



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA  
ELÉCTRICA**

**Soporte de retención de tolva cat MSD II para mejorar la  
disponibilidad de un camión cat 793 en la empresa GUVI Servis  
EIRL Cajamarca.**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
Ingeniero Mecánico Electricista**

**AUTOR:**

Rabanal Cotrina, Luis Alberto (ORCID: 0000-0002-2544-9344)

**ASESOR:**

Mg. Davila Hurtado, Fredy (ORCID: 0000-0001-8604-8811)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Modelamiento y simulación de sistemas electromecánicos

CHICLAYO - PERÚ

2020

## **Dedicatoria**

El presente trabajo va dedicado a mis padres, ya que gracias a sus consejos y enseñanzas hicieron de mí una persona luchadora y perseverante, anteponiendo ante todas las cosas a Dios y sabiendo que con esfuerzo todo es posible.

***Luis Rabanal***

## **Agradecimiento**

El agradecimiento a todos y cada uno de los integrantes de esta prestigiosa universidad cesar vallejo, empezando desde el área de servicios y a todos los profesionales que lo conforman, ya que gracias a ellos y a su esfuerzo se está logrando el objetivo de ser profesional.

***Luis Rabanal***

## Índice De Contenidos

Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento .....	iii
Índice De Contenidos .....	iv
Índice De Tablas .....	v
Índice De Figuras .....	vi
Resumen .....	vii
Abstract .....	viii
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>II. MARCO TEÓRICO</b> .....	4
<b>III. METODOLOGÍA</b> .....	10
3.1 Tipo y diseño de la investigación .....	10
3.2 Variables y operacionalización .....	10
3.3 Población, Muestra Unidad De Análisis .....	11
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	11
3.5 Procedimientos .....	14
3.6 Método de análisis de datos.....	14
3.7 Aspectos éticos .....	15
<b>IV. RESULTADOS</b> .....	16
<b>V. DISCUSIÓN</b> .....	66
<b>VI. CONCLUSIONES</b> .....	69
<b>VII RECOMENDACIONES</b> .....	71
REFERENCIAS.....	72
ANEXOS .....	74

## Índice De Tablas

<b>Tabla 01.</b> <i>Valores típicos de disponibilidad con lo cual se puede realizar una comparativa con nuestro estudio.</i> .....	8
<b>Tabla 02.</b> Resumen general de tiempos por actividad del Proceso actual de mantenimiento de chasis de un camión CAT 793 en la empresa Guvi Servis E.I.R.L, - Cajamarca.....	22
<b>Tabla 03.</b> Gammas de pesos en estructuras camión cat 793d. ....	29
<b>Tabla 04.</b> <i>Análisis estático de base principal (ASTM A514 - ESPESOR: 1”).</i> .....	36
<b>Tabla 05.</b> <i>Análisis estático de plancha pivotante (ASTM A514 - ESEPSOR: 1”).</i> 37	
<b>Tabla 06.</b> <i>Análisis estático de pin principal (AISI ~ 4340 H – DIÁMETRO: 49 mm).</i> .....	38
<b>Tabla 07.</b> Análisis estático de plancha pivotante (ASTM A36 - ESEPSOR: 3/4”). 40	
<b>Tabla 08.</b> <i>Análisis estático de pin principal (AISI 1045 – DIAMETRO: 49 mm).</i> ..	41
<b>Tabla 09:</b> Riesgos de fatalidad.....	43
<b>Tabla 10.</b> Parámetros EXATUB E71T-1M.....	54
<b>Tabla 11.</b> Análisis estático – tensiones. ....	56
<b>Tabla 12.</b> Análisis estático – desplazamiento. ....	57
<b>Tabla 13.</b> Análisis estático – deformaciones unitarias. ....	58
<b>Tabla 14.</b> <i>Análisis estático - Factor de seguridad.</i> .....	59
<b>Tabla 15.</b> Costo elaboración de soportes .....	61
<b>Tabla 16.</b> Cálculo de ingresos.....	62
<b>Tabla 17.</b> Utilidad: ingresos – los egresos. ....	64
<b>Tabla 18.</b> Ingresos, egresos y flujo efectivo .....	65

## Índice De Figuras

Figura 01. Fases del proceso de diseño. ....	5
Figura 02. Fabricación de estructuras capacidad para 800 Tn mensuales. ....	16
Figura 03. Servicio de mantenimiento electromecánico. ....	17
Figura 04. Trabajo de mantenimiento de chasis con tolva montada y levantada en camión cat 793. ....	17
Figura 05. Modelo de soportes de retención actuales. ....	18
Figura 06. Representación de soportes de retención y la escalera de acenso. ...	19
Figura 07. Acenso hacia la instalación de soportes entre el chasis y la tolva camión cat 793. ....	20
Figura 08. Operaciones realizadas durante el mantenimiento de chasis camión cat 793. ....	21
Figura 09. Tacos de tolva actuales. ....	23
Figura 10. Especificaciones de diseño. ....	23
Figura 11. Detalle del espacio disponible para el nuevo soporte en el camión cat 793. ....	24
Figura 12. Detalle de dimensiones del espacio disponible con la silueta del nuevo soporte de retención. ....	25
Figura 13: Soporte de retención acondicionado en el espacio disponible de camión cat 793. ....	25
Figura 14. Detalle de la longitud del soporte con la tolva totalmente levantada ...	26
Figura 15. Detalle de dimensiones generales de largo, ancho y espesor del nuevo soporte de retención de tolva cat MSD II para camiones cat 793. ....	27
Figura 16. Diseño de cálculo estático. ....	29
Figura 17. Centro de masa. ....	30
Figura 18. Plancha estructural (ASTM A514). ....	31
Figura 19. Análisis estático de Plancha estructural. ....	32
Figura 20. Análisis estático de desplazamiento. ....	33
Figura 21. Esfuerzo de limite estático. ....	34
Figura 22. Vistas del soporte 3d. ....	42
Figura 23. Vista de ubicaciones del soporte. ....	42

## Resumen

El informe de investigación está orientado a resolver la problemática encontrada en el mantenimiento de chasis de los camiones cat 793 con tolva montada y levantada, la cual se refiere a aumentar la disponibilidad de los camiones en base a mejorar los tiempos de montaje y desmontaje de los soportes actuales de retención de tolva

El objetivo general de la investigación es diseñar un soporte de retención de tolva cat msd II de 30 Tn de capacidad que permita mejorar la disponibilidad de un camión cat 793 en la empresa GUVI Servis EIRL Cajamarca.

Mediante la implementación del nuevo soporte de retención la disminución de los tiempos de montaje y desmontaje se pueden reducir significativamente por lo que el nuevo soporte de retención debe estar unida por soldadura a la tolva de acuerdo a las especificaciones proporcionadas por la empresa contratista.

En la primera parte de los resultados se diagnosticó el proceso actual del mantenimiento de chasis y se determinó los tiempos de montaje y desmontaje de los soportes de retención actuales y cuantas personas se involucran en el proceso, en el segundo resultado se determinó los parámetros de diseño del nuevo soporte los cuales están restringidos por el espacio geométrico disponible entre la tolva y el chasis del camión cat 793, en el tercer y cuarto resultado se realizó análisis estáticos en software de diseño SolidWorks para determinar el tipo de material y los espesores y diámetros de los elementos que componen el nuevo soporte de retención, finalmente se realizó una evaluación económica empleando los indicadores VAN y TIR para determinar la viabilidad del proyecto.

**Palabras clave:** Diseño, Soporte de retención, disponibilidad.

## **Abstract**

The research report is aimed at solving the problems found in the maintenance of the chassis of cat 793 trucks with hopper mounted and raised, which refers to increasing the availability of trucks based on improving the assembly and disassembly times of the trucks. current hopper retention brackets

The general objective of the research is to design a cat msd II hopper retention support of 30 tons capacity that allows improving the availability of a cat 793 truck at the GUVI Servis EIRL Cajamarca company.

By implementing the new retention bracket, the decrease in assembly and disassembly times can be significantly reduced, so the new retention bracket must be welded to the hopper according to the specifications provided by the contracting company.

In the first part of the results, the current process of chassis maintenance was diagnosed and the assembly and disassembly times of the current retention brackets and how many people were involved in the process were determined, in the second result the design parameters were determined of the new support which are restricted by the available geometric space between the hopper and the chassis of the cat 793 truck, in the third and fourth results static analyzes were performed in SolidWorks design software to determine the type of material and the thickness and diameters of the elements that make up the new retention support, an economic evaluation was finally made using the VAN and TIR indicators to determine the viability of the project.

**Keywords:** Design, retention support, availability.

## I. INTRODUCCIÓN

Actualmente en nuestro país existe un gran número de empresas mineras a tajo abierto, y dentro de ellas está la utilización masiva de equipos tanto de carguío como de acarreo de grandes dimensiones como son los camiones mineros y las palas, dichos equipos tienen un alto índice de probabilidad de falla debido a las altas exigencias a las que son sometidos, esto implica que las empresas tengan incorporados estrictos programas de mantenimiento donde cada equipo después de haber transcurrido un límite de horas de trabajo son referidos al área especializada para realizar tareas de mantenimiento.

La principal incógnita surgió al tener que inspeccionar el chasis y detectar fallas cuando el camión aún está operativo, pero desmontar la tolva para realizar dichos trabajos es un proceso muy prolongado en cuestión de tiempos, por lo que se determinó realizar las distintas tareas de mantenimiento con la tolva del camión montada y levantada.

En la actualidad las empresas mineras han elevado la seguridad de sus trabajadores y enfocándose en la problemática previamente mencionada es que utilizan soportes de retención para restringir la caída de la tolva, estos soportes por la magnitud de la carga que tienen que resistir son muy pesados y difíciles de manipular y los tiempos por instalación y desmontaje de los mismos son muy prolongados, por consiguiente, la disponibilidad de los camiones mineros disminuye.

De acuerdo a la problemática encontrada en los procesos de instalación y desmontaje de los soportes de retención actuales se planteó el siguiente **problema de investigación** ¿es posible diseñar un nuevo soporte de retención de tolva cat MSD II de capacidad de 30 Tn que permita mejorar la disponibilidad de un camión cat 793 en la empresa GUVI Servis, E.I.R.L - Cajamarca?

En base al problema de investigación se formuló una serie de soluciones tentativas quedando como **hipótesis** lo siguiente: Mediante el diseño un soporte de retención más eficiente y maniobrable para tolva cat msd II de 30 Tn capacidad, lograremos mejorar la disponibilidad de un camión cat 793, en la empresa GUVI Servis EIRL Cajamarca.

los resultados que se esperan alcanzar están expresados en el **objetivo general** el cual es: Diseñar un soporte de retención de tolva cat MSD II de capacidad de 30 Tn que permita mejorar la disponibilidad de un camión cat 793 en la empresa GUVI Servis EIRL Cajamarca. Para lograr el objetivo general se derivaron los siguientes **objetivos específicos**:

1. Diagnosticar el proceso actual de mantenimiento de chasis y la disponibilidad de un camión cat 793 en la empresa GUVI Servis EIRL.
2. Determinar los parámetros de diseño del nuevo soporte de retención de tolva cat MSD II de camión cat 793.
3. Seleccionar el tipo de material del soporte de retención de tolva cat MSD II mediante la simulación haciendo uso de un software CAD de diseño en 3 tipos de acero comercial nacional.
4. Describir el proceso de fabricación del nuevo soporte de retención de tolva cat MSD II cumpliendo los estándares que conllevan su proceso, así como construir el soporte y realizar las pruebas de diseño correspondientes.
5. Realizar una evaluación económica empleando los indicadores VAN y TIR.

Dentro de la **industria y la tecnología** la importancia de la investigación radica en que se optimizo el proceso de mantenimiento e inspección de chasis de un camión cat 793 en la empresa GUVI Servis EIRL, mediante el diseño de un nuevo soporte de retención de tolva que cumple con los estándares tanto de seguridad, resistencia y de fácil maniobrabilidad por lo que se **justifica** a partir de que son de manufactura simple y

poco empleo de materia prima, en consecuencia se pueden fabricar en masa o en serie.

En el tema **académico** el informe de investigación se justifica a partir de ser un proyecto centrado en innovar, incentivando así a que los futuros investigadores innoven, además de servir como fuente de información dentro de la misma línea de investigación, adicionalmente puede servir como trabajo previo didáctico y como base para poder complementar el mismo proyecto con ideas nuevas.

## II. MARCO TEÓRICO

En el desarrollo del informe de investigación titulado “soporte de retención de tolva cat MSD II para mejorar la disponibilidad de un camión cat 793 en la empresa GUVI Servis E.I.R.L. Cajamarca” se tomaron en cuenta trabajos previos como los que realizó la empresa Factoría industrial SAC en su trabajo desarrollado “Soporte para camiones cuando estos entren por mantenimiento preventivo en minera Yanacocha” la cual menciona:

se ha implementado soportes de retención de tolvas en camiones cat 793 en MYSRL, que cumplen con la función de nivelar la tolva en relación al piso, evitando el riesgo de rodadura o caída de operarios, herramientas y equipos de trabajo logrando así mejorar los tiempos y la seguridad durante el mantenimiento (Fisac, 2016).

De igual manera se tomó información de Luna Quispe, Joel Iván que en su tesis Manifiesta y da a conocer que:

Existen 2 componentes semicríticos que representa el 10% de componentes mayores como son: chasis y tolva. Donde recomienda que para preparar la máquina para la inspección se debe levantar la tolva siguiendo el procedimiento descrito en el manual de operación y mantenimiento del camión 797F, en la sección procedimiento de instalación del cable y soportes de retención de la tolva (LUNA, 2017).

Otro trabajo importante es el “diseño y cálculo de bases de soporte solicitadas a flexo compresión, compresión o tracción según la combinación considerada” de Guardiola VÍllora, Arianna Paola, docente de la escuela técnica superior de arquitectura de Valencia; donde menciona que “el proceso de dimensionamiento de las bases de soporte consiste en pre - dimensionar la placa teniendo en cuenta una serie de criterios de diseño, considerando los esfuerzos a transmitir y disponer las armaduras necesarias para su anclaje” (GUARDIOLA, 2013).

De igual modo se tomó información especializada relacionada al tema de investigación que se puede encontrar en libros, artículos científicos, catálogos, páginas web, etc. Cuya información se redacta a continuación:

## DISEÑO MECÁNICO

el diseño es un proceso innovador y altamente reiterativo, hay oportunidades en que la toma de decisiones se realiza con información insuficiente, en otras con la cantidad justa y en otros casos se cuenta con demasiada información, por lo que es recomendable ir haciendo ajustes conforme se obtenga información.

El objetivo principal del diseño mecánico es obtener un producto útil que satisfaga las necesidades de un cliente, y además sea seguro, eficiente, confiable, económico y de manufactura práctica.

Los ingenieros usan una amplia variedad de capacidades y conocimientos para diseñar Incluyendo las siguientes consideraciones:

Funcionalidad

Facilidad de manufactura

Resistencia/esfuerzo

Seguridad

Desgaste

Costo

mantenimiento

Confiabilidad

### Fases e interacciones del proceso de diseño

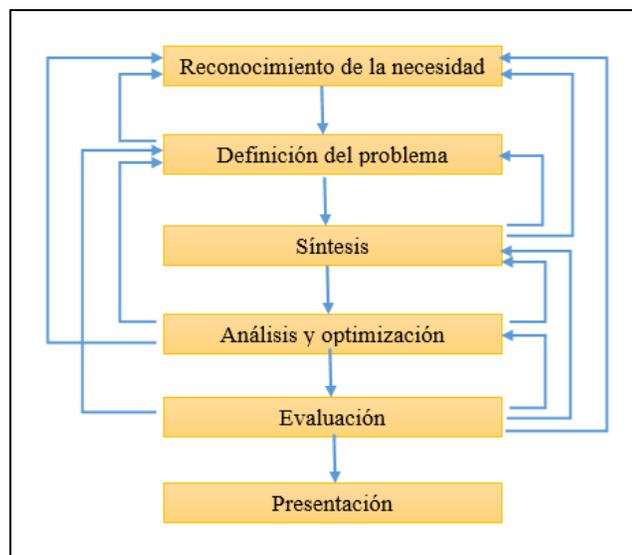


Figura 01. Fases del proceso de diseño.

Fuente: libro diseño de ingeniería mecánica de Shigley (pag.6).

Actualmente los ingenieros cuentan con una variedad extensa de recursos y herramientas tales como las herramientas computacionales que permiten el desarrollo de modelos en 3D utilizando un software de diseño asistido por computadora (CAD).

Algunos softwares CAD disponibles: Solid Works, AutoCAD, ProEngineer, CadKey, entre otros.

## **ESFUERZOS**

En el diseño del nuevo soporte de retención se logró determinar el tipo de esfuerzo involucrado denominado compresión o esfuerzo de compresión.

### **Compresión:**

Este tipo de esfuerzo no es más que la fuerza aplicada por unidad de área donde los resultados obtenidos son comprimir o apretar.

Las expresiones matemáticas son:

$$E = \frac{F}{A}$$

Donde:

F: magnitud de la fuerza (N)

E: esfuerzo ( $N/m^2$  o Pa)

A: área ( $m^2$ )

Después de aplicada la fuerza, muchos materiales regresan a su dimensión inicial, a esta propiedad se le denomina elasticidad y esta expresada así:

$$\textit{Deformacion unitaria elastica} = \frac{(\textit{tamaño final} - \textit{tamaño inicial})}{\textit{tamaño inicial}}$$

En materiales elásticos la deformación y el esfuerzo son proporcionales cumpliéndose así la ley de Hooke.

Otra característica de los materiales elásticos es el módulo de Young y se denota como “Y”, la obtención de estos datos normalmente se hace en pruebas de laboratorio.

Entonces:

$$E = Y \left( \frac{\delta}{L} \right)$$

Para el diseño normalmente se utilizan características mecánicas de los materiales tales como:

Para materiales dúctiles, esfuerzo de fluencia ( $\sigma_Y$  ó  $\sigma_F$ )

Para materiales frágiles, esfuerzo de rotura ( $\sigma_R$  ó  $\sigma_B$ )

$$\sigma_{max} = \frac{\sigma_F}{F.S}$$

Donde:

F.S: factor de seguridad

$\sigma_{max}$ : esfuerzo máximo

## **SOPORTES METÁLICOS**

En la actualidad para restringir el movimiento o caída de un objeto pesado se están diseñando y fabricando soportes metálicos resistentes a cargas mayores a la que se desea respaldar, en el mercado actual se están utilizando distintos tipos de materiales como son los aceros regidos por diversas normas, según la resistencia requerida.

**DEFINICIÓN:** Elemento estructural lineal vertical de metal que transmite las acciones del elemento portante de las cargas a los cimientos o a otro elemento intermedio.

## DISPONIBILIDAD EN EQUIPOS DE MINERÍA.

Hay una serie de factores que influyen en esta importante medición, y ninguno tiene tanta trascendencia como la **confiabilidad y la disponibilidad** de los equipos de minería. El mantenimiento regular es esencial para que los equipos sigan funcionando en un nivel de rendimiento óptimo. Sin embargo, cada minuto que el equipo está detenido en labores de mantenimiento o reparación es un minuto que la máquina deja de perforar, excavar, explanar o acarrear minerales.

**Tabla 01.** Valores típicos de disponibilidad con lo cual se puede realizar una comparativa con nuestro estudio.

Tipo de proceso	cuartil			
	Peor	3°	2°	mejor
continuo	<78%	78 – 84%	85 – 91%	>91%
batch	<72%	72 – 80%	81 – 90%	>90%
Químico, refinería, energía	<85%	85 – 90%	91 – 95%	>95%
papel	<83%	83 – 86%	87 – 94%	>94%

Fuente: flúor global Service – estudio de benchmarking – NA, AP, EU -1996

### Mejoramiento de disponibilidad

Comprender con qué frecuencia fallan los elementos del equipo es clave para prevenir el tiempo muerto no programado.

Se puede mejorar la disponibilidad de componentes a través de la detección temprana de variantes o irregularidades en el equipo, y proporcionando mantenimiento en tiempo real basado en las condiciones en que se encuentre.

## **Cálculo de la disponibilidad**

la disponibilidad de un equipo no solo es la duración del turno en el que se opera. Se basa en el tiempo de operación real, como un porcentaje del tiempo de producción posible.

$$\% \text{ *disponibilidad* } = \frac{\text{*tiempo de produccion real*}}{\text{*tiempo de produccion posible*}}$$

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1 Tipo y diseño de la investigación

##### Tipo de investigación

En el presente informe de investigación “soporte de retención de tolva cat MSD II para mejorar la disponibilidad de un camión cat 793 en la empresa GUVI Servis EIRL Cajamarca” se utilizó el tipo de **investigación aplicada o tecnológica** este tipo de Investigación está orientada a crear, mejorar, optimizar máquinas, equipos, instrumentos, mecanismos, procedimientos, sistemas en el campo de la tecnología de ingenieros. El enfoque en la investigación es dar una solución específica a las dificultades presentadas en la maniobrabilidad e inseguridad en el proceso de instalación de soportes de retención de tolva de un camión cat 793,

##### Diseño de investigación.

Es **no experimental**, debido a que no hubo variación en las variables obteniendo resultados que solucionaron la problemática recogida en campo que es como mejorar la disponibilidad de un camión cat 793 en la empresa GUVI Servis EIRL, Cajamarca, teniendo los medios para el diseño de un soporte de retención de tolva más eficiente y maniobrable y también es **Descriptivo**: porque se definió claramente el Diseño un soporte de retención de tolva cat MSD II de 30 Tn de capacidad que permita mejorar la disponibilidad de un camión cat 793 en la empresa GUVI Servis EIRL Cajamarca, estableciendo todos los procedimientos de diseño y dimensionamiento quedando de esta manera un instrumento didáctico para futuras investigaciones de diseño.

#### 3.2 Variables y operacionalización

##### Variable independiente

Diseño de un soporte de retención para tolva cat msd II.

### **Variable dependiente**

Disponibilidad de un camión cat 793

### **Operacionalización**

Las tablas de operacionalización de variables se pueden visualizar en el **Anexo 1**.

## **3.3 Población, Muestra Unidad De Análisis**

### **Población**

La población es el objeto de estudio por lo tanto para el presente proyecto son el conjunto de tolvas cat MSD II de camiones cat 793 en las diferentes empresas mineras de la región Cajamarca.

### **Muestra:**

Es el subconjunto de la población y para este caso es el modelo de tolva cat MSD II de los camiones cat 793 cuyo mantenimiento está a cargo la empresa GUVI Servis EIRL, en Cajamarca.

## **3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

### **TÉCNICAS**

#### **Observación**

Aplicado directamente al trabajo de instalación y desmontaje manual de soportes de retención para mantener la tolva montada y levantada antes de realizar la inspección y trabajos de mantenimiento en chasis de un camión cat 793, en la empresa GUVI Servis EIRL.

## **Fotografía.**

Esta técnica sirvió para detallar la evidencia visual obtenida en la recolección de datos del proceso de mantenimiento de camiones mineros en las instalaciones de la empresa GUVI Servis EIRL.

## **Entrevista estructurada**

Aplicado principalmente al recurso humano que trabaja en el área de mantenimiento mina encargado de instalar y desinstalar los soportes de retención de tolva de los camiones cat 793 en la empresa GUVI Servis EIRL.

## **Cuestionario**

Se planteo un conjunto de preguntas, las cuales están plasmadas sobre una cedula, cuya finalidad es recopilar información referente a la necesidad de diseño de nuevos soportes de retención de tolva y así poder verificar la hipótesis.

## **Revisión documentaria**

En el informe de investigación se usó distintas bases de datos especializadas lo cual está articulado a la revisión de documentación, referente a la problemática, teorías e investigaciones previas relacionadas al tema de diseño soporte de retención de tolva cat MSD II para mejorar la disponibilidad de un camión cat 793 en la empresa GUVI Servis EIRL, Cajamarca.

## **INSTRUMENTOS**

### **Ficha de Observación:**

Consiste en describir y explicar la información obtenida directamente del área de mantenimiento de camiones mineros y el proceso de instalación y desmontaje de soportes de retención de tolva cat MSD II y los datos obtenidos pueden ser visualizados en el **(Anexo 07)** del presente informe de investigación.

### **Guía de entrevista:**

Antes de realizar la entrevista se dispuso de una serie de preguntas plasmadas en papel, las cuales se les formulo a las personas involucradas en el trabajo de campo acerca de lo que piensan con respecto al proceso actual de instalación y desmontaje de soportes de retención de tolva en los camiones cat 793. ¿Qué cree usted acerca de...? ¿Cuál es su opinión sobre...? ¿Cómo se siente usted ante esa situación?, además preguntas sobre (experiencias, comportamientos, acciones y actividades).

### **Cedula de cuestionario:**

conjunto de hojas impresas que no precisa datos personales del encuestado, las cuales contienen preguntas, ítems o reactivos aplicado al personal involucrado en el área de manteniendo en la empresa GUVI Servis EIRL, referidos al nivel de necesidad del diseño de soporte de retención de tolva cat msd II para mejorar la disponibilidad de un camión cat 793.

## **VALIDEZ Y CONFIABILIDAD**

### **validez**

las técnicas e instrumentos utilizados en la investigación demuestran su valides porque no son improvisadas y fueron adecuadas de acuerdo a la edad, nivel educativo, nivel ocupacional de las personas involucradas en el tema de investigación, además por su eficacia o sea que representa lo que se quiere medir y refleja el contenido determinado en la investigación.

### **Confiabilidad**

las técnicas e instrumentos son confiables porque se aplicaron en distintos escenarios en condiciones similares y los resultados no presentaron variaciones significativas.

### **3.5 Procedimientos**

Para la recolección de datos se utilizaron instrumentos mencionados y especificados anteriormente, los datos recolectados están plasmados en estos documentos y se obtuvieron principalmente mediante la interacción presencial entre los profesionales y técnicos encargados y el investigador dentro del área de mantenimiento de camiones mineros cat 793 en la empresa GUVI Servis EIRL.

Antes de aplicar los instrumentos de recolección de datos al personal involucrado en tareas relacionadas al tema de investigación es necesario contar con la aprobación de la empresa donde se está ejecutando el proyecto, la misma que realiza las coordinaciones con la supervisión para luego de ello ingresar al área de operaciones.

La recolección de datos se obtuvo mediante interacciones verbales, fotografías y hojas borrador. Estos datos obtenidos son validados por la supervisión y personal técnico especializado para finalmente ser plasmados en los documentos oficiales que se pueden visualizar en los anexos del informe de investigación.

Finalmente, todos los documentos cuentan con datos reales del personal involucrado en el proceso de obtención de datos, aquí podemos mencionar al personal técnico, al supervisor del área, el observador, además de la firma y sello de la gerencia general de la empresa.

### **3.6 Método de análisis de datos**

#### **Análisis descriptivo**

Tomando en cuenta el diseño de soporte de retención de tolva cat MSD II para optimizar tiempos de mantenimiento preventivo en chasis de camión cat 793 en la empresa GUVI Servis EIRL Cajamarca, se recopiló información del lugar

afectado por la problemática, seguidamente se organizó, tabulo y describió los resultados obtenidos.

### **Simulación en software de diseño mecánico – Solid Works versión 2018.**

las pruebas de diseño a partir de la Simulación y sus funciones se transformaron en un elemento fundamental en el diseño del nuevo soporte de retención de tolva cat MSD II, ahorrando así costos y tiempo durante el desarrollo del proyecto.

Mediante este método de análisis de datos se realizó el análisis de esfuerzos, deformaciones, desplazamientos y el factor de seguridad, por consiguiente, se logró reducir la realización de prototipos costosos, dando fin a trabajos repetitivos y las demoras.

### **3.7 Aspectos éticos**

La investigación se realizó con un gran índice de responsabilidad y con la mayor objetividad posible, Las personas involucradas en la recolección de datos participaron y brindaron sus conocimientos a voluntad propia, sin ningún tipo de soborno o exigencia.

En la investigación se involucran grandes responsabilidades como no tratar de engañar a la ciencia y a la conciencia social, proteger y guardar la identidad de las personas involucradas, el respeto social – ambiental y a la propiedad intelectual, plena honestidad y la necesidad de llegar al fondo de las cosas.

## IV. RESULTADOS

### 4.1 Diagnosticar el proceso actual de mantenimiento de chasis y la disponibilidad de un camión CAT 793 en la empresa GUVI SERVIS EIRL.

#### Descripción general de la empresa

la empresa GUVI Servis EIRL, se encuentra ubicada en Jr. José Olaya # 274 - Cajamarca, se caracteriza por estar comprometida con la Seguridad y Salud desde el año en que empezó sus operaciones en 2005, los colaboradores son especialistas y están capacitados para prestar servicios en las áreas de Mantenimiento Electro Mecánico, Ingeniería, Fabricación y Montaje de gran escala para la Minería, Refinería, Gas y Energía, así como Maestranza, Soldaduras Especiales y desarrollo de proyectos.



Figura 02. Fabricación de estructuras capacidad para 800 Tn mensuales.

Fuente: instalaciones GUVI Servis E.I.R.L.



*Figura 03.* Servicio de mantenimiento electromecánico.

Fuente: instalaciones GUVI Servis E.I.R.L.

Para el mantenimiento de camiones mineros cat 793 en la empresa GUVI Servis E.I.R.L, en ocasiones se tiene que realizar con la tolva montada y levantada esto genera un peligro potencial para el personal que realiza estas tareas y que se encuentra en entre el chasis y la tolva levantada.



*Figura 04.* Trabajo de mantenimiento de chasis con tolva montada y levantada en camión cat 793.

Fuente: área de mantenimiento Empresa GUVI Servis E.I.R.L.

## Proceso actual de mantenimiento de chasis de un camión cat 793 en la empresa GUVI Servis EIRL - Cajamarca.

Antes de empezar cualquier labor de mantenimiento se debe haber controlado los riesgos de acuerdo a los estándares Generales de seguridad de la empresa, solo así se podrá a ejecutar las tareas.

### 1º. traslado de los soportes

El proceso de mantenimiento de chasis se inició con el traslado de los soportes de retención de tolva comúnmente llamados tacos (Ver Figura 5 ) y las escaleras de acenso al chasis del camión cat 793 desde el almacén hacia el área de mantenimiento de camiones mineros, para dicho proceso es necesario la utilización de vehículos de transporte e izaje de cargas tales como montacargas ya sea motorizado o manual, la medición de los tiempos se realizó mediante observación directa para lo cual se elaboró una ficha de observación que se puede visualizar en el (Anexo 7).

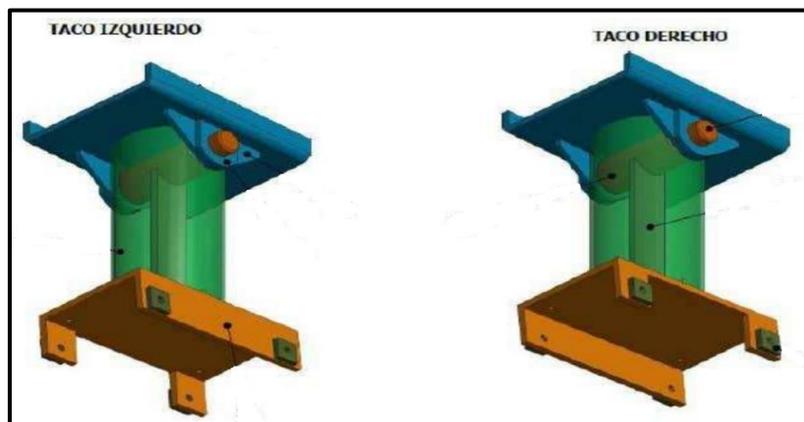


Figura 05. Modelo de soportes de retención actuales.

Fuente: (Fisac, 2016).

**2º.** Ubicar los soportes de retención, instalar escaleras de acenso.

En el segundo paso se ubicó los soportes de retención lo más cercano posible al lugar de instalación, estos soportes tienen un peso aproximado de 48 a 50 kg (Ver Figura 4), para el traslado de los tacos de tolva se utiliza un montacargas dotado de elementos de izaje, posteriormente se procede a instalar las escaleras de acenso la cual nos permitió subir a la manipulación y colocación de dichos soportes entre el chasis y la tolva del camión cat 793.



*Figura 06.* Representación de soportes de retención y la escalera de acenso.

Fuente: área de mantenimiento Empresa GUVI Servis E.I.R.L.

**3º.** Subir los soportes de retención hacia su lugar de instalación entre el chasis y tolva.

Luego de haber instalado correctamente las escaleras los operarios realizaron el proceso de acenso de los soportes de retención hacia su lugar de instalación (ver Figura 5), este proceso es el más crítico ya que los soportes de retención son pesados y se tienen que subir e instalar a pulso; he aquí se aprecia un problema de caída de los soportes y atrapamiento de manos y dedos.



*Figura 07. Acenso hacia la instalación de soportes entre el chasis y la tolva camión cat 793.*

Fuente: área de mantenimiento Empresa GUVI Servis E.I.R.L.

#### **4º. Instalar soportes de retención.**

Se ubico y sujeto los soportes de retención en el lugar correcto, seguidamente se bajó la tolva y quedo sostenida sobre los soportes de retención.

#### **5º. Mantenimiento de chasis**

El proceso final después de haber instalado correctamente los soportes de retención de tolva es el mantenimiento de chasis, en dicho proceso los operarios hacen trabajos diversos tales como: reparación total o parcial de planchas de blindaje y partes averiadas, reparación de fisuras, inspección de soldadura mediante ensayos no destructivos, etc. (Ver figura 6) los tiempos de las diferentes actividades son variados de acuerdo al trabajo y al nivel de daño del equipo.



Figura 08. Operaciones realizadas durante el mantenimiento de chasis camión cat 793.

Fuente: área de mantenimiento Empresa GUVI Servis E.I.R.L.

En el desarrollo de la presente tesis no nos enfocamos en los tiempos de los distintos trabajos que se realizaron en el chasis de los camiones cat 793 a cargo del personal de la empresa GUVI Servis E.I.R.L – Cajamarca, ya que como se mencionó anteriormente son variados y dependen de la actividad y la severidad de daño del equipo, los datos que influyen directamente a cumplir el objetivo general “Diseñar un soporte de retención de tolva cat MSD II de capacidad de 30 Tn que permita mejorar la disponibilidad de un camión cat 793 en la empresa GUVI Servis EIRL Cajamarca” son los tomados a partir del traslado de soportes y escaleras desde el almacén hasta la instalación de los soportes actuales de retención entre el chasis y la tolva.

**Tabla 02.** Resumen general de tiempos por actividad del Proceso actual de mantenimiento de chasis de un camión CAT 793 en la empresa Guvi Servis E.I.R.L, - Cajamarca.

Actividad	Recurso humano/ N° personas	Tiempo / horas
1. Trasladar escaleras y soportes de retención.	2	1.50
2. Instalar escaleras de acenso.	2	0.50
3. Subir los soportes de retención, hacia el lugar de instalación.	4	1.00
4. Instalar los soportes de retención.	4	1.00
5. Realizar trabajos de mantenimiento en chasis.	4	-
Total,	4	4.00

Fuente: elaboración propia.

#### 4.2 Determinar los parámetros de diseño del nuevo soporte de retención de tolva cat MSD II de camión cat 793.

Para definir el diseño del soporte de retención de tolva Cat MSD II para mejorar la disponibilidad de un camión Cat 793 en la empresa GUVI Servis E.I.R.L Cajamarca se determinó los siguientes parámetros expresados en el gráfico siguiente:



Figura 09. Tacos de tolva actuales.

Fuente: elaboración propia.



Figura 10. Especificaciones de diseño.

Fuente elaboración propia.

Todos los parámetros que se muestran en el gráfico permitieron el diseño óptimo del nuevo soporte de retención de tolva Cat MSD II los cuales se especifican a continuación.

### **GEOMETRÍA DEL SOPORTE.**

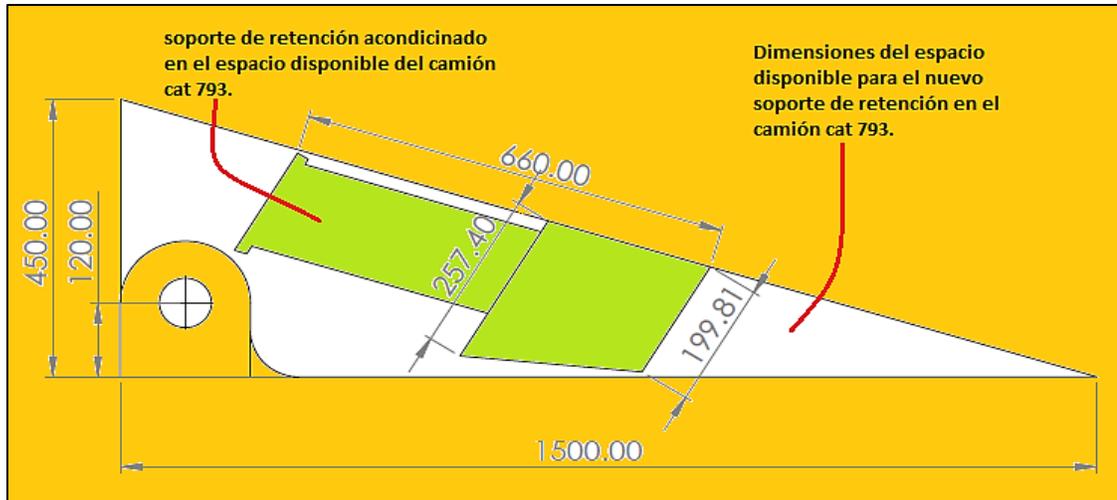
Para el diseño del nuevo soporte de retención la empresa contratista minera Yanacocha SRL estableció que debe formar parte de la tolva, en consecuencia, poder eliminar los tiempos de traslado he instalación de los soportes de retención.

La geometría y las dimensiones de largo, ancho y espesor del nuevo soporte de retención están restringidos por el espacio disponible entre el chasis y la tolva ya sea cuando la tolva está levantada o totalmente retraída sobre el chasis, por ello es necesario tomar en cuenta el lugar o espacio donde instalar el soporte, en la figura 11, se detalla el espacio disponible entre la tolva y chasis del camión cat 793,



*Figura 11.* Detalle del espacio disponible para el nuevo soporte en el camión cat 793.

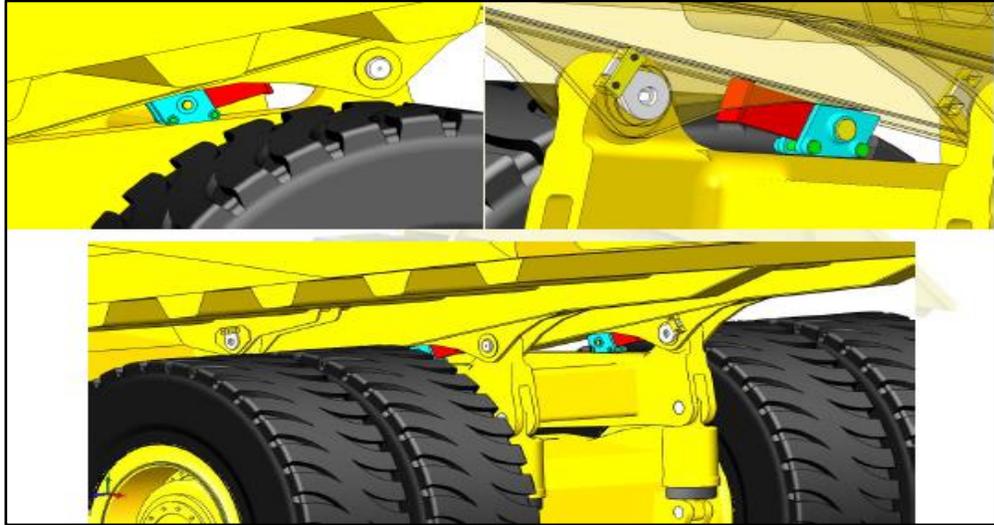
Fuente: (CATERPILLAR, 2020).



*Figura 12.* Detalle de dimensiones del espacio disponible con la silueta del nuevo soporte de retención.

Fuente: elaboración propia.

En la figura 12 se observa la restricción de medidas para el nuevo soporte de retención, dichas medidas fuerón tomadas in situ en el camion cat 793 y apartir de ello tenemos que realizar el dimensionamiento de soporte.



*Figura 13.* Soporte de retención acondicionado en el espacio disponible de camión cat 793.

Fuente: elaboración propia.

De igual manera se consideró las dimensiones tomadas del espacio disponible con la tolva levantada sobre el chasis, estas dimensiones permitieron determinar la longitud total del soporte como se muestra en la figura 14.



Figura 14. Detalle de la longitud del soporte con la tolva totalmente levantada

Fuente: elaboración propia.

Finalmente, de acuerdo a las dimensiones obtenidas de los espacios disponibles entre el chasis y la tolva del camión cat 793 se determinó la geometría adecuada del nuevo soporte de retención de tolva tales como: largo, ancho y el espesor total.

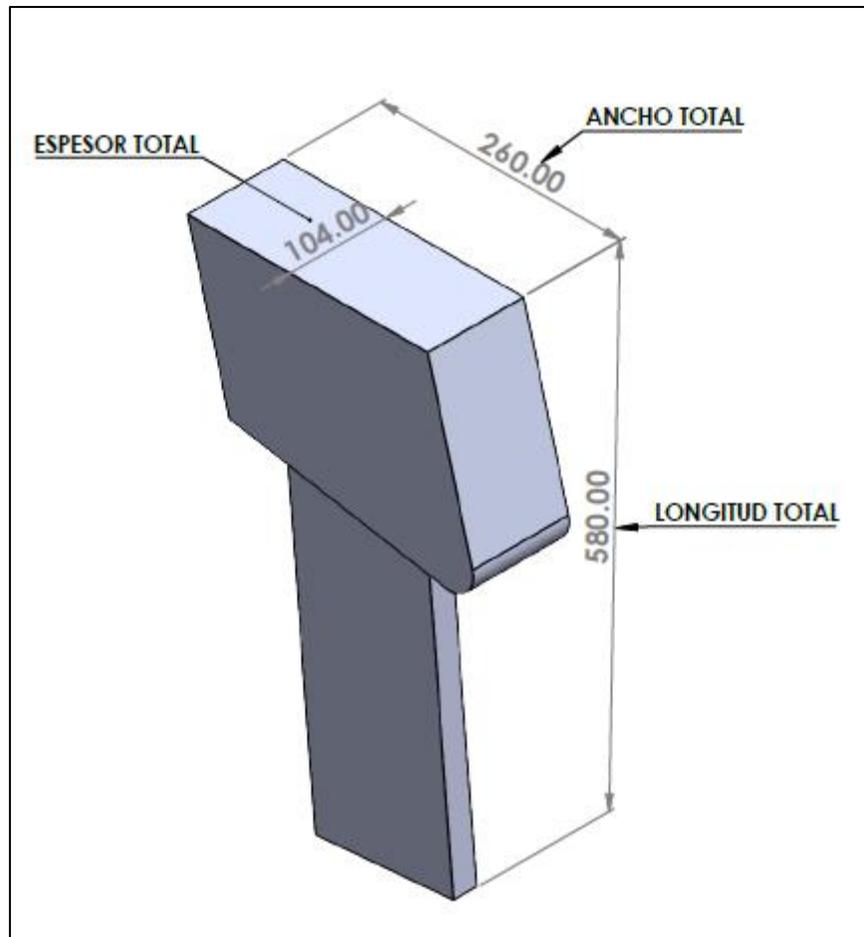


Figura 15. Detalle de dimensiones generales de largo, ancho y espesor del nuevo soporte de retención de tolva cat MSD II para camiones cat 793.

Fuente: elaboración propia.

## MATERIALES

para la selección de los materiales se tomó en cuenta sus propiedades mecánicas, rendimiento, características técnicas y sus aplicaciones generales en la industria metalmecánica y fabricación de elementos de máquina.

✓ **AISI 1045.** (anexo 4)

aplicaciones: partes de maquinaria y repuestos sometidos a esfuerzos normales, arboles de transmisión, ejes, pernos, etc.

Este tipo acero fue utilizado en el diseño de las bocinas de sacrificio del soporte, por tener buenas propiedades mecánicas y excelente soldabilidad (VOESTALPINE HIGH PERFORMANCE METALS DEL PERÚ S.A., 2020).

✓ **AISI: ~ 4340 H.** (anexo 05)

aplicaciones: partes de maquinaria y repuestos sometidos a muy altos esfuerzos y altas exigencias mecánicas.

Este tipo acero fue utilizado en el diseño de los pines (principal y secundarios) por ser altamente resistente a la tracción, torción y a cambios de flexión (VOESTALPINE HIGH PERFORMANCE METALS DEL PERÚ S.A., 2020).

✓ **Plancha metálica (ASTM A514)** (anexo 6)

aplicaciones: equipos para construcción, brazos de grúas, elevadores de hombro móviles, elementos estructurales de puentes grúas.

Este tipo acero fue utilizado en el diseño de la plancha pivotante por ser especial para estructuras que requieren un alto límite elástico combinado con una buena conformabilidad y dureza (MIROMINA, 2015).

Dentro de la labor de correcta selección de materiales se utilizó el manual de aceros especiales de la marca böhler ya que esta marca es reconocida por ofrecer la máxima calidad en venta, asesoría técnica, corte y distribución de aceros especiales en toda sus geometrías y formas a nivel mundial.

## **CAPACIDAD DE CARGA DEL SOPORTE**

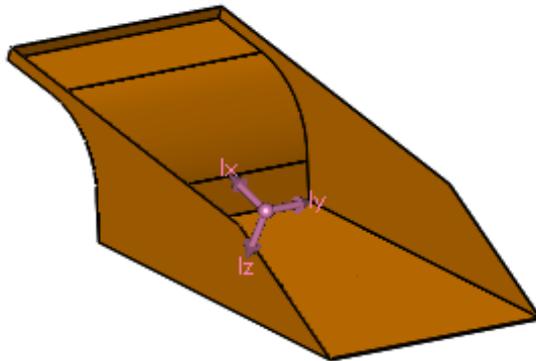
La capacidad de carga del nuevo soporte está relacionada directamente al peso que este va a sostener y se determinó tomando en cuenta el peso de la tolva cat msd II, la cual está establecida en el manual del fabricante.

**Tabla 03.** Gamas de pesos en estructuras camión cat 793d.

Peso bruto de la maquina en operación	383.749 kg	846.000 lb
Peso del chasis	116.707 kg	257.294 lb
Gama de pesos de la caja	21.795 – 54.431 kg	48.050 – 120.000 lb

Fuente: (CATERPILLAR, 2020).

la capacidad de carga neta del soporte de retención se realizó mediante el cálculo estático del momento debido a que la ubicación del centro de masa de la tolva no coincide con el centro de masa del soporte.



peso = 29632.370 kilogramos.

Volumen = 3588619479.185 mm<sup>3</sup>

Área de superficie = 284016979.238 mm<sup>2</sup>

Centro de masa: (milímetros)

X = 0.000

Y = 1205.70

Z = 6512.84

*Figura 16. Diseño de cálculo estático.*

Fuente: elaboración propia.

### DIAGRAMA DE CUERPO LIBRE CÁLCULO DEL MOMENTO EN “A”

El cálculo de la reacción RA representa en peso neto que va sostener el nuevo soporte de retención, las longitudes expresadas en el diagrama están de acuerdo a la distancia de los puntos de apoyo hasta el centro de masa de la tolva.

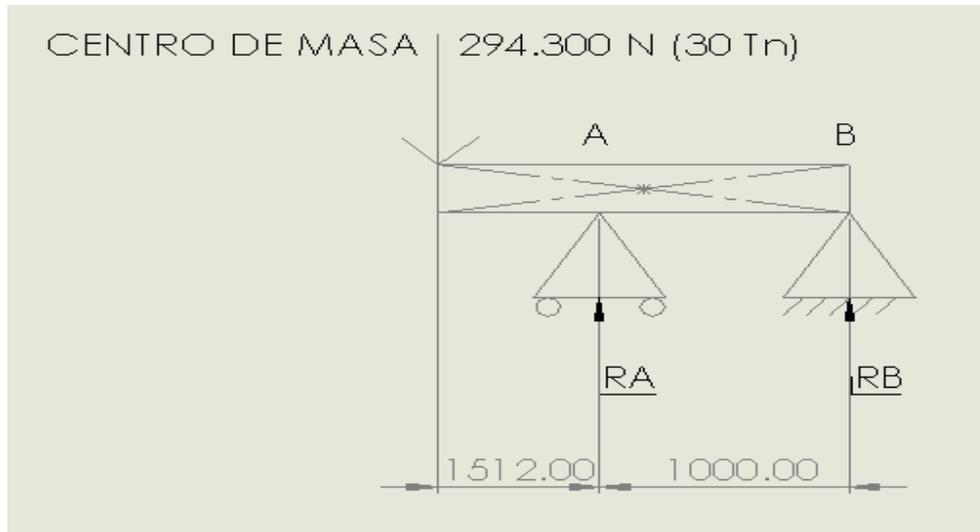


Figura 17. Centro de masa.

Fuente: elaboración propia.

Para RA:

$$\sum F=0$$

$$294300 (1512) - RA (1000) = 0$$

$$444981600 - 1000 RA = 0$$

$$RA = 444981.6 \text{ N}$$

Por lo tanto, el peso neto que debe soportar el nuevo soporte de retención de tolva es **444981.6 N**, lo que es equivalente a **45.3 Tn**.

#### 4.3 Selección del tipo de material del soporte de retención de tolva CAT MSDII mediante la simulación haciendo uso de un software CAD de diseño en 3 tipos de acero comercial nacional.

El dimensionamiento de cada una de las partes que componen el soporte de retención se realizó mediante el uso del software de diseño SolidWorks versión 2018 y la selección de los materiales está de acuerdo a sus características mecánicas, cálculo de esfuerzos y sus aplicaciones.

Partes y materiales del soporte de retención:

- ✓ Bocinas (böhler H - AISI 1045)
- ✓ Pines (böhler VCN - AISI: - 4340 H)
- ✓ Planchas metálicas (ASTM - A514)

Características mecánicas y aplicaciones de los materiales seleccionados (Ver anexos 3,4,5y6)

a continuación, se realizó el cálculo de esfuerzos en la estructura principal del soporte de retención, con el mismo material de construcción de la tolva (ASTM A514) para obtener un alto grado de soldabilidad al momento de unir el nuevo soporte a la tolva.

### **Cálculo de esfuerzos para determinar el uso de plancha ASTM A514.**

Se calculó el esfuerzo por compresión de la geometría principal del soporte.

**Material - plancha estructural (ASTM A514, 1" espesor, Y = 200 GPa)**

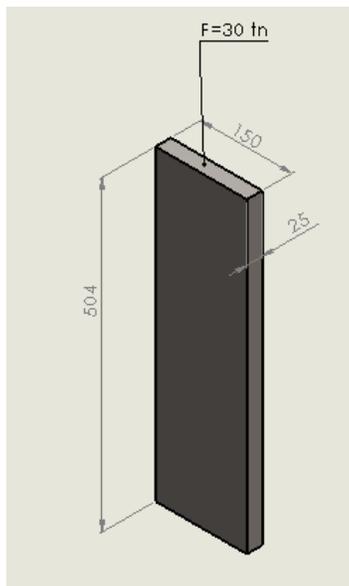


Figura 18. Plancha estructural (ASTM A514).

Fuente: elaboración propia.

1° cálculo del área

$$A = 0.15 \text{ m} \times 0.025 \text{ m}$$

$$A = 0.00375 \text{ m}^2$$

2° cálculo de fuerza

$$F = m \times g$$

$$f = 45300 \text{ kg} \times 9.81 \text{ m/s}^2$$

$$F = 444981.6 \text{ N}$$

3° cálculo de esfuerzo promedio

$$E = F / A$$

$$E = \frac{444981.6 \text{ N}}{0.00375 \text{ m}^2} = 118.66 \text{ MPa}$$

4° cálculo de desplazamiento

$$E = Y \left( \frac{\delta}{L} \right)$$

$$\delta = E \left( \frac{L}{Y} \right)$$

$$\delta = 118661760 \text{ Pa} \left( \frac{0.504 \text{ m}}{200 \times 10^9 \text{ Pa}} \right)$$

$$\delta = 0.00029 \text{ mm}$$

Los datos obtenidos en el cálculo concuerdan con el resultado de simulación en Solid Works, por lo tanto, es positivo el uso del material seleccionado, a continuación, los resultados del análisis estático en SolidWorks.

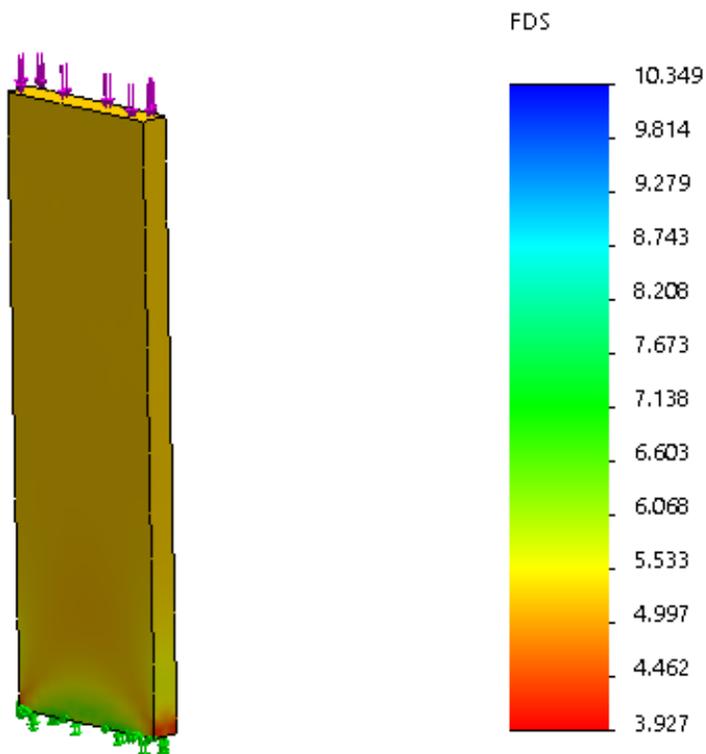


Figura 19. Análisis estático de Plancha estructural.

Fuente: elaboración propia.

En el análisis estático mostrado en la imagen se aplicó la carga de 45.3 Tn con las dimensiones de estructura principal del nuevo soporte y se observa que el factor de seguridad mínima es de 3.9 lo cual es aceptable para el diseño.

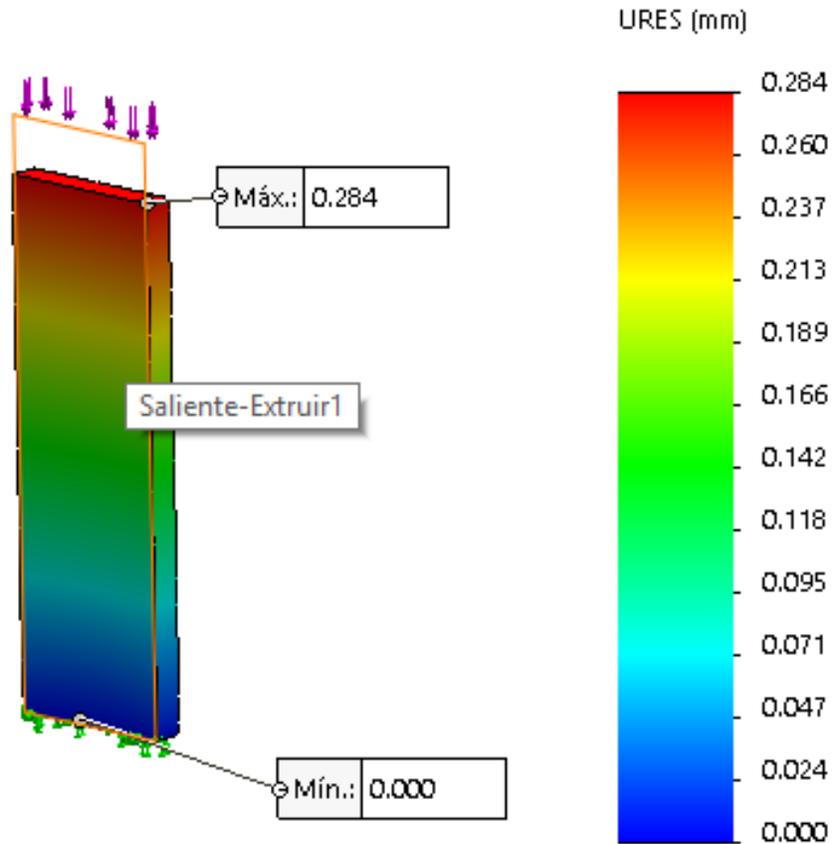


Figura 20. Análisis estático de desplazamiento.

Fuente: elaboración propia.

Se observa el resultado del análisis estático de desplazamiento es de 0.000 mm y en el cálculo se obtuvo 0.00029 mm

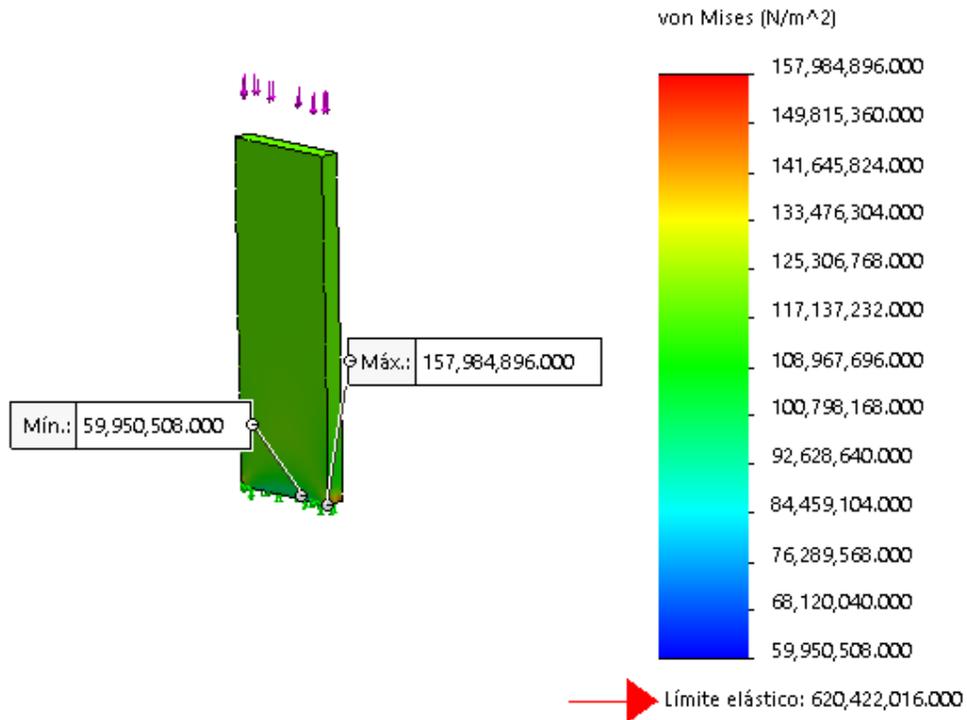


Figura 21. Esfuerzo de límite estático.

Fuente: elaboración propia.

Se observa el esfuerzo promedio concuerda con los resultados del cálculo 118.66 MPa.

De acuerdo a los datos obtenidos en el cálculo de esfuerzo y las pruebas de simulación realizadas en el software de diseño mecánico SolidWorks podemos asumir que el material propuesto (ASTM - A514) es aplicable para el soporte de retención.

Uno de los datos relevantes para el diseño es el factor de seguridad que se obtuvo el cual es de 3.9, de acuerdo a la norma peruana de diseño establece 2.0, por lo tanto, con el factor de seguridad obtenido es correcto el dimensionamiento y el material del soporte de retención.

## **Simulación en el software de diseño Solid Works con diferentes materiales y diferentes espesores y diámetros.**

Para realizar la simulación en el software de diseño **SolidWorks**, primero se seleccionó los materiales adecuados para cada una de las partes que conforman el soporte de retención, luego del dimensionado y selección del material se realizó el análisis estático, lo cual nos da como resultado 4 tipos de análisis:

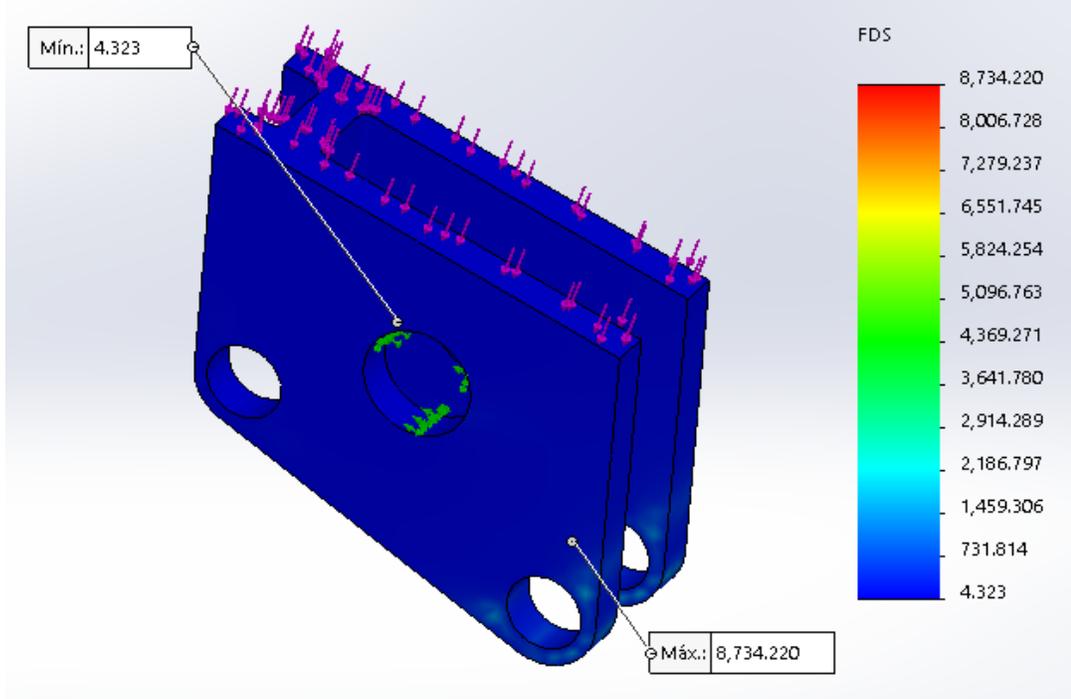
1. Tensiones
2. Deformaciones unitarias
3. Desplazamientos
4. Factor de seguridad

En el diseño de los componentes mecánicos del soporte de retención es fundamental el **factor de seguridad** para validar nuestros modelos y evitar fallas al exceder las cargas nominales del diseño. Generalmente los diseños óptimos requieren un factor de seguridad de 2 como mínimo aceptable (STUDYLIB, 2020).

A continuación, se presentan los resultados del análisis estático – factor de seguridad con distintos materiales y diferentes espesores de los cuales para el diseño final se tomaron los que en sus resultados el factor de seguridad no sea menor a 2, para que el diseño sea considerado aceptable.

**Tabla 04.** Análisis estático de base principal (ASTM A514 - ESPESOR: 1”).

Nombre	Tipo	Mín. / Máx.	Material.
Factor de seguridad.	Tensión de von Mises máx.	4.323 / 8734.22.	ASTM A514.



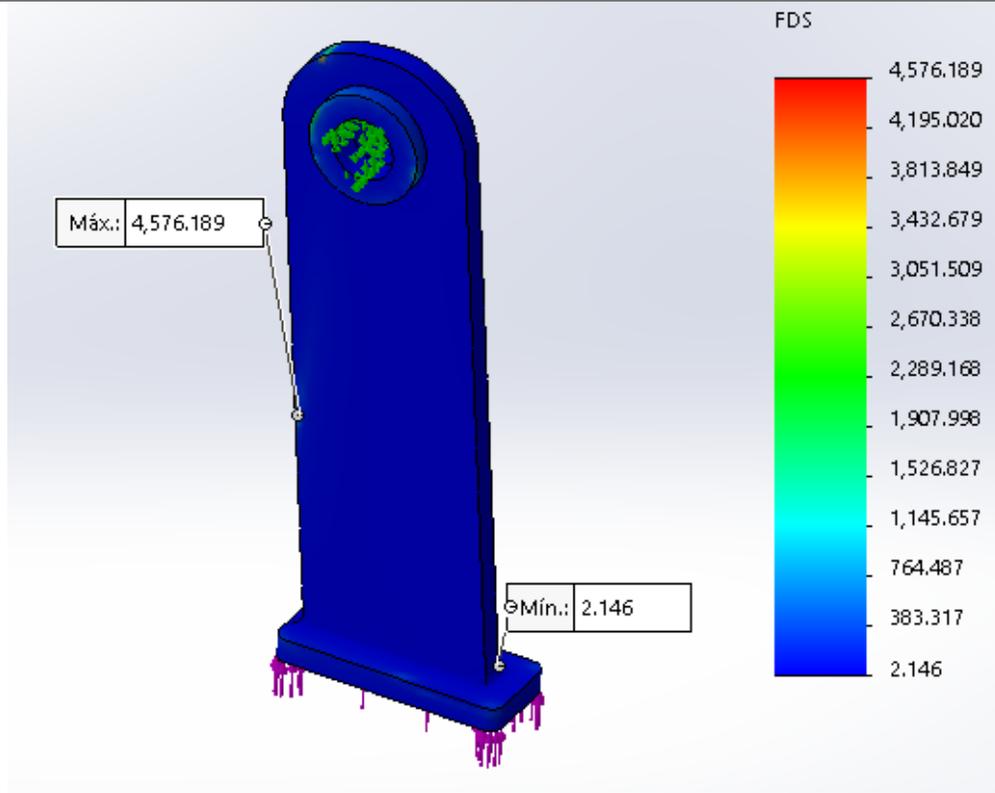
**Base principal** - Análisis estático 1 – factor de seguridad - factor de seguridad 1.

Fuente: elaboración propia.

El material seleccionado para este análisis estático (factor de seguridad) de el elemento de maquina **base principal** es ASTM A514 con espesor de 1 pulgada, se aplicó la carga de 45.3 Tn y como se observa en la tabla de resultados el factor de seguridad mínimo es de 4.323, lo que demuestra que las dimensiones, el material y el espesor del componente es viable para el diseño del nuevo soporte de retención de tolva cat MSD II.

**Tabla 05.** Análisis estático de plancha pivotante (ASTM A514 - ESEPSOR: 1”).

Nombre	Tipo	Mín. / Máx.	Material.
Factor de seguridad.	Tensión de von Mises máx.	2.146 / 4576.189	ASTM - A514.



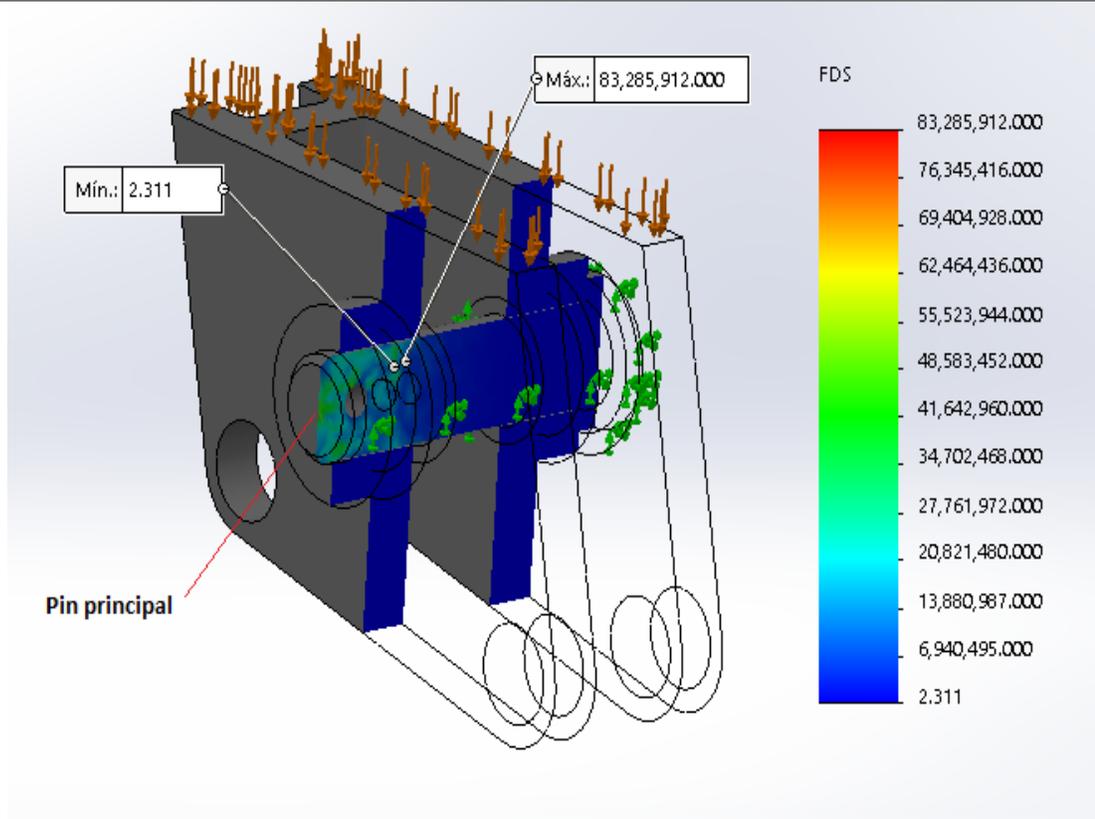
**plancha pivotante** - Análisis estático 1 – factor de seguridad - factor de seguridad 1.

Fuente: elaboración propia.

El material seleccionado para este análisis estático (factor de seguridad) de el elemento de maquina **plancha pivotante** es ASTM A514 con espesor de 1 pulgada, se aplicó la carga de 45.3 Tn y como se observa en la tabla de resultados el factor de seguridad mínimo es de 2.146, lo que demuestra que las dimensiones, el material y el espesor del componente es viable para el diseño del nuevo soporte de retención de tolva cat MSD II.

**Tabla 06.** Análisis estático de pin principal (AISI ~ 4340 H – DIÁMETRO: 49 mm).

Nombre	Tipo	Mín. / Máx.	Material.
Factor de seguridad.	Tensión de von Mises máx.	2.311 / 83285912.00	AISI: ~ 4340 H



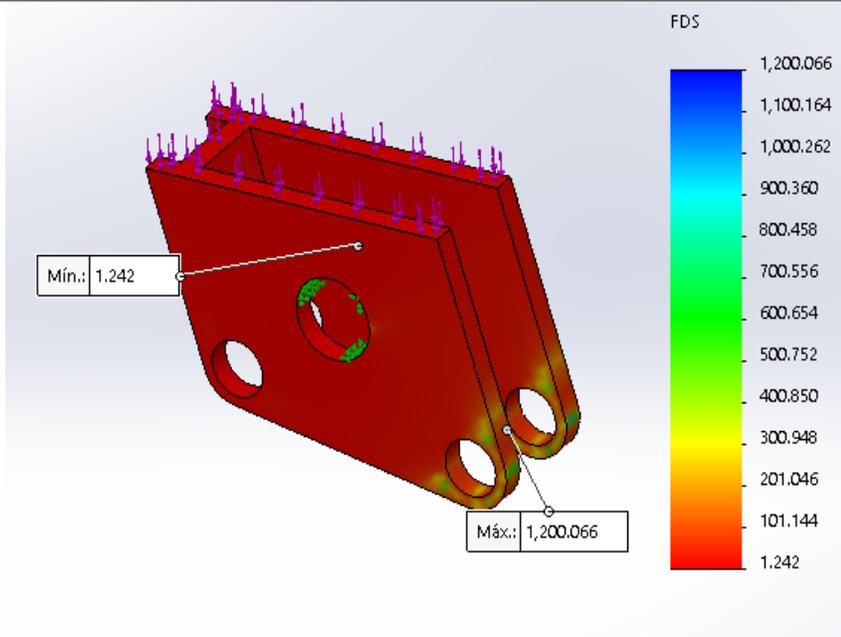
**Pin principal** - Análisis estático 1 – factor de seguridad - factor de seguridad 1.

Fuente: elaboración propia.

El material seleccionado para este análisis estático (factor de seguridad) de el elemento de maquina **pin principal** es AISI 4340 con diámetro 49 mm, se aplicó la carga de 45.3 Tn y como se observa en la tabla de resultados el factor de seguridad mínimo es de 2.311, lo que demuestra que las dimensiones, el material y el diámetro del componente es viable para el diseño del nuevo soporte de retención de tolva cat MSD II.

**Tabla 07.** Análisis estático de base principal (ASTM A36 - ESEPSOR: 3/4").

Nombre	Tipo	Mín. / Máx.	Material.
Factor de seguridad.	Tensión de von Mises máx.	1.242 / 1200.066.	ASTM – A36.



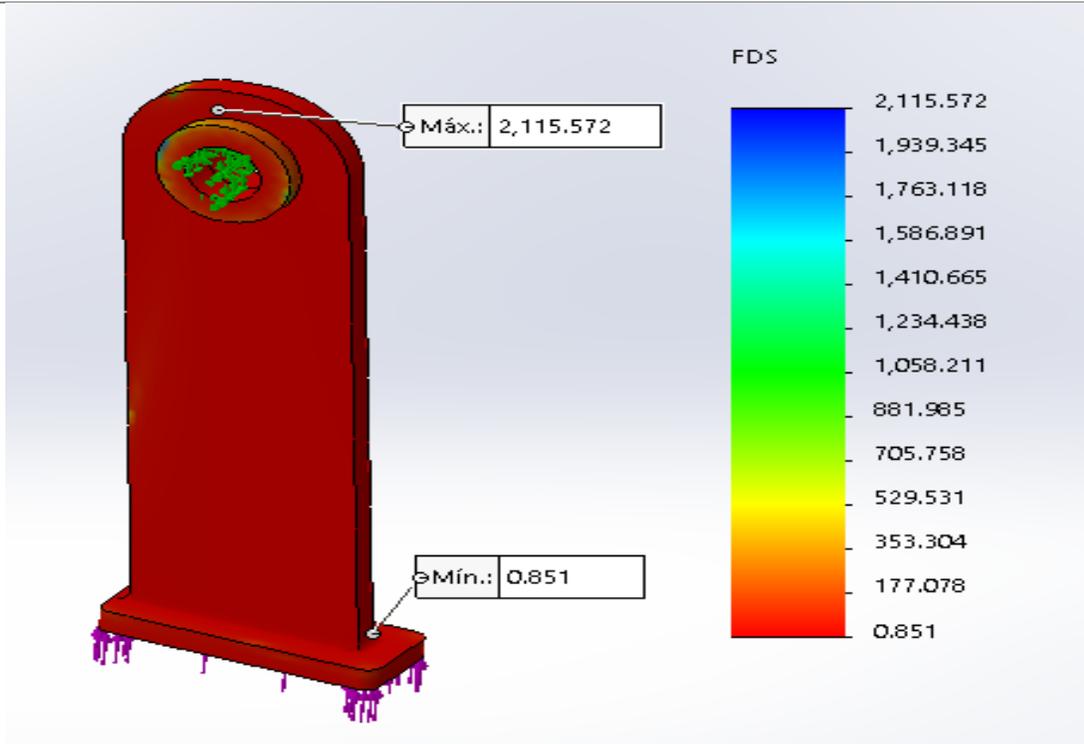
**Base principal** - Análisis estático 1 – factor de seguridad - factor de seguridad 1.

Fuente: elaboración propia.

El material seleccionado para este análisis estático (factor de seguridad) de el elemento de maquina **base principal** es ASTM A36 con espesor de ¾ pulgada, se aplicó la carga de 45.3 Tn y como se observa en la tabla de resultados el factor de seguridad mínimo es de 1.242, lo que demuestra que las dimensiones, el material y el espesor del componente es deficiente para el diseño del nuevo soporte de retención de tolva cat MSD II.

**Tabla 07.** Análisis estático de plancha pivotante (ASTM A36 - ESEPSOR: 3/4”).

Nombre	Tipo	Mín. / Máx.	Material.
Factor de seguridad.	Tensión de von Mises máx.	0.851 / 2115.572.	ASTM – A36.



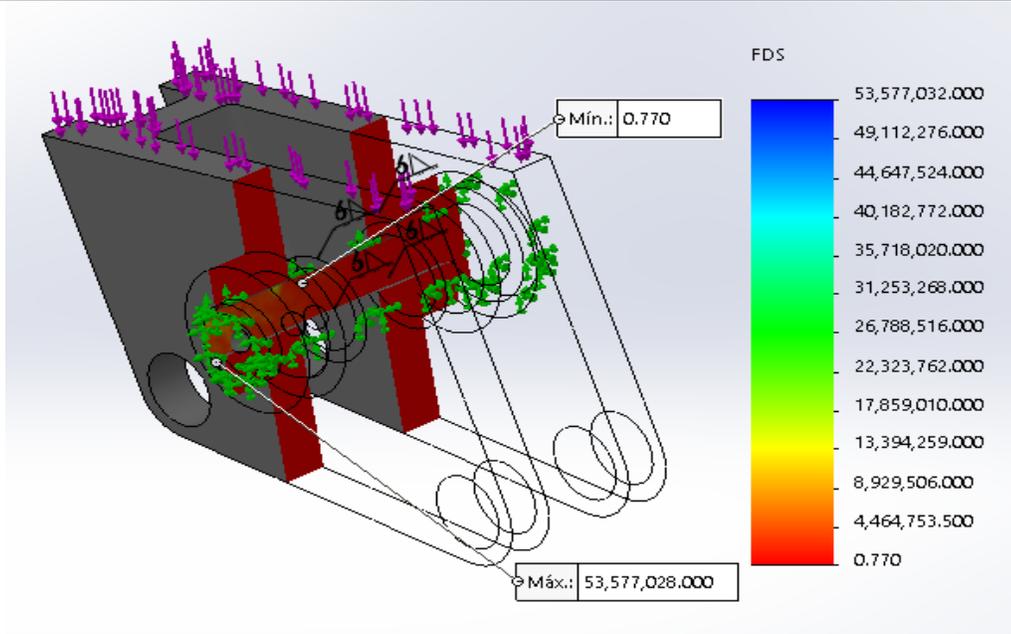
**PanCHA pivotante** - Análisis estático 1 – factor de seguridad - factor de seguridad 1.

Fuente: elaboración propia.

El material seleccionado para este análisis estático (factor de seguridad) de el elemento de maquina **plancha pivotante** es ASTM A36 con espesor de 3/4 pulgada, se aplicó la carga de 45.3 Tn y como se observa en la tabla de resultados el factor de seguridad mínimo es de 0.851, lo que demuestra que las dimensiones, el material y el espesor del componente es deficiente para el diseño del nuevo soporte de retención de tolva cat MSD II.

**Tabla 08.** Análisis estático de pin principal (AISI 1045 – DIAMETRO: 49 mm).

Nombre	Tipo	Mín. / Máx.	Material.
Factor de seguridad.	Tensión de von Mises máx.	0.770 / 53577032.00	AISI 1045



**Pin principal** - Análisis estático 1 – factor de seguridad - factor de seguridad 1.

Fuente: elaboración propia.

Se observa los análisis estáticos de las 3 partes principales que conforman el nuevo soporte de retención de tolva cat msd II (base principal, plancha pivotante y el pin principal), donde de acuerdo al tipo de material y a las diferentes dimensiones los resultados varían considerablemente, por lo tanto, los materiales adecuados para el diseño son aquellos cuyo factor de seguridad no sea menor a 2 y son:

- ✓ planchas metálicas ASTM A514 – espesor 1”.
- ✓ pines AISI: ~ 4340 H - diámetro 49 mm.
- ✓ bocinas de desgaste AISI 1045.

Finalmente en base a los resultados de los análisis estáticos obtenidos en cada una de las partes que componen el nuevo soporte de retención de tolva se logró definir el diseño final del nuevo soporte de retención de tolva cat msd II, el cual se puede apreciar a continuación:

#### DISEÑO DE SOPORTE

- ✓ Material ASTM A514
- ✓ Capacidad de carga de un soporte: 45 Tn
- ✓ Capacidad de carga de un soporte: 90 Tn
- ✓ Peso de un soporte: 36.65 kg
- ✓ Peso de dos soportes: 73.30 kg
- ✓ Peso de manipulación: 15 kg

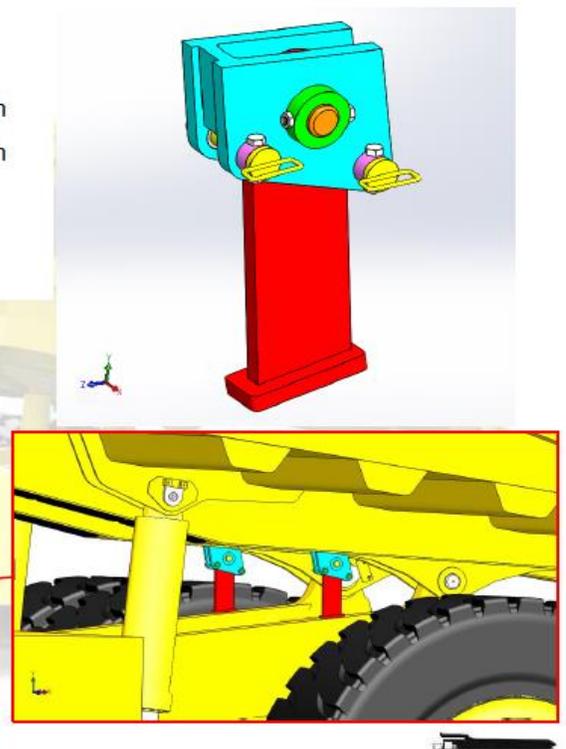


Figura 23. Vista de ubicaciones del soporte.

Fuente: elaboración propia.

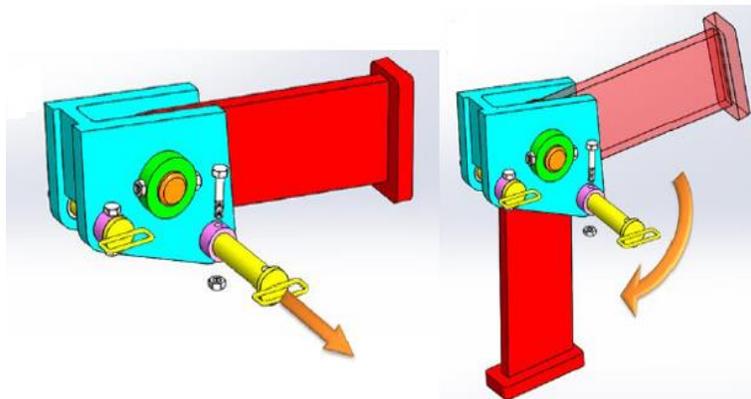


Figura 22. Vistas del soporte 3d.

Fuente: elaboración propia.

**4.4 Describir el proceso de fabricación del nuevo soporte de retención de tolva cat MSD II cumpliendo los estándares que conllevan su proceso, así como realizar las pruebas de diseño correspondientes.**

Para la fabricación del nuevo soporte de retención de tolva cat msd II se debe desarrollar 5 tareas principales y cada tarea se debe realizar de manera correcta y segura desde el comienzo hasta el final, aplicando la identificación de peligros, evaluación y control de riesgos (IPERC) el cual es una medida de control administrativo dentro de la aplicación de la Jerarquía de controles.

Antes de realizar cada tarea el personal involucrado en la fabricación, debe tener en cuenta los riesgos de fatalidad identificados dentro del área de operaciones de la empresa Guvi Servis EIRL Cajamarca y son los siguientes:

**Tabla 9:**Riesgos de fatalidad

RIESGOS DE FATALIDAD		CONTROLES CRÍTICOS
1. Contacto con electricidad		<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Aislamiento eléctrico</li> <li>➤ Dispositivos de protección eléctrica – Equipo portátil</li> <li>➤ Vigía – Líneas eléctricas de alto voltaje</li> </ul>
2. Liberación descontrolada de energía		<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Aislamiento de energía</li> <li>➤ Sistemas de liberación de sobrepresión</li> <li>➤ Inspección de integridad mecánica, pruebas y mantenimiento preventivo</li> </ul>
3. Caída de altura		<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Prevención de caídas/Sistemas de restricción</li> <li>➤ Protección de caída/Equipo anticaídas</li> <li>➤ Inspección y mantenimiento preventivo</li> </ul>
5. Caída de objetos a desnivel.		<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Dispositivos de contención y aseguramiento de objetos</li> <li>➤ Sistemas de contención</li> <li>➤ Barricadas y Zonas de Exclusión</li> </ul>

---

**8. Exposición a polvo respirable y sílice**



- Ambiente con sistema de extracción y ventilación
  - Baghouse (mangas de extracción de polvo)
  - Mantenimiento de Vías
  - Vigilancia médica (Examen médico preocupaciones y anual)
- 

Las tareas a realizar son las siguientes:

1. Habilitar materiales para la construcción del nuevo soporte de retención de tolva cat msd II.
  2. Mecanizar en el torno pines y bocinas que conforman el soporte de retención de tolva.
  3. Mecanizar en la fresadora plancha metálicas que conforman el soporte de retención de tolva.
  4. Soldar planchas metálicas y bocinas previamente mecanizadas.
  5. Ensamblar todos los elementos mecánicos que componen el soporte de retención
- 
1. **Habilitar materiales para la construcción del nuevo soporte de retención de tolva cat msd II.**

El conjunto de operaciones para habilitar los materiales del soporte de retención lo realiza 01 técnico soldador capacitado y especialista en el tipo de trabajo.

## Herramientas, equipos y materiales a utilizar:

---

Herramientas:	Equipos y Materiales:
<ul style="list-style-type: none"><li>• Wincha de 5,8 y 12 mts.</li><li>• Rieles metálicos para carro de corte</li><li>• Mesa de corte metálica</li><li>• Escuadras 12cm y 24cm</li><li>• Tizas calderero</li><li>• Compás metálico</li><li>• cincel</li><li>• Parantes delimitadores</li><li>• Llave francesa de 12"</li><li>• Llaves Mixtas de ½,9/16",3/4",1-1/2",</li><li>• Chispero</li><li>• Tachos para colillas</li><li>• Extensiones Eléctricas 440v y 220v Caña de calentar</li><li>• Letreros metálicos "ZONA DE EXCLUSIÓN"</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Esmeril angular de 9", 7" y 4.5".</li><li>• Discos de desbaste de 9", 7" y 4.5"</li><li>• Escobilla circular metálica de 4.5"</li><li>• Equipo de oxicorte completo</li><li>• Boquillas de corte</li><li>• Coche metálico para herramientas</li><li>• Bombos</li><li>• Carrito de corte (tortuga)</li><li>• Extensiones 220v</li><li>• Gas Oxígeno de 10m<sup>3</sup></li><li>• Gas Acetileno de 10Kg</li><li>• Extintor manual de 9Kg</li></ul>

---

Procedimiento:

---

<b>1º. VERIFICAR EL ÁREA Y LOS EQUIPOS ANTES DE INICIAR EL TRABAJO</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Identificar los riesgos de fatalidad y aplicar los controles. Inspeccionar el EPP y los equipos materiales herramientas a utilizar: equipo de oxicorte, carro de corte, cañas de corte</li><li>• Verificar que el área este delimitada y con carteles de ZONA DE EXCLUSION.</li></ul>
<b>2º. REALIZAR TRAZADO DE CORTE</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Ubicar la plancha de acero ASTM A514 sobre la mesa de corte.</li><li>• Con la tiza de caldero realizar los trazos de acuerdo a las dimensiones establecidas en los planos, dejando un margen de 5 mm de sobremedida para poder realizar trabajos de mecanizado.</li></ul>
<b>3º. CORTAR PLANCHAS METÁLICAS</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Ubicar el equipo oxiacetilénico a una distancia mínima de 3m con respecto a la mesa de trabajo.</li><li>• Realizar el proceso de oxicorte utilizándolos siguientes parámetros para una plancha de 25.4mm de espesor:<ol style="list-style-type: none"><li>1. Diámetro de la boquilla: 1.5 mm.</li><li>2. Presión de oxígeno en el soplete 2.5 Bar.</li><li>3. Velocidad de corte 10 m/h.bn0</li></ol></li></ul>
<b>4º. ELIMINAR REBABAS</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• El proceso de oxicorte genera rebabas y discontinuidades y el operario de corte debe eliminarlas, provisto de esmeriles angulares, cinceles y martillos, antes de pasar al área de maestranza.</li></ul>

---

## 2. Mecanizar en el torno pines y bocinas que conforman el soporte de retención de tolva.

El conjunto de operaciones para mecanizar en torno pines y bocinas del soporte de retención lo realiza 01 técnico tornero capacitado y especialista en el tipo de trabajo.

Herramientas, equipos y materiales a utilizar:

---

Herramientas:	Equipos y Materiales:
<ul style="list-style-type: none"><li>• Wincha de 5 m.</li><li>• Llave francesa de 12".</li><li>• Llaves Mixtas de 1/2, 9/16", 3/4", 1-1/2"</li><li>• Llaves Allen de 3/16, 1/4", 3/8", 1/2".</li><li>• Llaves y accesorios propias de torno.</li><li>• Brocas de centrar (nº3, 4, 5).</li><li>• Brocas helicoidales (30, 40 y 50 mm).</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Coche metálico para herramientas.</li><li>• Torno paralelo.</li><li>• Micrómetro de exteriores 25 -50 mm.</li><li>• Micrómetro de exteriores 50 -75 mm.</li><li>• Alexometro 35 – 60 mm.</li><li>• Acero böhler H – AISI 1045 (φ 55 - 90 mm).</li><li>• Acero böhler VCN – AISI 4340 (φ 76 mm).</li><li>• porta herramientas con insertos intercambiables.</li><li>• Cuchillas de metal duro soldables: triangular, LH, RH.</li><li>• Calibrador vernier 12".</li><li>• Comparador de caratula.</li></ul>

---

Procedimiento:

---

<b>1º. VERIFICAR EL ÁREA Y LOS EQUIPOS ANTES DE INICIAR EL TRABAJO</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Identificar los riesgos de fatalidad y aplicar los controles. Inspeccionar el EPP y los equipos materiales herramientas a utilizar: torno paralelo, llaves y accesorios propias del torno, instrumentos de medición.</li></ul>
--	--

---

- 
- Sujetar el material en el torno (aceros H y VCN).
  - Regular los RPM adecuados en la máquina, de acuerdo a la velocidad de corte de cada material:

Utilizar formula:  $VC = \frac{\pi \times D \times N}{1000}$

**2º. MONTAR Y CENTRAR EL MATERIAL DE TRABAJO EN EL TORNO.**

D: diámetro del material

N: N° de revoluciones de la maquina RPM.

VC AISI 1045: 150 - 200 m/min.

VC AISI 4340: 90 – 160 m/min.

- Centrar la pieza de trabajo realizando pequeños golpes en su periferia con el fin de que el eje de la máquina y del material queden colineales.

- 
- Luego de sujetar y centrar correctamente las piezas de trabajo se realiza los procesos de mecanizado: perforar agujeros, refrentar, hacer centro mecanizado, cilindrar exterior e interior.
  - Para lograr buenos acabados superficiales es necesario afilar correctamente las herramientas de corte o utilizar porta herramientas con insertos intercambiables.

**3º. MECANIZAR SUPERFICIES DEL MATERIAL.**

- Utilizar las siguientes características de afilado y avances:

Desbaste:

Avance: 0.3 – 0.6 mm/revolución.

Radio de la punta: 0.8 – 1.5 mm.

Acabado:

Avance: 0.1 – 0.2 mm/revolución.

Radio de la punta: 0.4 – 0.8 mm.

---

- 
- Realizar los controles dimensionales antes, durante y después del proceso de mecanizado de acuerdo a las cotas establecidas en los planos, utilizando los instrumentos de medición adecuados.
- 

### **3. Mecanizar en la fresadora planchas metálicas que conforman el soporte de retención de tolva.**

El conjunto de operaciones para mecanizar en la fresadora las planchas metálicas del soporte de retención lo realiza 01 técnico fresador capacitado y especialista en el tipo de trabajo.

Herramientas, equipos y materiales a utilizar:

---

Herramientas:	Equipos y Materiales:
<ul style="list-style-type: none"><li>• Wincha de 5 m.</li><li>• Llave francesa de 12".</li><li>• Llaves Mixtas de 1/2, 9/16", 3/4", 1-1/2"</li><li>• Llaves Allen de 3/16, 1/4", 3/8", 1/2".</li><li>• Llaves y accesorios propias de la fresadora.</li><li>• Brocas de centrar (n°3, 4, 5).</li><li>• Brocas helicoidales (30, 40 y 50 mm).</li><li>• Escuadra universal.</li><li>• Juego de limas.</li><li>• Bridas de sujeción.</li><li>• Espárragos de sujeción.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Coche metálico para herramientas.</li><li>• Fresadora universal.</li><li>• Micrómetro de interiores 25 -50 mm.</li><li>• Micrómetro de interiores 50 -300 mm.</li><li>• Plancha metálica ASTM A514 – 1" espesor, previamente habilitada.</li><li>• Fresa de planear con insertos intercambiables (25, 50, 100 mm de diámetro).</li><li>• Cuchillas de metal duro soldables: triangular, LH, RH.</li><li>• Calibrador vernier 12".</li><li>• Comparador de caratula.</li></ul>

---

Procedimiento:

---

**1º. VERIFICAR EL ÁREA Y  
LOS EQUIPOS ANTES DE  
INICIAR EL TRABAJO**

- Identificar los riesgos de fatalidad y aplicar los controles. Inspeccionar el EPP y los equipos materiales herramientas a utilizar: fresadora universal, llaves y accesorios propias del torno, instrumentos de medición.
- 

**2º. MONTAR Y CENTRAR  
EL MATERIAL DE  
TRABAJO EN LA  
FRESADORA.**

- Sujetar el material (plancha ASTM A514) a la mesa de la fresadora mediante bridas y espárragos de sujeción.
- Regular los RPM adecuados en la máquina, de acuerdo a la velocidad de corte de cada material:

Utilizar formula:  $VC = \frac{\pi \times D \times N}{1000}$

D: diámetro de la herramienta de corte.

N: N° de revoluciones de la maquina RPM.

VC ASTM A 514: 100 - 160 m/min.

- Centrar la pieza de trabajo realizando pequeños golpes en su periferia con el fin de que las líneas de trazo concuerden con las guías de la máquina.
- 

**3º. MECANIZAR  
SUPERFICIES DEL  
MATERIAL.**

- Luego de sujetar y centrar correctamente las piezas de trabajo se realiza los procesos de mecanizado: planear periferia de las planchas, mecanizar alojamientos en las planchas.
  - Para lograr buenos acabados superficiales es necesario afilar correctamente las herramientas
-

---

de corte o utilizar porta herramientas con insertos intercambiables.

- Utilizar las siguientes características de afilado y avances:

Desbaste:

Avance: 0.2 – 0.4 mm/revolución.

Radio de la punta: 0.8 – 1.5 mm.

Acabado:

Avance: 0.1 – 0.2 mm/revolución.

Radio de la punta: 0.4 – 0.8 mm.

- Realizar los controles dimensionales antes, durante y después del proceso de mecanizado de acuerdo a las cotas establecidas en los planos, utilizando los instrumentos de medición adecuados.

---

#### **4. Soldar planchas metálicas y bocinas previamente mecanizadas.**

El conjunto de operaciones para soldar planchas metálicas y bocinas del soporte de retención lo realiza 01 técnico soldador certificado y homologado en soldadura - Homologación 3G.

## Herramientas, equipos y materiales a utilizar:

---

Herramientas:	Equipos y Materiales:
<ul style="list-style-type: none"><li>• Wincha de 5 m.</li><li>• Escuadras 12cm y 24cm</li><li>• Tizas calderero</li><li>• Escoba</li><li>• Recogedor metálico</li><li>• Combas de bronce 5Lb</li><li>• Cuñas metálicas</li><li>• Parantes delimitadores</li><li>• Manta térmica de cuero e ignifuga</li><li>• Pirómetro digital</li><li>• Escobilla manual con cerdas de acero</li><li>• Chispero</li><li>• Tachos para colillas</li><li>• Extensiones Eléctricas 440v y 220v</li><li>• Caña de calentar</li><li>• Letreros metálicos "ZONA DE EXCLUSIÓN"</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Esmeril angular de 9", 7" y 4.5".</li><li>• Discos de desbaste de 9", 7" y 4.5"</li><li>• Escobilla circular metálica de 4.5"</li><li>• Equipo de oxicorte completo</li><li>• Coche metálico para herramientas</li><li>• Biombos</li><li>• Extensiones 220v</li><li>• Gas Oxígeno de 10m<sup>3</sup></li><li>• Gas Acetileno de 10Kg</li><li>• Gas CO2 10 m<sup>3</sup>.</li><li>• Extintor manual de 9Kg</li><li>• Máquina de soldar Lincoln DC-600</li><li>• Taladro eléctrico</li><li>• Butil eléctrico</li><li>• Extractor de humos</li><li>• Calibrador vernier de 12"</li><li>• Horno para soldadura.</li><li>• Pulidor neumático.</li><li>• Rueda flap de 3".</li><li>• alambre tubular EXATUB E71T-1M</li></ul>

---

Procedimiento:

---

<b>1º. VERIFICAR ANTES DE INICIAR</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Verificar que el área este delimitada y con carteles de ZONA DE EXCLUSION.</li><li>• Verificar que en el área de trabajo no haya presencia de materiales inflamables o impregnados de hidrocarburos.</li><li>• Colocar el letrero de trabajos en caliente antes de realizar el proceso de soldadura.</li></ul>
<b>2º. ACONDICIONARE EL ÁREA DONDE APLICAR LA SOLDURA.</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• La zona a reparar deberá contar con un espacio suficiente para realizar una buena reparación y considerando la ergonomía del personal.</li><li>• Remover cualquier residuo de grasa, o cualquier material extraño en la zona a reparar, el área a limpiar debe extenderse por lo menos 3", en todo el perímetro de la zona a reparar.</li></ul>
<b>3º. REALIZAR EL PROCESO DE SOLDADURA.</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Precalentar la superficie a soldar con el equipo de oxiacetilénico u oxipropano, La temperatura debe ser de <math>65^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}</math>, para el acero ASTM A514, (el precalentamiento deberá ser uniforme, para evitar la formación de zonas martensíticas o duras)</li><li>• Proceder a dar el pase de raíz, seguidamente se esmerilará toda la longitud del cordón de soldadura hasta obtener una superficie uniforme libre de escoria y algunas discontinuidades.</li><li>• Realizar la soldadura entre pasadas verificando que la temperatura no sea inferior a la temperatura de precalentamiento ni superior a <math>250^{\circ}\text{C}</math>.</li><li>• Realizar el proceso de soldadura de acuerdo a los parámetros mostrados a continuación:</li></ul>

---

---

**Tabla 10.** *Parámetros EXATUB E71T-1M*

Parámetros EXATUB E71T-1M		
Velocidad de alimentación de alambre.	voltios	Intensidad de corriente
Mínimo 5080mm,200” /min.	24	210
Optimo 6985, 275/min	28	250
Máximo 8255mm, / 325” /min.	29	300
Almacenamiento.	15 – 30 °C	

Fuente: elaboración propia.

- Los cordones de soldadura deben presentar una buena apariencia y estar libre de discontinuidades, tales como falta de fusión, porosidades, inclusiones de escoria y otros.
  - La limpieza entre pasadas debe ser en forma mecánica (escobilla circular y/o manual).
  - Las pequeñas discontinuidades que hayan podido quedar durante el soldeo, se eliminarán con el proceso de esmerilado.
-

## **Control de calidad**

Después de haber realizado todos los trabajos de mecanizado y soldadura, cada componente terminado debe pasar al área de control de calidad donde se realiza los controles finales tanto dimensionales como acabados superficiales.

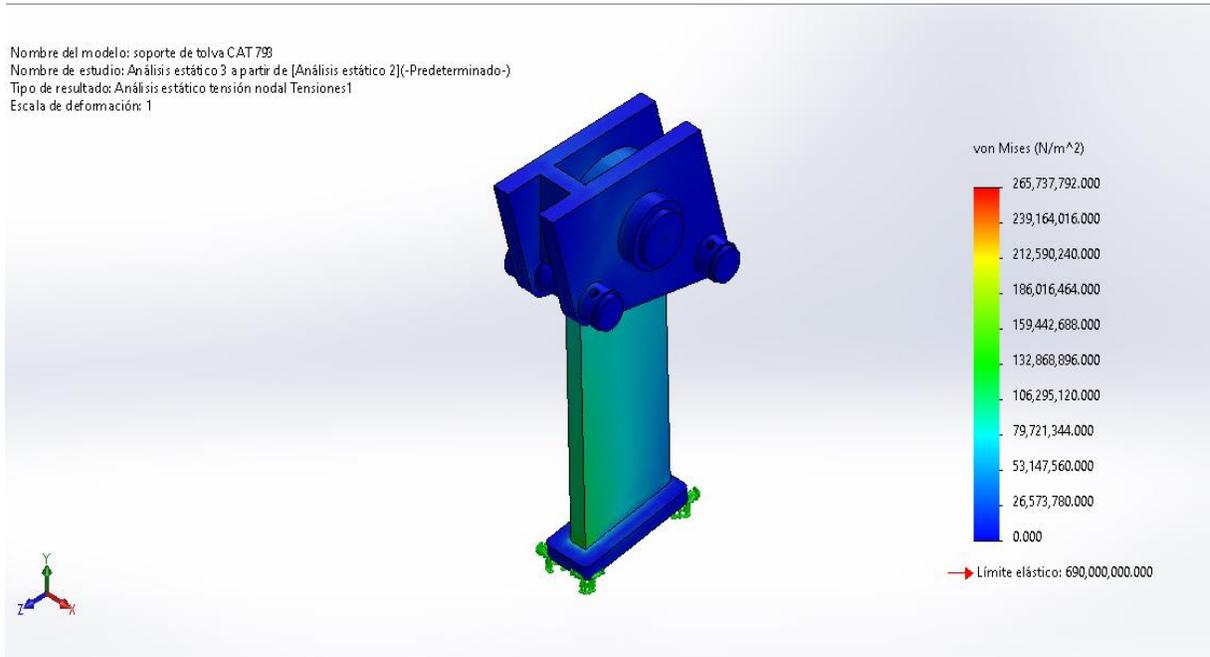
### **Restricciones:**

- ✓ Nunca se coloque en la línea de proyección de la energía.
- ✓ Nunca deje de usar un equipo anti caídas en trabajos mayores a 1.5 mts de altura.
- ✓ No ingrese a las zonas demarcadas con cinta color rojo.
- ✓ Se debe suspender los trabajos cuando personal mecánico realice izaje de componentes en el equipo.

## Pruebas de diseño del soporte de retención de tolva cat MSD II, para un camión cat 793.

**Tabla 11.** Análisis estático – tensiones.

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Tensiones	VON: Tensión de von	0.000N/m <sup>2</sup>	65,737,808.000N/m <sup>2</sup>
1	Mises	Nodo: 23865	Nodo: 20783



Soporte de tolva cat 793-Análisis estático 3 a partir de [Análisis estático 2]-  
Tensiones-Tensiones1.

Fuente: elaboración propia.

En el análisis estático de tensiones se observa las tensiones mínimas y máximas expresadas en colores azul y rojo respectivamente.

De acuerdo al gráfico ninguna superficie del soporte sufre tensiones máximas ya que no se observa ningún punto pintado de rojo por lo tanto los resultados son positivos para el diseño.

**Tabla 12.** Análisis estático – desplazamiento.

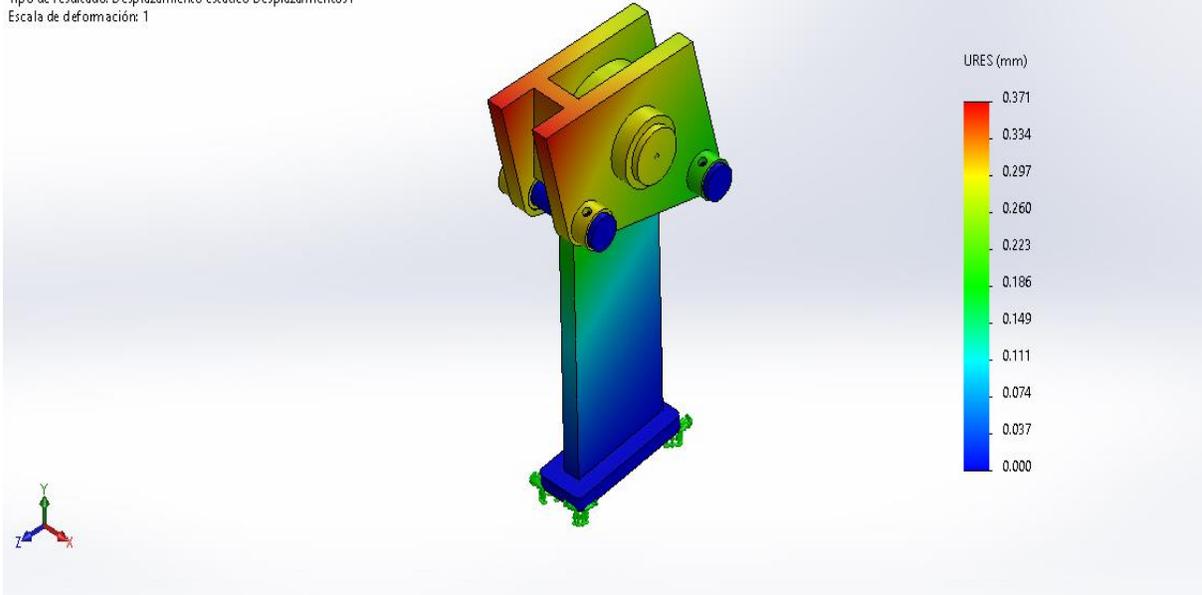
Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Desplazamientos1	URES: Desplazamientos resultantes	0.000mm Nodo:5406	0.371mm Nodo:13

Nombre del modelo: soporte de tolva CAT 793

Nombre de estudio: Análisis estático 3 a partir de [Análisis estático 2](-Predeterminado-)

Tipo de resultado: Desplazamiento estático Desplazamientos1

Escala de deformación: 1



Soporte de tolva cat 793-Análisis estático 3 a partir de [Análisis estático 2]-  
Desplazamientos - Desplazamientos1.

Fuente: elaboración propia.

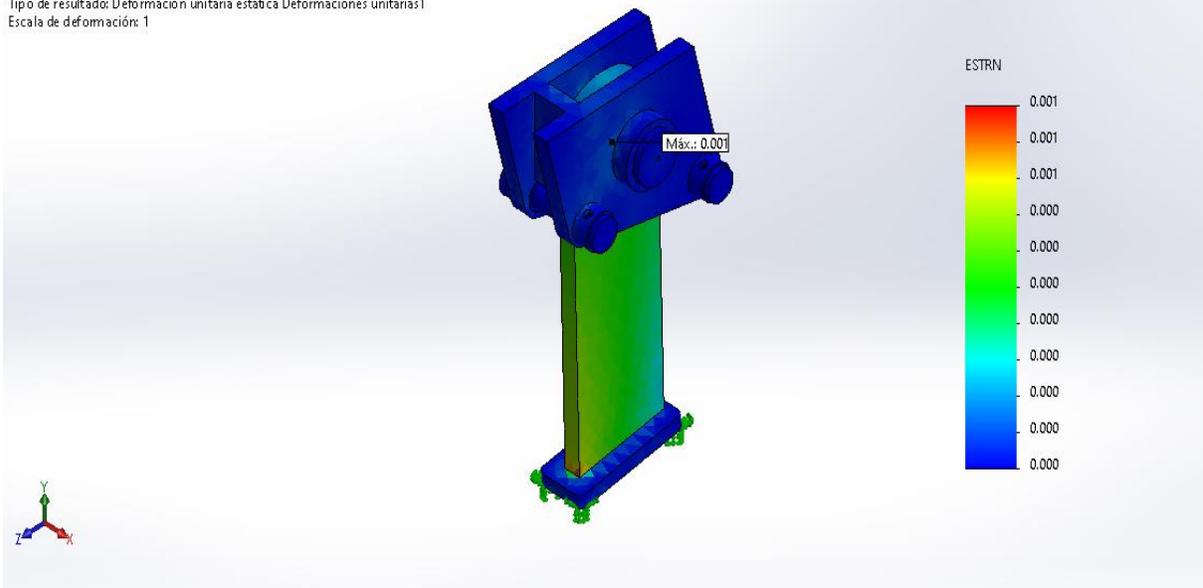
En el análisis estático de desplazamientos se observa los desplazamientos mínimos y máximos expresadas en colores azul y rojo respectivamente.

De acuerdo al grafico se observa la zona que ha sufrido el máximo desplazamiento con un valor de 0.371 mm lo cual indica resultado positivo para el diseño.

**Tabla 13.** Análisis estático – deformaciones unitarias.

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Deformaciones unitarias1	ESTRN: Deformación unitaria equivalente	0.000	0.001
		Elemento: 12829	Elemento: 11380

Nombre del modelo: soporte de tolva CAT 793  
 Nombre de estudio: Análisis estático 3 a partir de [Análisis estático 2](-Predeterminado-)  
 Tipo de resultado: Deformación unitaria estática Deformaciones unitarias1  
 Escala de deformación: 1



Soporte de tolva CAT 793-Análisis estático 3 a partir de [Análisis estático 2]-  
 Deformaciones unitarias-Deformaciones unitarias1

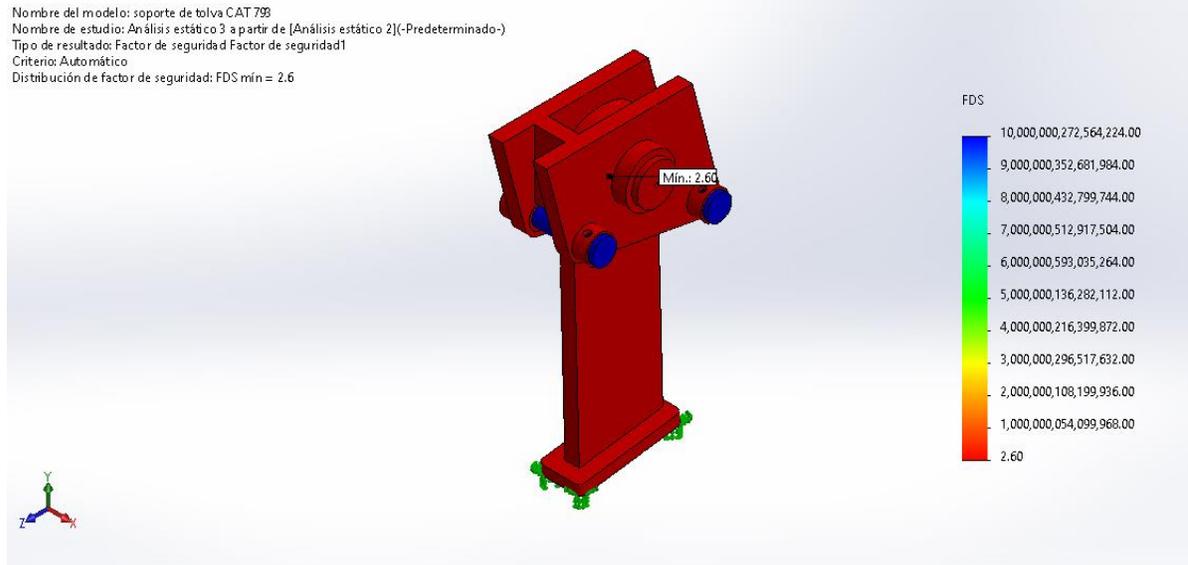
Fuente: Elaboración propia

En el análisis estático de deformaciones unitarias se observa las deformaciones mínimas y máximas expresadas en colores azul y rojo respectivamente.

De acuerdo al grafico se observa que el valor de las deformaciones mínimas y máximas es cero, por lo tanto, el resultado es positivo para el diseño.

**Tabla 14. Análisis estático - Factor de seguridad.**

Nombre	Tipo	Mín.	Máy.
Factor de seguridad1	Tensión de von Mises máx.	2.60 Nodo: 20783	10,000,000,272,564,224.00 Nodo: 23865



Soporte de tolva CAT 793-Análisis estático 3 a partir de [Análisis estático 2]-  
 Factor de seguridad-Factor de seguridad1.

Fuente: elaboración propia.

De acuerdo al gráfico se observa que el factor de seguridad es de 2.6, lo cual representa un resultado positivo para el diseño.

Recapitulando los resultados de los análisis estáticos aplicados al diseño del soporte de retención podemos concluir que es viable su implementación ya que todos los resultados son positivos de acuerdo a la carga a la que está sometida que es 45.3 Tn.

#### **4.5 Realizar una evaluación económica empleando los indicadores VAN y TIR**

Los indicadores VAN y TIR son dos parámetros que sirven para evaluar la viabilidad de un proyecto o inversión, en este caso es la implementación de soportes de retención de tolva cat msd II en camiones cat 793 en la empresa Guvi Servis EIRL y ambos conceptos sirven para estimar el flujo de caja de la empresa, esto significa la diferencia entre los ingresos y los egresos de la empresa.

El PRC o periodo de recuperación del capital no es más que el periodo en la que la empresa va a recuperar la inversión realizada en el proyecto.

- ✓ Valor Actual Neto (VAN)
- ✓ Tasa Interna de Retorno (TIR)
- ✓ Periodo de Recuperación del Capital (PRC)

Para realizar una correcta evaluación económica, el investigador debe estar seguro que la información que ha obtenido es confiable y objetiva, a fin de garantizar que la evaluación se realizara sobre la base que maneja dicha empresa.

La información obtenida sirve para determinar si el proyecto es viable financieramente, es decir; determinara si los beneficios esperados por el inversionista justifican la ejecución del proyecto.

#### **Costo de inversión**

En este caso el costo de inversión se estableció de acuerdo al costo de elaboración de los soportes de retención de tolva, lo cual se detalla en la tabla siguiente:

## COSTO ELABORACIÓN DE SOPORTES DE RETENCION DE TOLVA

**Tabla 15.** Costo elaboración de soportes

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	COSTO TOTAL SERVICIO
1.	Mano de Obra	
	Total, Mano de Obra	S/. 2,022.20
2.	EPP Personal	
	Total, EPP Personal	S/. 306.00
3.	Transporte	
	Total, transporte	S/. 700.00
4.	Equipos	
	Total, Equipos	S/. 557.13
5.	Materiales y consumibles	
	Total, Materiales y Consumibles	S/. 2,208.50
	<b>SUB TOTAL DEL SERVICIO</b>	<b>S/. 5,793.83</b>
6.	Gastos Administrativos y Utilidades	
	Gastos administrativos (10 %)	S/. 579.38
	Utilidad (15 %)	S/. 869.07
	<b>COSTO TOTAL DEL SERVICIO</b>	<b>S/. 7,242.28</b>
7.	Otros Gastos Reembolsables	
	Alimentación	S/. 40.00
	Total, Otros gastos	
	Costo total reembolsables.	S/. 40.00
	Monto total del servicio por soporte (incluye gastos reembolsables).	S/. 7,282.28
	Inversión total para elaboración de soportes de retención.	<b>S/. 14,564.57</b>

Fuente: elaboración propia.

### **Cálculo de ingresos del proyecto**

Los cálculos de los ingresos económicos del proyecto se determinaron de acuerdo a la optimización de tiempo y mano de obra dentro del proceso de montaje y desmontaje de los soportes de retención de tolva actuales a continuación se detalla el costo de horas hombre del proceso de montaje y desmontaje de los soportes actuales:

**Tabla 16.** *Cálculo de ingresos.*

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	COSTO TOTAL SERVICIO
1.	Mano de Obra	
	Total, Mano de Obra	S/. 818.88
2.	EPP Personal	
	Total, EPP Personal	S/. 116.00
3.	Transporte	
	Total, transporte	S/. 300.00
4.	Equipos	
	Total, Equipos	S/. 20.00
	<b>SUB TOTAL DEL SERVICIO</b>	<b>S/. 1,254.88</b>
6.	Gastos Administrativos y Utilidades	
	Gastos administrativos (10 %)	S/. 125.49
	Utilidad (15 %)	S/. 188.23
	<b>COSTO TOTAL DEL SERVICIO</b>	<b>S/. 1,568.60</b>
7.	Otros Gastos Reembolsables	
	Alimentación	S/. 40.00
	Total, Otros gastos	
	<b>COSTO TOTAL REEMBOLSABLES</b>	<b>S/. 40.00</b>
	Monto total del servicio montaje de soportes de retención (incluye gastos reembolsables).	S/. 1,608.60
	Monto total del servicio desmontaje de soportes.	S/. 1,608.60
	Monto total del servicio desmontaje de soportes (incluye gastos reembolsables).	<b>S/. 3,217.19</b>

Fuente: elaboración propia.

El costo total de montaje y desmontaje expresado en la tabla anterior corresponde al costo por camión y en la empresa Guvi Service EIRL en un mes de 30 días laborables se repara 10 camiones aproximadamente, por lo que los ingresos que genera la implementación de los soportes de retención es el producto del costo total de montaje y desmontaje por el número de camiones que se reparan en un mes y resulta:

$$3217.19 \times 10 = 32\,171.9 \text{ Soles mensuales.}$$

### **Cálculo de egresos del proyecto**

Los egresos del proyecto están determinados por el costo de instalación de los nuevos soportes de retención que se realiza en 15 minutos aproximadamente y los costos de mantenimiento que representan el 3% del costo de elaboración del proyecto.

$$\text{Costo de instalación 15 min: } 1300 \text{ soles} \times 10 \text{ camiones} = 13000 \text{ Soles.}$$

$$\text{Costo de mantenimiento 3\%: } 14,564.57 \times 0.03 = 436.94 \text{ Soles.}$$

$$\text{Egreso total del proyecto} = 13\,436.94 \text{ Soles mensuales.}$$

## Flujo de caja del proyecto

Tabla 17. Utilidad: ingresos – los egresos.

Meses	Ingresos	Egresos	Utilidad
0	0	14,564.57	- 14,564.57
1	32 171.90	13 436.94	18 734.96
2	32 171.90	13 436.94	18 734.96
3	32 171.90	13 436.94	18 734.96
4	32 171.90	13 436.94	18 734.96
5	32 171.90	13 436.94	18 734.96
6	32 171.90	13 436.94	18 734.96

Fuente: elaboración propia

## ANÁLISIS DE VAN Y TIR

Se realizaron los cálculos en Microsoft Excel con las siguientes formulas:

**=VAN (I; f1; f2)-IO**

- **F:** Flujo de efectivo neto
- **N:** Cantidad de años o períodos
- **I:** Tasa de interés
- **IO:** Inversión Inicial

Según la SBS la TCEA más baja del mercado para las pymes, con 34,49% y se analiza en un periodo 6 meses, lo que equivale a un 3% mensual.

**=TIR (IO; F2)**

significado:

=Tasa Interna de Retorno (Inversión inicial; último periodo)

El resultado de esta fórmula es el porcentaje de TIR.

<b>Si la TIR</b>	$> k$ -----aceptar el proyecto
	$= k$ ----- indiferente
	$< k$ ----- rechazar el proyecto

**Tabla 18.** Ingresos, egresos y flujo efectivo.

Periodos (n)	Ingresos	Egresos	Flujo efectivo neto (f)
0	0	14 564.57 (IO)	-S/. 14 564.57
1	S/. 32,171.90	S/. 13,436.94	S/. 18,734.96
2	S/. 32,171.90	S/. 13,436.94	S/. 18,734.96
3	S/. 32,171.90	S/. 13,436.94	S/. 18,734.96
4	S/. 32,171.90	S/. 13,436.94	S/. 18,734.96
5	S/. 32,171.90	S/. 13,436.94	S/. 18,734.96
6	S/. 32,171.90	S/. 13,436.94	S/. 18,734.96

TCEA (I)	3.00%
-------------	-------

R B/C	5.88
VAN	S/ 86 926.30
TIR	128%

Fuente: elaboración propia.

Se observa que el proyecto es viable ya que:

El valor actual neto del proyecto es de **s/.86 926.30** con una tasa interna de retorno del **128 %**, relación beneficio costo del **s/ 5.88** con una inversión inicial de **s/ 14,564.57**.

## V. DISCUSIÓN

El proceso actual de mantenimiento de chasis en camiones mineros cat 793, lo realiza la empresa GUVI Servis EIRL dentro de las instalaciones de minera Yanacocha SRL. Los trabajos de soldadura en el chasis se realizan generalmente con la tolva montada y levantada por lo que es necesario la utilización de soportes de retención de tolva

Para obtener los datos relevantes e identificar el número de personas que se involucran y el tiempo que tarda el proceso de montaje y desmontaje de los soportes, se aplicó el método de recolección de datos observación directa y para ello se tuvo que estar presente en las instalaciones de la empresa y presenciar el proceso, pero debido a la situación actual que atraviesa el país y el mundo debido a la emergencia sanitaria por la COVID 19, que inició en 15 de marzo del año en curso, hubo gran dificultad para la recolección de datos, por lo que se establecieron protocolos especiales para poder reiniciar las labores, así como pasar los exámenes medico de rigor para con ello evitar la propagación del virus.

Luego de que el personal operativo salió negativo a las pruebas rápidas para descartar el virus se reinició las actividades y se logró recoger la data necesaria en campo acerca del proceso actual de montaje y desmontaje de los soportes de retención actuales pudiendo así continuar con al desarrollo del informe de investigación.

Los parámetros de diseño del nuevo soporte de retención se determinaron de acuerdo a los espacios geométricos que existen entre el chasis de un camión cat 793 y la tolva cat msd II, siendo poco probable su implementación en otro modelo de camión o diferente modelo de tolva.

El principal obstáculo que se presentó para obtener los datos de las dimensiones del espacio geométrico fue al momento tomar las medidas cuando la tolva está totalmente retraída sobre el chasis debido a que es muy difícil llegar al lugar preciso donde se va realizar las mediciones aumentando el riesgo de caída o de sufrir algún desorden disergonómico.

Lo contrario ocurrió al tomar medidas con la tolva levantada ya que el acceso al chasis es mucho más fácil y se puede trabajar con mucha más comodidad.

Los elementos que conforman el soporte de retención están diseñados para soportar una carga nominal de 45.3 Tn y de acuerdo al factor de seguridad del diseño que es 2.6, puede soportar más del doble de la carga nominal antes de fallar.

Otra característica relevante en nuestro diseño es el peso de los soportes que en comparación con los soportes actuales es significativamente más bajo, lo que se resume en ser soportes confiables, seguros y que cumplen las especificaciones del cliente.

En lo que no concuerda nuestro estudio en con (Fisac, 2010) que ha implementado soportes de retención de tolvas en camiones cat 793 en MYSRL, que cumplen con la función de nivelar la tolva en relación al piso, evitando el riesgo de rodadura o caída de operarios, herramientas y equipos de trabajo logrando así mejorar los tiempos y la seguridad durante el mantenimiento.

(Fisac, 2010) es quien implemento los soportes de retención de tolva actuales en minera Yanacocha SRL, los que, si cumplen la función de sostener el peso la tolva, pero en cuestión de mejorar los tiempos se podría haber hecho algo más en su diseño, debido a que dichos soportes generan tiempos perdidos y costos en horas hombre al momento de instalar y desinstalar los soportes.

El proceso de fabricación del soporte de retención se resume en que es de manufactura simple y los materiales que conforman se pueden conseguir sin inconvenientes, lo que genera una fácil reposición de cualquier elemento que presente cualquier tipo de falla.

Es importante resaltar que, con la geometría lograda y las características mecánicas de los nuevos soportes de retención, pueden ser implementados en cualquier flota de camiones mineros cat 793 con tolva cat msd II, independientemente del lugar de

operaciones, debido a que las condiciones climáticas o geográficas del lugar de trabajo no afectan el rendimiento de los soportes.

De acuerdo a la evaluación económica según los indicadores VAN y TIR la elaboración y implementación de los soportes de retención en la flota de camiones cat 793 con tolva cat msd II es totalmente viable ya que la relación costo beneficio es alta y la recuperación de la inversión se da a muy corto plazo.

## VI. CONCLUSIONES

1. De acuerdo al diagnóstico del proceso actual de mantenimiento de chasis en los camiones cat 793 con tolva montada y levantada se determinó que se involucran 4 personas y tarda 4 horas para realizar el proceso de montaje y desmontaje de soportes de retención de tolva actuales.
2. Los parámetros de diseño del nuevo soporte de retención de tolva están restringidos por el espacio disponible entre el chasis y la tolva ya sea con tolva levantada o totalmente retraída sobre el chasis, y las dimensiones generales de largo, ancho y espesor del nuevo soporte resultaron: 580 mm, 260 mm, 104 mm respectivamente.
3. La selección correcta de materiales de construcción del nuevo soporte de retención de tolva se estableció mediante cálculos de esfuerzos y realizando pruebas con diferentes materiales y dimensiones en el software de diseño SolidWorks con una carga nominal de 45.3 Tn, finalmente se establecieron tres tipos de materiales:
  - ✓ ASTM A514: para la fabricación de la base principal y la plancha pivotante.
  - ✓ AISI 1045: bocinas de desgaste.
  - ✓ AISI 4340: pines principales y secundarios.
4. El soporte ha sido sometido a una prueba estática de 45 Tn simulada en el programa de SolidWorks, obteniendo como resultado su factor de seguridad del 2.6 superando el 2.0 establecido para pruebas estáticas como mínimo de seguridad en resistencia. apto para el soporte de carga empleada en tolva cat msd II.

5. De acuerdo a la evaluación económica según los indicadores VAN y TIR la elaboración y implementación de los soportes de retención es viable. Se identificó que el valor actual neto del proyecto es de s/.86 926.30 con una tasa interna de retorno del 128 %, relación beneficio costo del s/ 5.88, una inversión inicial de s/ 14,564.57, valores que hacen factible la ejecución del proyecto en un periodo de 12 meses, se observa que de acuerdo a los cálculos del VAN y del TIR el proyecto es viable tal como se aprecia en los resultados obtenidos.

## VII RECOMENDACIONES

- La recomendación principal es que al fabricar los soportes de retención se cumpla con todas las especificaciones establecidas en el informe de investigación tales como:
  - ✓ Los materiales correctos.
  - ✓ Las dimensiones establecidas en los planos.

De lo contrario puede causar fallas catastróficas y atentar con la vida del personal involucrado en el mantenimiento de chasis de los camiones cat 793.

- Es recomendable realizar la lubricación periódica de los elementos de articulación, como los pines principales y secundarios, para evitar desgastes y corrosión prematura.
- Se recomienda realizar pruebas no destructivas de NDT (tintes penetrantes) en cada jornada de mantenimiento de los camiones cat 793, para descartar fisuras en la estructura, ya que los soportes están sometidos a altos esfuerzos debido a la gran magnitud del peso de la carga que respaldan.

## REFERENCIAS

BUDYNAS, Richard y NISBETH, Keith. Diseño en ingeniería mecánica de Shigley. 9na ed. México: McGraw-Hill, 2012. 1068 pp.

ISBN: 9786071507716.

MOTT, Robert. Diseño de elementos de máquina. 4ta ed. México: Pearson educación, 2006.944pp.

ISBN: 9702608120.

Metodología de la investigación cuantitativa-cualitativa y redacción de la tesis por ÑAUPAS, Humberto [*et al*] 4ta ed. Bogotá: Ediciones de la U, 2014. 538pp.

ISBN: 9789587621884.

GORBALAN, Fernando. Incidencia de los procesos de reparación de la flota de camiones cat 793 en la disponibilidad operativa de minería a tajo abierto en minera Yanacocha s.r.l cajamarca-2018. Trabajo De Investigación (bachiller en ingeniería industrial). Pimentel: Universidad Señor De Sipán, 2018. 76pp.

GUARDIOLA, Arianna. Diseño y cálculo de bases de soporte solicitadas a flexo compresión, compresión o tracción según la combinación considerada. Artículo docente. Valencia: Escuela técnica superior, 2013. 9pp.

HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, María. Metodología de la investigación. 5ta ed. México Df: McGraw-Hill, 2010. 613pp.

ISBN: 9786071502919.

LUNA, Joel. Plan de monitoreo por condiciones en el mantenimiento de componentes mayores de camiones 797 F en minera Chinalco Perú. Tesis (título profesional). Huancayo: Universidad Nacional Del Centro Del Perú, 2017. 115pp.

MAURICIO, Gerardo. Mejoramiento continuo en la gestión del ciclo de acarreo de camiones en minería a tajo abierto en Antamina, cerro verde, Toquepala, Cuajone, Yanacocha, alto Chicama, las bambas, cerro corona, anta pacay y Pucamarca. Tesis

(maestría en ciencias con mención en gestión minera) lima: Universidad Nacional De Ingeniería, 2015. 144pp.

TUESTA, Jehysson. 2014. Plan de mantenimiento para mejorar la disponibilidad de los equipos pesados de la empresa Obrainsa. Tesis (título profesional). Callao: Universidad Nacional Del Callao, 2014. 205pp.

CUSTODIO, Juan. Diseño de una maquina ralladora de camote de 80 kg/h para optimizar el proceso en la fábrica de dulces Lambayeque srl – Lambayeque 2018. Tesis (título profesional). Chiclayo: universidad cesar vallejo, 2018. 103pp.

GALLARDO, Osias. Diseño de la estructura de banco de pruebas para motor Diesel John Deere 6090 para evitar reproceso de trabajo en la empresa Ipesa. Tesis (título profesional). Chiclayo: universidad cesar vallejo, 2018. 63pp.

BONILLA, Jose y PEÑALOSA Raúl. Programa de mantenimiento de grietas en chasis flota de camiones 793 Caterpillar de la mina Pribbenow de Drummond. Tesis (especialidad en gerencia de mantenimiento). Bucaramanga: universidad industrial de Santander, 2018. 72pp.

AYMA, Henry. Gestión de calidad aplicada a los procesos de soldadura para la flota de camiones Caterpillar en minera Yanacocha – proyecto soldadura. Tesis (título profesional). Arequipa: universidad nacional de san Agustín de Arequipa, 2015. 165pp.

POLAR, Predes. Maximización de la efectividad global de la flota de camiones mineros en minera Barrick Misquichilca. Tesis (título profesional). Lima: universidad nacional de ingeniería, 2005. 91pp.

CERVERA, Miguel y BLANCO, Elena. Mecánica de estructuras, resistencia de materiales. Barcelona: universitat politècnica de Catalunya, 2003. 318pp.

ISBN: 8483016222.

CATERPILLAR. Caterpillar 793 D. [fecha de consulta: 3 de junio de 2020]. Disponible en: [https://www.cat.com/es\\_US/products/new/equipment/off-highway-trucks/mining-trucks/13894258.html](https://www.cat.com/es_US/products/new/equipment/off-highway-trucks/mining-trucks/13894258.html)

CATERPILLAR. Caterpillar 793 F. [fecha de consulta: 3 de junio de 2020]. Disponible en: [https://www.cat.com/es\\_US/products/new/equipment/off-highway-trucks/mining-trucks/18092621.html](https://www.cat.com/es_US/products/new/equipment/off-highway-trucks/mining-trucks/18092621.html)

FISAC. Soporte para tolvas de camiones cuando estos entren por "PM". *SCRIBD*. [En línea] 23 de marzo de 2016. [Citado el: 15 de septiembre de 2019.] <https://es.scribd.com/doc/305741916/Soportes-Para-Tolva-de-Camiones-Cuando-Estos-en-Esten-En>

VOESTALPINE HIGH PERFORMANCE METALS DEL PERÚ S.A. 2020. VOESTALPINE. [En línea] 2020. [Citado el: 20 de MAYO de 2020.]. disponible en: <https://www.bohlerperu.com/es/>.

STUDYLIB. 2020. Capítulo 2 Ingeniería Del Diseño. [En línea] 2020. [Citado el: 15 de abril de 2020.]. disponible en: <https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/6837/05Jcb05de16.pdf?sequence=5&isAllowed=y>.

*Empresas mineras de talla mundial con presencia en el Perú y su importancia para el país y el mundo*. [en línea]. Lima: ministerio de energía y minas. 2018. [fecha de consulta: 13 de abril de 2020]

Disponible en: <https://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/Mineria/PUBLICACIONES/VARIABLES/2018/BEM2018FEB.PDF>

MIROMINA. Miromina aceros de calidad. [En línea] 2015. [Citado el: 3 de JUNIO de 2020.]. disponible en: [https://www.acerosmiromina.com/web/secciones/producto\\_detalle.php?idcat=5&idprod=51](https://www.acerosmiromina.com/web/secciones/producto_detalle.php?idcat=5&idprod=51).

## ANEXOS

### Anexo 01: matriz de Operacionalización de variables.

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Unidades	Instrumentos de medición
Variable independiente: <b>Diseño de un Soporte De Retención Para Tolva cat MSD II.</b>	Elemento estructural lineal vertical de metal que transmite las acciones del elemento portante de las cargas a los cimientos o a otro elemento intermedio.	Dispositivo utilizado para restringir el movimiento o caída de un objeto en suspensión pesado, están diseñados y fabricados de materiales metálicos resistentes, para resistir cargas mayores a la que se desea respaldar.	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Esfuerzo.</li> <li>✓ Materiales.</li> <li>✓ Capacidad de carga.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Pa</li> <li>✓ N/mm.</li> <li>✓ Kg.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Flexómetro</li> <li>✓ calibrador vernier</li> <li>✓ micrómetros</li> <li>✓ balanza</li> <li>✓ software de diseño mecánico.</li> </ul>

Fuente: elaboración propia.

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Indicadores	Escala de medición
<p><b>Variable dependiente:</b> Disponibilidad de un camión cat 793 en la empresa Guvi Servis EIRL Cajamarca.</p>	<p>Disponibilidad es la forma de determinar el tiempo que está un equipo en funcionamiento en óptimas condiciones. Mientras mayor sea la disponibilidad, es posible producir más y lograr mayor rendimiento, por lo tanto, el objetivo principal es minimizar los tiempos muertos especialmente las paradas no programadas.</p>	<p>La función principal del área encargada del mantenimiento es, únicamente, asegurar mayores índices de <b>disponibilidad</b> en las distintas unidades u equipos y bienes físicos de la empresa, ya que de ello depende la fluidez en las distintas líneas de producción y en la propuesta de brindar un servicio de calidad.</p>	<p>✓ Disponibilidad total ✓ Disponibilidad por fallas</p>	<p>RAZON (Porcentaje %)</p>

Fuente: elaboración propia.

**Anexo 02:** ficha de observación

**FICHA DE OBSERVACIÓN - 01**

**Fecha:** 06 de mayo de 2020.

**Empresa:** GUVI SERVIS EIRL.

**Dirección:** Jr. José Olaya # 274 – Cajamarca.

**Lugar de trabajo:** Área de mantenimiento mina - minera yanacocha srl.

**Situación o contexto:** instalación de soportes de retención de tolva cat msd II.

**Hora de inicio de la observación:** 7:30 am.

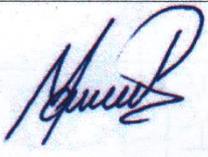
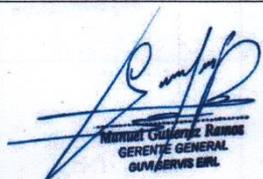
**Hora de finalización de la observación:** 7:00 pm.

**Observador:** Luis Alberto Rabanal Cotrina.

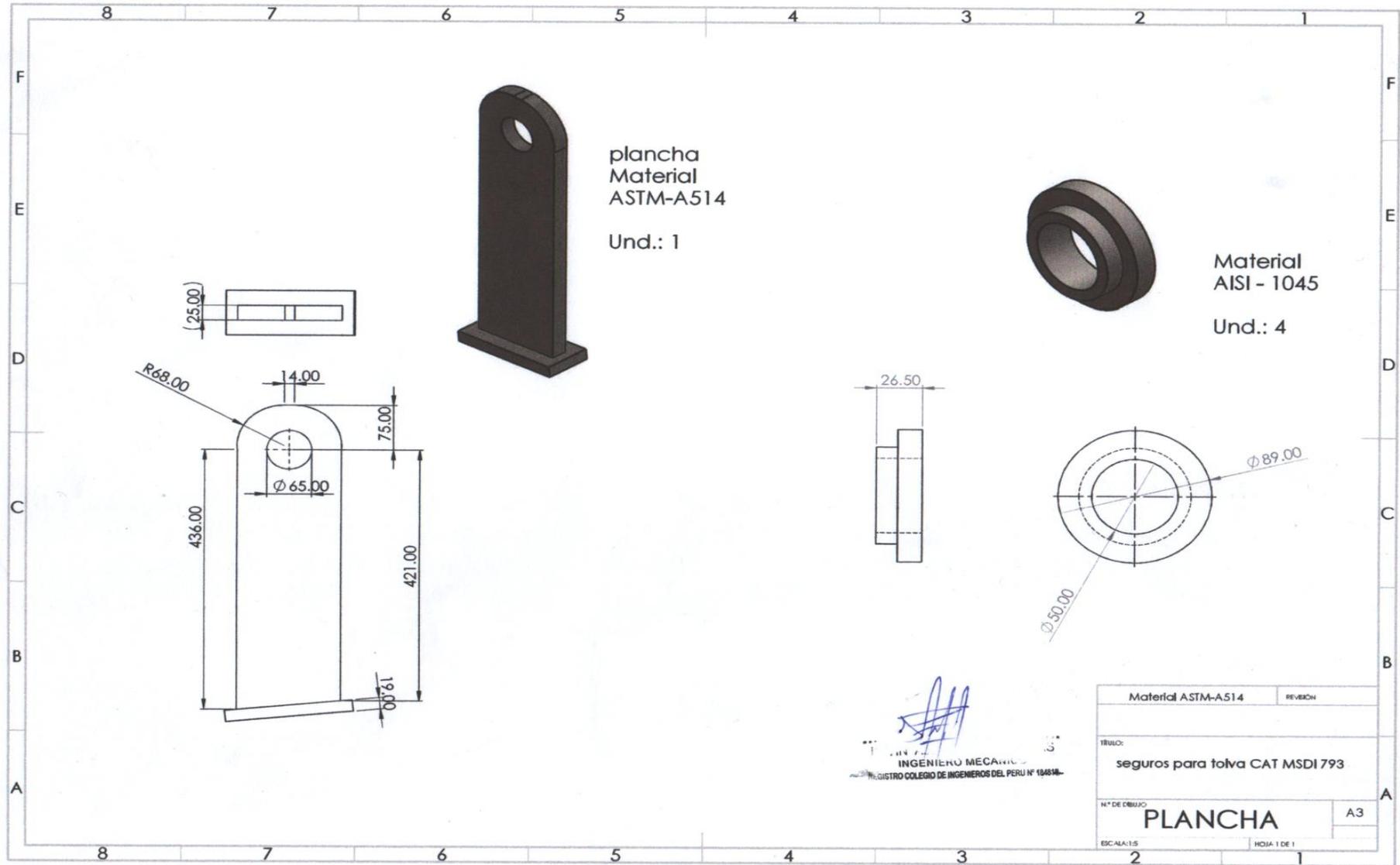
**Responsable del área:**

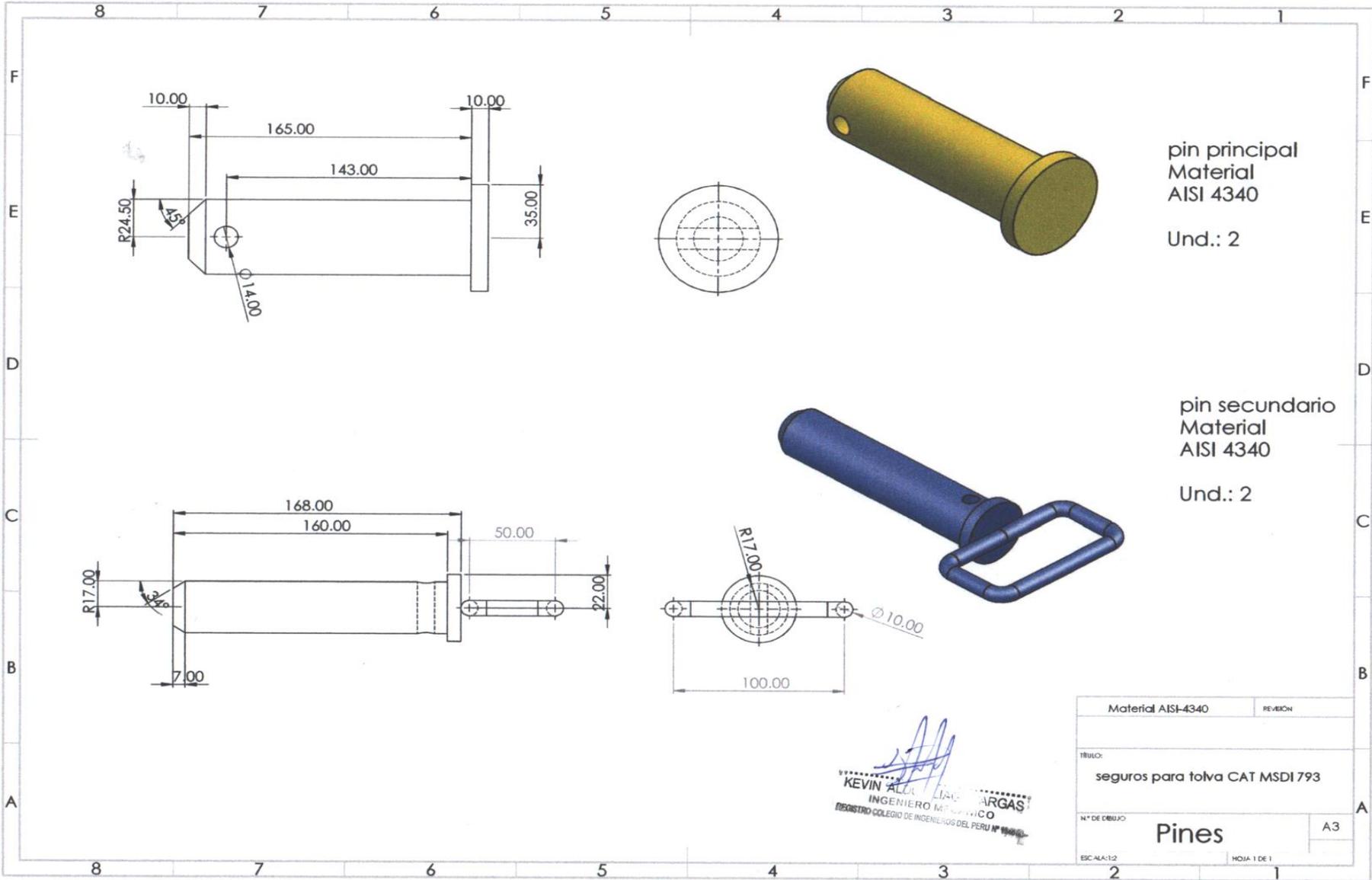
<b>actividad</b>	<b>descripción</b>	<b>Hora inicio</b>	<b>Hora final</b>	<b>Total horas</b>
<b>Trasladar escaleras y soportes de retención.</b>	Se trasladaron los equipos desde el almacén hacia el área de mantenimiento. Para dicha actividad es necesario la utilización de vehículos de transporte de cargas tales como montacargas ya sea motorizado o manual.	7:30	9:00	1.50
<b>Instalar escaleras de acenso.</b>	Se instalaron y fijaron correctamente las escaleras de acenso al chasis del camión CAT 793.	9:00	9:30	0.50

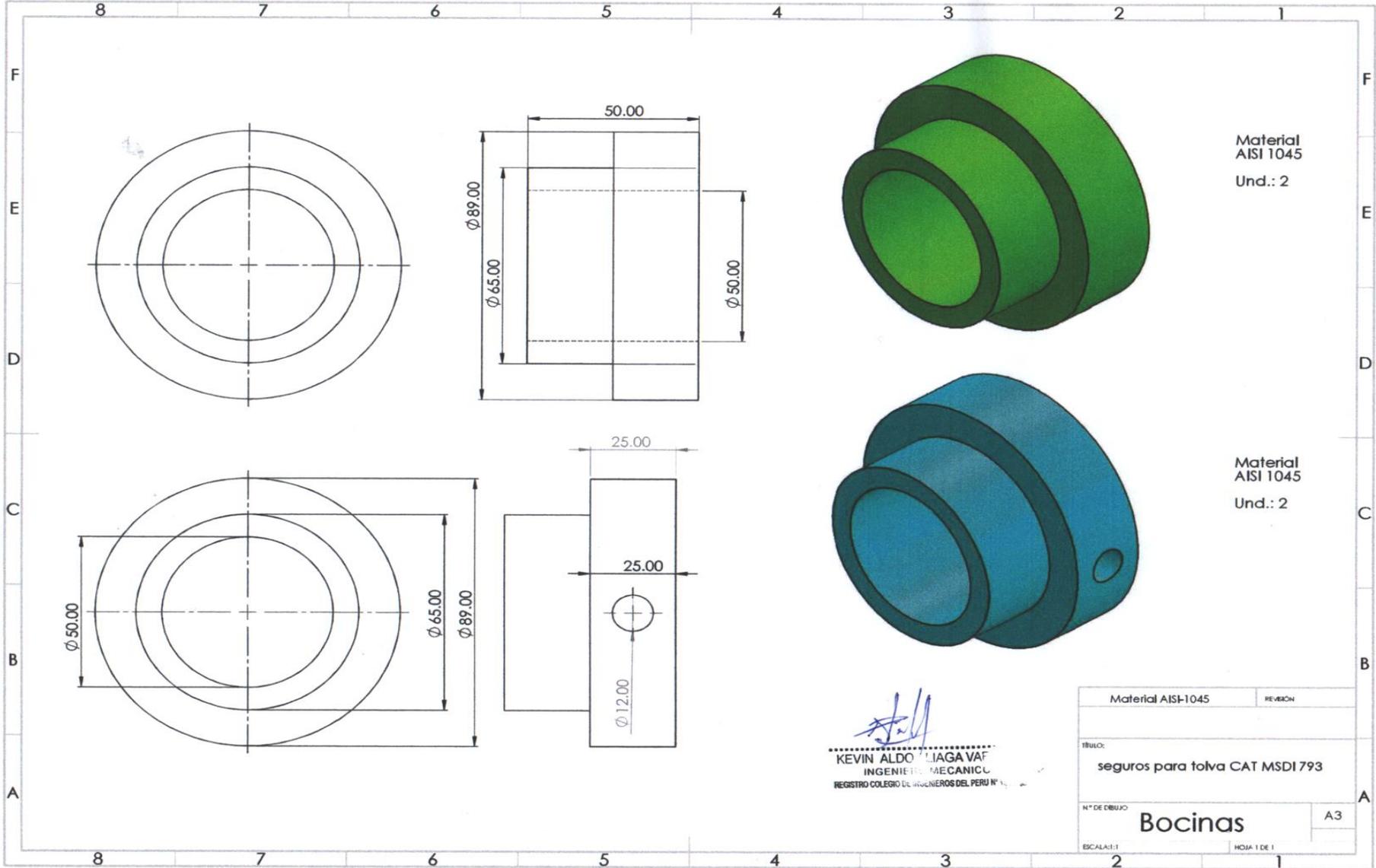
<b>Subir los soportes de retención, hacia el lugar de instalación.</b>	Primero el operador del camión levanta la tolva, luego con ayuda de vehículos de transporte de carga se inició el acenso de los soportes de retención hasta donde fue posible luego se tuvo que hacer a pulso y con ayuda de dos operarios.	9:30	11:00	1.50
<b>Instalar los soporte de retención.</b>	Se ubicó y sujeto los soportes de retención en el lugar correcto. Seguidamente se bajó la tolva y quedó fija sobre los soportes.	11:00	12:00	1.00
<b>Realizar trabajos de mantenimiento en chasis.</b>				
<b>TOTAL HORAS TRABAJADAS</b>				4.50

			 MANUEL GUTIERREZ RAMOS GERENTE GENERAL GUMSERVIS SRL
<b>OBSERVADOR:</b> LUIS ALBERTO RABANAL COTRINA DNI:48114326	<b>SOLDADOR:</b> FRANK CHAVARRY ROJAS DNI: 41325319	<b>SUPERVISOR:</b> FERNANDO RIOS OLORTEGUI DNI: 41159753	<b>GERENTE:</b> MANUEL GUTIERREZ RAMOS

**Anexo 03:** planos del soporte de retención de tolva.





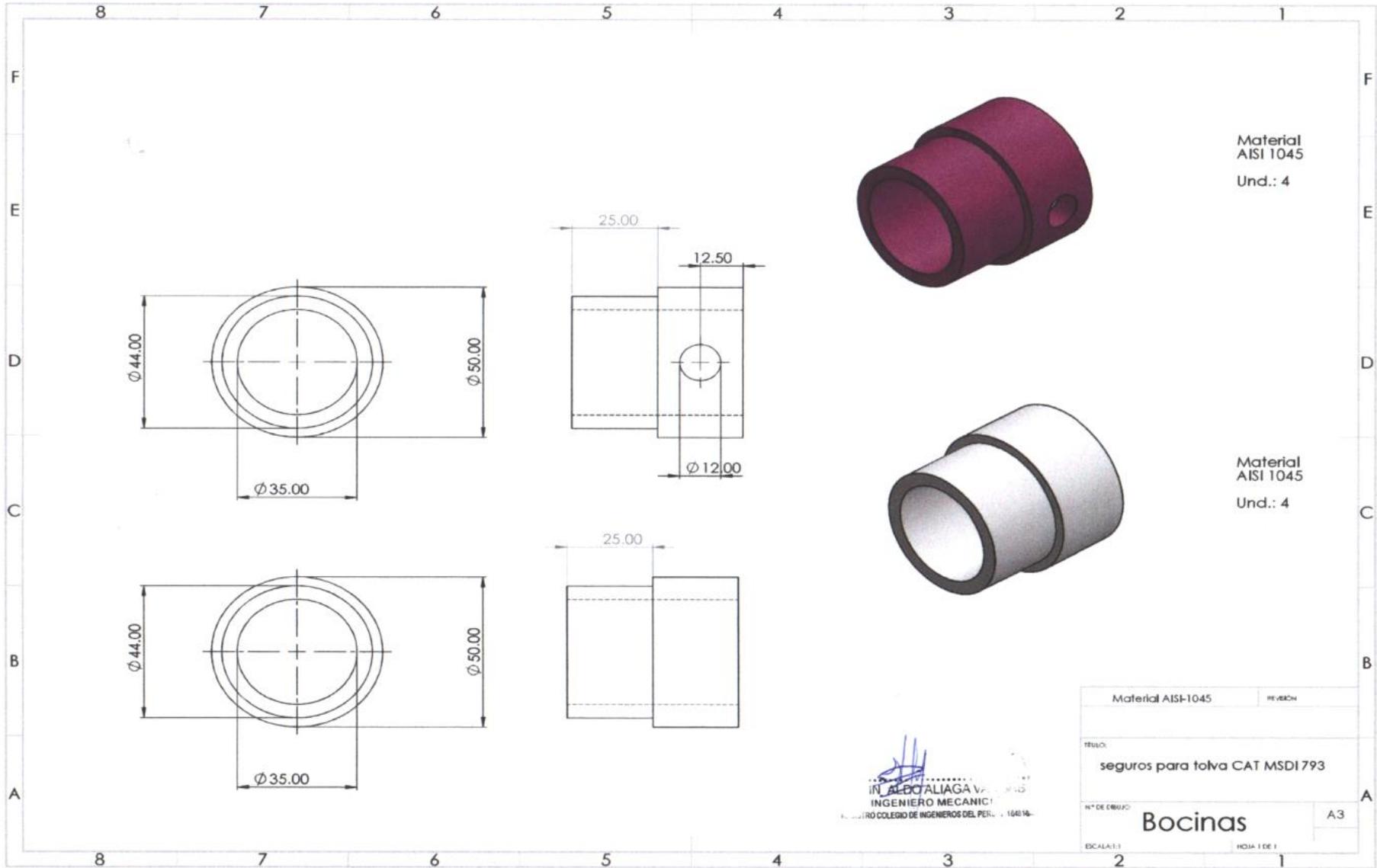


Material  
AISI 1045  
Und.: 2

Material  
AISI 1045  
Und.: 2

*Handwritten Signature*  
 KEVIN ALDO LIAGA VAF  
 INGENIERO MECANICO  
 REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU N° 11111

Material AISI-1045	REVISION
TITULO: seguros para tolva CAT MSDI 793	
N° DE DIBUJO Bocinas	A3
ESCALA: 1:1	HOJA 1 DE 1

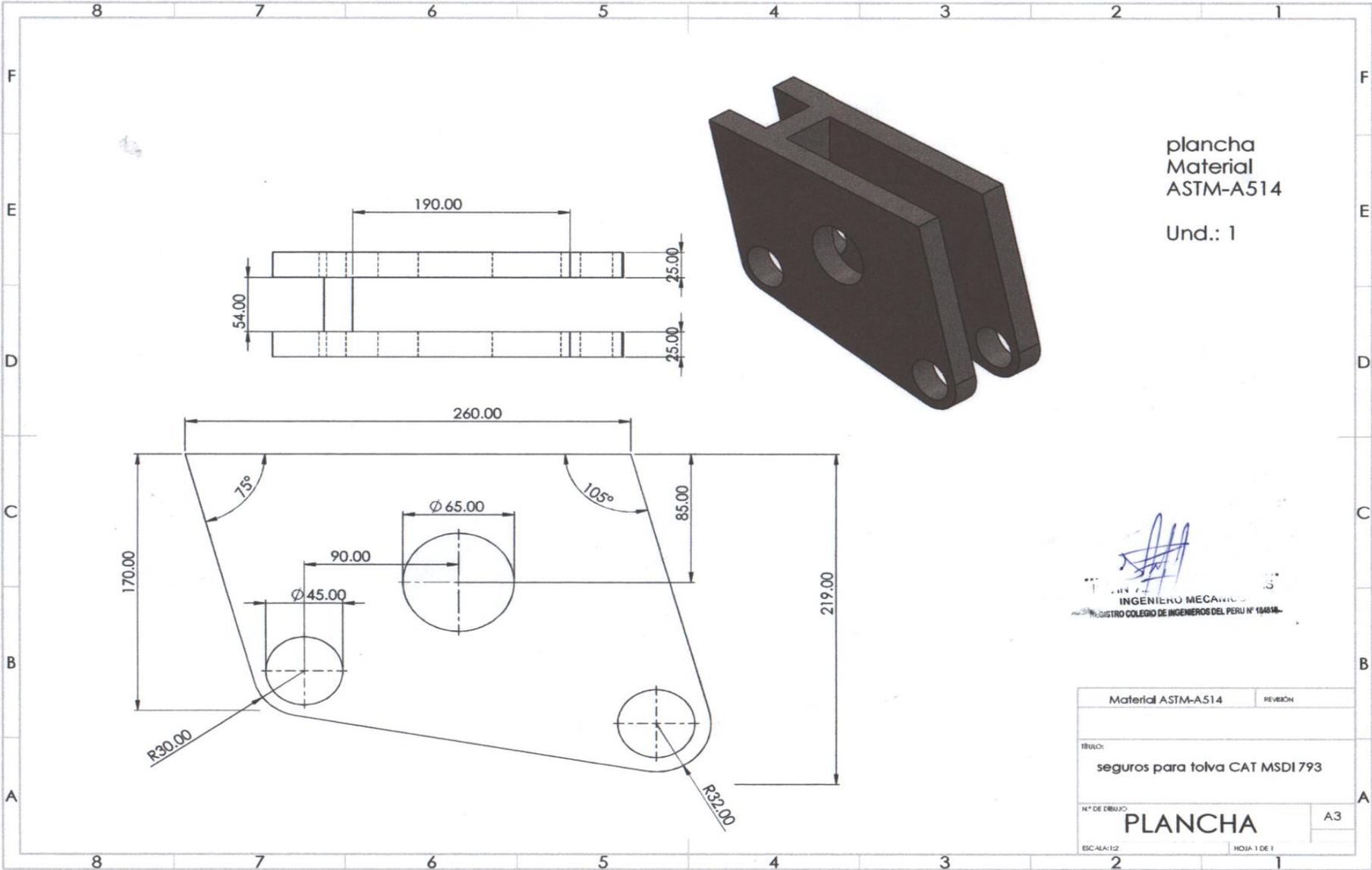


Material  
AISI 1045  
Und.: 4

Material  
AISI 1045  
Und.: 4

Material AISI-1045	REVISION
TITULO: seguros para tolva CAT MSDI 793	
N° DE DIBUJO: <b>Bocinas</b>	A3
ESCALA: 1:1	HOJA: 1 DE 1

  
 INGRID ALBALIGA VALDIVIA  
 INGENIERO MECANICO  
 INSTITUTO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU - 104816

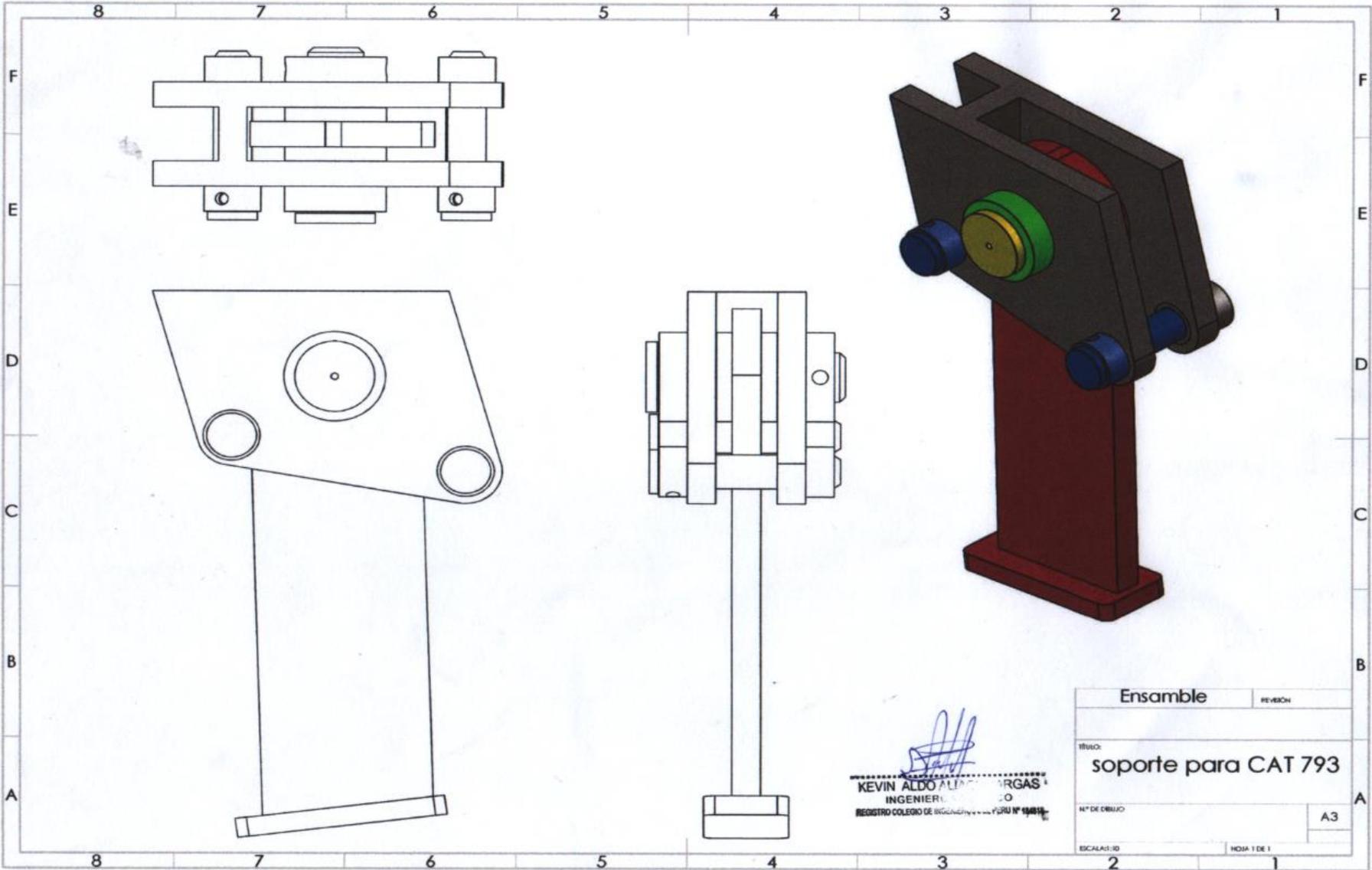


plancha  
Material  
ASTM-A514

Und.: 1

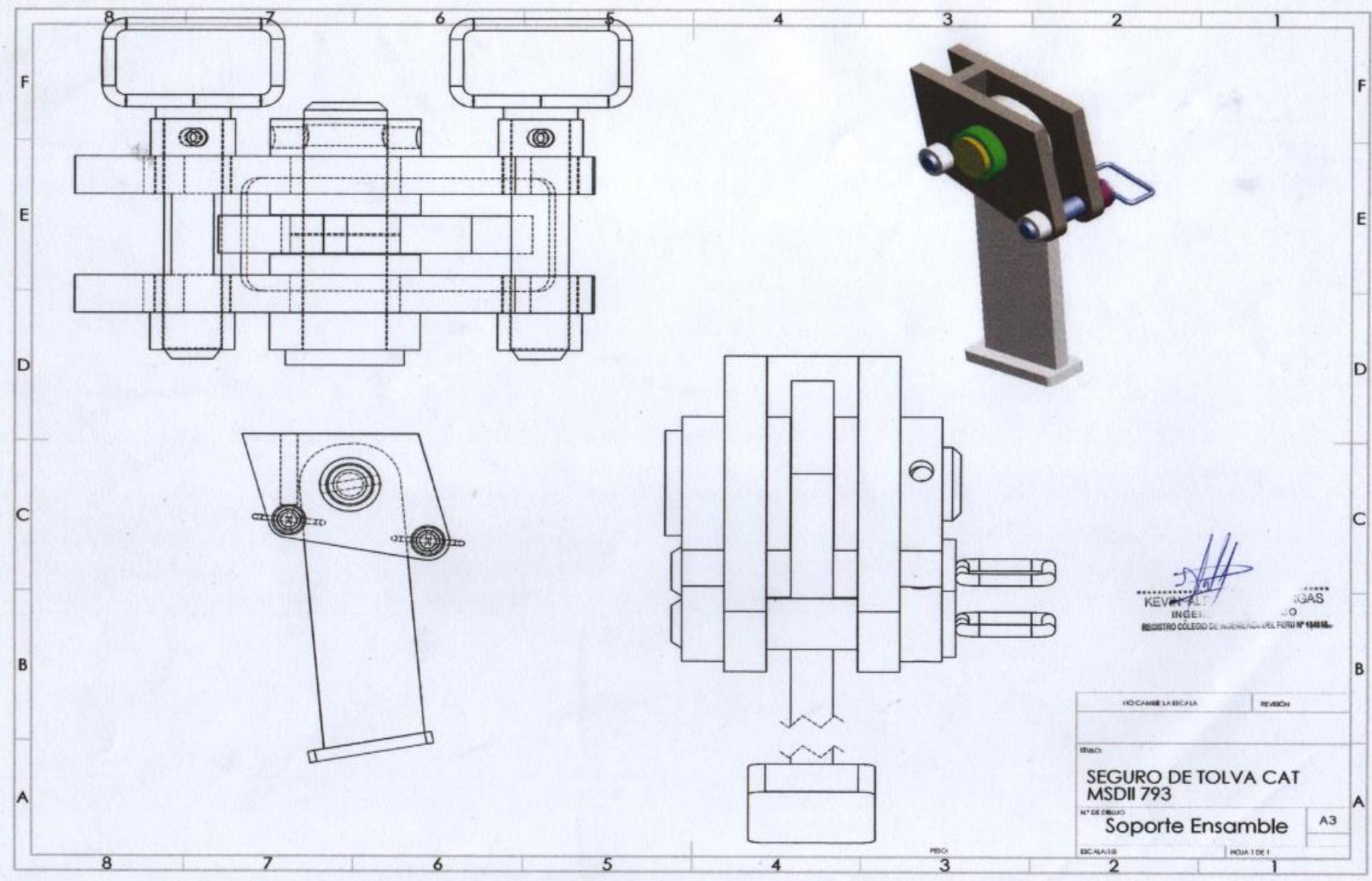
INGENIERO MECANICO  
REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU N° 184818-

Material ASTM-A514	REVISIÓN
TITULO: seguros para tolva CAT MSDI 793	
N° DE DIBUJO: <b>PLANCHA</b>	A3
ESCALA: 1:2	HOJA 1 DE 1



  
 KEVIN ALDO ALMAGUER  
 INGENIERO  
 REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU N° 18015

Ensamble		REVISION
TITULO: soporte para CAT 793		
N° DE DIBUJO		A3
ESCALA: 1:10	HOJA 1 DE 1	

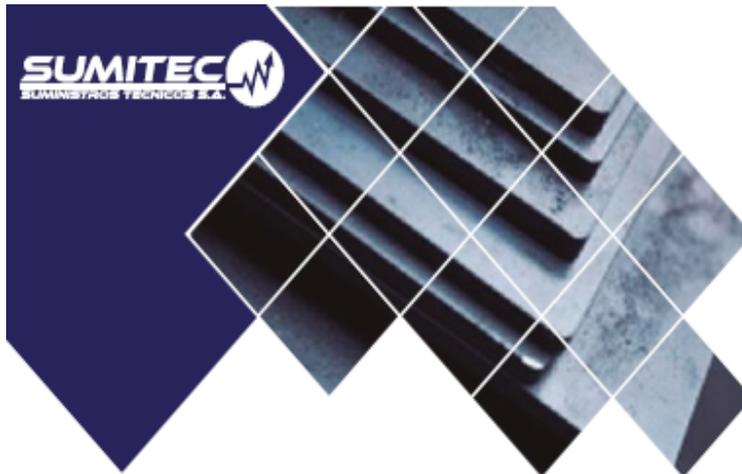


  
 KEVIN ALTAMIRANO  
 INGENIERO EN MECANICA  
 REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU N° 198816

NO CAMBIE LA ESCALA	REVISION
TITULO: <b>SEGURO DE TOLVA CAT          MSDII 793</b>	
N° DE OBJETO: <b>Soporte Ensamble</b>	
ESCALA: 1:1	HOJA 1 DE 1

A3

## Anexo 04: características técnicas y mecánicas de la plancha ASTM – A36.



### ACERO ESTRUCTURAL ACERO ASTM A36



**1. Descripción:** Acero al carbono estructural conocido como hierro negro, de calidad estructural para el uso en puentes y edificaciones remachadas, atornilladas o soldadas.

**2. Normas involucradas:** ASTM A 36/A 36M - 04

**3. Propiedades mecánicas:** Esfuerzo a la fluencia mínimo: 250 MPa (36300 PSI)  
Esfuerzo a la tensión: 400 – 550 MPa (58000 – 79800 PSI)  
Elongación mínima en 50 mm (2"): 23%  
Módulo de elasticidad 200 GPa (29000 KSI)

**4. Propiedades físicas:** Densidad 7.85 g/cm<sup>3</sup> (0.284 lb/in<sup>3</sup>)

**5. Propiedades químicas:** 0.25 – 0.29 % C  
0.60 – 1.20 % Mn  
0.15 – 0.40 % Si  
0.04 % P máx  
0.05 % S máx

**6. Usos:** Para componentes estructurales en general.

**7. Tratamientos térmicos:** Usualmente a este material no se le da tratamiento térmico debido a que son parte estructural. Puede ser cementado para aumentar la dureza superficial mientras mantiene su núcleo tenaz.

**NOTA:**

Los valores expresados en las propiedades mecánicas y físicas corresponden a los valores promedio que se espera cumpla el material. Tales valores son para orientar a aquella persona que debe diseñar o construir algún componente o estructura pero en ningún momento se deben considerar como valores estrictamente exactos para su uso en el diseño.

(506) 2591-7514 ☎

(506) 2551- 4169 📠

info.clientes@sumiteccr.com ✉



**Anexo 05:** Características mecánicas acero AISI 1045.

H



AISI : 1045      W N°: 1.1191  
DIN : CK 45

Tipo de aleación promedio : C 0,45 Si 0,3 Mn 0,7 %  
Color de identificación : Rojo - Blanco - Rojo  
Estado de suministro : Dureza natural 193 HB máx.

**ACERO FINO AL CARBONO DE ALTA CALIDAD**  
**Gran pureza de fabricación y estricto control de calidad.**

**APLICACIONES:** Partes de maquinaria y repuestos sometidos a esfuerzos normales. Árboles de transmisión, ejes, pernos, tuercas, ganchos, pines de sujeción, pasadores, cuñas, chavetas, etc. También para herramientas de mano, portamatrices, etc.

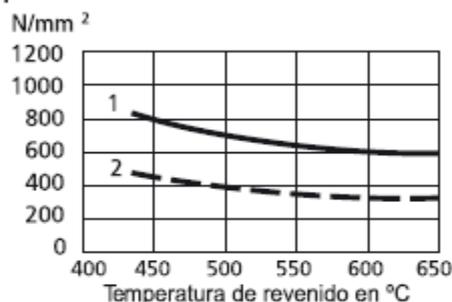
**INDICACIONES PARA EL TRATAMIENTO TÉRMICO**

<b>Forjar:</b>	1100	-	850 °C
<b>Normalizar:</b>	840	-	870 °C
<b>Recocer:</b>	650	-	700 °C
Enfriamiento lento en el horno			
<b>Temple: al agua (*)</b>	820	-	850 °C
<b>Dimensiones menores: al aceite</b>	830	-	860 °C
<b>Revenido: Según el uso</b>	100	-	300 °C
<b>Nitrurado: en baño de sal</b>			580 °C

**SOLDADURA:** Con soldadura especial de alta resistencia.

Según tamaño y complejidad del trabajo, se recomienda un precalentamiento entre 200-300°C. Electrodo BÖHLER UTP 76/ UTP 6020

28



1.- Resistencia a la tracción  
2.- Límite de Fluencia

Estado	CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS				
	Diámetro mm.	Límite de fluencia N/mm <sup>2</sup>	Resistencia a la tracción N/mm <sup>2</sup>	Alargamiento (Lo = 5d) mín. %	Contracción mín. %
Natural	-	370	650	15	35
Recocido	16 - 100	340	650 - 750	17	35
	100 - 250	330	580 - 700	18	-

(\*) Soldadura y Tratamiento Térmico: Consultar con Departamento Técnico.

## Anexo 06: Características mecánicas acero AISI: ~ 4340 H.

**VCN**

AISI : ~ 4340 H  
DIN : 34 Cr Ni Mo 6  
W N°: 1.6582



Tipo de aleación promedio : C 0,34 Cr 1,5 Ni 1,5 Mo 0,2 Si 0,30 Mn 0,50%  
Color de identificación : Verde  
Estado de suministro : Bonificado 240-380 HB Típico. Ver tabla inf.  
Largo estándar : 3,5 - 6 metros.

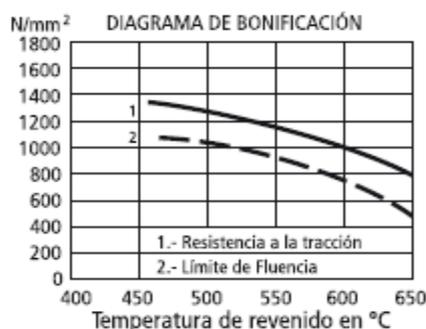
**Acero especial de bonificación al cromo níquel molibdeno, altamente resistente a la tracción, a la torsión y a cambios de flexión. Insensible al sobrecalentamiento en el forjado y libre de propensión a fragilidad de revenido. Por su estado de suministro permite en la mayoría de los casos su aplicación, sin necesidad de tratamiento térmico adicional.**

APLICACIONES: Partes de maquinaria y repuestos de mayores dimensiones, sometidas a muy altos esfuerzos dinámicos y otras altas exigencias mecánicas. Cigüeñales, ejes de leva, árboles de transmisión, barras de torsión, ejes cardán, ejes para bombas, ejes para hélice de aviones, pernos y tuercas de alta tensión, rodillos de transportadora, vástagos y pines, muñones; brazos de dirección, ciertos engranajes, discos de embrague, etc.

26

### INDICACIONES PARA EL TRATAMIENTO TÉRMICO

**Forjado:** 1050 - 850 °C  
**Recocido:** 650 - 700 °C  
Enfriamiento lento en el horno  
**Temple:** al aceite 830 - 860 °C  
**Dureza obtenible:** 52 - 56 HRC  
**Revenido :** 540 - 680 °C  
**Normalizado:** 850 - 880 °C  
**Nitrurar:** 580 °C



Resistencia en estado Recocido		CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS EN ESTADO BONIFICADO						
máx. N/mm <sup>2</sup>	Dureza Brinell máx.	Diámetro mm.		Límite de fluencia N/mm <sup>2</sup>	Resistencia a la tracción N/mm <sup>2</sup>	Elongación (Lo = 5d) % mín.	Estricción % mín.	Resiliencia según DVM Joule
		desde	hasta					
800	248	16	16	980	1180 - 1380	9	40	41
		40	40	885	1080 - 1280	10	45	48
		100	100	785	980 - 1180	11	50	48
		100	160	685	880 - 1080	12	55	48
		160	250	590	780 - 930	13	55	48

Soldadura: Consultar con nuestro Departamento Técnico

02

## Anexo 07: Características mecánicas planchas metálica (ASTM - A514).



# PLANCHA LAMINADA EN CALIENTE A514 GR B

Denominación:  
Plancha Estructural A514 GR B

### CARACTERÍSTICAS:

Plancha de acero de aleación para aplicaciones estructurales que requieren un alto límite elástico combinado con una buena conformabilidad y dureza.

La soldadura de las planchas A514 Grado B debe realizarse de acuerdo con el código de soldadura aplicable. Las planchas A514 de grado B tienen buenas características de conformado en frío.

### NORMA TÉCNICA:

ASTM A514 GR B  
Tolerancia dimensional  
ASTM A6/A6M

### PRESENTACIÓN:

Unidades de planchas con formatos comerciales identificadas con las coladas respectivas.

### USO:

Fabricación remolques de transporte, equipos para construcción, brazos de grúas, elevadores de hombre móviles, equipos agrícolas, marcos y chasis de vehículos pesados y elementos estructurales de puentes grúas.

DIMENSIONES			Peso (kg)
Espesor (plg)	Ancho (mm)	Largo (mm)	
3/8"	1500	6000	672,5
1/2"	1500	6000	897,2
5/8"	1500	6000	1121,2
3/4"	1500	6000	1345,9
1"	1500	6000	1794,5
1 1/2"	1500	6000	2691,7
2"	1500	6000	3589,0



PROPIEDADES MECÁNICAS	
Límite de Fluencia (mín.)	690 MPa
Resistencia a la Tracción (mín)	760-895 MPa
Alargamiento mínimo en 50mm	16-18%
Dureza	235-293 HB



COMPOSICIÓN QUÍMICA	
Carbono	0,12-0,21
Manganeso	0,70-1,00
Fósforo	0,035
Azufre	0,040
Silicio	0,20-0,35
Cromo	0,40-0,65
Vanadio	0,03-0,08
Titanio	0,01-0,03
Boro	0,0005-0,005

**Garantizamos nuestros productos con certificados de calidad**