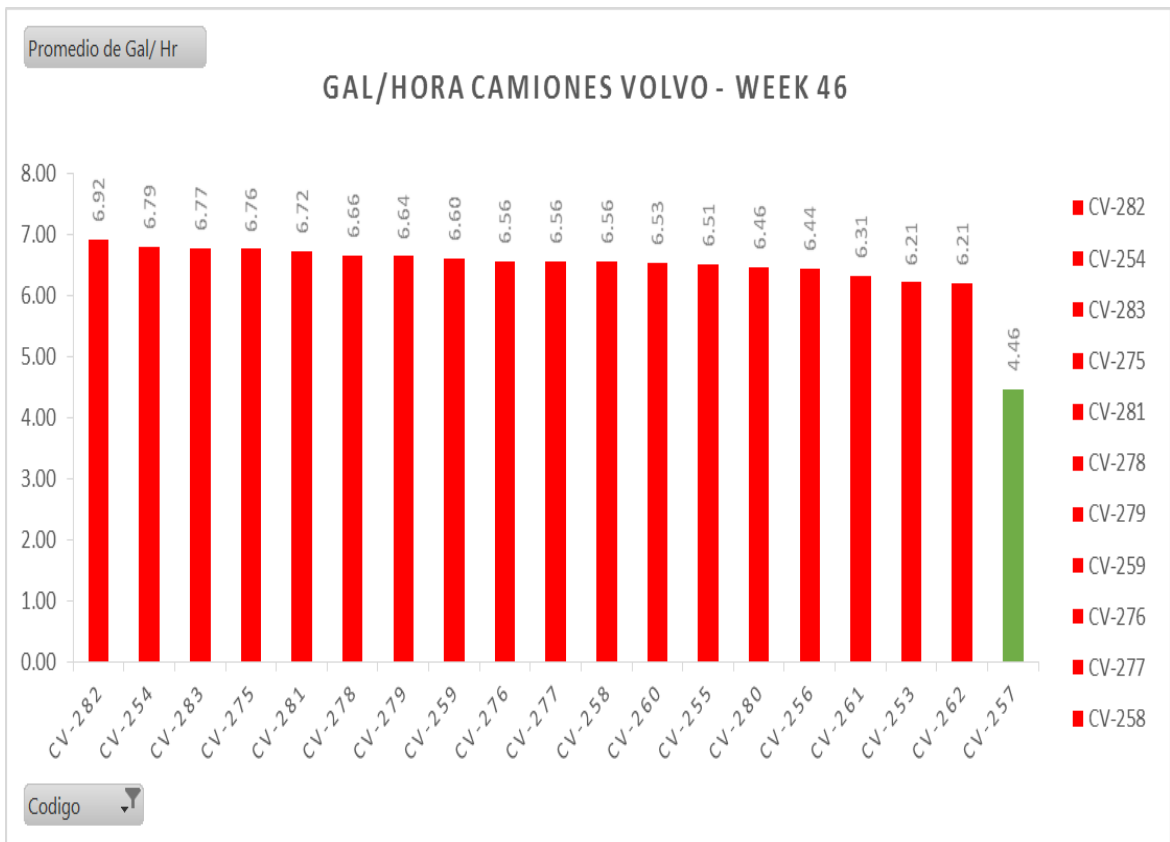


Figura 41. Aplicaciones de Freno.
Fuente: Elaboración propia, (2018).

Según la Figura 41, aplicaciones de freno, se tendría las consecuencias respecto a los equipos camiones volvo en rojo, calentamiento excesivo de frenos, calentamiento excesivo de tambores, aumento de costos de mantenimiento.

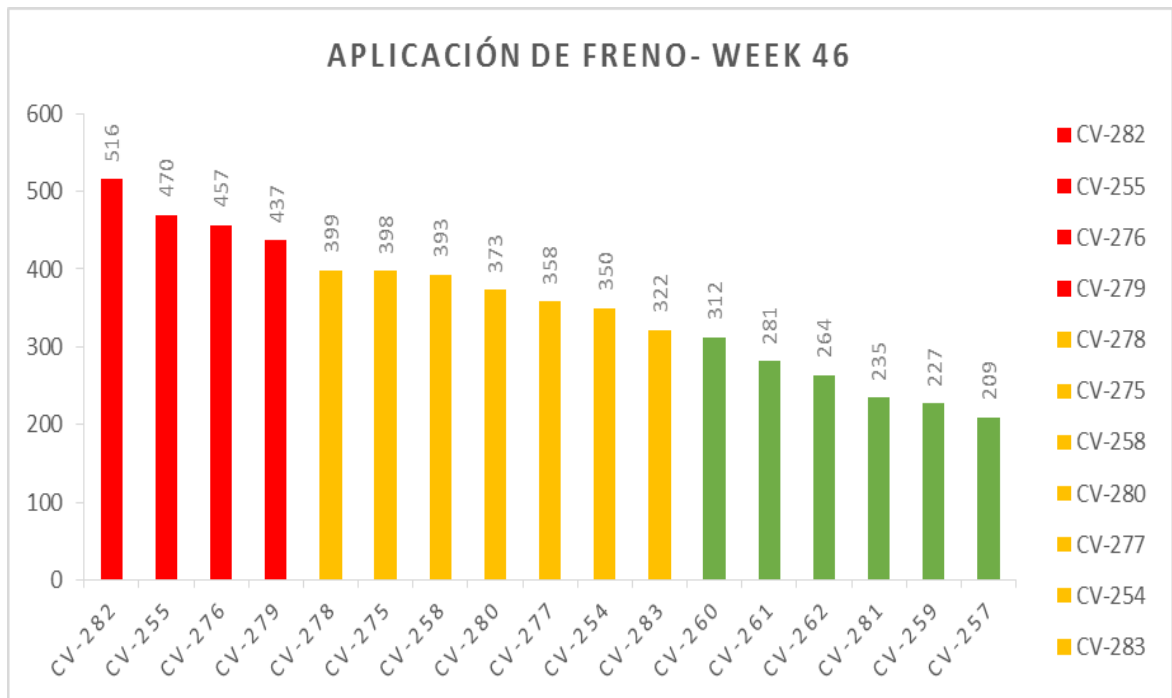


Figura 42. Gal/Hr de Camiones Volvo.
Fuente: Elaboración propia, (2018).

Según la Figura 42 de Gal/Hr de camiones volquete, se tendría las consecuencias respecto a los equipos camiones volvo en rojo, consumo excesivo de combustible (ratio de la flota 5.89 gal/hr), equipos en rojo del Figura 40, guardan relación con los equipos en rojo de los Figura 41. Por lo que se debería de hacer un mayor seguimiento y/o capacitación a los conductores y una evaluación de posibles sobrecargas a los camiones.

De los meses de registros de consumo de diésel del año 2017 de una muestra de 40 camiones, se observa que el consumo de combustible mínimo fluctúa entre 1394 a 1828 galones, el máximo es de 9740.6 galones, y promedio entre 3686 a 3740 galones. El registro de consumo de diésel que más se repite y que se considera como la moda es 574 galones.

Tabla 22*Promedio de combustible sin optimizar 2017.*

Promedio de combustible optimizado 2017			
N°	Cód. Del equipo	Promedio horas w	Promedio Gal
1	CV-00229	485	3134
2	CV-00230	467	2961
3	CV-00231	481	3062
4	CV-00232	497	3182
5	CV-00233	490	3126
6	CV-00234	492	3069
7	CV-00235	503	3172
8	CV-00236	471	3022
9	CV-00237	506	3158
10	CV-00238	495	3072
11	CV-00239	529	3387
12	CV-00240	522	3235
13	CV-00241	466	2879
14	CV-00242	439	2824
15	CV-00243	517	3251
16	CV-00244	512	3299
17	CV-00245	431	3702
18	CV-00246	505	4635
19	CV-00247	454	2829
20	CV-00248	518	3220
21	CV-00249	501	3191
22	CV-00250	537	3393
23	CV-00251	514	3194
24	CV-00252	500	3006
25	CV-00253	533	3259
26	CV-00254	508	3113
27	CV-00255	538	4881
28	CV-00256	542	3267
29	CV-00257	505	3236
30	CV-00258	513	3231
31	CV-00259	554	3427
32	CV-00260	555	3453
33	CV-00261	548	3533
34	CV-00262	548	3332
35	CV-00274	558	3537
36	CV-00275	493	3371
37	CV-00276	505	3177
38	CV-00277	538	3345
39	CV-00278	548	4380
40	CV-00279	555	4780

Fuente: Área de logística La Zanja, (2018).**Tabla 23***Estadística de promedios de combustible sin optimizar 2017.*

Funciones estadísticas de registros de combustible																								
Meses	Ene		Feb		Marz		Abr		May		Jun		Jul		Agost		Sep		Oct		Nov		Dic	
H/Gal	Hrs	GAL	Hrs	GAL	Hrs	GAL	Hrs	GAL	Hrs	GAL	Hrs	GAL	Hrs	GAL	Hrs	GAL	Hrs	GAL	Hrs	GAL	Hrs	GAL	Hrs	GAL
Máximo	609	6821	642	9740	611	11011	611	7809	611	4341	603	5488	608	3969	585	3862	604	4372	530	3482	608	3966	522	3944
Mínimo	273	1828	489	2896	458	2899	172	1545	452	2754	171	1014	521	3627	475	3952	472	4127	256	1508	186	1193	210	1394
Moda	550	3740	597	3812	585	3751	574	3686	466	2946	528	3410	570	3668	507	3736	574	1733	385	2467	492	3356	477	2910

Fuente: Área de logística La Zanja, (2018).

De la Tabla 23, se considera que algunos meses como mayo, agosto y setiembre los resultados de las funciones estadísticas no se registra en la data, debido a que los equipos: CV-00245, CV-00247, CV-00275 y el CV-00279. Tuvieron alguna avería y fueron llevados al taller de mantenimiento, lo que dificulta la producción e incrementa las horas de parada.

Por lo que, el resumen de ratios promedios de campo por mes en la empresa minero La Zanja, concerniente al año 2017 fue como se detalla en siguiente figura:

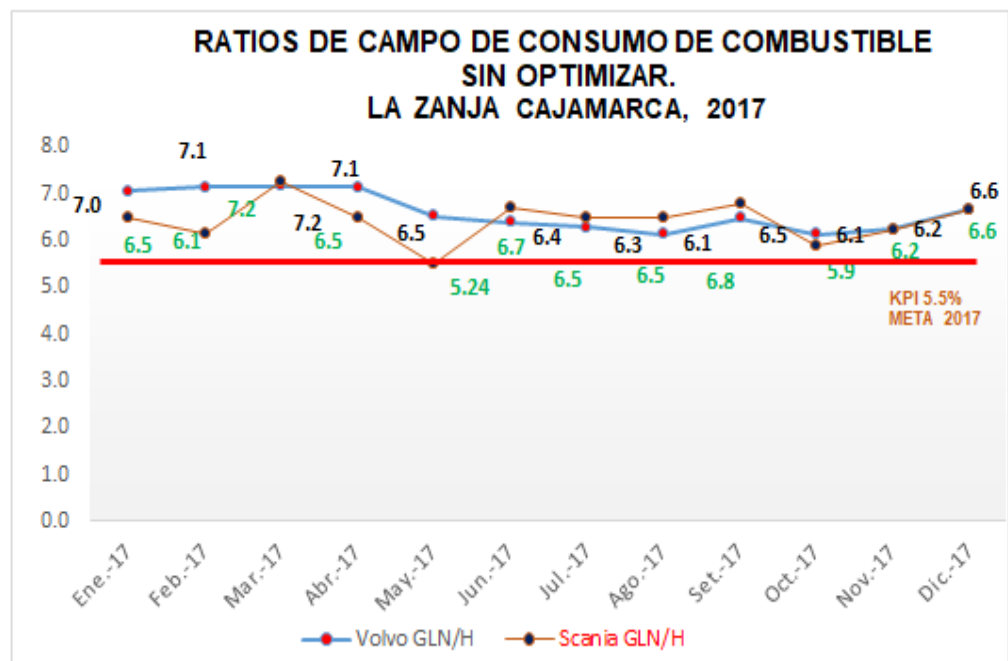


Figura 43. Resumen de ratios de campo, La Zanja, 2017.
Fuente: Elaboración propia, (2018).

Según la Figura 43 de resumen de ratios de campo, La Zanja, se tiene los promedios de ratios por mes del año 2017, donde se aprecia que los meses de febrero y abril tienen un promedio de ratio elevado de 7.1%, manteniéndose los demás meses entre 6.7%, siendo el KPI de la empresa de 5.5%, designado en la meta del año 2017, deduciendo que hay un diferencia de -1.2% en lo

que se refiere a los camiones volvo y una diferencia de -1%, lo que infiere a camiones Scania, deduciendo que el ratio de los camiones volquete seria por el incremento de la carga que aumenta el consumo del combustible.

c. Descripción del sistema de combustible Después de la optimización

Al cambiar el sistema de combustible, se identificó una mejora en la flota de camiones volquete del área de carguío y acarreo del Proyecto Minero La Zanja, se optó por cambiar los filtros de los equipos camión volquete, siguiendo las recomendaciones para la filtración de diésel, se utilizó un filtro de combustible de 30 micrones Scania 13/2444 de un mínimo de $30\mu\text{m}$ para diésel en el surtidor y $5\mu\text{m}$ antes de entrar al sistema de inyección del motor como se observa en la figura (Ver Figura 44):

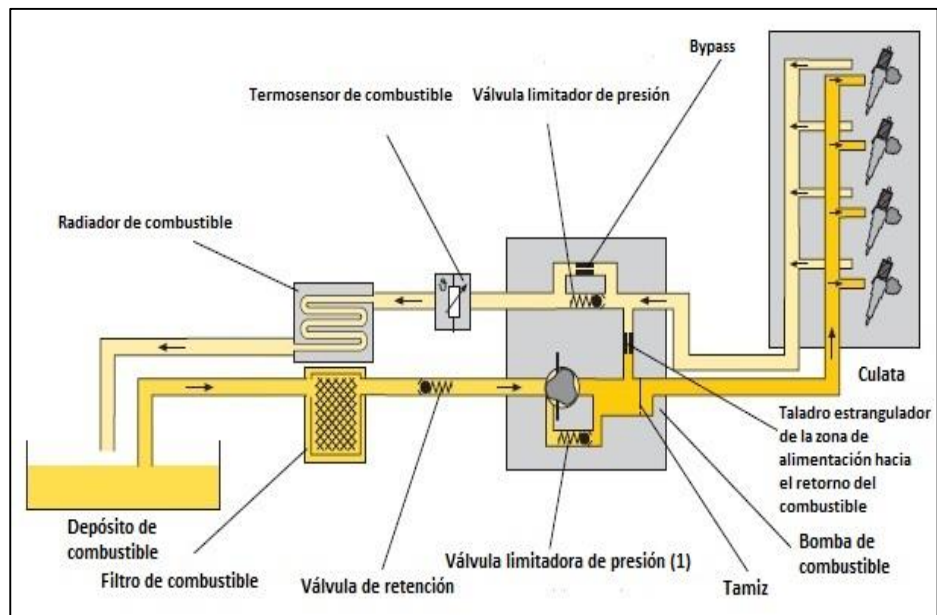


Figura 44. Sistema mejorado de combustible - camiones volquete.

Fuente: Tomada por el autor. Equipo Camión Volquete. La Zanja.

La optimización del presente trabajo de investigación dio lugar a un ahorro de carburante con mayor eficiencia energética, a través de dos vías:

- Cambios de filtros de combustible prematuros debido a saturación de los mismos para mejorar la eficiencia de cada equipo, a través del control y seguimiento y,
- Establecimiento de un sistema global de control y seguimiento del consumo de carburante de la flota.

Con lo que, se logró un ahorro de carburante y una mayor eficiencia energética para la flota de camiones volquete de la empresa La Zanja.

En la Figura 45, se observa el filtro de combustible limpio con característica filtro de un mínimo de $30\mu\text{m}$ para diesel en el surtidor y $5\mu\text{m}$, como se muestra:



Figura 45. Filtro de papel plegable Después de la optimización.
Fuente: Elaboración propia, (2018).

Un filtro de un mínimo de $30\mu\text{m}$ para diesel en el surtidor y $5\mu\text{m}$. Presenta las siguientes propiedades para una clasificación en micrones sea realmente útil, se debe conocer la eficiencia de extracción del filtro respecto al tamaño específico de la partícula en cuestión.

Tabla 24

Características filtro de un mínimo de 30µm.

Características filtro de un mínimo de 30µm

Retirar 100% del agua que acumula el combustible.
Retener partículas sólidas entre 1 e 5 micras.
Preservar el motor y unidades inyectoras de la humedad y óxido.
Economía con mantenciones.
Economía en el consumo de diesel.
Economía con la reposición de filtros.
Autonomía de 50.000 km o 700 horas.
Garantía del cuerpo de los productos de 5 años.
Ambientalmente responsable.
Reduce 88% de la emisión de gases contaminantes.
Evita multas por la emisión de gases contaminantes.

Fuente: (Baldwin, 2013).

Según Baldwin (2013), manifiesta que el taponamiento de filtros y problemas derivados en los camiones volquete, generan tienen la capacidad del filtro para capturar partículas de un tamaño específico con una eficiencia entre 50% capturando el 50% de los contaminantes de 30 micrones de tamaño. (p.146)



Figura 46. Taponamiento de filtros de combustible.

Fuente: Elaboración propia, (2018).

d. Análisis del consumo de combustible Después de la optimización

El análisis del consumo de combustible optimizado se ejecutó mediante la verificación del horómetro donde se determinó el consumo de diésel de la muestra de estudio de los 40 equipos camión volquete de la empresa minero La Zanja, considerando la diferencia del horómetro final menos el horómetro inicial para obtener el número de horas realmente trabajadas, se calculó los ratios promedios de cada equipo por mes desde enero a setiembre de 2018.

Así como también se verificó que se cumpla el abastecimiento programado de combustible, en el área de carguío y a carreo de la empresa minero La Zanja, a la muestra de estudio.



Figura 47. Verificación del abastecimiento de combustible.

Fuente: Elaboración propia, (2018).

En la Figura 47, se realizó un análisis de los registros de consumo de combustible optimizado de los 40 camiones volquete de la empresa, evidenciando que con el filtro implementado de menor micraje, el consumo es menor al que se registraba antes de la optimización, como se detalla en la

Tabla 25 de promedio de combustible optimizado 2018 (Ver Tabla 25):

Tabla 25

Promedio de combustible optimizado 2018.

Promedio de combustible optimizado 2018			
N°	CÓD. DEL EQUIPO	Promedio horas	Promedio Galones
1	CV-00229	218	1389
2	CV-00230	208	1319
3	CV-00231	211	1314
4	CV-00232	204	1193
5	CV-00233	213	1406
6	CV-00234	214	1271
7	CV-00235	205	1258
8	CV-00236	219	1326
9	CV-00237	207	1245
10	CV-00238	212	1262
11	CV-00239	212	1283
12	CV-00240	215	1342
13	CV-00241	217	1375
14	CV-00242	210	1338
15	CV-00243	210	1343
16	CV-00244	221	1508
17	CV-00245	227	1703
18	CV-00246	231	1492
19	CV-00247	221	1378
20	CV-00248	217	1251
21	CV-00249	221	1369
22	CV-00250	219	1332
23	CV-00251	211	1294
24	CV-00252	211	1304
25	CV-00253	211	1275
26	CV-00254	203	1145
27	CV-00255	232	1452
28	CV-00256	215	1373
29	CV-00257	215	1427
30	CV-00258	200	1197
31	CV-00259	217	1325
32	CV-00260	217	1350
33	CV-00261	239	1471
34	CV-00262	460	2664
35	CV-00274	464	2697
36	CV-00275	463	2804
37	CV-00276	448	2678
38	CV-00277	190	1146
39	CV-00278	215	1432
40	CV-00279	219	1427

Fuente: Área de logística La Zanja, 2018.

Tabla 26

Estadística de promedio de combustible optimizado 2018.

Funciones estadísticas de registros de combustible																			
Meses	Ene		Feb		Marzo		Abr		Mayo		Junio		Julio		Agosto		Septiembre		
H/Gal	Hrs	GAL	Hrs	GAL	Hrs	GAL	Hrs	GAL	Hrs	GAL	Hrs	GAL	Hrs	GAL	Hrs	GAL	Hrs	GAL	
Máximo	541	3408	541	3030	541	2981	541	3504	541	2788	541	2981	541	2597	541	2808	541	3024	
Mínimo	358	1053	357	1110	215	1054	413	1108	213	1008	224	1085	213	980	237	1161	215	972	
Moda	279	2491	279	1440	247	2404	237	2872	237	2564	237	2244	279	1440	237	1223	279	2342	

Fuente: Área de logística La Zanja, 2018.

De los meses de registros de consumo de diésel del año 2018 de una muestra de 40 camiones volquete, se observa que el consumo de combustible mínimo fluctúa entre 972 y 1053 galones, el máximo fluctúa de 2597 a 3408 galones. El registro de consumo de diésel que más se repite y que se considera como la moda es 279 horas.

3.3. Análisis del recambio de los filtros

Para analizar los recambios de filtros de los equipos camión volquete del año 2017, se solicitó información a la oficina técnica e informática de la empresa minero La Zanja, se observó que la mayoría de los equipos camión volquete, han tenido un promedio de cambio de 20.15 filtros por mes durante el año. En el presente estudio el cambio de filtros por saturación de equipos camión volquete es programado cada 500 horas y cada 250 horas si el equipo presenta fallas mayores, el mantenimiento preventivo se realiza por política de la empresa cada 2000 horas, por lo que durante el periodo de estudios se cambiaron 806 filtros (Ver Tabla 21).

Cabe mencionar que, en el año 2017, varios equipos han tenido problemas de taponamiento realizándose el recambio programado cada 500 horas y por equipo con modo de falla de 250 horas. El equipo CV-00245 en el mes de julio tuvo 75 horas y 0 galones de combustible (Ver Anexo 20) lo que significa que tuvo problemas debido alguna falla mecánica fue llevado al taller de mantenimiento como registra en el sistema integrado de gestión de la empresa La Zanja, quedando el equipo imperativo por lo que se le bajó al taller de Cajamarca para realiza mantenimiento preventivo y otro equipo entró en su relevo. Mientras los equipos: CV-00247, CV-00275 y el CV-00279, también presentaron fallas como se registra en la data general en cuanto al número de horas y promedio de galones por hora.

Si analizamos el costo de los filtros optimizados de los camiones volvo del presente año se utilizaron hasta setiembre un total de 521 filtros por cada kit, como se detalla a continuación:

Tabla 27
Comparación de filtros recambiados.

Filtros Utilizados durante el año 2018			
N°	Cód. Del equipo	N° Filtros cambiados por año	Costo promedio anual \$
1	CV-00229	13	2444
2	CV-00230	13	2444
3	CV-00231	13	2444
4	CV-00232	13	2444
5	CV-00233	14	2632
6	CV-00234	13	2444
7	CV-00235	13	2444
8	CV-00236	13	2444
9	CV-00237	13	2444
10	CV-00238	13	2444
11	CV-00239	13	2444
12	CV-00240	13	2444
13	CV-00241	13	2444
14	CV-00242	13	2444
15	CV-00243	13	2444
16	CV-00244	12	2256
17	CV-00245	13	2444
18	CV-00246	13	2444
19	CV-00247	13	2444
20	CV-00248	13	2444
21	CV-00249	13	2444
22	CV-00250	13	2444
23	CV-00251	13	2444
24	CV-00252	13	2444
25	CV-00253	13	2444
26	CV-00254	13	2444
27	CV-00255	13	2444
28	CV-00256	13	2444
29	CV-00257	13	2444
30	CV-00258	13	2444
31	CV-00259	13	2444
32	CV-00260	13	2444
33	CV-00261	13	2444
34	CV-00262	13	2444
35	CV-00274	13	2444
36	CV-00275	13	2444
37	CV-00276	13	2444
38	CV-00277	13	2444
39	CV-00278	13	2444
40	CV-00279	14	2632

Fuente: Área de logística La Zanja, 2018.

Según la Tabla 29 de comparación de filtros recambiados, de la empresa minero La Zanja, se aprecia que durante el año 2018 se utilizaron 521 filtros de combustible de 30 micrones Scania 13/2444 de 30µm variado de un surtidor de filtro de 5µm antes de entrar al sistema de inyección del motor. A continuación, se muestra la comparación de filtros recambiados, de los dos años de la empresa minero La Zanja:

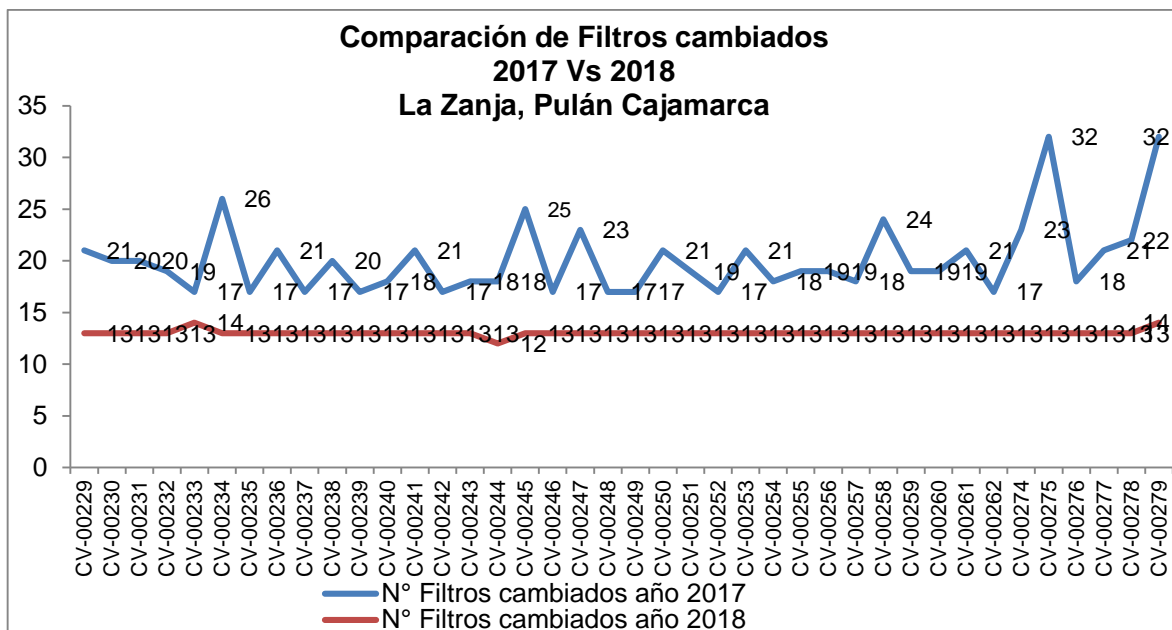


Figura 48. Comparación de filtros cambiados.
Fuente: Área de logística La Zanja, 2018.

Según la Figura 48, de comparación de Filtros cambiados 2017 Vs 2018 La Zanja, Pulán Cajamarca, se aprecia que durante el año 2017 el mayor número de filtros utilizados fue para los equipos CV-00279, CV-00245, CV-00247 y CV-00275 en el mes de julio, con un cambio promedio de 20.15 filtros, recambiándose un promedio de 806 filtros durante el año 2017. Apreciándose que, durante el año 2018, el promedio de uso de filtros optimizados fue de 13 recambios por equipo siendo agosto el mes con más modo de falla por avería del motor, recambiándose un promedio de 521 filtros (Ver Tabla 27).

3.4. Análisis de mantenimiento y reparación de los equipos CV

En la presente investigación se consideró las siguientes variables de estudio para los análisis de mantenimiento y reparaciones realizados a los equipos camión volquete de la empresa minero La Zanja, tanto preventivos como correctivos para un mejor control de consumo de combustible y eficiencia energética de la flota, durante el periodo de estudios, como se detalla:

- Reparación de suspensión que implica suspensión delantera y posterior, cambio de motor o caja.
- Sistema de combustible que incluye al ratio promedio de galones por hora. que implica el cambio de filtro, bomba de inyectores.
- Mantenimiento preventivo y
- Otros.

A continuación, se muestran los principales porcentajes de mantenimientos y reparaciones de equipos camión volquete (CV) de la empresa minera La Zanja 2017 y 2018.

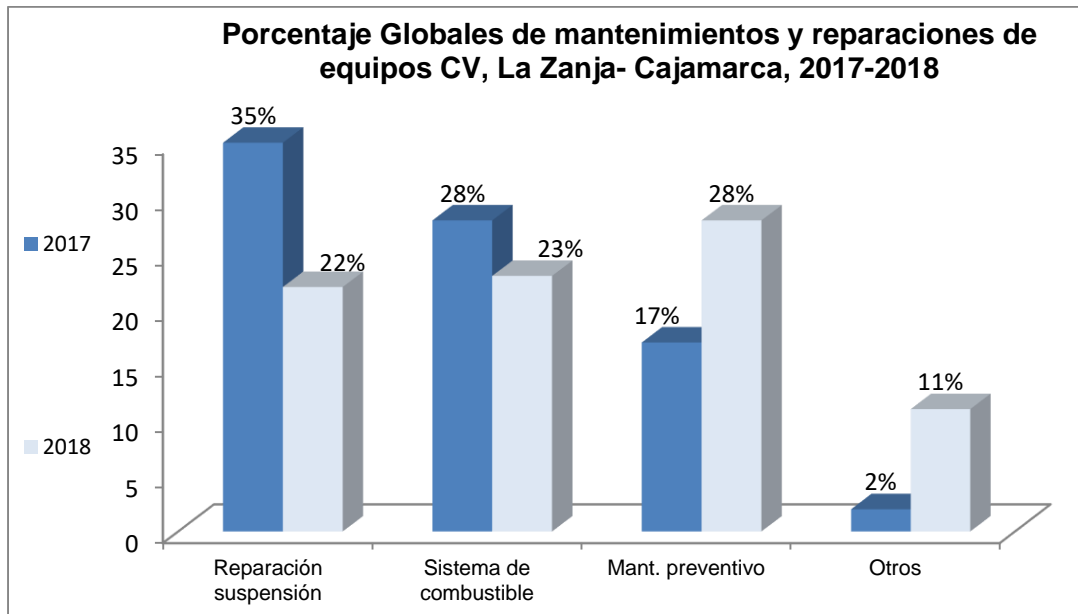


Figura 49. Porcentaje globales de mantenimientos y reparaciones CV.
Fuente: Elaboración propia, (2018).

En la Figura 49, se presenta el porcentaje de los principales mantenimientos realizados a los equipos camión volquete (CV) de la empresa minero La Zanja, siendo la más representativa:

Para el año 2017: La más representativa es la reparación de suspensión en un 35%, seguido del sistema de combustible con un 28%, mantenimiento preventivo 17%, y otros presenta un 2%.

Para el año 2018: La más representativa es mantenimiento preventivo en un 28%, el sistema de combustible con un 23%, seguido de reparación de suspensión con un 22% y otros el 2%.

Lo que infiere que para los dos años, que el porcentaje de reparación de suspensión con 35% es la más representativa, para el año 2017 y para el año 2018 es el mantenimiento preventivo con un 28%.

3.4.1. Análisis de costo de mantenimiento y reparación

Se determinó los costos promedios por mantenimiento y reparaciones de los 40 equipos camión volquete realizadas durante los años 2017 y 2018.

Se detalla que para el 2017, se consideró los costos promedio por año y para el año 2018, se consideró los costos promedio desde abril hasta 15 de setiembre, fecha programada para recambio de filtros optimizados de combustible del presente periodo.

3.4.2. Costos por mantenimientos y reparaciones de los 40 equipos CV, 2017

Tabla 28

Costos por mantenimientos y reparaciones CV, 2017.

Mantenimientos y reparaciones de los 40 equipos CV, 2017												
	ene	febr	mar	abr	may	jun	julio	agost	seT	oct	nov	Dic
Cambio/neumáticos	4348	4692	5748	4884	1740	6246	6250	5384	5436	4922	7128	8565
Cambio de filtros	12627	12627	12627	12627	12627	12627	12627	12627	12627	12627	12627	12627
Rep. Suspensión	17500	18983	21410	20147	18947	21547	21547	21665	21875	21457	24157	25784
Preventivo	1750	1888	2313	1965	700	2513	2515	2167	2188	1981	2868	3447
Cambio de bomba	1162	1254	1536	1305	465	1669	1670	1439	1453	1315	1905	2288
Cambio válvulas	1750	1888	2313	1965	700	2513	2515	2167	2188	1981	2868	3447
Cambio empaques	3500	3777	4626	3931	1400	5027	5030	4333	4375	3962	5737	6893
Cambio de Oring	1750	1888	2313	1965	700	2513	2515	2167	2188	1981	2868	3447
Sistema eléctrico	2529.8	2730	3344	2841	1012	3633	3636	3132	3162	2863	4146	4982
Otros	4550	4909	6014	5110	1820	6534	6539	5633	5688	5150	7457	8961

Fuente: Área de logística La Zanja, 2018.

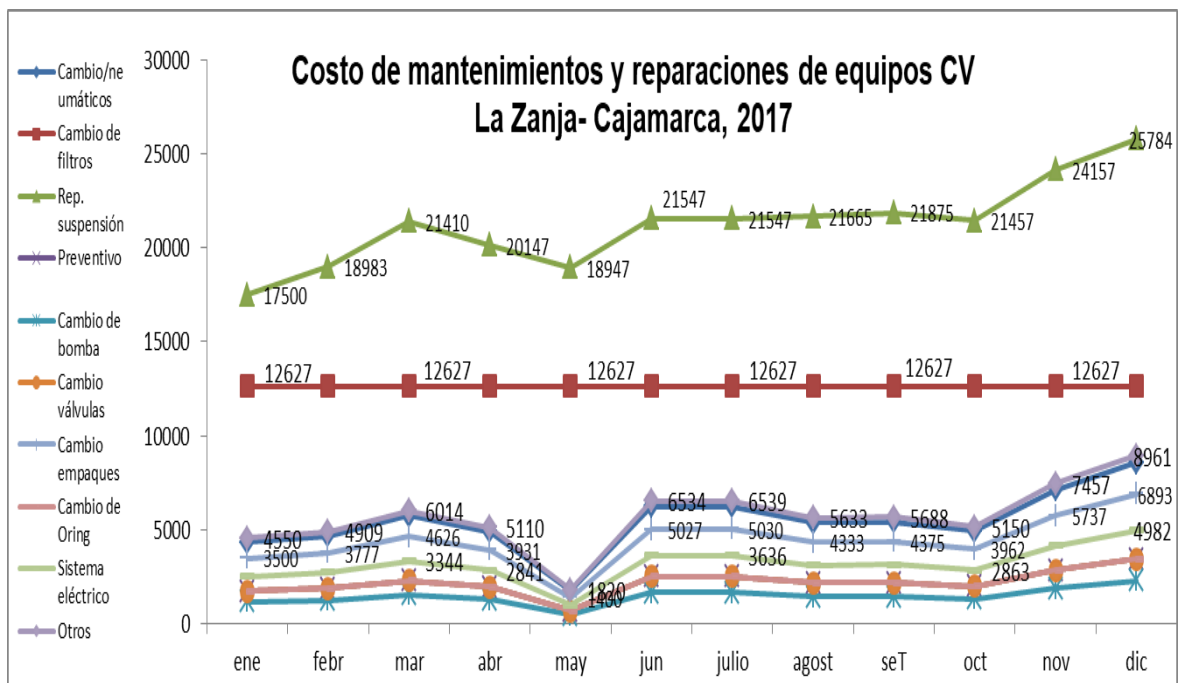


Figura 50. Costo de mantenimientos y reparaciones CV por mes 2017.

Fuente: Elaboración propia, (2018).

En la Figura 50, se detallan los costos por mantenimientos y reparaciones de los 40 equipos camión volquete del 2017 detallado por mes. En el cual se aprecia que el mes de diciembre tiene más gasto por mantenimiento y reparación de suspensión de equipos, seguido de noviembre y setiembre de 2017.

A continuación, se muestra el gasto total de los equipos:

Tabla 29

Gasto total de los 40 equipos CV del año 2017.

2017	Cantidad consumida/hora	Gasto total \$
Enero	548	51468
Febrero	579	54536
Marzo	581	63966
Abril	463	56245
Mayo	455	28164
Junio	455	68408
Julio	522	65450
Agosto	478	60712
Setiembre	478	61178
Octubre	428	56590
Noviembre	538	76287
Diciembre	466	89122

Fuente: Elaboración propia, (2018).

En la Tabla 31, de gasto total de mantenimientos CV. 2017 de la empresa, La Zanja se aprecia que los meses que tienen más modos de fallas son diciembre, noviembre, junio y julio. Se aprecia que dichos meses generan mayor gasto por mes por mantenimiento y reparación siendo el mayor gasto en el mes de diciembre de \$8,044.546 y el menor gasto es junio con \$6,482.24 generándose un gasto total por mantenimiento en el año 2017 de \$735,127.57 en los 40 equipos camión volquete.

Tabla 30
Costos por mantenimientos y reparaciones CV, 2018.

Mantenimientos y reparaciones de los 40 equipos CV, 2018									
	Ene	feb	mar	abr	may	Jun	julio	agos	set
Cambio de neumáticos	3857	4012	4127	4166	4131	4046	4552	4513	4176
Cambio de filtros	8162	8178	8178	8178	8178	8178	8178	8178	8176
Reparación suspensión	12989	12431	12479	12486	12754	12014	11247	11247	11640
Preventivo	17500	18200	18725	18900	18743	18358	20650	20475	18944
Cambio de bomba	978	1017	1046	1056	1047	1026	1154	1144	1059
Reparación/camb/válvulas	1920	2957	2534	2458	2440	2782	3034	3590	2714
Cambio juego/empaques	2419	2516	2588	2613	2591	2538	2854	2830	2619
Cambio de Oring	1503	1563	1608	1623	1610	1577	1774	1759	1627
Sistema eléctrico	3724	4580	5325	5400	5660	5768	5884	4357	5087
Otros	3217	3346	3346	3474	3445	3375	3796	3764	3052

Fuente: Área de logística La Zanja, (2018).

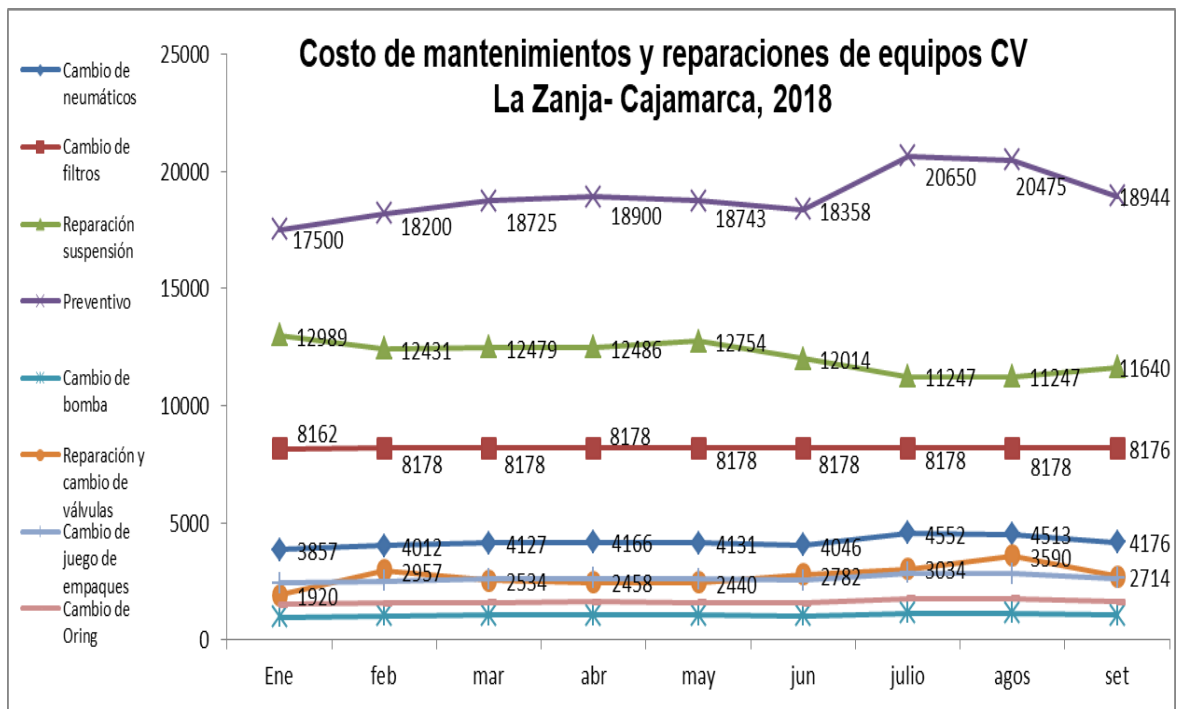


Figura 51. Costo de mantenimientos y reparaciones CV por mes, 2018.

Fuente: Elaboración propia, (2018).

En la Figura 51, se detallan los costos por mantenimientos y reparaciones de los 40 equipos camión volquete del 2018 por mes. En el que se aprecia que el mes de julio y agosto tienen mayor gasto por mantenimiento preventivo por modos de falla, generando un costo de \$6,312.3 y \$6,185.7 respectivamente. Así como también se aprecia que en el mes de abril se genera un gasto de \$6,035.4 por mantenimiento preventivo. Seguido por reparación de suspensión de equipos generando un gasto total por mantenimiento en el año 2018 de \$535,065.55.

Tabla 31

Gasto total de los 40 equipos CV del año 2018.

2018	Cantidad consumida/Hrs	Gasto total
Enero	312	48537
Febrero	308	56309
Marzo	288	69193
Abril	266	58786
Mayo	263	71860
Junio	278	53069
Julio	310	58062
Agosto	280	56745
Setiembre	277	62503

Fuente: Área de logística La Zanja, 2018.

Se detallan a continuación los costos totales por mantenimientos y reparaciones de los Equipos CV de los años 2017 y 2018:

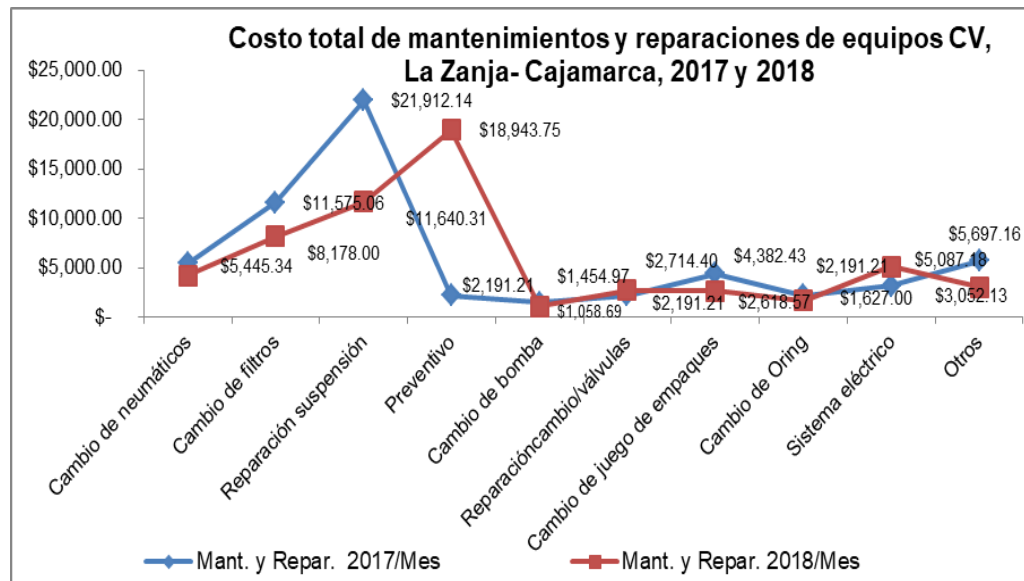


Figura 52. Comparación de costo de mantenimientos CV. 2017 y 2018.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

En la Figura 52, de costo total por mantenimiento y reparaciones de los dos años de la empresa, La Zanja, se aprecia que los mayores costos generados por el año 2017, son por reparación de suspensión con \$ 21912.1, cambio de filtros y cambio de neumáticos, pero para el año 2018 se aprecia que los mayores costos, son mantenimiento preventivo en \$18,943.75, seguido de reparación en suspensión con \$ 11 640, cambio de filtros en \$ 8178 y cambio de neumáticos en \$ 4176.

3.5. Resultado de la optimización del consumo del combustible

Después de haber analizado los indicadores de estudio de la presente investigación, se determinó el resultado total de ahorro económico de la optimización de combustible. Por lo que se capacitó a los operadores en modos de conducción (Ralentí), encontrando que los ratios finales concernientes al año 2018, han disminuido en un 1.9%, como se aprecia en la siguiente figura:

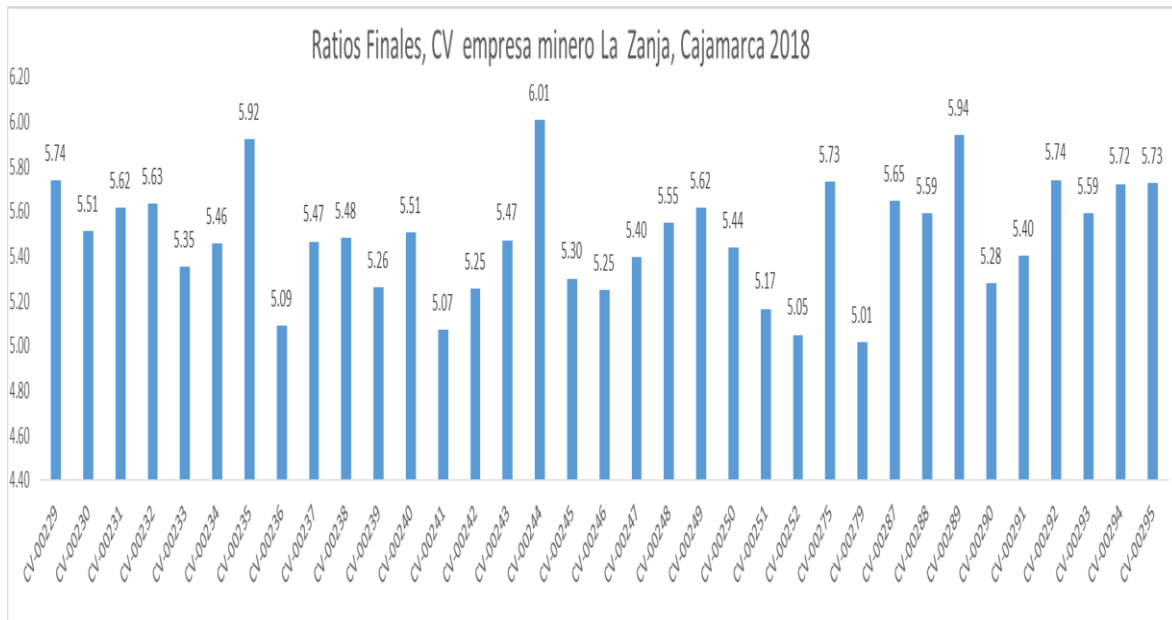


Figura 53. Resultado total de la optimización, 2018.

Fuente: Área de logística La Zanja, 2018.

En la Figura 53, de cuadro comparativo de ratios en camión volquete del año 2018 se aprecia que el consumo de combustible ha disminuido, como se aprecia en los nuevos resultados de promedio de ratios finales logrando un ahorro económico del combustible de 18.70%, lo que infiere que se aplicó una buena conducción por parte de los operadores después de la capacitación obteniendo un promedio de ratio favorable para la operación de minado.

A si como también se logró reducir el promedio de horas por galón del equipo camión volquete, utilizados durante el año 2018, como se detalla en la siguiente figura (Ver Figura 54):

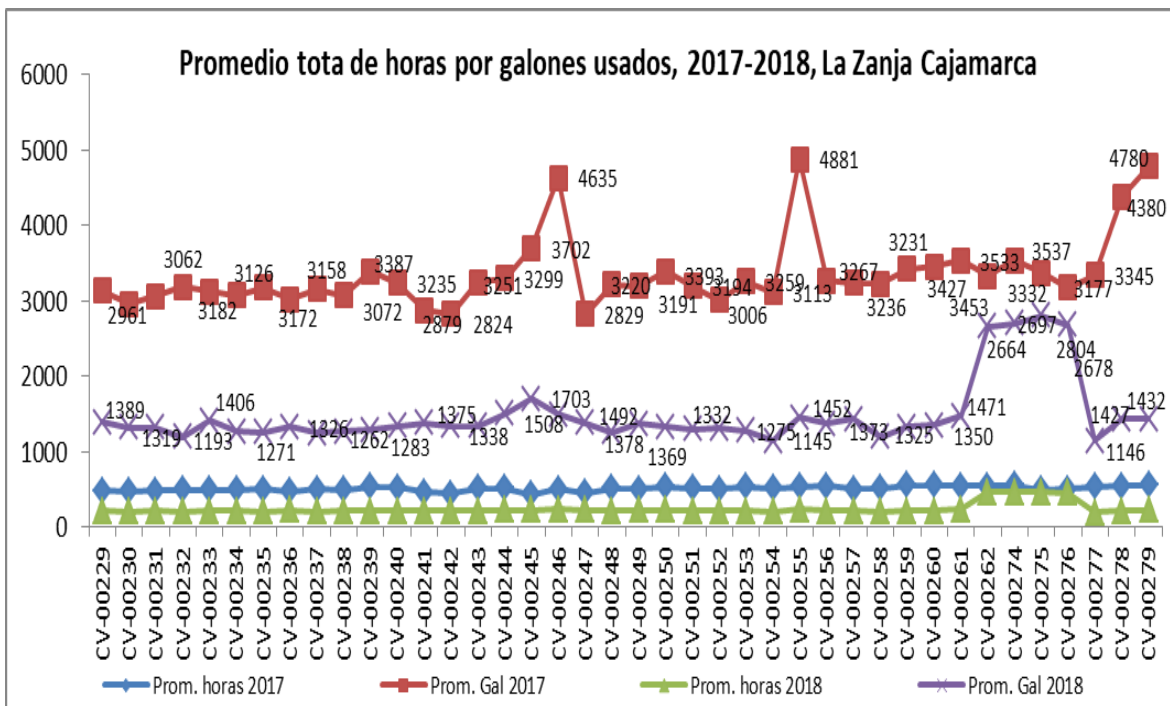


Figura 54. Promedio de horas por galones usados 2017- 2018.

Fuente: Elaboración propia, (2018).

De la Figura 54 se aprecia el promedio de horas por galones usados 2017-2018, donde en el año 2017 la mayor cantidad de horas trabajadas fue 558 y 554 horas por las CV-00274 y CV-00260 con 555 horas de trabajo. Así como el consumo de galones usados fue de 4881 gal/hr en CV-00255 y 4635 en CV-00246. También se aprecia que, en el año 2018, el mayor consumo de

gasolina es el mes de mayo y setiembre respectivamente con 448 horas en 2678 gal/hora responsable el equipo CV-00275 y CV-00276.

El consumo de combustible utilizado varía en comparación con el año 2017 como se detalla en la siguiente figura:

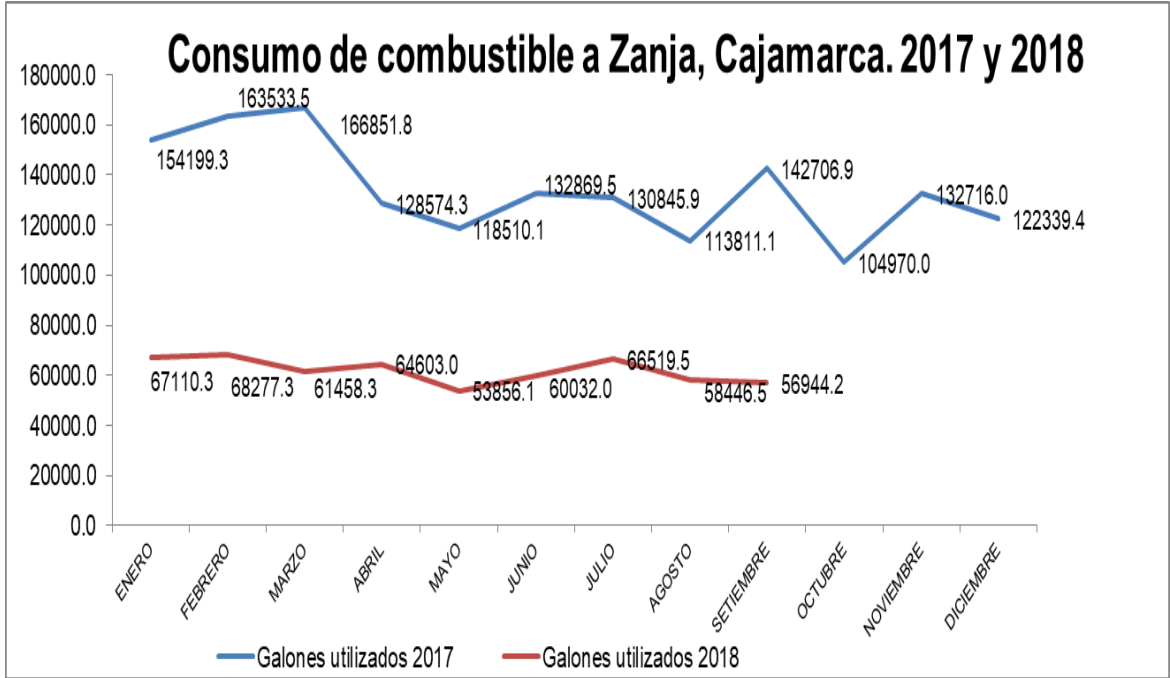


Figura 55. Consumo de combustible La Zanja. 2017- 2018.
Fuente: Elaboración propia, 2018.

De la Figura 55 de consumo de combustible, se aprecia que en el año 2017 el mes con mayor consumo de combustible fue marzo con 166 851.8 gal/hora, seguido del mes de febrero con 163 533.6 gal/hora, corrido de los meses de setiembre y noviembre los meses con mayor consumo de combustible es de 113811.1 gal/hora y 132715.9 gal/hora respectivamente. En el año 2018, se aprecia que abril es el mes con mayor consumo de combustible de 64 602.9 y julio con 66519.5 gal/hora, por ende, para el año 2018 los meses evaluados son sólo el periodo de estudios de enero a setiembre en los que se logró disminuir considerablemente el consumo de combustible de un total de 1611927.8 gal/hora consumidos el año 2017 a,

557247.3 gal/hora consumidos el año 2018, obteniendo una diferencia de 1054680.51 gal/hora hasta el mes de setiembre del presente.

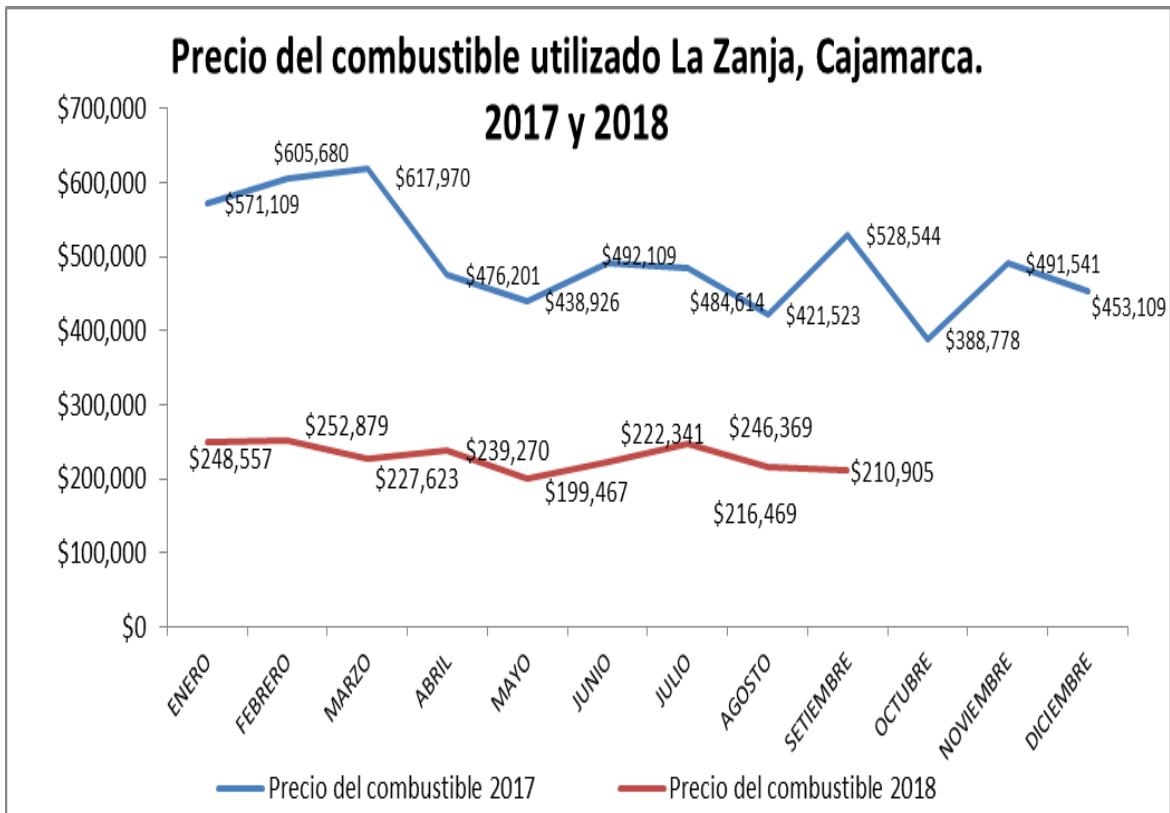


Figura 56. Precio del combustible utilizado La Zanja, Cajamarca 2017- 2018.
Fuente: Elaboración propia, (2018).

De la Figura 56 se analizó el precio del combustible y se comparó con el año 2017. Después de haber estudiado el consumo de combustible en la Figura 56, se aprecia que, en el año 2017, el mayor gasto generado por consumo de combustible es en el mes de marzo con \$ 617 969.51, seguido del mes de febrero con \$ 605 679.9, en los meses de setiembre y noviembre los gastos son de \$ 528 543.9 y \$ 491 540.6 respectivamente. En el año 2018, se aprecia que febrero es el mes con mayor gasto de \$ 252 879.3, seguido del mes de mayo con \$ 199466.9, julio con \$ 246368.5 y agosto con \$ 216468.5. Obteniendo una diferencia de \$3, 906,224.10.

Alcanzando un resultado total de ahorro económico obtenido de la optimización de combustible como se detalla en la siguiente figura:

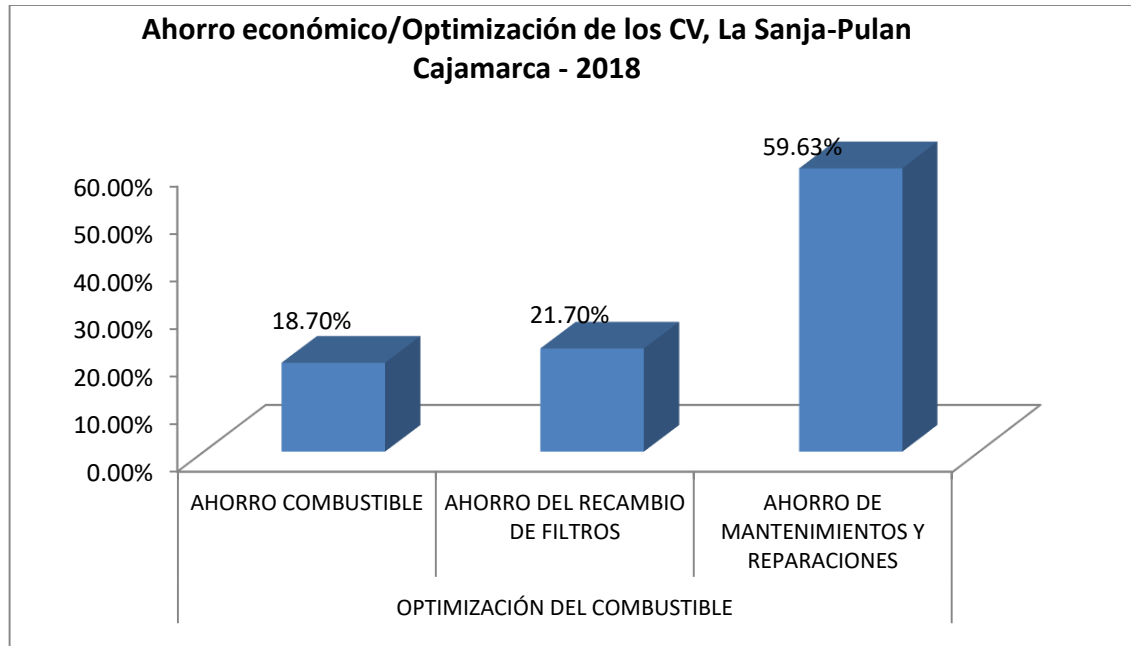


Figura 57. Ahorro económico de la optimización, 2018.
Fuente: Elaboración propia, (2018).

De la Figura 57 se aprecia el ahorro económico de la optimización del año 2018 (Ver Anexo 21), de acuerdo a los indicadores utilizados para la optimización de combustible, se calcula un ahorro de combustible de 18.70%, ahorro en el recambio de filtros de 21.70% y ahorro de mantenimiento y reparaciones de los equipos camión volquete de 59.63%. Datos obtenidos de la diferencia de consumo de combustible de cada mes del año 2017 (Ver Anexo 20) con los meses durante el periodo de estudios desde enero hasta setiembre del presente año.

3.6. Contrastación de la hipótesis

Para probar la hipótesis general y que existe o no relación significativa que la optimización de consumo de combustible diésel con la disminución del uso de galones de combustible por hora. Se utilizó las pruebas no paramétricas

debido a que la muestra es una sola variable que, al analizar sus impactos en el tiempo de estudio, el ratio, ahorro de combustible, ahorro en el recambio de filtros, ahorro de mantenimiento y reparaciones, permite evaluar el nivel de cumplimiento de la hipótesis. En la Tabla 32 se observa los indicadores considerados en el análisis del cuestionario, como se detallan:

Tabla 32

Indicadores de optimización del instrumento.

Indicadores considerados en el instrumento para la Optimización

Implementación de unos nuevos filtros

Beneficio de mantenimientos realizados

Factibilidad de implementación de filtrado.

Costos de mantenimiento.

Ahorro en el consumo de combustible

Eficiencia de los camiones.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Mediante las respuestas del indicador 5, de ahorro en el consumo de combustible tanto el 58,75% y el 35% de los conductores encuestados están de acuerdo que habrá un ahorro en el consumo de combustible con la implementación del nuevo sistema de filtrado en los camiones volquete (Ver Figura 29) que disminuirá del uso de galones de combustible por hora en la empresa.

Por lo que, en respuesta a la hipótesis se tiene:

Hipótesis General (HG):

HG: La optimización de consumo de combustible diésel en el Área de Carguío y Acarreo del proyecto minero La Zanja S.R.L. Pulan Cajamarca, 2018, influye favorablemente en la disminución del uso de galones de combustible por hora.

Para demostrar esta hipótesis, se explica que más del 93% de conductores encuestados corroboran que con la implementación del nuevo sistema de filtrado en los camiones volquete se disminuirá el uso de galones de combustible por hora en la empresa, lo que influyó en el ahorro del combustible. Además, se demostró que existe optimización de consumo de combustible en un 37.39% como se detalla a continuación.

Tabla 33

Costo total de la optimización.

2017		2018	Costo total de la optimización
87 equipos	40 equipos	40 equipos	
\$1 567 718.5	\$735 128	\$535 066	\$ 271,003.51

Fuente: Elaboración propia, (2018).

Hipótesis Secundarias

- El estado actual del consumo de combustible diésel en el Área de carguío y acarreo del proyecto minero La Zanja S.R.L. Pulan Cajamarca, 2018 es alto y afecta a la productividad de la empresa.
- Para la obtener resultados que comprueben esta hipótesis secundaria se analizó el promedio del consumo del año 2017 que fue de 3 358.18 gal/hora. Después de la optimización, en el año 2018 se comprobó que el consumo de combustible disminuyó a 1 547.7 gal/hora. Con una diferencia de 1 810.5 gal/hora. Por lo que, no se acepta la hipótesis porque el consumo es bajo y no afecta la productividad de la empresa.
- El uso de filtros inadecuados inciden desfavorablemente en la optimización del consumo de combustible diésel área de carguío y acarreo del proyecto minero La Zanja E.I.R.L. Pulan Cajamarca, 2018.
- Sí, el uso de filtros inadecuados incide desfavorablemente en la optimización del consumo de combustible diesel, se observó que la

mayoría de los equipos camión volquete, han tenido un promedio de cambio de 806 filtros durante el año 2017, generando un costo de \$151,528.00. Después de la optimización se hizo el recambio de filtros, se logró reducir a 521 filtros por mes durante el año 2018 (periodo de estudios) generando un costo de \$97,948.00.

- La ganancia económica que genera la optimización de consumo de combustible diésel en el área de carguío y acarreo contribuye favorablemente al proyecto minero La Zanja S.R.L. Pulan Cajamarca, 2018.
- Sí, el ahorro económico que genera la optimización de consumo de combustible en el área de carguío y acarreo del proyecto minero contribuyó favorablemente en beneficio al proyecto minero La Zanja, en base a las dimensiones trabajadas como: Ahorro de combustible en \$17,361.48, ahorro del recambio de filtros en \$53,580.00 y ahorro de mantenimientos y reparaciones de los equipos \$200,062.03, generando una ganancia económica de \$271,003.51.

CONCLUSIONES

- La optimización del consumo de combustible diésel en el área de carguío y acarreo del proyecto minero La Zanja, después de evaluar los resultados de los años 2017 y 2018 y lograr optimizar los ratios en ahorro de combustible en 1,5%, recambio de filtros de combustible y ahorro económico en mantenimiento y reparación de los equipos, es de 37.39%.
- El consumo actual de combustible diésel en el Área de Carguío y Acarreo del Proyecto Minero La Zanja S.R.L. Pulan Cajamarca, es 1,524.7 gal/hora.
- El uso de filtros inadecuados incide desfavorablemente en la optimización del consumo de combustible diésel con un promedio de cambio de 806 filtros durante el año 2017, generando un costo de \$151,528.00, que afecta la economía de la empresa.
- El ahorro económico de la optimización de consumo de combustible en el área de carguío y acarreo del proyecto minero La Zanja, en base a las dimensiones trabajadas como ahorro de combustible, ahorro del recambio de filtros, y ahorro de mantenimientos y reparaciones de los equipos fue de \$ 271,003.51.

RECOMENDACIONES

- El Proyecto Minero La Zanja S.R.L. Pulan Cajamarca, debe de capacitar y entrenar al personal en el manejo adecuado y reemplazo de los filtros, para que puedan operar dentro de las condiciones de calidad establecidas.
- El Proyecto Minero La Zanja S.R.L. Pulan Cajamarca, debe culminar con la instalación de los adaptadores de combustible en todos los camión volquete para uniformizar toda la flota del área de carguío y a carreo y puedan utilizar el nuevo sistema, además incrementar el número de personal de grifo para un mejor servicio.
- El Proyecto Minero La Zanja S.R.L. Pulan Cajamarca, debe de mantener sus equipos en buenas condiciones a través de las inspecciones recomendadas y mantenimientos programados para asegurar un eficientemente consumo de combustible.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvarez, F. (2013). Curso sobre Sistema de Combustible Diesel. (curso de capacitación) Medellín - Universidad Nacional de Colombia - 2012. Recuperado de <https://www.mecanicoautomotriz.org/909-curso-sistemas-aliment>.
- Álvarez, O. (2017). Las ventajas y desventajas del motor diésel. (tesis de pregrado). Madrid, España: Universidad de Madrid. Recuperado de <https://www.diariolasamericas.com/opinion>
- Azabache, F. (2016). Influencia del mantenimiento de vías sobre la productividad del proceso de acarreo en el minado del tajo pampa verde, Minera La Zanja-Cajamarca (tesis de pregrado). Trujillo, Perú : Universidad Nacional de Trujillo. Recuperado: de <http://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UNSA>
- Baldwin, F. (2013). Importancia de Filtros de combustible diesel (catálogo de ventas). Córdoba, Argentina. Recuperado de <http://www.baldwinfilter.com/literature/Spanish/TechTips/201403>
- Benavides. J.A. (2014). Filtro de combustibles diésel (brochure). Sao Paulo, Brasil. Recuperado de <http://recambiosinfra.com/4-tipos-de-filtros-para-el-coche/>
- Buena Ventura. (2013). Precipitación Minera buenaventura (Revista informativa). Cajamarca, Perú. Recuperado de <http://www.buenaventura.com/es/sostenibilidad/cierre-de-minas>
- Campos, E y Tello, N. (2017). Incidencia en la utilidad bruta del combustible diesel en la empresa grifos Cajamarca S.A.C, Cajamarca, año 2016. (Tesis de pregrado). Recuperado de <http://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/10646/Campos%20Vásquez%2C%20Ely%20L>
- Ceballos, M. E. (2013). Métodos generales de investigación (tesis de pregrado). D.F. Mexico: Universidad Autónoma de México. Recuperado de https://www.uaeh.edu.mx/docencia/P_Presentaciones/prepa

- Champi, M. (2015). Reducción de las demoras operativas y optimización de tiempos por abastecimiento de combustible con el sistema VR - 300 GPM. En los volquetes de mina - Unidad Operativa Cuajone. Arequipa, Perú. (Tesis de pregrado). Recuperado de: <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/61>.
- Derek , N. (2013). Gestión del Desempeño de Motores. Londres, Inglaterra, Reino Unido. Recuperado de: <https://www.larepublica.net/noticia>
- Dixon, J., & Raouf, A. (2013). Sistemas de mantenimiento. México: Limusa.
- Donado, A. (2013). La Importancia de Realizar un Curso de Mecánica para Tecnología Diesel (Revista informativa). Colombia: Authors Ltda.
- Ecured. A. (2018). Sistema de alimentación Diesel (brochure). Córdoba, Argentina Recuperado de <https://es.scribd.com/doc/56001647>.
- EIA. (2014). Estudio de Impacto Ambiental, Proyecto La Zanja de Minera La Zanja S.R.L. . Santa Cruz, Cajamarca, Perú.
- Franyutti M. (2014). Metodología de la Investigación: Un nuevo enfoque. Ed. Lases Print. Hidalgo. Recuperado de: https://www.uaeh.edu.mx/docencia/P_Presentaciones
- Ford, W. (2014). Programa de conducción ecológica de Ford. Nevada, EE.UU. McGraw-Hill.
- Gamarra, M. (2015). Optimizar el proceso de desulfurización del Diesel en el Perú. Lima, Perú, Recuperado de <https://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni>.
- Granell, A. (2013). Funcionamiento de una bomba de inyección diésel en línea y qué elementos la forman. Lima, Perú, Recuperado de <https://www.ro-des.com/mecanica/bomba-de-inyeccion-diesel>.
- Gualtieri, P. (2015). Motores diésel, nuevas tecnologías. Argentina. Recuperado de <https://www.denso.com/es/es/innovation/story/i-art/>
- Ortega, R., y Vilchez, M. (2013). Propuesta de mejora en la línea de envasado de balones de Glp para incrementar la productividad de la empresa envasadora Caxamarca Gas S.A – Cajamarca. (Tesis de

- pregrado). Cajamarca, Perú. Recuperado de Ricardo Ortega y Mylena Vílchez.pdf
- Palacios, J. (2017). Propuesta de mejora para optimizar el proceso de carga de combustibles líquidos en camiones cisterna, en una empresa de refino de hidrocarburos, Lima 2017 . (Tesis de pregrado). Lima, Perú. Recuperado de <http://repositorio.upn.edu.pe/bitstream>
- Palmer, R. (2006). Manual de planificación y planificación de mantenimiento. New york:: McGraw-Hill.
- Peiró, P. (2014). Modelado CFD del proceso de combustion en un motor diesel de pequeña cilindrada (tesis de pregrado). Madrid España: Universidad Politecnica de Madrid. Recuperado de https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/53678/TFG_CFD.
- Porras, C., y Soriano, W. (2014). Alimentacion de los motores del ciclo diesel. Recuperado de <https://previa.uclm.es/profesorado/porrasysorian>.
- Programa de Gestion de combuctible (PGC). (2014). Optimizacion del combustible disel Recuperado de <https://upcommons.upc.edu.pdf>
- Precisión. (2014). Motores del alta eficiencia. Recuperado de <http://precisionperu.com/division-electrica/motores-de-alta>.
- Petróleos Perú. GLP. (2014). Gas licuado de Petróleos. Recuperado de <https://www.petroperu.com.pe/>.
- Reyes, J. (2015). Optimización del sistema de combustible en los Mixer de la planta san Eduardo de Holcim Ecuador. (Tesis de pregrado). Guaquil, Ecuador. Recuperado de: <https://dspace.ups.edu.ec>
- Restrepo , A. (2013). Desventajas de inflar llantas con aire o nitrógeno. Recuperado de: <https://www.sura.com/blogs/autos/mitos-inflar-nitrogeno-llantas.aspx>
- Rodríguez, D. (2014). Diesel derivado del petróleo. Recuperado de <https://prezi.com/vw12dxiffvqq/diesel-derivado-del-petroleo>
- Sánchez, A., y Zaldivar, p. (2016). Propuesta de una estructura de costos, para evaluar la productividad del combustible al servicio de Transporte de carga, Empresa Huáscar cargo Internacional S.A.C.,

- Cajamarca 2016. (Tesis de pregrado). Recuperado de <http://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/9923/Sánchez%20Pinedo%20Alfonso%20Carlo%20%20Zaldivar>
- Sierra, G. M. (2013). Tipos manuales de investigación. Recuperado de: https://www.uaeh.edu.mx/docencia/P_Presentaciones/prepa3/tipos_investigacion.pdf.
- Stracon G y M. (2013). Especificaciones técnicas. Arranque y Puesta en marcha de motor diesel. Recuperado de: <https://es.scribd.com/doc/33187639/Motores-de-arranque>
- Trocel R. (2014). Mantenimiento de equipo. Confiabilidad industrial. Recuperado de: https://issuu.com/troceld/docs/rci_ed20
- Turnero, I. (2013). Cálculo de Parámetros de mantenimiento de equipo pesado, en proyectos mineros. Recuperado de <http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/uncp>.
- Villegas, M. (2017). Factores que incrementan el consumo de combustible en la maquinaria minera de la Empresa Robocon Servicios S.A.C. Chungar – Cerro de Pasco. Perú. (Tesis de pregrado). Recuperado de <http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream>.
- Viterbo , R. (2014). Optimización de combustible en los grupos Electrógenos Diesel. Las Villas: Cuba. (Tesis de pregrado). Cuba. Recuperado de: <http://dspace.uclv.edu.cu/handle/123456789/994>
- Widman, R. (2013). Limpieza del combustible diesel. Recuperado de <https://gruasytransportes.wordpress.com/2012/03/17/limpieza-del-combustible/>

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de consistencia


“Optimización de consumo de combustible diésel en el área de carguío y acarreo del Proyecto Minero La Zanja S.R.L. Pulan Cajamarca, 2018”

PROBLEMA(S) DE INVESTIGACIÓN	OBJETIVO(S) DE LA INVESTIGACIÓN	HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN	VARIABLES E INDICADORES	INSTRUMENTOS	METODOLOGÍA
<p>Problema principal:</p> <p>-¿Cómo la optimizar el consumo de combustible diésel en el Área de Carguío y Acarreo del Proyecto Minero La Zanja S.R.L. Pulan Cajamarca, 2018?</p>	<p>Objetivo general:</p> <p>-Optimizar el consumo de combustible diésel Área de Carguío y Acarreo del Proyecto Minero La Zanja S.R.L. Pulan Cajamarca, 2018.</p>	<p>Hipótesis general:</p> <p>-La optimización de consumo de combustible diésel en el Área de Carguío y Acarreo del proyecto minero La Zanja S.R.L. Pulan Cajamarca, 2018, influye favorablemente en la disminución del uso de galones de combustible por hora.</p>	<p>V.I.</p> <p>Optimización de consumo de combustible diésel</p>	<p>- Hoja de Reportes de equipos en taller</p> <p>- Cuestionario</p>	<p>Tipo de investigación</p> <p>Aplicativa: Porque se realizó un análisis de la situación actual del proceso de optimización del combustible de la flota del Área de Carguío Acarreo del Proyecto Minero La Zanja S.R.L. Pulan Cajamarca.</p> <p>Nivel de investigación</p> <p>ivo: Porque describió los factores so de la optimización de ble de la flota del Área de Carguío del Proyecto Minero La Zanja Pulan Cajamarca.</p> <p>Diseño de investigación</p> <p>Transversal: Porque se ejecutó teniendo en cuenta el proceso de la optimización de combustible diésel en la flota de camiones volquete Volvo FM 8x4R en ralenti del Área.</p> <p>Población</p> <p>Se considera a 150 registros y reportes de consumo de combustible de los equipos de Área de Carguío Acarreo del Proyecto Minero La Zanja S.R.L. Pulan Cajamarca, durante el año 2018.</p> <p>Muestra</p> <p>Establecida por 40 camiones del Área de Carguío Acarreo del Proyecto Minero La Zanja S.R.L. Pulan Cajamarca. Durante el periodo de estudios.</p> <p>Técnicas de recolección de datos.</p> <p>Hoja de reportes de equipos en taller de Carguío</p> <p>-Encuesta</p>
<p>Problemas secundarios:</p> <p>-¿Cuál es el consumo de combustible diésel Área de Carguío y Acarreo del Proyecto Minero La Zanja S.R.L. Pulan Cajamarca, 2017?</p> <p>-¿Cuál es el ahorro económico que genera la optimización de consumo de combustible diésel Área de Carguío y Acarreo del Proyecto Minero La Zanja S.R.L. Pulan Cajamarca, 2018?</p>	<p>Objetivos específicos:</p> <p>-Determinar el consumo de combustible diésel Área de Carguío y Acarreo del Proyecto Minero La Zanja S.R.L. Pulan Cajamarca, 2017.</p> <p>-Determinar el ahorro económico que genera la optimización de consumo de combustible diésel Área de Carguío y Acarreo del Proyecto Minero La Zanja S.R.L. Pulan Cajamarca, 2018.</p>	<p>Hipótesis secundarias:</p> <p>- El estado actual del consumo de combustible diésel en el Área de Carguío y Acarreo del Proyecto Minero La Zanja S.R.L. Pulan Cajamarca, 2018 es alto y afecta a la productividad de la empresa.</p> <p>- La ganancia económica que genera la optimización de consumo de combustible diésel en el Área de Carguío y Acarreo contribuye favorablemente al Proyecto Minero La Zanja S.R.L. Pulan Cajamarca, 2018.</p>			

Anexo 2. Encuesta aplicada

Tabla 37

Encuesta aplicada a conductores de CV-La Zanja, 2018

	
CUESTIONARIO SOBRE OPTIMIZACIÓN DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE DIÉSEL EN EL ÁREA DE CARGUÍO Y ACARREO DEL PROYECTO MINERO LA ZANJA S.R.L. PULAN CAJAMARCA, 2018	
<p>IMPORTANTE: El presente cuestionario tiene como objetivo conocer el consumo de combustible diésel en el área de carguío y acarreo del proyecto minero la Zanja S.R.L. Pulan Cajamarca, 2018, a fin de tomar las decisiones pertinentes para mejorarlas. Tus respuestas son importantes y se tomarán en cuenta. Responde las preguntas basándote en tu experiencia como conductor del área.</p>	
<p>INSTRUCCIONES: Por favor lee cuidadosamente cada una de las preguntas y responde a los enunciados señalando la mejor opción.</p>	
<p>Tesista: DE LA CRUZ AGUILAR, RICARDO</p>	
<p>Datos generales</p>	
Sexo:	Femenino: Masculino:
ENCUESTA REALIZADA AL PERSONAL ÁREA DE CARGUÍO Y ACARREO	
<p>1.- ¿La implementación de un nuevo filtro en el sistema de combustión en los camiones volquete del área de carguío y acarreo del Proyecto Minero La Zanja, será de considerable importancia?</p> <p style="margin-left: 40px;"> Totalmente de acuerdo..... De acuerdo..... En desacuerdo..... Totalmente en desacuerdo..... </p>	
<p>2. ¿Los mantenimientos realizados a los camiones volquete del área de carguío y acarreo del Proyecto Minero La Zanja, serán de beneficio al implementar el nuevo filtro en el sistema de combustión?</p> <p style="margin-left: 40px;"> Totalmente de acuerdo..... De acuerdo..... En desacuerdo..... Totalmente en desacuerdo..... </p>	
<p>3. ¿Considera usted que es factible técnicamente la implementación de un nuevo sistema de filtrado en los camiones volquete del área de carguío y acarreo del Proyecto Minero La Zanja?</p> <p style="margin-left: 40px;"> Totalmente de acuerdo..... De acuerdo..... En desacuerdo..... Totalmente en desacuerdo..... </p>	
<p>4. ¿Cree usted que se reducirán los costos de mantenimiento al implementar un nuevo sistema de filtrado de combustible en los camiones volquete del área de carguío y acarreo del Proyecto Minero La Zanja?</p> <p style="margin-left: 40px;"> Totalmente de acuerdo..... De acuerdo..... En desacuerdo..... Totalmente en desacuerdo..... </p>	
<p>5. ¿Cree usted que habrá un ahorro en el consumo de combustible con la implementación del nuevo sistema de filtrado en los camiones volquete del área de carguío y acarreo del Proyecto Minero La Zanja?</p> <p style="margin-left: 40px;"> Totalmente de acuerdo..... De acuerdo..... En desacuerdo..... Totalmente en desacuerdo..... </p>	
<p>6. ¿Cree usted que se optimizará la eficiencia de los camiones volquete del área de carguío y acarreo del Proyecto Minero La Zanja con la implementación del nuevo sistema de filtrado?</p> <p style="margin-left: 40px;"> Totalmente de acuerdo..... De acuerdo..... En desacuerdo..... Totalmente en desacuerdo..... </p>	

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Anexo 3. Hoja de Reportes de equipos CV, La Zanja 2017

Hoja de Reportes de equipos camiones volquete, La Zanja 2017																									
COD. DEL EQUIPO		ENERO		FEBRERO		MARZO		ABRIL		MAYO		JUNIO		JULIO		AGOSTO		SEPTIEMBRE		OCTUBRE		NOVIEMBRE		DICIEMBRE	
		Hrs	GALONES	Hrs	GALONES	Hrs	GALONES	Hrs	GALONES	Hrs	GALONES	Hrs	GALONES	Hrs	GALONES	Hrs	GALONES	Hrs	GALONES	Hrs	GALONES	Hrs	GALONES	Hrs	GALONES
1	CV-0022	549	4886	574	3557	588	3642	479	2405	466	2992	449	2676	501	3280	245	1346	577	3889	428	2615	487	3125	477	3196
2	CV-0023	603	3859	535	3389	458	2899	469	2437	526	3479	504	3594	570	3686	302	1996.56	586	3932	370	2249.2	305	1763	371	2349
3	CV-0023	541	3625	597	3843	590	3798	588	3763	221	1366	476	2899	535	3481	366	2342.4	544	3541	329	2071	508	2975	473	3045
4	CV-0023	550	3740	590	3786	604	3873	604	3986	441	2789	549	3442	562	3583	202	1236.24	572	3684	371	2397.4	430	2526	490	3142
5	CV-0023	539	3611	539	3518	588	3838	538	3392	393	2534	535	3408	553	3607	226	1419.28	580	3718	420	2363.3	492	2988	478	3120
6	CV-0023	574	3732	573	3670	585	3750	388	1923	393	2426	456	2727	510	3167	395	2496.4	541	3744	467	2954.3	563	3323	454	2910
7	CV-0023	535	358	548	3393	590	3654	434	2689	475	3005	388	2712	608	3925	521	3381.29	585	3867	442	2881.3	432	2455	476	2948
8	CV-0023	597	3522	597	3962	604	4008	307	1545	441	2985	512	3364	367	2359	562	3821.6	591	3995	274	1739	589	3571	210	1394
9	CV-0023	590	3048	590	3831	588	3816	442	2870	509	3134	580	3764	398	2655	297	1597	600	3954	500.5	3116	566	3457	409	2654
10	CV-0023	319	2071	642	3963	600	3701	413	2548	531	3299	425	2635	550	3565	507	2803.4	601	4027	348	2078	574	3499	433	2673
11	CV-0023	588	4057	584	3794	609	3956	446	2899	507	3205	573	3472	579	3761	394	2209	571	3803	458	3006	544	3246	498	3235
12	CV-0024	554	2778	605	3721	574	3531	524	3222	349	2218	570	3488	561	3638	507	3447.6	596	3940	385	2398	561	3264	481	3175
13	CV-0024	561	3815	585	3733	535	3415	410	2616	449	2916	538	3470	50	381	441	2844.45	582	2833	437	2265	546	3351	456	2910
14	CV-0024	273	1828	489	3318	597	4049	336	2282	4	29	555	3519	552	3511	489	2729	590	3841	346	2166	574	3512	459	3113
15	CV-0024	490	2992	550	3499	590	3756	386	2459	472	3004	518	3072	570	3596	539	3123.7	596	4047	436.5	2830	545	3407	507	3226
16	CV-0024	576	3744	539	3478	611	3943	313	2021	454	2929	540	3467	556	3516	530	3174	590	4372	347	2126	595	3632	494	3188
17	CV-0024	552	5215	574	7292	584	7417	363	4613	488	4341	472	2931	75	0	29	211	589	3534	401	2388	551	3323	496	3160
18	CV-0024	609	6821	535	9741	605	11011	172	3130	535	3473	512	3144	545	2953.9	550	2816	590	3918	346	2102	584	3462	477	3047
19	CV-0024	558	3794	597	2998	585	3861	385	2386	597	3851	171	1014	574	3712	531	3210	0	0	387	2415	569	3388	495	3317
20	CV-0024	603	4161	590	3070	550	3465	323	2044	590	3631	567	3510	531	3483	533	3018	589	4082	256	1508	595	3637	493	3028
21	CV-0024	541	3462	611	3910	539	3504	336	2161	611	3929	489	3071	470	3050	543	3204	577	3802	343	2038	533	3369	424	2790
22	CV-0025	550	3630	584	3854	590	3659	416	2667	466	2941	528	3379	597	3796	553	3539.2	595	3844	489	2825	575	3461	498	3122
23	CV-0025	539	3396	605	3812	585	3920	277	1805	526	3310	578	3537	542	2981	570	3138	597	3976	320	2052	561	3428	469	2977
24	CV-0025	574	3732	585	2896	590	2921	382	2451	221	1395	487	3058	505	3256	565	3199.13	594	4021	448	2649	553	3360	495	3138
25	CV-0025	558	3460	590	3658	604	3745	363	2245	441	2684	528	3337	583	3650	552	2892.48	604	3388	500	3082	592	3769	482	3196
26	CV-0025	603	4040	604	3044	588	2963	436	2890	393	2427	528	3427	569	3175.02	568	3521.6	275	1826	530	3275	492	3145	510	3621
27	CV-0025	541	6194	588	7879	600	8035	478	6403	393	3847	560	5488	589	3732	551	3460.28	574	3903	528	2856.48	572	3615	482	3164
28	CV-0025	550	3740	600	3067	609	3115	609	3115	475	2801	585	3867	581	3726	542	3447.12	594	3617	497	3024	608	3966	252	1721
29	CV-0025	539	3342	609	3776	574	3560	574	3560	441	2734	489	3286	569	3598	566	3735.6	574	3897	429	2824	186	1193	507	3329
30	CV-0025	574	3905	574	3617	535	3372	535	3372	509	3205	562	3462	584	3054.32	563	3580.68	258	1736	521	3482	515	3220	428	2770
31	CV-0025	535	3639	535	3051	597	3403	597	3403	531	3612	581	3602	557	3627	566	2960.13	574	3800	495	3064	563	3604	516	3360
32	CV-0026	597	3701	597	3701	590	3660	590	3660	507	3144	567	3504	595	3272.5	484	3112.44	564	3469	485	3086	565	3668	522	3465
33	CV-0026	558	3739	590	3660	611	3788	611	3788	349	2281	558	3549	585	3969	539	3320.24	595	4165	515	3297	564	3599	503	3237
34	CV-0026	603	3799	611	3125	584	2987	584	2987	449	2966	603	3980	564	3718.9	543	3366.6	597	3851	385	2467	544	3356	512	3388
35	CV-0027	541	3462	584	3621	605	3751	605	3751	546	3681	541	2727	563	3668	568	3862.4	594	4010	472	2754	564	3707	513	3454
36	CV-0027	550	6237	605	3812	585	3686	585	3686	472	2946	550	3465	448	2792.5	0	0	604	3709	475	2590	583	3588	464	3944
37	CV-0027	539	3665	585	3335	550	3135	550	3135	454	3105	539	3665	562	3627.1	533	3553	275	1733	410	2505	573	3551	487	3118
38	CV-0027	550	3410	550	3410	539	3342	539	3342	488	3073	550	3410	568	3084.24	538	3658.4	574	3869	496.5	2686.07	594	3785	466	3073
39	CV-0027	539	3504	539	7115	539	7115	539	7115	539	3377	539	3072	547	3498	585	3656.25	594	3813	526	3375	582	3644	504	3272
40	CV-0027	574	5685	561	7635	574	7809	574	7809	561	3450	574	3675	547	3710.4	537	3490.5	574	3559	506	3380	590	3786	489	3373

Figura 58. Hoja de Reportes de equipos camiones volquete, La Zanja 2018.

Fuente: Área de operaciones La Zanja, 2018.

Anexo 4. Reporte de Ratios CV, marzo 2017

Figura 59. Reporte de Ratios de CV, marzo 2017.

SCANIA		Gal/hora	Ralenti Gdia	Velocidad Media (km/Hr)	25/03/2017					
Reporte de Conducción		✘ 5.66	✘ 13.28%	13.1	NOCHE					
Los Consumos Más Altos		Gal/Hora	Horas Trabajadas	Vel. Media (Km/Hr)	Exceso de revoluciones	Conducción a un régimen del motor fuera del rango óptimo	# Aplicaciones fuertes del freno/100Km	% Ralenti	# Aplicaciones de freno	Conducción por Inercia
					0.20%	0.20%	1	10.00%	200	40%
					0.49%	0.00%	0.60	13.78%	363	38.28%
1	CV-238	6.32	9.9	14.50	🟡 0.10%	✅ 0.00%	✅ 0.0	✅ 4.28%	✅ 140.2	✅ 41%
2	CV-248	6.23	10.1	14.10	❌ 0.50%	✅ 0.00%	❌ 1.4	✅ 9.06%	✅ 156.1	🟡 40%
3	CV-247	6.22	9.0	14.90	✅ 0.00%	✅ 0.00%	🟡 0.8	✅ 8.77%	🟡 322.0	🟡 38%
4	CV-193	6.19	9.8	11.80	❌ 0.30%	🟡 0.10%	🟡 0.9	❌ 16.64%	🚩 560.3	🟡 37%
5	CV-250	6.13	10.3	14.10	✅ 0.00%	✅ 0.00%	🟡 0.7	❌ 11.79%	🚩 465.0	✅ 40%
6	CV-243	6.09	9.7	14.10	✅ 0.00%	✅ 0.00%	🟡 0.7	✅ 8.79%	🚩 350.1	🟡 39%
7	CV-239	6.04	10.2	13.00	❌ 1.80%	✅ 0.00%	🟡 0.8	❌ 11.84%	🚩 575.8	🟡 38%
8	CV-233	5.95	10.4	14.10	✅ 0.00%	✅ 0.00%	✅ 0.0	✅ 9.97%	✅ 270.3	🟡 38%
9	CV-236	5.89	10.8	13.70	❌ 1.90%	✅ 0.00%	✅ 0.0	🟡 10.55%	🚩 418.6	🟡 35%
10	CV-231	5.80	10.7	14.20	✅ 0.00%	✅ 0.00%	🟡 0.7	🟡 10.14%	✅ 306.2	🟡 39%
11	CV-251	5.80	10.3	13.80	🟡 0.10%	✅ 0.00%	✅ 0.0	❌ 11.88%	✅ 273.4	🟡 39%
12	CV-252	5.76	6.8	13.20	🟡 0.10%	✅ 0.00%	✅ 0.0	❌ 12.81%	🚩 396.5	🟡 39%
13	CV-225	5.58	8.7	12.90	✅ 0.00%	✅ 0.00%	✅ 0.0	❌ 11.41%	✅ 184.6	✅ 41%
14	CV-244		2.9							
15	CV-232	5.48	8.8	12.80	✅ 0.00%	✅ 0.00%	❌ 2.7	❌ 15.15%	🚩 421.2	🟡 37%
16	CV-235	5.42	7.0	13.20	❌ 4.50%	✅ 0.00%	❌ 1.1	❌ 17.01%	🚩 402.0	🟡 37%
17	CV-249	5.28	9.2	12.70	❌ 0.20%	✅ 0.00%	🟡 0.9	❌ 15.59%	✅ 238.1	🟡 39%
18	CV-221	5.20	4.7	11.40	🟡 0.10%	✅ 0.00%	✅ 0.0	❌ 23.11%	🚩 657.3	✅ 45%
19	CV-224	5.11	6.4	12.60	✅ 0.00%	✅ 0.00%	❌ 1.2	❌ 16.50%	🚩 497.5	✅ 42%
20	CV-246	4.97	7.5	11.60	❌ 0.80%	✅ 0.00%	✅ 0.0	❌ 17.55%	🚩 391.7	✅ 40%
21	CV-240	4.90	6.8	12.30	✅ 0.00%	✅ 0.00%	✅ 0.0	❌ 17.68%	✅ 205.1	🟡 39%
22	CV-245		3.4							
23	CV-222	4.82	6.7	10.90	❌ 0.40%	✅ 0.00%	❌ 1.4	❌ 22.20%	🚩 390.7	✅ 41%
24	CV-234		2.4							
25	CV-241	4.30	4.8	12.30	✅ 0.00%	✅ 0.00%	✅ 0.0	❌ 20.41%	🚩 366.5	❌ 20%
26	CV-230		0.3							

Fuente: Reporte de logística La Zanja, 2018.

Anexo 5. Reporte de Ratios CV, abril 2017

SCANIA		Reporte de Conducción		Gal/hora	Ralentí Gdía	Velocidad Media (km/Hr)	18/04/2017 NOCHE					
				✘ 5.90	✘ 12.27%	12.6	C					
Los Consumos Más Altos							0.20%	0.20%	1	10.00%	200	40%
							0.44%	0.00%	0.82	11.68%	331	36.90%
		Gal/Hora	Horas Trabajadas	Vel. Media (Km/Hr)	Exceso de revoluciones	Conducción a un régimen del motor fuera del rango óptimo	# Aplicaciones fuertes del freno/100Km	% Ralentí	# Aplicaciones de freno	Conducción por Inercia		
1	CV-287	6.64	8.3	12.80	0.00%	0.00%	0.0	11.33%	240.6	38%		
2	CV-250	6.58	8.5	14.40	0.20%	0.00%	0.0	9.25%	356.9	39%		
3	CV-222	6.56	7.4	11.60	0.00%	0.00%	1.2	11.47%	265.7	39%		
4	CV-225	6.52	8.0	11.80	0.00%	0.00%	1.1	13.28%	302.2	39%		
5	CV-286	6.47	9.1	14.40	8.20%	0.10%	3.1	8.15%	455.2	36%		
6	CV-233	6.43	5.9	11.60	0.50%	0.00%	2.9	12.79%	475.1	36%		
7	CV-290	6.27	9.3	14.50	0.00%	0.00%	1.5	7.23%	294.7	36%		
8	CV-189	6.27	4.3	11.20	0.00%	0.00%	2.1	15.56%	366.1	36%		
9	CV-248	6.23	7.3	10.90	0.30%	0.00%	1.3	17.01%	329.2	38%		
10	CV-245	6.22	8.4	14.80	0.00%	0.00%	0.0	5.81%	717.9	40%		
11	CV-293	6.13	9.4	12.00	0.00%	0.00%	1.8	8.83%	0.0	37%		
12	CV-247	6.11	7.9	13.00	0.00%	0.00%	0.0	10.73%	544.0	38%		
13	CV-244	6.10	8.4	11.80	0.00%	0.00%	1.0	12.28%	226.7	40%		
14	CV-249	6.08	8.6	14.50	0.00%	0.00%	0.0	8.81%	261.1	39%		
15	CV-238	6.01	7.9	14.10	0.00%	0.00%	0.0	10.99%	469.5	37%		
16	CV-294	5.96	10.0	12.00	0.00%	0.00%	0.0	13.33%	0.0	41%		
17	CV-236	5.94	7.5	10.80	1.40%	0.00%	2.5	14.01%	376.0	31%		
18	CV-292	5.88	9.5	12.20	0.00%	0.00%	2.6	10.72%	0.0	38%		
19	CV-240	5.88	7.9	11.40	0.30%	0.00%	1.1	10.66%	340.4	37%		
20	CV-242	5.88	8.6	13.70	0.20%	0.00%	2.6	9.13%	233.0	38%		
21	CV-291	5.86	9.7	11.60	0.40%	0.00%	0.0	12.55%	77.7	38%		
22	CV-252	5.85	8.5	13.60	0.00%	0.00%	0.0	11.27%	198.0	39%		
23	CV-241	5.80	5.2	14.20	0.20%	0.00%	0.0	9.87%	238.4	40%		
24	CV-285	5.77	7.6	13.60	0.10%	0.00%	0.0	9.56%	218.7	37%		
25	CV-246	5.77	8.3	11.50	0.00%	0.00%	0.0	13.53%	496.1	40%		
26	CV-231	5.72	8.1	12.10	0.00%	0.00%	0.0	12.48%	541.6	38%		
27	CV-243		2.4									
28	CV-289	5.66	8.2	12.70	1.10%	0.00%	1.0	10.83%	152.1	33%		
29	CV-232	5.63	8.8	13.10	0.00%	0.00%	0.9	9.59%	384.8	21%		
30	CV-239	5.56	8.5	12.00	0.80%	0.00%	0.0	12.83%	728.1	34%		
31	CV-251	5.53	8.6	13.50	0.10%	0.00%	0.0	11.10%	371.9	38%		
32	CV-288	5.52	6.8	11.20	0.30%	0.00%	1.3	13.03%	388.7	37%		
33	CV-295	5.46	10.2	11.40	0.00%	0.00%	0.0	8.91%	88.7	35%		
34	CV-229	5.42	4.0	10.80	0.80%	0.00%	0.0	22.14%	534.9	36%		
35	CV-235	5.04	6.2	12.00	0.00%	0.00%	0.0	18.02%	577.9	40%		
36	CV-230		1.1									
37	CV-224		2.4									
38	CV-237		2.2									
39	CV-234		0.0									

Figura 60. Reporte de Ratios de CV, abril 2017.
Fuente: Reporte de logística La Zanja, 2018.

Anexo 6. Reporte de Ratios CV, mayo 2017

SCANIA		Gal/hora	Ralenti Gdía	Velocidad Media (km/Hr)	16/05/2017					
Reporte de Conducción		✘ 5.81	⚠ 10.52%	12.2	DÍA					
Los Consumos Más Altos					C					
					0.20%	1	10.00%	200	40%	
					0.25%	0.33	10.13%	214	38.29%	
		Gal/Hora	Horas Trabajadas	Vel. Media (Km/Hr)	Exceso de revoluciones	Conducción a un régimen del motor fuera del rango óptimo	# Aplicaciones fuertes del freno/100Km	% Ralenti	# Aplicaciones de freno	Conducción por Inercia
1	CV-189	6.46	7.2	11.90	✘ 0.20%	✓ 0.00%	✘ 2.3	✘ 11.49%	227.0	✓ 42%
2	CV-230	6.45	9.0	13.10	✘ 0.40%	✓ 0.00%	✓ 0.0	✓ 8.52%	170.7	✓ 40%
3	CV-250	6.38	8.9	13.80	✓ 0.00%	✓ 0.00%	✓ 0.0	✓ 5.67%	76.8	✓ 41%
4	CV-225	6.36	8.6	11.20	✘ 1.00%	✓ 0.00%	✓ 0.0	✘ 14.22%	612.0	✓ 42%
5	CV-248	6.31	8.2	10.80	✘ 0.20%	✓ 0.00%	✓ 0.0	✘ 11.51%	309.5	✓ 39%
6	CV-242	6.30	8.5	14.70	✘ 1.00%	✓ 0.00%	⚠ 0.8	✓ 6.51%	582.8	✓ 39%
7	CV-252	6.20	8.8	13.30	✘ 0.50%	✓ 0.00%	✓ 0.0	✓ 5.93%	157.2	✓ 40%
8	CV-243	6.15	8.2	12.60	✓ 0.00%	✓ 0.00%	✓ 0.0	✓ 6.75%	226.9	✓ 41%
9	CV-240	6.11	7.6	12.00	✓ 0.00%	✓ 0.00%	✓ 0.0	✓ 3.33%	156.3	✓ 42%
10	CV-239	6.11	8.8	14.00	✓ 0.00%	✓ 0.00%	✓ 0.0	✓ 5.12%	118.6	✓ 39%
11	CV-237	6.02	8.2	13.00	✘ 3.60%	✓ 0.00%	✓ 0.0	⚠ 10.27%	329.5	✓ 38%
12	CV-233	6.00	8.9	13.00	✓ 0.00%	✓ 0.00%	✓ 0.0	✓ 8.19%	99.8	✓ 38%
13	CV-285	5.99	8.3	12.70	✓ 0.00%	✓ 0.00%	✓ 0.0	✓ 5.95%	83.3	✓ 42%
14	CV-234	5.93	7.2	13.70	✘ 0.50%	✓ 0.00%	✘ 2.0	✓ 8.12%	201.9	✘ 19%
15	CV-287	5.90	8.6	11.40	✓ 0.00%	✓ 0.00%	✓ 0.0	✘ 13.41%	345.2	✓ 38%
16	CV-292	5.90	8.3	11.80	✘ 0.20%	✓ 0.00%	✘ 5.1	✓ 8.11%	94.8	✓ 38%
17	CV-229	5.87	8.1	11.20	✓ 0.00%	✓ 0.00%	✓ 0.0	✘ 14.19%	336.2	✓ 38%
18	CV-288	5.84	7.5	11.50	✓ 0.00%	✓ 0.00%	✓ 0.0	✘ 11.74%	268.8	✓ 37%
19	CV-244	5.76	8.2	11.30	✓ 0.00%	✓ 0.00%	✓ 0.0	⚠ 10.25%	163.2	✓ 40%
20	CV-232	5.75	9.0	13.10	✘ 0.20%	✓ 0.00%	✓ 0.0	✓ 7.19%	174.7	✓ 38%
21	CV-289	5.73	9.1	13.80	✘ 0.20%	✓ 0.00%	✓ 0.0	✓ 7.35%	121.1	✓ 40%
22	CV-246	5.71	8.3	10.80	✓ 0.00%	✓ 0.00%	✓ 0.0	✘ 11.59%	444.3	✓ 37%
23	CV-295	5.68	8.3	10.90	✓ 0.00%	✓ 0.00%	✓ 0.0	⚠ 10.31%	67.9	✓ 37%
24	CV-290	5.65	7.2	13.80	⚠ 0.10%	✓ 0.00%	✓ 0.0	✓ 8.41%	233.5	✓ 39%
25	CV-231	5.65	8.1	12.20	✓ 0.00%	✓ 0.00%	⚠ 1.0	✘ 11.72%	469.5	✓ 37%
26	CV-247	5.63	7.9	10.80	✓ 0.00%	✓ 0.00%	✓ 0.0	✘ 16.14%	230.7	✓ 40%
27	CV-238	5.63	9.4	12.80	✓ 0.00%	✓ 0.00%	✓ 0.0	✓ 9.90%	223.7	✓ 39%
28	CV-293	5.62	9.2	10.60	✘ 0.20%	✓ 0.00%	✓ 0.0	✘ 17.11%	0.0	✓ 40%
29	CV-286	5.59	7.0	12.50	⚠ 0.10%	✓ 0.00%	✘ 1.1	✘ 12.09%	159.7	✓ 38%
30	CV-245	5.57	8.5	13.20	⚠ 0.10%	✓ 0.00%	✓ 0.0	✓ 8.88%	193.7	✓ 40%
31	CV-251	5.56	7.9	12.70	✓ 0.00%	✓ 0.00%	✓ 0.0	✓ 7.02%	140.3	✓ 38%
32	CV-294	5.49	8.3	10.60	✓ 0.00%	✓ 0.00%	✓ 0.0	✘ 15.18%	18.2	✓ 41%
33	CV-235	5.37	8.5	12.90	✓ 0.00%	✓ 0.00%	✓ 0.0	✓ 9.96%	250.1	✓ 39%
34	CV-249	5.32	4.4	12.20	⚠ 0.10%	✓ 0.00%	✓ 0.0	✓ 6.77%	282.9	✘ 30%
35	CV-236	5.31	6.1	11.00	✓ 0.00%	✓ 0.00%	✓ 0.0	✘ 13.60%	241.8	✓ 39%
36	CV-224		3.2							
37	CV-241	5.10	8.2	13.00	✓ 0.00%	✓ 0.00%	✓ 0.0	✓ 9.84%	106.7	✓ 40%
38	CV-291	4.82	8.4	9.20	✘ 0.80%	✓ 0.00%	✓ 0.0	✘ 22.47%	9.0	✘ 34%
39	CV-222		1.2							

Figura 61. Reporte de Ratios de CV, mayo, 2017.
Fuente: Reporte de logística La Zanja, 2018.

Anexo 7. Reporte de Ratios CV, junio 2017

SCANIA		Gal/hora	Ralenti Gdia	Velocidad Media (km/Hr)	16/06/2017					
Reporte de Conducción		✗ 5.97	✗ 11.30%	13.9	NOCHE					
Los Consumos Más Altos					C					
					0.20%	1	10.00%	200	40%	
					0.70%	0.22	13.74%	258	38.21%	
		Gal/Hora	Horas Trabajadas	Vel. Media (Km/Hr)	Exceso de revoluciones	Conducción a un régimen del motor fuera del rango óptimo	# Aplicaciones fuertes del freno/100Km	% Ralenti	# Aplicaciones de freno	Conducción por Inercia
1	CV-224	7.55	11.0	7.20	✓ 0.00%	⚠ 0.10%	⚠ 0.7	✗ 108.28%	✓ 134.5	✓ 42%
2	CV-231	6.72	10.5	14.90	✗ 0.20%	✓ 0.00%	✓ 0.0	✓ 6.71%	✓ 221.1	⚠ 40%
3	CV-193	6.67	7.5	13.80	✗ 0.30%	⚠ 0.10%	✗ 1.9	✗ 12.21%	⚠ 391.7	⚠ 37%
4	CV-189	6.65	8.1	14.30	⚠ 0.10%	✓ 0.00%	✓ 0.0	✓ 8.04%	⚠ 287.0	⚠ 40%
5	CV-244	6.44	10.5	14.50	✓ 0.00%	✓ 0.00%	✓ 0.0	✓ 8.62%	✓ 162.0	✓ 41%
6	CV-286	6.40	10.3	15.20	✗ 5.90%	✓ 0.00%	⚠ 0.6	✓ 7.24%	⚠ 461.6	⚠ 36%
7	CV-285	6.36	10.5	14.80	✗ 0.70%	✓ 0.00%	⚠ 0.6	✓ 6.42%	✓ 172.3	⚠ 38%
8	CV-232	6.35	10.8	14.00	✗ 3.90%	✓ 0.00%	✓ 0.0	✓ 9.37%	⚠ 319.3	⚠ 39%
9	CV-240	6.25	10.5	14.60	⚠ 0.10%	✓ 0.00%	✓ 0.0	✓ 8.86%	✓ 160.9	✓ 41%
10	CV-239	6.21	10.0	13.00	✗ 3.80%	✓ 0.00%	✓ 0.0	✗ 13.28%	⚠ 583.0	⚠ 38%
11	CV-294	6.17	10.4	14.90	✗ 0.30%	✓ 0.00%	✓ 0.0	✓ 7.42%	✓ 29.6	⚠ 40%
12	CV-246	6.14	10.8	15.10	✓ 0.00%	✓ 0.00%	✓ 0.0	✓ 6.69%	⚠ 331.6	⚠ 39%
13	CV-229	6.11	10.5	13.40	✗ 1.00%	✓ 0.00%	✓ 0.0	⚠ 10.91%	⚠ 304.2	✗ 17%
14	CV-290	6.09	10.3	15.10	⚠ 0.10%	✓ 0.00%	⚠ 0.6	✓ 6.80%	✓ 190.4	⚠ 37%
15	CV-291	6.09	10.1	14.80	✗ 0.20%	✓ 0.00%	✓ 0.0	✓ 7.81%	✓ 53.3	⚠ 39%
16	CV-293	6.05	10.5	15.10	✓ 0.00%	✓ 0.00%	✓ 0.0	✓ 7.28%	✓ 0.0	✓ 41%
17	CV-250	5.98	10.7	13.20	✗ 0.20%	✓ 0.00%	✓ 0.0	✗ 14.49%	⚠ 430.1	✓ 41%
18	CV-289	5.97	10.5	15.00	✗ 0.70%	✓ 0.00%	✓ 0.0	✓ 8.33%	✓ 102.5	⚠ 39%
19	CV-287	5.92	5.8	14.30	✗ 0.60%	✓ 0.00%	✓ 0.0	✓ 9.66%	✓ 134.9	⚠ 38%
20	CV-222	5.83	8.3	13.80	✗ 0.30%	⚠ 0.10%	✓ 0.0	✗ 11.33%	⚠ 259.6	✓ 42%
21	CV-247	5.82	7.5	13.80	⚠ 0.10%	✓ 0.00%	✓ 0.0	✗ 13.66%	⚠ 348.7	⚠ 37%
22	CV-252	5.80	8.7	12.40	✗ 0.60%	✓ 0.00%	✓ 0.0	✗ 14.90%	⚠ 285.6	⚠ 39%
23	CV-251	5.78	6.0	14.50	✗ 0.20%	✓ 0.00%	✗ 2.3	✓ 9.29%	⚠ 424.6	⚠ 39%
24	CV-233	5.75	10.4	13.40	⚠ 0.10%	✓ 0.00%	✓ 0.0	✗ 12.85%	⚠ 275.2	✓ 40%
25	CV-245	5.70	5.8	13.80	⚠ 0.10%	✓ 0.00%	✓ 0.0	✗ 11.83%	⚠ 690.2	⚠ 38%
26	CV-236	5.65	8.6	13.60	✗ 1.10%	✓ 0.00%	✓ 0.0	✗ 15.14%	⚠ 380.4	✗ 35%
27	CV-295	5.65	7.1	14.20	⚠ 0.10%	✓ 0.00%	✓ 0.0	✗ 12.43%	✓ 53.5	⚠ 37%
28	CV-249	5.47	10.2	12.30	✗ 0.40%	✓ 0.00%	✓ 0.0	✗ 13.74%	⚠ 237.5	✓ 41%
29	CV-243	5.46	10.2	12.20	✗ 0.20%	✓ 0.00%	✓ 0.0	✗ 12.84%	✓ 182.7	✓ 40%
30	CV-241	5.41	9.4	12.70	⚠ 0.10%	✓ 0.00%	✓ 0.0	✗ 14.94%	⚠ 241.6	⚠ 39%
31	CV-288	5.29	5.3	13.50	✗ 0.20%	✓ 0.00%	✓ 0.0	✗ 14.58%	✓ 150.0	⚠ 37%
32	CV-235		2.5							
33	CV-234		0.1							
34	CV-225		0.1							
35	CV-230		3.6							
36	CV-238		0.4							
37	CV-248		0.1							
38	total gener		293.8							
39	0		0.0							

Figura 62. Reporte de Ratios CV, junio 2017.
Fuente: Reporte de logística La Zanja, 2018.

Anexo 8. Ratios de consumo de combustible



REPORTE MENSUAL DE CONSUMO DE
COMBUSTIBLE – INFORME -011.

AREA DE
MANTENIMIENTO
1726 – La Zanja
Página 4 de 9

CUADRO DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE EN VOLVO

- Ratio de consumo de combustible en horas trabajadas reales en producción.
- Ratio de consumo de combustible el ralenti.
- Total de galones.

Dynafleetonline Volvo ratio de camión volquete									
EQUIPO	Gal/Hora (General)	Horas Trabajadas	Gal-Total	Horas Ralenti Real	Gal-Ralenti	Ratio-Ralenti	Horas Trabajadas (Minado)	Galones (Minado)	Ratio (Minado)
CV-253	6,3	589,7	3734,03	38,92	28,79	0,74	550,80	3705,24	6,73
CV-254	6,6	472,3	3128,90	32,11	23,76	0,74	440,14	3105,14	7,05
CV-255	6,5	571,6	3721,43	45,73	33,83	0,74	525,84	3687,60	7,01
CV-256	6,4	601,2	3821,40	40,88	30,24	0,74	560,27	3791,16	6,77
CV-257		786,38	1063,02	629,89	465,97	0,74	156,49	597,05	3,82
CV-258	6,4	515,5	3305,29	38,66	28,60	0,74	476,85	3276,69	6,87
CV-253	6,3	589,7	3734,03	38,92	28,79	0,74	550,80	3705,24	6,73
CV-254	6,6	472,3	3128,90	32,11	23,76	0,74	440,14	3105,14	7,05
CV-255	6,5	571,6	3721,43	45,73	33,83	0,74	525,84	3687,60	7,01
CV-256	6,4	601,2	3821,40	40,88	30,24	0,74	560,27	3791,16	6,77
CV-257		786,38	1063,02	629,89	465,97	0,74	156,49	597,05	3,82
CV-258	6,4	515,5	3305,29	38,66	28,60	0,74	476,85	3276,69	6,87
CV-259	6,6	560,8	3675,68	43,18	31,94	0,74	517,57	3643,74	7,04
CV-260	6,4	568,8	3668,64	40,39	29,88	0,74	528,43	3638,76	6,89
CV-261	6,3	563,0	3536,32	34,91	25,82	0,74	528,09	3510,50	6,65
CV-262	6,2	542,9	3386,04	38,55	28,52	0,74	504,39	3357,52	6,66
CV-275	6,5	370,3	2422,75	28,88	21,37	0,74	341,42	2401,38	7,03
CV-276	6,7	572,7	3816,75	44,09	32,62	0,74	528,56	3784,13	7,16
CV-277	6,6	550,9	3619,69	43,52	32,19	0,74	507,36	3587,50	7,07
CV-278	6,5	580,0	3797,16	40,02	29,60	0,74	539,95	3767,56	6,98
CV-279	6,7	588,7	3926,61	41,21	30,49	0,74	547,51	3896,12	7,12
CV-280	6,5	590,3	3849,83	41,91	31,00	0,74	548,36	3818,83	6,96
CV-281	6,6	583,4	3896,04	40,67	30,09	0,74	548,75	3865,95	7,05
CV-282	6,8	580,0	3944,84	35,38	26,17	0,74	544,65	3918,67	7,19
CV-283	6,7	454,6	3037,71	31,37	23,20	0,74	423,22	3014,51	7,12
PROMEDIO	6,5					PROMEDIO 0,74			PROMEDIO 6,76

Ricardo De la Cruz Aguilar

Responsable de Combustible

Figura 63. Ratios de consumo de combustible, de equipos CV, Ralenti.
Fuente: Reporte de logística La Zanja, 2018.

Anexo 9. Reporte de conducción de CV, La Zanja

Tabla 38.

Reporte de conducción de CV, La Zanja

Etiquetas de fila	Promedio de Gal/ Hr	Suma de Horas Motor Real	Promedio de Velocidad de conducción media (km/h)	Promedio de Tiempo por encima del nivel económico	Suma de % de Ralentí Real	Suma de Número de frenados promedio (cantidad/100km)	Suma de Combustible total (galones)
CV-280 E833428	6.05	5.57	16.25	0.34	6.9%	237.00	33.68
CV-262 E833699	5.84	5.93	16.01	0.31	9.0%	288.00	34.63
CV-282 E833430	5.69	4.85	15.05	0.28	9.0%	289.00	27.62
CV-283 E833431	5.76	5.53	15.55	0.28	5.5%	195.00	31.86
CV-274 E833258	5.09	5.73	13.64	0.28	8.7%	171.00	29.21
CV-257 E833696	6.27	4.97	15.31	0.24	5.4%	126.00	31.14
CV-259 E833698	4.42	5.30	13.37	0.22	11.5%	379.00	23.45
CV-279 E833365	5.95	5.50	15.25	0.22	7.9%	294.00	32.73
CV-254 E833737	5.77	3.17	15.26	0.21	12.7%	454.00	18.26
CV-276 E833426	4.96	6.13	13.77	0.20	10.0%	295.00	30.41
CV-256 E833695	5.57	5.20	16.68	0.19	7.1%	260.00	28.97
CV-260 E833779	5.47	5.18	15.24	0.17	6.3%	91.00	28.37
CV-275 E833259	4.98	4.17	15.14	0.17	9.6%	200.00	20.74
CV-277 E833427	4.70	1.98	16.67	0.17	8.9%	301.00	9.32
CV-278 E833364	5.31	6.07	13.17	0.14	14.3%	566.00	32.21
CV-253 E833778	5.50	5.17	14.88	0.13	8.9%	334.00	28.40
CV-261 E833780	4.58	3.88	15.09	0.12	10.7%	369.00	17.78
CV-258 E833697	5.73	5.45	14.52	0.12	3.8%	162.00	31.24
CV-255 E833694	3.64	0.45	13.28	0.10	23.9%	602.00	1.64
CV-281 E833429	1.93	0.15	13.28	0.00	100.0%	0.00	0.29
Total general	5.16	90.38	14.95	0.19	280.1%	5613.00	491.95

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Anexo 10. Promedio de hrs mantenimiento

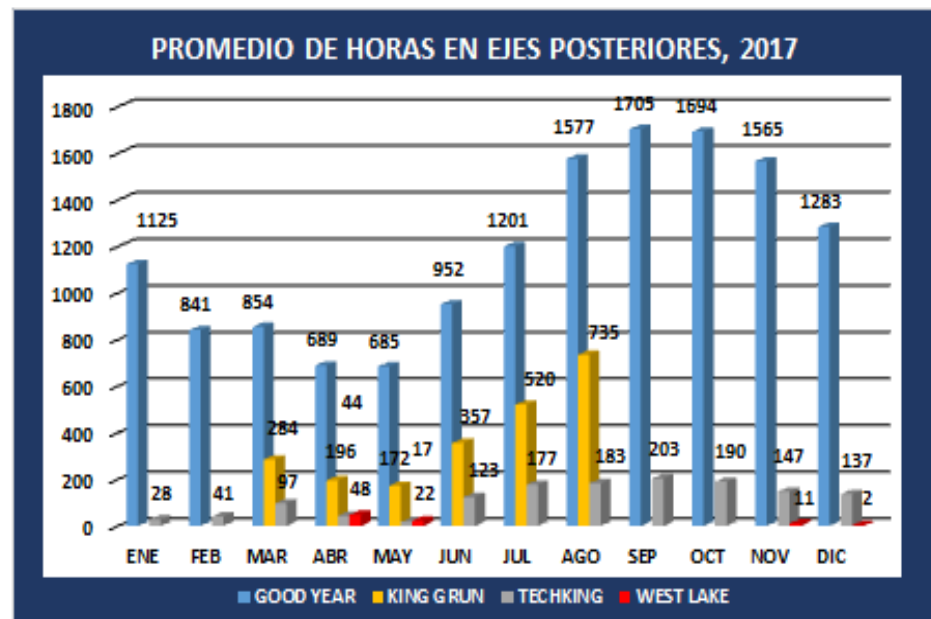
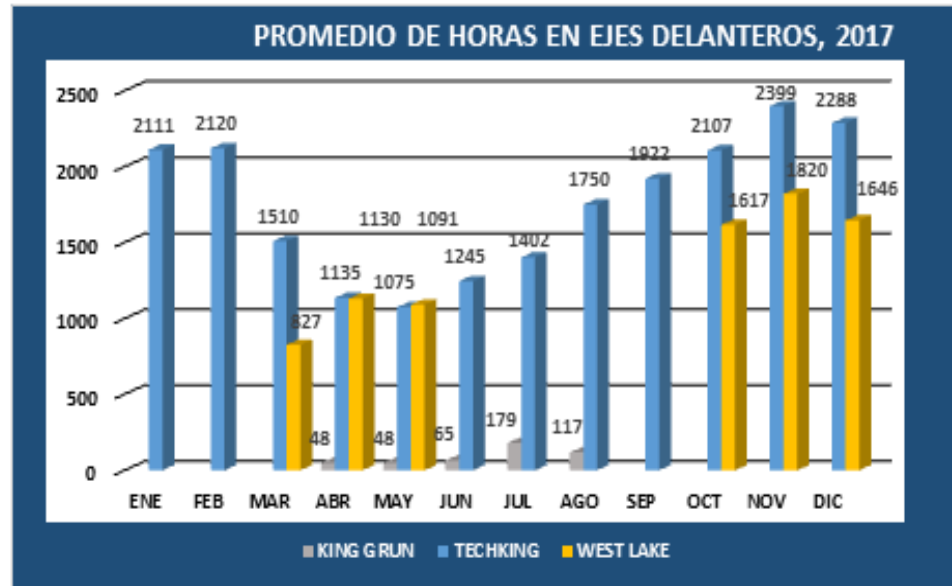


Figura 64. Promedio de horas de mantenimiento en CV. 2017.
Fuente: Reporte de logística La Zanja, 2018.

Anexo 11. Consumo mensual de neumáticos por marca

CONSUMO MENSUAL DE NEUMÁTICOS POR MARCA									
MESES	GOOD	TECHK	RENOVA MOTO	WEST	KIN GRUNG	SOLIDEAL 12.5/80X18	SOLIDEAL16.8X28	GOOD MOTO	TOTAL UNIDADES
ENERO	281	40		40					381
FEBRERO	256	130		2	32				420
MARZO	384	120			55	2			561
ABRIL	432	144			91	2	2	4	675
MAYO	280	82			60				422
JUNIO	240	98			60	2	2	8	408
JULIO	138	28	4	38	28	2			234
AGOSTO	160		6	52	42	2			262
SEPTIEMBRE	168			68		2			238
OCTUBRE	224			64		2	1	4	295
NOVIEMBRE	153	20	4	73			2	2	254
DICIEMBRE	298	64	4	24					390
TOTAL GENERAL									4520

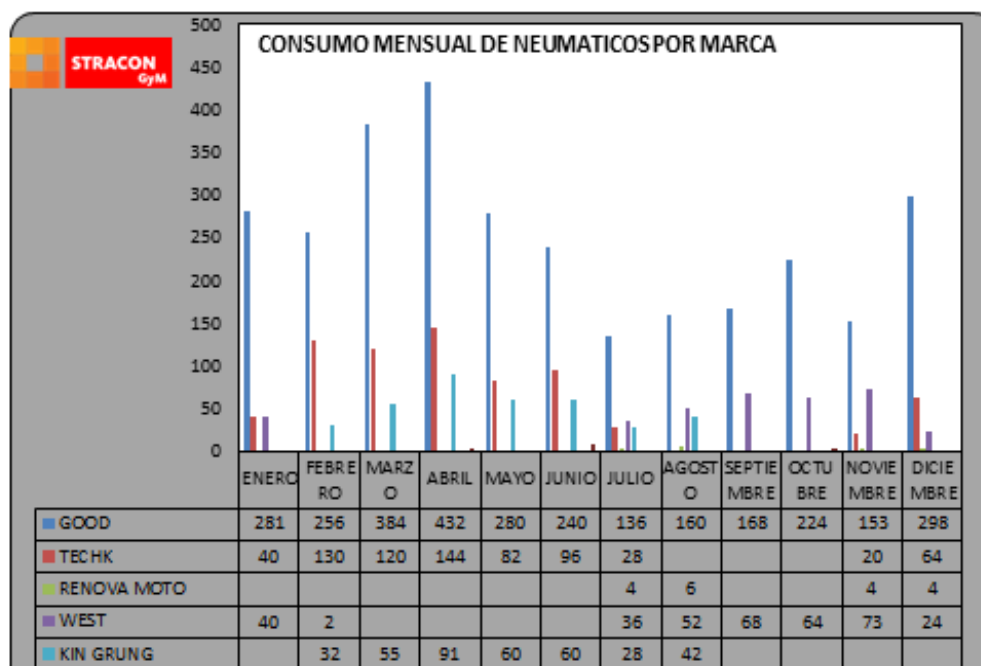


Figura 65. Consumo mensual de neumáticos por marca, CV. 2017.

Fuente: Reporte de logística La Zanja, 2018.

Anexo 12. Equipos camiones volquete, La Zanja Cajamarca, 2018



Figura 66. Charla de 5 minutos antes de empezar sus labores. La Zanja Cajamarca, 2018.
Fuente: Área de carguío y acarreo, La Zanja Cajamarca, 2018.

Anexo 13. Revisión del tanque de combustible



Figura 67. Verificación del tanque de combustible a CV La Zanja, 2018.
Fuente: Área de carguío y acarreo, La Zanja Cajamarca, 2018.

Anexo 14. Aplicación de la encuesta a conductores de La Zanja



Figura 68. Aplicación de la encuesta a conductores de La Zanja, 2018.
Fuente: Elaboración propia, 2018.

Anexo 15. Capacitación focalizada de operadores CV

Capacitación a conductores

Operador 1	verificación de mantener el consumo de combustible Volquete CV-00290 SCANIA P460 OPTICRUISE 8X4 Tiempo y consumo de combustible en un primer día Curva 6 en mal estado se realizó el mantenimiento de vía a las 2:00 pm (pide reducción de OBSERVACIONES velocidades cuando regresas en vacío LUGAR Tajo Pampa Verde Nivel 3342 al PAD la Zanja (L-5).
Operador 2	Volquete CV-00256 VOLVO FMX 480 ISHIFT 8X4 Tiempo y consumo de combustible en un primer día Se paralizó el tránsito por levantamiento de camioneta con grúa plataforma OBSERVACIONES por 16 minutos (3:48 a 4:0 LUGAR Tajo Pampa Verde Nivel 3348 al PAD la Zanja (L-5). viajes
Operador 3	Volquete CV-00281 VOLVO FMX 480 ISHIFT 8X4 Tiempo y consumo de combustible en un primer día Ingreso y Salida de entrega de tickets con mucho desnivel OBSERVACIONES Se paralizó por Neblina Densa por 5:36 horas (1:24 pm a 7:00 pm) LUGAR Tajo Pampa Verde Nivel 3342 al PAD la Zanja (L-5). viajes
Operador 4	Volquete CV-00281 VOLVO FMX 480 ISHIFT 8X4 Tiempo y consumo de combustible en un primer día Ingreso y Salida de entrega de tickets con mucho desnivel. Se paralizó por Neblina Densa por 5:36 horas (1:24 pm a 7:00 pm) Tajo Pampa Verde Nivel 3342 al PAD la Zanja (L-5).

promedio de ratios Antes de la optimización					
Conduct.	viajes	Ciclo Promedio	Total Horas	Ratio Pro D2	Total D2
1	7	1.18	8.28	7.00	57.96
2	7	1.18	8.25	7.00	57.75
3	4	1.21	4.83	4.00	19.32
4	7	1.25	8.73	7.00	61.11
promedio de ratios Después de la optimización					
Conduct.	viajes	Ciclo Promedio	Total Horas	Ratio Pro D2	Total D2
1	5	0.85	4.23	5.00	21.15
2	6	0.87	5.23	6.00	31.38
3	5	1.05	5.23	5.00	26.15
4	5	1.25	6.23	5.00	31.15

Figura 69. Capacitación focalizada de operadores CV. La Zanja, 2018.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Anexo 16. Capacitación a operadores CV



Figura 70. Capacitación a conductores de CV. La Zanja, 2018.
Fuente: Elaboración propia, 2018.

Anexo 17. Ratios promedios (GLN/H) 2017

Tabla 39

Ratios promedio en (GLN/H) 2017

STRACON Gym		RATIOS (GLN/H) 2017											
N°		ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
1	CV-00229	6.5	8.6	6.5	6.3	6.9	5.4	5.4	5.5	5.8	6.8	5.4	6.5
2	CV-00230	6.9	6.9	6.9	8.9	6.8	5.4	5.7	5.7	5.7	5.7	5.4	6.8
3	CV-00231	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	5.4	5.3	5.8	5.5	5.5	5.5	6.9
4	CV-00232	6.7	6.7	6.7	6.9	5.6	5.5	5.8	9.2	5.5	5.3	5.1	6.7
5	CV-00233	6.7	6.7	6.7	8.8	5.4	5.1	5.4	8.1	5.2	5.4	6.3	6.8
6	CV-00234	7.9	7.9	6.9	6.9	6.9	6.3	5.2	5.9	5.4	5.9	5.8	7.0
7	CV-00235	7.5	6.9	6.5	6.8	6.8	5.8	5.7	6.0	5.9	5.7	5.2	6.9
8	CV-00236	6.9	6.8	6.9	6.8	6.8	5.2	5.5	5.9	5.4	5.7	5.4	6.8
9	CV-00237	6.4	6.7	6.4	6.9	5.5	5.4	5.2	5.4	5.7	5.8	6.0	6.8
10	CV-00238	7.6	6.7	6.6	8.8	5.5	6.0	5.5	5.5	5.5	5.8	5.2	7.0
11	CV-00239	6.5	7.9	6.5	6.9	5.3	5.2	5.7	5.6	5.5	5.0	5.1	6.7
12	CV-00240	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	5.1	5.6	5.6	5.5	6.8	5.3	6.4
13	CV-00241	6.9	6.9	6.9	5.5	7.0	5.3	5.5	5.3	5.3	6.9	5.1	6.7
14	CV-00242	6.7	8.8	6.7	6.9	6.9	5.1	5.3	5.6	5.0	5.8	5.6	6.6
15	CV-00243	6.8	6.9	6.8	7.7	7.7	6.5	5.8	5.8	6.5	6.5	5.9	6.5
16	CV-00244	6.7	6.8	7.0	6.8	6.8	6.8	5.7	6.0	6.8	6.8	5.6	6.8
17	CV-00245	8.5	6.7	11.7	13.9	6.5	6.9	9.0	8.4	6.9	6.9	5.7	6.6
18	CV-00246	7.8	8.7	6.8	6.9	6.8	7.7	6.7	6.7	7.7	6.7	5.3	6.5
19	CV-00247	7.8	11.5	9.9	10.9	9.0	6.8	9.8	6.0	6.8	5.5	5.2	6.8
20	CV-00248	6.8	7.5	9.0	6.8	6.7	7.0	6.7	5.7	7.0	5.6	9.0	6.9
21	CV-00249	7.8	6.9	6.7	7.0	9.8	6.9	6.6	5.9	6.9	5.6	6.7	6.7
22	CV-00250	7.8	6.4	9.8	6.9	6.7	6.8	6.5	5.5	6.8	5.4	9.8	6.8
23	CV-00251	5.8	7.6	6.7	6.8	6.6	6.8	6.7	5.5	6.8	5.5	6.7	5.7
24	CV-00252	7.8	6.5	6.6	7.0	6.5	7.0	6.0	6.0	7.0	5.9	6.6	5.5
25	CV-00275	5.0	9.6	6.5	9.8	6.8	6.7	5.6	5.4	6.7	5.1	6.5	5.3
26	CV-00279	6.8	8.8	6.8	8.7	6.8	8.4	6.5	5.7	8.4	5.5	5.4	5.4
27	CV-00287	6.9	6.7	6.9	5.4	5.6	6.7	6.8	5.6	6.7	5.5	5.7	5.5
28	CV-00288	7.8	6.8	7.7	5.7	6.9	5.7	6.9	5.6	9.0	5.3	5.9	9.0
29	CV-00289	6.8	6.8	6.8	5.6	6.8	5.9	7.7	5.8	6.7	9.0	5.5	6.7
30	CV-00290	6.8	6.9	7.0	5.8	6.8	5.5	6.8	5.9	9.8	6.7	6.8	9.8
31	CV-00291	7.8	6.8	6.9	6.9	9.0	5.6	7.0	6.7	6.7	9.8	9.0	6.7
32	CV-00292	7.8	6.9	6.8	6.8	6.7	6.0	6.9	6.7	6.7	6.7	6.7	6.6
33	CV-00293	7.5	9.8	6.8	8.9	9.8	7.7	6.8	6.6	6.7	6.6	9.8	6.5
34	CV-00294	7.8	6.0	7.0	6.7	6.7	6.8	6.8	6.6	6.6	6.5	6.7	5.8
35	CV-00295	6.3	8.9	6.7	6.7	6.6	7.0	7.0		6.6	5.2	5.8	5.0
36	CV-00253	6.6	6.1	8.4	6.3	6.5	7.7	5.6	6.7	5.6	6.8	5.9	6.8
37	CV-00254	6.7	6.3	6.7	6.3	6.0	6.8	5.6	6.6	6.0	9.0	6.7	6.5
38	CV-00255	6.6	6.3	7.9	6.6	6.4	7.0	5.6	6.6	6.7	6.7	6.7	6.8
39	CV-00256	6.5	6.1	6.9	6.1	6.4	9.7	5.6	6.3	6.6	9.8	6.6	6.9
40	CV-00257	6.7	6.3	6.8	6.5	5.9	6.0	6.5	6.6	6.6	6.7	6.6	6.7

Anexo 18. Ratios promedios (GLN/H) 2018

Tabla 40
Ratios promedio en (GLN/H) 2018

		RATIOS (GLN/H) 2018									
		STRACON CyM									
N°		ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	
1	CV-00229	5.5	4.8	4.9	5.7	6.9	5.4	6.8	4.9	5.5	
2	CV-00230	5.9	5.8	4.9	5.7	6.8	5.4	6.8	4.9	5.7	
3	CV-00231	4.8	5.0	4.8	4.9	6.8	5.4	7.0	4.9	5.8	
4	CV-00232	5.7	5.8	6.7	5.5	5.6	5.5	6.7	4.9	4.9	
5	CV-00233	5.7	4.9	6.7	6.7	5.4	5.1	4.9	6.9	4.9	
6	CV-00234	4.9	4.9	4.9	5.9	4.9	6.3	6.8	6.7	4.9	
7	CV-00235	5.7	4.9	4.7	5.7	4.7	5.8	4.9	4.8	4.9	
8	CV-00236	5.7	4.9	4.9	5.9	4.9	5.2	4.7	4.8	4.9	
9	CV-00237	5.2	4.9	6.4	5.8	6.4	5.4	4.7	4.8	4.9	
10	CV-00238	4.8	4.9	6.6	5.8	6.6	6.0	4.9	4.9	4.9	
11	CV-00239	6.5	6.9	6.5	5.6	6.5	5.2	4.7	4.7	4.9	
12	CV-00240	6.8	6.8	4.8	5.7	4.8	5.1	5.9	4.9	4.9	
13	CV-00241	4.8	6.9	6.9	5.7	4.8	5.3	4.9	5.5	4.9	
14	CV-00242	5.9	6.8	6.7	5.8	4.8	5.1	6.5	5.5	4.9	
15	CV-00243	4.8	6.9	4.8	5.8	4.8	4.7	4.9	5.5	4.9	
16	CV-00244	6.7	6.8	4.8	5.8	4.8	4.7	4.9	5.6	4.7	
17	CV-00245	5.6	6.7	4.8	5.6	4.8	4.9	5.1	4.9	5.6	
18	CV-00246	5.7	4.8	4.9	5.7	4.3	4.7	5.2	4.9	5.7	
19	CV-00247	5.7	4.8	4.7	5.7	4.9	4.9	5.1	4.9	5.7	
20	CV-00248	4.9	5.8	4.9	5.8	4.7	4.9	5.2	4.8	4.9	
21	CV-00249	5.5	5.0	5.5	6.7	4.9	4.7	6.6	6.8	5.5	
22	CV-00250	5.9	5.8	5.5	6.0	4.9	6.8	6.5	5.3	5.9	
23	CV-00251	4.8	5.7	5.5	5.6	4.7	6.8	6.8	5.3	4.8	
24	CV-00252	5.8	5.8	5.6	6.5	4.7	7.0	6.8	4.5	5.8	
25	CV-00275	5.0	4.9	4.9	6.8	4.7	6.7	4.8	5.4	5.0	
26	CV-00279	5.8	4.9	4.9	6.9	4.7	4.9	4.9	5.5	5.8	
27	CV-00287	4.9	5.7	4.9	6.7	4.7	6.8	4.9	5.6	5.6	
28	CV-00288	4.9	5.6	4.8	6.7	4.9	4.9	4.2	5.6	5.6	
29	CV-00289	4.9	5.5	6.8	6.8	4.7	4.7	4.9	4.9	4.9	
30	CV-00290	5.8	5.9	5.3	5.6	4.9	4.7	4.7	5.9	4.2	
31	CV-00291	5.4	5.8	5.3	6.5	4.9	4.9	4.7	6.7	4.7	
32	CV-00292	5.5	5.8	4.5	6.8	4.7	4.7	4.9	4.8	4.8	
33	CV-00293	5.9	5.0	5.4	6.9	4.9	5.9	4.7	4.9	4.9	
34	CV-00294	4.8	5.8	5.5	6.4	4.9	4.9	5.9	4.9	4.9	
35	CV-00295	5.6	5.9	5.6	6.8	4.7	6.5	4.9	4.2	4.2	
36	CV-00253	5.7	4.9	5.6	6.4	4.9	4.9	4.5	4.9	4.9	
37	CV-00254	5.7	4.9	4.9	6.9	4.9	4.9	4.9	4.7	4.7	
38	CV-00255	4.3	4.9	4.7	5.8	4.7	5.1	4.9	6.6	4.5	
39	CV-00256	5.5	5.6	4.9	5.4	4.9	5.2	5.1	4.2	4.2	
40	CV-00257	4.7	4.9	4.2	5.5	5.9	5.3	5.2	4.9	4.9	

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Anexo 19. Abastecimiento de combustible Empresa Minero La Zanja, 2018



Abastecimiento de combustible. Empresa minero La Zanja, Cajamarca 2018

*Figura 71. Abastecimiento de combustible a la empresa minero La Zanja, 2018.
Fuente: Elaboración propia, 2018.*

Anexo 20. Data total de consumo de combustible 2017

Tabla 41
Data total de consumo de combustible 2017

N°	COD. EQUIPO	ENERO		FEBRERO		MARZO		ABRIL		MAYO		JUNIO		JULIO		AGOSTO		SEPTIEMBRE		OCTUBRE		NOVIEMBRE		DICIEMBRE	
		Hrs	GAL	Hrs	GAL	Hrs	GAL	Hrs	GAL	Hrs	GAL	Hrs	GAL	Hrs	GAL	Hrs	GAL	Hrs	GAL	Hrs	GAL	Hrs	GAL	Hrs	GAL
1	CV-00229	549	4886	574	3557	588	3642	479	2405	466	2992	449	2676	501	3280	245	1346	577	3889	428	2615	487.0	3124	477.0	3195.9
2	CV-00230	603	3859	535	3389	458	2899	469	2437	526	3479	504	3594	570	3686	302	1896.56	586	3932	370	2249.2	305.0	1762	371.0	2349.0
3	CV-00231	541	3625	597	3843	590	3798	588	3763	221	1366	476	2899	535	3481	366	2342.4	544	3541	329	2071	508.0	29749	473.0	3045.0
4	CV-00232	550	3740	590	3786	604	3873	604	3986	441	2789	549	3442	562	3583	202	1236.24	572	3684	371	2397.4	430.0	2525	490.0	3142.0
5	CV-00233	539	3611	539	3518	588	3838	538	3392	393	2534	535	3408	553	3607	226	1419.28	580	3718	420	2363.3	492.0	2988	478.0	3120.0
6	CV-00234	574	3732	573	3670	585	3750	388	1923	393	2426	456	2727	510	3167	395	2496.4	541	3744	467	2954.3	563.0	3323	454.0	2910.0
7	CV-00235	535	3158	548	3393	590	3654	434	2689	475	3005	388	2712	608	3925	521	3381.29	585	3867	442	2881.3	432.0	2455	476.0	2948.0
8	CV-00236	597	3522	597	3962	604	4008	307	1545	441	2985	512	3364	367	2359	562	3821.6	591	3995	274	1739	589.0	3570	210.0	1393.5
9	CV-00237	590	3048	590	3831	588	3816	442	2870	509	3134	580	3764	398	2655	297	1597	600	3954	500.5	3116	566.0	3456	409.0	2654.2
10	CV-00238	319	2071	642	3963	600	3701	413	2548	531	3299	425	2635	550	3565	507	2803.4	601	4027	348	2078	574.0	3498	433.0	2673.0
11	CV-00239	588	4057	584	3794	609	3956	446	2899	507	3205	573	3472	579	3761	394	2209	571	3803	458	3006	544.0	3245	498.0	3235.0
12	CV-00240	554	2778	605	3721	574	3531	524	3222	349	2218	570	3488	561	3638	507	3447.6	596	3940	385	2398	561.0	3264.4	481.0	3174.6
13	CV-00241	561	3815	585	3733	535	3415	410	2616	449	2916	538	3470	50	381	441	2844.45	582	2833	437	2265	546.0	3350.	456.0	2910.0
14	CV-00242	273	1828	489	3318	597	4049	336	2282	4	29	555	3519	552	3511	489	2729	590	3841	346	2156	574.0	3512.2	459.0	3113.0
15	CV-00243	490	2992	550	3499	590	3756	386	2459	472	3004	518	3072	570	3596	539	3123.7	596	4047	436.5	2830	545.0	3406.8	507.0	3225.6
16	CV-00244	576	3744	539	3478	611	3943	313	2021	454	2929	540	3467	556	3516	530	3174	590	4372	347	2126	595.0	3631.5	494.0	3187.8
17	CV-00245	552	5215	574	7292	584	7417	363	4613	488	4341	472	2931	75	0	29	211	589	3534	401	2388	551.0	3323	496.0	3160.0
18	CV-00246	609	6821	535	9741	605	11011	172	3130	535	3473	512	3144	545	2953.9	550	2816	590	3918	346	2102	584.0	3462	477.0	3047.0
19	CV-00247	558	3794	597	2998	585	3861	385	2386	597	3851	171	1014	574	3712	531	3210	0	0	387	2415	569.0	3388	495.0	3316.5
20	CV-00248	603	4161	590	3070	550	3465	323	2044	590	3631	567	3510	531	3483	533	3018	589	4082	256	1508	595.0	3636	493.0	3028.0
21	CV-00249	541	3462	611	3910	539	3504	336	2161	611	3929	489	3071	470	3050	543	3204	577	3802	343	2038	533.0	3368	424.0	2790.0
22	CV-00250	550	3630	584	3854	590	3659	416	2667	466	2941	528	3379	597	3796	553	3539.2	595	3844	489	2825	575.0	3460	498.0	3122.0
23	CV-00251	539	3396	605	3812	585	3920	277	1805	526	3310	578	3537	542	2981	570	3138	597	3976	320	2052	561.0	3428	469.0	2976.6
24	CV-00252	574	3732	585	2896	590	2921	382	2451	221	1395	487	3058	505	3256	565	3199.19	594	4021	448	2649	553.0	3360	495.0	3137.9
25	CV-00253	558	3460	590	3658	604	3745	363	2245	441	2684	528	3337	583	3650	552	2892.48	604	3388	500	3082	591.7	3769.3	482.0	3196.0
26	CV-00254	603	4040	604	3044	588	2963	436	2890	393	2427	528	3427	569	3175.02	568	3521.6	275	1826	530	3275	492.0	3144	510.0	3621.0
27	CV-00255	541	6194	588	7879	600	8035	478	6403	393	3847	560	5488	589	3732	551	3460.28	574	3903	528	2856.48	572.5	3614	482.0	3164.0
28	CV-00256	550	3740	600	3067	609	3115	609	3115	475	2801	585	3867	581	3726	542	3447.12	594	3617	497	3024	607.9	3965	252.0	1721.0
29	CV-00257	539	3342	609	3776	574	3560	574	3560	441	2734	489	3286	569	3598	566	3735.6	574	3897	429	2824	186.0	1193	507.0	3329.4
30	CV-00258	574	3905	574	3617	535	3372	535	3372	509	3205	562	3462	584	3054.32	563	3580.68	258	1736	521	3482	515.0	3219	427.6	2769.8
31	CV-00259	535	3639	535	3051	597	3403	597	3403	531	3612	581	3602	557	3627	566	2960.18	574	3800	495	3064	563.0	3603	516.0	3360.2
32	CV-00260	597	3701	597	3701	590	3660	590	3660	507	3144	567	3504	595	3272.5	484	3102.44	564	3469	485	3086	565.4	3668	521.5	3465.0
33	CV-00261	558	3739	590	3660	611	3788	611	3788	349	2281	558	3549	585	3969	539	3320.24	595	4165	515	3297	563.7	3599	503.0	3237.0
34	CV-00262	603	3799	611	3125	584	2987	584	2987	449	2966	603	3980	564	3718.9	543	3366.6	597	3851	385	2467	544.0	3355	512.0	3387.6
35	CV-00274	541	3462	584	3621	605	3751	605	3751	546	3681	541	2727	563	3668	568	3862.4	594	4010	472	2754	564.0	3707	513.0	3453.8
36	CV-00275	550	6237	605	3812	585	3686	585	3686	472	2946	550	3465	448	2792.5	0	0	604	3709	475	2590	582.6	3587	464.0	3944.0
37	CV-00276	539	3665	585	3335	550	3135	550	3135	454	3105	539	3665	562	3627.1	533	3553	275	1733	410	2505	572.8	3551	487.0	3118.3
38	CV-00277	550	3410	550	3410	539	3342	539	3342	488	3073	550	3410	568	3084.24	538	3658.4	574	3869	496.5	2686.07	594.0	3785	466.0	3073.0
39	CV-00278	539	3504	539	7115	539	7115	539	7115	539	3377	539	3072	547	3498	585	3656.25	594	3813	526	3375	581.7	3644	504.0	3272.0
40	CV-00279	574	5685	561	7635	574	7809	574	7809	561	3450	574	3675	547	3710.4	537	3490.5	574	3559	506	3380	590.0	3785.	488.8	3372.7

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Anexo 21. Data total de consumo de combustible 2018

Tabla 42

Data total de consumo de combustible 2018.

N°	COD. DEL EQUIPO 2018	ENERO		FEBRERO		MARZO		ABRIL		MAYO		JUNIO		JULIO		AGOSTO		SEPTIEMBRE	
		Hrs	GALONES	Hrs	GALONES	Hrs	GALONES	Hrs	GALONES	Hrs	GALONES	Hrs	GALONES	Hrs	GALONES	Hrs	GALONES	Hrs	GALONES
1	CV-00229	468	2293	574	3273	588	2998	479	2405	466	2517	449	2470	501	2805.6	245	1249.5	577	2979
2	CV-00230	549	2800	535	2730	458	2364	469	2437	526	2947	504	2602	570	3078	302	1558.9645	586	3047
3	CV-00231	541	2793	597	3082	590	3068	588	3116	221	1083	476	2713	535	2761.7418	366	1903.2	544	2829
4	CV-00232	527	2740	590	3070	604	2960	604	3201	441	2275	549	2690	562	2922.4	202	989.8	572	2631
5	CV-00233	594	3208	539	2641	588	3838	538	2961	393	2046	535	3103	553	2875.6	226	1475.1464	580	2958
6	CV-00234	564	3158	513	2873	585	2984	388	2564	393	1884	456	2326	510	2346	395	2014.5	541	2793
7	CV-00235	535	3158	524	3092	590	3046	434	2212	475	2659	388	2095	608	3100.8	521	2689.4719	585	2808
8	CV-00236	529	3121	513	3027	604	3141	307	1582	441	2249	512	2918	367	1894.5033	562	2922.4	591	2837
9	CV-00237	510	2633	527	2720	588	3175	442	2433	509	2626	580	3132	398	1910.4	297	1603.8	600	2940
10	CV-00238	462	2385	594	3066	600	3058	413	2311	531	2762	425	2168	550	2640	507	2585.7	601	3125
11	CV-00239	456	2462	564	3046	609	3144	446	2899	507	2688	573	2958	579	2837.1	394	2033.8809	571	3026
12	CV-00240	554	2860	535	2763	574	2986	524	3222	349	1712	570	2964	561	3449.9751	507	2636.4	596	2920
13	CV-00241	428	2183	486	2090	535	2730	410	2616	449	2292	538	2744	50	319.07895	441	2249.1	582	2967
14	CV-00242	457	2359	510	2633	597	3082	336	2282	4	20	555	2865	552	3743.7386	489	2524.2836	590	2832
15	CV-00243	468	2434	573	3646	590	3070	386	2459	472	2408	518	2694	570	3626.4142	539	2802.8	596	3040
16	CV-00244	526	2840	456	2943	611	3943	313	2021	454	2360	540	3485	556	3587.8883	530	2771.9	590	3068
17	CV-00245	539	3018	554	3158	584	3738	363	2833	488	2829	472	3021	75	585	29	140.94	589	3416
18	CV-00246	492	2608	612	3978	605	3449	172	1397	535	2763	512	2918	545	2670.5	550	3135	590	3046
19	CV-00247	546	3385	611	3788	585	2984	385	1989	597	3224	171	872	574	2927.4	531	2708.1	0	0
20	CV-00248	538	2851	468	2480	550	2839	323	2002	590	2657	567	2927	531	2548.8	533	2751.4176	589	2651
21	CV-00249	527	2793	521	2761	539	2803	336	2115	611	3177	489	2543	470	2397	543	2823.6	577	3000
22	CV-00250	526	2893	584	3212	590	3010	416	2786	466	2406	528	2693	597	3104.4	553	2820.3	595	3071
23	CV-00251	523	3295	524	2777	585	3020	277	1411	526	2737	578	2984	542	2926.8	570	2942.4165	597	3104
24	CV-00252	513	2719	468	2317	590	3068	382	1974	221	1194	487	2532	505	2606.8778	565	2938	594	3208
25	CV-00253	552	3036	549	3404	604	3745	363	1885	441	2071	528	3274	583	3031.6	552	2704.8	604	2839
26	CV-00254	492	2411	541	2727	588	2963	436	2482	393	1731	528	2661	569	2958.8	568	2862.6376	275	1210
27	CV-00255	541	2965	527	3636	600	3238	478	3249	393	2238	560	3024	589	2709.4	551	2699.9	574	3272
28	CV-00256	550	2915	594	3148	609	3410	609	3115	475	2564	585	3276	581	2963.1	542	3035.2	594	3208
29	CV-00257	539	2857	564	2989	574	2928	574	3560	441	2469	489	3276	569	2958.8	566	2886.6	574	3214
30	CV-00258	536	2948	535	2944	535	2763	535	3372	509	2747	562	2901	584	2686.4	563	2906.2816	258	1393
31	CV-00259	535	2997	529	2962	597	3104	597	3881	531	2742	581	3021	557	2840.7	566	2943.2	574	2963
32	CV-00260	536	2734	510	2601	590	2775	590	3660	507	2637	567	3289	595	3071.4699	484	2516.8	584	2876
33	CV-00261	541	2793	462	2385	611	3422	611	3788	349	1817	558	3125	585	2808	539	3018.4	595	3071
34	CV-00262	537	2792	526	2893	584	2978	584	2987	449	2067	603	3075	564	2707.2	543	2769.3	597	3104
35	CV-00274	541	2921	554	3102	605	3123	605	3751	546	2785	541	2793	563	2702.4	568	2932.0923	594	2792
36	CV-00275	540	3024	428	2183	585	3042	585	3686	472	2437	550	2860	448	2150.4	0	0	604	3382
37	CV-00276	523	2720	457	2359	550	3135	550	3685	454	2179	539	3072	562	2753.8	533	2718.3	275	1403
38	CV-00277	452	2215	536	2767	539	2641	539	3342	488	2341	550	2695	568	3521.6	538	2528.6	574	2963
39	CV-00278	539	2965	628	4333	539	3126	539	3935	539	2641	539	3126	547	3993.1	585	3393	594	3089
40	CV-00279	524	3039	667	4936	574	2756	574	3962	561	3032	574	2756	547	3774.3	537	3060.9	574	3042

Anexo 25. Procesamiento de la información



Horas de operación total del :26/10 al 25/11: 611.8h
 Galones total del 26/10 al 25/11: 10,300.1gal
 Consumo por hora del 26/10 al 25/11: (16.8 gal / h)

Ricardo De la Cruz Aguilar

Responsable de Combustible



Figura 75. Procesamiento de la información por parte del tesista.
Fuente: Elaboración propia, 2018.

Anexo 26. Plano de ubicación empresa minero La Zanja, 2018.

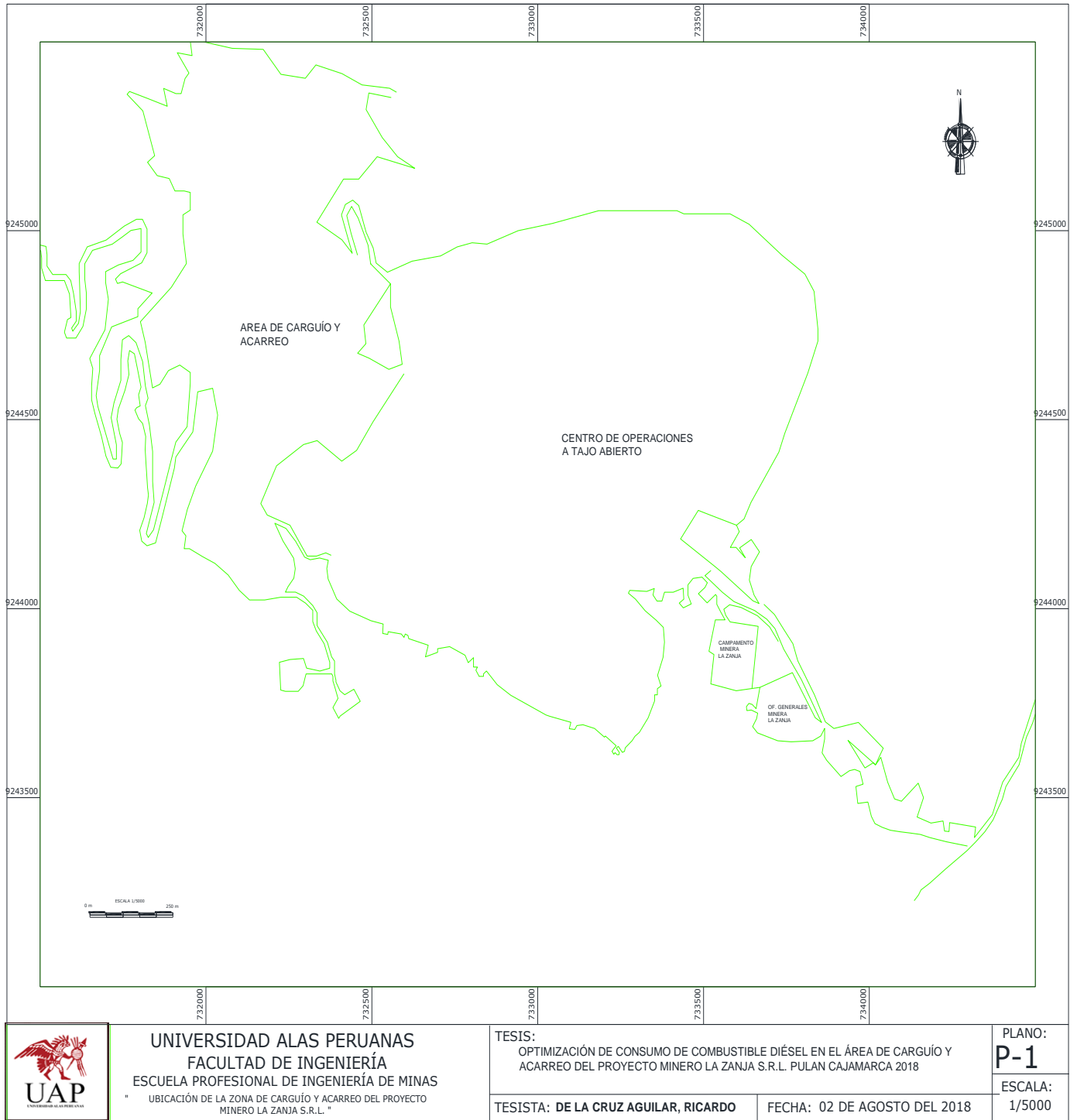


Figura 76. Plano de ubicación de la empresa minero La Zanja, 2018.
Fuente: Elaboración propia, 2018.