



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**“Rediseño del sistema de lubricación de la barra link, para incrementar la
productividad de los camiones CAT793F en Antamina 2019”**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO INDUSTRIAL**

AUTOR:

Pablo César Sánchez Navarro (ORCID: 0000-0003-0943-0456)

ASESOR:

MG. Osmart Raúl Morales Chalco (ORCID 0000-0002-5850-4899)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Gestión Empresarial y Productiva

CALLAO-PERÚ

2019

DEDICATORIA.

Dedico a Dios este trabajo de investigación por darme la vida y la fe de su existencia, en especial a mi madre Catalina Navarro por darme los valores de los cuales gozo, a mi esposa y mis hijas que supieron comprender mis ausencias.

De la misma manera dedico este logro a mi asesor académico Osmar por darme las pautas con las cuales se hizo realidad esta investigación.

AGRADECIMIENTO.

Agradezco a Dios por darme la fe de su existencia y llenarme de fortaleza para sacar adelante, los momentos más difíciles de mi carrera.

Agradezco este logro a todos los docentes de la universidad César Vallejo, que supieron nutrirme con sus conocimientos y experiencia en las diferentes materias desarrolladas a lo largo de este hermoso camino académico.

Pablo César Sánchez Navarro.

PÁGINA DE JURADO



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
DICTAMEN DE SUSTENTACIÓN DE DESARROLLO DEL PROYECTO DE
INVESTIGACIÓN
N° 087-2019/EP.ING. INDUSTRIAL

El Presidente y los miembros del Jurado Evaluador, designados por Resolución Directoral N° 200/UCV-DA-CP INDUSTRIAL-FC de la Escuela Profesional de Ingeniería Industrial, acuerdan:

PRIMERO. -

Aprobado; Pase a publicación ()
Aprobado por Unanimidad (X)
Aprobado por Mayoría ()
Desaprobado ()

El Desarrollo del Proyecto de Investigación presentado por el estudiante:

SANCHEZ NAVARRO PABLO CESAR

Denominado:

"REDISEÑO DEL SISTEMA DE LUBRICACIÓN DE LA BARRA LINK, PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD DE LOS CAMIONES CAT793F EN ANTAMINA 2019".

SEGUNDO. - Al culminar la sustentación el estudiante obtuvo el siguiente calificativo:

NÚMERO	LETRAS	CONDICIÓN
16	DIECISÉIS	APROBADO POR UNANIMIDAD

Presidente: MG. AUGUSTO FERNANDO HERMOZA CALDAS


FIRMA

Secretario: MG. GUILLERMO GILBERTO LINARES SANCHEZ

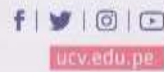

FIRMA

Vocal : MG. OSMAR RAUL MORALES CHALCO


FIRMA

Callao, 17 de julio del 2019

Somos la universidad de los
que quieren salir adelante.



DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo, Pablo César Sánchez Navarro identificado con el DNI N° 25783103, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Industrial, con el desarrollo de proyecto de investigación titulado "Rediseño del sistema de lubricación de la barra link, para incrementar la productividad de los camiones CAT793F en Antamina 2019"

Declaro bajo juramento que:

1. El trabajo de investigación es de mi autoría.
2. Se ha formulado respetando las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas. En conclusión, el trabajo de investigación no ha sido plagiado ni total ni parcialmente.
3. El trabajo de investigación no ha sido auto plagiado; es decir, no ha sido publicado ni presentado anteriormente para obtener un grado académico previo o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados son reales, ninguno ha sido falseado, ni duplicados, tampoco copiados y por tanto los resultados que se presentan en el trabajo de investigación se constituirán en aportes de la realidad investigada.

De identificarse fraude (datos falsos), plagio (información sin citar autores), auto plagio (presentar como nuevo algún trabajo de investigación propio que ya haya sido publicado), piratería (uso ilegal de información ajena) o falsificación (representar falsamente las ideas de otros), asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad César Vallejo.

Callao, 07 octubre del 2019.



Pablo César Sánchez Navarro
DNI N° 25783103

Índice

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
PÁGINA DE JURADO.....	iv
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD.....	v
ÍNDICE DE FIGURAS.....	viii
ÍNDICE DE TABLAS.....	x
RESUMEN.....	1
ABSTRACT.....	2
I. INTRODUCCIÓN.....	3
Hipótesis Específicas.....	24
II. METODOLOGÍA.....	25
2.1.- TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	25
2.2. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	27
2.3. TECNICAS DE INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS, VALIDEZ Y CONFIABILIDAD.....	27
2.3.1. Técnicas.....	27
2.3.2. Instrumentos.....	27
2.3.3. Validez.....	28
2.3.4. Confiabilidad.....	28
2.4. PROCEDIMIENTO.....	29
2.5. METÓDO DE ANÁLISIS DE DATOS.....	29
2.6 ASPECTOS ÉTICOS.....	29
III. RESULTADOS.....	30
3.1.- CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN.....	30
3.2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	31
3.2.1. SITUACIÓN ACTUAL-ANALISIS.....	31
3.2.2. Estado Propuesto.....	38
3.2.3. Análisis Descriptivo.....	52
3.2.4. Estadística Inferencial.....	58
IV. DISCUSIÓN.....	64
V. CONCLUSIONES.....	66
VI. RECOMENDACIONES.....	67
REFERENCIAS.....	68
VII. ANEXOS.....	72

ANEXO 1. Matriz De Consistencia	72
ANEXO 2. Registros.....	74
ANEXO 2.1. De Productividad Antes De La Mejora Durante 20 Semanas.	74
ANEXO 2.2. Registro De Productividad Después De La Mejora Durante 20 Semanas.	75
ANEXO 3: Instrumento de la variable Diseño.....	76
Anexo 3.1. Registro antes del Rediseño.....	76
Anexo 3.2. Registro después del Rediseño.	77
ANEXO 4. CAMIÓN CAT 793F.	78
Anexo 4.1. Características del camión CAT793F.....	78
Anexo 4.2. Camión minero cargado.....	79
Anexo 4.3. Rodamiento oscilante	79
Anexo 4.4. Barra Link especificación	80
Anexo 4.5. Sistema de lubricación del camión.	80
ANEXO 5. Control De Calidad De Fabricaciones De Mejora.....	81
ANEXO 5.1. Key Hard.	81
ANEXO 5.2. Rodamiento oscilante después de electroerosión.	81
ANEXO 5.3. Control De Barrenado A Barra Link.	82
ANEXO 5.4. Topes Tipo Bracket.	82
ANEXO 5.5. Bases Soldables.	83
ANEXO 6. Recuperación Por Soldadura.	84
ANEXO 6.1. Soldeo De Cavidades.....	84
ANEXO 6.2. Barrenado De Cavidades.	84

ÍNDICE DE FIGURAS.

Figura nº1. Diagrama de Ishikawa.	4
Figura nº2. Gráfico de análisis 80/20.	6
Figura nº3. Daños en la transmisión y cardan principal.	31
Figuran nº4. Daños en la manguera de refrigerante y protector.	31
Figura nº5. Salida de su posición de barra Link.	32
Figura nº6. Ubicación física de los seguros de la Barra Link.	32
Figura nº7. Pin principal.	33
Figura nº8 Alojamiento quedan en malas condiciones.	33
Figura nº9. Pin principal.	34
Figura nº10. Rodamiento oscilante original.	34
Figura nº11. Barra Link retirada de camión CAT793F.	35
Figura nº12.Camión CAT793F.	36
Figura nº13.Alojamiento de las bocinas de bakelita.	37
Figura nº14.Diseño de sujeción principal.	37
Figura nº15. Diseño de sujeción secundario.	38
Figura nº16.Diseño de protector.	38
Figura nº17.Vista de corte del sistema de lubricación rediseñado.	39
Figura nº18.Barras Link retiradas del camión.	39
Figura nº19.Barras Link llegada a Budge Lima.	40
Figura nº20. Proceso de retiro de repuestos de la Barras Link.	40
Figura nº21. Proceso de prueba de tintes.	41
Figura nº22 Proceso de soldeo.	41
Figura nº23 Proceso de maquinado.	42
Figura nº24. Proceso de maquinado base soldables.	42
Figura nº25. Proceso de maquinado de Key Hard.	43
Figura nº26. Proceso de maquinado perno especial M48.	43
Figura nº27. Proceso de instalación de rodamiento oscilante.	44
Figura nº28. Proceso de control de calidad.	44
Figura nº29. Proceso de pintura y embalaje.	45
Figura nº30. Proceso de embalaje.	45
Figura nº31. Gráfico resumen de productividad.	51

Figura nº32. Gráfico resumen de Eficiencia.	53
Figura nº33. Gráfico resumen de Eficacia.	55

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Análisis de Pareto.	5
Tabla 2.- Matriz de Operacionalidad	24
Tabla 3. Técnica e instrumentos.	26
Tabla 4.- Cronograma de actividades.	28
Tabla 5.- Registro de inspección semanal	30
Tabla 6.- Registro de producción semanal antes de la mejora.	35
Tabla 7.- Cálculo de inspección semanal antes de la mejora.	36
Tabla 8.- Registro de producción semanal después de la mejora.	46
Tabla 9.- Cálculo de inspección semanal después de la mejora.	47
Tabla 10.- Presupuesto	48
Tabla 11.- Costo de la mejora	49
Tabla 12.- Variable de Productividad	50
Tabla 13.- Variable de Productividad resumen.	50
Tabla 14.- Análisis descriptivo de la diferencia de Productividad antes y después del rediseño	51
Tabla 15. Dimensión Eficiencia.	52
Tabla 16. Dimensión Eficiencia resumen.	52
Tabla 17.- Análisis descriptivo de la diferencia de Eficiencia antes y después del rediseño	53
Tabla 18. Dimensión Eficacia resumen.	54
Tabla 19. Dimensión Eficacia resumen.	54
Tabla 20. Dimensión Eficacia resumen.	55
Tabla 21.- Variable de Productividad prueba de normalidad.	56
Tabla 22. Comparación de medias de productividad antes y después a través de T – Student.	57
Tabla 23. Prueba de T – Student para la variable de Productividad.	57
Tabla 24.- Dimensión Eficiencia prueba de normalidad.	58
Tabla 25. Comparación de las medias de Eficiencia antes y después a través de T – Student.	59
Tabla 26. Prueba de T – Student para la Dimensión Eficiencia.	59
Tabla 27.- Dimensión Eficacia prueba de normalidad.	60

Tabla 28. Comparación de medias de Eficacia antes y después a través de T – Student.	61
Tabla 29. Prueba de T-Student para la Dimensión Eficacia	61

RESUMEN.

En la actualidad las empresas están enfocadas en mejorar la disponibilidad de sus equipos, de esta manera ser más competitivos y mantenerse en el mercado, mejorando su capacidad de respuesta hacia sus clientes, ya que la competencia cada día es mayor.

La investigación y desarrollo del presente proyecto de tesis, se inicia a partir de las constantes paradas de los camiones CAT793F, en la cía. Minera Antamina en el 2019. La salida de su posición de la barra Link, ocasionaba daños en los alojamientos de los pines, en la transmisión principal, en el cardan principal y sus guardas, también en las mangueras de enfriamiento del freno posterior y la base del filtro de convertidor. La oportunidad de investigar y rediseñar el modelo original mediante software de Ingeniería, análisis de materiales, procesos de fabricación, con el objetivo principal de establecer el rediseño del sistema de lubricación y sujeción de la Barra Link, para incrementar la productividad del mantenimiento de los camiones CAT793F en la minera. Encontrando en la primera parte de la investigación poca o nula lubricación y rotura de los pernos del sistema de sujeción por sobre esfuerzo en el sistema de articulación de las barras Link inferiores. Realizamos una evaluación en campo obteniendo datos reales en el momento indicado que se produce la problemática, evaluando los antecedentes y las causas, las cuales determinan rediseñar el sistema. Se realiza las metrologías de los componentes que interviene en dicho sistema de articulación, encontrando la alternativa de proyectar un nuevo ingreso de grasa, darle una sujeción doble más consistente, y para darle mayor tiempo de vida, diseñar un sistema de protección contra la contaminación.

El diseño de investigación es pre experimental, de tipo aplicada longitudinal, la cual tenemos un antes y un después porque se toman los datos y se realizan las pruebas mediante un software de ingeniería aplicando mejoras en el material y protocolos de calidad al rediseño. Los componentes son fabricados bajo estricto control de calidad, contando con máquinas herramientas convencionales y CNC. La empresa Antamina cuenta con una flota de 18 camiones CAT793F, las muestras fueron recolectadas mediante las hojas de seguimiento registro de inspección semanal durante 20 semanas. Encontramos un promedio de 17.25 horas perdidas por camión, esto se pudo reducir a 6.5 horas por camión. Aplicando el rediseño obtuvimos un incremento de la productividad de 23.29%.

Palabras Claves: Sistema, lubricación, productividad, diseño.

ABSTRACT

At present, companies are focused on improving the availability of their equipment, thus being more competitive and staying in the market, improving their ability to respond to their customers, since the competition is increasing every day.

The research and development of this thesis project, starts from the constant stops of CAT793F trucks, in the company. Minera Antamina in 2019. The exit of its position from the Link bar, caused damage to the pin housings, in the main transmission, in the main cardan and its guards, also in the cooling hoses of the rear brake and the base of the converter filter. The opportunity to investigate and redesign the original model through Engineering software, materials analysis, manufacturing processes, with the main objective of establishing the redesign of the Link lubrication system, to increase the productivity of CAT793F trucks in Antamina 2019 Finding in the first part of the investigation little or no lubrication and breakage of the bolts of the fastening system due to over-exertion in the joint system of the lower Link bars. We carry out an evaluation in the field obtaining real data at the indicated time that the problem occurs, evaluating the background and the causes, which determine the redesign of the system. The metrologies of the components involved in said articulation system are carried out, finding the alternative of projecting a new fat intake, giving it a more consistent double support, and to give it a longer life, design a system of protection against contamination.

The research design is pre-experimental, of the longitudinal applied type, which we have a before and after because the data is taken and the tests are carried out by means of engineering software applying improvements in the material and quality protocols to the redesign. The components are manufactured under strict quality control, with conventional machine tools and CNC. The Antamina company has a fleet of 18 CAT793F trucks, samples were collected using the weekly inspection log tracking sheets for 20 weeks. We found an average of 17.25 hours lost per truck; this could be reduced to 6.5 hours per truck. Applying the redesign, we obtained an increase in productivity of 23.29%.

Keywords: System, lubrication, productivity, design.

INTRODUCCIÓN

I. INTRODUCCIÓN.

Las mineras que desarrollan sus actividades a tajo abierto requieren del uso de camiones mineros para transportar los minerales al área de concentradora donde pasan por sus diferentes procesos de chancado y refinado para obtener el concentrado del producto principal, para ser comercializado a los diferentes mercados. Las mineras desarrollan la extracción de los minerales, mediante el uso de equipos como perforadoras, Palas eléctricas y la línea amarilla CAT en general. A efecto de lo accidentado de su área geográfica es que se precipitan los mantenimientos tanto preventivos como correctivos, en el caso específico de la investigación se identifica en la articulación inferior de los camiones CAT793F.

A nivel mundial los camiones mineros desarrollan el traslado del mineral a los diferentes procesos del área de chancado y concentradora. JARA Manuel Ingeniero Civil, profesor de nacionalidad chilena, nos da una descripción simple para poder calcular la importancia de estos camiones mineros, en cuanto al tiempo de servicios mínimos de estos equipos (15 años), también el costo de inversión de 4 millones de dólares, estos datos nos ayudarán a definir un serio trabajo en el mantenimiento preventivo, de esta manera conservar la confiabilidad y disponibilidad. La productividad que puedan arrojar estos equipos depende mucho de la distancia y lo accidentado del camino, ya que al realizar cargas de hasta 220 Toneladas la velocidad se presenta baja, más aún en caminos empinados. Una mina típica de Chile tiene entre 60 y 100 camiones. En la práctica el rediseño va desde aminorar el peso de la tolva, ampliar su capacidad, aumentar la velocidad mientras está cargado, hasta sistemas automáticos, (Revista minería chilena 2014, p.6). De esta manera se busca optimizar la productividad mediante los nuevos diseños de camiones autónomos y la menor intervención del hombre con el objetivo de aminorar costos de producción e intervención del personal en trabajos de alto riesgo.

A nivel Nacional las mineras a tajo abierto cuenta con camiones mineros Caterpillar y Komatsu, con una capacidad de hasta 220 Ton y usando una velocidad de hasta 35 Km/hora, las minas que vienen desarrollando estas extracciones de minerales tenemos a Southern, Chinalco, Las Bambas, Antamina, Cerro Verde y Antapacay entre otras, buscan tener sus unidades operativas, estableciendo un programa de mantenimiento preventivo. Los equipos que desarrollan los diferentes movimientos de tierra en la mina, cuentan con diversos sistemas de lubricación que son monitoreados por el personal de predictivo, realizando los análisis de aceite, cambios y demás controles. Las empresas buscan mejorar los componentes

de los diferentes equipos para evitar las paradas por cambios de componentes que no cumplen con los tiempos mínimos establecidos por el fabricante.

En ese sentido, la minera Antamina, rediseñó el sistema polea de apertura de compuerta de Pala eléctrica P&H, el cual usaba originalmente rodamientos y fue cambiado por bocinas de bronce y se aligero el peso del componente, el cual generaba muchos retrasos y roturas del cable, y por ende las horas de equipo parado. También se podría mencionar la mejora en el diseño del sistema de frenado Hoist perteneciente a la Pala eléctrica Bucyrus, la cual con el objetivo de mejora el frenado del izaje del balde, se cambiaron las pastillas originales, por unas de material con mejores propiedades como son las sinterizadas de cobre. Bocinas de balde, en el sistema de articulación de compuerta y orejas de balde de Pala Bucyrus. En las perforadoras eléctricas HRIII, mejoras en el diseño de la caja de rotación, realizando un separador para que no ingrese agua a la caja y dañe los componentes internos. Freno Pulldown, con mejoras de materiales y estableciendo protocolos de prueba para garantizar la calidad de vida del componente y estableciendo un procedimiento de mantenimiento que pueda ser realizado en mina, para evitar retirarlo prematuramente. En los camiones Komatsu reutilización de los pines centrales para darle una segunda vida útil, colocándole una bocina suple ya que este material que es alto en carbono nos es recomendable recuperar por soldadura. Los antecedentes mencionados, aplicados al rediseño de los diferentes equipos en las mineras del Perú son enfocadas para reducir los costos de mantenimientos, paradas prematuras de equipo y aumento de calidad de vida de los repuestos.

La importancia de los camiones mineros se da, ya que de ellos dependen otras áreas de las mineras de tajo abierto, son los responsables de transportar los minerales que serán seleccionados en el área de concentradora, para sus diferentes procesos de refinado, hasta obtener el producto principal que en este caso es el concentrado de cobre.

De esta manera se analizan los tiempos excesivos de paradas precipitadas, evaluando las causas se observa que las barras Link, llegaban salidas de su posición, originando averías en otros componentes, por la rotura de su sistema de sujeción por la falta evidente de lubricación y nula protección, lo cual dilataba los tiempos de mantenimientos establecidos y sobrecostos por equipo parado.

Es por ello que la Cía. Minera Antamina ubicada en el distrito de San Marcos, provincia de Huari, departamento de Ancash, siendo una minera de poli metales, especialmente en mayor porcentaje de cobre y zinc. Antamina viene de la palabra quechua “anta” que significa cobre, y da origen a mina de cobre. El estudio del yacimiento minero de Antamina fue documentado

en 1860 por el sabio Italiano Antonio Raimondi. La minera es a tajo abierto y cuenta con diferentes equipos como excavadoras, motoniveladoras, Palas eléctricas, Perforadoras eléctricas, cargadores frontales, camiones, los cuales desarrollan sus operaciones bajo un camino accidentado, los efectos del clima juegan en contra de los diseños originales. En el caso del diseño original del sistema de Lubricación en la barra Link de los camiones CAT793F, no estaba dando resultados en la confiabilidad de los tiempos de productividad de los camiones, por lo cual no se podría continuar con este, ya que no se estaría alineado con la política de mejora de la productividad de la compañía

Asimismo, la empresa R. Budge constituida por su Gerente General Rafael Budge, que tiene a la fecha 36 años en el rubro metalmecánico, dando soluciones liderando la fabricación y reparación de componentes para la gran minería. Aplicando mejoras en los materiales, en los diseños haciendo estudios de análisis finitos pruebas de durezas, bancos de pruebas, mediante su departamento de Ingeniería y diseño, cuenta con técnicos especializados, con una alta experiencia en la fabricación de distintos componentes para Palas eléctricas, Perforadoras y línea amarilla CAT en general.

De esta manera realizamos el Análisis Causa Efecto, teniendo como representante a Kaoru Ishikawa que fue el creador en los años 60 de la herramienta que hoy conocemos como diagrama de Ishikawa. Los diagramas causa-efecto permiten analizar problemas o fenómenos propios de cualquier área de trabajo, permitiéndonos analizar, procesar y organizar mediante la descripción de la información encontrada. Mencionaremos de una forma gráfica y sencilla las principales causas de problemas de los camiones. Colocaremos como efecto principal la baja productividad de los camiones, mencionando las 04 causas principales que se ha encontrado en base a las consultas realizadas tanto al personal operativo como los supervisores a cargo y el seguimiento semanal con los registros establecidos. Con esta información buscaremos promover la mejora de los procesos de dicho sistema. Estará representada en la figura 1.

Como podremos apreciar a continuación mediante el diagrama de Ishikawa, tendremos como problemas principales los siguientes:

Diseño de lubricación deficiente, paradas constante del equipo, exceso de horas de mantenimiento de correctivo, falta de sistema de protección contra la contaminación, salida de posición de la Barra Link, estos problemas observados traen como consecuencia la baja productividad de los camiones en la minera.

ANÁLISIS CAUSA-EFECTO.

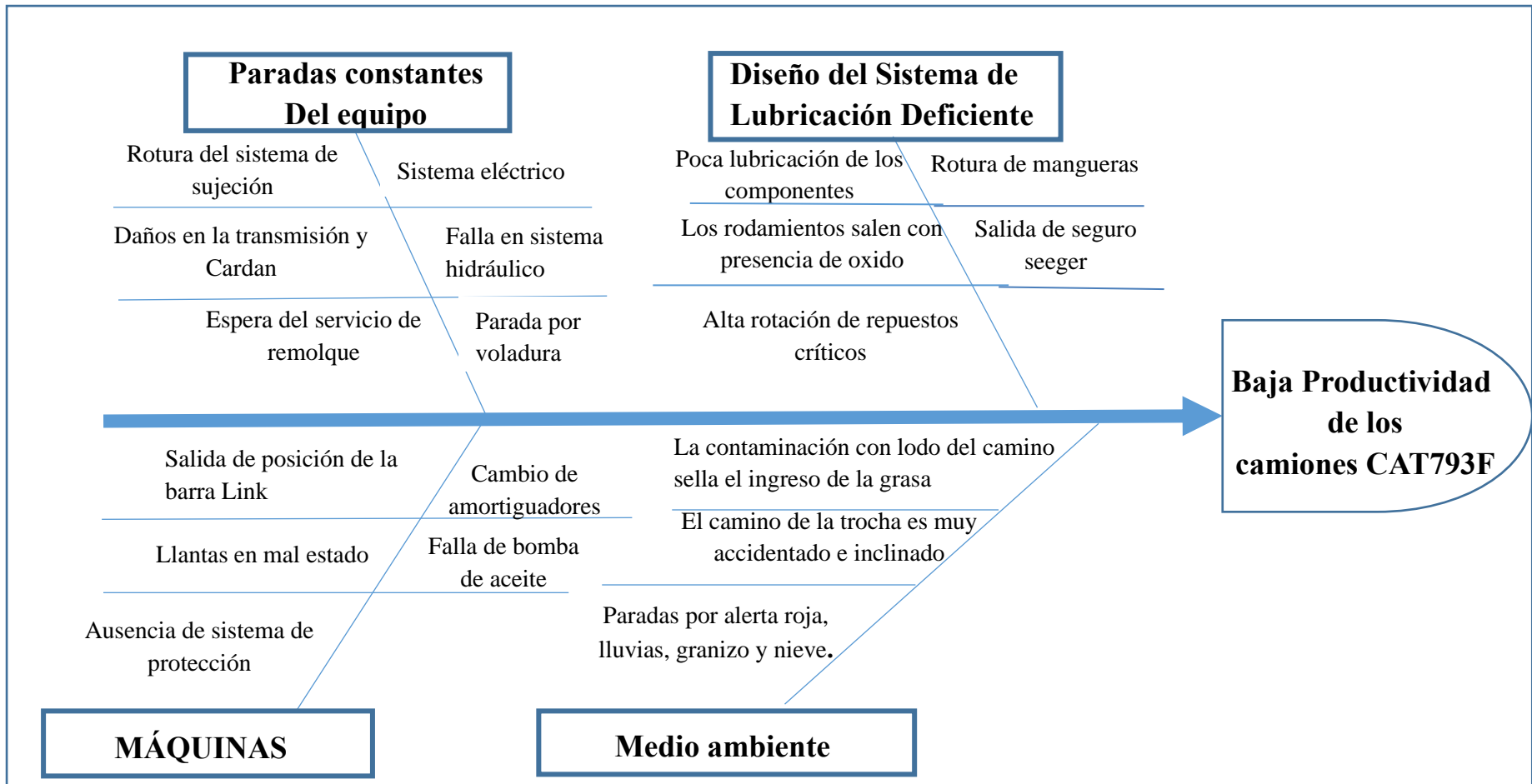


Figura n°1. Diagrama de Ishikawa. Fuente: elaboración propia.

Diagrama Pareto, para determinar las frecuencias de las causas descritas en nuestra investigación tendremos que, MAX Otto Lorenz (1905), quien dedujo la curva de Lorenz, están bien hacer las curvas acumulativas que conocemos hoy en el diagrama de Pareto. Tomaremos en cuenta el tiempo, para ordenar de mayor a menor y obtener el porcentaje de las causas que utilizamos más tiempo en repararlas. Teniendo en cuenta las diferentes causas que involucran la baja productividad de la Barra Link en los camiones, tomaremos en cuenta las frecuencias para poder representar en forma gráfica mediante la herramienta de Excel, la cual se presentará a continuación en la tabla 1.

Tabla 1. Análisis de Pareto.

Analizar las causas de la baja productividad de los camiones CAT793F.				
causas	tiempo de paralización (horas)	% acumulado		80/20
Diseño de lubricación deficiente.	45	14%	45	80%
Salida de posición de la Barra Link	43	27%	88	80%
Falta de protección a la contaminación	40	40%	128	80%
Problemas en la caja de transmisión	39	52%	167	80%
Rellenado por soldadura	21	58%	188	80%
Barrenado de cavidad por desgaste.	19	64%	207	80%
Problemas caja de cambio	18	70%	225	80%
Cambio de repuestos	16	75%	241	80%
Retirar de posición la barra Link	15	79%	256	80%
Daños en la transmisión y Cardan	13	83%	269	80%
Revisión de bomba de aceite	10	86%	279	80%
Llantas en mal estado	8	89%	287	80%
Rotura de mangueras de enfriamiento	8	91%	295	80%
Esperar la disponibilidad de la cama baja	7	93%	302	80%
Sistemas hidráulicos	6	95%	308	80%
Espera de autorizaciones y retiro de herramientas	4	97%	312	80%
Paradas por alerta roja	3	98%	315	80%
Sistema eléctrico	3	98%	318	80%
llenado de formatos	2.5	99%	320.5	
Interrupción por voladura	2.5	100%	323	80%
	323			

Fuente. Elaboración propia.

Al analizar las principales causas, tomando en cuenta las constantes paradas de los camiones CAT793F, según el seguimiento en campo otorgan a la salida de posición de la barra Link. El sistema de lubricación no adecuado, ya que, al revisar el sistema de rodamiento, encontramos con una lubricación casi nula, por lo que el débil sistema de sujeción original colapsaba, sumando así muchas horas de equipo parado.

Este análisis nos permite visualizar de una forma gráfica y nos facilita el estudio de las fallas ocasionadas mediante los porcentajes de la frecuencia encontradas en campo.

De esta manera nos damos cuenta que enfocándonos en rediseñar o mejorar el sistema de lubricación de la barra Link, evitando que se salga de su posición y provoque las cuatro causas siguientes, mejoraremos hasta un 80% de los tiempos de equipos parados ya que según el análisis, el 20% de las causas están asociadas a la recurrente falla del diseño original, como se aprecia en la figura 2.

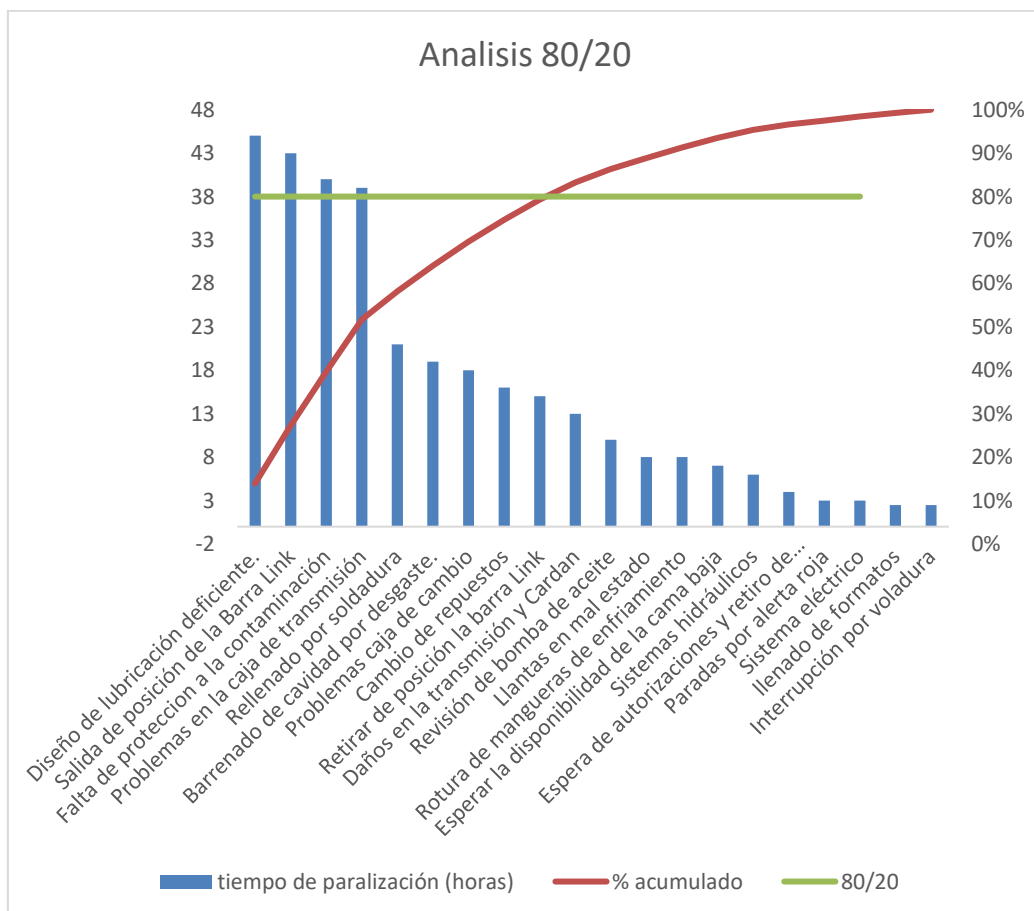


Figura n°2. Gráfico de análisis 80/20.

Antecedentes Internacionales.

ARBOLEDA, Luis y ORTIZ Andrés (2017) en su tesis “rediseño mediante ingeniería inversa al componente “driver arm” aplicable sistema compuerta del tren de nariz aeronave c-130” de la fundación universitaria los libertadores, para obtener sus títulos como (ingenieros aeronáuticos) de Colombia, dicho trabajo de tesis está enfocado en el rediseño de un componente aeronáutico denominado “fitting driver arm”, que trabaja en la compuerta del subsistema de tren de nariz, del sistema de tren de aterrizaje de la aeronave de procedencia Americana, el cual continuamente está presentando serias fallas estructurales, dichas fallas se evidencian en los ensayos no destructivos que se le practica a los diferentes componentes, para descartar la presencia de fisuras, durante las inspecciones programadas de mantenimiento de la aeronave; a este componente se efectúa procesos de aplicación de ingeniería inversa sometiendo a pruebas de materiales, pruebas de rugosidad, pruebas de dureza y levantamiento dimensional de la pieza en software solid Edge st4 y pruebas dinámicas en software ANSYS, con el fin de garantizar su proceso de fabricación, identificar los antecedentes del cual precede la falla estructural y, efectuar rediseño de la pieza para mejorar condiciones de rendimiento estructural y mecánico en su desempeño en los ciclos de vuelo de la aeronave. Con el objetivo principal de optimizar los trabajos de mantenimiento y mejorar la disponibilidad y confiabilidad de la aeronave. Asimismo, garantizando la calidad de sus fabricaciones en temas de seguridad y disminuir los niveles de un próximo incidente. Aplicando una metodología aplicada de carácter cualitativo ya que se tomó los conocimientos básicos de rediseño para aplicar la Ingeniería Inversa. Los sustentos técnicos y el marco teórico de la tesis presentada, nos ayuda a comprender que, con el rediseño, se puede aplicar la ingeniería inversa para aumentar la confiabilidad de los diseños originales, que presentan fallas al poco tiempo de ponerlas al servicio de la exigencia del trabajo.

LUQUEZ Ever (2015), con su tesis “Elaboración Y Ejecución Del Programa De Mantenimiento Para Camiones Y Equipo De Lubricación De La Empresa Central De Herramientas, de La Universidad Francisco De Paula Santander Ocaña”, para obtener su título como (Ingeniero mecánico) de Colombia, el cual buscó establecer y ejecutar el programa y rutinas de mantenimiento para los camiones y equipo de lubricación de la empresa. Tal investigación ayudó al personal de mantenimiento ejecutar de forma más oportuna el plan de mantenimiento preventivo. También permitió conocer sobre la realización del diseño del equipo que servirá para realizar las lubricaciones, usando un software de diseño mecánico. Esta tesis orientó a mejorar la visión en diseñar sistemas que mejoren procesos

tanto en la lubricación, como en el establecimiento de una gestión del mantenimiento orientada al conocimiento mediante los manuales que se le deben otorgar a los técnicos para que realicen mejor su labor en el área de mantenimiento, y así mejorar la productividad de la empresa a la cual pertenecemos.

LOOR Jefferson y TUYAPANDA Mario (2016) en su tesis “modelación y fabricación de componentes de la torreta portaherramientas del centro de mecanizado Bridgeport de la facultad de mecánica, aplicando la tecnología cad/cam”, de la escuela superior politecniana de Chimborazo para obtener su título como (Ingeniero Mecánico) en la ciudad de Riobamba, Ecuador en el año 2016, con el objetivo principal de modelar y fabricar componentes de la torreta portaherramientas del VMC Bridgeport 800/22 de la Facultad de Mecánica, aplicando la tecnología CAD/CAM, realizando una investigación cualitativa que le ayudo a determinar el estado situacional de la torreta portaherramientas, identificando así las piezas defectuosas en el desmontaje, encontrando piezas en buenas condiciones que por defecto podían ser diseñadas con el software CAD, aplicando mejoras en los materiales, pudo plantear la mejora del diseño original, dándole así un mayor tiempo de operaciones al equipo CNC.

Antecedentes Nacionales.

LUNA Freud (2017), con título “Diseño de sistema de Lubricación de Pines y Bocinas de Padlock de Cucharón de Palas Eléctricas CAT7495 HR2”, con motivo de obtener su título de (Ingeniero Mecánico) en la Universidad de San Agustín de la ciudad de Arequipa-Perú; la cual buscó diseñar un sistema de Lubricación que pueda solucionar el desgaste prematuro en pines y bujes de Padlock del cucharón de Pala CAT7495 HR2.

La importancia de esta investigación está relacionada con la lubricación de los bujes con los pines, con el objetivo de reducir el desgaste mecánico y así mejorar la calidad de vida de estos componentes y ampliar las horas de servicio o recambio de los mismos. Obteniendo de esta manera una mejor disponibilidad y confiabilidad de las Palas eléctricas.

El diseño original no considera lubricación alguna, de esta manera optando por la observación mediante un nivel de investigación descriptivo, realizó los cálculos de disponibilidad y confiabilidad del equipo tomando como referencia el tiempo estándar que debe cumplir los bujes y bocinas, que según su observación y seguimiento no cumplían dicho tiempo, además apreció otras deficiencias que tenían que ser reparadas, las cuales tomaban un exceso en el tiempo de mantenimiento y lo arriesgado que se torna la extracción de los pines exponiendo al personal a un trabajo de alto riesgo.

Llegando a la conclusión que, colocándole una línea de lubricación, mejoraría la calidad de

vida útil al sistema de levante, el cual es conformado por el pin y las bocinas excéntricas.

GOMEZ, Grimaldo (2017), en su tesis “Disponibilidad De Equipos Auxiliares Para Optimizar La Productividad En El Carguío Y Acarreo De Las Fases 01,03 Y 07 Del Tajo Constancia Empresa Especializada Stracon Gym S.A.” con motivo de obtener su título como (Ingeniero en minas) en la Universidad de San Agustín Arequipa-Perú, teniendo como objetivo principal presentar la metodología usada para lograr que la disponibilidad de los equipos auxiliares optimicen la productividad del carguío y acarreo en los tajos de la mina. Asimismo, llegó a obtener un análisis de cerca cuantitativo de los factores que inciden en la conservación de la productividad, tales como velocidades en vacío, velocidades con carga, pisos de palas eléctricas inadecuados, paradas frecuentes por temas de seguridad, los frentes de palas en mal estado, botaderos inadecuados para la descarga, entre otros. Teniendo como épocas más severas el invierno y verano. De esta manera realizó su diseño de investigación pre experimental, de tipo aplicada cuantitativa, ya que aplicando la metodología necesaria incremento la eficiencia a 97% de los equipos de carguío, los cuales tenían muchos tiempos inoperativos, recomendando dar un buen mantenimiento a las vías de acarreo, ya que estas son las mayores dificultades que tienen que soportar estos camiones, continuar con el seguimiento de la mejora de la productiva y mantener el clima laboral que es un factor importante en los equipos de trabajo de las empresas.

DÍAZ, Frank (2017) en su tesis, “Diseño De Tolva Ligera Para Camiones 785 B/C Y Su Impacto En La Productividad En Una Empresa Minera” el cual optó titularse como Ingeniero industrial, en la Universidad de Trujillo, con el objetivo diseñar una nueva tolva para los camiones CAT 785 B/C que se adapte a las necesidades de operación de la mina, disminuyendo los costos unitarios por tonelada movida, que se han elevado en los últimos años, ya que se estaba generando una baja eficiencia del área.

Asimismo, para la representación gráfica del proceso de fabricación de la tolva se realizó un diagrama de operaciones de proceso (DOP) basada en la experiencia del personal del área de mantenimiento de la empresa minera. Al realizar la mejora del diseño de la tolva, se trata que tenga mayor capacidad de transporte de tonelaje y de esta manera disminuya significativamente el costo por tonelada removida, es por eso que el uso de las herramientas de diseño asistido por computadora se puede realizar estos cálculos hasta que se ajusten a nuestra necesidades, para ello se utilizó el software SolidWorks, que utiliza el análisis por elementos finitos (FEA) para calcular desplazamientos, deformaciones y tensiones máximas

en el producto. Aplicando un diseño pre experimental, y de tipo aplicado ya que se utilizará los conocimientos básicos y aplicarlos en beneficio de la implementación de la mejora.

El resultado muestra el diseño de tolva ligera y resistente, con un ahorro proyectado para los próximos cinco años de S/. 61,043,896.99. De esta manera incremento la eficacia en un 10% de la empresa a la cual pertenece.

MEJÍA, Ricardo en su tesis, “Propuesta de un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM), para mejorar la productividad de la empresa Ersas transportes y servicios S.R.L.” el cual optó por titularse como Ingeniero Industrial (2017) en la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo en la ciudad de Chiclayo, con el objetivo de implementar un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad, dicha investigación le ayudó a encontrar en el mantenimiento preventivo, el inicio de mejorar la disponibilidad de los equipos, lo cual trae grandes ventajas a las empresas que lo toman como una inversión su aplicación. Encontró lo que a la gran mayoría de pequeñas empresas le acontece, el de actuar cuando se produce la falla, generando así un tiempo más prolongado para atender las fallas. Realizando el seguimiento encontró en promedio 98 paradas que daban un conteo de 199 horas en un periodo de 10 meses, tomando los datos encontrados económica mente a la empresa, esto le significaba un aproximado de 100 974 soles. Aplicando el método de la observación, encontró en un periodo de 10 meses las fallas más frecuentes, como: recalentamiento de motor, rotura de faja, fugas por el sello mecánico, desgaste excesivo de rodamientos, lo cual provocaba paradas inesperadas, en los diferentes equipos de las áreas, las cuales en ocasiones querían suplir de manera empírica, y por último trataban de tercerizar el servicio. De esta manera realizó los diferentes formatos para los distintos equipos, programando periódicamente las intervenciones de forma preventiva, analizando el modo y efecto de las fallas y sus controles puntuales. Asimismo, mediante la aplicación del plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad RCM, se mejoró la disponibilidad en un 16% y aumentó la productividad en un 7%., además, se tendrá un ahorro de S/ 27 387,46 al año. Por lo tanto, analizando los detalles de la implementación, nos damos cuenta lo importante que es prevenir las fallas, con antelación para que el daño no pase a mayores, aplicando las diferentes herramientas disponibles para rediseñar e implementar la gestión del mantenimiento y darle la verdadera importancia, ya que, si tenemos nuestros equipos disponibles en el mayor tiempo, aumentaremos nuestra capacidad de respuestas y lograremos ser más competitivos en el mercado que nos encontramos.

Teorías Que Fundamentan El Estudio.

Asimismo, dentro de la base teórica de la investigación, detallaremos los conceptos de las variables y sus dimensiones. Describiendo las características del diseño mecánico, partiendo de un simple boceto, hasta el uso de un software, y llevar a cabo su fabricación con la ayuda de las máquinas herramienta. A continuación, se desarrollan los conceptos básicos para su desarrollo, tanto de la variable independiente como la dependiente y sus dimensiones.

Variable Independiente Rediseño.

“El rediseño es volver a establecer los elementos esenciales que conforman un objeto o proceso partiendo, por lo general, de un análisis crítico a la luz de nuevas ideas de la conformación actual” (Gutiérrez, 2014, p. 104). Esto es, la acción de volver a diseñar algo con los mismos procedimientos, aplicaciones y propiedades iniciales, pero mejoradas.

“El diseño es la creación de planos necesarios para que las máquinas, las estructuras, los sistemas o los procesos desarrollen las funciones deseadas. El diseño de ingeniería es definido como el proceso de aplicar las diversas técnicas y principios científicos con el objeto de determinar un dispositivo, un proceso o un sistema con detalles suficientes que permitan su realización.” (Zapata, 2013, p.3).

De esta manera comprobaremos la edición de los planos, siendo revisados contemplando los márgenes de tolerancia para poder garantizar que los diseños estén técnicamente acorde de la necesidad para las cuales han sido diseñadas, la metrología inicial será la base para el éxito del diseño y su posterior implementación.

Asimismo, tendremos diseños innovadores, según Budynas y Nisbett (2008), aplicando las herramientas y métodos de diseño mecánico, respetando los márgenes de tolerancias, esto nos ayudará a ser excelentes diseñadores, ya dominando estas herramientas logaremos el objetivo de rediseñar, debemos tener en cuenta que se debe tener un buen manejo de las herramientas de diseño, ya que muchos componentes son determinadamente precisos. (p.4). Por ello los técnicos debemos contar con actualizaciones, asimismo podremos mejorar nuestros trabajos y estar atento ya que el software constantemente se renuevan.

El rediseño mecánico, parte de la utilización de la geometría básica o un boceto, los análisis de elementos finitos, nos ayudarán y nos darán un factor de seguridad de la resistencia de los materiales. Mientras que determinaremos la malla de la estructura con el análisis de sensibilidad. De los resultados encontrados tomaremos la mejor decisión de cambio de la geometría del rediseño. (Rodríguez y Páez 2016, “Revista Ingeniería” p. 296).

Asimismo, coincidimos, al remarcar la importancia del software de Ingeniería, la relevancia

en la industria moderna, la ventaja de la visualización en 3D, la facilidad de calcular el volumen, el peso del material, además del análisis finito que nos presentara lo detalles de donde se forman los esfuerzos e ir calculando como mejorarlos, analizando su dureza y esperando que cumplan con los estándares mínimos de fabricación.

“Dentro de la reingeniería Mecánica podemos hallar los procesos y los diseños de nuevos productos, modificación su geometría, reemplazo de partes desgastadas o rotas, documentación de diseños y desarrollo de información para proyectos de procesos tecnológicos. La reingeniería nos ayudará a generar nuevos modelos a partir de la toma de los objetos o geometría” (Rodríguez y Azahares, 2017, “Revista Magazine de las ciencias” p.56).

Entendemos de esta manera la importancia del rediseño, ya que podemos partir de componentes nuevos o usados con el objetivo de mejorarlo teniendo como dato base, que ya trabajó, pero que nunca cumplió con los tiempos establecidos por el fabricante.

“El diseño mecánico busca que los diseñadores y los ingenieros creen aparatos o sistemas que satisfagan necesidades específicas. Dentro de los componentes mecánicos comprenden piezas móviles que transmiten potencia y ejecutan pautas específicas de movimiento. El diseñador debe de ser competente y a la vez saber integrar los diferentes componentes para satisfacer las necesidades de su cliente”. (Mott, 2006, p.3).

Asimismo, definimos que el diseño es un proceso muy importante, donde el diseñador debe reunir una determinada capacidad comprobada, para poder establecer una mejora a través del diseño, basado en su experiencia tanto técnica como científica, obteniendo de esta manera nuevos productos más confiables que den resultados de productividad y cumpla con la expectativa de nuestros clientes o usuario final.

De esta manera se concluye que el diseño y la optimización de procesos busca satisfacer de una mejor manera la necesidad de los clientes. Por consiguiente, el rediseño plantea desde una base cero cómo se deben realizar las cosas. Teniendo en cuenta las fases, consideraciones del diseño, las propiedades de los materiales y el uso de la tecnología para realizar los análisis de forma más exacta y confiable. Dentro de las características más importantes de un rediseño es que debe ser analizado y probado antes de integrarlo a la práctica, de esta manera estaríamos más seguro que el nuevo sistema trabaje, solo estaríamos atentos al seguimiento de cuánto debe mantenerse en óptimas condiciones de uso, en otras palabras, la confiabilidad del rediseño.

Objetivo Del Rediseño.

El objetivo principal es rediseñar el sistema de lubricación y sujeción de la barra de Link de los camiones CAT793F, para llevar a cabo nuestro objetivo, dedicaremos el tiempo necesario en campo y esperar la parada del equipo. Utilizaremos las herramientas de metrología necesaria, calibradores, micrómetros entre otros, levantando la información del diseño original, realizar los planos por medio de diseño asistido (Inventor 2018), teniendo toda la información en la computadora pasaremos a rediseñar mejorando los materiales según sus propiedades, le realizaremos una simulación con un nuevo ingreso de la grasa, facilitando su salida. Le diseñaremos los protectores que no tienen, realizando un montaje en 3D.

Después de haber aprobado el diseño, empieza la etapa de fabricación con la cual contaremos con el uso de máquinas herramientas, tales como torno horizontal paralelo CNC, centro de mecanizado CNC, todos estos procesos de fabricación pasaran por estricto control de calidad, personalmente se estará en la instalación del nuevo diseño, respetando un procedimiento de instalación editado con los alcances necesarios para que el montaje sea ejecutado sin contratiempos en mina, de ahí en adelante seguiremos con los seguimientos, llenado los registros de inspección diaria.

Materiales.

Para Flewitt y Wild (2017) Siendo los metales y sus aleaciones, fáciles de darle forma según la necesidad que tengan de ser fabricados. Son buenos conductores térmicos y eléctricos presentan una gran resistencia mecánica y son pesados.

Las estructuras cristalinas, metales y aleaciones tienen una ductilidad relativamente alta, ya que son resistentes a los esfuerzos de tracción y menos resistentes a las fuerzas de cizallamiento. Sin embargo, las propiedades mecánicas generales de los metales y las aleaciones son controlados por los defectos de la red cristalina, tales como dislocaciones y vacantes. Las distintas propiedades mecánicas como la ductilidad, la torsión y la resistencia a la tracción pueden ser manipuladas o modificadas mediante la proporción de aleación calculada para obtener sus distintos comportamientos en la aplicación de sus diferentes usos en la industria metalmeccánica, con el objetivo de garantizar una ventaja comercial sobre el mercado. Las diferentes aleaciones, composiciones y tratamientos térmicos o químicos, tales como: el temple, revenido, cementados nitrurados o por procesos de inducción o flama entre otros, son sometidos a fases o procedimientos complejos para obtener las propiedades necesarias para que cumplan o sustenten sus propiedades requeridas (p.13).

En su libro Ewa Klodzinska (2015) nos detalla su investigación acerca de las nanopartículas a base de metales, “Las nanopartículas metálicas son partículas de metal semiconductor o esféricas con diámetros de tamaño nanométrico. Similar a las nanopartículas, el término "nano cristal" o "monocristalina" se usa para las nanopartículas compuestas de semiconductores. En general, los materiales semiconductores de los grupos IIVI (CdS, CdSe, CdTe), III-V (InP, InAs) y IV-VI (PbS, PbSe, PbTe) son de particular interés. Las nanopartículas a base de metal se utilizan para transistores a nano escala, sensores biológicos y fotovoltaicos de próxima generación” (p.27).

En su libro (Jiles 2017, pp. 5-20) nos describe el comportamiento mecánico de los materiales, resolviendo los conceptos de elasticidad, plasticidad y sus propiedades acústicas. De esta manera, mediante el módulo de Young y el módulo de corte se pueden cuantificar sus resistencias de modulo elástico tanto longitudinal como transversal respectivamente. El estrés y la tensión aplicada en pequeños recorridos son proporcionales, así lo establece la ley de Hooke.

Dentro de las propiedades eléctricas, nos enfocamos en su capacidad de conductividad, si maniobramos un material eléctrico o aislante. La conductividad eléctrica y la constante dieléctrica son las principales propiedades estudiadas.

Asimismo, las propiedades ópticas de un material interactúan con las ondas electromagnéticas incidentes. El índice de refracción n y el coeficiente de extinción k , son denominadas las dos constantes ópticas.

También nos permite entender el comportamiento magnético de los materiales, mediante fórmulas y así poder cuantificar su estado de permeabilidad o magnetización que obtienen. En conclusión, el autor tiene como objetivo principal, presentarnos la medición macroscópica el cual nos ayuda a determinar las propiedades de los materiales, basándonos de esta manera en un enfoque atomista y/o electrónico.

La Fatiga En Los Materiales.

Para Beer, Russell, De Wolf, Mazurek (2013) dentro del diseño de máquinas y estructuras se debe considerar la fatiga, ya que los materiales están sujetos a distintas cargas y repetitivas acciones para cumplir con los fines que han sido fabricados. El análisis de las pruebas que están dentro de rango de elasticidad, podrá tomarse en cuenta repetidas veces y regresan a su forma original, pero por más que no se exceda hasta su límite máximo de elasticidad o plasticidad, si se suman millares de veces como el movimiento de una viga de una grúa, aquí

se diferencia la fatiga de uno a otro, por la cantidad de veces al que se somete a un esfuerzo de carga.(pp.51-52).

Torsión En Los Materiales.

Por otro lado, Beer, *et al.* (2013) nos explica mediante ejemplos la aplicación y cálculos de torsión que se debe tener presente en los diseños de máquinas y estructuras. Dentro de la ingeniería, vamos a encontrar distintos casos para ser evaluados, dentro de las situaciones más comunes tenemos la potencia que deben de transmitir los ejes de transmisión de los diferentes equipos mecánicos. Para realizar esta medición considerando los rangos de elasticidad para esfuerzos cortantes tenemos como aliado la ley de Hooke. (p.114).

Así mismo, la calidad de los aceros en estos tiempos los encontramos con bastante facilidad por los distintos comercializadores a nivel nacional, ya que dentro de sus catálogos nos muestran las diferentes propiedades y presentaciones, lo cual facilita la elección según la aplicación requerida, tales que por ejemplo aceros Böehler, le coloca una denominación comercial a los aceros bonificados VCL, que según la norma AISI se representa como AISI4140, este acero, tiene las características especiales que necesitamos de torsión y resistencia a la tracción ya que se presenta con una dureza de 23 a 28 HRC, y no necesita realizar tratamientos de temple y revenido, si necesitamos aumentar en casos específicos su dureza le realizamos el tratamiento térmico correspondiente y este se elevará a 55 HRC. Mientras que el AISI A-36, lo usaremos por su capacidad de elongación, alto módulo de elasticidad y su facilidad de aplicarle soldadura sin sufrir daños en su estructura.

Las Maquinas Cnc, estas máquinas herramientas hoy en día se han vuelto indispensable en las empresas metalmecánicas.

(Mascoet y Rauch, 2016) dentro de los últimos años, los avances con respecto a las maquinas herramientas CNC, ha beneficiado enormemente las fabricaciones, siendo estas más rápidas y competentes en temas de alta precisión en serie.

Las cadenas de datos de programación que pasan primero por un software de diseño (CAD), luego por el de manufactura (CAM) y por último el equipo (CNC) que interpreta los comandos de programación, el objetivo ahora es poder unificar los datos de este proceso desde el diseño hasta el mecanizado (p.1).

Asimismo, nos encontramos siempre buscando minimizar los tiempos de fabricación y gracias a la creación de las máquinas CNC, se ha podido reducir los tiempos de fabricación y los tiempos que el personal está expuesto al equipo. Estos equipos que están en la industria

de fabricación, realizan movimientos de multi ejes, los que son ejecutados en forma simultánea.

Confiabilidad.

Para Mesa, Ortiz, Pinzón (2006 p.155) La confiabilidad se puede definir como la confianza que se tiene en el sistema, componente que se pueda desempeñar dentro de sus funciones básicas, bajo condiciones estables en un tiempo estándar. La confiabilidad es la probabilidad que no ocurra una falla determinada, para una misión definida y con un nivel de confianza dado. Se puede expresar así:

$$R(t) = e^{-\lambda t}$$

Donde:

$R(t)$ = Confiabilidad de un equipo en un tiempo (t) dado.

e = Constante neperiana (2.303...)

λ = Tasa de fallas (número total de fallas por periodo de operación).

t = tiempo.

Por otro lado, según (Budynas y Nisbett, 2008, p.18), a la Confiabilidad le da un enfoque más técnico, explicando la responsabilidad con respecto al diseño y la fabricación, donde el método de confiabilidad se conoce o se determina la distribución de los esfuerzos y las resistencias. Asimismo, si necesitamos obtener una mayor confiabilidad, debemos concientizar a todos los involucrados y hacerle saber la importancia de los objetivos que demos alcanzar en corto o mediano plazo. La medida estadística para que un elemento mecánico no falle en el servicio se llama Confiabilidad. Se muestra un índice aceptable que de cada 1000 fallen 6 y lo representa de la siguiente manera:

$$R = 1 - \frac{6}{1000} * 100 \text{ o bien } 99.4\%$$

Disponibilidad.

Al respecto de disponibilidad tenemos los argumentos de Meza, Ortiz, Pinzón (2006) sostienen que “la disponibilidad, objetivo principal del mantenimiento, puede ser definida como la confianza de que un componente o sistema que sufrió mantenimiento, ejerza su función satisfactoriamente para un tiempo dado. En la práctica, la disponibilidad se expresa como el porcentaje de tiempo en que el sistema está listo para operar o producir, esto en sistemas que operan continuamente” (p.157). Tomando estos conceptos podemos entender

claramente que necesitamos garantizar y dar confianza que los equipos no vuelvan a fallar por un tiempo prolongado establecido.

Por otro lado, Meza *et al.* (2006) El diseñador debe buscar el equilibrio entre la disponibilidad y el costo. El diseñador dependiendo de lo complejo de los equipos o sistemas puede alterar los niveles de confiabilidad y disponibilidad, de tal forma que encuentre la forma de sustentar la disminución del costo total del ciclo de vida de los nuevos diseños. Al respecto la función que cumple el estudio de la disponibilidad, viene hacer una herramienta muy importante, que nos ayudará a tomar mejores decisiones en el campo del mantenimiento de los equipos industriales, de la empresa a que pertenecemos (p.158).

Asimismo, podemos definir la relación entre el tiempo que el equipo quedo disponible para producir TMEF y el tiempo total de reparación TMPR, de esta manera lo podemos definir matemáticamente de la siguiente manera:

$$D(t) = \frac{TMEF}{TMEF + TMPR}$$

De esta manera podemos decir que el tiempo medio de reparación depende generalmente de tres factores, los cuales encontramos, la capacidad profesional de los técnicos que intervienen los equipos, el compromiso de la gestión de la empresa en su capacidad organizacional y planeamiento, también depende la facilidad o lo complejo que se presenta los sistemas de los equipos a reparar o rediseñar aplicando la mejora continua.

Variable Dependiente Productividad.

Para Galindo, Mariana y Viridiana Ríos (2015) “La productividad es una medida de qué tan eficientemente utilizamos nuestro trabajo y nuestro capital para producir valor económico. Una alta productividad implica que se logra producir mucho valor económico con poco trabajo o poco capital. Un aumento en productividad implica que se puede producir más con lo mismo. En términos económicos, la productividad es todo crecimiento en producción que no se explica por aumentos en trabajo, capital o en cualquier otro insumo intermedio utilizado para producir” (p. 2). Por lo tanto, entendemos que la productividad es otorgar más producción, sin usar muchos materiales, insumos, ni horas hombre.

De esta manera (Gutiérrez, 2014 p.20) “La productividad tiene que ver con los resultados que se obtienen en un proceso o sistema, por lo que incrementarla es lograr mejores resultados considerando los recursos empleados para generarlos. Se mide por el coeficiente

formado por los resultados logrados y los recursos empleados”. Asimismo, se comprende que, para poder mejorar nuestra productividad, no debemos de tomarnos más tiempo para cumplir las metas, porque de lo contrario estaríamos atentando contra nuestra salud, que lo que en determinado tiempo nos puede traer complicaciones, como defectos en la producción por exceso de horas hombre y complicaciones físicas en los operarios. Del mismo modo decimos que para obtener una mayor productividad no es trabajar más duro, sino más inteligente.

“En general, la productividad se mide por el cociente formado por los resultados logrados y los recursos empleados. Los resultados logrados pueden medirse en unidades producidas, en piezas vendidas o en utilidades, mientras que los recursos empleados pueden cuantificarse por número de trabajadores, tiempo total empleado, horas máquina, etc. En otras palabras, la medición de la productividad resulta de valorar adecuadamente los recursos empleados para producir o generar ciertos resultados”. (Gutiérrez,2014, p. 21).

Eficiencia.

La Eficiencia es la relación entre el resultado alcanzado y los recursos utilizados. Buscar eficiencia es tratar de optimizar los recursos y procurar que no haya desperdicios. Asimismo, mantener una eficiencia se podría decir que es usar los procedimientos o medios más efectivos, sin tener mayores desperdicios, con lo cual podamos llevar a cabo una tarea o lograr un propósito. (Gutiérrez, 2014, p.20).

De esta manera, para calcular la eficiencia de nuestra investigación tenemos la siguiente fórmula aplicada al proyecto de mejora de la barra Link de los camiones CAT793F.

$$E = \frac{\text{HHD} - \text{HHP}}{\text{HHD}} * 100$$

Donde:

HHD=horas hombre disponible.

HHP=horas hombre perdidas

Eficacia.

Eficacia es el grado en que se realizan las actividades planificadas y se alcanzan los resultados planificados. De esta manera podemos decir que si se logra terminar algo que se

debía hacer eso es ser eficaz. Por otra parte, un diseño es eficaz si logra los objetivos para lo cual fue diseñado. Dentro de una empresa u organización será eficaz si cumple con la razón que le dio ser. (Gutiérrez, 2014, p.20). Asimismo, para calcular la eficacia tenemos la siguiente fórmula que aplicaremos en nuestro proyecto de investigación.

$$E = \frac{PO}{PP} * 100$$

Donde:

PO=producción obtenida.

PP=producción programada.

Mantenibilidad.

Para Mesa, Ortiz, Pinzón (2006 p.158) la mantenibilidad viene a ser la expectativa que se tiene de un sistema o máquina, de ser puesto en marcha dejándolo operativo en un tiempo determinado, siempre y cuando se haiga dado con los procedimientos y acuerdos pre establecidos. Asimismo, probabilísticamente esto se va a dar si se restablece el equipo dentro de las condiciones específicas, tanto el tiempo como en las condiciones diseñadas. Asimismo, podemos decir, en resumen, que la probabilidad que los camiones de la minera presenten una falla sea reparado en un tiempo determinado.

Mantenimiento.

Para (Dicky Kurniawan 2012 “Busines and Entrepreneurial Review” p.124), cuando no se planifica el mantenimiento, solo realizamos mantenimiento de emergencia. Estas actividades de mantenimiento de emergencia que se realizan al planear y preparar, una vez que la máquina tuvo daños no detectados previamente, interrumpiendo los programas y la producción. Se espera que la existencia de diversos tipos de mantenimiento esté por encima de la alternativa a hacer el mantenimiento de acuerdo con las condiciones experimentadas en la empresa. Dentro de los principales mantenimientos tenemos tres a saber:

El mantenimiento correctivo es el tipo de actividades que se realizan para reparar el equipo que se ha dañado en este momento y al realizar las reparaciones necesarias para el equipo, estos volverán a su estado normal.

El mantenimiento preventivo es el tipo de actividades que se están tratando y previniendo, para que el equipo no se dañe prematuramente, sea una acción bien planificada, tales

actividades son diarias, semanales, mensuales y otras frecuencias que se adaptan a las necesidades de cada equipo.

El mantenimiento predictivo es el tipo de actividades que se analizan y la planificación es la sustitución del equipo antes de que se bloquee o funcione mal, prediciendo mediante un control de temperatura, vibraciones o estableciendo una calidad de tiempo de vida a los componentes de los equipos.

De esta manera si decidimos aumentar la producción en una empresa, debemos aumentar la disponibilidad de los equipos, se debe aumentar la confiabilidad que viene hacer la reducción del tiempo medio entre falla y el tiempo empleado en la reparación en forma simultánea.

Formulación Del Problema.

¿De qué manera el rediseño del sistema de lubricación de la barra Link, incrementará la productividad del de los camiones CAT793F en Antamina 2019?

Problemas Específicos.

P1.- ¿De qué modo el rediseño del sistema de lubricación de la barra Link, incrementará la Eficiencia de los camiones CAT793F en Antamina 2019?

P2.- ¿De qué forma el rediseño del sistema de lubricación de la Barra link, incrementará la Eficacia de los camiones CAT793F en Antamina 2019?

Justificación Del Estudio.

Con este rediseño en la lubricación, sujeción y protección lograremos que los sistemas de articulación se mantengan siempre lubricados, por ende, sobrepasaremos el tiempo mínimo de confiabilidad del rediseño, con este estudio garantizaremos la mejora significativa de los indicadores de mantenimiento de los camiones CAT793F.

Justificación Metodológica.

“El método científico se entiende como el estudio sistemático, controlado, empírico y crítico de proposiciones hipotéticas referentes a presuntas relaciones entre varios fenómenos” (Figuroa, Ramírez y Alcalá 2014, p. 5). El objetivo principal es incrementar la productividad de la barra Link en los camiones, de una forma sostenible estableciendo un rediseño basado en las teorías relacionadas con dicha mejora. Los resultados obtenidos en la primera parte de la investigación, nos confirmó la clara necesidad de dar una solución rediseñando el sistema de lubricación y sujeción de la barra Link, con lo cual aplicaremos de una forma palpable dando una solución práctica, rigurosa, sistemática y organizada.

Justificación Teórica.

“Una investigación llega a ser conveniente por diversos motivos: tal vez ayude a resolver un problema social, a formular una teoría o a generar nuevas inquietudes de investigación” (Hernández, Fernández y Batista 2014, p.40). Aplicaremos los conocimientos técnicos con respecto a rediseño de componentes mecánicos de los diferentes autores, rediseñando y aplicando la mejora del producto original, incorporarle nuevas funciones o detalles. De aquí la importancia del rediseño porque podemos reelaborar diseños originales que no satisfacen al cliente. El rediseño incrementará la productividad, prolongando los recambios de los pines y los rodamientos oscilantes, el rediseño mejorará la confiabilidad y disponibilidad de la flota de los camiones en la minera.

Justificación Práctica.

Por este medio demostraremos la importancia de la observación del estudio y su necesidad. Debemos preguntarnos ¿resolverá un problema real? ¿tiene implicaciones trascendentales para una amplia gama de problemas prácticos?” (Hernández *et al.*, 2014, p. 40). El proyecto tiene como finalidad contribuir y demostrar la importancia de buscar la mejora continua, evaluación y descripción, que se llevó a cabo en la primera fase de la investigación, la cual nos permitió realizar el análisis y llegar a la conclusión de rediseñar el sistema original. Este rediseño nos ayudará como estudiantes que podemos proponer mejoras sostenibles mediante la investigación y el análisis de diseño. El presente trabajo de investigación también se puede aplicar en otros sistemas de los diferentes equipos de la pequeña o gran minería.

La Lubricación de los componentes mecánicos son determinantes para mantener en buen estado los elementos que comparten un constante contacto de rozamiento o deslizamiento, para soportar el trabajo sin presentar fatigas prematuras.

El planteamiento determina que estamos en la constante búsqueda de ser más productivos, lo cual nos inclina por la investigación pre experimental que tiene como objetivo de mejorar los sistemas y procesos de producción.

Hipótesis.

Al iniciar la investigación de mejora en el sistema de lubricación de la Barra Link de los camiones CAT793F, los cambios de los pines y rodamiento oscilante, lo realizaban 04 operarios y se tomaban casi tres turnos por ambas barras inferiores. El uso de gatas hidráulicas y combas, daban el reflejo de ser un trabajo de alto riesgo. El seguimiento de la falta de lubricación se estaba empezando a apreciar ya que en los PM programados se

encontraban los pines con poca o nada de grasa, es por eso que decidieron amenorar la frecuencia de los inyectores de grasa en el intervalo de 60 a 45 minutos.

Hipótesis General.

El rediseño del sistema de lubricación de la Barra Link, incrementará la productividad de la barra Link de los camiones CAT793F en Antamina 2019.

Hipótesis Específicas.

H1.- El rediseño del sistema de lubricación de la Barra Link, incrementará la Eficiencia de los camiones CAT793F en Antamina 2019.

H2.-El rediseño del sistema de lubricación de la Barra Link, incrementará la Eficacia de los camiones CAT793F en Antamina 2019.

Objetivos.

Seguidamente mencionaremos el objetivo general y los objetivos específicos.

Objetivos General.

Establecer el rediseño del sistema de lubricación de la barra Link, para incrementar la productividad de los camiones CAT793F en Antamina 2019.

Objetivos Específicos.

O1.- Implementar el rediseño del sistema de lubricación y sujeción de la Barra Link, para incrementar la Eficiencia del mantenimiento de los camiones CAT793F en la empresa Antamina 2019.

O2.- Establecer el rediseño del sistema de lubricación de la Barra Link, para incrementar la Eficacia de los camiones CAT793F en Antamina 2019.

METODOLOGÍA.

II. METODOLOGÍA.

2.1.- TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.

Tipo De Investigación.

Para Murillo (2008), “la investigación aplicada recibe el nombre de investigación práctica o empírica, que se caracteriza porque busca la aplicación o utilización de los conocimientos adquiridos, a la vez que se adquieren otros, después de implementar y sistematizar la práctica basada en investigación” (p.151). Asimismo, usamos ese conocimiento adquirido para rediseñar un sistema o producto y de esta manera exponer una mejora o dar solución de una forma práctica. Hernández, Fernández y Baptista (2014), indicaron “el enfoque cuantitativo usa la recolección de datos para probar hipótesis, con base en la medición numérica y el análisis estadístico, para establecer patrones de comportamiento y probar teorías” (p.4). Por lo tanto, los datos conseguidos por el investigador no pueden ser manipulados ni cambiados, se debe ser objetivo imparcial. Todas las mediciones realizadas se analizan mediante los métodos estadísticos, deduciendo las conclusiones correspondientes.

Diseño De Investigación.

Diseño pre experimental, “Son diseños que no pueden controlar los factores que influyen contra la validez interna y externa. Pero ilustran la forma en que las variables extrañas pueden influir en la validez interna. Nos muestra lo que se debe y no debe hacer”. (Espinoza, 2010, p.97).

Para (Hernández *et al.*, 2014, p.141) “consiste en administrar un estímulo o tratamiento a un grupo y después aplicar una medición de una o más variables para observar cual es el nivel del grupo de estas”, de esta manera manipularemos nuestra variable rediseño y observaremos su efecto.

El diseño del diagrama es de la siguiente manera:

GE A X O

Donde:

A= Grupo seleccionado.

X= Tratamiento experimental.

O= Observación o Medición.

De acuerdo al tiempo en que ha evolucionado la investigación podemos decir que es una investigación longitudinal, la cual se evalúa el objeto de investigación en distintos momentos por periodos largos (Espinoza 2010, p.94).

Tabla 2.- Matriz de Operacionalidad

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	Dimensiones	Indicadores	ESCALA DE MEDICIÓN
La variable Independiente, Rediseño	La geometría deseada es el inicio del rediseño mecánico, para determinar la resistencia se le aplica un análisis de elementos finitos. El análisis de sensibilidad determina la variación de la carga con el tipo de mallado. A sus termino se decidirá el cambio en la geometría según los resultados sustentados obtenidos. (Rodríguez y Páez 2016, “Revista Ingeniería” p. 296).	El Diseño del sistema de Lubricación de la Barra Link de los camiones CAT793F, se define mediante las características de sus dimensiones las cuales nos dará una muestra clara del proceso de rediseño a realizar y de esta manera incrementar la productividad.	DISPONIBILIDAD	$D(t) = \frac{TMEF}{TMEF + TMPR} * 100$ DONDE: D=Disponibilidad. TMEF= Tiempo medio entre fallas. TMPR= Tiempo medio para reparar.	Razón
			CONFIABILIDAD.	$C = \frac{NDD - (NDF * CDC)}{NDD} * 100$ DONDE: C= Confiabilidad. NDD= número de diseños. NDF= número de fallas. CDC=Constante de confiabilidad.	
La variable Dependiente, Productividad	De esta manera (Gutiérrez, 2014 p.20) “La productividad tiene que ver con los resultados que se obtienen en un proceso o sistema, por lo que incrementarla es lograr mejores resultados considerando los recursos empleados para generarlos. Se mide por el coeficiente formado por los resultados logrados y los recursos empleados”. Se guarda relación entre lo producido y lo que hemos necesitado para consumarlo.	La productividad del mantenimiento de los camiones CAT793F, se va incrementar gracias a la mejora de las propiedades del diseño del sistema de lubricación de la barra Link, ya que mejoraremos la confiabilidad del diseño y de esa manera tendremos la flota más disponible.	EFICIENCIA	$E = \frac{HHD - HHP}{HHD} * 100$ Donde: HHD=horas hombre disponible. HHP=horas hombre perdidas	Razón
			EFICACIA	$E = \frac{PO}{PP} * 100$ Donde: PO=producción obtenida. PP=producción programada.	

Fuente: elaboración propia.

2.2. POBLACIÓN Y MUESTRA.

La población de la investigación está dada por los resúmenes de las hojas de registros del sistema de lubricación de la barra link en Antamina 2018.

“La población debe situarse claramente por sus características de contenido lugar y tiempo. La Población o universo es el conjunto de todos los casos que concuerdan con determinadas especificaciones” (Hernández Sampieri y otros 2014, p.174).

N= 20 semanas.

“La Muestra es, en esencia un subgrupo de la población, que pertenecen a ese conjunto definido que se denomina población” (Hernández *et al.*, 2014, p.175).

Se considera que la muestra en la siguiente investigación es igual a la población de 20 semanas, tomando los registros de los 18 camiones.

n=20 semanas.

El Muestreo, se tiene fundamentalmente dos tipos de muestreo, que son el probabilístico y el no probabilístico. En el muestreo probabilístico, “cada elemento de la población tiene una posibilidad conocida de ser seleccionado por la muestra (Kinnear y Taylor, 1998, p. 404.). En el muestreo no probabilístico, “la selección de un elemento de la población que va a formar parte de la muestra se basa hasta cierto punto en el criterio del investigador o el entrevistador de campo” (Kinnear y Taylor, 1998, p. 405.).

2.3. TÉCNICAS DE INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS, VALIDEZ Y CONFIABILIDAD.

2.3.1. Técnicas.

Es el procedimiento por el cual el investigador obtiene la información requerida de una realidad o fenómeno en función de los objetivos del estudio. “La observación científica consiste en la apreciación sistemática y enfocada a captar aspectos más significativos de los objetos, hechos, realidades sociales y personas en el entorno donde se desarrollan normalmente. Facilita información empírica necesaria para plantear nuevos problemas, formular problemas y posterior información” (Hernández *et al.*, 2014, p.256). La investigación se da en el taller de camiones obteniendo los resultados de forma directa, en el momento que ocurre las frecuencias de fallas.

2.3.2. Instrumentos.

“Los instrumentos son los recursos que utiliza el investigador para registrar información o datos sobre las variables que tiene en mente” (Hernández *et al.*, 2014, p.199). En este caso

utilizaremos hojas diseñadas para obtener la información exacta del diseño a investigar, indagando las frecuencias de los mantenimientos y las horas de equipo parado.

Tabla 3. Técnica e instrumentos.

TÉCNICA	INSTRUMENTO
<p>OBSERVACIÓN DE CAMPO.</p> <p>“La metodología de la observación naturalista es muy diferente a la de un experimento, la observación naturalista debe describir la conducta que el investigador observó y cómo registró la frecuencia, duración, magnitud, entre otros aspectos. Luego de especificar las condiciones en las cuales se recopilaban los datos, debe describir cómo observó la conducta de interés. Lo importante es, tal como en un experimento, que proporcione la suficiente información para que alguien totalmente ajeno a su observación pueda aplicarla después de leer la sección de métodos”. (FIGUEROA <i>et al.</i>, 2013, p.132)</p>	<p>Hoja De Registro De Inspección De Sistema De Barra Link.</p> <p>Revisión documentaria de los registros de los factores de medición de la productividad.</p>
<p>CUESTIONARIO.</p> <p>“Tal vez el instrumento más utilizado para recolectar los datos es el cuestionario. Un cuestionario consiste en un conjunto de preguntas respecto de una o más variables a medir. Debe ser congruente con el planteamiento del problema e hipótesis” (Hernández <i>et al.</i>, 2014 p. 217).</p>	

Fuente: elaboración propia.

2.3.3. Validez.

“La validez, se refiere al grado que el instrumento puede medir verdaderamente a la variable. La validez es un concepto del cual pueden tenerse diferentes tipos de evidencia” (Hernández *et al.*, 2014, p.200). Para la validez de los instrumentos que se utilizarán en la presente investigación, se recurrirá a la opinión de expertos en el campo de investigación de la Universidad Cesar Vallejo, los cuales emitirán su juicio y las sugerencias para la mejora continua del presente proceso de investigación estará a cargo de Mg. Osmar Morales Chalco.

2.3.4. Confiabilidad.

“La confiabilidad de un instrumento de medición que se refiere al grado en que su aplicación registre resultados consistentes y coherentes” (Hernández *et al.*, 2014, p.200). Asimismo, la confiabilidad hará ser más exacta o confiable la investigación si tenemos más unidades de muestra, dentro nuestro procedimiento de recolección de datos.

En este mundo globalizado debemos mantenernos a la vanguardia y así aplicar los diferentes instrumentos para mejorar la confiabilidad de los equipos y de esta manera tener una mejor capacidad de respuesta para nuestros clientes, implementado la gestión de mantenimiento de una forma seria, con aplicación técnica y científica, capacitando a nuestros colaboradores para que sepan aplicarla de una forma eficiente y eficaz.

2.4. PROCEDIMIENTO.

El procedimiento se inicia usando determinado el software apropiado, en este caso ejecutaremos en SPSS V22, revisando los datos cuantificables, evaluando la confiabilidad y validez de nuestros instrumentos. A su vez analizamos los datos de la variable productividad y mediante la prueba estadística inferencial, obtendremos los datos los cuales presentaremos de forma gráfica. La investigación a base del seguimiento semanal con las hojas de check list diseñadas para obtener los datos estadísticos que nos permitirán realizar el análisis cuantitativo, arrojando el porcentaje de incremento de la productividad de los equipos, que nos ayudará a aceptar nuestra hipótesis de rediseño del sistema de lubricación de la Barra Link de los camiones CAT793F.

2.5. MÉTODO DE ANÁLISIS DE DATOS.

Al terminar de codificar los datos, se procede a analizarlos. El análisis de datos cuantitativos se lleva a cabo por computadora. “Seleccionamos un software apropiado, se ejecuta el programa, se analiza descriptivamente y visualiza los datos por variable, se evalúa la confiabilidad y validez logrados por los instrumentos, seguidamente se analiza mediante las pruebas estadísticas y presentar los resultados en tablas o gráficos”. (Hernández *et al.*, 2014, p.272). De esta manera consignaremos los datos en el software SPSS22, con el objetivo de realizar el análisis descriptivo e inferencial.

2.6 ASPECTOS ÉTICOS.

Durante el desarrollo del proyecto de investigación las veracidades de los resultados serán respetados por el autor, en este caso Yo Pablo César Sánchez Navarro con DNI 25783103, con la consigna de respetar por lo estipulado la Universidad César Vallejo, Facultad Ingeniería, escuela de Ingeniería Industrial declaro que toda la documentación es veraz y autentica.

También con el compromiso de no divulgar los datos estadísticos de las encuestas y procedimientos confidenciales de la empresa a la cual pertenezco.

RESULTADOS

III. RESULTADOS.

3.1.- CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN.

La investigación y elaboración del Rediseño del sistema de lubricación de la barra Link de los camiones CAT793F, se llevará a cabo según la programación definida y acordada en el siguiente cronograma.

Tabla 4.- Cronograma de actividades.

ÍTEM	ACTIVIDADES	PRIMER SEMANA				SEGUNDA SEMANA				TERCERA SEMANA			CUARTA SEMANA				
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7
1	Reunión con el supervisor del área de camiones	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7
2	Evaluaciones informes de ocurrencia	1															
3	Análisis del levantamiento de información.		1	2													
4	Reunión con la gerencia de la empresa Budge		1	2													
5	Determinar los instrumentos e insumos.			1	2												
6	Levantamiento del rediseño a mano alzada.				1	2											
7	Elaboración del registro de inspección diaria				1	2											
8	Diseño del prototipo, análisis en software.					1	2	3	4								
9	Presentación de primer prototipo a la minera.								1								
10	Aprobación del diseño.									1	2	3					
11	Fabricación del primer prototipo										1	2	3				
12	Protocolos de prueba a prototipo y procedimiento.													1	2		
13	Solicitud de intervención para instalación.															1	
14	Instalación del sistema mejorado en el equipo.																1

Fuente: elaboración propia.

3.2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.

De acuerdo al análisis de la problemática registrada en el área de camiones, se encontraron las evidencias de los problemas en los camiones CAT793F, como excesos de horas de mantenimiento correctivo, parada constante del equipo, sistema de lubricación deficiente, falta de sistema de protección contra la contaminación, diseño de sujeción muy simple.

Se aprecia que el ingreso de la grasa es por la grasera que conecta por el pin el cual tiene una salida de diámetro de 4mm., para lubricar al rodamiento, las trabas (Key Hard) son solo por un lado y es sujetado por 02 pernos de M10, los cuales se rompen al no soportar los sobreesfuerzos a los que son sometidos.

3.2.1. SITUACIÓN ACTUAL-ANÁLISIS.

Como hemos observado el ingreso de la grasa por el pin es muy pequeño y se bloquea con la contaminación, la bocina sintética de Bakelita no soporta el sobreesfuerzo ejercido en dichas articulaciones, terminando fracturada y de esa manera el rodamiento rosa con la estructura del equipo y lo deforma, de esta manera se precipita los cambios de dichos componentes.

Se detectaron otros aspectos del producto que influyen sobre el problema observado los pines de las posiciones 1B y 3B registran más daño que los demás pines, además de que el alojamiento (chasis) se deforma y tenga que ser reparado mediante un proceso de relleno por soldadura y barrenado. En todos los camiones se observa que los pines en mención tienen menos grasa en comparación de los demás pines. Se ha evaluado los inyectores de grasa en estos puntos y siempre se ha verificado que estos funcionan bien. El problema entonces se asocia al diseño, para estas posiciones se tiene mayor esfuerzo en estos puntos debido a la tracción del camión.

Componentes Principales Originales.

- Barra Link.
- Rodamiento oscilante.
- Pin principal.
- Bocina de Bakelita.
- Key Hard.
- Pernos de sujeción.

Hoja De Registro Semanal.

En la primera parte de la investigación se usó el siguiente registro para establecer la frecuencia de las fallas del diseño de la Barra Link de los camiones CAT793F.

Tabla 5.- Registro de inspección semanal.

REGISTRO DE INSPECCIÓN DEL SISTEMA DE BARRA LINK CAT 793F																		
	Version-V01		Formato N°				Mtto-0023							Fecha				
	Frecuencia	Semanal	Próximo Cambio						2 400 horas									
	T. Responsable		Horómetro												N° De Camión			
	POSICION DE BARRA LINK		1A		2A		2A		2B		3A		3B		4A		4B	
ITEM 1	LUBRICACIÓN		SI	N O	S I	N O	S I	N O	S I	N O	S I	N O	SI	N O	S I	N O	S I	N O
	Mangueras en buen estado																	
	Conectores en buen estado																	
	Se observa muestras de grasa																	
	Bering engrasado																	
	Inyectores conectados																	
ITEM 2	SUJECIÓN		SI	N O	S I	N O	S I	N O	S I	N O	S I	N O	SI	N O	S I	N O	S I	N O
	Pernos completos																	
	Pin en su sitio																	
	Bering alineado																	
	Ring retainer en condiciones normales																	
	Key Hard en su sitio original																	
	Barra Link en buen estado																	
ITEM 3	OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES																	

Fuente: elaboración propia.

Análisis De La Deficiencia Del Diseño.



*Figura n°3. Daños en la transmisión y cardan principal.
Fuente. Elaboración propia.*

En la figura 3 apreciamos los golpes recibidos en la transmisión principal y el cardan por efecto de la salida de su posición de la barra Link, perjudicando la estructura del chasis del equipo, estas reparaciones adicionales dilatan los tiempos de mantenimientos que este caso se califican como correctivo.



*Figuran n°4. Daños en la manguera de refrigerante y protector.
Fuente: Elaboración propia.*

En la figura 4 encontramos que las mangueras que enfrían el motor están dobladas por el efecto de la caída de la Barra Link, también ocasiona la abolladura de los protectores, estas consecuencias están relacionadas con el diseño original no adecuado para la exigencia a que son sometidos estos camiones en la minera.

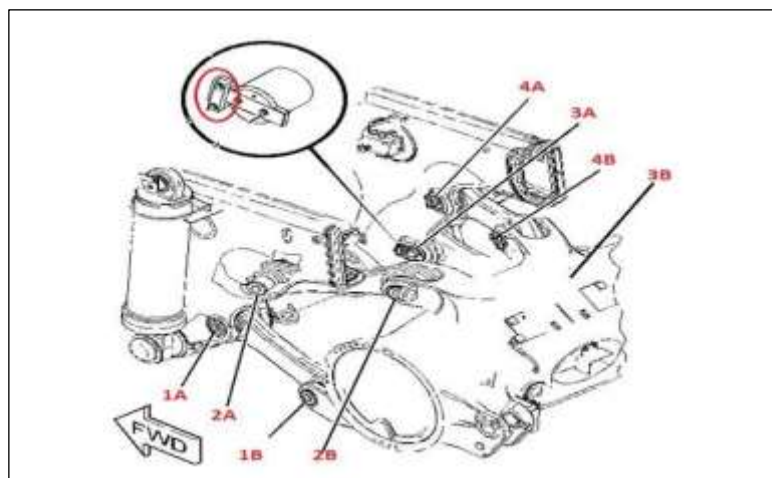


**Figura n°5. Salida de su posición de barra Link.
Fuente: Elaboración propia**

En la figura 5 encontramos la Barra Link fuera de su posición, esto hace que el equipo quede inoperativo en la zona de trabajo y tenga que ser remolcado por la cama baja, del cual dependen todos los equipos auxiliares de la minera.

Análisis Del Diseño Original.

Encontramos en el manual CAT los detalles del diseño original, tal como se muestra en la figura 6, para poder tener mayor información de que forma podemos presentar el rediseño, pero al seguir evaluando las causas, nos damos cuenta que mayormente están asociadas directamente con el diseño del sistema de lubricación, sujeción y la falta de protección a la contaminación que está expuesto.



**Figura n°6. Ubicación física de los seguros de la Barra Link.
Fuente: manual Siscat.**



*Figura n°7. Pin principal.
Fuente: Elaboración propia.*

La característica más crítica observada en el diseño original, se encuentra precisamente en el pin, (figura 7) ya que es por un agujero de 4 mm por el cual ingresa la grasa a todo el sistema de articulación, el cual, al ser taponeado, saturado con la contaminación propia del camino, deja casi nula la lubricación en el sistema.



*Figura n°8 alojamiento quedan en malas condiciones.
Fuente: Elaboración propia*

La siguiente característica que se puede apreciar el diseño original (figura 8), es la relacionada con el sistema de sujeción el cual se nota que es arrancado y fracturado los pernos que son muy pequeños para el esfuerzo a la cual son sometidos, además que solo se encuentra este sistema de sujeción, en un solo extremo del pin.

Situación Actual Del Cambio De Barras Link.

El camión CAT793F tiene que situarse en la bahía de camiones durante 72 horas mínimas que dura la intervención, donde se emplea 8 operarios para realizar el cambio de barras, el uso de combas gatas hidráulicas da la señal de un trabajo de alto riesgo. Además, los costos que involucran el soldeo de las cavidades y el posterior barrenado, tenemos que sumarle el costo de los repuestos que asciende a un total 8.000 dólares, y un estimado de 10.000 dólares por hora de camión parado.

Componentes Principales



Figura n°9. Pin principal.
Fuente. Elaboración propia.

El pin principal (figura 9) es uno de los repuestos de más alta rotación, aquí mostramos su forma original, lleva un baño de cromo duro y tiene una rugosidad superficial, alcanzado con el rectificado, controlado con micrómetro.



Figura n°10. Rodamiento oscilante original.
Fuente. Elaboración propia.

El rodamiento oscilante (figura 10) este repuesto verdaderamente crítico, se encarga de auto alinear la barra Link por efecto de la irregularidad de los caminos, se le realizará dos agujeros

mediante la electroerosión ya que su superficie esta endurecida por proceso de tratamiento térmico hasta 60 HRC.



Figura n°11. Barra Link retirada de camión CAT793F.
Fuente. Elaboración propia.

En la figura 11, encontramos la Barra Link, recién retirada del camión, de esta manera se realizó los seguimientos las primeras 20 semanas, estas Barras son reutilizadas, ya que solo se repara las cavidades de los alojamientos de los rodamientos oscilante, mediante el proceso de soldadura y posterior maquinado.

Tabla 6.- Registro de producción semanal antes de la mejora.

SEMANA #1						
Fecha	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	TOTALES
	8	9	10	11	12	
Producción Programada	35200	39600	35200	39600	33000	182600
Producción Obtenida	28426	28548	29036	37698	20130	143838
Producción por hora nominal	122	122	122	122	122	
Personal Asignado	16	18	16	18	15	17
Horas Hombre Disponibles	288	324	288	324	270	1494
Horas Hombre Perdidas	55	90	50	15	105	315
Horas Hombre Utilizada	233	234	238	309	165	1179
Producción/Hora (Real)	98.70	88.11	100.82	116.35	74.56	95.7

Fuente: elaboración propia.

Teniendo los datos básicos se realizó el cálculo en una hoja con las fórmulas de las dimensiones de nuestra variable dependiente y obtener la productividad antes de aplicar la mejora del rediseño del sistema de Lubricación y Sujeción de la Barra Link. Aquí lo representamos como ejemplo de la primera semana en la tabla 6.

Tabla 7.- Calculo de inspección semanal antes de la mejora.

ANTES	Producción Obtenida	Producción Programada	Personal Asignado o número de camiones	Horas Hombre Disponibles	Horas Hombre Perdidas	Horas Hombre Utilizada	Eficiencia	Eficacia	Productividad
Sem1	143838	182600	17	1494	315	1179	79%	78.77%	62%

Fuente: elaboración propia.

3.2.2. Estado Propuesto.

De esta manera después de cumplir con los permisos necesarios para ingresar a la Bahía de camiones de la compañía minera Antamina se procede a levantar la información del diseño original al camión HT067, aprovechando su ingreso por defecto en el sistema eléctrico.



Figura n°12. Camión CAT793F.

Fuente. Elaboración propia.

El camión H067 como se aprecia en la figura 12, fue el primer equipo en instalarle la mejora diseñada para los camiones CAT793F.

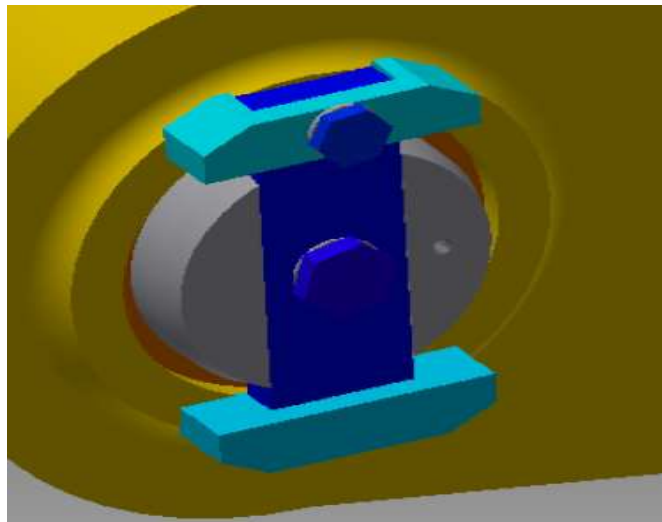


*Figura n°13. Alojamiento de las bocinas de bakelita.
Fuente. Elaboración propia.*

Se procedió a realizar la metrología de las distancias de las caras de la parte estructural que soporta la Barra Link, el diámetro de las cavidades, tomando los registros fotográficos necesarios, (figura 13) para poder tener todo claro y así poder realizar el rediseño del sistema completo.

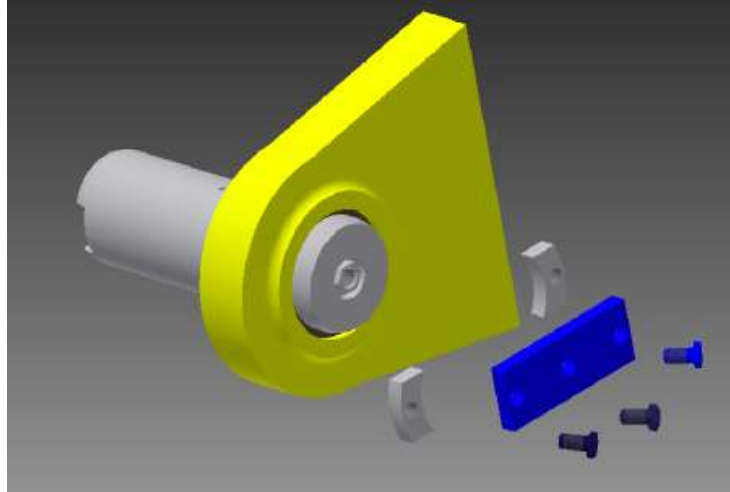
Rediseño.

Ya teniendo los datos se inicia el rediseño del sistema de Lubricación y sujeción del Barra Link, para los camiones CAT793F, en el departamento de Ingeniería, aplicando las mejoras apropiadas, mediante el uso del software de diseño asistido por computadora Inventor 2018.



*Figura n°14. Diseño de sujeción principal.
Fuente. Elaboración propia.*

La figura 14, representa la sujeción principal, incorporándole bases soldables, pernos de mayor dimensión M24, con grado 5 y arandelas de presión.



***Figura n°15. Diseño de sujeción secundario.
Fuente. Elaboración propia.***

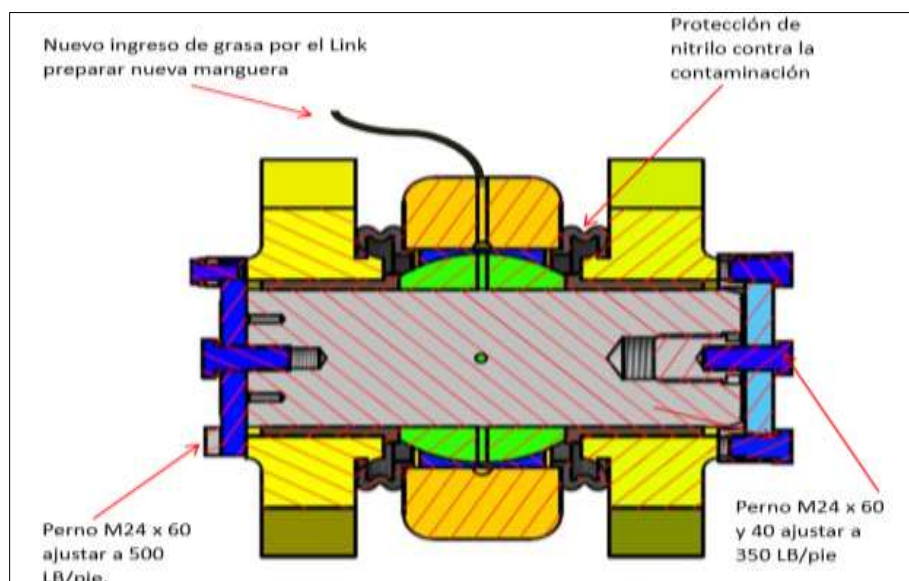
Como se puede apreciar en la figura 15, se ha diseñado un nuevo sistema de sujeción el cual no tenía originalmente, con esto garantizaremos la confiabilidad del diseño. De esta manera si falla la sujeción principal, el secundario no dejara que la Barra Link salga de su posición, asegurando la disponibilidad del equipo durante la jornada completa de trabajo, manteniendo una mejora considerable de productividad.



***Figura n°16. Diseño de protector.
Fuente. Elaboración propia.***

El diseño del protector de nitrilo (figura 16), se realiza por la necesidad de proteger el sistema de lubricación contra la contaminación, esto nos garantiza la conservación del a grasa en el sistema, el bloqueo del ingreso de la contaminación y la estabilidad de la posición de la Barra Link para que no genere esfuerzos adicionales por la mala posición de trabajo.

Diseño Mejorado



*Figura n°17. Vista de corte del sistema de lubricación rediseñado.
Fuente. Elaboración propia.*

El diseño final está representado en la figura 17, con lo cual describimos las principales características, que son doble sujeción, nuevo ingreso de lubricación y la incorporación de protectores de nitrilo para evitar la contaminación propia de los caminos de trocha por la cual se sitúa el trabajo diario de estos camiones mineros. Se edita un procedimiento de instalación, para garantizar la facilidad de la misma.

Fabricación e Implementación De Mejora.



*Figura n°18. Barras Link retiradas del camión.
Fuente. Elaboración propia.*

Una vez terminado la metrología en campo se solicitó el envío de la Barras Link, para aplicar la mejora según lo acordado con el supervisor senior del área de camiones. Barras Link embaladas para su envío a Budge Lima (figura 18).

Ingreso De Barra Link A Budge Lima.



*Figura n°19. Barras Link llegada a Budge Lima.
Fuente. Elaboración propia.*

Como se aprecia en la figura 19, la Barra Link llega a Budge Lima para iniciar el proceso de ingeniería inversa, para lo cual se le asigna un numero de presupuesto para llevar un control, ya que se estima la llegada 2 unidades por camión, lo cual sumarian 36 unidades.

Proceso De Extracción De Repuestos.



*Figura n°20. Proceso de retiro de repuestos de la Barras Link.
Fuente. Elaboración propia.*

Así como, muestra la figura 20 se retirar los seguros, las bocinas oscilantes con el uso de la prensa hidráulica y la capa de pintura para realizar los primeros ensayos de análisis no destructivos.

Análisis No Destructivo



*Figura n°21. Proceso de prueba de tintes.
Fuente. Elaboración propia.*

Tal como se muestra en la figura 21, se procede a realizar la prueba de tintes penetrantes para garantizar que esté libre de fisuras ya que estas barras son las que soportan el peso completo del equipo, más el peso de la tolva llena de material que son algo de 220 toneladas por cada viaje realizado, que son un aproximado de 10 viajes según la distancia y la condición o inclinación del camino.

Proceso De Soldadura



*Figura n°22 Proceso de soldeo.
Fuente. Elaboración propia.*

Se procede a rellenar la cavidad, mediante el proceso de soldadura semi automática, por estar fuera de medida, tal como se aprecia en la figura 22.

Proceso De Reparación.



*Figura n°23 Proceso de maquinado.
Fuente. Elaboración propia.*

El proceso de maquinado a la medida estándar es llevado a cabo en un centro de mecanizado o mandrinadora convencional o CNC, realizando el control de calidad antes de ser retirado del equipo tal como se aprecia en las figuras 23.

Proceso De Fabricaciones.



*Figura n°24. Proceso de maquinado base soldables.
Fuente. Elaboración propia.*

Con el uso del centro de mecanizado, tal como se aprecia en la figura 24, fabricamos las bases soldadas, en acero AISI A-36 después se realiza el control dimensional, por parte del área de control de calidad.

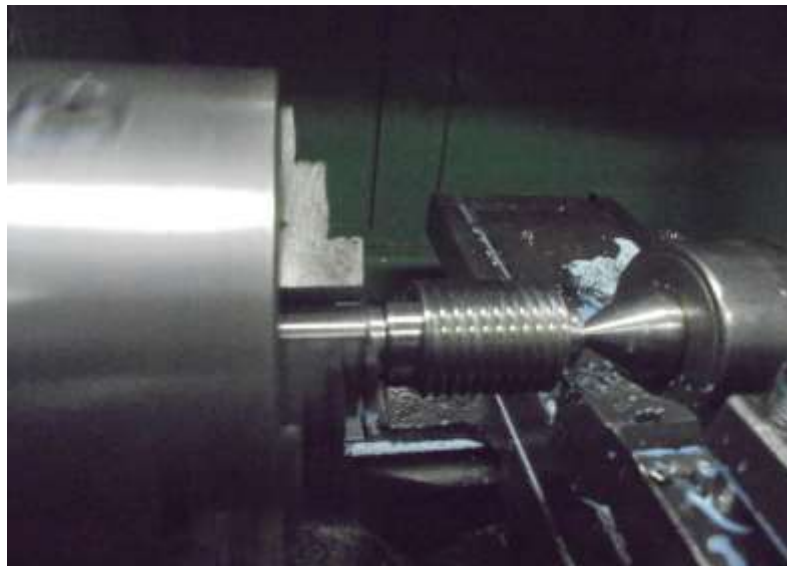
Proceso De Fabricaciones.



*Figura n°25. Proceso de maquinado de Key Hard.
Fuente. Elaboración propia.*

Se realiza la fabricación del nuevo diseño del Key Hard en la mandrinadora convencional de acero H1045 que tiene una mejor propiedad de elongación y módulo de elasticidad, así lo muestra la figura 25.

Proceso De Fabricaciones.



*Figura n°26. Proceso de maquinado perno especial M48.
Fuente. Elaboración propia.*

La fabricación del perno especial M48, se lleva a cabo en un torno CNC o convencional, como se aprecia en la figura 26, el material es un acero Bonificado, AISI4140, este material tiene propiedades de resistencia a la tracción y flexión, por su grado de dureza en su presentación, no necesita recibir tratamiento térmico.

Proceso De Montaje De Repuestos



*Figura n°27. Proceso de instalación de rodamiento oscilante.
Fuente. Elaboración propia.*

Una vez terminado los maquinados, se procede a la instalación de los rodamientos oscilantes en la Barra Link, tal como se aprecia en la figura 27.

Proceso De Prueba De Calidad.



*Figura n°28. Proceso de control de calidad.
Fuente. Elaboración propia.*

En la figura 28, se observa la prueba del nuevo ingreso de grasa, el cual es inyectado y verificado que salga por el nuevo circuito del rediseño de la Barra Link, una vez terminado estos procesos esta lista para su embalaje y envío final.

Proceso De Pintura Y Embalaje



*Figura n°29. Proceso de pintura y embalaje.
Fuente. Elaboración propia.*

La Barra Link después de los controles de calidad, pasa al área de pintura y embalaje, para ser despachado junto con la caja de repuestos a la minera (figura 29).

Proceso De Embalaje De Repuestos.



*Figura n°30. Proceso de embalaje.
Fuente. Elaboración propia.*

Se realiza el control de todos los repuestos (figura 30) que incluye cada mejora de la Barra Link, para proceder a su embalaje final. Se edita un procedimiento de instalación para que sea llevado a cabo en mina, para su correcta instalación.

Después de la instalación de la mejora de la Barra Link en los camiones CAT793 F, se procedió a realizar los seguimientos, llenando los registros de inspección y tomando nota de los movimientos del área de camiones durante las 20 semanas. La instalación fue en forma progresiva. Así lo muestra la tabla 8, registro de producción después de la mejora, las tres primeras semanas.

Tabla 8.- Registro de producción semanal después de la mejora.

SEMANA #1						
Fecha	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	TOTALES
	8	9	10	11	12	
Producción Programada	37400	39600	35200	39600	37400	189200
Producción Obtenida	30622	39528	35136	37698	33062	176046
Producción por hora nominal	122	122	122	122	122	
Personal Asignado	17	18	16	18	17	17
Horas Hombre Disponibles	306	324	288	324	306	1548
Horas Hombre Perdidas	55	0	0	15	35	105
Horas Hombre Utilizada	251	324	288	309	271	1443
Producción/Hora (Real)	100.07	122.00	122.00	116.35	108.05	113.7
SEMANA#2						
Fecha	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	TOTALES
	8	9	10	11	12	
Producción Programada	37400	39600	35200	39600	35200	187000
Producción Obtenida	29768	38064	32452	39528	31232	171044
Producción por hora nominal	122	122	122	122	122	
Personal Asignado	17	18	16	18	16	17
Horas Hombre Disponibles	306	324	288	324	288	1530
Horas Hombre Perdidas	62	12	22	0	32	128
Horas Hombre Utilizada	244	312	266	324	256	1402
Producción/Hora (Real)	97.28	117.48	112.68	122.00	108.44	111.6
SEMAN#3						
Fecha	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	TOTALES
	8	9	10	11	12	
Producción Programada	35200	39600	35200	39600	39600	189200
Producción Obtenida	29280	39528	27816	39528	38918	175070
Producción por hora nominal	122	122	122	122	122	
Personal Asignado	16	18	16	18	18	17
Horas Hombre Disponibles	288	324	288	324	324	1548
Horas Hombre Perdidas	48	0	60	0	5	113
Horas Hombre Utilizada	240	324	228	324	319	1435
Producción/Hora (Real)	101.67	122.00	96.58	122.00	120.12	112.5

Fuente: elaboración propia.

Tabla 9.- Calculo de inspección semanal después de la mejora.

DESPUES	Producción Obtenida	Producción Programada	Personal Asignado	Horas Hombre Disponibles	Horas Hombre Perdidas	Horas Hombre Utilizada	Eficiencia	Eficacia	Productividad
Sem1	176046	189200	17	1548	105	1443	93.22	93.05	86.74
Sem2	171044	187000	17	1530	128	1402	91.63	91.47	83.82
Sem3	175070	189200	17	1548	113	1435	92.70	92.53	85.78
Sem4	180316	191400	17	1566	88	1478	94.38	94.21	88.91
Sem5	167354	187000	17	1530	158	1372	89.67	89.49	80.25
Sem6	166774	189200	17	1548	181	1367	88.31	88.15	77.84
Sem7	180194	191400	17	1566	89	1477	94.32	94.15	88.79
Sem8	183366	195800	18	1602	99	1503	93.82	93.65	87.86
Sem9	182268	193600	18	1584	90	1494	94.32	94.15	88.80
Sem10	172874	193600	18	1584	167	1417	89.46	89.29	79.88
Sem11	184830	198000	18	1620	105	1515	93.52	93.35	87.30
Sem12	178730	195800	18	1602	137	1465	91.45	91.28	83.48
Sem13	181658	193600	18	1584	95	1489	94.00	93.83	88.20
Sem14	179218	193600	18	1584	115	1469	92.74	92.57	85.85
Sem15	184830	195600	18	1584	69	1515	95.64	94.49	90.38
Sem16	179828	189200	17	1548	84	1464	94.57	95.05	89.89
Sem17	174948	193600	18	1584	150	1434	90.53	90.37	81.81
Sem18	180072	189200	17	1548	72	1476	95.35	95.18	90.75
Sem19	177632	191400	17	1566	110	1456	92.98	92.81	86.29
Sem20	178974	189200	17	1548	81	1467	94.77	94.60	89.65

Fuente: elaboración propia.

Ingresando los datos a nuestra hoja de cálculo Excel, hay una mejora en la productividad después de la instalación de la Barra Link, tal como se registra en la tabla 9, registrando el mejor incremento en la semana 18.

Presupuesto.

Es la inversión realizada en los constantes viajes realizados para recabar la información, solo se considera las 20 semanas, esto se detalla en la tabla 10.

La presencia en la minera es de forma constante para realizar los seguimientos a los diferentes equipos que, como lo camiones, nos brinden una oportunidad de realizar la Ingeniería inversa, aplicando la experiencia de la empresa Budge Lima.

Tabla 10.- Presupuesto

PRESUPUESTO DE INVESTIGACIÓN DEL PROYECTO					
ÍTEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANT.	VALOR POR UNIDAD	SUB-TOTAL
1	Documentos				
	Libros y revistas,	Unidad	10	S/. 20,00	S/. 200,00
2	Útiles y herramientas de diseño-medición				
	Hojas bond	Paquete	2	S/. 12,50	S/. 25,00
	Lápiz 3H y HB	Unidad	12	S/. 1,50	S/. 18,00
	Cámara Kodak	Unidad	1	S/. 500,00	S/. 500,00
	Portátil con programa de diseño	Unidad	1	S/. 4.000,00	S/. 4.000,00
	Plantillas	Unidad	2	S/. 25,00	S/. 50,00
	Compas profesionales	Unidad	1	S/. 5,00	S/. 5,00
	Escuadras	Unidad	2	S/. 5,00	S/. 10,00
	Vernier	Unidad	1	S/. 300,00	S/. 300,00
3	Seguimiento, participación en reuniones de mantenimiento				
	Ingresos a minera	20 semanas	20	S/. 250,00	S/ 5,000.00
	Costo de telefonía	Mensual	5	S/. 60,00	S/ 300.00
5	Modem para datos	Mensual	5	S/ 70.00	S/ 350.00
6	Equipo de protección personal				
	Casco	20 semanas	1	S/. 20,00	S/. 20,00
	Lentes	20 semanas	6	S/. 3,00	S/. 18,00
	Taponeras	20 semanas	6	S/. 2,00	S/ 12.00
	Botas Puntas De Acero	20 semanas	1	S/. 80,00	S/. 80,00
	Chaleco Reflexivo	20 semanas	1	S/. 20,00	S/. 20,00
	CASACA Impermeable	20 semanas	1	S/. 150,00	S/. 150,00
				total	S/ 11,058.00

Fuente: elaboración propia

Costos De La Mejora.

A continuación, realizaremos los detalles del valor de fabricación de los componentes del rediseño del sistema de lubricación y sujeción de la Barra Link. De esta manera, así como los muestra la tabla 11, en total el costo de las fabricaciones y modificaciones realizadas en cada barra asciende a S/. 30028, pero por ahora se cambian dos barras Link por camión esto sería S/.60056. En conclusión, si tomamos en cuenta el costo por hora de camión parado (S/.35000), esta inversión se está recuperando, lo que le significa a la minera 2 horas de equipo parado aproximado.

Tabla11. Costo de la mejora.

PRESUPUESTO BARRA LINK						
ITEM	CANT.	PART.	PART DESCRIPTION	PROCESO	COSTO UNITARIO	SUB-TOTAL
1	4		ARANDELA DE PRESION M24	COMPRA	5	20
2	4	RB-04031404	PROTECTORES DE NITRILO	TERCEROS	200	800
3	4	RB-04031403	BASES SOLDABLE	FABRICAR	80	320
4	4		PERNO M24 X 75mm GR8	COMPRA	10	40
5	4	RB-04031401	TOPES (TIPO BRACKET)	FABRICAR	80	320
6	2	RB-278	PERNO M48 X 70mm ESPECIAL	FABRICAR	125	250
7	2		PERNO 5/8X30mm GR8	COMPRA	2.5	5
8	2		ARANDELA DE PRESION 5/8	COMPRA	1.5	3
9	4	RB-04031406	KEY-HARD	FABRICAR	80	320
10	2	2783446	PIN PRINCIPAL	FABRICAR	2500	5000
11	2	299-3203	Rodamiento Oscilante (incluye electroerosión)	COMPRA	7500	15000
12	2		SEGUROS EN ESPIRAL	COMPRA	125	250
13	2	2813338	RECUPERACION POR SOLDADURA DE DIAMETROS INTERIORES	REPARAR	1500	3000
14	2		MAQUINADO DE ACABADO SEGÚN PLANO ADJUNTO	REPARAR	2000	4000
15	2		PERFORADO DE 02 CONDUCTOS DE LUBRICACION	REPARAR	350	700
					TOTAL	30028

Fuente: elaboración propia

3.2.3. Análisis Descriptivo.

Mediante análisis descriptivo, visualizaremos por medio de grafico de barra el estado antes y el después de la productividad y sus dimensiones.

Análisis de variable de Productividad.

Tabla12.- Variable de Productividad.

PRODUCTIVIDAD	
ANTES	DESPUES
62%	87%
57%	84%
71%	86%
56%	89%
65%	80%
62%	78%
57%	89%
64%	88%
66%	89%
57%	80%
69%	87%
71%	83%
67%	88%
68%	86%
71%	90%
69%	90%
62%	82%
51%	91%
53%	86%
61%	90%

Fuente: elaboración propia.

Cómo se puede apreciar en la tabla 13 ha habido un incremento de la productividad de los camiones CAT793F, de la misma manera la apreciamos gráficamente en la figura 31

Tabla13.- Variable de Productividad resumen.

	PRODUCTIVIDAD
ANTES	62.94%
DESPUES	86.23%

Fuente: elaboración propia.

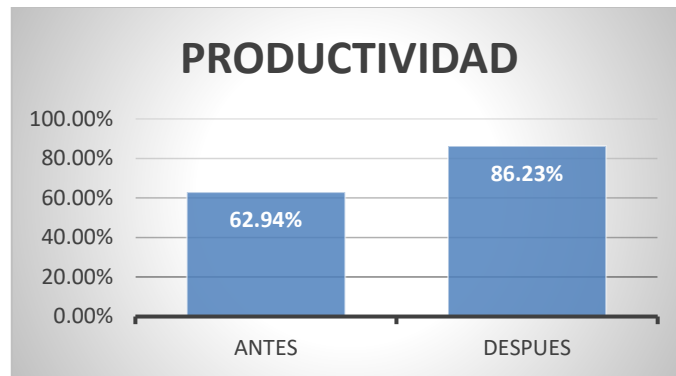


Figura n°31. Gráfico resumen de productividad.
Fuente: elaboración propia.

A continuación, en la tabla 14 podemos apreciar los valores que fueron calculados automáticamente por el software SPSS versión 22, con lo cual nos refleja un incremento de la media en 23.11, lo que demuestra un incremento significativo de la productividad después de aplicar la mejora del rediseño de la Barra Link en los camiones CAT793F.

Tabla14.- Análisis descriptivo de la diferencia de Productividad antes y después del rediseño.

Descriptivos				
		Estadístico	Error estándar	
Diferencia entre el antes y después de la variable Productividad.	Media		23.1145	1.62364
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	19.7162	
		Límite superior	26.5128	
	Media recortada al 5%		22.7833	
	Mediana		21.985	
	Varianza		52,724	
	Desviación estándar		7.26113	
	Mínimo		12.41	
	Máximo		39.78	
	Rango		27.37	
	Rango Inter cuartil		10.48	
	Asimetría		,688	,512
	Curtosis		-,089	,992

Fuente: SPSS versión 22 /Elaboración propia.

Análisis de Dimensión Eficiencia.

A continuación, se realizarán los análisis descriptivos de la primera dimensión de la variable de Productividad, en este caso tenemos a la Eficiencia.

Tabla 15. Dimensión Eficiencia.

Eficiencia	
ANTES	DESPUES
78.92	93.22
75.42	91.63
84.40	92.70
74.68	94.38
80.75	89.67
78.84	88.31
75.75	94.32
80.30	93.82
81.08	94.32
75.61	89.46
83.03	93.52
84.38	91.45
81.96	94.00
82.75	92.74
84.46	95.64
83.33	94.57
79.01	90.53
71.46	95.35
72.62	92.98
78.18	94.77

Fuente: elaboración propia

Cómo se puede apreciar en la tabla 16 ha habido un incremento de la productividad de los camiones CAT793F, durante el seguimiento realizado en las 20 semanas, de la misma manera la apreciamos gráficamente en la figura 32.

Tabla 16. Dimensión Eficiencia resumen.

	EFICIENCIA
ANTES	79.30%
DESPUES	92.93%

Fuente: elaboración propia

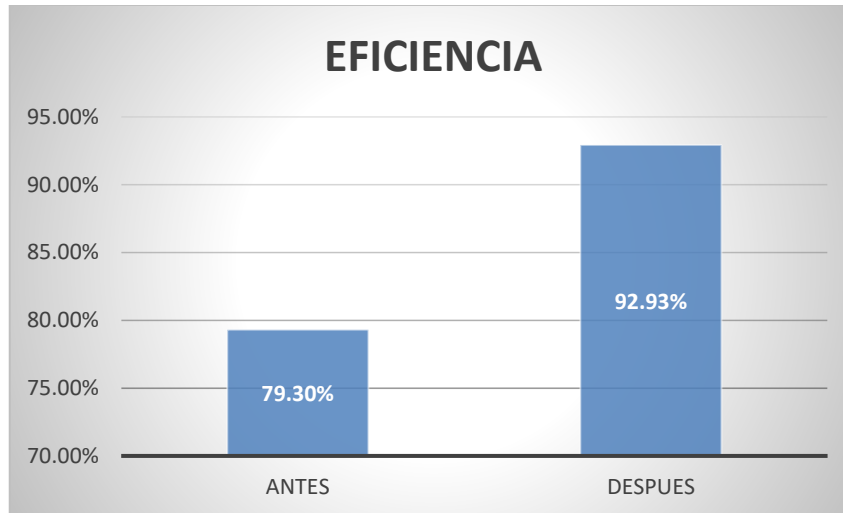


Figura n°32. Gráfico resumen de Eficiencia.
Fuente: elaboración propia.

A continuación, en la tabla 17 podemos apreciar los valores que fueron calculados automáticamente por el software SPSS versión 22, con lo cual nos refleja un incremento de la media en 13.5225, lo que demuestra un incremento significativo de la Eficiencia, después de aplicar la mejora del rediseño de la Barra Link en los camiones CAT793F.

Tabla17.- Análisis descriptivo de la diferencia de Eficiencia antes y después del rediseño.

Descriptivos				
		Estadístico	Error estándar	
Diferencia entre el antes y el después de la dimensión Eficiencia.	Media	13.5225	1.00052	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	11.4284	
		Límite superior	15.6166	
	Media recortada al 5%	13.305		
	Mediana	12.64		
	Varianza	20,021		
	Desviación estándar	4.47445		
	Mínimo	7.07		
	Máximo	23.89		
	Rango	16.82		
	Rango intercuartil	6.38		
	Asimetría	,760	,512	
	Curtosis	-,025	,992	

Fuente: SPSS versión 22 /Elaboración propia.

Análisis de Dimensión Eficacia.

A continuación, se realizarán los análisis descriptivos de la segunda dimensión de la variable de Productividad, en este caso tenemos a la Eficacia.

Tabla 18. Dimensión Eficacia resumen.

EFICACIA	
ANTES	DESPUES
78.77	93.05
75.28	91.47
84.25	92.53
74.55	94.21
80.60	89.49
78.69	88.15
75.77	94.15
80.15	93.65
80.94	94.15
75.47	89.29
82.81	93.35
84.23	91.28
81.81	93.83
82.60	92.57
84.30	94.49
83.18	95.05
78.86	90.37
71.33	95.18
72.49	92.81
78.04	94.60

Fuente: elaboración propia

Cómo se puede apreciar en el resumen de la tabla 19 ha habido un incremento de la productividad de los camiones CAT793F, durante el seguimiento realizado en las 20 semanas, de la misma manera lo apreciamos gráficamente en la figura 33.

Tabla 19. Dimensión Eficacia resumen.

	EFICACIA
ANTES	79.17%
DESPUES	92.74%

Fuente: elaboración propia

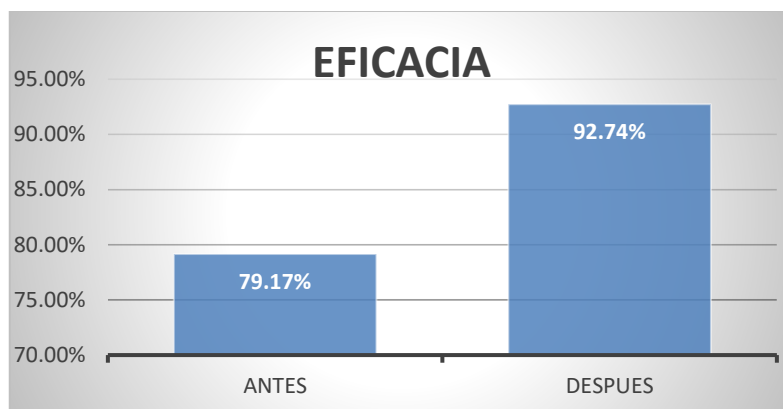


Figura n°33. Gráfico resumen de Eficacia.
Fuente: elaboración propia.

A continuación, en la tabla 20 podemos apreciar los valores que fueron calculados automáticamente por el software SPSS versión 22, con lo cual nos refleja un incremento de la media en 13.4775, lo que demuestra un incremento significativo de la Eficacia, después de aplicar la mejora del rediseño de la Barra Link en los camiones CAT793F.

Tabla 20. Dimensión Eficacia resumen.

Descriptivos				
			Estadístico	Error estándar
Diferencia entre antes y después de la dimensión Eficacia	Media		13.4775	1.00025
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	11.3840	
		Límite superior	15.5710	
	Media recortada al 5%		13.2583	
	Mediana		12.6150	
	Varianza		20.010	
	Desviación estándar		4.47325	
	Mínimo		7.05	
	Máximo		23.85	
	Rango		16.80	
	Rango intercuartil		6.44	
	Asimetría		.754	.512
	Curtosis		-.028	.992

Fuente: SPSS versión 22 /Elaboración propia.

3.2.4. Estadística Inferencial.

Prueba de normalidad de variable de Productividad.

En el diseño de investigación que se está evaluando, se utilizó para el análisis de normalidad Shapiro-Wilk, ya que, la muestra que se empleó es menor a 30, y los datos en las que se ha realizado el estudio para esta prueba son sólo 20 semanas.

Los criterios utilizados se detallan a continuación.

P Valor ≤ 0.05 : los datos presentan un comportamiento no paramétrico.

P Valor > 0.05 : los datos presentan un comportamiento paramétrico

Tabla 21.- Variable de Productividad prueba de normalidad.

Pruebas de normalidad						
	Kolmogórov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Diferencia	,129	20	,200 ^a	,954	20	,427
*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.						
a. Corrección de significación de Lilliefors						

Fuente: SPSS versión 22 /Elaboración propia.

Cómo se puede apreciar en la tabla 21, el valor de sig. de la diferencia de la variable productividad es .427, por lo tanto, es mayor a 0.05, por consiguiente, los datos de esta prueba muestran que proviene de una distribución normal, lo cual se concluye que, para la constatación de la hipótesis, mis datos son paramétricos. Para el Análisis Inferencial la regla nos dice que debemos aplicar T- Student, como se detalla a continuación:

Utilizamos T- Student por ser mis datos paramétricos

Sig. < 0.05 son datos no paramétricos – wilcoxon

Sig. > 0.05 son datos paramétricos – T- Student

Validación de Hipótesis de la variable Dependiente

Ho. El rediseño del sistema de lubricación de la barra Link, no incrementará la productividad de los camiones CAT793F en Antamina 2019.

H1. El rediseño del sistema de lubricación de la barra Link, incrementará la productividad de los camiones CAT793F en Antamina 2019.

Ho: $\mu_{Pa} \geq \mu_{Pd}$

Ha: $\mu_{Pa} < \mu_{Pd}$

Tabla 22. Comparación de medias de productividad antes y después a través de T – Student.

Estadísticas de muestras emparejadas

		Media	N	Desviación estándar	Media de error estándar
Par 1	Product.desp	86.1135	20	3.77310	.84369
	Product.antes	62.9990	20	6.26806	1.40158

Fuente: SPSS versión 22 /Elaboración propia.

De esta manera como apreciamos en la tabla 22 la prueba de T-Student nos muestra la diferencia de valores encontrada en la Media, antes y después con respecto a la productividad con un incremento de 23.1145.

Para verificar esta hipótesis ($H_a: \mu_{Pa} < \mu_{Pd}$), se analizó la significancia de ambas productividades, antes y después del rediseño de la Barra Link, mediante la prueba de T-Student, teniendo en cuenta los siguientes valores.

P Valor ≤ 0.05 : Se rechaza la hipótesis nula.

P Valor > 0.05 : Se acepta la hipótesis nula.

Tabla 23. Prueba de T – Student para la variable de Productividad.

Prueba de muestras emparejadas

		Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	Product.desp - Product.antes	23.1145	7.26113	1.62364	19.71619	26.51281	14,236	19	,000

Fuente: SPSS versión 22 /Elaboración propia.

Cómo se puede interpretar en la tabla 23 se observa que el resultado obtenido del sig. (bilateral) resulta 0,000 siendo menor que 0,05, por lo que se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alterna (H_1), con una mejora de la media de la productividad de 23.114%, existiendo una diferencia significativa en la productividad, por lo que se concluye que: la aplicación del rediseño del sistema de lubricación de la barra Link, incrementará la productividad de los camiones CAT793F en Antamina 2019.

Prueba de normalidad de la hipótesis 1. Dimensión Eficiencia.

En el diseño de investigación que se está evaluando, se utilizó el análisis de normalidad Shapiro-Wilk, ya que, la muestra que se empleó es menor a 30, y los datos en las que se ha realizado el estudio para esta prueba son sólo 20 semanas.

Los criterios utilizados se detallan a continuación.

P Valor ≤ 0.05 : los datos presentan un comportamiento no paramétrico.

P Valor > 0.05 : los datos presentan un comportamiento paramétrico.

Tabla 24.- Dimensión Eficiencia prueba de normalidad.

Pruebas de normalidad						
	Kolmogórov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Diferencia	,131	20	,200*	,947	20	,318
*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.						
a. Corrección de significación de Lilliefors						

Fuente: SPSS versión 22 /Elaboración propia.

Cómo se puede apreciar en la tabla 24, el valor de sig. de la diferencia de la dimensión Eficiencia es .318, por lo tanto, es mayor a 0.05, por consiguiente, los datos de esta prueba muestran que proviene de una distribución normal, lo cual se concluye que, para la constatación de la hipótesis, mis datos son paramétricos. Para el Análisis Inferencial la regla nos dice que debemos aplicar T- Student, como se detalla a continuación:

Utilizamos T- Student por ser mis datos paramétricos

Sig. < 0.05 son datos no paramétricos – wilcoxon

Sig. > 0.05 son datos paramétricos – T- Student

Validación de la primera Hipótesis específica de la variable Dependiente

Ho. El rediseño del sistema de lubricación de la barra Link, no incrementará la Eficiencia de los camiones CAT793F en Antamina 2019.

H1. El rediseño del sistema de lubricación de la barra Link, incrementará la Eficiencia de los camiones CAT793F en Antamina 2019.

Ho: $\mu Pa \geq \mu Pd$

Ha: $\mu Pa < \mu Pd$

Tabla 25. Comparación de las medias de Eficiencia antes y después a través de T – Student.

Estadísticas de muestras emparejadas					
		Media	N	Desviación estándar	Media de error estándar
Par 1	Eficiencia. Des	92.8690	20	2.06833	.46249
	Eficiencia.ant	79.3465	20	4.00133	.89472

Fuente: SPSS versión 22 /Elaboración propia.

De esta manera como apreciamos en la tabla 25 la prueba de T-Student nos muestra la diferencia de valores encontrada en la Media, antes y después con respecto a la Eficiencia, este valor muestra un incremento de 23.1145, después de implementar el rediseño.

Para verificar esta hipótesis ($H_a: \mu_{Pa} < \mu_{Pd}$), se analizó la significancia de ambas Eficiencias, antes y después del rediseño de la Barra Link, mediante la prueba de T-Student, teniendo en cuenta los siguientes valores.

P Valor ≤ 0.05 : Se rechaza la hipótesis nula.

P Valor > 0.05 : Se acepta la hipótesis nula.

Tabla 26. Prueba de T – Student para la Dimensión Eficiencia.

Prueba de muestras emparejadas									
		Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	Eficiencia. Des - Eficiencia.ant	13.52250	4.47445	1.00052	11.42839	15.61661	13.516	19	.000

Fuente: SPSS versión 22 /Elaboración propia.

Cómo se puede interpretar en la tabla 26 se observa que el resultado obtenido del sig. (bilateral) resulta 0,000 siendo menor que 0,05, por lo que se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alterna (H_1), con una mejora de la media de la Eficiencia de 13.5225%, existiendo una diferencia significativa en la Eficiencia encontrada, por lo que se concluye que: la aplicación del rediseño del sistema de lubricación de la barra Link, incrementará la Eficiencia de los camiones CAT793F en Antamina 2019.

Prueba de normalidad de la hipótesis específica 2. Dimensión Eficacia.

En el diseño de investigación que se está evaluando, se utilizó el análisis de normalidad Shapiro-Wilk, ya que, la muestra que se empleó es menor a 30, y los datos en las que se ha realizado el estudio para esta prueba son sólo 20 semanas.

Los criterios utilizados se detallan a continuación.

P Valor ≤ 0.05 : los datos presentan un comportamiento no paramétrico.

P Valor > 0.05 : los datos presentan un comportamiento paramétrico.

Tabla 27.- Dimensión Eficacia prueba de normalidad.

Pruebas de normalidad						
	Kolmogórov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Diferencia entre antes y después de la dimensión Eficacia	,129	20	,200 ^a	,948	20	,332
*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.						
a. Corrección de significación de Lilliefors						

Fuente: SPSS versión 22 /Elaboración propia.

Cómo se puede apreciar en la tabla 27, el valor de sig. de la diferencia de la dimensión Eficacia es .332, por lo tanto, es mayor a 0.05, por consiguiente, los datos de esta prueba muestran que proviene de una distribución normal, lo cual se concluye que, para la constatación de la segunda hipótesis, mis datos son paramétricos. Para el Análisis Inferencial la regla nos dice que debemos aplicar T- Student, como se detalla a continuación:

Utilizamos T- Student por ser mis datos paramétricos

Sig. < 0.05 son datos no paramétricos – wilcoxon

Sig. > 0.05 son datos paramétricos – T- Student

Validación de la segunda Hipótesis específica dimensión Eficacia.

Ho. El rediseño del sistema de lubricación de la barra Link, no incrementará la Eficacia de los camiones CAT793F en Antamina 2019.

H1. El rediseño del sistema de lubricación de la barra Link, incrementará la Eficacia de los camiones CAT793F en Antamina 2019.

Ho: $\mu_{Pa} \geq \mu_{Pd}$

Ha: $\mu_{Pa} < \mu_{Pd}$

Tabla 28. Comparación de medias de Eficacia antes y después a través de T – Student.

Estadísticas de muestras emparejadas					
		Media	N	Desviación estándar	Media de error estándar
Par 1	Eficacia.desp	92.6835	20	2.04350	.45694
	Eficacia.ant	79.2060	20	3.98340	.89071

Fuente: SPSS versión 22 /Elaboración propia.

De esta manera como apreciamos en la tabla 28 la prueba de T-Student nos muestra la diferencia de valores encontrada en la Media, antes y después con respecto a la Eficacia con un incremento de 13.4775.

Para verificar esta hipótesis ($H_a: \mu_{Pa} < \mu_{Pd}$), se analizó la significancia de ambas Eficacias, antes y después del rediseño de la Barra Link, mediante la prueba de T-Student, teniendo en cuenta los siguientes valores.

P Valor ≤ 0.05 : Se rechaza la hipótesis nula.

P Valor > 0.05 : Se acepta la hipótesis nula.

Tabla 29. Prueba de T – Student para la Dimensión Eficacia.

Prueba de muestras emparejadas									
		Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	Eficacia.desp - Eficacia.ant	13.47750	4.47325	1.00025	11.38395	15.57105	13.474	19	.000

Fuente: SPSS versión 22 /Elaboración propia.

Cómo se puede interpretar en la tabla 29 se observa que el resultado obtenido del sig. (bilateral) resulta 0,000 siendo menor que 0,05, por lo que se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alterna (H_1), con una mejora de la media de la Eficacia de 13.4775%, existiendo una diferencia significativa en la Eficacia encontrada, por lo que se concluye que: la aplicación del rediseño del sistema de lubricación de la barra Link, incrementará la Eficiencia de los camiones CAT793F en Antamina 2019.

DISCUSIÓN.

IV. DISCUSIÓN.

En esta parte describiremos las discusiones de las tres hipótesis, comparando con las tesis relacionadas a continuación.

1. Mediante el análisis de la Hipótesis General representado en la tabla 22, se obtuvo como valor de significancia 0.000, en la prueba T-Student, por lo que se rechaza la Hipótesis nula y se acepta la Hipótesis General, que nos anuncia que “el rediseño del sistema de lubricación de la barra Link, incrementará la productividad de los camiones CAT793F en Antamina 2019”. Este resultado nos otorga un incremento de 23.114% de la Productividad, al ser implementado el rediseño.

Dentro de las causas de fallas más recurrentes pudimos bajar de 17.25 horas a 6.5 horas en promedio de camión por semana, asimismo Mejía Ricardo (2017) en su tesis “Propuesta de un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM), para mejorar la productividad de la empresa Ersá transportes y servicios S.R.L.” coincidimos en obtener resultados de reducción de los tiempos de fallas de los equipos, mediante su estudio de análisis de modo efecto falla logro reducir los excesos de parada logrando mejorar la disponibilidad de los equipos en un 16 % e incrementar la Productividad en un 7%.

2. Al realizar el análisis de la primera Hipótesis representada en la tabla 25, se obtuvo un valor de significancia menor a 0.05 en la prueba T- Student por lo que se llega a rechazar la Hipótesis nula y se acepta la primera Hipótesis que nos indica que “el rediseño del sistema de lubricación de la barra Link, incrementará la Eficiencia de los camiones CAT793F en Antamina 2019”. Este resultado nos resultó favorable en una mejora de 13.522% de la eficiencia de los camiones, llegando a obtener un promedio de 92.93%, al ser implementado el rediseño, de la misma manera GOMEZ, Grimaldo (2017), en su tesis “Disponibilidad De Equipos Auxiliares Para Optimizar La Productividad En El Carguío Y Acarreo De Las Fases 01,03 Y 07 Del Tajo Constancia Empresa Especializada Stracon Gym S.A.” logró obtener un 97% de Eficiencia en los equipos de carguío, realizando el análisis de causas de los factores que inciden en la baja productividad, como son las paradas frecuentes y las velocidades dependiendo de la carga.

3. Al realizar el análisis de la segunda Hipótesis representada en la tabla 28, se obtuvo un valor de significancia menor a 0.05 en la prueba T- Student por lo que se llega a rechazar

la Hipótesis nula y se acepta la segunda Hipótesis que nos indica que “el rediseño del sistema de lubricación de la barra Link, incrementará la Eficacia de los camiones CAT793F en Antamina 2019”, de esta manera se encontró un incremento de la producción con respecto a toneladas promedio, por lo que las pruebas realizadas nos otorgan incremento de 79.17% a 92.74%, asimismo, DÍAZ, Frank en su tesis, “Diseño De Tolva Ligera Para Camiones 785 B/C Y Su Impacto En La Productividad En Una Empresa Minera” al rediseñar la tolva de los camiones incremento la capacidad de carga en toneladas, diseñando una tolva más ligera y resistente, se apoyó mucho en el diseño asistido por computadora, esto le significó una mejora de su Eficacia promedio de 10% y el ahorro proyectado en 5 años de 61 043 896.99 soles.

CONCLUSIÓN.

V. CONCLUSIÓN.

En conclusión, se describe los objetivos alcanzados mediante el rediseño del sistema de Lubricación.

1.- De acuerdo a la Productividad encontrada en el rediseño del sistema de lubricación de la barra Link para incrementar la disponibilidad de los camiones en la minera, nos encontramos con una mejora de 62.94 % encontrada a 96.25% obtenida de esta manera se cumple con nuestro objetivo general, de “ Establecer el rediseño del sistema de lubricación de la barra Link, para incrementar la productividad de los camiones CAT793F en Antamina 2019” dando fe que el rediseño es confiable y mejora la disponibilidad de los camiones.

2.- De acuerdo a la Eficiencia encontrada en el rediseño del sistema de lubricación de la barra Link para incrementar la disponibilidad de los camiones en la minera, encontramos una mejora en la Eficiencia de 79.30% a 92.93. De esta manera se cumple nuestro primer objetivo específico que es: “Implementar el rediseño del sistema de lubricación de la Barra Link, para incrementar la Eficiencia de los camiones CAT793F en Antamina 2019”. Reduciendo las horas perdidas en promedio de 17.25 a 6.5.

3.- De acuerdo a la Eficacia encontrada en el rediseño del sistema de lubricación de la barra Link para incrementar la disponibilidad de los camiones en la minera, encontramos una mejora en la Eficacia de 79.17% a 92.74. De esta manera se cumple nuestro segundo objetivo específico que es: “Establecer el rediseño del sistema de lubricación de la Barra Link, para incrementar la Eficacia de los camiones CAT793F en Antamina 2019”. Mejorando la producción en toneladas removidas.

RECOMENDACIÓN.

VI. RECOMENDACIÓN.

De esta manera después de haber instalado las mejoras de los sistemas Lubricación y haber comprobado el incremento de la productividad realizando las mediciones en campo se recomienda lo siguiente:

1. Recomiendo que la aplicación de la mejora del sistema de lubricación, sea incorporada no solo en los 02 Link inferiores, sino también realizar una campaña para ser instalados en los 02 Link superiores, con esto garantizaremos, la productividad de los camiones CAT793F de la minera Antamina.
2. Recomiendo que el personal encargado de los mantenimientos tenga presente el instructivo de instalación para que no se tenga contratiempos ni demoras, siendo eficientes usando el tiempo y los insumos necesarios.
3. Se recomienda presentar el rediseño del sistema de lubricación de la Barra Link, al área de Palas y perforadoras, para investigar aplicando el principio de rediseño en estos equipos que tiene componentes que necesitan de evaluación para mejorar el tiempo de operaciones, de esta manera garantizar la eficacia de los componentes de alta rotación en la minera.

REFERENCIAS.

- ARBOLEDA, Luis y ORTIZ Andrés. Rediseño mediante ingeniería inversa al componente “driver arm” aplicable sistema compuerta del tren de nariz aeronave c-130 (ingenieros aeronáuticos) Colombia: Fundación Universitaria Los Libertadores Facultad De Ingenierías Programa De Ingeniería Aeronáutica, 2017. 139 pp.
- BUDYNAS, Richard y NISBETT, Keith. Mechanical, Engineering design of Shigley tenth edition. México: McGraw-Hill/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V. 2008. 1059pp.
ISBN-13: 978-0-07-339820-4.
- Design and Analysis of Two Spindle Amber Charkha- A Review, por Mr. Gaurao D. Surkar [et al]. International Journal on Recent and Innovation Trends in Computing and Communication [en línea] February 2017 volumen 5[Fecha de consulta Julio 2018].
ISSN:2321-8169.
- DÍAZ, Frank. Diseño De Tolva Ligera Para Camiones 785 B/C Y Su Impacto En La Productividad En Una Empresa Minera (Ingeniero Industrial) Trujillo-Perú: Universidad Nacional De Trujillo Facultad De Ingeniería Escuela Académico Profesional De Ingeniería Industrial, 2017. 114pp.
- ECHEVARRÍA, Henry [et al]. Ingnosis. Revista de Investigación Científica [en línea]. Julio-diciembre 2015 N°1[fecha de consulta 10 enero 2019].
ISSN: 2414-8199.
- ECHEVARRÍA, José, ARBELAEZ, María, y ROSALES, María, La productividad y sus determinantes: el caso de la industria colombiana. Desarrollo y Sociedad [en línea]. Primer semestre del 2006 [Fecha de consulta: 05 de noviembre 2018].
ISSN: 1900-7760.
- EKOW, Abraham, OKPATTAH, Vincentia and HATEKA Domini. Improving The Efficiency Of The Traditional Loom. European Journal of Basic and Applied Sciences [on line] 2015 vol.2 N°4[Fecha de consulta: 10 de junio de 2019].
ISSN: 2059-3058.
- ELK’s Indian Journal of Mechanical Engineering [en línea] Mechanical Engineering Research 2018[fecha de consulta 10 de mayo 2019].

ISSN: 2394-9368.

- European Journal of Basic and Applied Sciences [en línea] Ghanna University de Sciences y Technology, 2015[fecha de consulta 25 de noviembre 2018].
ISSN: 2059-3058
- FLEWITT, Peter y WILD, Robert. Physical Methods for Materials characterisation. Tercera edition. New York: CRC Press, 2017. 749pp.
ISBN:9781315382012.
- Galindo, Mariana y Viridiana Ríos (2015) “Productividad” en Serie de Estudios Económicos, Vol. 1, agosto 2015. México DF: México ¿cómo vamos? *
- GOLI, K., DESHMUKH, B. International Journal of Engineering Trends and Technology (IJETT) [en línea]. June 2014, N°1[fecha de consulta 09 de junio 2019]
ISSN:2231-5381.
- GOMEZ, Grimaldo. Disponibilidad De Equipos Auxiliares Para Optimizar La Productividad En El Carguío Y Acarreo De Las Fases 01,03 Y 07 Del Tajo Constancia Empresa Especializada Stracon Gym S.A. (Ingeniero en minas) Arequipa-Perú: Uuniversidad Nacional De San Agustín De Arequipa Facultad De Geología, Geofísica Y Minas Escuela Profesional De Ingeniería De Minas, 2017. 164pp.
- GUTIERREZ, Humberto. Calidad Total y Productividad cuarta edición. México: McGraw-Hill/INTERAMERICANA EDITORES 2014, 382pp.
ISBN: 978-607-15-1148-5.
- HARRINGTON, James y VOEHL, Frank. The Innovation Tools Handbook. Volumen 2. New York: CRC Press, 2016 456pp.
ISBN:9781315367699.
- HERNANDEZ, Roberto, FERNANDEZ, Carlos y BAPTISTA, María. Metodología de la Investigación sexta edición. México: Edamsa Impresiones S.A. de C.V. 2014. 600pp.
ISBN:978-1-4562-2396-0.
- IGNOSIS, Design of a Plan of Reliability Centered Maintenance (RCM), to increase the Operational Availability of Critical Equipment Area Frozen Fish Complex Casamar SAC. Por Echevarría Genrry [et al.] Chimbote, 1(1):184-191, 2015.

- IJESRT International Journal of Engineering Sciences & research Technology [en línea] India June 2015[fecha de consulta 10 de mayo 2019].
ISSN: 2277-9655.
- JILES, David. Introduction to the Electronic Properties of Materials. Second Edition. London: CRC Press, 2017. 442pp.
ISBN:9781315273365.
- KLODZINSKA, Ewa. Funtional Materials. First Edition. Apple Academic Pres, 2015. 330pp.
ISBN: 9780429162657.
- KURNIAWAN, Dicky. The Effect of Implementation Preventive Maintenance System and The Values of Availability, Performance and Quality Towards Overall Equipment Effectiveness. Business and Entrepreneurial Review [on line]. April2012, Vol11, n°2[fecha de consulta enero 2019].
ISSN:0853-9189.
- LOOR Jefferson y TUYAPANDA Mario. Modelación Y Fabricación De Componentes De La Torreta Portaherramientas Del Centro De Mecanizado Bridgeport. De La Facultad De Mecánica, Aplicando La Tecnología Cad/Cam (Ingeniero Mecánico) Ecuador: Escuela Superior Politecniana De Chimborazo, 2016. 75 pp.
- LUNA Freud. Diseño de sistema de Lubricación de Pines y Bocinas de Padlock de Cucharón de Palas Eléctricas CAT7495 HR2. (Ingeniero Mecánico) Arequipa-Perú: Universidad Nacional De San Agustín De Arequipa Facultad De Ingeniería De Producción Y Servicios Escuela Profesional De Ingeniería Mecánica, 2017. 167 pp.
- LUQUEZ Ever. Elaboración Y Ejecución Del Programa De Mantenimiento Para Camiones Y Equipo De Lubricación De La Empresa Central De Herramientas (Ingeniero Mecánico) Colombia: Universidad Francisco De Paula Santander Ocaña, Facultad De Ingenierías, 2015. 74 pp.
- Manual de CAMIONES CAT793F.
- MASCOET, Jean and RAUCH, Matthieu. Enabling Advanced CNC Programming with Open CNC Controllers for HSM Machine Tools. France Research Article 2016.

- MEBERG, Tore. Redesign of Utility Robot for Carbothermic Test Reactor. Tesis (Magister Engineering and Science) University of Agder, Faculty of Engineering and Science, 2015, 155pp.
- Mecánica de Materiales, por Ferdinand Beer [et al.]. México: McGraw-Hill/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V. 2013. 635pp. ISBN: 978-607-15-0934-5.
- MEJÍA, Ricardo. Propuesta De Un Plan De Mantenimiento Centrado En La Confiabilidad (RCM), Para Mejorar La Productividad De La Empresa Ersa Transportes Y Servicios S.R.L. (Ingeniero Industrial) Chiclayo-Perú: Universidad Católica Santo Toribio De Mogrovejo Facultad De Ingeniería Escuela De Ingeniería Industrial, 2017. 243 pp.
- MEZA, Dairo, ORTIZ, Yesid y PINZÓN Manuel. La confiabilidad, la disponibilidad y la mantenibilidad, disciplinas modernas aplicadas al mantenimiento. Scientia et Technica [en línea] mayo 2006 nº30[fecha de consulta: 15 de diciembre2018]. ISSN:0122-1701.
- MOTT, Roberto. Diseño de elementos de máquinas cuarta edición. México: Pearson Educación, 2006. 944pp. ISBN: 970-26-0812-0.
- NAGLES, Nofel, La gestión del conocimiento como fuente de Innovación [en línea]. Revista Escuela de Administración de Negocios, núm. 61, septiembre-diciembre, 2007[fecha de consulta: 26 de noviembre2018]. ISSN:0120-8160.
- P. F. Kelly. Properties of Materials. Second Edition. New York: CRC Press, 2014. 427pp. ISBN: 9780429170911.
- PEREZ, José y TRUJILLO, Oscar. Diseño De Una Máquina Para Cortar Y Doblar Estribos En Serie Para Columnas De Hormigón Armado. [en línea] Quito: Ingenius 2016 N°16 [fecha de consulta 20 de noviembre 2018]. ISSN: 1390-650X.
- Rediseño De Aplicación De Tolerancias Y Dimensiones Para Ensamblajes Complejos: Análisis De Apilamiento Utilizando Método Del Peor Caso Y RSS. [on line]Culcyt mayo-agosto 2016 N°59 [Fecha de consulta 03 junio 2019]

- Rediseño de un transportador Industrial IQF de Tornillo Sinfín para Atún por Ferrer Almanez Miguel Ángel [et al]. Revista Aplicaciones de la Ingeniería. [en línea] 2016 N°7 [fecha de consulta: 13 de Julio 2019].
ISSN:2410-3454.
- RODRÍGUEZ, Ariana y AZAHARES, Odalys. Revista Magazine de las ciencias [en línea]publicación cuatrimestral Julio-agosto 2017. [fecha de consulta: 27 de noviembre2018].
ISSN:2528-8091.
- RODRIGUEZ, Eugenio and PAEZ, Jheifer. Redesign and Automation of a Mold for Manufacturing of Refrigerated Display Cases Using Polyurethane Foam Injection. Ingeniería [on line] 2016 vol. 21 N°3 [Fecha de consulta:13 de julio 2019].
ISSN: 0121-750X.
- SSRG International Journal of Mechanical Engineering [en línea] India: junio 2019[fecha de consulta 24 de junio de 2019]
ISSN:2348-8360.
- ZAPATA, Jorge. Diseño de Elementos de Máquinas primer edición. Piura 2013, 158pp.

ANEXOS.

VII. ANEXOS.

ANEXO 1. Matriz De Consistencia

Título: “Rediseño del sistema de lubricación de la barra Link, para incrementar la productividad de los camiones CAT793F en Antamina 2019”				
Autor: Sánchez Navarro Pablo César				
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS GENERAL	TIPO DE INVESTIGACION	POBLACION
¿De qué manera el rediseño del sistema de lubricación de la barra Link, incrementará la productividad de los camiones CAT793F en Antamina 2019?	Establecer el rediseño del sistema de lubricación de la barra Link, para incrementar la productividad de los camiones CAT793F en Antamina 2019.	El rediseño del sistema de lubricación de la Barra Link, incrementará la productividad de la barra Link de los camiones CAT793F en Antamina 2019.	Tipo de Investigación Aplicada, para Murillo (2008), “la investigación aplicada recibe el nombre de investigación práctica o empírica, que se caracteriza porque busca la aplicación o utilización de los conocimientos adquiridos, a la vez que se adquieren otros, después de implementar y sistematizar la práctica basada en investigación” (p.151).	La población debe situarse claramente por sus características de contenido, lugar y tiempo. (Hernández, Fernández, Baptista, 2014, p. 174). La población lo representa N=20 semanas
PROBLEMAS ESPECIFICOS	OBJETIVOS ESPECIFICOS	HIPOTESIS ESPECIFICAS	DISEÑO DE INVESTIGACION	MUESTRA
P1.- ¿De qué modo el rediseño del sistema de lubricación de la barra Link, incrementará la Eficiencia de los camiones CAT793F en Antamina 2019?	O1.- Implementar el rediseño del sistema de lubricación de la Barra Link, para incrementar la Eficiencia de los camiones CAT793F en Antamina 2019.	El rediseño del sistema de lubricación de la Barra Link, incrementará la Eficiencia de los camiones CAT793F en Antamina 2019.	Para (Hernández <i>et al.</i> , 2014, p.141) “consiste en administrar un estímulo o tratamiento a un grupo y después aplicar una medición de una o más variables para observar cual es el nivel del grupo de estas”, de esta manera manipularemos nuestra variable rediseño y observaremos su efecto.	La muestra es, en esencia un subgrupo de la población, que pertenecen a ese conjunto definido que se denomina población (Hernández <i>et al.</i> , 2014 p. 175). La muestra lo representa las 20 semanas. n= 20 semanas.
P2.- ¿De qué forma el rediseño del sistema de lubricación de la Barra link, incrementará la Eficacia de los camiones CAT793F en Antamina 2019?	O2.- Establecer el rediseño del sistema de lubricación de la Barra Link, para incrementar la Eficacia de los camiones CAT793F en Antamina 2019.	El rediseño del sistema de lubricación de la Barra Link, incrementará la Eficacia de los camiones CAT793F en Antamina 2019.		

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS	ESTADÍSTICA A UTILIZAR
VARIABLE INDEPENDIENTE: REDISEÑO. - La geometría deseada es el inicio del rediseño mecánico, para determinar la resistencia se le aplica un análisis de elementos finitos. El análisis de sensibilidad determina la variación de la carga con el tipo de mallado. A sus termino se decidirá el cambio en la geometría según los resultados sustentados obtenidos. (Rodríguez y Páez 2016, “Revista Ingeniería” p. 296).	DISPONIBILIDAD.	$D(t) = \frac{TMEF}{TMEF + TMPR} * 100$ DONDE: D=Disponibilidad. TMEF= Tiempo medio entre fallas. TMPR= Tiempo medio para reparar.	Hemos utilizado la técnica de la observación para poder describir el diseño original. “Tal vez el instrumento más utilizado para recolectar los datos es el cuestionario. Un cuestionario consiste en un conjunto de preguntas respecto de una o más variables a medir. Debe ser congruente con el planteamiento del problema e hipótesis” (Hernández Sampieri, y otros, 2014, p. 217).	Análisis descriptivo. El diseño del diagrama es de la siguiente manera: GE A X O1 Donde: A= Grupo seleccionado. X= Tratamiento experimental. O= Observación o Medición. Se mostrarán los resultados de los instrumentos en tablas de frecuencia gráficos de barras.
	CONFIABILIDAD.	$C = \frac{NDD - (NDF * CDC)}{NDD} * 100$ DONDE: C= Confiabilidad. NDD= número de diseños. NDF= número de fallas. CDC=Constante de confiabilidad.		
VARIABLE DEPENDIENTE: PRODUCTIVIDAD. –De esta manera (Gutiérrez, 2014 p.20) “La productividad tiene que ver con los resultados que se obtienen en un proceso o sistema, por lo que incrementarla es lograr mejores resultados considerando los recursos empleados para generarlos. Se mide por el coeficiente formado por los resultados logrados y los recursos empleados”.	EFICIENCIA	$E = \frac{HHD - HHP}{HHD} * 100$ Donde: HHD=horas hombre disponible. HHP=horas hombre perdidas	Mediante la observación y los registros de inspección diaria, encontramos la forma de medir las variables. “Tal vez el instrumento más utilizado para recolectar los datos es el cuestionario. Un cuestionario consiste en un conjunto de preguntas respecto de una o más variables a medir. Debe ser congruente con el planteamiento del problema e hipótesis” (Hernández Sampieri, y otros, 2014, p. 217).	ANALISIS INFERENCIAL: Se utilizará Shapiro-Wilk, para nuestra prueba de normalidad, ya que nuestras muestras son sólo 20 unidades. Si mis datos son >0.05, entonces mis datos son paramétricos por lo que utilizaremos T-Student, aceptando la hipótesis de la variable dependiente.
	EFICACIA	$E = \frac{PO}{PP} * 100$ Donde: PO=producción obtenida. PP=producción programada.		

Fuente elaboración propia.

ANEXO 2. Registros.

ANEXO 2.1. De Productividad Antes De La Mejora Durante 20 Semanas.

ANTES	Producción Obtenida	Producción Programada	Personal Asignado	Horas Hombre Disponibles	Horas Hombre Perdidas	Horas Hombre Utilizada	Eficiencia	Eficacia	Productividad
Sem1	143838	182600	17	1494	315	1179	78.92	78.77	62.16
Sem2	132492	176000	16	1440	354	1086	75.42	75.28	56.77
Sem3	153842	182600	17	1494	233	1261	84.40	84.25	71.11
Sem4	129564	173800	16	1422	360	1062	74.68	74.55	55.67
Sem5	152500	189200	17	1548	298	1250	80.75	80.60	65.09
Sem6	145424	184800	17	1512	320	1192	78.84	78.69	62.04
Sem7	136696	180400	16	1476	358	1118	75.75	75.77	57.40
Sem8	151646	189200	17	1548	305	1243	80.30	80.15	64.36
Sem9	149572	184800	17	1512	286	1226	81.08	80.94	65.63
Sem10	136152	180400	16	1476	360	1116	75.61	75.47	57.06
Sem11	163968	198000	18	1626	276	1350	83.03	82.81	68.76
Sem12	157502	187000	17	1530	239	1291	84.38	84.23	71.07
Sem13	145790	178200	16	1458	263	1195	81.96	81.81	67.05
Sem14	156282	189200	17	1548	267	1281	82.75	82.60	68.35
Sem15	155794	184800	17	1512	235	1277	84.46	84.30	71.20
Sem16	146400	176000	16	1440	240	1200	83.33	83.18	69.32
Sem17	149206	189200	17	1548	325	1223	79.01	78.86	62.30
Sem18	136518	191400	17	1566	447	1119	71.46	71.33	50.97
Sem19	132370	182600	17	1494	409	1085	72.62	72.49	52.65
Sem20	140788	180400	16	1476	322	1154	78.18	78.04	61.02

Elaboración propia.

ANEXO 2.2. Registro De Productividad Después De La Mejora Durante 20 Semanas.

DESPUES	Producción Obtenida	Producción Programada	Personal Asignado	Horas Hombre Disponibles	Horas Hombre Perdidas	Horas Hombre Utilizada	Eficiencia	Eficacia	Productividad
Sem1	176046	189200	17	1548	105	1443	93.22	93.05	86.74
Sem2	171044	187000	17	1530	128	1402	91.63	91.47	83.82
Sem3	175070	189200	17	1548	113	1435	92.70	92.53	85.78
Sem4	180316	191400	17	1566	88	1478	94.38	94.21	88.91
Sem5	167354	187000	17	1530	158	1372	89.67	89.49	80.25
Sem6	166774	189200	17	1548	181	1367	88.31	88.15	77.84
Sem7	180194	191400	17	1566	89	1477	94.32	94.15	88.79
Sem8	183366	195800	18	1602	99	1503	93.82	93.65	87.86
Sem9	182268	193600	18	1584	90	1494	94.32	94.15	88.80
Sem10	172874	193600	18	1584	167	1417	89.46	89.29	79.88
Sem11	184830	198000	18	1620	105	1515	93.52	93.35	87.30
Sem12	178730	195800	18	1602	137	1465	91.45	91.28	83.48
Sem13	181658	193600	18	1584	95	1489	94.00	93.83	88.20
Sem14	179218	193600	18	1584	115	1469	92.74	92.57	85.85
Sem15	184830	195600	18	1584	69	1515	95.64	94.49	90.38
Sem16	179828	189200	17	1548	84	1464	94.57	95.05	89.89
Sem17	174948	193600	18	1584	150	1434	90.53	90.37	81.81
Sem18	180072	189200	17	1548	72	1476	95.35	95.18	90.75
Sem19	177632	191400	17	1566	110	1456	92.98	92.81	86.29
Sem20	178974	189200	17	1548	81	1467	94.77	94.60	89.65

Elaboración propia.

ANEXO 3: Instrumento de la variable Diseño.
Registro De Inspección Del Sistema De Barra Link Cat 793f

Objetivo: el presente instrumento nos ayudará a realizar el seguimiento semanal en campo de las ocurrencias de parada de los camiones con respecto al diseño de la barra Link.

Instrucciones: el presente instrumento registrara mediante el llenado de los diferentes ítems, en las casillas correspondiente a una respuesta afirmativa o negativa, realizando un check list, de esta forma mediremos las frecuencias de mantenimiento del diseño antes y después.

Anexo 3.1. Registro antes del Rediseño.

REGISTRO DE INSPECCION DEL SISTEMA DE BARRA LINK CAT 793F																	
VERSION-V01				FORMATO No		MTTO-0023				FECHA							
FRECUENCIA		semanal		PROXIMO CAMBIO		2 400 horas											
T. RESPONSABLE				HOROMETRO						No DE CAMION							
POSICION DE BARRA LINK		1A		2A		2A		2B		3A		3B		4A		4B	
ITEM 1	LUBRICACIÓN	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
	Mangueras en buen estado																
	Conectores en buen estado																
	Se observa muestras de grasa																
	Rodamiento engrasado																
	Inyectores conectados																
ITEM 2	SUJECCIÓN	1A		2A		2A		2B		3A		3B		4A		4B	
		SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
	Pernos completos																
	Pin en su sitio																
	Rodamiento alineado																
	Ring retainer en condición normal																
	Key Hard en su sitio original																
	Barra Link en buen estado																
ITEM3	OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES																

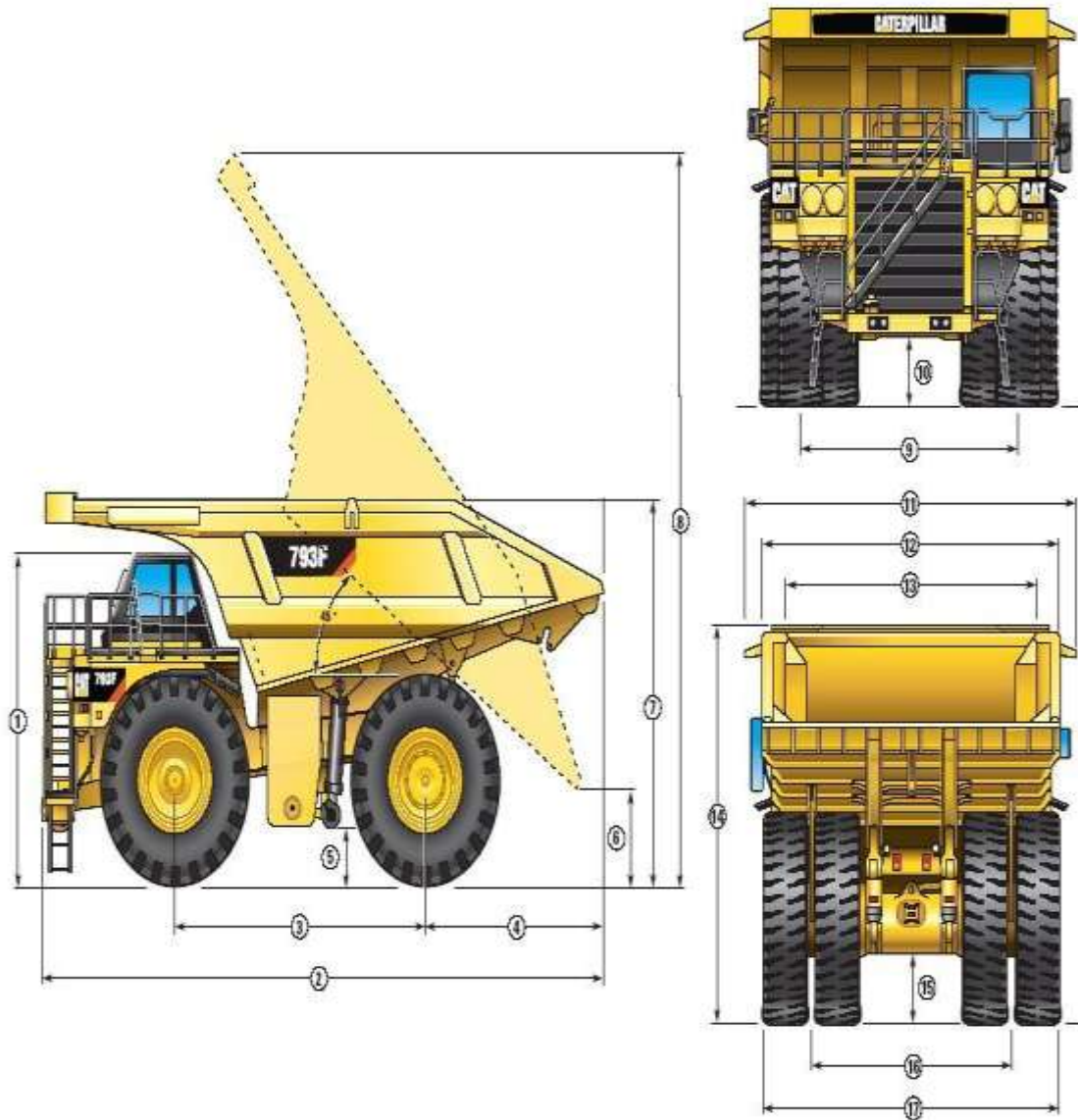
Fuente: Elaboración propia.

Anexo 3.2. Registro después del Rediseño.

REGISTRO DE INSPECCION DEL SISTEMA DE BARRA LINK CAT 793F																			
VERSION-V02		FORMATO No		MTTO-0023				FECH A											
FRECUENCIA		semanal		PROXIMO CAMBIO				2 400horas											
T. RESPONSABLE		HOROMETRO								No DE CAMION									
ITEM 1		LUBRICACIÓN		1A		2A		2A		2B		3A		3B		4A		4B	
		SI NO		SI NO		SI NO		SI NO		SI NO		SI NO		SI NO		SI NO		SI NO	
		Mangueras en buen estado																	
		Conectores en buen estado																	
		Se observa muestras de grasa																	
		Rodamiento engrasado																	
		Inyectores conectados																	
ITEM 2		SUJECIÓN		1A		2A		2A		2B		3A		3B		4A		4B	
		SI NO		SI NO		SI NO		SI NO		SI NO		SI NO		SI NO		SI NO		SI NO	
		Pernos completos																	
		Pin en su sitio																	
		Rodamiento alineado																	
		Ring retainer en condición normal																	
		Key Hard en su sitio original																	
		Barra Link en buen estado																	
ITEM 3		PROTECCIÓN		1A		2A		2A		2B		3A		3B		4A		4B	
		SI NO		SI NO		SI NO		SI NO		SI NO		SI NO		SI NO		SI NO		SI NO	
		se observa ambos protectores de nitrilo																	
		Se encuentran en buenas condiciones																	
		Se observa muestras de grasa																	
ITEM 4		OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES																	

Fuente: *Elaboración propia.*

ANEXO 4. CAMIÓN CAT 793F.
Anexo 4.1. Características del camión CAT793F.



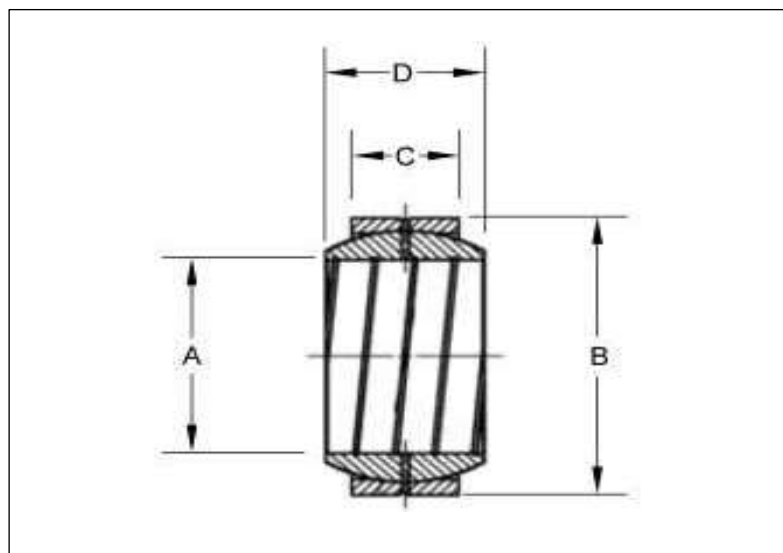
Fuente: manual de camiones CAT793F

Anexo 4.2. Camión minero cargado.



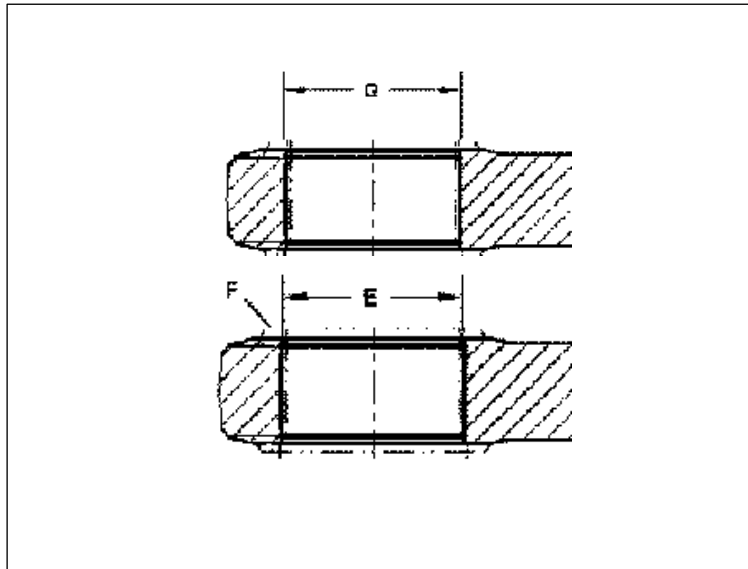
Fuente: Centro de entrenamiento Industrial y minero.

Anexo 4.3. Rodamiento oscilante



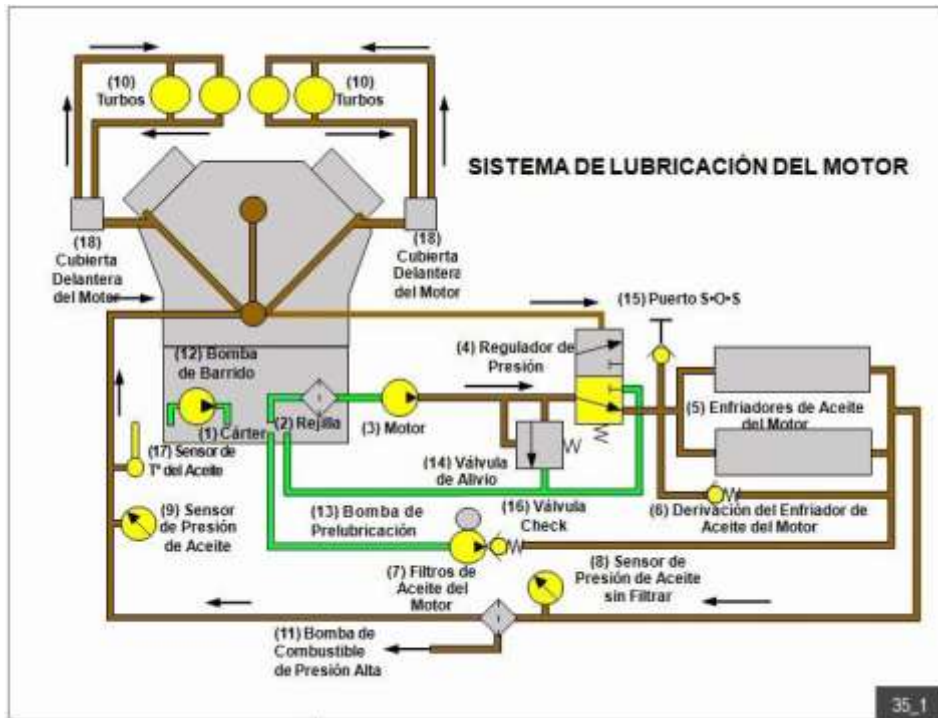
Fuente: manual de Siscat.

Anexo 4.4. Barra Link especificación



Fuente: manual de Siscat

Anexo 4.5. Sistema de lubricación del camión.



Fuente: Centro de entrenamiento Industrial y Minero.

ANEXO 5. Control De Calidad De Fabricaciones De Mejora.
ANEXO 5.1. Key Hard.



Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 5.2. Rodamiento oscilante después de electroerosión.



Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 5.3. Control De Barrenado A Barra Link.



Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 5.4. Topes Tipo Bracket.



Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 5.5. Bases Soldables.



Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 5.6. Formato De Calidad De Barra Link.

<i>CONTROL DIMENCIONAL Ø1</i>					<i>CONTROL DIMENCIONAL Ø2</i>				
<i>Ø</i>				<i>NOMINAL</i>	<i>Ø</i>				<i>NOMINAL</i>
	<i>PUNTO</i>	<i>PUNTO</i>	<i>PUNTO</i>			<i>PUNTO</i>	<i>PUNTO</i>	<i>PUNTO</i>	
	<i>"A"</i>	<i>"B"</i>	<i>"C"</i>	<i>Ø222.21±0.01</i>		<i>"A"</i>	<i>"B"</i>	<i>"C"</i>	<i>Ø222.21±0.01</i>
<i>D1</i>									
<i>D2</i>									
<i>D3</i>									
<i>D4</i>									
<i>Detalle Fuera o dentro de medida:</i>									

Fuente: EMPRESA BUDGE.

ANEXO 6. Recuperación Por Soldadura.

ANEXO 6.1. Soldeo De Cavidades.



Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 6.2. Barrenado De Cavidades.



Fuente: Elaboración propia.

Validación de instrumentos.



CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE: "REDISEÑO"

N°	DIMENSIONES / Items	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		SI	No	SI	No	SI	No	
DIMENSIÓN 1: CONFIABILIDAD								
1	$C = \frac{NDD - (NDF * CDC)}{NDD} * 100$ <p>DONDE: C= Confiabilidad. NDD= número de diseños. NDF= número de fallas. CDC=Constante de confiabilidad.</p>	✓		✓		✓		
DIMENSIÓN 2: DISPONIBILIDAD								
2	$D(t) = \frac{TMEF}{TMEF + TMPR} * 100$ <p>DONDE: D=Disponibilidad. TMEF= Tiempo medio entre fallas. TMPR= Tiempo medio para reparar.</p>	✓		✓		✓		

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [X] Aplicable después de corregir [] No aplicable []

Fecha:

Apellidos y nombres del juez validador, Dr./ Mg: Amart Raul Morales G. Salco

Especialidad del validador: Ingeniero Industrial

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.
²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo
³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

Firma del Experto Informante.
Especialidad

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE: PRODUCTIVIDAD

N°	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
1	DIMENSIÓN 1: Eficiencia $E = \frac{HHD - HHP}{HHD} * 100$ Donde: HHD=horas hombre disponible. HHP=horas hombre perdidas							
2	DIMENSIÓN 2: Eficacia $E = \frac{PO}{PP} * 100$ Donde: PO=producción obtenida. PP=producción programada.	Si	No	Si	No	Si	No	

Observaciones (precisar si hay suficiencia): _____

 Opinión de aplicabilidad: **Aplicable** [] **Aplicable después de corregir** [] **No aplicable** []

 Apellidos y nombres del juez validador. Dr./ Mg: *A. Smart Raúl Morales G. Valco*

 Especialidad del validador: *Ingeniero Industrial.*

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.
²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo
³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

FECHA: _____



 Firma del Experto Informante.
 Especialidad

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE: "REDISEÑO"

N°	DIMENSIONES / Items	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
DIMENSIÓN 1: CONFIABILIDAD								
1	$C = \frac{NDD - (NDF * CDC)}{NDD} * 100$ <p>DONDE: C= Confiabilidad. NDD= número de diseños. NDF= número de fallas. CDC=Constante de confiabilidad.</p>	✓		✓		✓		
DIMENSIÓN 2: DISPONIBILIDAD								
2	$D(t) = \frac{TMEF}{TMEF + TMPR} * 100$ <p>DONDE: D=Disponibilidad. TMEF= Tiempo medio entre fallas. TMPR= Tiempo medio para reparar.</p>	✓		✓		✓		

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

Opinión de aplicabilidad:

 Aplicable

Aplicable después de corregir []

No aplicable []

Fecha:

 Apellidos y nombres del juez validador, Dr./ Mg: LINARES SANCHEZ GUILLERMO

 Especialidad del validador: INGENIERO ADMINISTRATIVO
¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión


 Firma del Experto Informante.

Especialidad

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE: PRODUCTIVIDAD

N°	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
DIMENSIÓN 1: Eficiencia								
1	$E = \frac{HHD - HHP}{HHD} * 100$ <p>Donde: HHD=horas hombre disponible. HHP=horas hombre perdidas</p>	✓		✓		✓		
DIMENSIÓN 2: Eficacia								
2	$E = \frac{PO}{PP} * 100$ <p>Donde: PO=producción obtenida. PP=producción programada.</p>	✓		✓		✓		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Si existe suficiencia

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [] Aplicable después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador, Dr./ Mg: LINDA S SANCHOZ GUILLERMO

Especialidad del validador: INGENIERO ADMINISTRATIVO

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.
²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo.
³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo.

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión.

FECHA: 28 JUNIO 2019



Firma del Experto Informante.
Especialidad

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE: "REDISEÑO"

N°	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	DIMENSIÓN 1: CONFIABILIDAD							
1	$C = \frac{NDD - (NDF * CDC)}{NDD} * 100$ <p>DONDE: C= Confiabilidad. NDD= número de diseños. NDF= número de fallas. CDC=Constante de confiabilidad.</p>	X		X		X		
	DIMENSIÓN 2: DISPONIBILIDAD							
2	$D(t) = \frac{TMEF}{TMEF + TMPR} * 100$ <p>DONDE: D=Disponibilidad. TMEF= Tiempo medio entre fallas. TMPR= Tiempo medio para reparar.</p>	X		X		X		

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [X] Aplicable después de corregir [] No aplicable []

Fecha:

Apellidos y nombres del juez validador. Dr./Mg:

AUGUSTO HERMOZA CALDAS

Especialidad del validador:

ING. INDUSTRIAL

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto técnico formulado.

²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo.

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión



Firma del Experto Informante.

Especialidad

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE: PRODUCTIVIDAD

N°	DIMENSIONES / Items	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
1	<p>DIMENSIÓN 1: Eficiencia</p> $E = \frac{HHD - HHP}{HHD} * 100$ <p>Donde: HHD=horas hombre disponible. HHP=horas hombre perdidas</p>	X		X		X		
2	<p>DIMENSIÓN 2: Eficacia</p> $E = \frac{PO}{PP} * 100$ <p>Donde: PO=producción obtenida. PP=producción programada.</p>	X		X		X		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): _____

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [] Aplicable después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador, Dr./Mg. AUGUSTO HERMOZA CALDAS

Especialidad del validador: ING. INDUSTRIAL

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.
²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo.
³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo.


Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión.

FECHA: _____



Firma del Experto Informante.
Especialidad

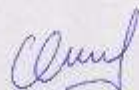
ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS

 UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS	Código : F05-PF-PR-02/02
		Versión : 09
		Fecha : 25-03-2019
		Página : 1 de 1

Yo, **MG. OSMAR RAÚL MORALES CHALCO**, docente de la Facultad de Ciencias Empresariales y Escuela Profesional de **Ingeniería Industrial** de la Universidad César Vallejo Filial Callao, revisor de la tesis titulada: **"REDISEÑO DEL SISTEMA DE LUBRICACIÓN DE LA BARRA LINK, PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD DE LOS CAMIONES CAT793F EN ANTIMINA 2019"**, del estudiante **SANCHEZ NAVARRO PABLO CÉSAR**, constato que la investigación tiene un índice de similitud de **24 %** verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El suscrito analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Callao, 03 de febrero de 2020



Mg. Osmar Raúl morales Chalco

DNI: 09900421

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Responsable del SGC	Aprobó	Vicerrectorado de Investigación
---------	----------------------------	--------	---------------------	--------	---------------------------------

HOJA DE TURNITIN

feedback studio "Rediseño del sistema de lubricación de la barra link, para incrementar la productividad de los camiones CAT793F en Antamina 2019" 108 de 114

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

"Rediseño del sistema de lubricación de la barra link, para incrementar la productividad de los camiones CAT793F en Antamina 2019"

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO INDUSTRIAL

AUTOR:
Yulio César Sánchez Navarro (ORCID: 0000-0003-0943-0456)

ASESOR:
MG. Daniel Raúl Morales Cárdena (ORCID: 0000-0002-3880-4809)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Yulio

Resumen de coincidencias

24 %

Basado en el modo Turnitin Global del

Ver fuentes en inglés (Beta)

Coincidencias

Rank	Source	Percentage
1	Entregado a Universidad César Vallejo	14 %
2	repositorio.uco.edu.pe	2 %
3	Entregado a Universidad César Vallejo	1 %
4	dispace.unhu.edu.pe	1 %
5	repositorio.fao.org	1 %
6	edsc.gov	1 %
7	Entregado a Universidad César Vallejo	<1 %
8	do.scribd.com	<1 %

Text only Report High Resolution

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS.

 UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL UCV	Código : F08-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 23-03-2018 Página : 3 de 5
--	--	---

Yo, **PABLO CESAR SANCHEZ NAVARRO**, identificado con DNI N.º 25783103, egresado de la Escuela Profesional de Administración de la Universidad César Vallejo Filial Callao, autorizo (X) , No autorizo () la divulgación y comunicación pública de mi tesis titulada "**REDISEÑO DEL SISTEMA DE LUBRICACIÓN DE LA BARRA LINK, PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD DE LOS CAMIONES CAT793F EN ANTAMINA 2019**"; en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art. 33

Fundamentación en caso de no autorización:

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....



FIRMA

DNI: 25783103

FECHA: Callao, 03 de diciembre del 2019

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Responsable del SGC	Aprobó	Vicerrectorado de Investigación
---------	----------------------------	--------	---------------------	--------	---------------------------------

AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE
LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

PABLO CESAR SANCHEZ NAVARRO

INFORME TITULADO:

**REDISEÑO DEL SISTEMA DE LUBRICACIÓN DE LA BARRA LINK, PARA
INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD DE LOS CAMIONES CAT793F EN
ANTAMINA 2019.**

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

INGENIERO INDUSTRIAL

SUSTENTADO EN FECHA: 17/07/2019

NOTA O MENCIÓN: 16 – dieciséis.



Mg. Augusto Fernando Hermoza Cárdenas.

Coordinador de la Escuela Profesional de Ingeniería Industrial.

UCV - Filial Callao.