

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Mecánica

Trabajo de Investigación

**Diseño de herramienta para montaje y desmontaje de
pasadores (pines) de camión 797F - 797B Caterpillar**

César Augusto Sánchez Tapia

Para optar el Grado Académico de
Bachiller en Ingeniería Mecánica

Arequipa, 2019

Repositorio Institucional Continental
Trabajo de investigación



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

AGRADECIMIENTOS

Me gustaría expresar mi más profundo agradecimiento a mi asesor de tesis Ing. Jonathan Alain Sánchez Paredes, por su guía y apoyo a través del desarrollo de esta tesis, quien continuamente y de manera explícita comunicó su afán por la investigación, así como, su emoción respecto a la enseñanza en los años que me brindó su experiencia a través de las clases.

Deseo agradecer a cada uno de los docentes de mi alma mater, la Universidad Continental, que me inspiraron a seguir adelante durante mis años de estudio, por el espíritu innovador que inculcaron en mí y el deseo de superación que me hizo sobreponerme ante las dificultades.

Asimismo, agradezco a los colaboradores de Finning International Inc. – Chile, que me dieron las ideas para el desarrollo de la herramienta, que es foco de estudio. Agradezco a la Universidad Continental por otorgarme las herramientas necesarias para desarrollar la investigación, por su aporte y recomendaciones en la validación de mi instrumento de investigación.

A mi hermano, por su asistencia y guía, en la elaboración de la herramienta propuesta, tanto en el dimensionamiento como en la construcción.

DEDICATORIA

A Dios, a mis padres y hermanos, por ser el pilar fundamental en mi formación integral, que sin su apoyo incondicional, consejos y dirección no hubiera logrado cumplir mis metas académicas.

A mis amigos, con quienes nos apoyamos mutuamente en nuestra formación profesional, por compartir la pasión por la mecánica.

A Salomé, por su apoyo incondicional, no solo en el desarrollo de esta tesis sino en el día a día. A mis hijas que son mi motor y motivo, que siempre buscan aprender algo nuevo y debo estar ahí para enseñarles todo lo que sé.

Para ellos es esta dedicatoria de tesis.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

AGRADECIMIENTOS.....	ii
DEDICATORIA	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	iv
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
RESUMEN	x
ABSTRACT	xi
INTRODUCCIÓN	xii
CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO	1
1.1. Planteamiento y formulación del problema	1
1.1.1. Planteamiento	1
1.1.2. Formulación del problema	2
1.2. Objetivos	2
1.2.1. Objetivo general.....	2
1.2.2. Objetivos específicos.....	2
1.3. Justificación e importancia.....	2
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO.....	3
2.1. Antecedentes del problema.....	3
2.1.1. Investigaciones internacionales	3
2.1.2. Investigaciones Nacionales	4
2.1.3. Investigaciones Locales	6
2.2. Bases teóricas.....	7
2.2.1. Camión Caterpillar 797B.....	7
2.2.2. Camión Caterpillar 797F.....	8
2.2.3. Funciones de los camiones Caterpillar 797B y 797F	10
2.2.4. Herramientas utilizadas para el desmontaje de pasadores (pines).....	11
2.2.5. Mantenimiento	16
2.2.6. Normas de diseño mecánico	17
2.2.7. Abstracción Black – box.....	18

2.2.8.	Herramientas posibles para el desmontaje de pasadores	18
2.2.9.	Evaluación económica – financiera	21
2.3.	Definición de términos básicos	23
CAPÍTULO III METODOLOGÍA.....		26
3.1.	Metodología aplicada para el desarrollo de la solución	26
3.1.1.	Tipo de investigación.....	26
3.1.2.	Métodos	26
3.1.3.	Herramientas.....	27
CAPÍTULO IV ANÁLISIS Y DISEÑO DE LA SOLUCIÓN.....		28
4.1.	Identificación de requerimientos.....	28
4.1.1.	Situación problemática	28
4.1.2.	Diagnóstico.....	34
4.1.3.	Lista de exigencias.....	35
4.1.4.	Estructura de funciones	35
4.1.5.	Fijación de los procesos técnicos	36
4.2.	Análisis de la solución	37
4.2.1.	Determinación del concepto de soluciones (matriz morfológica).....	37
4.2.2.	Determinación del proyecto (concepto de solución óptima)	41
4.3.	Diseño.....	43
4.3.1.	Diseño de la herramienta.....	43
4.3.2.	Materiales	46
4.3.3.	Mano de obra.....	46
4.3.4.	Costos.....	47
CAPÍTULO V MODELADO		48
5.1.	Construcción.....	48
5.2.	Pruebas y resultados	54
5.2.1.	Evaluación de los tiempos.....	54
5.2.2.	Costos de personal antes de la herramienta.....	57
5.2.3.	Costo aproximado de personal después de la herramienta	57
5.2.4.	Evaluación financiera	58
CONCLUSIONES		60

TRABAJOS FUTUROS.....	62
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	63
ANEXOS	66

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Motor de Camión 797B.....	7
Tabla 2. Especificaciones del camión 797F	8
Tabla 3. Sub sistemas del camión 797F.....	8
Tabla 4. Partes del Camión 797 F	9
Tabla 5. Black – box.....	18
Tabla 6. Costo del proceso – Personal	34
Tabla 7. Caja negra de la Herramienta.....	36
Tabla 8. Matriz Morfológica de la herramienta	38
Tabla 9. Evaluación de conceptos de solución – valor técnico	41
Tabla 10. Evaluación de conceptos de solución – valor económico	41
Tabla 11. Costos de los insumos.....	47
Tabla 12. Costo del personal	47
Tabla 13. DAP - Desmontaje de pasador sin uso de herramienta adecuada	55
Tabla 14. DAP - Desmontaje de pasador con uso de herramienta adecuada.....	55
Tabla 15. Costos de personal antes de la herramienta.....	57
Tabla 16. Costos de la herramienta	57
Tabla 17. Costo del Mantenimiento de herramienta.....	57
Tabla 18. Costo de capacitación.....	57
Tabla 19. Costos de personal después de la herramienta	58
Tabla 20. Flujo de caja.....	58
Tabla 21. Ratios financieros	59

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Parte del Chasis de Camión Caterpillar 797B y 797F.....	11
Figura 2. Puente grúa	12
Figura 3. Eslingas de 3 TN.....	12
Figura 4.Grilletes de 3 TN	13
Figura 5. Pistola neumática	13
Figura 6. Taquímetro digital	14
Figura 7. Bomba y Cabezal HY torch	14
Figura 8. Dado de impacto de 55 pulgadas	15
Figura 9. Caja de herramientas	15
Figura 10. Carretilla hidráulica	19
Figura 11. Pluma hidráulica.....	20
Figura 12.Puente grúa	21
Figura 13.Estructura del Flujo de Caja.....	22
Figura 14. Fórmula VAN	23
Figura 15. Fórmula TIR	23
Figura 16. Ubicación de los pines del chasis de un Camión Caterpillar 797F.	29
Figura 17.Proceso formal (ideal) de desmontaje de pasadores.....	30
Figura 18.Proceso formal (real) de desmontaje de pasadores	31
Figura 19. Diagrama de evaluación técnico – económico según VDI 2225.....	42
Figura 20. Diseño de la herramienta	43
Figura 21. Brazo telescópico	44
Figura 22. Mesa de apoyo	44
Figura 23. Mecanismo de giro.....	45
Figura 24. Soporte de Pines.....	46
Figura 25. Revisión del área de trabajo.....	48
Figura 26. Limpieza de las máquinas y materiales.	49
Figura 27. Trazos y medidas en plancha	49
Figura 28. Perfilamiento de planchas cortadas.....	50

Figura 29. Armado y soldeo de planchas	50
Figura 30. Instalación de tuercas	51
Figura 31. Mecanizado de eje	51
Figura 32. Medición de corte de piezas y perforación.....	52
Figura 33. Tubo rectangular de apoyo	52
Figura 34. Fabricación de un segundo tubo rectangular.....	52
Figura 35. Instalación de pieza mecánica dentada y piñón	53
Figura 36. Instalación de base cuadrada y soldeo.....	54
Figura 37. Acabados	54

RESUMEN

El objetivo de la presente investigación fue diseñar una herramienta para el montaje y desmontaje de los pasadores (pines) para los camiones 797B y 797F de Caterpillar. De este objetivo se desprendieron cuatro objetivos específicos: recopilar información técnica acerca del proceso, realizar el diseño y calcular los requerimientos mecánicos, analizar las mejoras que proveerá la herramienta, evaluar la factibilidad económica de la herramienta.

Dentro del marco teórico se establecieron los antecedentes, bases teóricas y términos básicos relacionados al diseño de herramientas, características de los camiones Caterpillar 797B y 797F, las herramientas utilizadas para el desmontaje de pasadores (pines), mantenimiento, normas de diseño, abstracción Black – box, Evaluación económica – financiera.

La metodología utilizada, estableció que el tipo de investigación es Investigación Descriptiva Tecnológica; el método de la investigación fue de tipo exploratorio y propositivo; entre las herramientas utilizadas se encuentra la matriz morfológica, la caja negra (Black – Box), diagrama de análisis de operaciones, análisis económico – financiero (VAN – TIR).

Entre los principales resultados, se realizó una comparación entre la información teórica del proceso de desmontaje de los pasadores y las características de esta operación en la práctica, observando que existen algunas carencias en el proceso y que genera riesgos en el personal encargado de dicha labor, por ello se observaron cuatro aspectos que se deben considerar para la elaboración de la herramienta: no existe una herramienta adecuada para retirar los pasadores y transportarlos, la integridad física del personal está en constante riesgo, el tiempo se dilata debido a las maniobras que se deben realizar y no contar con las herramientas adecuadas, el costo que genera desmontar los pasadores es alto para la empresa. Se realizó el diseño de la herramienta basados en una solución óptima y que satisfaga los requerimientos observados, la principal mejora si se crearía la herramienta, es la reducción de los tiempos en un 21.62% aproximadamente, como mínimo.

Palabras clave: diseño, montaje, desmontaje, pasador.

ABSTRACT

The objective of the present investigation was to design a tool for the assembly and disassembly of pins (pins) for Caterpillar 797B and 797F trucks. Four specific objectives emerged from this objective: collect technical information about the process, carry out the design and calculate the mechanical requirements, analyze the improvements that the tool will provide, evaluate the economic feasibility of the tool.

Within the theoretical framework were established the background, theoretical basis and basic terms related to the design of tools, characteristics of Caterpillar 797B and 797F trucks, the tools used for the disassembly of pins (pins), maintenance, design rules, Black - box abstraction, economic - financial evaluation.

The methodology used established that the type of research is Technological Descriptive Research; the research method was exploratory and proactive;

Among the tools used is the morphological matrix, the black box (Black - Box), operations analysis diagram, economic - financial analysis (VAN - TIR).

Among the main results, a comparison was made between the theoretical information of the disassembly process of the pins and the characteristics of this operation in practice, observing that there are some deficiencies in the process and that it generates risks in the personnel in charge of this task, therefore, four aspects that should be considered for the development of the tool were observed: there is no adequate tool to remove the pins and transport them, the physical integrity of the personnel is in constant risk, the time is delayed due to the maneuvers that must be carried out. Perform and not have the right tools, the cost of disassembling the pins is high for the company. The design of the tool was based on an optimal solution that meets the observed requirements, the main improvement if the tool would be created, is the reduction of the times by at least 21.62%.

Keywords: design, assembly, disassembly, pin.

INTRODUCCIÓN

La empresa Finning es el distribuidor de la maquinaria Caterpillar más grande de América. Hecho que está íntimamente relacionado con la explotación minera en el continente, para lo cual es necesario el uso de maquinaria como los camiones 797B y 797F, así como personal que vele por el mantenimiento y continuidad de la maquinaria; dentro de los camiones se encuentra el subsistema de dirección, el cual debe recibir un constante cambio de pasadores (pines). Esta labor, es desarrollada de manera práctica por los mecánicos encargados; sin embargo, a pesar de las estrictas normas de seguridad, aún existen brechas en cuanto a las herramientas y el riesgo corporal de los colaboradores, pues, los colaboradores deben adecuar diversas estrategias para montar y desmontar estas piezas.

Los pasadores, debido a su gran tamaño, peso y condición (uso) son extraídos, pero con dificultad, para mejorar dicha situación se ha visto por conveniente diseñar una pieza que permita aliviar el proceso, siendo esta la razón de la elaboración de la presente tesis.

La presente tesis se desarrolla en cuatro capítulos, en el Capítulo I se ven los antecedentes, objetivos, alcances, limitaciones y la justificación técnico-económica; en el Capítulo II se exponen las características del ascensor y de sus componentes que la integran; en el Capítulo III se identifica la máquina, se plantea el problema y se describe el proyecto. El Capítulo IV se concentra en el diseño de las partes de la máquina: motor, suspensión, cabina, frenos, rieles. Para concluir se exponen las conclusiones de la investigación y una serie de recomendaciones que serán de utilidad para trabajos sobre el tema. Así mismo, se describe la bibliografía, estructurada de acuerdo a las normas ISO 690.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1. Planteamiento y formulación del problema

1.1.1. Planteamiento

Diversas empresas se dedican al mantenimiento de maquinaria pesada, como por ejemplo la empresa Finning Chile, la cual es el distribuidor de Caterpillar más grande del mundo y se especializa en equipos Caterpillar venta de repuestos, motores, componentes mayores y menores. Y servicios a clientes de la gran minería, incluyendo maquinaria forestal, construcción y petróleo y una amplia gama de aplicaciones en sistemas de energía en general. En la empresa Finning Chile emplea a más de 12000 mil personas en todo el mundo y opera en tres zonas geográficas, con sede en Vancouver - Canadá.

Dentro de sus flotas de camiones Caterpillar se encuentran: el camión 797 B y el camión 797F.

Por lo cual, dentro de sus tareas diarias de trabajo, se encuentra el sistema suspensión Chasis y diferencial, este trabajo diario es uno de los más críticos en la parte de seguridad del personal técnico que realiza la labor de mecánica, y retraso excesivo para la compañía; este componente llamado tirantes. De suspensión inferior y superiores de la parte posterior de la flota de camiones 797B y del camión 797F, los tirantes superiores como los inferiores pesan alrededor de 450 kilos cada uno. Por tanto, para ser extraído del camión minero se necesita trabajar con un sistema de izaje llamado puente grúa, por lo que este afirma los tirantes, el problema está en retirar los pasadores o pines que pesan alrededor de 52 kilos aproximadamente, se han implementado.

Diferentes herramientas para este trabajo no dando resultado, los precarios recursos que tenemos para este trabajo, no está en el protocolo técnico ni tampoco el tiempo especificado de desmontaje de estos componentes. Por consiguiente, tenemos pérdidas de tiempo y costos en los servicios que se brinda a los clientes y para esto se elaborará un proyecto para mejorar y optimizar los equipos de levantamiento. Dichos procesos de desmontajes de pasadores o pines.

1.1.2. Formulación del problema

¿Es posible diseñar una herramienta para el montaje y desmontaje de los pasadores o pines de la caja de tolva de los camiones Caterpillar 797B y 797F?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

Diseñar una herramienta para el montaje y desmontaje de los pasadores (pines) para los camiones 797B y 797F de Caterpillar.

1.2.2. Objetivos específicos

- Recopilar información técnica acerca del proceso de montaje y desmontaje de los pasadores (pines) para los camiones 797B y 797F de Caterpillar.
- Realizar el diseño y calcular los requerimientos mecánicos de la herramienta para el proceso de montaje y desmontaje de los pasadores (pines) para los camiones 797B y 797F de Caterpillar.
- Analizar las mejoras que proveerá la herramienta para el proceso de montaje y desmontaje de los pasadores (pines) para los camiones 797B y 797F de Caterpillar.
- Evaluar la factibilidad económica de la herramienta, mediante un análisis económico.

1.3. Justificación e importancia

Las empresas dedicadas al mantenimiento de equipos buscan mejorar sus procesos de mantenimientos mecánicos, así como también mejorar sus procedimientos de trabajo, reduciendo sus costos e incrementando la calidad de sus operaciones. Por ello, este proyecto se llevará a cabo, con la finalidad de diseñar una herramienta apropiada para cubrir las necesidades de los operarios que laboran en las empresas como Finning Chile; de esta manera, se optimiza el trabajo, se reducen los costos y se brinda mayor seguridad a los trabajadores de la empresa.

Dicha herramienta, permitirá intervenir el sistema de dirección cuando sea pertinente y podrá también incrementar la celeridad de los trabajos diarios que realizan en la Empresa Finning. El desarrollo del proyecto beneficiará a la empresa en estudio, como a los trabajadores del área de mecánica optimizando sus trabajos diarios, reduciendo costo y acelerando tiempo y mejorando la producción, servirá para elevar los niveles de seguridad en los técnicos que realizan este trabajo mecánico.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del problema

A continuación, se describen las diferentes investigaciones relacionadas al diseño de una herramienta mecánica que permita mejorar un proceso. El orden de las investigaciones son investigaciones internacionales, nacionales y locales.

2.1.1. Investigaciones internacionales

Moreno (2009) realiza una investigación titulada “Diseño de equipo de levantamiento para tren de dirección del camión 797F Caterpillar”; el objetivo de la investigación fue diseñar un equipo de levantamiento para el tren de dirección del camión 797F Caterpillar.

Con respecto a las conclusiones, se estudió a fondo el subsistema de dirección, el cual, debido a los trabajos que realiza se generan retrasos excesivos. Al retirar la unión central de dirección por su forma irregular, tamaño y peso de este componente para ser extraído del camión Caterpillar, es necesario retirar el motor luego la unión central de dirección y diversos componentes que lo conforman, desperdiciando las capacidades del puente grúa al no contar con una herramienta de desmontaje de estos componentes menores se han implementado herramientas de circunstancias para subsanar esta falta de equipos por ejemplo mesones, gatas y soportes etc. Y con el agravante de seguridad en el trabajo y las partes de máquinas en suspensión e inestable fijación quedo la urgencia y necesidad de intervenir en este proceso. Para ello, se ha desarrollado un equipo de levantamiento para tren de dirección del camión 797F Caterpillar.

Bedoya et al. (2017) realiza una investigación titulada “Comparación por modelamiento computacional del desempeño mecánico de piezas aeronáuticas fabricadas en aleaciones de

magnesio y de aluminio”; el objetivo de la investigación fue evaluar la potencial sustitución de piezas fabricadas en aleaciones de aluminio que son comúnmente usadas en la industria aeronáutica.

Las conclusiones de la investigación, se comprobó que existe la probabilidad de utilizar las aleaciones de magnesio como reemplazo de las aleaciones de aluminio, en las aplicaciones semi-estructurales experimentales y cubriendo requisitos mecánicos mínimo; de esta manera, se logra reducir el peso y se mejora la eficiencia global de las aeronaves donde se aplique. Así mismo, un rediseño efectivo debe integrarse a la pieza de la forma más suave posible, ser menos invasiva y que se optimice la distribución del material donde se concentran los esfuerzos dentro de la geometría.

Salvador et al. (2006) realiza una investigación titulada “Diseño mecánico de un prototipo de sembradora de maíz”; el objetivo de la investigación fue hacer más rápida y sencilla la siembra a mano, por lo que debe ser una máquina ligera, portátil, sencilla en su uso y fácil para su mantenimiento.

De acuerdo a las conclusiones, se ha logrado construir un prototipo que funciona de acuerdo a su principal función de perforar el terreno a una profundidad suficiente para que el grano de maíz sembrado, logre germinar. Por otro lado, es preciso indicar que es posible optimizar la velocidad de la operación y el peso de la maquinaria diseñada. Es preciso indicar que no se han realizado las pruebas de impacto, tampoco pruebas de vibraciones; pues se ha considerado que el suelo de la región es blando y fácil de penetrar. El mecanismo dosificador de maíz fue probado y se comprobó que funciona adecuadamente, arrojando tres a cuatro granos en promedio, por pozo. Con respecto al depósito de maíz de la máquina, es posible mejorarlo para que tenga una mayor cantidad de granos, de esta manera se reducirían los tiempos de carga. Finalmente, se deben realizar los análisis estadísticos respectivos, para determinar los tiempos de operación, antes y después del uso de la máquina planteada.

2.1.2. Investigaciones Nacionales

Velarde (2018) realiza una investigación titulada “Diseño mecánico de un ascensor de tracción directa de doble acceso sin sala de máquina con capacidad de 450 Kg. y 7 paradas”; el objetivo de la investigación fue realizar el diseño de un ascensor (normalmente son importados de Corea del Sur, España, Brasil, Argentina), además con este tipo de ascensores se plantea un ahorro de espacio para el diseño de edificaciones residenciales con servicio a cada nivel de la edificación como en la azotea del mismo.

Como conclusión de la investigación, se realizó el diseño de cada una de las piezas de la máquina: motor, cabina, suspensión, frenos, contrapeso, rieles. Así mismo, se elaboran una serie de consideraciones que serán de utilidad, para futura maquinaria.

Cunyas (2018) realiza una investigación titulada “Propuesta de implementación de una cortadora electro-neumática de ladrillo en crudo en la línea de producción para mejorar la capacidad productiva en la ladrillera LAPROSUR S.A.C.”; el objetivo de la investigación fue proponer la implementación de un cortador electro neumática para mejorar la producción en la línea de fabricación de ladrillos en crudo de la empresa ladrillera LAPROSUR S.A.C.

El estudio concluye que, la implementación de un nuevo sistema de máquina cortadora electro - neumática, se logrará mejorar la producción en la línea de fabricación de ladrillos en crudo, para la empresa ladrillera LAPROSUR S.A.C. La máquina a implementar, realiza cortes de 15 ciclos por minuto, que trabajando a su mayor capacidad se llega a producir de 100 a 120 millares de ladrillos diarios, dependiendo del tipo de ladrillo a fabricar, al compararlo con la situación actual, se observa que la producción más alta oscila entre 24 a 30 millares de ladrillos diarios; con esta implementación, la producción incrementaría notablemente, dado que, este nuevo sistema cuenta con mayores ciclos de corte, mayor exactitud de corte y fácil operatividad. De esta manera se asegura la elevación de valores de producción, obteniendo un producto de calidad la empresa adquiere la confiabilidad necesaria para sus equipos.

Gamarra (1993) realiza una investigación titulada “Diseño de una prensa hidráulica de 50 Tm. de capacidad con movimiento transversal y longitudinal del cabezal para procesos de enderezado”; el objetivo de la investigación fue calcular el diseño de una prensa hidráulica de 50 T/1; para enderezado de piezas y componentes de uso ferroviario.

Entre las principales conclusiones resalta que, el pórtico está sometido a mayores sollicitaciones cuando se realizan las operaciones de enderezado. Aquí, el pistón ejerce la fuerza durante el enderezado, para maximizar la capacidad de la prensa. Para facilitar el cálculo, se estableció que el pórtico es una estructura semi-rígida, dicha condición resultó ser la que guardaba mayor relación con la realidad. Así mismo, para el cálculo de la viga puente se tomó en cuenta, que la situación más crítica de carga aparece cuando el cilindro hidráulico está ubicado en el centro de la luz de la viga en cuestión.

2.1.3. Investigaciones Locales

Chucuya (2018) realiza una investigación titulada “Diseño de un sistema de molienda de maíz para la empresa EL GRAN POLLÓN Tacna”; el objetivo de la investigación fue diseñar un sistema de molienda de maíz para la empresa “EL GRAN POLLÓN” Tacna.

De acuerdo a las conclusiones obtenidas, se estableció que el molino de martillos está compuesto por las siguientes piezas: herramientas de percusión, ejes secundarios, discos, árbol principal. Un requisito indispensable para el diseño de las piezas, fue establecer las fuerzas a las que son sometidos; de acuerdo a la investigación, se determinó que la principal fuerza del molino de martillos, se encuentra en el sistema es la fuerza centrífuga, esta fuerza se determinó gracias a la velocidad angular y al radio de giro del molino. El sistema de trituración es accionado por un motor eléctrico, a la vez, este motor es controlado desde el tablero de control. Para garantizar un adecuado funcionamiento se realizó la simulación de algunos elementos críticos a través del software SolidWorks, utilizando el análisis de elementos finitos (Factor de seguridad, esfuerzos máximos de Von Mises y desplazamientos).

Mamani (2013) realiza una investigación titulada “Diseño de máquina clasificadora de tunas teniendo en cuenta como parámetro su peso específico”; el objetivo de la investigación fue diseñar una máquina clasificadora de tunas, para un proceso de producción en línea, con una capacidad máxima de 8000 unidades/h de fruta tuna, para su posterior implementación en el distrito andino de Sitajara, de la región Tacna.

Como principal conclusión, se obtuvo el diseño completo de la máquina propuesta, bajo las normas que garantizan una adecuada selección de materiales, para el tipo de procesos analizados y obtener una alta eficiencia de las máquinas. Gracias a la elaboración de la máquina, se estima que los costos de las operaciones en el proceso de clasificación de tunas bajarán; porque, en la clasificación de frutas de manera manual y artesanal existe una pérdida de tiempo en el momento que el obrero (persona dedicada a la selección) decide a qué categoría de las existentes, pertenece la fruta de acuerdo a su peso. Los indicadores económicos y financieros obtenidos en la evaluación económico-financiera, dan a conocer que el proyecto es viable, porque los ingresos futuros son mayores que los costos iniciales, esto es corroborado con un VAN mayor a cero. Además la TIR es 67% y al compararlo con la tasa de descuento calculada, del 15 %, brinda la posibilidad de un mayor beneficio para los inversionistas.

Quispe (2017) realiza una investigación titulada “Optimización técnica del sistema mecánico de agitación de la salmuera en el procesamiento de la aceituna”; el objetivo de la

investigación fue optimizar técnicamente el funcionamiento del Sistema Mecánico de Agitación de la Salmuera en el Procesamiento de la Aceituna, con el rediseño del equipo agitador, la instalación de placas deflectoras y obtener una mezcla eficiente.

Al finalizar la investigación se obtuvo que, para la optimización del Sistema de Agitación de preparación de la salmuera, se seleccionó una turbina con cuatro (4) palas inclinadas a 45°, apropiada para este proceso de agitación, el cual se encuentra a 200 mm del fondo del recipiente, con 200 mm de diámetro. Con esta propuesta se logra que la sal industrial pueda disolverse eficientemente en el recipiente. Para el diseño del eje propulsor se calculó el momento flector y torsor, se determinó un diámetro de eje de 23 mm, pero se estimó a un diámetro comercial de 25,4 mm. Las dimensiones del impulsor son adecuadas para un motor de 1,1 kW (1,5 HP), obteniendo mayor potencia arrastre.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Camión Caterpillar 797B

El Camión Caterpillar 797B, es usado principalmente por el sector minero, para transportar minerales o desmonte, durante el proceso de extracción del mineral, en una mina de tajo abierto. Este camión es uno de los modelos desarrollados, desde la aparición del modelo 797; además tiene gran aceptación, por su gran carga útil y potencia. Este modelo de camión ha sido probado por diferentes pilotos en Estados Unidos, Canadá, Perú y Chile (CAT 2019).

2.2.1.1. Características de Camión 797B

Entre las principales características del motor, resaltan las mostradas en la tabla 1.

Tabla 1.
Motor de Camión 797B

Tipo de motor	Diésel de 24 cilindros en V y cuatro turbos que da unos 3600cv; expandible a cuatro turbos más para que no pierdan demasiada potencia.
Refrigerante	1200 litros
Aceite	400 litros
Combustible	7.000 litros para 8 horas de trabajo

Nota: Obtenido de (CAT 2019)

El mecanismo de los dámperes del bastidor rígido permite que se optimice el trabajo, se reducen al mínimo el número de los cucharones. Actualmente en el mercado, solo existen dos

modelos de mayor capacidad. Terex MT 6300AC y Liebherr T 282B. Es preciso indicar que cada uno de los neumáticos debe soportar una carga equivalente a 100 toneladas.

2.2.2. Camión Caterpillar 797F

A diferencia del modelo Camión Caterpillar 797B, el modelo Camión Caterpillar 797F cuenta con mejoras que incrementan las prestaciones de esta máquina: en cuanto a la seguridad de los sistemas, la productividad relacionada a la capacidad, comodidad.

2.2.1.2. Características del Camión 797 F

Las características del modelo se muestran en la tabla 2.

Tabla 2.
Especificaciones del camión 797F

ESPECIFICACIONES	CATERPILLAR 797F
Motor	C175-20 en V
Potencia	4000 HP
Carga Útil	400 Ton
Velocidad en pendiente (12%)	12.9 Km/h
Retroceso en pendiente (9%)	15.2-37.0 Km/h
Velocidad máxima	68.0 KM/h
GMW	624690 Kg.
Longitud	15m de largo * 9m de ancho * 7m de alto.
Peso	600 Ton
Neumáticos	5 Ton
Tanque de combustible	Mayor a 2800 Lt.

Fuente: (Manual de Caterpillar, 2017)

Como suele ser en este tipo de camiones, el motor diésel no es el encargado de la transmisión del vehículo, el objetivo del motor es generar electricidad para alimentar los motores eléctricos. Así mismo, la transmisión cuenta con siete velocidades que brindan mayor comodidad y una potencia constante, optimizando el uso del combustible e incrementando el tren de fuerza. Las especificaciones técnicas de este camión se muestran en el Anexo 2.

2.2.1.3. Sub sistemas del camión 797F

Este modelo cuenta con los sub-sistemas y componentes, mostrados en la tabla 3.

Tabla 3.
Sub sistemas del camión 797F

Tren de fuerza mecánico	El tren de fuerza de tracción mecánica y la servotransmisión CAT proporcionan eficiencia y control de operación en pendientes pronunciadas, en condiciones deficientes del terreno y en caminos de acarreo con alta resistencia a la laminación.
Sistema de frenado integrado	El sistema de frenos CAT enfriados por aceite proporciona rendimiento fiable y control en los caminos de acarreo en condiciones exigentes.
Sistemas de caja de camión	El bastidor 797F usa un diseño de sección en la caja, que incorpora dos secciones forjadas y 14 secciones fundidas en las áreas de alta tensión, con soldaduras continuas, profundas y envolventes para resistir los daños por cargas de torsión sin necesidad de añadir peso adicional.
Estación del operador	Los proveedores permiten personalizar la cabina con las características deseadas. Entre una cabina estándar, cabina Deluxe o cabina Deluxe para tiempo frío.
Sistema Monitor	Proporciona información fundamental del estado de la máquina y de la carga útil en tiempo real, para mantener el Funcionamiento del 797F en niveles óptimos. El VIMS tiene la capacidad de controlar la información desde todos los sistemas del vehículo. Se pueden visualizar diez parámetros diferentes de la máquina de una sola vez. Los técnicos de servicio pueden descargar los datos fácilmente, para la solución de problemas, la planificación y la reducción de costos.
Seguridad	La maquinaria Caterpillar es proactiva en el desarrollo de máquinas de minería que cumplen los estándares de seguridad. La seguridad es parte integral de los diseños de todas las máquinas y sistemas.
Sostenibilidad	El Camión Minero 797F ofrece filtrado continuo del eje trasero, filtros de vida útil prolongada e intervalos de mantenimiento extendidos que ayudan a disminuir la cantidad de desperdicios que se liberan al medioambiente.

Fuente: (Manual de Caterpillar, 2017)

2.2.1.4. Partes del Camión 797 F

El camión 797 F cuenta principalmente con 12 partes, como se describe en la tabla 4.

Tabla 4.
Partes del Camión 797 F

Motor	El motor diésel es un motor con tecnología ACERT (tecnología avanzada de reducción de gases de combustión). Y su sistema de combustible de riel común de alta presión donde la presión se eleva hasta 26000 PSI. El motor C-175 es una configuración V20 a 60° con una cilindrada de 106.2 litros (Ferreyros S.A. 2010).
Mando final	El mando final es el componente por el cual va a ser transmitida la energía mecánica (movimiento) hacia las ruedas el camión minero 797F cuenta con cuatro mandos finales dos delanteros y dos posteriores.
Diferencial	El diferencial del camión 797F está compuesto por un conjunto planetario de engranajes los cuales transmiten la energía mecánica hacia los mandos finales.
Cilindro de suspensión	El cilindro de suspensión del camión 797F tiene como función amortiguar el peso de la tolva y la carga con el chasis está ubicado en la parte trasera y superior del diferencial.
Cilindro de levante	Los cilindros de levante componen el sistema de levante que permite la descarga de la tolva este sistema está compuesto por tanque hidráulico, bombas de levante, válvula de control de levante y enfriamiento de frenos, malla de levante y los cilindros de levante que son dos cilindros telescópicos. El sistema de levante es controlado por el ECM del chasis.
Transmisión	El sistema de transmisión está compuesto por distintos componentes de los cuales tenemos embragues de control electrónico (ECPC) de la transmisión los cuales se controlan electrónicamente y actúan hidráulicamente.
Tolva	Es un componente que sirve de depósito temporal de la carga a ser transportada, este componente tiene un gran costo y el mantenimiento que se realiza es básicamente con soldadura.
Chasis	El chasis es la estructura principal del camión minero ya que en este componente se alojarán todos los sistemas y componentes que harán mover el camión minero, para este componente no se realizar el cambio ya que estima una vida útil considerable, sin embargo, se realizan mantenimiento en caso de fisuras, porosidad, etc.
Cilindros de levante	El principal componente en el sistema de levante del camión, los cilindros de levante son cilindros telescópicos accionados por un mando de bombas de levante hidráulicamente.
Cilindros de dirección	Componente que se encarga de darle dirección al camión 797F es accionado por bombas y funciona hidráulicamente, es uno de los componentes de mayor importancia ya que de fallar en operación puede ocasionar accidentes fatales.
Ruedas	Permite el traslado del camión minero 797F estos componentes están sujetos a desgaste debido a que están expuestos a las condiciones de trabajo asimismo a los frenos del equipo.
Radiador	Componente que se encarga de la refrigeración de todos los fluidos con los cuales trabajan todos los sistemas hidráulicos del camión, es básicamente un intercambiador de calor ubicado en la parte frontal del motor.

Fuente: (Manual de Caterpillar, 2017)

2.2.3. Funciones de los camiones Caterpillar 797B y 797F

Los camiones Caterpillar son equipos de acarreo de alto tonelaje que son usados por las compañías mineras ya que estos acarrean toneladas de mineral ya sea cobre mineral de oro, plata zinc entre otros, las compañías mineras los prefieren por su alto rendimiento.

En cargas de alto tonelaje, son productivos de alta potencia y últimas generaciones. Son seguros en producción confiables, estos modelos son líderes a nivel mundial en acarreo de minerales, tiene una gran productividad, a nivel mundial por eso las mineras en todo el mundo prefieren los camiones Caterpillar los trabajos que se realizan en estos equipos como el mantenimiento programado, los diagnósticos los testeos de cada componente que conforman estos equipos se realizan por programaciones de un equipo de trabajo llamados programadores, al realizar dichos trabajos también realizamos trabajos de cambios de componentes, mayores y menores, los técnicos mecánicos trabajan en este equipo rápidos y seguros por la experiencia adquirida en los años de trabajo, pero también nos vamos a encontrar con falta de herramientas que son para realizar trabajos de alto potencial, como por ejemplo el montaje y desmontaje de los componentes como son los pasadores o pines de los tirantes de suspensión (link). Que son

trabajos de alto potencial y para estos trabajos no hemos logrado conseguir herramientas de desmontaje y montaje de estos componentes que conforman el camión Caterpillar, por lo cual he decidido diseñar una herramienta que serviría para realizar el trabajo por lo cual nos ahorraríamos tiempos de producción, reducir costos, tiempos en los servicios de estos camiones mineros, con esta herramienta se trabajaría más rápido.

Y más seguros y 100 % confiable ala realizar estos trabajos ya que carece de estas herramientas que no existen para estos tipos de desmontaje y montaje de estos componentes mi propósito con este proyecto es presentarlo como una opción de tesis. Y así poder incluirlo como una herramienta más en la compañía Finning Chile ya que esta Herramienta la considero confiable y segura para estos trabajos de alto riesgo. (Zgerald, R. 1996)



Figura 1. Parte del Chasis de Camión Caterpillar 797B y 797F

Fuente: Obtenido de Finning International Inc. – Chile, 2019.

2.2.4. Herramientas utilizadas para el desmontaje de pasadores (pines)

Las herramientas utilizadas durante el trabajo son mostradas a continuación:

- Puente grúa

Puente grúa de 20 toneladas, es una herramienta que permite desmontar todo tipo de componentes mayores y menores (Finning Chile 2019).

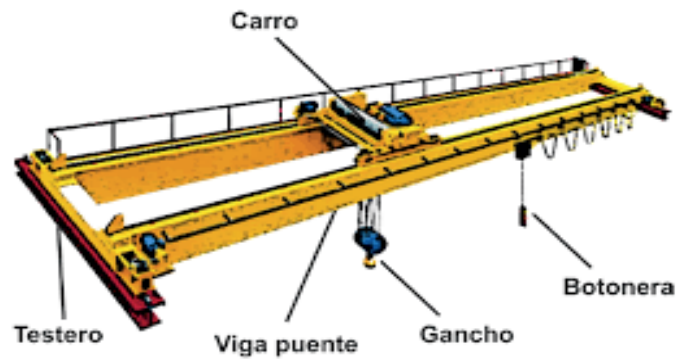


Figura 2. Puente grúa

Fuente: (TREX 2019)

- Eslingas de 3 TN

Eslingas o fajas permite la elevación de diversas piezas o máquinas, de distinto tonelaje; esta herramienta funciona como intermediario entre la carga y el gancho de la grúa, en sus extremos cuenta con un lazo (MAESTRO 2019). Esta herramienta es de distintas dimensiones, de acuerdo al trabajo que se realice.



Figura 3. Eslingas de 3 TN

Fuente: (MAESTRO 2019)

- Grilletes de 3 TN

Es una pieza intermedia que sirve como unión entre el cáncamo y la eslinga; por lo general, está compuesta por un grillete en forma de argolla y un perno que cruza; el material es de gran resistencia. Su principal función es sujetar las cadenas al dispositivo de tracción, permiten darle estabilidad y a la vez que no se malogre las eslingas debido a la fricción (MAESTRO 2019).



Figura 4. Grilletes de 3 TN

Fuente: (MAESTRO 2019)

- Pistola neumática

Es una herramienta eléctrica que funciona como un destornillador de alta potencia; cuenta con una llave en forma de tubo, especial para brindar una alta potencia de torsión (GROMAR 2019).



Figura 5. Pistola neumática

Fuente: (MAESTRO 2019)

- Taquímetro

Es una herramienta usada para generar tensión en los tornillos, tuercas o bulones. Esta herramienta es regulable, permitiendo girar para ambos lados y ejercen el torque en una sola dirección, gracias a ello es posible destornillar sin la necesidad de quitar la herramienta (MAESTRO 2019).



Figura 6. Taquímetro digital

Fuente: (MAESTRO 2019)

- Bomba y Cabezal HY torch

Es una llave de bajo perfil con forma de hexágono que sirve para llegar directamente a la tuerca; cabe resaltar que no requiere de un dado de impacto; de esta forma, a través del mecanismo se logra hallar un punto de reacción que permite trabajar a los operarios de forma rápida, segura y con poco esfuerzo (GROMAR 2019).



Figura 7. Bomba y Cabezal HY torch

Fuente: (MAESTRO 2019)

- Dado de impacto de 55 pulgadas

Estas estructuras, son las que se ajustan a las tuercas y permiten apretarlos o aflojarlos (MAESTRO 2019). Estos dados se ajustan a las pistolas neumáticas, taquímetros



Figura 8. Dado de impacto de 55 pulgadas

Fuente: (MAESTRO 2019)

- Caja de herramientas

Contenedor utilizado para organizar diversas herramientas, utilizadas para realizar diversas actividades (MAESTRO 2019).



Figura 9. Caja de herramientas

2.2.5. Mantenimiento

2.2.5.1. Concepto de Mantenimiento

Moubrag (2004) indica que esta actividad tiene como objetivo asegurar que los activos físicos de alguna empresa le den continuidad a las operaciones de los usuarios, en un periodo determinado de tiempo. Este mantenimiento aporta valor a los activos, pues los conserva para su reutilización, mediante un riguroso control y una constante planificación de estas acciones, considerando los costos de mantenimiento y el efecto en el medio ambiente donde se desarrollan las actividades.

Fernández (2005) expresa que el mantenimiento es esencial, de acuerdo a la actividad que se desarrolla, y si este se desarrolla de forma eficaz, constituye una pieza clave para la competitividad operativa de la empresa. Este mantenimiento inicialmente estaba dirigido hacia la maquinaria, equipos y herramientas; pero, con el pasar del tiempo, este se ha transformado en un sistema complejo que permite optimizar los recursos técnicos: corrigiendo, previniendo y prediciendo eventos futuros.

2.2.5.2. Mantenimiento correctivo

En palabras de Molina (2006), este mantenimiento se encarga de reparar luego de haberse generado un fallo o el paro súbito de la máquina o instalación. Así mismo, esta situación abarca dos aspectos; el mantenimiento paliativo que tiene como objetivo la reponer el activo para su respectivo funcionamiento y continuidad de las actividad, aunque el origen de la falla no se elimine; la reparación, en segundo lugar, tiene como finalidad eliminar las causas que son la fuente de la falla.

2.2.5.3. Mantenimiento preventivo

Fernández (2005) describe que esta actividad tiene el objetivo de reparar solo algunas reparaciones de cierta maquinaria; de esta manera se reduce la posibilidad que la maquinaria sufra una avería o pierda rendimiento. Este mantenimiento debe ser planificado de acuerdo a las especificaciones técnicas que se tenga, la experiencia del usuario y ciertas investigaciones que sirvan como indicadores. Dicho mantenimiento, se divide en sistemático, predictivo y reglamentario.

2.2.5.4. Mantenimiento predictivo

Este mantenimiento consiste en una metodología basada en intervenciones a cierta maquinaria o infraestructura, con respecto a la evaluación que se realiza a alguna variable medible y con un funcionamiento pre - definido. De esta manera, es posible establecer los recursos con respecto a las posibilidades que ocurra algún tipo de falla, labor denominada

monitoreo; este proceso requiere de la medición constante de la maquinaria para detectar alguna relación entre las variaciones durante el funcionamiento de la máquina para interpretar su situación.

2.2.6. Normas de diseño mecánico

2.2.6.1. VDI 2221

Esta norma, muestra el enfoque de la ingeniería concurrente; permitiendo al ingeniero, conocer, desde la planificación en los inicios del proceso de diseño, la existencia de algún problema con respecto a la disponibilidad, costo o procesamiento del material. Así mismo, existen diversos factores que se deben considerar al momento de seleccionar los aceros de ingeniería y otros materiales, pues estos se relacionan entre sí. Dichos factores se pueden agrupar en factores físicos, mecánicos, procesamiento y fabricación.

- Factores físicos:

Las dimensiones de las piezas y la forma pueden restringir el tratamiento térmico del material. El material de las piezas, determinan la necesidad de una pieza fundida o forjada; también, se debe considerar la necesidad de integrar otros materiales o aleaciones. El peso del material no sólo afecta los costos iniciales, también durante el proceso de fabricación de la misma.

- Factores mecánicos:

Las propiedades mecánicas de los materiales, se deben utilizar como criterios de selección en el diseño; la resistencia de los materiales, la elasticidad, la tenacidad, la resistencia a la fatiga, la termofluencia, entre otros criterios convenientes. En las normas estudiadas existe información sobre las propiedades mecánicas de los materiales solo en estado de suministro.

- Procesamiento y fabricación:

Estos factores se relacionan con la capacidad para dar forma al material.

2.2.6.2. VDI 2225

La característica principal de este método, es la optimización al mínimo coste; para ello se requiere un número de diseños (opciones), los cuales deben ser valorados bajo un método objetivo, de esta manera se reduce el riesgo de optar por un diseño no óptimo (Gómez 2018) . Bajo esta norma, es necesario cumplir con ciertos aspectos críticos en el sistema de mecanizado, entre los factores más relevantes, destacan:

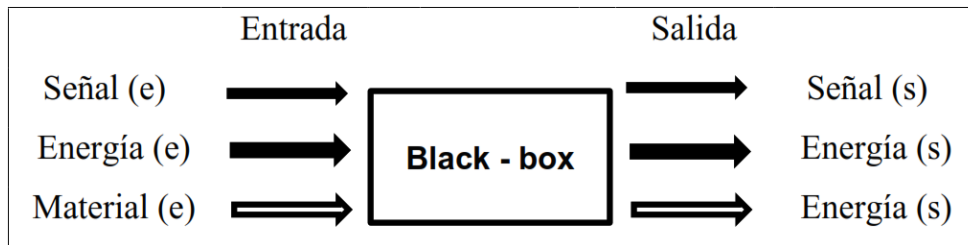
- Fijación del diseño

- Número de recursos utilizados
- Mecanizado

2.2.7. Abstracción Black – box

Esta herramienta permite describir el proceso que representa a tres magnitudes, tanto de entrada como de salida, estas son: señales, energía y materiales. Cabe resaltar que, la entrada de los recursos se transforma al ingresar en la caja negra, generando resultados, que se diferencian de los recursos iniciales. En la tabla 5, se muestra la estructura.

Tabla 5.
Black – box



Fuente: (Barriga 2009)

2.2.8. Herramientas posibles para el desmontaje de pasadores

- Carretilla hidráulica

También conocida como transpaleta, es utilizada preferentemente por los usuarios que desean cargar sobre las paletas algún objeto. Esta carretilla cuenta con una horquilla que dirige a dos paralelos horizontales unidos por un cabezal vertical, el cual se moviliza a través de ruedas apoyadas en tres puntos. Algunos modelos cuentan con indicadores de peso de la carga.



Figura 10. Carretilla hidráulica

Fuente: (TREX 2019)

- Pluma hidráulica

Es una herramienta destinada a elevar diferentes tipos de cargas, de estructura liviana y resistente. Su capacidad de carga varía entre 0.5 y 1 tonelada sin alargador; con alargador puede cargar hasta 2 y 3 toneladas. Esta máquina herramienta facilita el trabajo del operador cuando se requiere elevar alguna carga, brindando una opción ágil y sencilla.



Figura 11. Pluma hidráulica

Fuente: (TREX 2019)

- Puente grúa

Es un tipo de grúa utilizada generalmente dentro fábricas con la finalidad de izar y transportar a espacios limitados, cargas de gran peso. El movimiento de las grúas se da en forma horizontal y vertical, lo cual limita parte del trabajo. Está compuesto por rieles paralelos, con un puente metálico o viga movable. La mayoría de estas grúas, son utilizadas para realizar el mantenimiento correspondiente de maquinaria y piezas de gran peso.

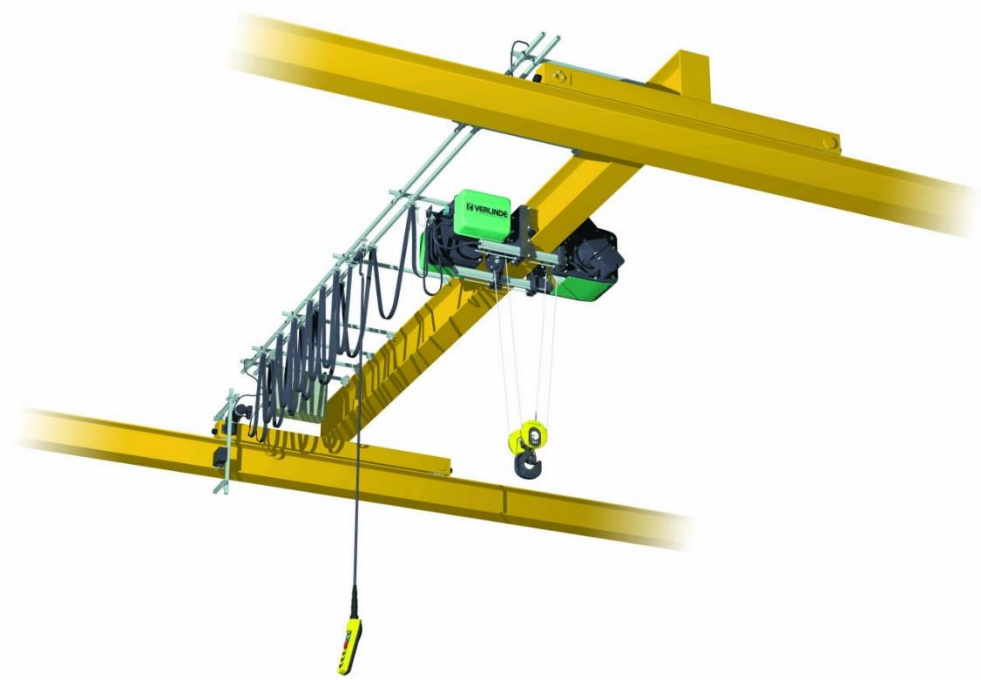


Figura 12. Puente grúa

Fuente: (TREX 2019)

2.2.9. Evaluación económica – financiera

2.2.8.1. Flujos de Caja y Pronóstico de Ventas

Representa una proyección de las posibles entradas y salidas del efectivo de una organización o una inversión. Esta herramienta es de gran utilidad para establecer las necesidades de dinero en efectivo a diferentes lapsos de tiempo. Para poder realizar un presupuesto de caja es imprescindible realizar un pronóstico de las ventas. Por otro lado, se debe contar con la información acerca del volumen de ventas (Van y Wachowicz 2010).

Para realizarlo es necesario:

- Realizar una proyección de los cobros mensuales y otros posibles ingresos.
- Se deben planificar las compras, los pagos y otros egresos de efectivo; de forma aproximada.
- Se determinan los flujos de dinero mensual (restando a los egresos, los ingresos)
- Determinar los niveles de caja mínimos

- En el caso de requerir financiamiento, se debe incluir los costos de tales préstamos o en el caso de superávit, tomar las consideraciones respectivas.

El Flujo de Caja muestra la estructura descrita en la Figura 13.

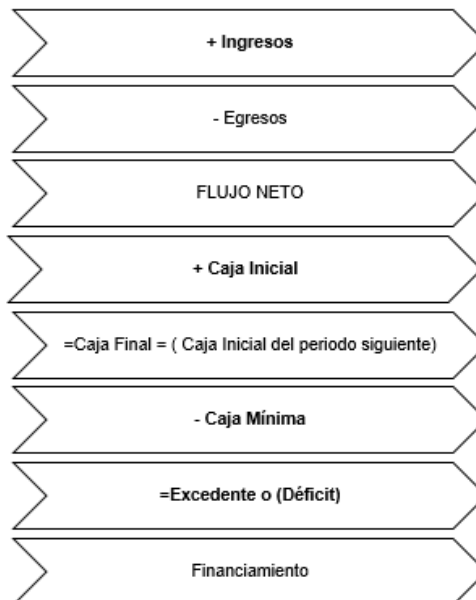


Figura 13. Estructura del Flujo de Caja

Fuente: (Van y Wachowicz 2010)

2.2.8.2. VAN

El Valor Actual Neto es una herramienta de evaluación financiera que permite evaluar cualquier proyecto, en el cual, se realizará una inversión a mediano o largo plazo. El objetivo principal de esta herramienta es evaluar los flujos futuros y demostrar su valor en el presente, descontando la inversión inicial (Gitman y Zutter 2012).

Funciones del VAN:

- Permite realizar un reconocimiento de los flujos de caja que se obtendrán en un futuro, es decir, la cantidad y en el momento.
- Se determina la tasa de descuento bajo la cual trabajará el proyecto
- Se muestran los costos iniciales del proyecto.

Fórmula VAN:

$$VAN = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{FC_t}{(1+COK)^t}$$
$$VAN = -I_0 + \frac{FC_1}{(1+COK)^1} + \frac{FC_2}{(1+COK)^2} + \frac{FC_3}{(1+COK)^3} + \dots + \frac{FC_n}{(1+COK)^n}$$

Figura 14. Fórmula VAN

Fuente: (Gitman y Zutter 2012)

Criterios para el VAN:

- Criterio para aceptar el proyecto: aceptar si Van > 0
- Criterio para realizar una jerarquía: Elegir el Van más alto.

2.2.8.3. TIR

La Tasa Interna de Retorno se desarrolla cuando el VAN es equivalente a cero. Esta tasa muestra cuán rentable es una inversión, dando a conocer la tasa de Interés más alta que el proyecto no genera ni pérdidas ni Ganancias (Dumrauf 2013).

El criterio de elección o decisión es simple, se debe escoger el proyecto donde la TIR es superior a la tasa de interés del proyecto, utilizada para desarrollar el VAN.

$$TIR : \sum_{t=0}^n \frac{F_t}{(1 + TIR)^t} = 0$$

Figura 15. Fórmula TIR

Fuente: (Dumrauf 2013)

Donde:

F_t : Flujo de caja neto en el momento t

2.3. Definición de términos básicos

- Camión

Vehículo de cuatro o más ruedas que se usa para transportar grandes cargas.

- Chasis

Armazón del automóvil que soporta la carrocería.

- Desmontar

Separar las piezas de que se compone algo.

- Eje

Barra, varilla o pieza similar que atraviesa un cuerpo giratorio y le sirve de sostén en el movimiento.

- Grúa

Máquina compuesta de un aguilón montado sobre un eje vertical giratorio, y con una o varias poleas, que sirve para levantar pesos y llevarlos de un punto a otro, dentro del círculo que el brazo describe o del movimiento que pueda tener la grúa.

- Montar

Armar, poner en su lugar las piezas de cualquier aparato o máquina.

- Tensores

Mecanismo que se emplea para tensar algo. Que tensa, origina tensión o está dispuesto para producirla.

- Tolva

Caja en forma de tronco de pirámide o de cono invertido y abierta por abajo, dentro de la cual se echan granos u otros cuerpos para que caigan poco a poco entre las piezas del mecanismo destinado a triturarlos, molerlos, limpiarlos, clasificarlos o para facilitar su descarga.

CAPÍTULO III METODOLOGÍA

3.1. Metodología aplicada para el desarrollo de la solución

3.1.1. Tipo de investigación

De acuerdo a la “Guía Para la Presentación de Tesis de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Continental”, la investigación tecnológica, tiene por finalidad inventar artefactos o procesos, con el objeto de ofrecerlos al mercado y obtener un beneficio económico (Universidad Continental 2016). Por lo tanto, la presente investigación es considerada como una Investigación Descriptiva Tecnológica.

De acuerdo al CONCYTEC (2018) el desarrollo tecnológico, es la aplicación de los resultados de la investigación o de cualquier otro tipo de conocimiento científico, en la elaboración de materiales, antes del comienzo de su producción.

3.1.2. Métodos

La metodología de la investigación, es de tipo exploratorio y propositivo (Hernández, Fernández y Baptista 2014).

Es exploratorio, porque se realiza para conocer el contexto sobre un tema que es objeto de estudio. Su objetivo es encontrar todas las pruebas relacionadas con el fenómeno del que no se tiene ningún conocimiento y aumentar la posibilidad de realizar una investigación completa.

Es propositivo, porque se caracteriza por generar conocimiento, a partir de la labor de cada uno de los integrantes de los grupos de investigación. Propende además por el desarrollo, el fortalecimiento y el mantenimiento de estos colectivos, con el fin de lograr altos niveles de productividad y alcanzar reconocimiento científico interno y externo.

Así mismo, la realización de la tesis servirá como ejemplo de aplicación a las recomendaciones de la Asociación Alemana de Ingenieros (VDI). VDI 2221, que lleva como título Metodología de Diseño en Ingeniería Mecánica.

3.1.3. Herramientas

- Comprobación del diseño de la estructura mediante la matriz morfológica, hasta alcanzar el modelo óptimo.
- Comprobación mediante cálculos del sub sistema de dirección, hasta alcanzar las solicitudes mecánicas requeridas
- Técnicas de análisis: Evaluación financiera del proyecto Flujo de caja VAN y TIR

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS Y DISEÑO DE LA SOLUCIÓN

4.1. Identificación de requerimientos

4.1.1. Situación problemática

Para establecer el problema es necesario hacer un diagnóstico de la situación, en tal sentido se describirán: los procesos desarrollados para el montaje y desmontaje de los pasadores del Chasis de Camión Caterpillar 797B y 797F, las herramientas utilizadas, el personal necesario, los tiempos del proceso, el riesgo de accidente, los costos del proceso.

4.1.1.1. Procesos para el montaje y desmontaje de los pasadores del Chasis de Camión Caterpillar 797B y 797F

- Necesidades de mantenimiento de los pasadores

Chile es el primer productor de cobre a nivel internacional, por ello es natural que esta actividad sea la principal actividad económica del país, debido a la generación de ingresos (Statista 2018). Por ello, existen grandes empresas dedicadas a la extracción del mineral: Minera Escondida, Collahuasi, Sierra Gorda, entre otras. Para estas actividades hacen uso de cientos de camiones mineros como los Camiones Caterpillar 797B y 797F.

Gran parte de la maquinaria utilizada, debido al uso y tiempo, requiere de mantenimiento, el cual es brindado por la empresa Finning CAT Chile, donde se ha visto una necesidad que requiere atención, lo cual configura el motivo de la presente investigación.

Los bastidores de los camiones Caterpillar cuentan con gran resistencia a las aplicaciones de torsión y al alto impacto de las cargas de alto tonelaje; están contruidos de hierro dulce, lo cual le proporciona flexibilidad, larga duración y resistencias a cargas de alto impacto. El bastidor incorpora 21 piezas fundidas y 2 piezas forjadas en áreas de alto esfuerzo para aumentar su resistencia y prolongar su duración de trabajo por lo cual el conjunto de varillaje en el camión Caterpillar es muy importante porque proporciona al camión una mayor estabilidad, reduce los golpes, proporciona una mejor absorción de impacto y comodidad para el operador.

Estos camiones llevan en la parte posterior componentes menores llamados tensores o (links), los cuales tienen en las uniones unos pasadores o también llamados pines que forman parte del conjunto de fijación entre el chasis y caja de diferencial. Tanto los links como los pasadores, debido al trabajo y la gran presión: sufren desgastes internos, contaminación por polvo y minerales, grietas, fisuras y la exposición a la contaminación por la humedad y el polvo.

Estos pasadores requieren de un mantenimiento constante y si no se reparan a tiempo, el trabajo de los camiones y las operaciones pueden ser detenidos; por ello, es imprescindible un mantenimiento o programación, para el cambio de pasadores (pines) antiguos por unos nuevos. En la figura 16, se muestra la ubicación de los pasadores en el chasis.

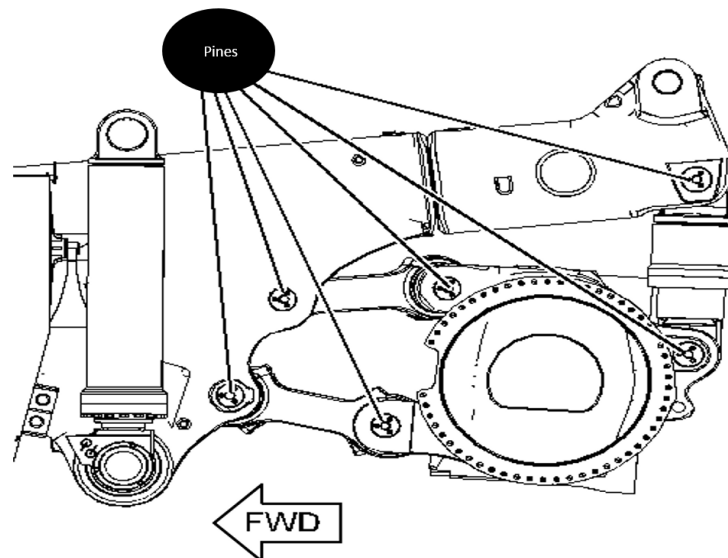


Figura 16. Ubicación de los pines del chasis de un Camión Caterpillar 797F.

Fuente: Obtenido de Finning International Inc. – Chile, 2019.

Los trabajos de cambios de link y pasadores se realizan según lo programado por los inspectores; quienes se encargan de determinar el cambio de estos componentes menores; también existen casos de emergencia, cuando los tensores fallan, presentando fugas de aceite o algún tipo de falla.

- Procesos

Para el proceso de montaje o desmontaje de pasadores, existe un proceso formal y otro informal; el primero, es un proceso formal porque se encuentra dentro de los manuales brindados por la empresa Finning Chile y han sido elaborados por la empresa Caterpillar, estos se describen de manera general en la figura 17 y de manera específica en el Anexo 3; el segundo, es el proceso informal porque no está dentro de algún manual, pero es real y es el que se suele aplicar, donde los mecánicos deben adecuarse a la situación y utilizar diferentes herramientas (no adecuadas), especialmente para el desmontaje de pasadores, esto se describe en la figura 18.

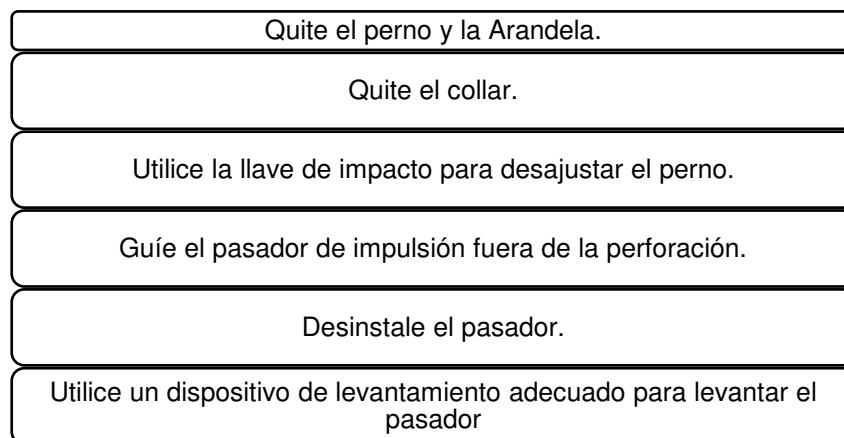


Figura 17. Proceso formal (ideal) de desmontaje de pasadores

Fuente: Obtenido de Finning International Inc. – Chile, 2019.

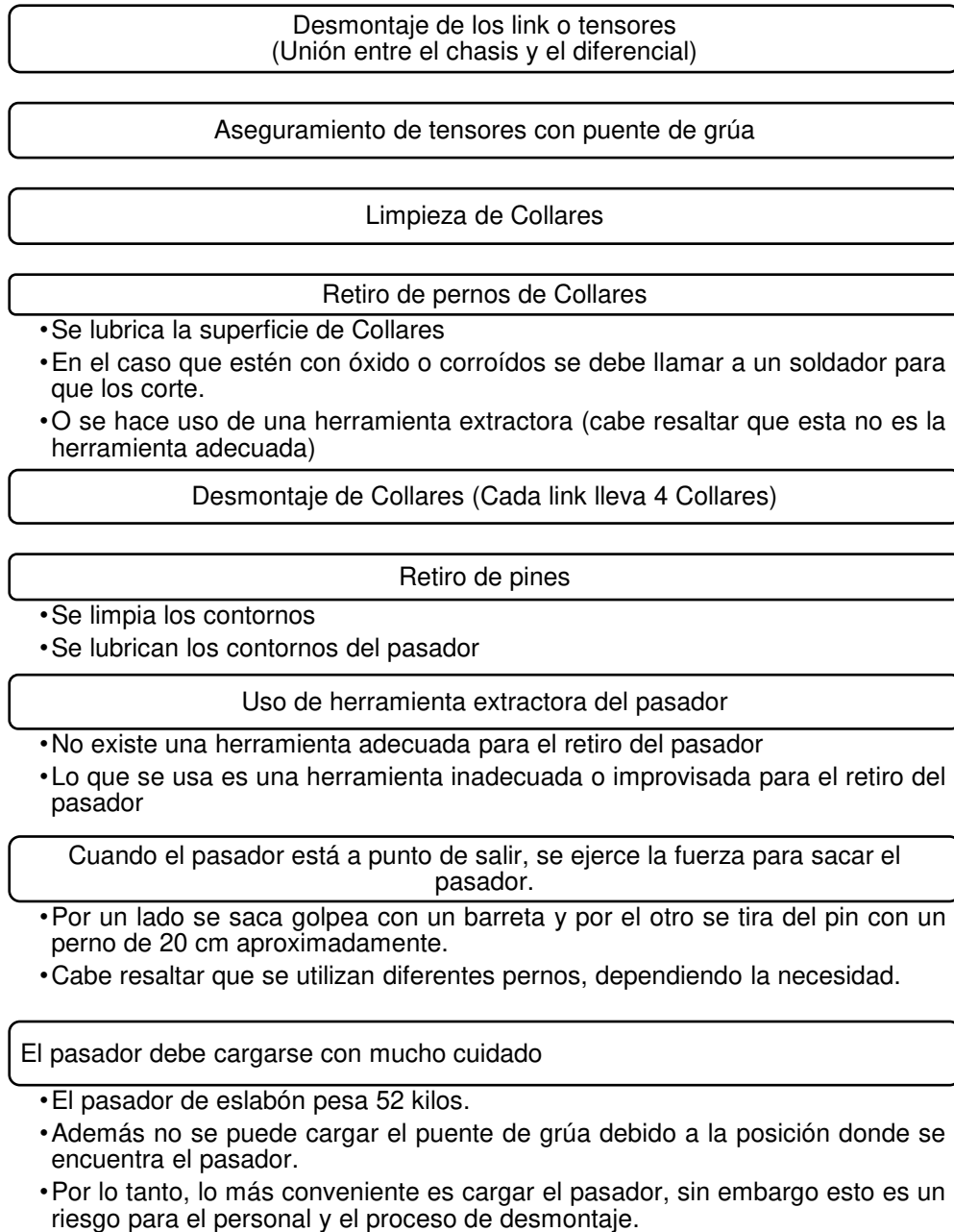


Figura 18. Proceso formal (real) de desmontaje de pasadores

Fuente: Obtenido de Finning International Inc. – Chile, 2019.

Como se ha podido observar existen diferencias entre el proceso establecido en los manuales y el proceso real; en el proceso formal no se han considerado los posibles riesgos. El principal problema es al momento de retirar los pasadores, los cuales pesan 52 kg y retirarlos es peligroso, porque se debe utilizar mucha fuerza para extraerlos de la cavidad donde se encuentran; este esfuerzo es perjudicial para la postura corporal, la ergonomía del trabajador y la seguridad.

Así mismo, al momento de cargarlos se generan dificultades porque debido al peso y los residuos de aceite que quedan en los pasadores, hacen que el pasador se resbale, pudiendo sufrir aplastamiento de pies, manos u otras partes del cuerpo. Sin embargo, el puente grúa no está disponible o no puede acceder al lugar donde se encuentra el pasador.

4.1.1.2. Herramientas utilizadas

Las herramientas utilizadas dentro de este proceso son:

- Puente Grua
- Elingas De 3 Tn
- Grilletes De 3 Tn
- Pistola Neumática
- Torquímetro Digital
- Bomba Y Cabezal Hy Torch
- Tecla De Cadenada
- Dado De Impacto De 55 Pulgadas
- Caja De Herramientas

Es preciso indicar que no existe una herramienta exclusiva o adecuada para el izaje para el desmontaje de pasadores, a pesar que tienen un peso de 52 kilogramos, dificultando la maniobrabilidad de una persona.

4.1.1.3. Personal

Para el inicio de los trabajos, de forma preliminar; se realiza el Análisis de Seguridad del Trabajador [AST], se instala el candado lock out de cada trabajador una vez asignados los trabajos se busca información del Sistema Información de Servicios Caterpillar [SIS] y se lee los reglamentos internos de la empresa. Luego son designados 2 técnicos mecánicos, 1 ayudante mecánico, 1 supervisor de área de trabajo y 1 prevencionista de riesgos (quien echa un vistazo al personal por un breve momento durante el día).

El personal para la inspección de cada trabajo de cambio de componentes (mayores y menores) a realizar, es un supervisor por turno de trabajo, de 12 horas de supervisión. Después de firmar el AST, es el supervisor quien da el permiso para proceder al trabajo diario, siempre que se cuente con el procedimiento de trabajo que brinda el SIS.

Algo que prima en las operaciones es la seguridad del trabajador y una buena comunicación entre los trabajadores comprometidos en el proceso. Cabe resaltar que, para realizar el desmontaje de pasadores, normalmente trabajan dos personas, sean los mecánicos o un mecánico con un ayudante.

4.1.1.4. Tiempos del proceso

Los cambios de tensores se realizan de acuerdo a las fallas internas, que tengan los componentes.

El tiempo mínimo promedio, para el cambio de tensor es de 3 horas (sea tensor superior o inferior). El 30% de pasadores, presentan problemas de desmontaje, debido a los “pasadores agripados” (este sobrenombre se les dice en Chile, a las piezas mecánicas que, debido a la oxidación, por haber sido apretado excesivamente queda atrancadas y no giran al manipularlas), eso genera, demora dependiendo de las herramientas que se encuentren disponible.

El tiempo máximo promedio, para el cambio de tensor es de 24 horas (sea tensor superior o inferior); el desmontaje de estos componentes requiere la intervención de los técnicos en soldadura para realizar cortes necesario, para la liberación de los tensores.

4.1.1.5. Riesgos y accidentes laborales

Las actividades realizadas en el proceso de desmontaje y montaje de pasadores, son riesgosas, por ello, es necesario tomar las previsiones necesarias. No obstante, ser la minería uno de los sectores donde se trabaja más expuesto al riesgo, es la que presenta los índices de frecuencia de accidentabilidad más bajos respecto de otros sectores productivos. De acuerdo a la Asociación Chilena de Seguridad [ACHS]: “se podría decir que trabajar en la minería es incluso más seguro que trabajar en un banco, debido a la cultura de seguridad que actualmente está muy inserta en los trabajadores, la cual es traducida en una conducta apropiada para el trabajo” (Minería Chilena, 2019).

Sin embargo, a pesar de usar diversos criterios de seguridad para el proceso de desmontaje de pasadores, no se han logrado reducir los riesgos al mínimo. Por ejemplo: durante los trabajos de mantención de una pala 305 en la Mina Sierra Gorda, un trabajador de la empresa Finning Chile, resultó muerto tras recibir un golpe inesperado por una barra de Tripower realizando una mala maniobra durante el desmontaje de un pasador.

Otros incidentes relacionados con el proceso de montaje y desmontaje de pasadores, fueron golpes en las manos, pies y diferentes partes del cuerpo. Por otra parte, se dañan los materiales, los equipos, se generan daños a la propiedad, se interrumpe el proceso productivo, se pierde tiempo y eso es un costo para la empresa.

En la empresa Finning Chile existe un gran compromiso con la seguridad y es parte de la cultura, los valores están alineados al compromiso de actuar éticamente, asegurándose que todos los empleados regresen a sus casas sanos y salvos, al final de cada turno; por ello, al comenzar el

trabajo día a día se hace lectura de las reglas de la empresa (las cuales son llamadas las 6 reglas de vida), se confeccionan el AST y firmado por el jefe de turno, se instala en el equipo el lock out cortando el fluido eléctrico, energías potenciales, del Camión Caterpillar una inspección visual del punto donde se va a trabajar, y el procedimiento de trabajo como guía, para el paso a paso de los trabajos a realizar esto lo obtenemos del programa llamado SIS CAT, sistema de información de servicio.

4.1.1.6. Costos del proceso

El costo del proceso principalmente es el de la mano de obra, el cual se puede verificar en la tabla 6.

Tabla 6.
Costo del proceso – Personal

Detalles	N° de trabajadores	N° horas trabajadas en el mes	Valor de la hora hombre	Costo empresa (sueldo en S/.)	N° de periodo laboral al año	Costo anual de trabajadores
Mecánico 1	6	180	18.75	3375	24	81000.00
Mecánico 2	6	180	18.75	3375	24	81000.00
Mecánico ayudante	6	180	14.17	2550	24	61200.00
Supervisor	1	180	24.17	4350	24	104400.00
Prevencionista	1	180	27.50	4950	24	118800.00
Costo total						446400.00

Fuente: Obtenido de Finning International Inc. – Chile, 2019.

4.1.2. Diagnóstico

A manera de diagnóstico, se debe indicar que para el proceso de montaje y desmontaje de los pasadores del Chasis de Camión Caterpillar 797B y 797F es imprescindible la creación de una herramienta por las siguientes razones:

- No existe una herramienta adecuada para retirar los pasadores, ni para transportarlos.
- La integridad física del personal está en constante riesgo.
- El tiempo se dilata debido a las maniobras que se deben realizar y no contar con las herramientas adecuadas.
- El costo que genera desmontar los pasadores es alto para la empresa.

4.1.3. Lista de exigencias

En respuesta al diagnóstico realizado, para reducir o minimizar las deficiencias encontradas, en el proceso de montaje y desmontaje de los pasadores del Chasis de Camión Caterpillar 797B y 797F, se debe crear una herramienta con las siguientes características generales:

- La herramienta debe ser adecuada para retirar los pasadores y para transportarlos.
- El riesgo de la integridad física debe reducirse al máximo.
- Optimizar el tiempo de las maniobras realizadas durante el proceso.
- Reducir los costos de mano de obra, en beneficio de la empresa.

De acuerdo al uso de esta herramienta, debe contar con las siguientes características:

- Que requiera mínimo uso de la fuerza
- Segura para su operador
- Rápida manipulación
- Estable al cargar un peso
- Rígida

Con respecto a la manipulación de la herramienta, esta debe ser:

- Fácil de manejar
- Que brinde facilidades al transportarla
- Acorde a la calidad del trabajo
- Funcional

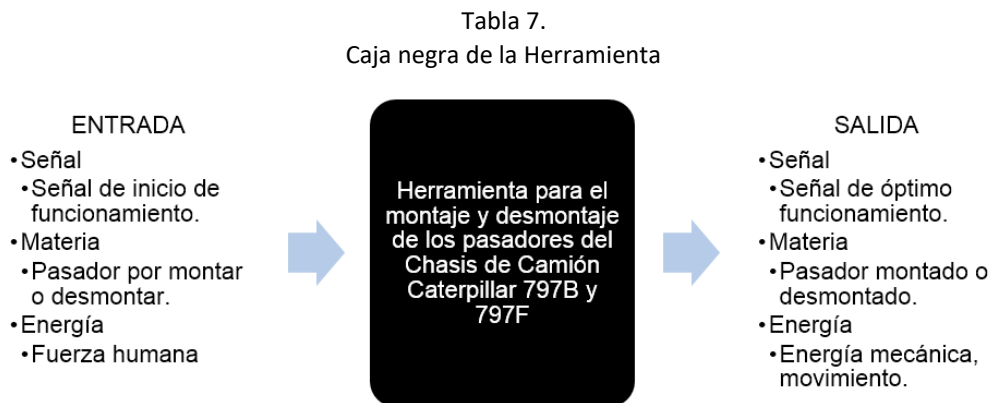
Desde un punto de vista económico, la herramienta debe contar con:

- Un número máximo de piezas
- Facilidad de montaje y desmontaje (reduciendo los tiempos de la operación)
- Incrementar la productividad
- Adecuarse a diversas situaciones
- Que genere pocos desperdicios
- El costo para su mantenimiento debe ser mínimo

4.1.4. Estructura de funciones

Para establecer las funciones, se realizó la abstracción con la herramienta Caja negra (Black – box), donde se determinan las entradas específicas través de los procesos aún desconocidos, que generen las salidas esperadas.

En la tabla 7, se muestra la caja negra, con los in - put y out – put.



4.1.5. Fijación de los procesos técnicos

Los procesos técnicos para el desmontaje de pasadores se describen a continuación:

- Aseguramiento del pasador.
Corresponde al posicionamiento adecuado del pasador en el área de trabajo dispuesta, para su retiro.
- Impulso (empujar y jalar) para retirar el pasador.
Se realiza un esfuerzo para deslizar el pasador de su lugar, a través de un doble tirón (jalar y empujar).
- Desplazamiento horizontal del pasador.
El pasador debe mover de forma horizontal, por ello el esfuerzo debe estar alineado con el pasador.
- Posicionamiento (inmovilización) del pasador.
Una vez que se retira el pasador, este debe colocarse en una posición de equilibrio y que no afecte a otras piezas.
- Traslado del pasador.
El pasador debe moverse hacia un lugar alejado de la zona donde se está haciendo el desmontaje, para que no interrumpa con las labores que se están ejecutando. Así mismo, el pasador debe estar bien sujeta para evitar roces, golpes y daños.
- Posicionamiento (inmovilización) del pasador
El pasador debe colocarse lentamente en una base estable.


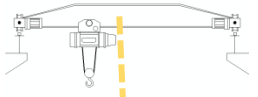

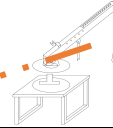

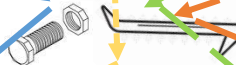

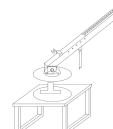

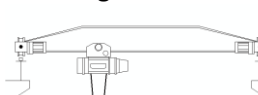


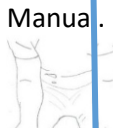
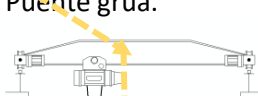


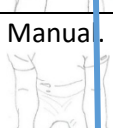



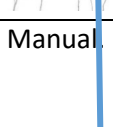

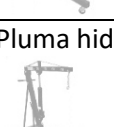

4.2. Análisis de la solución

4.2.1. Determinación del concepto de soluciones (matriz morfológica)

Dirigido especialmente hacia el desmontaje de los pasadores del Chasis de Camión Caterpillar 797B y 797F. Cabe resaltar que el montaje de los pasadores se realiza de forma inversa al desmontaje y que muchas veces se realiza en un menor tiempo, debido que no se encuentran los pernos de los collares que quitaban mucho tiempo. La matriz morfológica se muestra en la Tabla 5.

Al evaluar la matriz morfológica, se observan cuatro alternativas; entre ellas, se opta por la alternativa 4, la cual se diferencia de la alternativa 3, en la estabilidad y el uso de fuerza por parte del personal.

Tabla 8.
Matriz Morfológica de la herramienta

N°	FUNCIÓN	ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2	ALTERNATIVA 3	ALTERNATIVA 4
1	Aseguramiento del pasador.	Manual. 	Puente grúa. 	Pluma hidráulica. 	Semiautomático 
2	Impulso (empujar y jalar) para retirar el pasador.	Manual. 	Pernos y barreta. 	Pluma hidráulica. 	Semiautomático 
3	Desplazamiento horizontal del pasador.	Manual. 	Puente grúa. 	Pluma hidráulica. 	Semiautomático 
4	Posicionamiento (inmovilización) del pasador.	Manual. 	Puente grúa. 	Pluma hidráulica. 	Semiautomático 
5	Traslado del pasador.	Manual. 	Carretilla hidráulica. 	Pluma hidráulica. 	Semiautomático 
6	Posicionamiento (inmovilización) del pasador	Manual. 	Puente grúa. 	Pluma hidráulica. 	Semiautomático 

A1



A1

A2

A2

A3

A3

A4

A4

- Alternativa 1

Esta alternativa, requiere en gran medida, del esfuerzo físico del personal, en 6 de las 6 funciones. Esta alternativa presenta aspectos positivos y negativos; entre los aspectos positivos, resalta la maniobrabilidad, la adaptación a las situaciones y el uso de criterio para resolver los problemas que se presenten; entre los aspectos negativos, resalta el riesgo corporal al realizar una mala maniobra, el cansancio físico, las malas posturas, los óxidos pueden causar daños en la piel e indumentaria del personal.

- Alternativa 2

Esta alternativa, requiere del esfuerzo físico en el desplazamiento horizontal del pasador e impulso para el retiro de los pasadores, debido que el puente grúa es usado para elevar piezas de manera vertical; la alternativa 2 muestra que el esfuerzo físico se encuentra en 2 de las 6 funciones. Esta alternativa presenta aspectos positivos y negativos; entre los aspectos positivos, resalta la facilidad para posicionar los pasadores y realizar su traslado.

Entre los aspectos negativos, resalta el riesgo corporal al realizar una mala maniobra durante el impulso y desplazamiento horizontal, en el caso que hubiera poco espacio u otra maquinaria se interpondría en el espacio donde se retira el pasador el puente grúa no podría realizar el traslado.

- Alternativa 3

Esta alternativa, requiere del esfuerzo físico en el impulso para el retiro de los pasadores; debido a su tamaño presta gran maniobrabilidad y facilitaría el trabajo; la alternativa 3 muestra que el esfuerzo físico se encuentra en 1 de las 6 funciones. Esta alternativa presenta aspectos positivos y negativos; entre los aspectos positivos, resalta la facilidad para posicionar los pasadores, maniobrabilidad, realizar su traslado; entre los aspectos negativos, resalta el riesgo corporal al realizar una mala maniobra durante el impulso, para realizar el desplazamiento horizontal presentaría un defecto, pues al contar con ruedas en la parte inferior dificultaría la estabilidad y el personal requeriría realizar esfuerzo físico.

- Alternativa 4

Esta alternativa, requiere del esfuerzo físico en el impulso para el retiro de los pasadores; debido a su tamaño presta gran maniobrabilidad y facilitaría el trabajo; la alternativa 4 muestra que el esfuerzo físico se encuentra en 1 de las 6 funciones. Esta alternativa presenta aspectos positivos y negativos; entre los aspectos positivos, resalta la facilidad para posicionar los pasadores, maniobrabilidad, realizar su traslado, estabilidad para mover el desplazamiento,

posicionamiento y traslado de los pasadores; entre los aspectos negativos, resalta el riesgo corporal al realizar una mala maniobra durante el impulso.

4.2.2. Determinación del proyecto (concepto de solución óptima)

A continuación, se realiza la evaluación del concepto solución, considerando el valor técnico y el valor económico.

Tabla 9.
Evaluación de conceptos de solución – valor técnico

DISEÑO MECÁNICO - EVALUACIÓN DE PROYECTOS Valor técnico (xi)											U.C. E.A.P.I.M.	
PROYECTO: DISEÑO DE HERRAMIENTA PARA MONTAJE Y DESMONTAJE DE PASADORES (PINES) DE CAMIÓN 797F – 797B CATERPILLAR.												
p: puntaje de 0 a 4 (Escala de valores según VDI 2225) 0 = No satisface, 1 = Aceptable a las justas, 2 = Suficiente, 3 = Bien, 4 = Muy bien (ideal). g: es el peso ponderado y se da en función de la importancia de los criterios de evaluación.												
Criterios de evaluación para diseños en fase de conceptos o proyectos.												
Variantes de Concepto / Proyecto			Alternativa 1		Alternativa 2		Alternativa 3		Alternativa 4		Alternativa Ideal	
Nº	Criterios de evaluación	g	p	gp	p	gp	p	gp	p	gp	p	gp
1	Función	6	4	24	4	24	4	24	4	24	4	24
2	Geometría	7	4	28	4	28	4	28	4	28	4	28
3	Eficiencia	10	1	10	2	20	4	40	4	40	4	40
4	Ergonomía	9	0	0	3	27	3	27	4	36	4	36
5	Rapidez	5	1	5	4	20	3	15	3	15	4	20
6	Fabricación	9	4	36	3	27	4	36	4	36	4	36
7	Montaje	6	4	24	2	12	3	18	3	18	4	24
8	Mantenimiento	5	0	0	2	10	3	15	3	15	4	20
9	Transportabilidad	8	1	8	1	8	4	32	4	32	4	32
10	Seguridad	5	0	0	2	10	2	10	2	10	4	20
11	Estabilidad	7	1	7	3	21	1	7	4	28	4	28
12	Facilidad de manejo	6	0	0	4	24	4	24	4	24	4	24
13	Complejidad	5	4	20	4	20	3	15	3	15	4	20
Puntaje máximo $\sum gp$			162		251		291		321		352	
Valor técnico xi			0.46		0.71		0.83		0.91		1.00	

$$\text{Nota: } X_i = \frac{g_1 \times p_1 + g_2 \times p_2 + \dots + g_n \times p_n}{(g_1 + g_2 + \dots + g_n) \times p_{\text{máx}}} \leq 1$$

Tabla 10.
Evaluación de conceptos de solución – valor económico

DISEÑO MECÁNICO - EVALUACIÓN DE PROYECTOS										U.C. E.A.P.I.M.		
Valor económico (yi)												
PROYECTO: DISEÑO DE HERRAMIENTA PARA MONTAJE Y DESMONTAJE DE PASADORES (PINES) DE CAMIÓN 797F – 797B CATERPILLAR.												
p: puntaje de 0 a 4 (Escala de valores según VDI 2225) 0 = No satisface, 1 = Aceptable a las justas, 2 = Suficiente, 3 = Bien, 4 = Muy bien (ideal). g: es el peso ponderado y se da en función de la importancia de los criterios de evaluación.												
Criterios de evaluación para diseños en fase de conceptos o proyectos.												
Variantes de Concepto / Proyecto			Alternativa 1		Alternativa 2		Alternativa 3		Alternativa 4		Alternativa Ideal	
Nº	Criterios de evaluación	g	p	gp	p	gp	p	gp	p	gp	p	gp
1	Númeo de piezas	6	1	6	3	18	4	24	4	24	4	24
2	Costo de materiales	10	1	10	2	20	3	30	4	40	4	40
3	Fácil adquisición de materiales	4	4	16	3	12	4	16	4	16	4	16
4	Facilidad de montaje	9	1	9	2	18	4	36	4	36	4	36
5	Facilidad de mantenimiento	5	0	0	3	15	4	20	3	15	4	20
Puntaje máximo $\sum gp$			41		83		126		131		136	
Valor técnico yi			0.30		0.61		0.93		0.96		1.00	

$$\text{Nota: } X_i = \frac{g_1 \times p_1 + g_2 \times p_2 + \dots + g_n \times p_n}{(g_1 + g_2 + \dots + g_n) \times p_{\text{máx}}} \leq 1$$

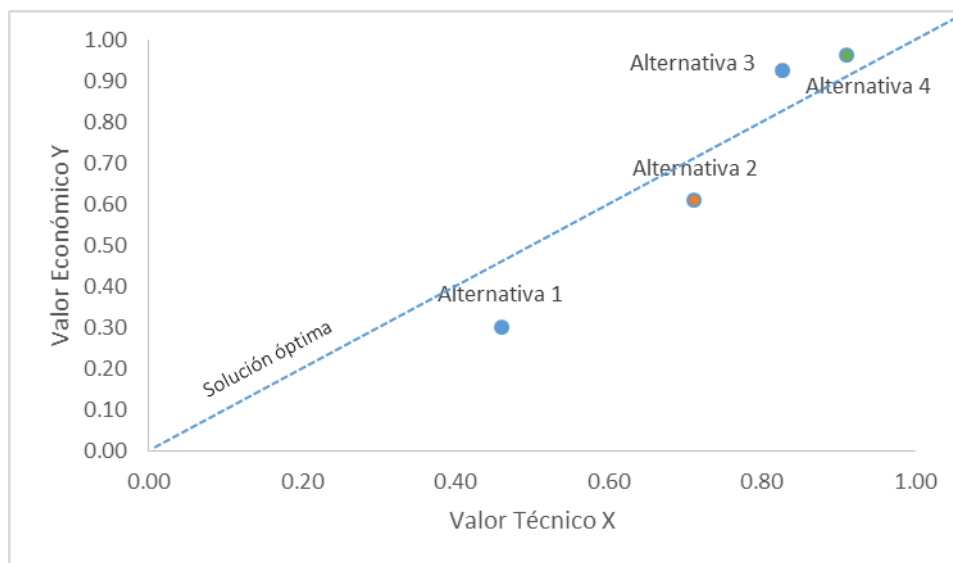


Figura 19. Diagrama de evaluación técnico – económico según VDI 2225

A partir del diagrama de evaluación técnico – económico según el VDI 2225 de la Figura 19, se determina que la alternativa que cumple con los requisitos establecidos, en la lista de exigencias para los procesos técnicos específicos, es la Alternativa 4, con un puntaje de valor teórico de 0.91 y un puntaje de valor económico de 0.96, por considerarse la solución óptima. Siendo esta la que se desarrollará en los siguientes capítulos.

4.3. Diseño

4.3.1. Diseño de la herramienta

La herramienta estará compuesta por 4 piezas y tendrá una medida de 3000 mm de largo, como máximo. El peso total es de aproximadamente 250 kg y todo es desmontable.

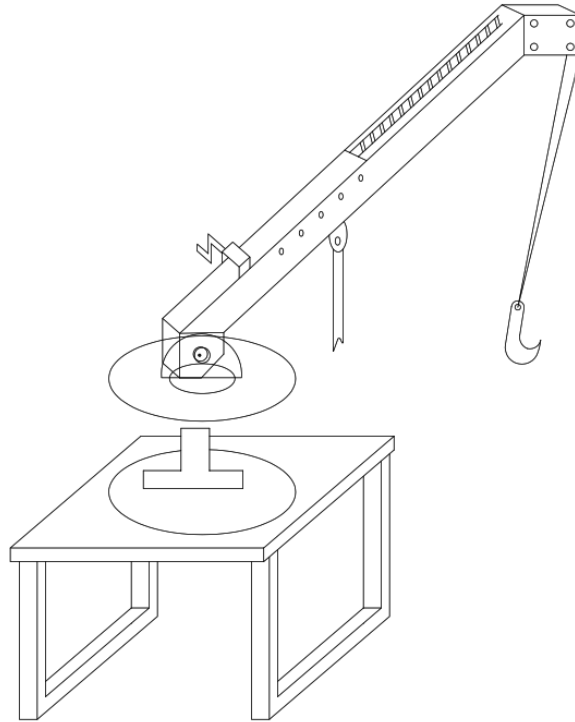


Figura 20. Diseño de la herramienta

El mantenimiento consistirá en revisión de las piezas, mecanismos del montaje y desmontaje con lubricación del riel mecánico.

El costo del mantenimiento es aproximado. De acuerdo a la experiencia del investigador.

La herramienta es necesario guardar en zonas que no halla tierra y humedad mantenerlos siempre lubricadas y con una inspección visual diaria y en cada uso.

El uso de la herramienta tiene que realizarse dependiendo del peso a usar para lo que fue construida.

Los planos de las piezas que componen la herramienta se muestran en el Anexo 4.

- Brazo telescópico

Tendrá 2500 mm de largo; como se muestra en la figura 21.

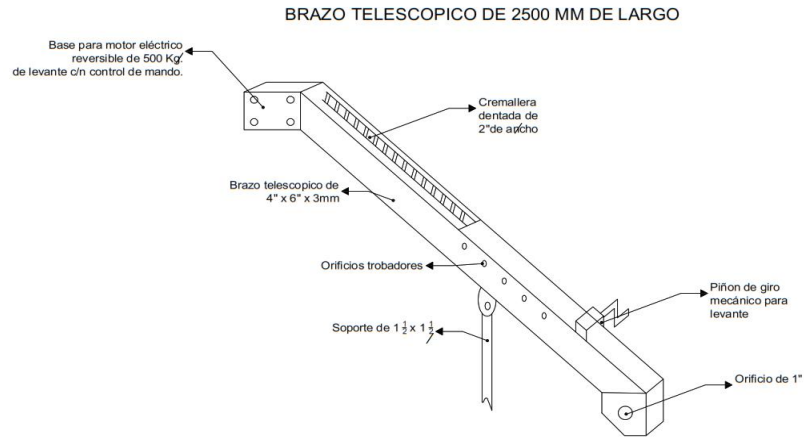


Figura 21. Brazo telescópico

- Mesa de apoyo

Tendrá 300 mm de largo, 300 mm de ancho y una altura de 400 mm; como se muestra en la figura 22.

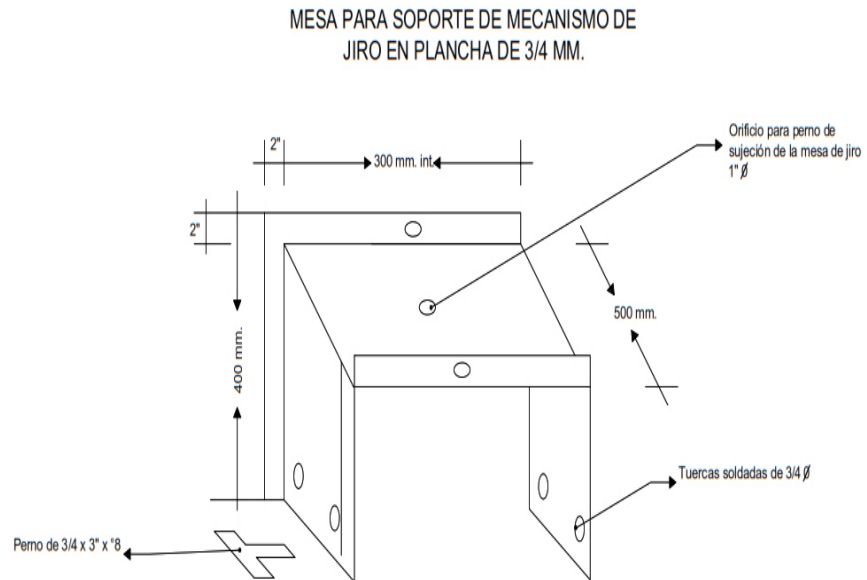
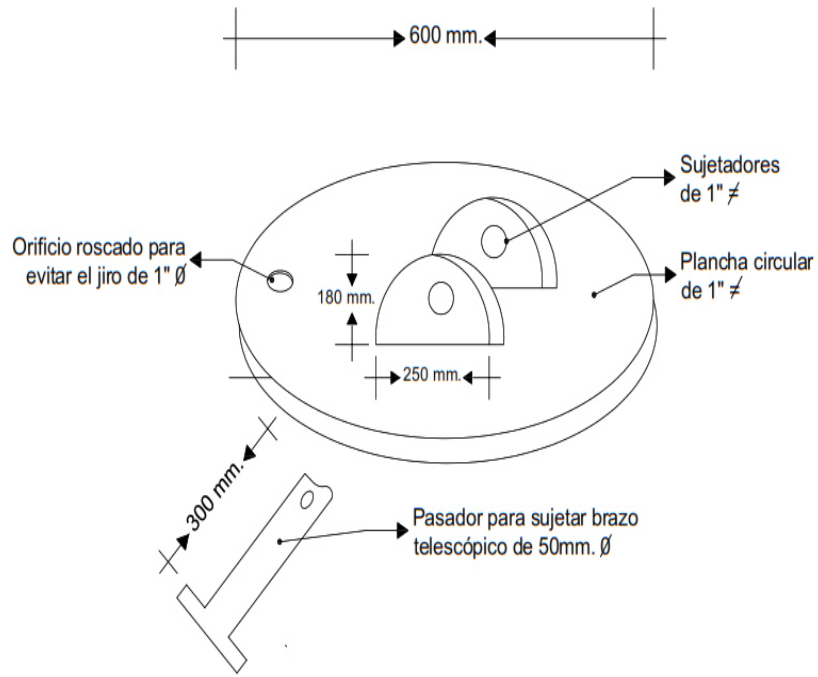


Figura 22. Mesa de apoyo

- Mecanismo de giro



MECANISMO DE GIRO

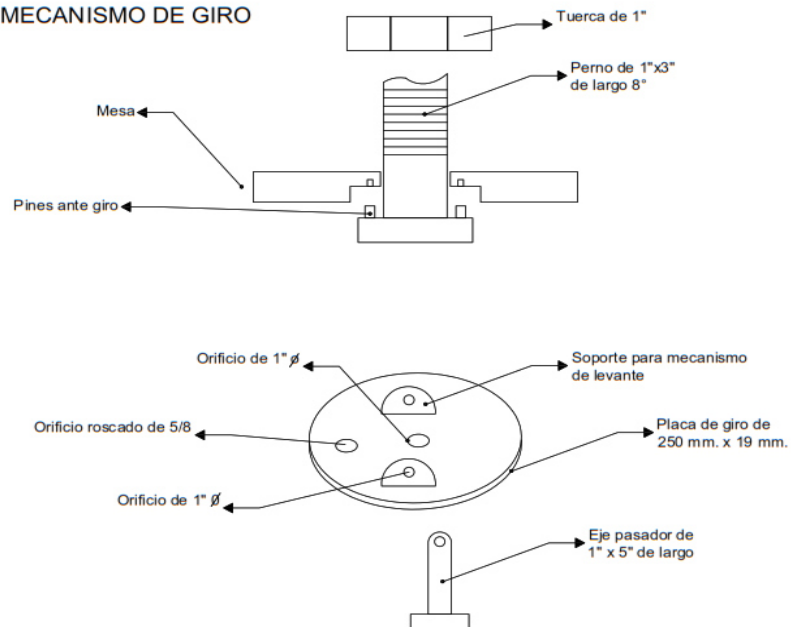


Figura 23. Mecanismo de giro

- Soporte de Pines

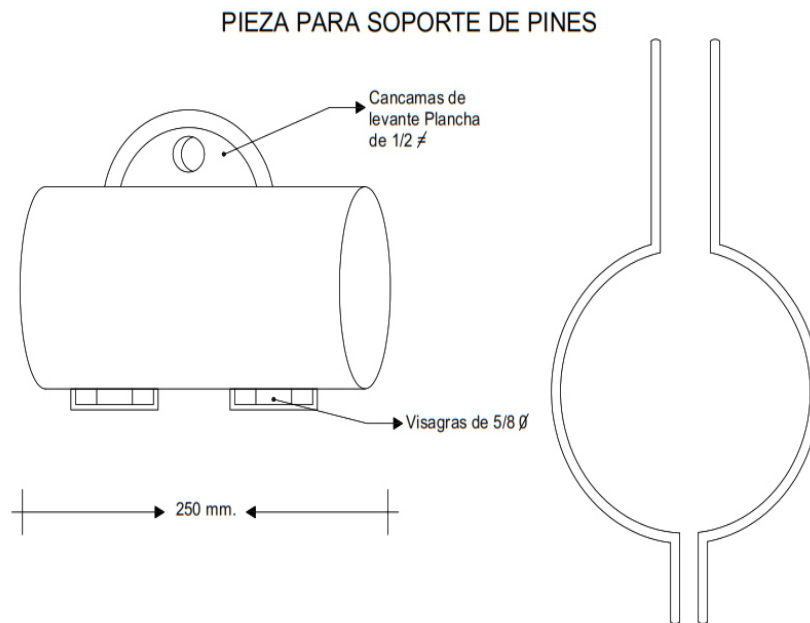


Figura 24. Soporte de Pines

4.3.2. Materiales

La herramienta se construirá con los siguientes materiales:

- Acero al carbono 1200 x 2400 x 4 mm
- Soldadura de alta resistencia para el mecanismo, el tipo de soldadura que se empleara es de tipo 70/18 por 1/8
- Pasador de 1''x5''
- Pernos de $\frac{3}{4}$ x 3''
- Tuercas de $\frac{3}{4}$
- Cremallera de 2'' de ancho
- Piñón de giro mecánico para levante
- Lubricante

4.3.3. Mano de obra

Para la construcción de la herramienta, es necesario hacer uso del siguiente personal.

- Especialista en Dibujo Técnico Mecánico
Debe tener conocimiento en los software de diseño: Solidwork o AutoCad
- Especialista en Metal – Mecánica
Quien se encargará de hacer la herramienta.
- Mecánico con experiencia en mina

Debe contar con experiencia en montaje y desmontaje de los pasadores del Chasis de Camión Caterpillar 797B y 797F, para que pueda probar la herramienta.

4.3.4. Costos

Hay que considerar los costos de los insumos para el desarrollo de la herramienta y el costo del personal.

- Costos de los insumos

Tabla 11.
Costos de los insumos

N°	Materiales	Unidades de medida	Cantidad	Costo unitario	Costo total
1	Acero al carbono A36 1200 x 2400 x 4 mm	Plancha	1.25	S/ 400.00	S/ 500.00
2	Soldadura de alta resistencia para el mecanismo	kg	0.25	S/ 20.00	S/ 5.00
3	Pasador de 1"x5"	Unidades	1	S/ 4.00	S/ 4.00
4	Pernos de ¾ x 3"	Unidades	4	S/ 1.50	S/ 6.00
5	Pernos de 1" x 3"	Unidades	1	S/ 2.00	S/ 2.00
6	Tuercas de ¾	Unidades	4	S/ 1.00	S/ 4.00
7	Cremallera de 2" de ancho	Metro	2.5	S/ 15.00	S/ 37.50
8	Piñón de giro mecánico para levante	Unidades	1	S/ 8.00	S/ 8.00
9	Manivela	Unidades	1	S/ 12.00	S/ 12.00
10	Aceite Lubricante	Litros	0.5	S/ 28.00	S/ 14.00
				Sub total	S/ 592.50

Fuente: obtenido de (Maestro, 2019)

- Costo del personal para la elaboración de la máquina

Tabla 12.
Costo del personal

N°	Personal	Unidades de medida	Cantidad	Costo unitario	Costo total
1	Especialista en Dibujo Técnico Mecánico	Personas	1	S/ 450,00	S/ 450,00

2	Especialista en Metal – Mecánica	Personas	1	S/ 1.200,00	S/ 1.200,00
3	Mecánico con experiencia en mina	Personas	1	S/ 500,00	S/ 500,00
				Sub total	S/ 2.150,00

Fuente: obtenido de (Maestro, 2019)

CAPÍTULO V MODELADO

5.1. Construcción

A continuación, se describen los pasos para la fabricación de la herramienta mecánica para el montaje y desmontaje de los pasadores del Chasis de Camión Caterpillar 797B y 797F, la cual tiene la prioridad de levantar los pasadores (pines).

- Se realiza una revisión de zona y retiro de materiales inflamables, como se muestra en la figura 26.



Figura 25. Revisión del área de trabajo

Fuente: (COMET 2019)

- Limpieza de materiales para la fabricación de equipo. Se debe preparar la maquinaria, herramientas y los materiales para que estén libres de impurezas que podrían perjudicar la generación de la herramienta.



Figura 26. Limpieza de las máquinas y materiales.

Fuente: (COMET 2019)

- Trazos y medidas en plancha de $\frac{3}{4}$ para cortes con oxicorte.

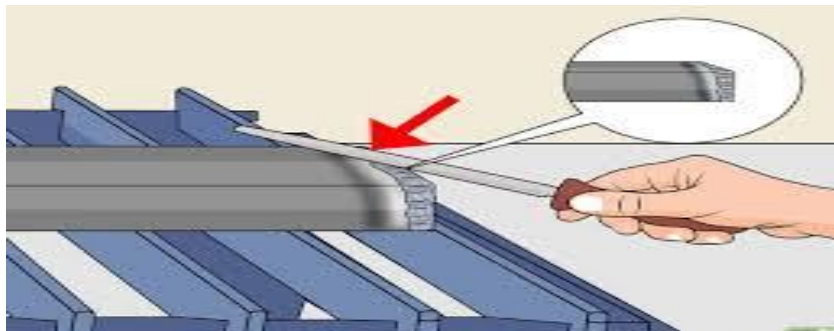


Figura 27. Trazos y medidas en plancha

Fuente: (COMET 2019)

- Perfilamiento de planchas cortadas con amoladora y disco flaw.



Figura 28. Perfilamiento de planchas cortadas

Fuente: (COMET 2019)

- Armado y soldeo de planchas para mesa de apoyo principal de la herramienta a fabricar.



Figura 29. Armado y soldeo de planchas

Fuente: (COMET 2019)

- Instalación y soldeo de tuercas de 1" para pernos de sujeción de mesa de apoyo principal de herramienta a fabricar.



Figura 30. Instalación de tuercas

Fuente: (COMET 2019)

- Mecanizado de un eje de 38 mm con base de apoyo para giro de brazo telescópico de la herramienta a fabricar.



Figura 31. Mecanizado de eje

Fuente: (COMET 2019)

- Corte de 2 piezas en escuadra con perforación de 1" de diámetro.

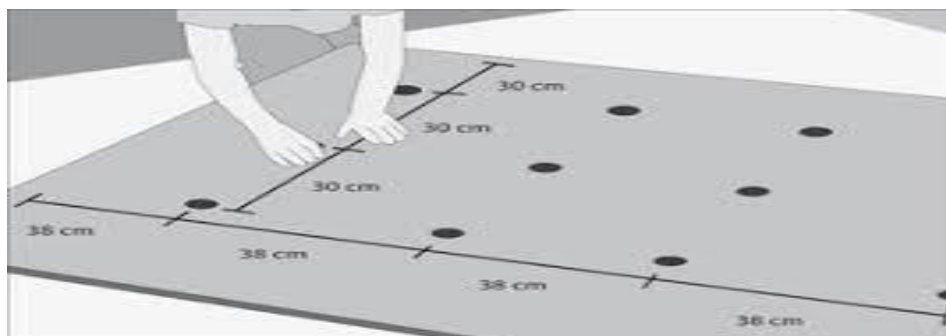


Figura 32. Medición de corte de piezas y perforación

Fuente: (COMET 2019)

- Fabricación de un tubo rectangular de 1500 X100 X 150mm con soporte de apoyo.



Figura 33. Tubo rectangular de apoyo

Fuente: (COMET 2019)

- Fabricación de un tubo rectangular de 1000 X 950 X 140 metros para brazo telescópico de herramienta a fabricar.



Figura 34. Fabricación de un segundo tubo rectangular

Fuente: (COMET 2019)

- Instalación de pieza mecánica dentada y piñón de dentado para mecanismo de levante.

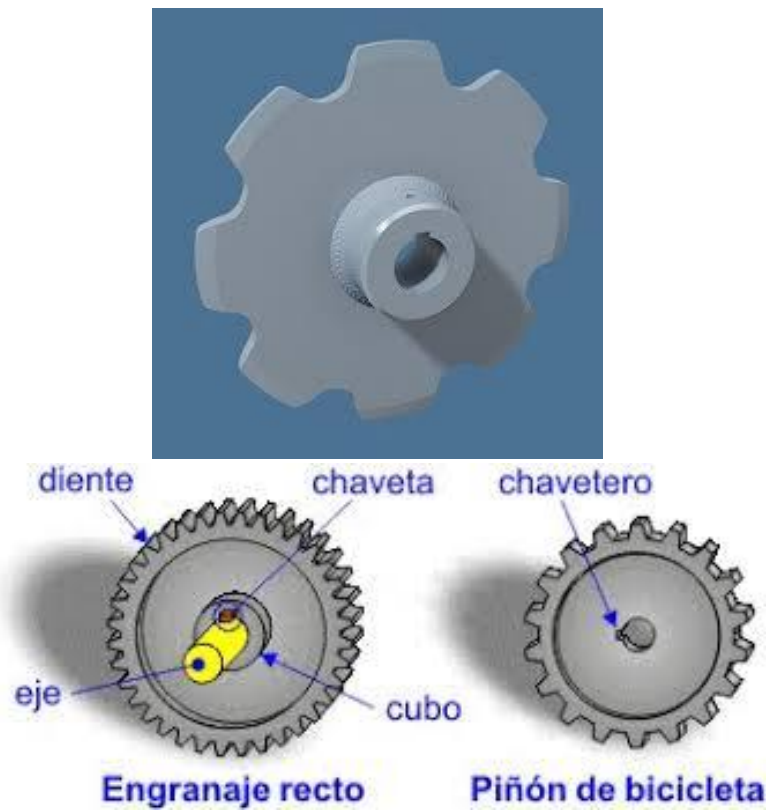


Figura 35. Instalación de pieza mecánica dentada y piñón

Fuente: (COMET 2019)

- Instalación de base cuadrada y soldeo para motor eléctrico.



Figura 36. Instalación de base cuadrada y soldeo

Fuente: (COMET 2019)

- Limpieza y pulido (acabados) para luego pintar con pintura marca Gloss anti-oxidante.



Figura 37. Acabados















Fuente: (COMET 2019)

5.2. Pruebas y resultados

5.2.1. Evaluación de los tiempos

Para poder evaluar los tiempos de demora sin la herramienta y con la suposición de la herramienta en uso, se entrevistó con un experto, supervisor de operaciones, quien se encarga de velar porque se realicen bien los procedimientos. Dentro de sus registros dio a conocer los tiempos promedios mínimos, los cuales sirvieron para elaborar un DAP del proceso de montaje y desmontaje de los pasadores del chasis de Camión Caterpillar 797B Y 797F.

Tabla 13.
DAP - Desmontaje de pasador sin uso de herramienta adecuada















DIAGRAMA DE ANALISIS DE PROCESOS - PROCESOS PARA EL MONTAJE Y DESMONTAJE DE LOS PASADORES DEL CHASIS DE CAMIÓN CATERPILLAR 797B Y 797F											
Proceso : Desmontaje de pasador sin uso de herramienta adecuada											
	SIMBOLO	DESCRIPCION	# Actividades			Tiempo			OBSERVACIONES		
		INICIO/FIN	2			0.00					
		ACTIVIDAD	9			335.00					
		DOCUMENTO	0			0.00					
		TRASLADO	1			30.00					
		ESPERA	2			10.00					
		ARCHIVO	0			0.00					
		CONECTOR PAGINA	0			0.00					
Pasos	DESCRIPCION		Inicio/Fin	Actividad	Documento	Traslado	Espera	Archivo	Conector	Tiempo	OBSERVACIONES
	SÍMBOLOS									Minutos	
1	INICIO DEL PROCESO		1							0	
2	Aseguramiento de tensores con puente de grúa			1						15.00	
3	Limpieza de Collares			1						25.00	
4	Retiro de pernos de Collares			1						20.00	
5	Desmontaje de Collares			1						120.00	
6	Retiro de pines			1						25.00	
7	Aseguramiento del pasador			1						5.00	
8	Impulso (empujar y jalar) para retirar el pasador			1						90.00	
9	Desplazamiento horizontal del pasador			1						30.00	
10	Posicionamiento (inmovilización) del pasador						1			5.00	
11	Traslado del pasador					1				30.00	
12	Posicionamiento (inmovilización) del pasador			1			1			5.00	
16	FIN DEL PROCESO		1							0	
TOTAL			2	9	0	1	2	0	0	370.00	

Bajo el supuesto, que la herramienta entre en funcionamiento, se muestran los tiempos aproximados en la tabla 14.

Tabla 14.
DAP - Desmontaje de pasador con uso de herramienta adecuada

DIAGRAMA DE ANALISIS DE PROCESOS - PROCESOS PARA EL MONTAJE Y DESMONTAJE DE LOS PASADORES DEL CHASIS DE CAMIÓN CATERPILLAR 797B Y 797F

Proceso : Desmontaje de pasador con uso de herramienta adecuada

	SIMBOLO	DESCRIPCION	# Actividades	Tiempo	OBSERVACIONES						
		INICIO/FIN	2	0.00							
		ACTIVIDAD	9	260.00							
		DOCUMENTO	0	0.00							
		TRASLADO	1	10.00							
		ESPERA	2	10.00							
		ARCHIVO	0	0.00							
		CONECTOR PAGINA	0	0.00							
Pasos	DESCRIPCION		Inicio/Fin	Actividad	Documento	Traslado	Espera	Archivo	Conector	Tiempo	OBSERVACIONES
	SÍMBOLOS									Minutos	
1	INICIO DEL PROCESO		1							0	
2	Aseguramiento de tensores con puente de grúa			1						15.00	
3	Limpieza de Collares			1						25.00	
4	Retiro de pernos de Collares			1						10.00	
5	Desmontaje de Collares			1						120.00	
6	Retiro de pines			1						25.00	
7	Aseguramiento del pasador			1						5.00	
8	Impulso (empujar y jalar) para retirar el pasador			1						45.00	
9	Desplazamiento horizontal del pasador			1						10.00	
10	Posicionamiento (inmovilización) del pasador						1			5.00	
11	Traslado del pasador					1				10.00	
12	Posicionamiento (inmovilización) del pasador			1			1			5.00	
16	FIN DEL PROCESO		1							0	
TOTAL			2	9	0	1	2	0	0	275.00	

El proceso de desmontaje de los pasadores representa un total de 370 minutos, de los cuales 165 minutos se dedica al aseguramiento del pasador, hasta el posicionamiento (inmovilización) del pasador; lo cual significa un 55% del trabajo. Luego, al implementar la herramienta propuesta, el tiempo dedicado al aseguramiento del pasador, hasta el posicionamiento (inmovilización) del pasador tiene una duración de 80 minutos; disminuyendo 85 minutos, esto representa una mejora del 21,62%, donde se facilita el trabajo con pasadores de difícil acceso, la manipulación de estos, se da mayor seguridad al colaborador y se reduce el esfuerzo físico, para lo cual se ha propuesto la herramienta.

Cabe resaltar que esta reducción de tiempo es mínima, pues los tiempos promedios máximos son superiores; es decir, la mejora con la herramienta es sustancialmente mayor.

5.2.2. Costos de personal antes de la herramienta

Tabla 15.
Costos de personal antes de la herramienta

Detalles	N° de trabajadores	N° horas trabajadas en el mes	Valor de la hora hombre	Costo empresa (sueldo en S/.)	N° de periodo laboral al año	Costo anual de trabajadores
Mecánico 1	6	180	18.75	3375	24	81000.00
Mecánico 2	6	180	18.75	3375	24	81000.00
Mecánico ayudante	6	180	14.17	2550	24	61200.00
Supervisor	1	180	24.17	4350	24	104400.00
Prevencionista	1	180	27.50	4950	24	118800.00
Costo total						446400.00

5.2.3. Costo aproximado de personal después de la herramienta

5.2.2.1. Costos de la herramienta

En las tablas 16, 17 y 18 se muestran los costos de la herramienta, los costos de mantenimiento y los costos de capacitación.

Tabla 16.
Costos de la herramienta

Costo de herramienta	Costo unitario	Costo de 6 herramientas
	S/ 2,742.50	S/ 16,455.00

Tabla 17.
Costo del Mantenimiento de herramienta

Costo del Mantenimiento de herramienta	Costo mensual	Costo mensual de 6 herramientas	Costo anual
	S/ 80.00	S/ 960.00	S/ 5,760.00

Tabla 18.
Costo de capacitación

Costo de capacitación	Costo unitario S/ 30.00	Costo para 6 trabajadores S/ 180.00	Costo anual S/ 2,160.00
-----------------------	----------------------------	--	----------------------------

5.2.2.2. Reducción de los costos de personal después de la herramienta

Tabla 19.
Costos de personal después de la herramienta

Detalles	N° de trabajadores	N° horas trabajadas en el mes	Valor de la hora hombre	Costo empresa (sueldo en S/.)	N° de periodo laboral al año	Costo anual de trabajadores
Mecánico 1	6	135	18.75	2531.25	24	60750.00
Mecánico 2	6	135	18.75	2531.25	24	60750.00
Mecánico ayudante	6	135	14.17	1912.5	24	45900.00
Supervisor	1	180	24.17	4350	24	104400.00
Prevencionista	1	180	27.50	4950	24	118800.00
Costo total						390600.00

Entre los resultados se puede observar un ahorro de S/. 55800.00 para la empresa.

5.2.4. Evaluación financiera

Tabla 20.
Flujo de caja

ITEMS	PERIODOS					
	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
Costo anual en personal		S/ 446,400	S/ 457,560	S/ 468,999	S/ 480,724	S/ 492,742
Costo de la herramienta	S/ 16,455					
Mantenimiento de la herramienta		S/ 5,760	S/ 5,904	S/ 6,052	S/ 6,203	S/ 6,358
Costo de capacitación		S/ 2,160	S/ 2,214	S/ 2,269	S/ 2,326	S/ 2,384
Ahorro		S/ 55,800	S/ 57,195	S/ 58,625	S/ 60,090	S/ 61,593
FLUJO DE CAJA	-S/ 16,455	S/ 47,880	S/ 49,077	S/ 50,304	S/ 51,562	S/ 52,851

Nota: Para la variación de los costos entre los diferentes años se consideró una inflación de 2.5% anual. La investigación considera el gasto de personal, excluyendo otros gastos, como el seguro en caso de alguna eventualidad.

Tabla 21.
Ratios financieros

VAN	S/69,404.16
TIR	293%

Nota: Para el desarrollo del VAN, se utilizaron los flujos de caja y una tasa de interés del 35% (tasa de interés promedio del mercado)

El resultado del Valor Actual Neto, da a conocer que el si se debería invertir en la maquinaria, pues los beneficios obtenidos son mayores a la inversión. En cuanto a la Tasa Interna de Retorno, esta se encuentra por encima de la tasa de interés promedio del mercado, lo que significa que se puede ofrecer una tasa mayor de rentabilidad a los inversionistas.

CONCLUSIONES

1. Con respecto al primer objetivo, se recopiló la información técnica y detallada de los camiones 797B y 797F de Caterpillar, así como el de sus componentes; además, se detallaron las características del desmontaje de pasadores. Por otra parte, se realizó una comparación entre la información teórica del proceso de desmontaje de los pasadores y las características de esta operación en la práctica, observando que existen algunas carencias en el proceso y que genera riesgos en el personal encargado de dicha labor, por ello se observaron cuatro aspectos que se deben considerar para el diseño de la herramienta: no existe una herramienta adecuada para retirar los pasadores y transportarlos, la integridad física del personal está en constante riesgo, el tiempo se dilata debido a las maniobras que se deben realizar y no contar con las herramientas adecuadas, el costo que genera desmontar los pasadores es alto para la empresa.
2. Con respecto al segundo objetivo, se realizó el diseño de la herramienta basados en una solución óptima y que satisfaga los requerimientos observados. Además de las características generales, se tomaron en consideración las características físicas, la manipulación, consideraciones económicas. Para establecer una solución óptima se desarrolló una matriz morfológica con cuatro alternativas, resaltando la alternativa 4, por adecuarse mejor a las características del proceso de desmontaje. Dicha solución fue escogida, luego de establecer los criterios para cada alternativa, para los valores técnicos y económicos. El costo aproximado en materiales de la herramienta es de S/. 5923,50 y el costo aproximado de personal para la elaboración de la herramienta es de S/. 20150,00.
3. Con respecto al tercer objetivo, se calculó que si se llegara a fabricar la herramienta, se reduciría el tiempo, a partir del aseguramiento del pasador, hasta el posicionamiento (inmovilización) del pasador, el cual tiene una duración de 80 minutos; si se creara la herramienta, se cree que el tiempo del proceso disminuirá en 85 minutos como mínimo, esto representa una mejora del 21,62%, así mismo, se debe considerar que los tiempos considerados son los mínimos, es decir, si se llega a implementar la herramienta la mejora de los tiempos sería superior. Con esta herramienta, se facilitaría el trabajo con los pasadores de difícil acceso, habría una mejor manipulación de estos, el colaborador trabajaría con mayor seguridad, se reduciría el esfuerzo físico, se ahorraría en mano de obra, los procesos serían más eficientes, entre otros beneficios.
4. Con respecto al cuarto objetivo, se calcularon los costos de personal antes del uso de la herramienta el cual ascendió a S/. 446400.00; luego se hallaron los costos de invertir en la herramienta que equivale a S/ 2,742.50 por unidad; el costo anual de mantenimiento es de S/ 960.00; el costo de capacitación anual es de S/. 240.00 por persona. Luego de generar los flujos de caja y una proyección de 5 periodo, se obtuvo un VAR equivalente a S/69,404.16 haciendo uso de una tasa equivalente a 35% (promedio bancario nacional), este resultado indica que la inversión en la herramienta es adecuada y por lo tanto, se debe realizar; así mismo, la TIR obtenida fue de

293%, lo que significa que se puede ofrecer a los acreedores una tasa muy elevada para que realicen la inversión.

5. Con respecto al objetivo principal, se logró realizar el diseño de la herramienta para el montaje y desmontaje de los pasadores (pines) para los camiones 797B y 797F de Caterpillar, basados en una solución óptima que satisface los requerimientos observados; esta alternativa cumple con los requisitos establecidos, en la lista de exigencias para los procesos técnicos específicos, con un puntaje de valor teórico de 0.91 y un puntaje de valor económico de 0.96, por considerarse la solución óptima; así mismo, cuenta con un presupuesto aproximado de construcción de S/. 2,742.50

TRABAJOS FUTUROS

1. Se realizará la construcción del prototipo de la herramienta para el proceso de montaje y desmontaje de los pasadores (pines) para los camiones 797B y 797F de Caterpillar. Luego de poner la herramienta en funcionamiento se evaluará el nuevo proceso de montaje y desmontaje de los pasadores.
2. Se evaluará los riesgos de accidentes y daños al personal, al utilizar la herramienta para el proceso de montaje y desmontaje de los pasadores (pines) para los camiones 797B y 797F de Caterpillar.
3. A partir del prototipo de herramienta para el proceso de montaje y desmontaje de los pasadores, se construirán nuevas herramientas para el desarmado de piezas de mayor capacidad y a la vez, mejorar la calidad de los materiales.
4. Se evaluará la capacidad de producción y la reducción de los costos de la empresa, de esta manera se contrastará el resultado con las mejoras planificadas. Así mismo, se evaluará la posibilidad de llevar la herramienta al mercado, con fines comerciales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

MORENO, F., 2009. Teoría de la instrucción vs. Teoría del aprendizaje significativo: contraste entre J. Bruner y D. Ausubel. S.l.: El Cid Editor | apuntes.

QUISPE, L.B., 2017. Optimización técnica del sistema mecánico de agitación de la salmuera en el procesamiento de la aceituna [en línea]. S.l.: s.n. [Consulta: 11 julio 2019]. Disponible en: <http://repositorio.unjbg.edu.pe/handle/UNJBG/2484>.

SALVADOR, G., RAMOS, O., VILLALOBOS, G., LLAMAS, S., ORTEGA, C. y GARIBAY, J., 2006. Diseño mecánico de un prototipo de sembradora de maíz. Ingeniare. Revista Chilena de Ingeniería, vol. 14, no. 2, pp. 130-134. ISSN 0718-3291, 0718-3305.

CHUCUYA, P.A., 2018. Diseño de un sistema de molienda de maíz para la empresa el gran pollon Tacna [en línea]. S.l.: s.n. [Consulta: 11 julio 2019]. Disponible en: <http://repositorio.unjbg.edu.pe/handle/UNJBG/3207>.

GAMARRA, H.E., 1993. Diseño de una prensa hidráulica de 50 Tm. de capacidad con movimiento transversal y longitudinal del cabezal para procesos de enderezado. Universidad Nacional de Ingeniería [en línea], [Consulta: 11 julio 2019]. Disponible en: <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/2698>.

MAMANI, D.H., 2013. Diseño de máquina clasificadora de tunas teniendo en cuenta como parámetro su peso específico [en línea]. S.l.: s.n. [Consulta: 11 julio 2019]. Disponible en: <http://repositorio.unjbg.edu.pe/handle/UNJBG/2935>.

VELARDE, M.C., 2018. Diseño mecánico de un ascensor de tracción directa de doble acceso sin sala de máquina con capacidad de 450 Kg. y 7 paradas [en línea]. S.l.: s.n. [Consulta: 11 julio 2019]. Disponible en: <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/15798>.

CAT, 2019. Cat | Camión Minero 797F | Caterpillar. [en línea]. [Consulta: 22 junio 2019]. Disponible en: https://www.cat.com/es_US/products/new/equipment/off-highway-trucks/mining-trucks/18093014.html.

CATERPILLAR, 2017. Cat Publications Online - Order Cat® Parts and Operation Manuals Online. [en línea]. [Consulta: 22 junio 2019]. Disponible en: <https://catpublications.com/>.

AREA TECNOLÓGICA, 2015. Estructuras Metálicas. [en línea]. [Consulta: 22 junio 2019]. Disponible en: <https://www.areatecnologia.com/estructuras/estructuras-metalicas.html>.

FINNING CHILE, 2019. Equipos Cat, Repuestos y Servicios. [en línea]. [Consulta: 6 julio 2019]. Disponible en: https://www.finning.com/es_CL.html.

TREX, 2019. Grúa Puente. *TREX* [en línea]. [Consulta: 12 julio 2019]. Disponible en: <http://www.equipostrer.com/per/equipos-en-venta/equipos-de-elevacion/demag/grua->

puente.html?gclid=CjwKCAjw36DpBRAYEiwAmVVDMCdjIMeoM6IZ-
l7WzPwAxz1QTzPnYgOGB2cHmAE7t4Bl-GIPOaukBoCcNYQAvD_BwE.

MAESTRO, 2019. Asesoría para construir, mejorar o remodelar tu casa. [en línea]. [Consulta: 6 julio 2019]. Disponible en: <https://www.maestro.com.pe/>.

GROMAR, 2019. MAQUINAS & HERRAMIENTAS. GROMAR [en línea]. [Consulta: 6 julio 2019]. Disponible en: <http://gromar.pe/>.

MOUBRAY, J., 2004. Mantenimiento centrado en confiabilidad. S.l.: Aladon LLC. ISBN 978-0-9539603-2-3.

FERNÁNDEZ, F.J.G., 2005. Teoría y práctica del mantenimiento industrial avanzado. S.l.: FC Editorial. ISBN 978-84-96169-49-4.

MOLINA, J., 2006. Mantenimiento y seguridad industria. UNIDAD DE GESTION DE RIESGOS UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN LUIS, vol. 214, no. IMU: Ingeniería municipal, pp. 20-23.

GÓMEZ, D., 2018. Sistema de mecanizado portátil para armarios eléctricos [en línea]. España: Universidad de Oviedo. Disponible en: <http://digibuo.uniovi.es/dspace/bitstream/10651/48097/7/TFMDavidGomezAnexoIIIIRUO.pdf>.

BARRIGA, B., 2009. Métodos de diseño en Ingeniería Mecánica. . Materia de enseñanza - Sección Ingeniería Mecánica, Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima.

VAN, J.C. y WACHOWICZ, J.M., 2010. Fundamentos de administración financiera. S.l.: Pearson Educación. ISBN 978-970-26-0238-5.

GITMAN, L. y ZUTTER, C., 2012. Principios de administración financiera. 12. México: Pearson Educación. ISBN 978-607-32-0983-0.

DUMRAUF, G.L., 2013. Finanzas corporativas: un enfoque latinoamericano. S.l.: Alfaomega. ISBN 978-987-1609-47-5.

UNIVERSIDAD CONTINENTAL, 2016. Guía Para La Presentación de Tesis de La Facultad de Ingeniería de la Univesidad Continental [en línea]. S.l.: s.n. [Consulta: 20 junio 2019]. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/360787854/Guia-Para-La-Presentacion-de-Tesis-de-La-Facultad-de-Ingenieria-2016-II>.

CONCYTEC, 2018. REGLAMENTO DE CALIFICACIÓN, CLASIFICACIÓN Y REGISTRO DE LOS INVESTIGADORES DEL SINACYT [en línea]. 2018. S.l.: s.n. Disponible en: https://portal.concytec.gob.pe/images/noticias/Propuesta_del_nuevo_Reglamento_del_investigador.pdf.

HERNÁNDEZ, R., FERNÁNDEZ, C. y BAPTISTA, P., 2014. Metodología de la Investigación. México: McGraw Hill.

MINERÍA CHILENA, 2019. Portal Minería Chilena. [en línea]. [Consulta: 22 junio 2019]. Disponible en: <http://www.mch.cl/>.

COMET, 2019. Consorcio Metal Mecánico S.R.L.tda. COMET [en línea]. [Consulta: 6 julio 2019]. Disponible en: http://www.comet.com.pe/Portal_Comet/Index.aspx.

COSTAS, 'Pablo Comesaña, 2004. Manual Técnico para el Instalador de Maquinas y Equipos Industriales. S.l.: Ideaspropias Editorial S.L. ISBN 978-84-96585-37-9.

JENKINS, B., 2017. Operation and Maintenance Manual Part ii: Parts Manual Caterpillar Off-Highway Truck Lifting Device. [en línea], [Consulta: 22 junio 2019]. Disponible en: https://www.academia.edu/6578174/Operation_and_Maintenance_Manual_Part_ii_Parts_Manual_Caterpillar_Off-Highway_Truck_Lifting_Device.

JIMÉNEZ, R.C., 2013. Montaje y reparación de sistemas neumáticos e hidráulicos bienes de equipo y máquinas industriales. FMEE0208. S.l.: IC Editorial. ISBN 978-84-15792-41-3.

MUNIR, A., 2018. SEGURIDAD INDUSTRIAL. [en línea]. [Consulta: 22 junio 2019]. Disponible en: <http://seguridadindustrialapuntes.blogspot.com/>.

ROMEVA, C.R., 2010. Diseño concurrente. S.l.: Univ. Politèc. de Catalunya. ISBN 978-84-8301-598-8.

SHIGLEY, J.E. y MITCHELL, L.D., 1997. Diseño en ingeniería mecánica. S.l.: McGraw-Hill. ISBN 978-968-451-607-6.

STATISTA, 2018. Cobre: principales países productores 2018. Statista [en línea]. [Consulta: 20 junio 2019]. Disponible en: <https://es.statista.com/estadisticas/635359/paises-lideres-en-la-produccion-de-cobre-a-nivel-mundial/>.

VILORIA, J.R., 1998. Neumática, Hidráulica y Electricidad Aplicada: Física Aplicada. Otros Fluidos. S.l.: Paraninfo, Editorial S. A. ISBN 978-84-283-1648-4.

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de consistencia

TITULO: DISEÑO DE HERRAMIENTA PARA MONTAJE Y DESMONTAJE DE PASADORES (PINES) DE CAMIÓN 797F – 797B CATERPILLAR.

AUTOR: CÉSAR AUGUSTO SÁNCHEZ TAPIA

Problema principal	Objetivo general	Hipótesis general	Variables e indicadores	
¿Es posible diseñar una herramienta para el montaje y desmontaje de los pasadores o pines de la caja de tolva de los camiones Caterpillar 797B y 797F?	Diseñar una herramienta para el montaje y desmontaje de los pasadores (pinos) para los camiones 797B y 797F de Caterpillar.	**	Variable: Diseño de una herramienta	Indicadores
Problemas específicos	Objetivos específicos	Hipótesis específicas	Dimensiones	
¿Se puede recopilar información técnica acerca del proceso de montaje y desmontaje de los pasadores (pinos) para los camiones 797B y 797F de Caterpillar?	Recopilar información técnica acerca del proceso de montaje y desmontaje de los pasadores (pinos) para los camiones 797B y 797F de Caterpillar.	**	I. Recopilación de información técnica acerca del proceso	1.1. Descripción de las operaciones 1.2. Aspectos técnicos 1.3. Normas de diseño 1.4. Evaluación económica – financiera
¿Es posible realizar el diseño y calcular los requerimientos mecánicos de la herramienta para el proceso de montaje y desmontaje de los pasadores (pinos) para los camiones 797B y 797F de Caterpillar?	Realizar el diseño y calcular los requerimientos mecánicos de la herramienta para el proceso de montaje y desmontaje de los pasadores (pinos) para los camiones 797B y 797F de Caterpillar.	**	II. Diseño y calcular los requerimientos mecánicos	2.1. Lista de exigencias 2.2. Matriz morfológica 2.3. Diseño de la herramienta 2.4. Materiales y mano de obra
¿Se pueden analizar las mejoras que proveerá la herramienta para el proceso de montaje y desmontaje de los pasadores (pinos) para los camiones 797B y 797F de Caterpillar?	Analizar las mejoras que proveerá la herramienta para el proceso de montaje y desmontaje de los pasadores (pinos) para los camiones 797B y 797F de Caterpillar.	**	III. Análisis de mejoras que proveerá la herramienta	3.1. Costos de personal antes de la herramienta 3.2. Costos de personal después de la herramienta 3.3. Ahorro
¿Es posible evaluar la factibilidad económica de la herramienta, mediante un análisis económico?	Evaluar la factibilidad económica de la herramienta, mediante un análisis económico.	**	I. Evaluación económica de la herramienta	1.1. Flujo de caja 1.2. VAN 1.3. TIR

Anexo 2. Especificaciones del Camión minero 797F

Motor		
Modelo del motor	Cat C175-20	
Potencia bruta: SAE J1995	2.983 kW	4.000 hp
Potencia neta: SAE J1349	2.828 kW	3.793 hp
Calibre	175 mm	6,9"
Carrera	220 mm	8,7"
Cilindrada	106 L	6.469 pulg ³

- Las clasificaciones de potencia se aplican a 1.750 rpm cuando se prueban según las condiciones indicadas para la norma especificada.
- Las clasificaciones están basadas en la norma SAE J1995 sobre las condiciones del aire a 25 °C (77 °F) y 99 kPa (29,32 Hg) de presión barométrica. La potencia está basada en el combustible con una densidad API de 35 a 16 °C (69 °F) y un poder calorífico de 42.780 kJ/kg (18.390 BTU/lb) con el motor a 30 °C (88 °F).
- No se requiere una reducción de potencia del motor en una configuración de baja altitud (LAA) hasta 2.134 m (7.000').
- No se requiere reducción de potencia del motor en una configuración de altitud elevada (HAA) hasta 4.877 m (16.000').
- Cumple con los requisitos de la EPA. Según corresponda, el Motor Cat C175-20 cumple con los requisitos sobre emisiones de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos.

Pesos: aproximados		
Peso bruto de la máquina en orden de trabajo (GMW)	623.690 kg	1.375.000 lb
Gama de los pesos de las cajas	41.368 a 61.235 kg	91.200 a 135.000 lb
Gama de los pesos del chasis	210.630 a 219.146 kg	464.359 a 483.134 lb

- Consulte la política de carga útil 10/10/20 para camiones mineros Cat para obtener información sobre las limitaciones del peso bruto máximo de la máquina.
- El peso de la caja varía de acuerdo con la configuración de la caja y el revestimiento. Gama de pesos para las aplicaciones conocidas.
- Peso del chasis con el tanque lleno, grupo de montaje y elevación de la caja, llantas y neumáticos.

Especificaciones de operación		
Capacidad de carga útil nominal	363 tons métricas	400 tons EE.UU.
Capacidad colmada SAE (2:1)	240-267 m ³	314-350 yd ³
Velocidad máxima: cargado	67,6 km/h	42 mph
Ángulo de dirección	40 grados	
Diámetro de giro de espacio libre de la máquina	42 m	138'

Mandos finales	
Relación diferencial	1,276:1
Relación planetaria	16,67:1
Relación de reducción total	21,26:1

- Planetario de doble reducción con ejes totalmente libres.

Transmisión		
Avance 1	11,3 km/h	7 mph
Avance 2	15,2 km/h	9,5 mph
Avance 3	20,5 km/h	12,7 mph
Avance 4	27,7 km/h	17,2 mph
Avance 5	37,2 km/h	23,1 mph
Avance 6	50,3 km/h	31,2 mph
Avance 7	67,6 km/h	42 mph
Retroceso	11,9 km/h	7,4 mph

Suspensión		
Carrera efectiva del cilindro: delantera	313,6 mm	12,3"
Carrera efectiva del cilindro: trasera	165,1 mm	6,5"
Oscilación del eje trasero	±4,0 grados	

Dispositivos de levantamiento de cajas		
Flujo de la bomba: velocidad alta en vacío	1.200 L/min	317 gal EE.UU./min
Configuración de la válvula de alivio de levantamiento	24.200 kPa	3.510 lb/pulg ²
Tiempo de levantamiento de la caja a velocidad alta en vacío	25 segundos	
Tiempo de bajada de la caja: posición libre	19 segundos	

Frenos		
Cantidad de discos por lado: delantero	10	
Cantidad de discos por lado: trasero	15	
Diámetro exterior	1.067 mm	42"
Superficie de freno	330.517 cm ²	51.243 pulg ²
Normas	J-ISO 3450 JAN88, ISO 3450-1996	

Pesos aproximados: MSD II

Eje delantero vacío	47,2 %
Eje delantero cargado	33,3 %
Eje trasero vacío	52,8 %
Eje trasero cargado	66,7 %

Distribuciones aproximadas del peso

Eje delantero vacío	47,2 %
Eje trasero vacío	52,8 %
Eje delantero cargado	33,3 %
Eje trasero cargado	66,7 %

Capacidad – MSD II – factor de llenado del 100 %

A ras	188-213 m ³	246-290 yd ³
Colmada (SAE 2:1)	240-267 m ³	314-350 yd ³

- Consulte con su distribuidor Cat local para obtener recomendaciones acerca de la caja del camión.

Capacidades de llenado de servicio

Tanque de combustible	3.785 L	1.000 gal EE.UU.
Sistema de enfriamiento	1.160 L	306 gal EE.UU.
Cárter	319 L	84 gal EE.UU.
Ruedas delanteras, cada una	61 L	16 gal EE.UU.
Mandos finales, cada una	185 L	49 gal EE.UU.
Diferenciales	1.176 L	311 gal EE.UU.
Tanque de dirección	254 L	67 gal EE.UU.
Sistema de dirección (incluye tanque)	355 L	94 gal EE.UU.
Tuberías hidráulicas de frenos/ dispositivo de levantamiento	830 L	219 gal EE.UU.
Sistema de frenos/dispositivo de levantamiento (incluye tanque)	1.600 L	441 gal EE.UU.
Tanque con frenos/dispositivo de levantamiento	770 L	203 gal EE.UU.
Sumidero del convertidor de par	303 L	80 gal EE.UU.
Convertidor de par/sistema de transmisión (incluye sumidero)	629 L	166 gal EE.UU.

Neumáticos

Neumático 59/80R63: Michelin o Bridgestone

- La capacidad de producción del 797F es tal que, en determinadas condiciones de trabajo, podría exceder la capacidad de los neumáticos estándar u optativos en TKPH (TMPH) y, por lo tanto, limitaría la producción.

ROPS

Normas de ROPS

- La Estructura de Protección en Caso de Vuelcos (ROPS) para la cabina que ofrece Caterpillar cumple con los criterios la norma ISO 3471:2008 de la ROPS.
- La FOPS (Estructura de Protección Contra la Caída de Objetos) cumple con las normas ISO 3449:1992 Nivel II FOPS.

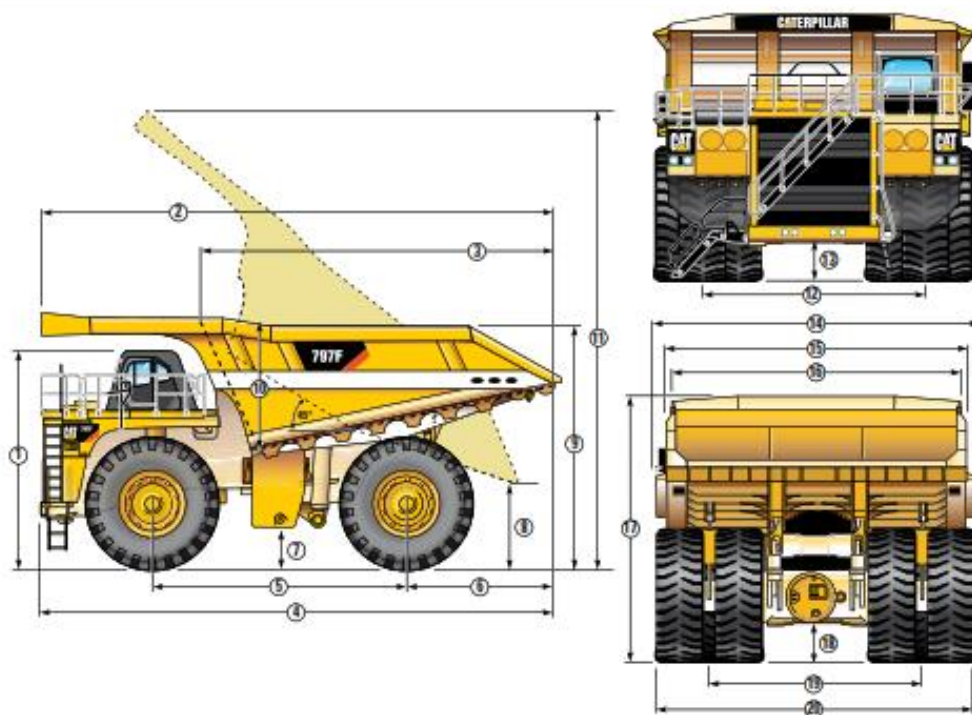
Sonido

Normas de sonido

- El nivel de presión de sonido del operador medido de acuerdo con los procedimientos del ciclo de trabajo especificados en las normas ISO 6394 y 6396 es de 76 dB(A) para la cabina que ofrece Caterpillar, cuando esta se instala y mantiene correctamente, y se prueba con puertas y ventanas cerradas.
- Es posible que se necesite protección auditiva cuando se trabaje durante mucho tiempo en una estación del operador y una cabina abierta (si no cuentan con el mantenimiento correcto o tienen las puertas/ventanas abiertas), o en un entorno ruidoso.

Dirección

Normas de dirección SAE J15111 OCT90, ISO 5010:1992

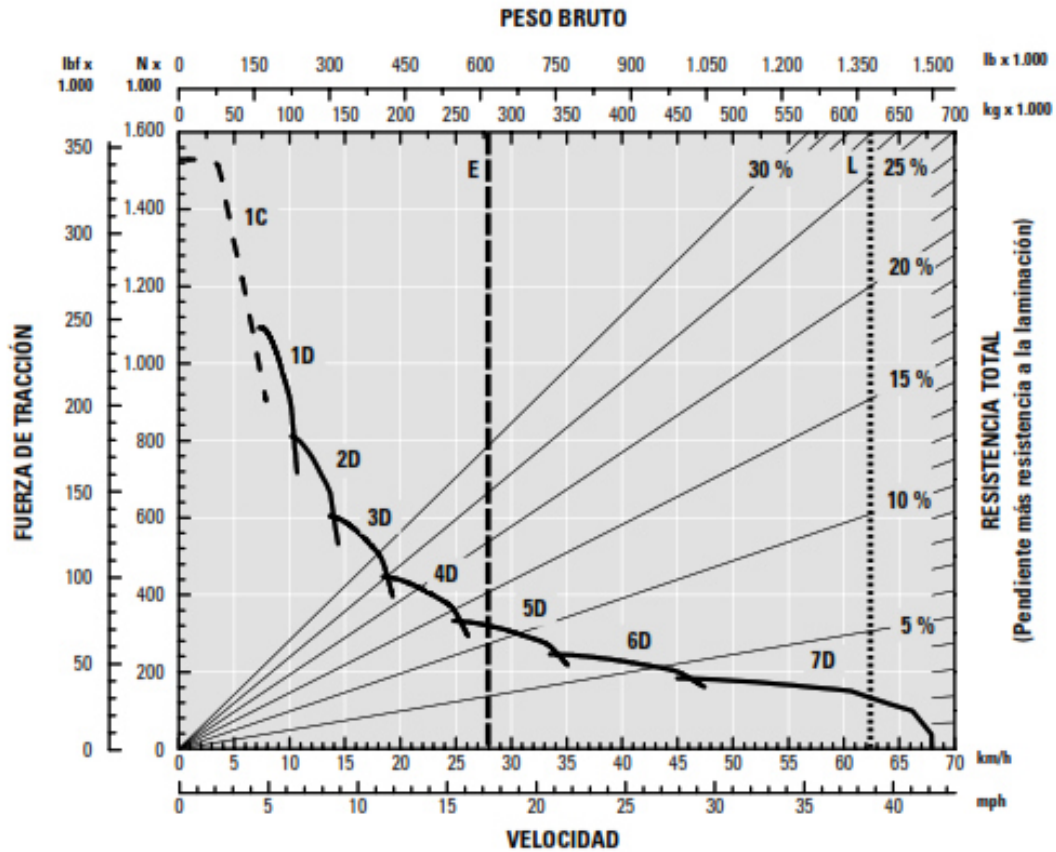


1	Altura hasta la parte superior de la ROPS: vacío	6.526 mm	21' 5"
2	Longitud total de la caja	14.802 mm	48' 7"
3	Longitud interior de la caja	9.976 mm	32' 9"
4	Longitud total	15.080 mm	49' 6"
5	Distancia entre ejes	7.195 mm	23' 7"
6	Eje trasero a la cola	3.944 mm	12' 11"
7	Espacio libre sobre el suelo con carga	786 mm	2' 7"
8	Espacio libre de descarga	2.017 mm	6' 7"
9	Altura de carga: vacío	6.998 mm	23' 0"
10	Profundidad interior de la caja: máxima	3.363 mm	11' 0"
11	Altura total: caja levantada	15.701 mm	51' 6"
12	Ancho del neumático delantero de la línea de centro	6.534 mm	21' 5"
13	Espacio libre del protector del motor: cargado	1.025 mm	3' 4"
14	Ancho exterior de la caja	9.755 mm	32' 0"
15	Ancho total del techo	9.116 mm	29' 11"
16	Ancho interior de la caja	8.513 mm	27' 11"
17	Altura del techo delantero: vacío	7.709 mm	25' 4"
18	Espacio libre del eje trasero: cargado	947 mm	3' 1"
19	Ancho del neumático doble trasero de la línea de centro	6.233 mm	20' 5"
20	Ancho total entre neumáticos	9.529 mm	31' 3"

797F Rendimiento en pendientes/velocidad/fuerza de tracción*

Para determinar el rendimiento en subida de pendientes: lea desde el peso bruto hacia abajo hasta el porcentaje de la resistencia total. La resistencia total es igual al porcentaje real de la pendiente más el 1 % por cada 10 kg/t (20 lb/ton EE.UU.) de resistencia a la laminación. Desde el punto donde se encuentran la resistencia y el peso, desplácese horizontalmente hasta la curva con la marcha más elevada que se pueda obtener, luego hacia abajo hasta la velocidad máxima. La fuerza de tracción utilizable dependerá de la tracción disponible y del peso sobre las ruedas de tracción.

- Peso vacío típico en la obra
- Peso bruto de la máquina en orden de trabajo
623.690 kg (1.375.000 lb)



- 1 - 1ª marcha
- 2 - 2ª marcha
- 3 - 3ª marcha
- 4 - 4ª marcha
- 5 - 5ª marcha
- 6 - 6ª marcha

- E: vacío
- L: cargado
- * A nivel del mar

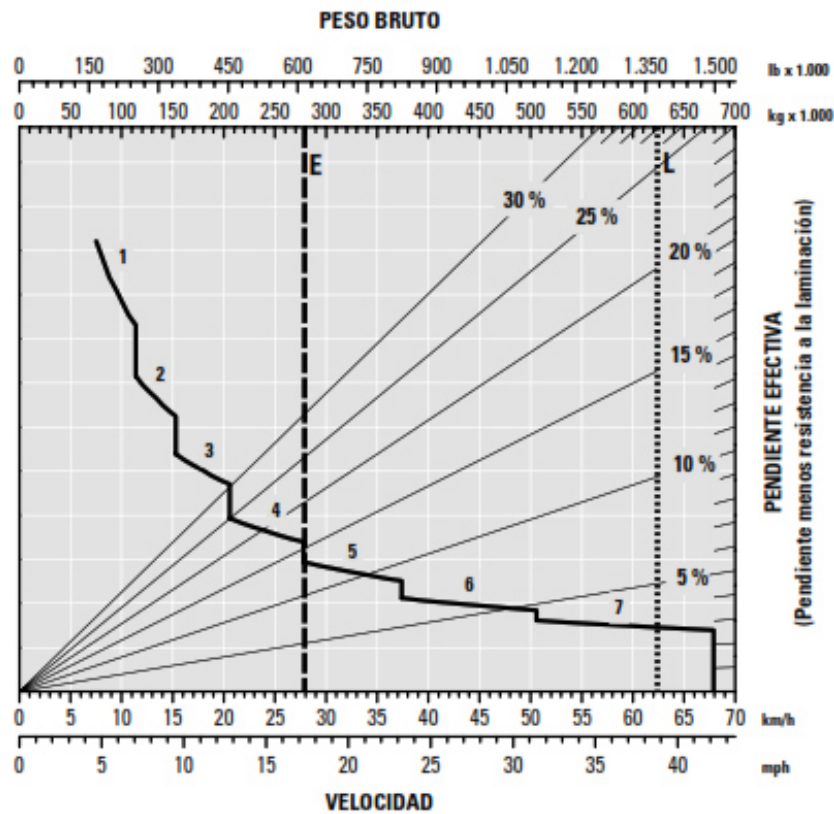
- Impulsor del convertidor de par
- Mando directo

Retardo de 797F – continuo*

Para determinar el rendimiento del retardo: añada las longitudes de todos los segmentos en pendientes cuesta abajo y, utilizando este total, consulte la tabla de retardo correspondiente. Lea desde el peso bruto hacia abajo hasta el porcentaje de la pendiente efectiva. La pendiente efectiva es igual al porcentaje real de la pendiente menos el 1 % por cada 10 kg/t (20 lb/ton EE.UU.) de resistencia a la laminación. A partir de este punto de la pendiente efectiva de peso, lea horizontalmente hasta la curva con la marcha más elevada que se pueda obtener, luego hacia abajo hasta el descenso máximo que los frenos de velocidad puedan manejar correctamente sin exceder la capacidad de enfriamiento. Las tablas siguientes se basan en estas condiciones: temperatura ambiente de 32 °C (80 °F), al nivel del mar, con neumáticos 59/80R63.

NOTA: seleccione la marcha adecuada para mantener las rpm del motor al máximo nivel posible, sin provocar exceso de velocidad al motor. Si se recalienta el aceite de enfriamiento, reduzca la velocidad de desplazamiento para permitir que la transmisión cambie a la siguiente gama de velocidades más baja.

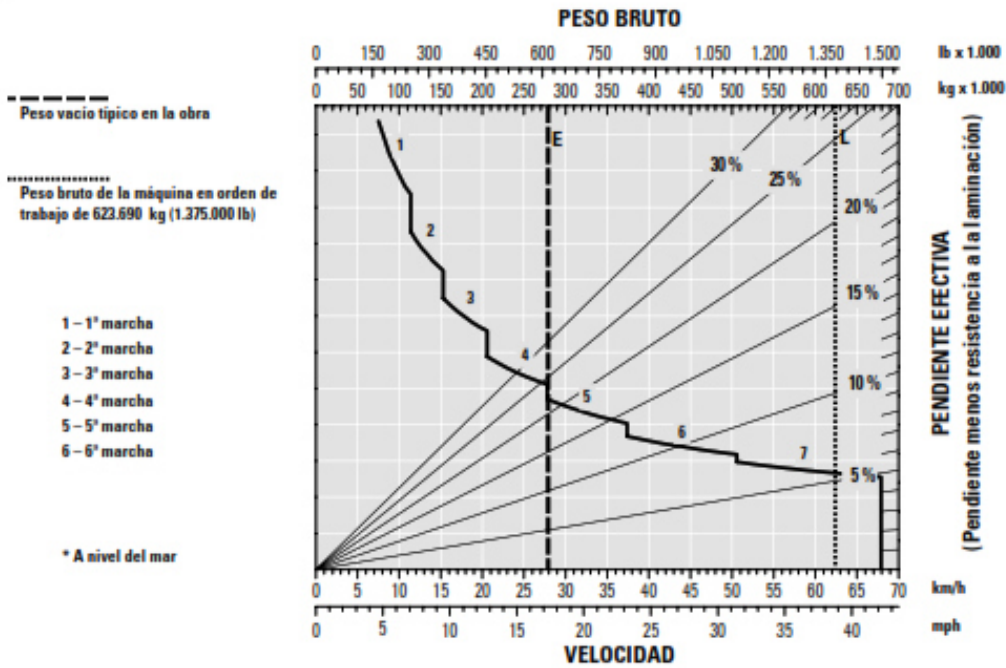
- Peso vacío típico en la obra
- Peso bruto de la máquina en orden de trabajo
623.690 kg (1.375.000 lb)



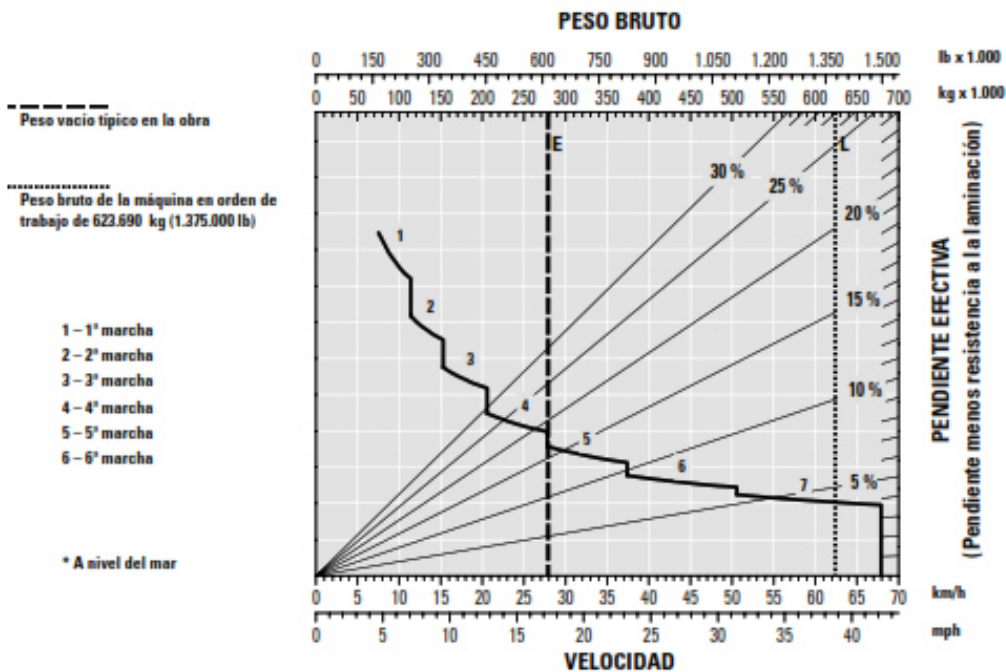
- 1 - 1ª marcha
- 2 - 2ª marcha
- 3 - 3ª marcha
- 4 - 4ª marcha
- 5 - 5ª marcha
- 6 - 6ª marcha

- E: vacío
- L: cargado
- * A nivel del mar

Retardo de 797F: 450 m (1.475)*



Retardo de 797F: 1.500 m (4.900)*



Equipos estándar

Los equipos estándar pueden variar. Consulte a su distribuidor Cat para obtener detalles.

SISTEMA ELÉCTRICO

- Alarma de retroceso
- Sin escobillas, alternador, 150 amperios
- Baterías, 12 V (2), 93 amp/hr
- Convertidor eléctrico de 12 V
- Sistema eléctrico, 24 V, 10, 20 y 25 amp
- Receptáculo de carga de la batería
- Sistema de iluminación:
 - Luces de retroceso y de peligro
 - Señales de dirección (LED delanteras, traseras)
 - Acceso a la escalera delantera y plataforma de servicio
 - Luces de parada/traseras (LED)
 - Compartimiento del motor
 - VIMS, luz azul (LED)
 - Faros con selector de luces altas/bajas

ENTORNO DEL OPERADOR

- Cabina estándar:
 - Asientos estándar optimizados para el operador
 - Asiento con suspensión para el instructor
 - Visor delantero abatible
 - Lado estándar de acceso a la cabina
- Cabina Deluxe
 - Asientos con calefacción y ventilación
 - Asiento con suspensión para el instructor
 - Visor delantero retráctil
 - Parte trasera de acceso a la cabina y lado estándar de acceso a la cabina
 - Ventanas eléctricas
- Cabina Deluxe para tiempo frío:
 - Asientos con calefacción y ventilación
 - Asiento con suspensión para el instructor
 - Visor delantero retráctil
 - Parte trasera de acceso a la cabina y lado estándar de acceso a la cabina
 - Ventanas eléctricas
 - Espejos con calefacción

Todas las opciones de cabina incluyen las siguientes características:

- Aire acondicionado con control automático de temperatura
- Suministro de corriente de 12 V CC (3)
- Gancho para ropa
- Orificio de conexión de diagnóstico
- Luz interior en el techo
- Convertidor de 5 amp, parlantes y mazo de cables listo para radio de entretenimiento

Medidores/indicadores:

- Tablero de medidores:
 - Temperatura del fluido de transmisión
 - Temperatura del aceite de los frenos
 - Temperatura del refrigerante del motor
 - Nivel de combustible
 - Temperatura del aceite del convertidor de par
- Indicador de falla del control del motor eléctrico
- Horómetro eléctrico
- Velocímetro
- Tacómetro
- Indicador de la marcha de transmisión
- Centro de mensajes VIMS con Advisor
- Calentador/descongelador (11.070 kCal/43.930 Btu)
- Bocina
- Sistema Cat Detect
- Compartimientos de almacenamiento
- Dispositivo de levantamiento, control de la caja (eléctrico)
- Cabina ROPS, aislada/con insonorización
- Asiento, operador, suspensión neumática
- Cinturón de seguridad, operador, tres puntos, retráctil
- Asiento, instructor, con suspensión neumática
- Cinturón de seguridad, instructor, dos puntos, retráctil
- Acceso a la escalera y pasarela, 600 mm (23,6")
- Volante, inclinable, acolchado, telescópico
- Vidrios polarizados
- Ventana, operador, asistida eléctricamente
- Limpiaparabrisas, control del intermitente y lavaparabrisas
- Posavasos
- Espejos, derecho e izquierdo

TREN DE FUERZA

- Motor Cat C175-20 que cumple con la norma de emisiones Tier 2:
 - Turbocompresor (4)/posenfriador aire a aire (ATAAC)
 - Filtro de aire con antefiltro (4)
 - Parada del motor a nivel del suelo
 - Auxiliar de arranque con éter (automático)
 - Control a velocidad baja en vacío elevado
 - Protección del cárter
 - Detección de presión del aceite de puntos múltiples
 - Protección automática del motor de arranque
- Sistema de frenado:
 - Freno de estacionamiento integrado con selector de marchas
 - Motor de liberación de frenos (remolque)
 - Enfriado por aceite, de discos múltiples (delanteros y traseros): servicio, retardo, estacionamiento, secundario
 - Control automático del retardador, ajustable

- Protección contra el exceso de velocidad del motor
- Material del disco de frenos de larga duración
- Transmisión:
 - 7 velocidades, servotransmisión automática con control electrónico (ECPC)
 - Inhibidor de cambios de marcha con la caja levantada
 - Cambio de marcha con aceleración controlada
 - Administración de los cambios direccionales
 - Inhibidor de deslizamiento en neutral
 - Interruptor de arranque en neutral
 - Inhibidor de cambio en sentido descendente/retroceso
 - Modulación del embrague individual
 - Neutralizador de retroceso con la caja levantada
 - Velocidad máxima programable
 - Convertidor de par con sistema de traba
- Prelubricación/motor
- Lubricación/filtración continua del eje trasero

OTROS EQUIPOS ESTÁNDAR

- Sistema de control de tracción
- Sistema de lubricación automática
- Conexión rápida auxiliar para descarga simultánea con otro dúmper
- Conexión rápida auxiliar de dirección (remolque)
- Protector de la línea de mando
- Sistema de llenado rápido de combustible
- Filtro de combustible con separador de agua
- Puerto de datos VIMS a nivel del suelo
- Traba de la batería a nivel del suelo
- Traba de la transmisión a nivel del suelo
- Traba del arranque del motor a nivel del suelo
- Parada del motor a nivel del suelo
- Cambio de aceite del cárter de alta velocidad
- Depósitos (3 separados):
 - Freno/dispositivo de levantamiento, dirección/ventilador, transmisión/convertidor
- Expulsores de rocas
- Dirección suplementaria (automática)
- Argollas de sujeción
- Puntos centrales de enganche y remolque (delanteros), pasador de remolque (trasero)
- Cerraduras de protección contra vandalismo
- Sistema de Administración de Información Vital (VIMS):
 - Incluye el monitor de carga útil VIMS con carga útil máxima y administrador de velocidad
- Filtros hidráulicos, 1.000 horas
- Orificios de muestreo S-O-S
- Puntos de servicio, a nivel del suelo
- Indicadores visuales de nivel para aceite hidráulico/del motor

ANTICONGELANTE

- Refrigerante de larga duración a -35 °C (-30 °F)

Anexo 3. Manual para el montaje de pasadores

Herramienta	Cant	Número de Herramienta	Herramienta
A	1	4C-9485	Tapa de impulsor de pasador
B	1	176-6544	Medidor de Collar
C	1	222-3055	Llave de impacto

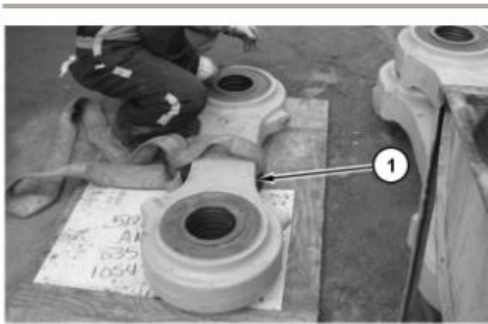


Ilustración 24

g01124075

1. Prepare el eslabón (1) para el levantamiento, para la limpieza y para la instalación. El peso del eslabón (1) es de 454 kg (1.000 lb).

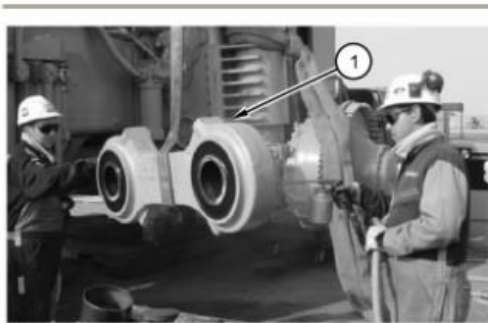


Ilustración 25

g01124121

2. Utilice una pistola de pintar y Removedor de Pintura **4C-4188** para limpiar las perforaciones en los dos eslabones (1).

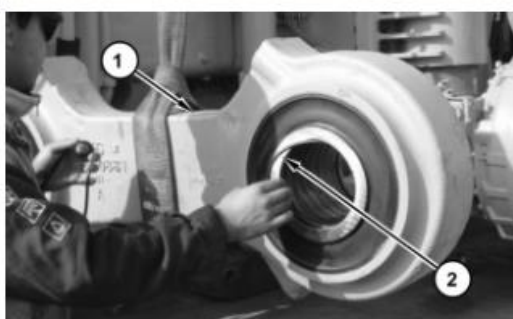


Ilustración 26

g01124182

3. Instale los cuatro sellos anulares (2) en las ranuras de las perforaciones en el eslabón (1). Después de que los sellos anulares (2) estén instalados, lubríquelos (2) con el mismo fluido que se esté sellando.

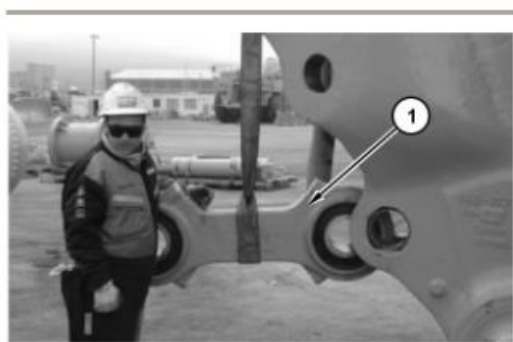


Ilustración 27

g01124211

4. Utilice un dispositivo de levantamiento adecuado para levantar el eslabón (1). El peso del eslabón (1) es de 454 kg (1.000 lb). Posicione el eslabón (1) en el bastidor del camión.

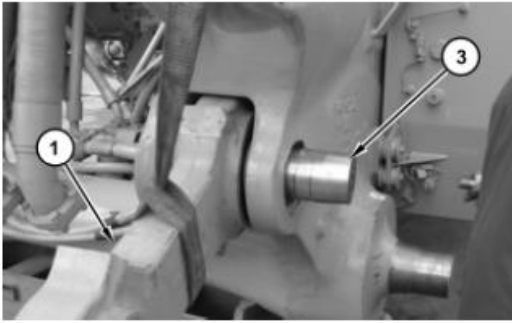


Ilustración 28

g01124340

5. Utilice un dispositivo de levantamiento adecuado para levantar el pasador (3). El peso del pasador (3) es de 52 kg (115 lb). Instale el pasador (3) en la perforación.

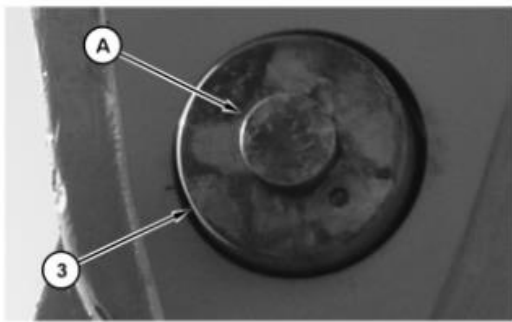


Ilustración 29

g01124389

6. Utilice la Herramienta (A) para guiar el pasador de impulsión (3) dentro de la perforación.

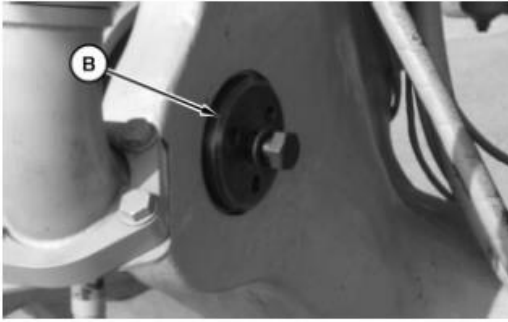


Ilustración 30

g01124408

7. Utilice la Herramienta (B) para centrar el pasador (3) dentro de la perforación.

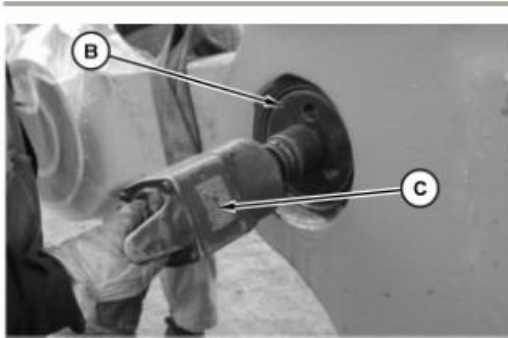


Ilustración 31

g01124448

8. Utilice la Herramienta (C) para apretar el perno para la Herramienta (B). Una vez que el pasador (3) haya sido centrado saque la Herramienta (B).



Ilustración 32

g01124457

9. Limpie el diámetro interior y el diámetro exterior del collar (4). Lubrique el diámetro interior del collar (4) con el Compuesto Antiagarrotante **4C-5599** . Instale el collar (4) en la perforación.

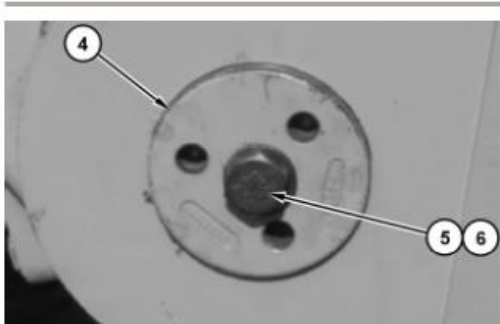


Ilustración 33

g01124493

10. Aplique el Compuesto Antiagarrotante **4C-5599** al perno (6). Instale el perno (6) y la arandela (5) .

Nota: El perno (6) requiere un procedimiento de apriete especial. Hay que seguir este procedimiento para asegurar el apriete adecuado de los componentes.

11. Apriete el perno (6) a un par de 1.800 ± 200 N·m (1.320 ± 150 lb pie) y luego golpee la unión a fin de que el par de apriete caiga por debajo de 950 N·m (700 lb pie). Apriete el perno (6) otra vez a un par de 1.800 ± 200 N·m (1.320 ± 150 lb pie). Golpee la unión a fin de que el par de apriete caiga por debajo de 1.600 N·m (1.180 lb pie). El par de apriete final del perno (6) es de 1.800 ± 200 N·m (1.320 ± 150 lb pie).
12. Repita desde el paso 7 hasta el paso 11 para el collar opuesto (4) en la barra del eslabón.

13. Repita desde el paso 1 hasta el paso 12 para el otro conjunto de eslabón inferior.



Ilustración 34

g01124687

14. Prepare el eslabón (7) para el levantamiento, para la limpieza y para la instalación. El peso del eslabón (7) es de 460 kg (1.020 lb).

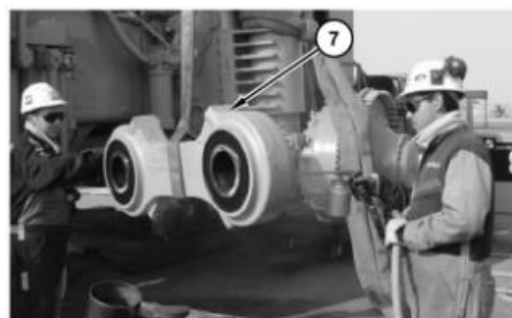


Ilustración 35

g01124693

15. Utilice una pistola de pintar y Removedor de Pintura **4C-4188** para limpiar las perforaciones en los dos eslabones (7) .

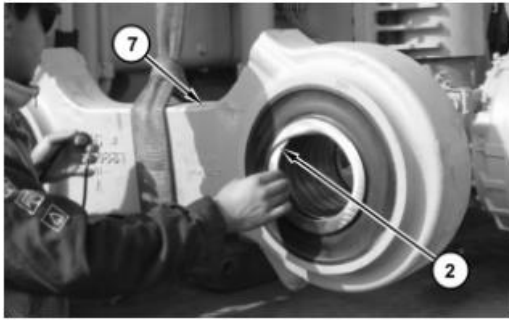


Ilustración 36

g01124698

16. Instale los cuatro sellos anulares (2) en las ranuras de las perforaciones en el eslabón (7). Después de que los sellos anulares (2) estén instalados, lubríquelos (2) con el mismo fluido que se esté sellando.

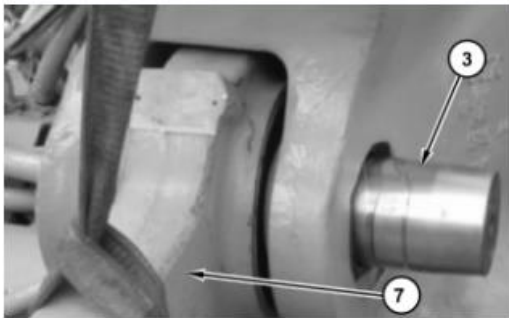


Ilustración 37

g01124709

17. Utilice un dispositivo de levantamiento adecuado para levantar el eslabón (7) hasta el camión. El peso del eslabón (7) es de 460 kg (1.020 lb). Coloque el eslabón (7) al chasis. Utilice un dispositivo de levantamiento adecuado para levantar el pasador (3). El peso del pasador (3) es de 52 kg (115 lb). Instale el pasador (3) en la perforación.

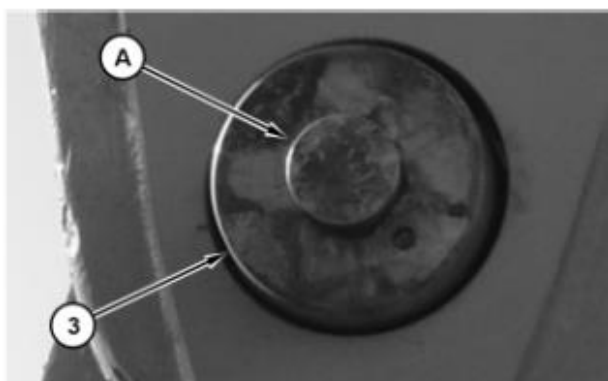


Ilustración 38

g01144973

18. Utilice la Herramienta (A) para guiar el pasador (3) dentro de la perforación.

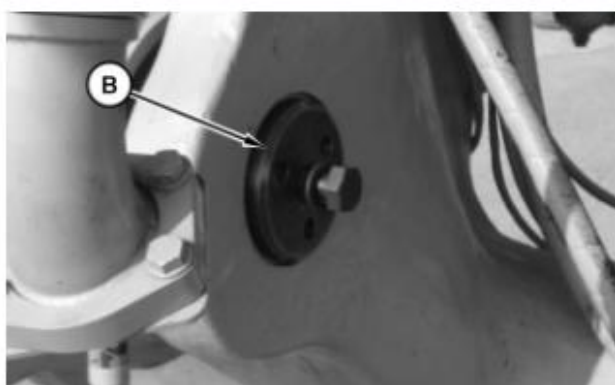


Ilustración 39

g01144975

19. Utilice la Herramienta (B) para centrar el pasador (3) dentro de la perforación.

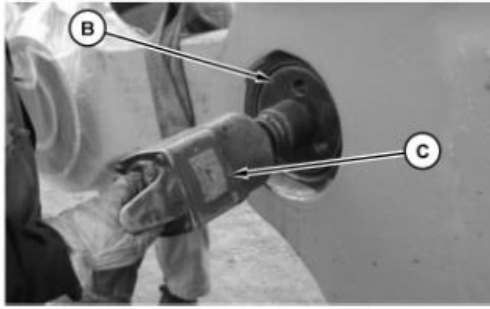


Ilustración 40

g01144976

20. Utilice la Herramienta (C) para apretar el perno para la Herramienta (B). Una vez que el pasador (3) haya sido centrado saque la Herramienta (B) .



Ilustración 41

g01124724

21. Limpie el diámetro interior y el diámetro exterior del collar (4). Lubrique el diámetro interior del collar (4) con el Compuesto Antiagarrotante **4C-5599** . Instale el collar (4) en la perforación.

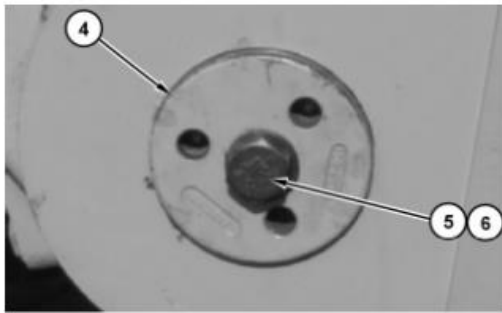


Ilustración 42

g01124731

22. Aplique el Compuesto Antiagarrotante **4C-5599** al perno (6). Instale el perno (6) y la arandela (5).

Nota: El Perno (6) requiere un procedimiento de apriete especial. Hay que seguir este procedimiento para asegurar el apriete adecuado de los componentes. o

23. Apriete el perno (6) a un par de $1.800 \pm 200 \text{ N}\cdot\text{m}$ ($1.320 \pm 150 \text{ lb pie}$) Y luego golpee la unión a fin de que el par de apriete caiga por debajo de $950 \text{ N}\cdot\text{m}$ (700 lb pie). Apriete el perno (6) otra vez a un par de $1.800 \pm 200 \text{ N}\cdot\text{m}$ ($1.320 \pm 150 \text{ lb pie}$). Golpee la unión a fin de que el par de apriete caiga por debajo de $1.600 \text{ N}\cdot\text{m}$ (1.180 lb pie). El par de apriete final del perno (6) es de $1.800 \pm 200 \text{ N}\cdot\text{m}$ ($1.320 \pm 150 \text{ lb pie}$).
24. Repita desde el paso 20 hasta el paso 23 para el collar opuesto (4) en la barra del eslabón.
25. Repita desde el paso 14 hasta el paso 24 para el otro conjunto de eslabón superior.

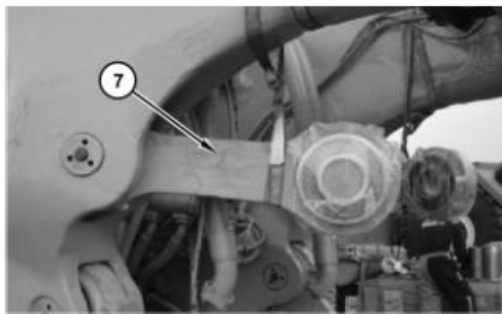
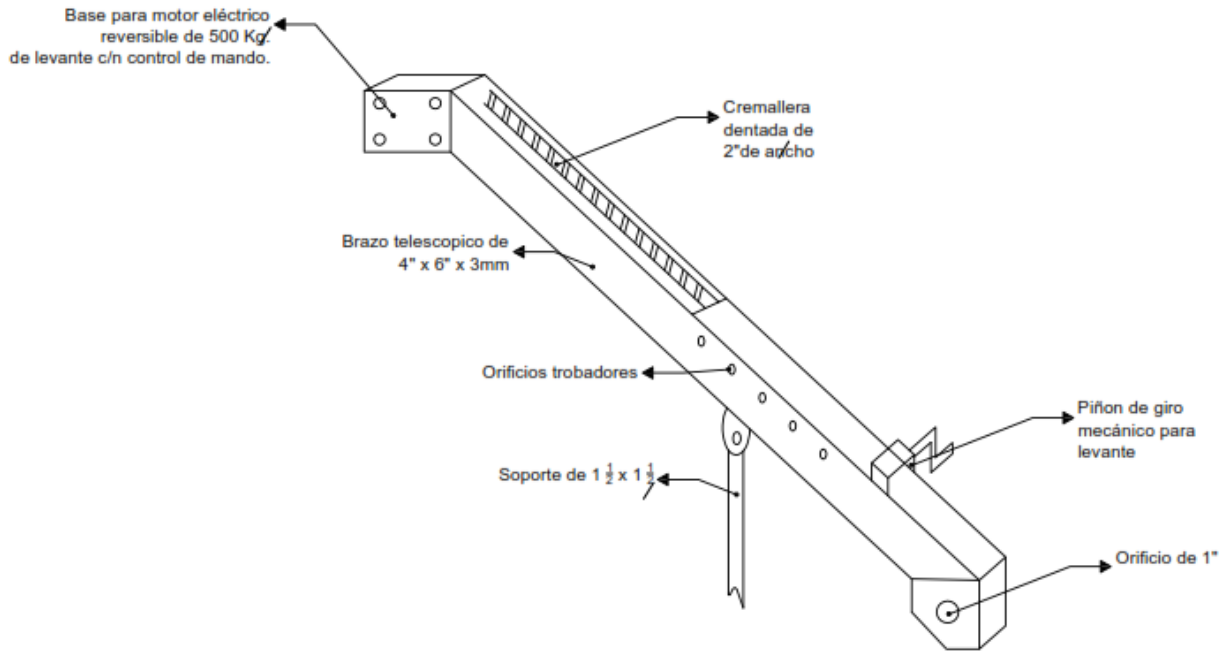


Ilustración 43

g01125057

Anexo 4. Planos de las piezas de la herramienta

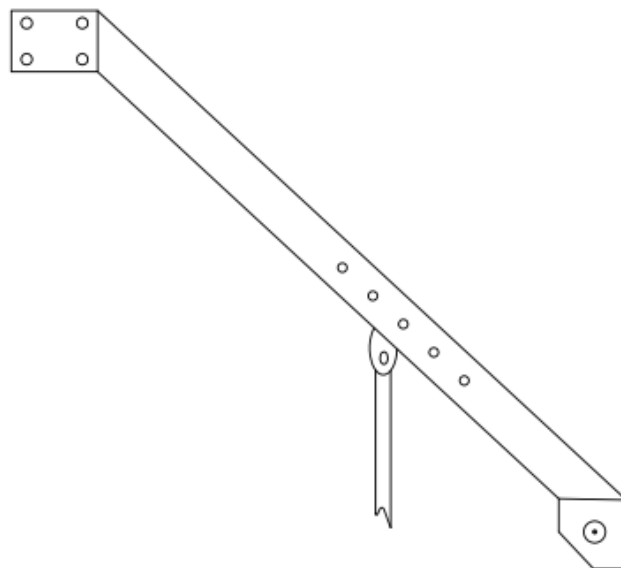
BRAZO TELESCOPICO DE 2500 MM DE LARGO



VISTA FRONTAL

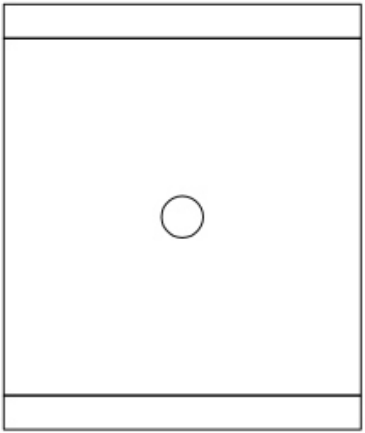
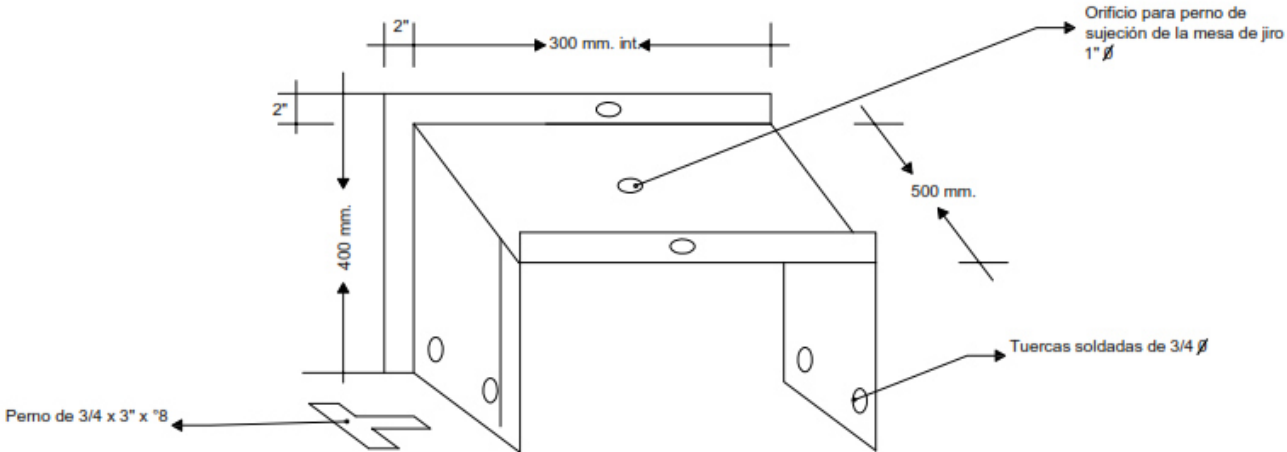


VISTA EN PLANTA

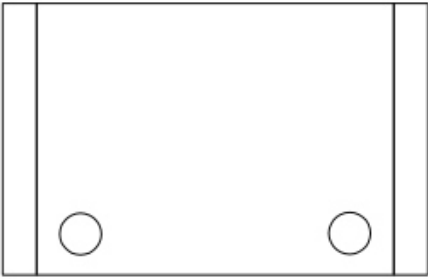


VISTA LATERAL

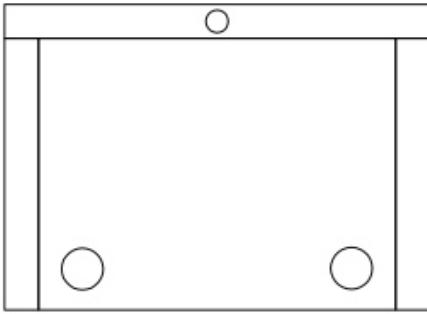
MESA PARA SOPORTE DE MECANISMO DE
JIRO EN PLANCHA DE 3/4 MM.



VISTA EN PLANTA



VISTA LATERAL



VISTA FRONTAL

MECANISMO DE GIRO

