



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA

**Diseño de un dispositivo de sujeción giratorio para la
mantenibilidad de motores eléctricos sumergibles en la empresa
Nor Oriente Motors – Cajamarca.**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Mecánico Electricista

AUTOR:

Fustamante Solano Fermin (ORCID: 0000-0002-9223-9857)

ASESOR:

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

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Modelamiento y Simulación de Sistemas Electromecánicos

CHICLAYO - PERÚ

2020

Dedicatoria

El presente trabajo de investigación está dedicado a todos los profesionales de la UCV que de una u otra manera nos guiaron y abrieron un sendero con nuevos horizontes.

Fermin

Agradecimiento

Mi agradecimiento de sobre manera a la empresa Nor Oriente Motors, por darme la oportunidad de realizar el presente estudio de mi proyecto, logrando así todos los objetivos trazados y la conformidad de la empresa para el diseño del dispositivo de sujeción giratorio.

Fermin

Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de figuras.....	vi
Resumen.....	vii
Abstract.....	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	11
III. METODOLOGÍA.....	17
3.1 Tipo y diseño de la investigación.....	17
3.2 Variables y operacionalización.....	17
3.3 Población, muestra unidad de análisis.....	18
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	18
3.5 PROCEDIMIENTOS.....	20
3.6 MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DATOS.....	20
3.7 Aspectos éticos.....	20
IV. RESULTADOS.....	21
V DISCUSIÓN.....	53
VI CONCLUSIONES.....	56
VII RECOMENDACIONES.....	57
REFERENCIAS.....	58
ANEXOS.....	61

Índice de tablas

Tabla 01. Resumen de tiempos de desmontaje de componentes de motor eléctrico sumergible.....	26
Tabla 02. Resumen de tiempos de montaje de componentes de motor eléctrico sumergible.....	28
Tabla 03. ensayo de resistencia de fuerzas.	39
Tabla 04. Fuerzas de reacción.	42
Tabla 05. Momentos de reacción.	42
Tabla 06. Fuerzas de cuerpo libre.....	42
Tabla 07. <i>Momentos de cuerpo libre</i>	43
Tabla 08. <i>Análisis estático de tensiones</i>	43
Tabla 09. Desplazamientos	44
Tabla 10. Deformación unitaria.	45
Tabla 11. Factor de seguridad.....	46
Tabla 12. Ingresos.....	49
Tabla 13. Flujo neto.....	49
Tabla 14. Egreso por elaboración del dispositivo.	50
Tabla 15. Cálculo del VAN y TIR.....	52

Índice de figuras

Figura 01. Fases del proceso de diseño que reconocen múltiples retroalimentaciones e interacciones.	13
Figura 02. Equipo de bombeo.	22
Figura 03. Motor sumergible.....	23
Figura 04. Partes del motor.	25
Figura 05. Influencia de la geometría del motor sumergible para el diseño del dispositivo.....	29
Figura 06. Giro libre de la parte móvil del dispositivo.	30
Figura 07. Simulación de sujeción del motor en posición horizontal.	31
Figura 09. Diseño de corona.	37
Figura 10. Análisis estático.....	43

Resumen

El presente informe de investigación está enfocado a resolver la problemática presente en la empresa Nor Oriente Motor – Cajamarca, la cual se ve en la necesidad de diseñar un dispositivo que permita mejorar la maniobrabilidad de los motores eléctricos sumergibles para la mantenibilidad en la Empresa Nor Oriente Motors – Cajamarca.

La información obtenida para lograr nuestro objetivo fue en base a las experiencias vividas en el proceso actual de los motores eléctricos sumergibles, acompañado de información como es entrevistas, revistas, tesis, libros, etc.

El diseño apropiado de este dispositivo se logró conociendo todo el proceso actual de mantenimiento de los motores eléctricos sumergibles en la empresa antes en mención, dotado de datos genuinos, por ende, dicha información se encuentra detallada en el desarrollo del primer objetivo específico.

En el desarrollo del segundo objetivo se determinó la geometría, peso y longitud del motor los cuales son parámetros importantes para el diseño del dispositivo de sujeción giratorio.

En el desarrollo de nuestro tercer objetivo específico se seleccionó los componentes mecánicos que conforman el dispositivo de sujeción giratorio los cuales se determinaron en base a cálculos y simulación mediante software de diseño mecánico SolidWorks versión 2020.

Finalmente se determinó la viabilidad del dispositivo de sujeción giratorio mediante la evaluación económica utilizando los indicadores VAN y TIR.

Palabras clave: Diseño, dispositivo de sujeción, Mantenibilidad.

Abstract

In this research report, it is aimed at solving the problems present in the company Nor Oriente Motor - Cajamarca, which is the need to design a device that improves the maneuverability of submersible electric motors for maintainability at the Nor Oriente Motors Company.

The proper design of this device was achieved knowing the entire current process of maintenance of submersible electric motors in the aforementioned company, such information is detailed in the development of the first specific objective.

In the development of the second objective, the geometry, weight and length of the motor were determined, which are important parameters for the design of the rotating clamping device.

In the development of our third specific objective, the mechanical components that make up the rotating clamping device were selected, which were determined based on calculations and simulation using solid works version 2020 mechanical design software.

The viability of the swivel clamp was finally determined by economic evaluation using the VAN and TIR indicators.

Keywords: design, device, maintainability.

I. INTRODUCCIÓN

En el Perú el campo reparación de equipos de bombeo sumergibles está en aumento debido a que sectores como la minería requieren estos equipos para la evacuación o aprovisionamiento de líquidos, cuando mencionamos equipo de bombeo sumergible nos referimos a un cuerpo hidráulico o bomba acoplado a un motor eléctrico sumergible, estos equipos debido a la alta frecuencia de uso sufren múltiples tipos de daños entre ellos tenemos fallas en la bomba o en el motor eléctrico, el presente proyecto de investigación está abocado específicamente a los problemas de los motores eléctricos sumergibles.

La empresa Nor Oriente Motors – Cajamarca se dedica principalmente al mantenimiento y reparación de equipos de bombeo satisfaciendo las necesidades de la región, pero los procedimientos y equipos que actualmente utiliza en el **mantenimiento de equipos de bombeo es defectuosos** y a la vez con un alto nivel de riesgo.

Se observó que el mantenimiento de los motores sumergibles, se realiza con carga suspendida y se utiliza elementos de izaje tales como eslingas y tecles. debido a la geometría cilíndrica, lisa y al peso del motor el riesgo de caída es muy alto pudiendo causar daños tanto al personal encargado en el mantenimiento y propio motor.

De acuerdo a la problemática observada en las instalaciones de la empresa Nor Oriente Motors – Cajamarca se planteó el siguiente **problema de investigación**. ¿Es posible mejorar la mantenibilidad de motores eléctricos sumergibles en la empresa Nor Oriente Motors –Cajamarca, mediante el diseño de un dispositivo de sujeción?

De modo que surgió una de las muchas **hipótesis** de investigación que es la siguiente: Mediante un dispositivo de sujeción giratorio podemos mejorar la mantenibilidad de motores eléctricos sumergibles en mejores condiciones de servicio y seguridad.

De acuerdo a la identificación del problema de esta investigación se pretende alcanzar los siguientes resultados teniendo por **objetivo general**: Diseñar un dispositivo que permita mejorar la maniobrabilidad de motores eléctricos

sumergibles para la mantenibilidad en la Empresa Nor Oriente Motors. Donde también se tuvo por **objetivos específicos**:

- Diagnosticar el proceso actual de mantenimiento de motor eléctricos sumergibles en la empresa Nor Oriente Motors.
- Determinar los parámetros de diseño para el dispositivo de mantenibilidad de motores eléctricos sumergibles.
- Seleccionar los componentes mecánicos que conforman el dispositivo de sujeción móvil para la mantenibilidad de motores eléctricos sumergibles, mediante el uso de software de diseño Solid Works.
- Diseño y calculo estático en el software.
- Realizar una evaluación económica empleando los indicadores VAN y TIR

La presente investigación se **justifica** a partir de que se mejoró el tiempo del proceso de mantenimiento de motores eléctricos sumergibles, los cuales actualmente son manipulados con fajas, eslingas y tecles, generando un tiempo prolongado en el mantenimiento e inseguridad para los operarios y propio equipo, por esta razón se propone el diseño de un dispositivo de sujeción giratorio para los motores eléctricos sumergibles.

En el aspecto tecnológico se justifica por ser un equipo mecánico de mucha ayuda en la maniobrabilidad de los motores eléctricos sumergibles en el proceso de mantenimiento; reduciendo tiempo y personal de apoyo vulnerables al peligro.

En el campo académico es justificable porque sirvió de gran ayuda para la futura generación de investigación que inicien un tema al respecto.

En el aspecto ambiental se justifica, porque se evitó el derrame del líquido refrigerante que es altamente contaminante, apoyando así a no contaminar el medio ambiente.

II. MARCO TEÓRICO

En el informe de investigación titulado “Diseño de un dispositivo de sujeción giratorio para la mantenibilidad de motores eléctricos sumergibles en la empresa Nor Oriente Motors – Cajamarca”. Se tomó información de diferentes fuentes como libros, revistas artículos científicos, etc. Las cuales mencionaremos a continuación:

(Pérez, 2006, p. 35) Explica que “para la reparación de motores sumergibles diseñó una mesa de desarme con un mecanismo que permitió fijar firmemente el motor a la mesa facilitando un desarmado adecuado, para el diseño de sus equipos tomó en cuenta la practicidad y comodidad de los trabajadores”

Escobar, (2017, p.79). El estudio de su tesis empieza por la necesidad de la explotación de agua potable, donde concluye que “el análisis mecánico acredita la secuencia de las tareas de mantenimiento a realizarse tanto para el montaje y desmontaje de equipo de bombeo”

(Tacilla, Cueva y Luque, 2019. p.13). En su investigación concluyeron que la identificación de fallas en los equipos de bombeo que presentaron en el transcurso de su trabajo muestra el desempeño especificado del funcionamiento de los equipos de bombeo.

De igual manera se tomó información específica que se encuentra en libros especializados los cuales mencionaremos a continuación:

EL DISEÑO

Diseñar es expresar un plan para satisfacer una necesidad específica o resolver un problema particular. Si el plan resulta en la creación de algo físicamente real, entonces el producto debe ser funcional, seguro, confiable, competitivo, útil, que pueda fabricarse y comercializarse.

El diseño es un proceso innovador y altamente interactivo. También es un proceso de toma de decisiones.

A veces las decisiones son momentáneas, por lo que es mejor reservarse el derecho de hacer ajustes mientras se logre más información.

En la ingeniería se aplican las matemáticas, estadística, computación, gráficas y el lenguaje que se hermanan entre sí para producir un plan y crear un producto funcional, el cual es seguro, confiable, competitivo y útil que se puede fabricar y comercializar sin considerar quién lo construya o lo use.

El diseño en ingeniería mecánica

Los profesionales como ingenieros mecánicos están relacionados con la producción y el procesamiento de energía y con el suministro de los medios de producción, las herramientas de transporte y las técnicas de automatización. Las bases de su capacidad y conocimiento son amplias. Entre las bases disciplinarias se encuentran la mecánica de sólidos, de fluidos, la transferencia de masa y momento, los procesos de manufactura y las teorías de la electricidad y de la información. El diseño en ingeniería mecánica implica todas las áreas que componen esta disciplina.

Los problemas reales se oponen a la especialización. El diseño de un simple cojinete involucra flujo de fluidos, transferencia de calor, fricción, transporte de energía, selección de materiales, tratamientos termo mecánicos, descripciones estadísticas, etc.

En ocasiones eventuales se considera el diseño de motores de combustión interna, de turbo maquinaria y de motores de reacción como entidades separadas. La serie de adjetivos que siguen a la palabra diseño sólo es una referencia para describir el producto. similar, hay frases como diseño de máquinas, diseño de elementos de máquinas, diseño de elementos de máquinas, etc. Todas ellas son ejemplos un poco más enfocados del diseño en ingeniería mecánica.

Fases e interacciones del proceso de diseño

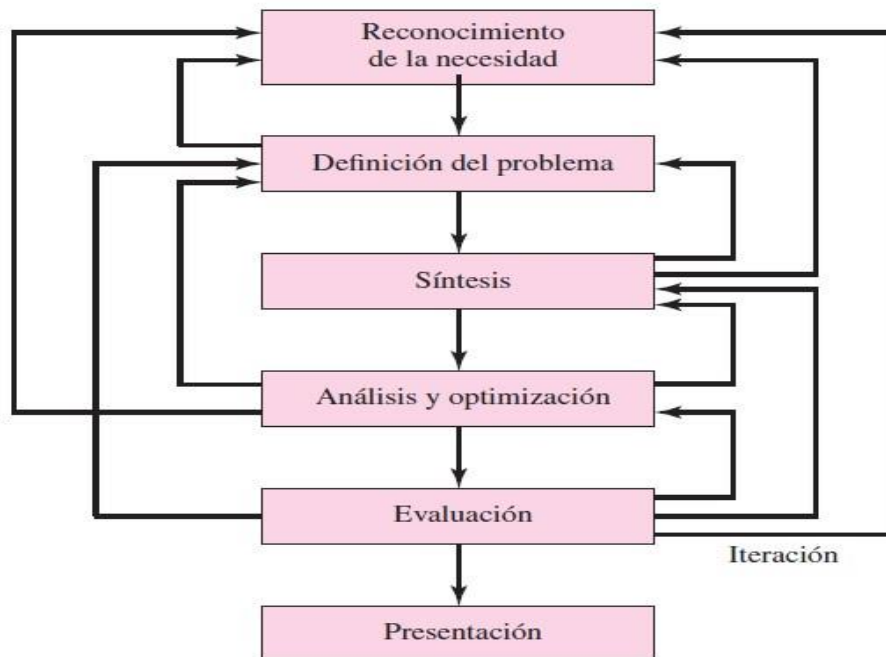


Figura 01. Fases del proceso de diseño que reconocen múltiples retroalimentaciones e interacciones.

Fuente: libro diseño en ingeniería mecánica Shirley (Pag.6)

Cálculo para diseño de tornillo sin fin y su rueda

Rueda.	
Tipo A.	Designación.
$M = \frac{P}{3.1416} = \frac{Dp}{N}$	M: Modulo.
$DE = (N + 2) * M$	P: Paso.
$Dp = N * M$	Dp: Diámetro primitivo.
$D1 = DE + (0.475 * p)$	DE: Diámetro exterior.
$A = 2.38 * p + 6mm$	E: Distancia entre ejes de la rueda y sin fin.
$E = \frac{Dp + dp}{2}$	A: ancho de la rueda.
	r: radio de la cabeza.
	R: concavidad periférica.
	α : Angulo de las caras.
	N: Numero de dientes.

Tornillo sin fin	
Designación:	Formulas
p: paso lineal.	$h = 2.167(M)de$
α : Angulo de inclinación del filete.	$de = dp + 2M = dp + 2L$
de: Diámetro exterior.	$dp = de - 2M = de - 2L$
dp: Diámetro primitivo.	$d = de - 2h$
LR: longitud de la parte roscada.	$\delta =$ para filetes simple y doble 29^0
h: Altura total del filete.	
he: espesor del filete.	
c: espacio entre filetes.	

Mantenibilidad:

Diferencia entre mantenibilidad y mantenimiento.

La mantenibilidad podemos decir que es una característica del equipo, mientras que el mantenimiento es una actividad que sirve para reponer en servicio un equipo, lo cual depende del sistema o estructura de mantenimiento.

Mantenibilidad es la capacidad de un elemento, bajo determinadas situaciones de uso, para conservar, o ser restaurado, a un estado en que pueda realizar la función requerida, cuando el mantenimiento se realiza bajo condiciones y usando procedimientos y recursos establecidos.

Mantenibilidad en diseño:

En la especificación para el diseño del equipo debe estar definido si este debe ser diseñado como reparable o desechable. El equipo se dice diseñado para la reparación si se desarrollan acciones desde su definición de modo que en caso de falla pueda volverse operativo en el menor tiempo y al menor costo. Los equipos son definidos como desechables cuando su reparación resulta antieconómica, o su costo de reposición es bajo o del orden del costo de reparación, o bien cuando es muy baja la probabilidad de éxito en la reparación.

La función de mantenibilidad en el diseño se avoca a la definición de todos los aspectos relacionados con la mantenibilidad de los equipos. Como la falla de los diferentes elementos tiene carácter aleatorio, los tiempos insumidos en la reparación tendrán el mismo carácter, y deberán ser evaluados en forma probabilística. Es por ello que la mantenibilidad se define como la probabilidad de que un equipo que entro en falla pueda ser reparado en un tiempo dado, contando con recursos y procedimientos definidos. Esto último se relaciona con:

1. Capacitación al personal.
2. Disponibilidad de repuestos.
3. Herramientas y bancos de prueba.
4. Documentación (manual de servicio).

La mantenibilidad de un equipo es una característica que queda definida en el diseño, y depende de factores tales como la tasa de falla de los elementos, tipos de falla a los que están sujetos, la serviciabilidad, accesibilidad, diagnosticabilidad y soportabilidad y de ayudas para el mantenimiento.

Motores eléctricos sumergibles.

El motor sumergible es una parte muy importante de la bomba de agua Sumergible. su función principal es transmitir potencia al eje de la bomba en el cual están acoplados los rodets (impulsores), los mismos que succionan el agua que está a su alrededor e impulsan verticalmente a una determinada altura. La potencia del motor eléctrico sumergible va asociado a las capacidades hidráulicas de la bomba, de acuerdo al trabajo; el motor sumergible normalmente lo encontramos como un componente independiente de estos. Como característica importante de estos equipos de bombeo es llevar un encapsulamiento totalmente hermético para aislar la parte eléctrica del líquido que está a su alrededor.

Componentes mecánicos del motor eléctrico sumergible

Los principales son: Estator, rotor, cojinetes, tapas y sellos mecánicos.

Características típicas de motor sumergible.

Motor sumergible Franklin con estator húmedo de 10" de diámetro, 250 hp potencia.

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de la investigación

Tipo de investigación.

Se está utilizando el tipo de investigación **tecnológica o aplicada** este tipo de investigación se inclina principalmente a dar soluciones en el sector industrial e infraestructura y nuestro caso específico se dio solución a los problemas generados por las dificultades presentadas en la maniobrabilidad e inseguridad en la mantenibilidad de motores eléctricos sumergibles en la empresa Nor Oriente Motors.

Diseño de investigación.

No experimental. Esta investigación se realiza sin manipular deliberadamente variables. Es decir, se trata de estudios donde no hacemos variar en forma intencional las variables independientes para ver su efecto sobre otras variables. Lo que hacemos en la investigación no experimental es observar fenómenos tal como se dan en su contexto natural, para posteriormente analizarlos. (Sampieri,2015.p149)

3.2 Variables y operacionalización

Variable Independiente.

Diseño de un dispositivo de sujeción giratorio.

Variable Dependiente.

Mantenibilidad de motores eléctricos sumergibles en la empresa Nor Oriente Motors – Cajamarca.

Operacionalización.

La operacionalización de las variables dependientes e independientes se observa en el anexo 1.

3.3 Población, muestra unidad de análisis

Población

La población está conformada por todos los motores eléctricos sumergibles en la región Cajamarca.

Muestra

Son todos los motores eléctricos sumergibles que se dan mantenimiento dentro de las instalaciones del área de mantenimiento de la empresa Nor Oriente Motors – Cajamarca.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

TÉCNICAS

Observación

Se aplicó directamente al proceso de mantenimiento de los motores eléctricos sumergibles, con la finalidad de poder verificar los tiempos de demora en el montaje y desmontaje de los motores dentro del área de mantenimiento de la empresa Nor Oriente Motors Cajamarca.

Entrevista estructurada

Aplicado principalmente al personal del área de mantenimiento en motores eléctrico sumergibles dentro de la empresa “Nor Oriente Motors

Revisión documentaria

En este presente proyecto de investigación se utilizó bases como la revisión de documentación concerniente a la problemática, investigaciones, teorías previas relacionada al sistema de manejo en el mantenimiento de motores, y verificar la metodología que utilizan para sujetar dichos motores.

INSTRUMENTOS

Ficha de observación

Este instrumento nos permitió tener en cuenta las horas del proceso del mantenimiento de los motores eléctricos sumergibles, también los trabajos manuales con respecto a lo deficiente que es en el proceso de mantenimiento de motores respetando los procedimientos de seguridad de tal forma que se recoja información directamente del área de mantenimiento.

Guía de entrevista

Se realizó preguntas sobre opiniones de lo que los individuos involucrados en el campo de trabajo acerca de comportamientos experiencias, acciones y actividades, concerniente a lo deficiente que es el mantenimiento de motores eléctricos sumergibles en la empresa Nor Oriente Motors - Cajamarca.

Cámara fotográfica

Nos permitió registrar todos los acontecimientos en el desarrollo de la recolección de la información referente al proceso y manejo de los motores eléctricos sumergible.

Validez y Confiabilidad

Validez: Las técnicas e instrumentos en el informe de investigación fueron validados por personal experto en la materia, así mismo las interrogantes e ítems formulados están de acuerdo a la información que se desea obtener, concerniente a la problemática de mejoramiento del proceso de mantenimiento de los motores sumergible en la empresa Nor Oriente Motors – Cajamarca.

Confiabilidad: Este informe de investigación fue confiable debido a que se usó información primaria genuina siendo recopilada directamente del personal asignado en el área de mantenimiento de motores sumergibles.

3.5 PROCEDIMIENTOS

Los procedimientos realizados para recolectar los datos fueron directamente en el área de mantenimiento y al personal que trabaja en dicha área empleando la observación directa aquí se pudo verificar y registrar todo el proceso y manejo de los motores. Para después poder analizar y trabajar con esos datos los cuales fueron tomados en cuenta en el diseño del dispositivo como su peso específico, giro de 360°, tiempo para sujetar con eslingas del motor.

3.6 MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DATOS

Análisis Descriptivo

Se tomó en cuenta el diseño de dispositivo de sujeción giratorio para mejorar el proceso mantenimiento de motores eléctricos sumergibles en la empresa Nor Oriente Motors - Cajamarca, con recolección de información del lugar afectado por la problemática usando tabulación y gráficos en programas como: Excel y Word.

Simulación en el software de diseño mecánico Solid Works 2020.

Mediante la simulación en el software se logró determinar los esfuerzos a lo que está sometido nuestro diseño evitando la fabricación del prototipo del dispositivo de sujeción giratorio lo cual nos permitió evitar gastos de fabricación y reprocesos.

3.7 Aspectos éticos

Como aspectos éticos tenemos en consideración el respeto en el ámbito social y las creencias religiosas, para lo cual en la presente investigación no solo se cuida los derechos del autor también de no herir susceptibilidades guardando un amplio respeto por el medio ambiente como guardar la identidad de los individuos involucrados en la presente investigación siendo nuestra fuente importante para lograr nuestros objetivos.

IV. RESULTADOS

4.1 Diagnosticar el proceso actual de mantenimiento de motores eléctricos sumergibles en la empresa Nor Oriente Motors - Cajamarca.

Descripción general de la empresa:

La empresa Nor Oriente Motors Cajamarca, se encuentra ubicada en el barrio San Martín de Porres Jirón Juan Beato Masías 1515 - Cajamarca dedicándose al mantenimiento y reparación de motores y equipos diversos de bombeo y de combustión dentro y fuera de nuestra región Cajamarca.

Personal requerido:

El personal requerido en el área de mantenimiento está conformado por cuatro (04) personas, un (01) mecánicos, dos (02) ayudantes, un (01) supervisor los cuales están capacitados para realizar actividades de mantenimiento concerniente a los motores eléctricos sumergibles dentro de las instalaciones de Nor Oriente Motors - Cajamarca.

Recepción del equipo de bombeo:

La recepción se refiere a que el cliente hizo llegar el equipo de bombeo averiado a las instalaciones la empresa Nor Oriente Motors y es descargado por el personal encargado del área de mantenimiento de bombas.

Traslado del equipo de bombeo al área de mantenimiento:

Después que el cliente hizo llegar el equipo de bombeo a las instalaciones de la empresa Nor Oriente Motors el equipo de personas asignados para el trabajo trasladó el equipo al área de mantenimiento de bombas, este grupo está formado por 4 personas, un mecánico, dos ayudantes y un supervisor.

Inspección visual y limpieza:

Antes de empezar cualquier trabajo de mantenimiento el equipo de bombeo debe estar completamente limpio. El trabajo de limpieza del equipo de bombeo se refiere a retirar todos los residuos impregnados en la bomba, el personal encargado realizó la limpieza utilizando el EPP adecuado debido que los residuos son altamente peligrosos y contaminantes.



Figura 02. Equipo de bombeo.

Fuente: instalaciones del taller Nor Oriente Motors.

Separación del motor de la bomba sumergible:

El equipo de bombeo se compone de dos partes principales el motor eléctrico y el cuerpo hidráulico o bomba. La separación se realizó retirando los tornillos de sujeción y el acople que une ambos componentes, para finalmente derivar el motor a la sub área correspondiente para realizar tareas de mantenimiento.



Fuente: instalaciones de la empresa Nor Oriente Motors.

Figura 03. Motor sumergible.

Pruebas preliminares al mantenimiento:

Las pruebas preliminares al mantenimiento son necesarias, porque nos muestra la severidad de daño con la que el motor ingreso al establecimiento, las pruebas que se realizaron son:

Prueba de aislamiento.

Se utilizó un instrumento denominado megometro el cual nos brinda información del mal o buen estado de la bobina del estator.

Giro libre del rotor.

Se realizó las pruebas de giro para verificar el estado de desgaste o daño de los cojinetes.

Drenar líquido refrigerante:

Para drenar el líquido refrigerante primero se realizó maniobras de izaje con el motor eléctrico sumergible suspendido mediante fajas, eslingas y tecles colocándolo a un ángulo adecuado teniendo en cuenta que se puede deslizar, afectando al personal encargado y propio equipo, debido a la forma geométrica (cuerpo liso, forma cilíndrica) esta propenso a deslizarse y quedar sin sujeción.



Figura.04. Motor eléctrico sumergible.

Fuente: instalaciones de la empresa Nor Oriente Motors.

Desmontaje de componentes mecánicos:

Se ubicó el motor sumergible en la mesa de trabajo, luego se realizó el desmontaje de cada uno de los accesorios que lo conforman.

Inspección de daños de los componentes mecánicos:

En esta etapa se verificó daños de los elementos mecánicos tales como: Desgastes, deflexiones, fisuras, etc. para su recuperación dimensional. A continuación, se elaboró un orden de trabajo para derivar al área de maestranza.

Derivación de los componentes mecánicos al área de maestranza:

En este proceso se trasladó los elementos mecánicos averiados del área de mantenimiento al área de maestranza conjuntamente con su orden de trabajo para realizar trabajos de recuperación dimensional.



Figura 04. Partes del motor.

Fuente: taller de la empresa Nor Oriente Motors. Cajamarca.

Inspección de componentes reparados:

Después de corregir las fallas de los elementos mecánicos en el área de maestranza, se verificó las dimensiones y tolerancias de acuerdo a lo que establece el fabricante.

Montaje de los componentes mecánicos:

Se ubicó en la mesa de trabajo los componentes mecánicos previamente recuperados para luego ser colocados a su posición normal de trabajo respetando tolerancia del fabricante.

Abastecimiento del líquido refrigerante:

Para dicha actividad se posesionó el motor sumergible en ángulo de 45° suspendido con fajas, eslingas para el llenado del líquido refrigerante

momento en que aumenta la inseguridad de los operarios y propio equipo basado en la forma geométrica (liza y cilíndrica).

PRUEBAS DE PRE FUNCIONAMIENTO:

Prueba de aislamiento. Se utilizó un instrumento denominado megómetro el cual nos proporciona datos sobre el aislamiento y hermeticidad del motor.

Giro libre del rotor. se realizó las pruebas de giro para comprobar el correcto montaje de cada elemento mecánico del motor.

Acople bomba motor:

En esta fase mediante el acople y la sujeción de pernos se logró nuevamente unir el motor sumergible y el cuerpo hidráulico. Quedando como resultado el equipo de bombeo reparado y funcional.

Acondicionamiento en el área de productos terminados:

Como todo proceso tiene su secuencia en este caso el equipo de bombeo fue trasladado y acondicionado en el área de productos terminado.

Para el proceso en general se utilizó instrumentos de recolección de datos como: la observación directa al proceso de mantenimiento realizado y cronometrando los tiempos en coordinación con mecánicos en el área específica.

Tabla 01. Resumen de tiempos de desmontaje de componentes de motor eléctrico sumergible.

N°	actividades	Recurso humano	Tiempo/horas
1	Recepción del equipo de bombeo.	4	0.5
2	Traslado del equipo de bombeo al área de mantenimiento	4	0.5
3	Inspección visual y limpieza	4	1.5

4	Separación del motor de la bomba sumergible	4	0.5
5	Pruebas preliminares al mantenimiento (prueba de aislamiento, giro libre del rotor).	4	1.0
6	Drenar líquido refrigerante.	4	1.0
7	Desmontaje de los componentes mecánicos.	4	6.0
8	Inspección de daños de los componentes mecánicos.	4	1.0
9	Derivación de los componentes mecánicos al área de maestranza.	4	0.5
Total, horas			12.5

Fuente: elaboración propia.

Tabla 02. Resumen de tiempos de montaje de componentes de motor eléctrico sumergible.

N°	Actividades	Recurso humano	Tiempo/horas
1	Inspección de componentes reparados.	4	1:0
2	Montaje de los componentes mecánicos.	4	8:0
3	Abastecimiento del líquido refrigerante.	4	1.0
4	Pruebas de pre funcionamiento.	4	1.0
5	Acople bomba motor.	4	0.5
6	Acondicionamiento en el área de productos terminados.	4	0.5
Total, horas			12.0

Fuente: elaboración propia.

Los datos obtenidos se pueden visualizar en la ficha de observación en el anexo 02.

4.2. Determinar los parámetros de diseño del dispositivo. Para mejorar la mantenibilidad de motores eléctricos sumergible.

Para el diseño del dispositivo se tomó en cuenta distintos parámetros de diseño tales como:

- Geometría del motor.
- Capacidad de carga del dispositivo.
- Posición de mantenimiento.

Geometría del motor:

Los motores eléctricos sumergibles por lo general su forma geométrica es lisa, cilíndrica y alargada; su fabricación va desde hierro fundido, bronce y acero inoxidable esta última es la más resistente al depósito de minerales y materiales abrasivos, son herméticas y muy eficaces, considerando diámetro y longitud

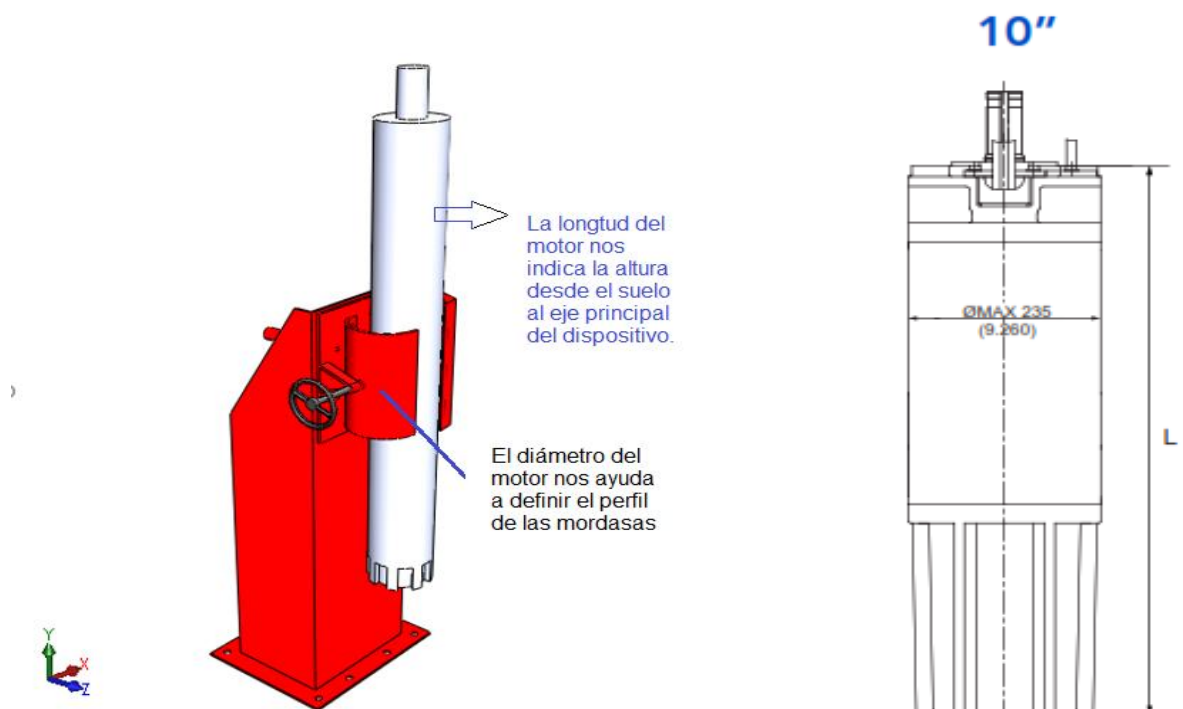


Figura 05. Influencia de la geometría del motor sumergible para el diseño del dispositivo

Fuente: elaboración propia.

Capacidad de carga del dispositivo:

La capacidad de carga del dispositivo se determinó en función al peso del motor.

En este caso se tomó como referencia el motor franklin de 250 hp-10 pulgadas cuyo peso es de 450 kg aproximadamente, Cabe mencionar, los motores con estas características son los más frecuentes en la empresa no dejando de mencionar la marca SME.

La razón por la cual se tomó como referencia el motor franklin 250 hp por ser el equipo más frecuente en el área de mantenimiento 'por lo tanto el dispositivo tiene que ser adecuado al modelo en mención.

Posición de mantenimiento (horizontal, vertical y ángulo de giro controlado).

El diseño del dispositivo tiene que tener la facilidad de giro libre de 360° para realizar las operaciones de drenado y abastecimiento del líquido refrigerante.

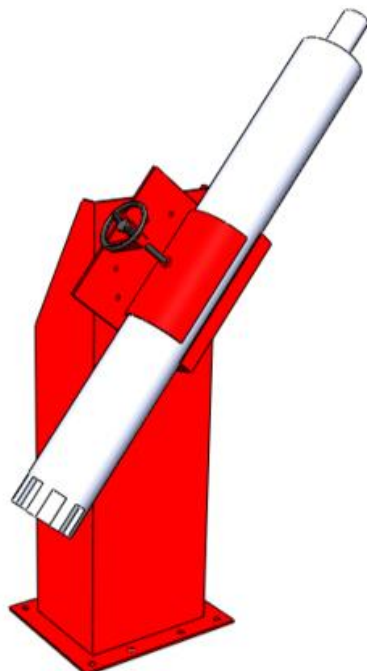


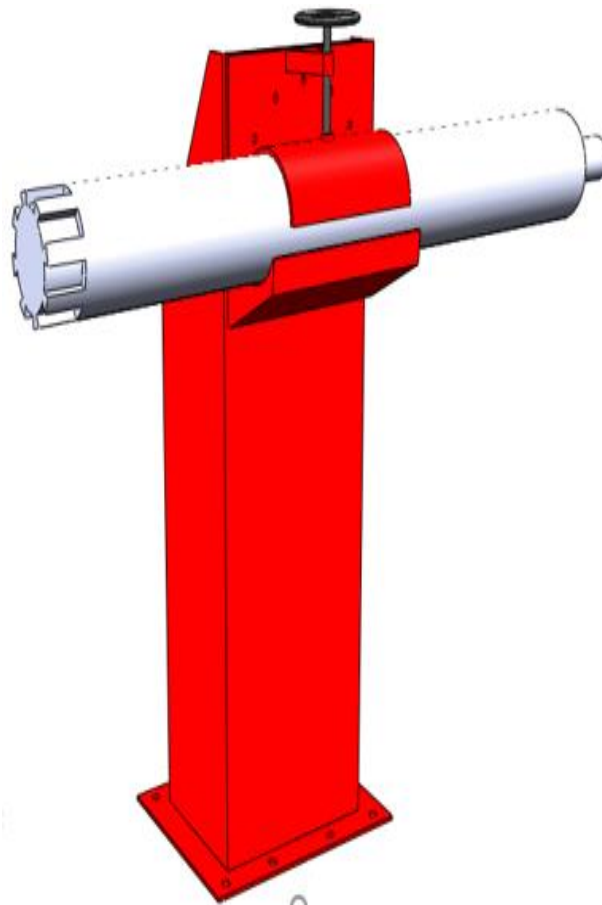
Figura 06. Giro libre de la parte móvil del dispositivo.

Fuente: elaboración propia.

Otra posición de trabajo es **horizontal** facilitando el desarmado de los componentes mecánicos como:

- Tapa protectora de los componentes del motor.
- Rotor del motor.
- Cojinetes, etc.

Figura 07. Simulación de sujeción del motor en posición horizontal.



Fuente: elaboración propia.

4.3. Selección de los componentes mecánicos que conforman el dispositivo móvil para la mantenibilidad de motores eléctricos sumergibles mediante el Uso de software de diseño:

Realizar bosquejo a mano alzada

Se elaboró bosquejos del prototipo de sujeción para el proceso de mantenimiento de los motores sumergibles, donde se determinó que contará con las siguientes características técnicas.

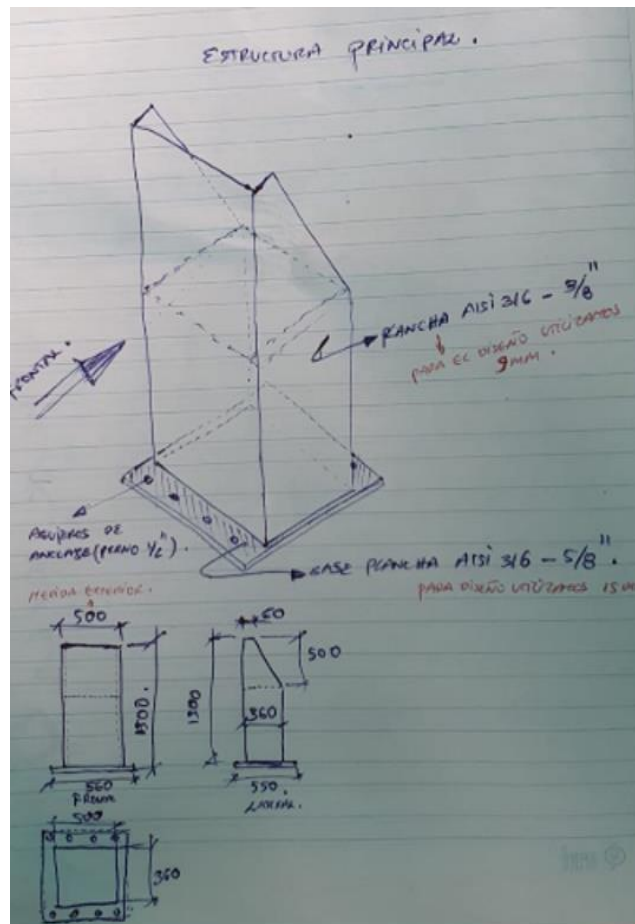


Figura 08. Criterio de Diseño

Fuente: elaboración propia.

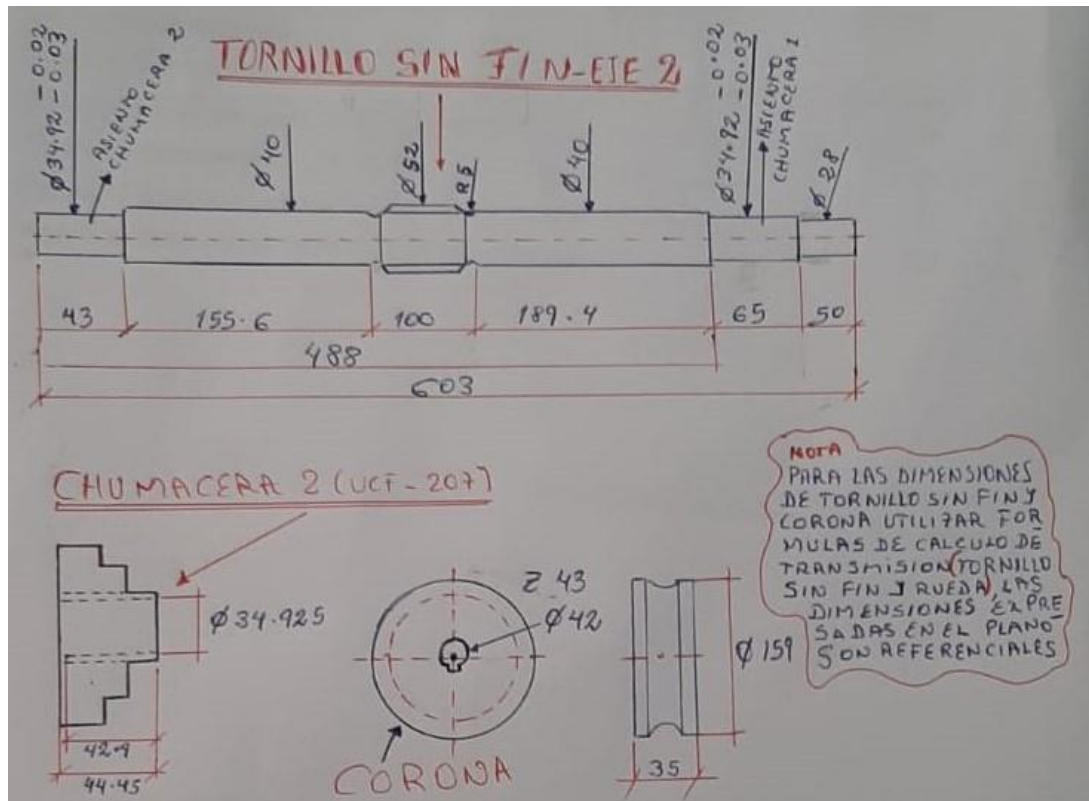


Figura 09. Bosquejo general de los componentes mecánicos corona sin fin del dispositivo de sujeción.

Fuente: elaboración propia.

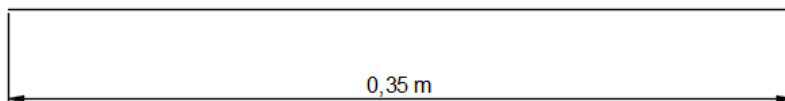
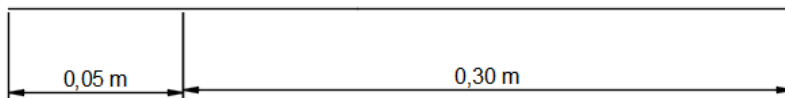
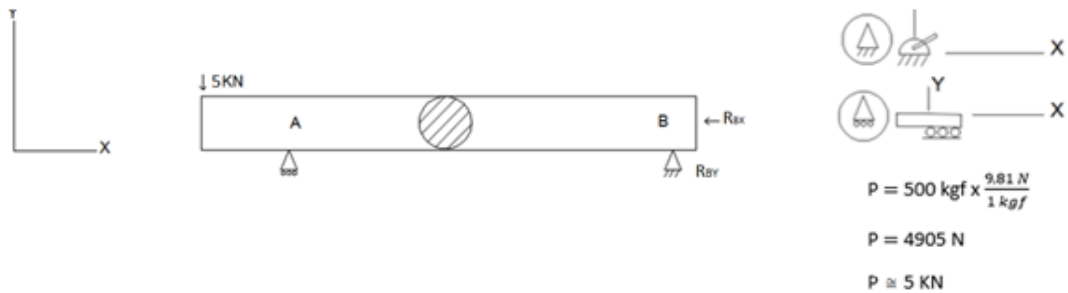
En esta fase para dar cumplimiento a nuestro objetivo 03, se realizó y verifico la función de cada componente para la conformación del dispositivo de sujeción que cada uno de ellos cumpla una función muy importante, cada pieza que conforma el dispositivo de sujeción la cual soporta y sujeta aproximadamente una tonelada de peso (motores eléctrico sumergible) considerando el factor de seguridad.

Se presenta los siguientes componentes del dispositivo de sujeción para la interpretación del proyecto propuesto y su descripción general de cada parte que conforma el dispositivo de sujeción.

CÁLCULO DE REACCIONES DEL EJE 01

Parte estática. En base a la carga a la que va estar sometida el eje principal equivalente a 5 KN se realizó los cálculos para determinar las reacciones en los puntos de apoyo.

Diagrama de cuerpo libre.



$$\sum M_B = 0$$

$$5 (0,35) - R_{Ay} (0,30) = 0$$

$$1,75 = 0,30 R_{Ay} \rightarrow R_{Ay} = \frac{1,75}{0,30} \text{ (KN)}$$

$$R_{Ay} = 5,83 \text{ KN}$$

$$\sum F_y = 0$$

$$-5 + 5,38 + R_{By} = 0$$

$$R_{By} = -0,83 \text{ KN}$$

$$R_{By} = -0,83 \text{ KN}$$

Nota: El signo negativo corrige el sentido de la fuerza R_{By} , asumida inicialmente como positiva.

Parte del diseño del eje 01 diagrama de cortante y mometos flectores:

Se realizó los calculos de fuerzas cortantes de modo que son aquellas fuerrzas que actuan perpendicularmente al eje del elemento (las reacciones y fuersas puntuales) 5KN.

Diagrama de cortantes: No es tan relevante por ser un eje sólido.

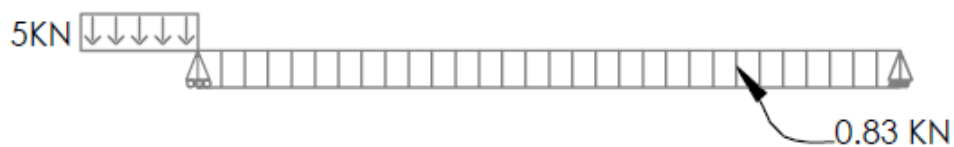
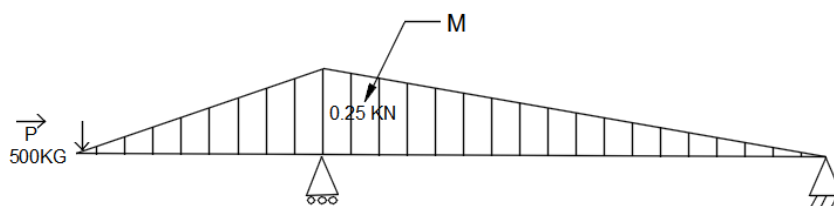


Diagrama de momentos:



$$M = 0.25 \text{ KN}$$

Diagrama de momento flector del eje 01: Se realizo el cálculo de momento flector siendo el más considerado en el diseño del dispositivo.

Fórmula de la Escudría

$$S = \frac{M}{F}$$

$$S = \frac{0,25}{137,895} \frac{KN.m}{KN} \frac{KN.m.m^2}{KN}$$

$$S = 1,81 \times 10^{-6} m^3$$

Para Sección Circular (Fórmula)

$$S = \frac{J D^3}{32} \rightarrow D = \sqrt[3]{\frac{32 S}{J}}$$

$$D = \sqrt[3]{\frac{32 \times 1,81 \times 10^{-6}}{J}} [m]$$

$$D = \sqrt[3]{0,0000184} [m]$$

$$D = 0,0264 m \left(\frac{100cm}{1m} \right)$$

$$D = 2,64 \text{ cm}$$

$$D = 2,64 \text{ cm} \left(\frac{10cm}{cm} \right)$$

$$D = 26,4 \text{ mm}$$

$$D = \text{Diseño} = 45m.m \text{ (factor de seguridad)}$$

Donde: Módulo de sección: S

M = Momento flector.

Calculado o hallado en diagrama de momentos flectores.

F = Esfuerzo permitible en la fibra extrema del acero estructural.

S = Modulo de sección (tablas)

DETERMINAR LA VELOCIDAD ANGULAR DEL TORNILLO SIN FIN Y CORONA

n. Rueda: 1.25 rpm

n. Sin fin: 50 rpm

n. Filetes: 1 filete (hilos – entradas).

N. Dientes de la rueda = $\frac{N \text{ revoluciones tornillos} \times N \text{ filetes}}{N \text{ revoluciones ruedas}}$

N. Rueda = $\frac{50(1)}{1.25} = 40$ dientes

N = 40 dientes

n: número de revoluciones

N: número dientes

CÁLCULO DEL DISEÑO DE LA CORONA

El módulo de la corona se realizó de acuerdo a las fórmulas en marco teórico.

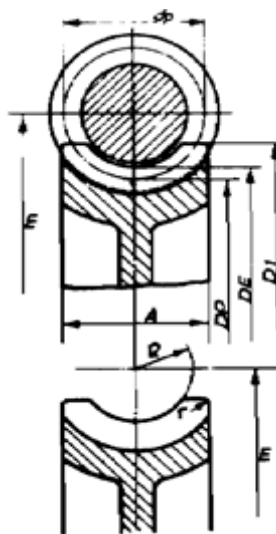


Figura 08. Diseño de corona.

Fuente: elaboración propia.

$$DE = (N+2) \times M$$

$$DP = N \times M$$

$$D1 = DE + (0.475 \times P)$$

$$DP = 40(3.5)$$

$$DP = 140 \text{ mm}$$

$$DE = (N + 2) \times$$

$$DE = 42 \times 3.5$$

$$DE = 147$$

$$D1 = DE + (0.47 \times 10.996)$$

$$D1 = 152.25$$

$$A = 2.38 \times P + 6$$

$$A = 32.17 \text{ mm}$$

$$R = 0.5 (dp) - M$$

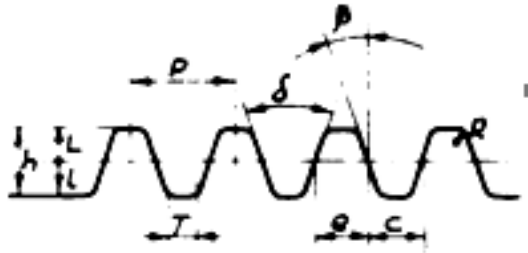
$$R = 66.5$$

$$E = \frac{DP - dp}{2}$$

$$E = 140$$

CÁLCULO DEL SIN FIN DEL EJE 02

El paso de si fin se realizó de acuerdo a las fórmulas ubicado en el marco teórico.



$$h = 2.167(M)$$

$$P: 10.996$$

$$h = 2167(3.5)$$

$$M: 3.5$$

$$h = 7.5845$$

$$d_e = 52$$

$$d = d_e - 2h$$

$$d = 52 - (2(7.5845))$$

$$\delta = 36.836$$

$\delta =$ para filetes (hilo – entrada) simple y doble 29°

Se realizaron el análisis estático de los factores de seguridad los cuales se detallan a continuación al eje 1 obteniendo factor de seguridad positivo.

Tabla 03. ensayo de resistencia de fuerzas.

e	Nombr	Tipo	Mín.	Máx.
1	Factor de seguridad	Automáti	3.277e+0	2.101e+12
		co	0	Nodo: 3932
			Nodo:	
			19482	

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
--------	------	------	------

Nombre del modelo: Eje
 Nombre de estudio: Analisis estático 1 (Default)
 Tipo de resultado: Factor de seguridad Factor de seguridad 1
 Criterio: Automático
 Distribución de factor de seguridad: RDS min = 3.3



Conclusión: Evaluación aprobada en el ensayo de Resistencia de fuerzas de 4.905 N

4.4 Diseño y cálculo estático en el software.

Simulación de prueba de esfuerzo de la pieza mecánica de sujeción.

Para nuestra investigación se tenía por objetivo: diseñar y construir el dispositivo de sujeción dentro de la empresa , pero debido a las circunstancias de lo que se dio como es aislamiento social obligatorio, no se logró construir el dispositivo, por motivo se consideró realizar las simulaciones en el software de diseño mecánico SolidWorks 2020, donde se pudo realizar todas las piezas que conforman el dispositivo para luego ser sometidas a los análisis estáticos, tensiones fuerza de reacción del dispositivo de sujeción giratorio de acuerdo norma técnica ASTM A36, obteniendo factores de seguridad positivos los cuales se detallan a continuación en el diseño propuesto.

En conclusión, el dispositivo de sujeción propuesto el cual fue sometido a los análisis estáticos, desplazamiento, deformación de acuerdo a la norma técnica ASTM A36 donde indica que los factores de seguridad mínima son de 1.5, dando como resultados de los análisis antes mencionados el cual supera el factor de seguridad establecido arrojando un factor de seguridad de 1.8 para soporte de cargas de hasta Max 1 Tn.

Los factores de seguridad (FOS) en inglés, (*factor of safety*) forman parte del diseño para la ingeniería estructural se pueden expresar como:

Fuerzas Resultantes

Tabla 04. Fuerzas de reacción.

Conjunto de selecciones	Unidades	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultante
Todo el modelo	N	-455.234	92,814.9	5,678.77	92,989.6

Fuente: elaboración propia.

Tabla 05. Momentos de reacción.

Conjunto de selecciones	Unidades	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultante
Todo el modelo	N.m	0	0	0	0

Tabla 06. Fuerzas de cuerpo libre.

Conjunto de selecciones	Unidades	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultante
Todo el modelo	N	1,985.78	2,227.84	-2,079.08	3,637.19

Fuente: elaboración propia.

Tabla 07. Momentos de cuerpo libre

Conjunto de selecciones	Unidades	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultante
Todo el modelo	N.m	0	0	0	1e-33

Fuente: elaboración propia.

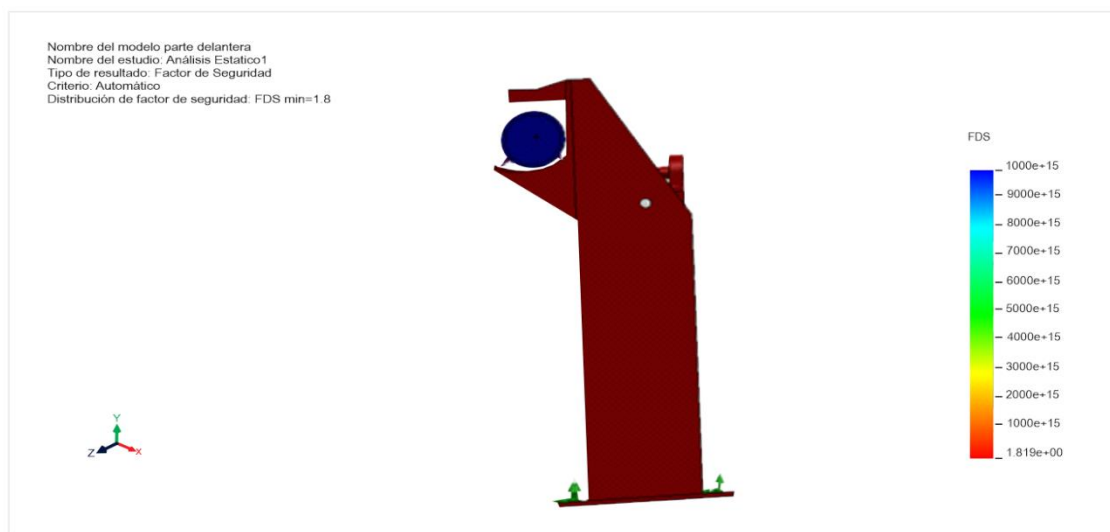


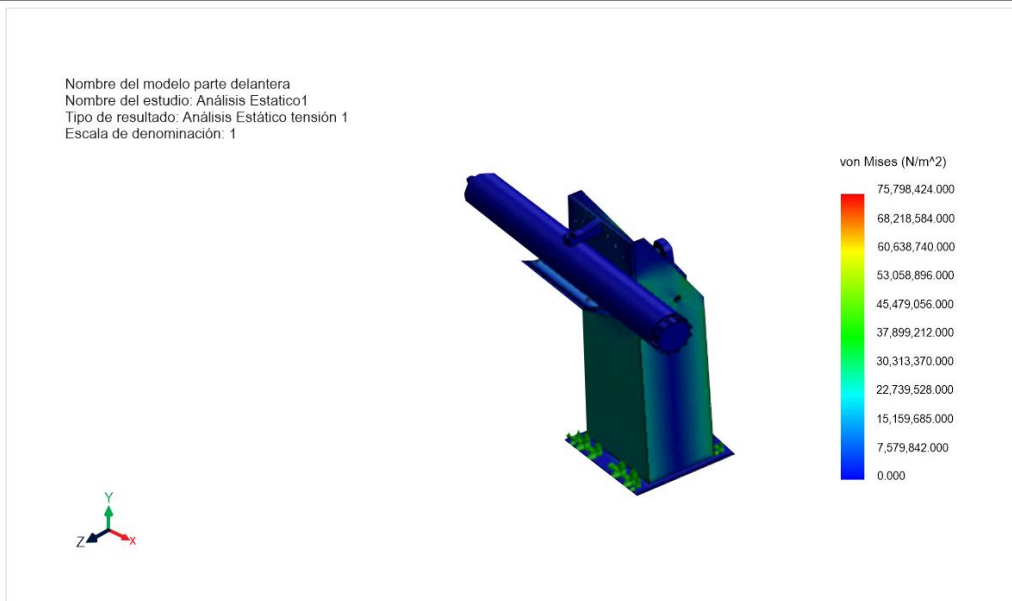
Figura 9. Análisis estático.

Fuente: elaboración propia.

Resultados del estudio

Tabla 08. Análisis estático de tensiones

Nombre	Tipo	Mín.	Máy.
Tensiones	VON: Tensión de von Mises	0.000N/m ²	75,798,424.000N/m ²
		Nodo: 1	Nodo: 26899

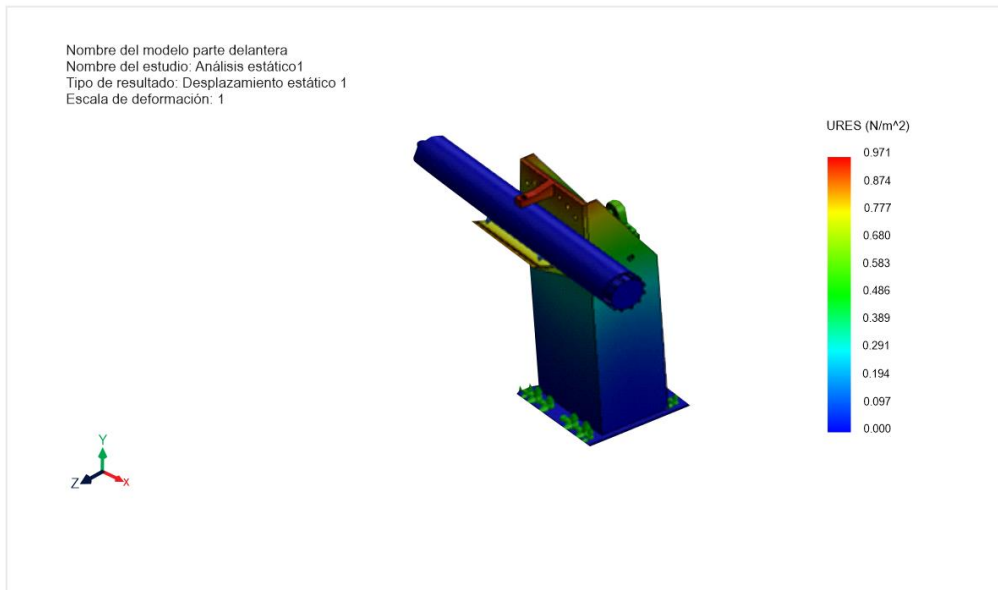


Parte delntera-Análisis estático 1-Tensiones-Tensiones1

Fuente: elaboracion propia.

Tabla 09. Desplazamientos

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Desplazamientos	URES: Desplazamientos resultantes	0.000mm	0.971mm
		Nodo: 1	Nodo: 26902

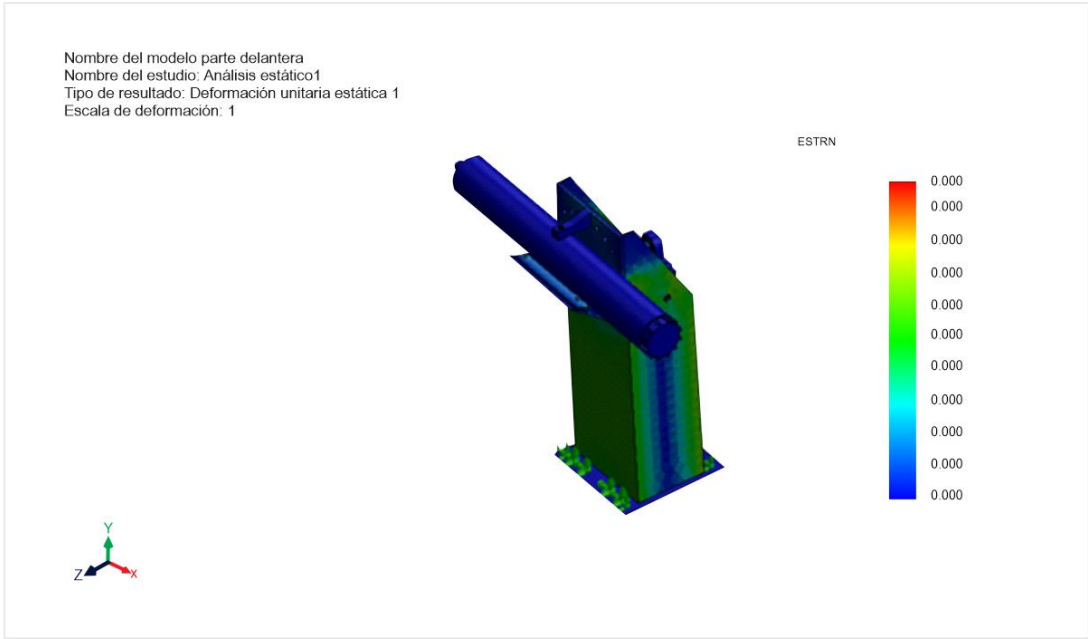


Parte delantera-Análisis estático 1-Desplazamientos-Desplazamientos1

Fuente: elaboración propia.

Tabla 10. Deformación unitaria.

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Deformaciones unitarias1	ESTRN: Deformación unitaria equivalente	0.000	0.000
		Elemento: 1	Elemento: 8342

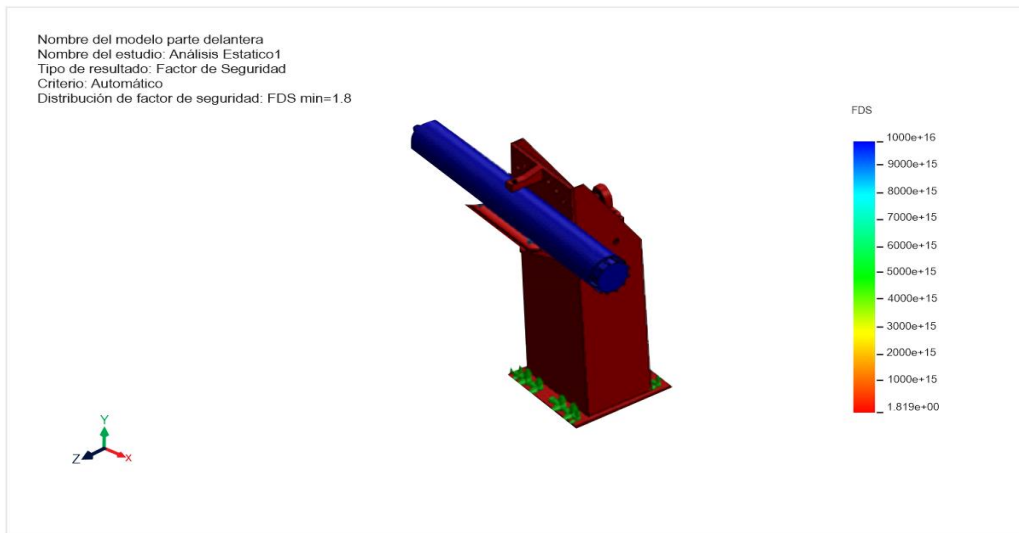


Análisis estático 1-Deformaciones unitarias-Deformaciones unitarias1

Fuente: elaboracion propia.

Tabla 11. Factor de seguridad.

Nombre	Tipo	Mín.	Máy.
Factor de seguridad1	Automático	1.819e+00	1.000e+16
		Nodo: 26899	Nodo: 1



Análisis estático 1-Factor de seguridad-Factor de seguridad

Fuente: elaboracion propia.

$$FOS = F_{falla} / F_{permite}$$

dónde

FOS = Factor de seguridad

F_{falla} = carga de falla (N, lb f)

$F_{permitir}$ = carga admisible (N, lb f)

Debido a la carga de rotura del motor eléctrico de acero se estima que 1000.00 N. Con un factor de seguridad FOS = 1.8, la carga permitida puede estimarse reorganizando.

$$F_{\text{permitir}} = F_{\text{falla}} / FOS$$

$$F_{\text{permitir}} = (1000.00 \text{ N}) / 1.8$$

$$= 555.5555 \text{ N}$$

4.5 Realizar una evaluación económica empleando los indicadores VAN y TIR

Para la realización de cálculos de VAN y TIR, se determinaron los costos generales para el sujetador, (mano de obra, equipos, materiales, EPP, herramientas).

También se consideró costo mensual de los trabajadores y gastos en seguros para 01 año.

Se obtuvo un resumen de trabajos que se realiza en la empresa de mantenimiento y reparación de motores eléctricos sumergibles que generan un ingreso mensual de 15,000 soles por la reparación y mantenimiento de (01) motor eléctrico, dejando un ingreso neto de 5,000.00 soles por cada motor reparado y generando un gasto de 10,000 soles mensuales aproximadamente.

INGRESOS POR MANTENIMIENTO DE MOTORES

Tabla 12. *Ingresos.*

Ítem	Tipo de trabajo	Costo general
01	Costo por mantenimiento y reparación de (01) motor eléctrico	15,000.00 soles

Fuente: elaboración propia.

FLUJO NETO POR MANTENIMIENTO DE MOTORES

Tabla 13. *Flujo neto.*

Tipo de trabajo	Costo general	Gastos en mantenimiento	Flujo neto mensual
Mantenimiento de (01) motor	15,000 soles	10.000 soles	5,000 soles

Fuente: elaboración propia.

EGRESO POR ELABORACIÓN DEL DISPOSITIVO DE SUJECIÓN DEL PROYECTO

Tabla 14. Egreso por elaboración del dispositivo.

ITEM	DESCRIPCION	COSTO TOTAL SERVICIO
1.00	Mano de Obra	
	Total, Mano de Obra	S/ 2,362.77
2.00	EPPs Personal	
	Elementos de Protección Personal	
	Total, EPPs Personal	S/ 436.80
3.00	Transporte	
	Transporte Personal	
	Transporte Cama baja	
	Grua	
	Total, transporte	S/ 600.00
4.00	Equipos	
	Equipos de ...	
	Equipos de ...	
	Otros equipos	
	Total, Equipos	S/ 939.37
5.00	Materiales y consumibles	
	Materiales Consumibles	
	Total, Materiales y Consumibles	S/ 3,988.70
SUB TOTAL DEL SERVICIO		S/ 8,327.64
6.00	Gastos Administrativos y Utilidades	
	Gastos administrativos (10 %)	S/ 832.76
	Utilidad (15 %)	S/ 1,249.15
COSTO TOTAL DEL SERVICIO		S/ 10,409.55
Otros Gastos Reembolsables		
	Alimentación	S/ 60.00
Total, Otros gastos		S/ 60.00
COSTO GENERAL DISPOSITIVO		S/ 10,469.55

Fuente: elaboración propia

ANÁLISIS DE VAN Y TIR

Fórmulas utilizadas para encontrar el valor actual neto (VAN) y la tasa interna de retorno (TIR), para determinar la viabilidad de nuestro proyecto.

FÓRMULA VAN

$$VAN = 1_o + \sum_{j=1}^n \frac{FNj}{(1+i)^j}$$

$$VAN = 1_o + \sum_{j=1}^n \frac{FNj}{(1+i)^j} = 1_o + \frac{F_1}{(1+t)^1} + \frac{F_2}{(1+t)^2} + \frac{F_3}{(1+t)^3} + \dots + \frac{F_n}{(1+t)^n}$$

Ft: Son los flujos de dinero que habrá en cada período t.

1o: Es la inversión que se realiza en el momento inicial.

n: Es el número de períodos de tiempo a tener en cuenta.

k: Es el tipo de descuento o tipo de interés exigido a la inversión.

FÓRMULA TIR

$$TIR = \sum_{T=0}^n \frac{FN}{(1+i)^T} = 0$$

$$TIR = \sum_{T=0}^n \frac{FN}{(1+i)^T} = 0 = -C + \frac{FNC_1}{(1+t)^1} + \frac{FNC_2}{(1+t)^2} + \frac{FNC_3}{(1+t)^3} + \dots + \frac{FNC_n}{(1+t)^n}$$

Si la TIR es > k Se acepta el proyecto

Si la TIR es = k Es Indiferente

Si la TIR es <kSe rechaza el proyecto

Para la evolución de nuestro proyecto del VAN y TIR se consideró los datos como ingreso base de 15,000 soles mensuales, dejando un flujo efectivo de 5,000 soles como podemos apreciar en la tabla siguiente, cabe resaltar en la empresa tiene

montos de costos por mantenimiento variable, ya que mucho depende de la evaluación y diagnóstico para su mantenimiento de los motores, pero para el caso se está considerando un ingreso, egresos y flujos efectivo netos fijos para su mejor entendimiento. Teniendo los datos para realizar los cálculos se estima la inversión posible inicial para la elaboración del sujetador de 10,469.55 soles los cuales están sujetos a tasa mínima aceptable de rendimiento de 15%, el cual se considera como un egreso en la etapa inicial del proyecto.

Tabla 15. Cálculo del VAN y TIR

TMAR	15%	Vida útil maquina	05 años
MESES	INGRESOS	EGRESOS	FLUJO DE EFECTIVO
0	0	10,469.55	-10,469.55
1	15,000	10,000	5,000
2	15,000	10,000	5,000
3	15,000	10,000	5,000
4	15,000	10,000	5,000
5	15,000	10,000	5,000
6	15,000	10,000	5,000
7	15,000	10,000	5,000
8	15,000	10,000	5,000
9	15,000	10,000	5,000
10	15,000	10,000	5,000

11	15,000	10,000	5,000
12	15,000	10,000	5,000
TOTALES	81,309	S/ 64,676	
R b/c:	S/ 1.26		
VAN:	S/ 16,634		
TIR:	47%		

Fuente: elaboración propia.

Leyenda:

TMAR: Tasa mínima aceptable de rendimiento
RB/C: Relación beneficio costo
VAN: Valor actual neto
TIR: Tasa interna de retorno

Conclusión: Se observa que de acuerdo a los cálculos del VAN y del TIR el proyecto es viable tal como se aprecia en los resultados.

V DISCUSIÓN

Al inicio de nuestra investigación optamos por fabricar un dispositivo de sujeción giratorio para la mantenibilidad de motores eléctricos sumergibles, pero en

el desarrollo de nuestros objetivos específicos encontrando dificultades para la obtención de datos directamente ligados a las restricciones a causa de la pandemia que afecta el Perú y el mundo.

En el presente informe de investigación se observó la carencia de herramientas adecuadas en el proceso de mantenimiento de motores eléctricos sumergibles en la empresa Nor Oriente Motors - Cajamarca, generando pérdidas de tiempo y costos, con peligro en el izaje al drenar el líquido refrigerante, utilizando eslingas, tecles y equipo de izaje, lo cual puede quedar libre de sujeción causando daños al personal y propio equipo, además en cuya actividad se involucran cuatro personas.

El diseño se realizó obteniendo parámetros de acuerdo a la necesidad y problemática encontrada estrechamente ligada al proceso de mantenimiento de motores sumergibles en la empresa Nor Oriente Motors - Cajamarca

De acuerdo a (Pérez, 2006, p. 35) en su proyecto de investigación menciona que logró corroborar que para la reparación de motores sumergibles diseñó una mesa de desarme con un mecanismo que permitió fijar firmemente el motor a la mesa facilitando un mejor y rápido desarmado, para el diseño de este equipo tomó en cuenta el contexto social del personal involucrado de modo que puedan sentirse cómodos al momento de maniobrar los motores, la cual fue de mucha importancia para ser considerada en el manejo adecuado de los motores sumergibles.

Además, concluye que después de hacer otros experimentos con aire comprimido optó por el cilindro hidráulico por estar mejor diseñado para este tipo de actividades, resultando ser el más apropiado a pesar de su elevado costo.

En nuestro informe de investigación correspondiente al diseño de un dispositivo de sujeción giratorio para la mantenibilidad de motores sumergibles. Nuestros resultados se asemejan y concuerdan con (Pérez, 2006, p. 80), porque se logró diseñar y comprobar que los materiales propuestos (ASTM A336) cumplen con la norma técnica y los análisis estáticos, cumpliendo con los factores de seguridad de las piezas mecánicas del dispositivo de sujeción asumiendo que también se lograra mejores condiciones de trabajo correspondiente a seguridad y servicio con

este dispositivo de sujeción para la maniobrabilidad de los motores sumergibles dentro de la empresa Nor Oriente Motors- Cajamarca.

Según el informe de investigación del diseño del dispositivo de sujeción giratorio para el mantenimiento de motores sumergibles podemos mencionar que es un diseño apropiado para esta actividad.

Los elementos mecánicos que conforman el dispositivo de sujeción están diseñados para soportar una capacidad de media tonelada, por ende, con un factor de seguridad aceptable.

Con el diseño del dispositivo de sujeción el mantenimiento de los motores sumergibles se hace reduciendo tiempo y con menos personal obteniendo más ganancias para la empresa y satisfaciendo las necesidades del cliente.

El diseño del dispositivo nos facilitará una mejor maniobrabilidad. Se diseñó con características altamente mantenibles, se refiere que cada uno de sus elementos mecánicos que lo conforman se puede conseguir en cualquier lugar de abastecimiento de materiales, además son de fácil maquinado.

De modo que este dispositivo de sujeción giratorio para la mantenibilidad de motores sumergibles es altamente mantenible, viable y de innovación.

VI CONCLUSIONES

1. Se diagnóstico el proceso actual de mantenimiento de motores eléctricos sumergibles, se determinó que se involucran 4 operarios y lo realizan en 24:5 horas entre desmontaje y montaje de elementos mecánicos.
2. De acuerdo a los parámetros de diseño se determinó que nuestro dispositivo tendrá una altura total 1500 mm, el diámetro de sujeción de las mordazas es de 235 mm y la capacidad de carga es de 500 kg aproximadamente.
3. Se seleccionó los componentes mecánicos que conforman el dispositivo, se realizó mediante cálculos estáticos y se corroboró en el software de diseño SolidWorks 2020.
4. Se realizó el diseño de cálculo estático en el software SolidWorks 2020 el cual nos proporciona 4 tipos de resultados:
 - Tensión.
 - Desplazamiento.
 - Deformación Unitaria.
 - Factor de Seguridad.

De los cuales al que más énfasis daremos es al **Factor de Seguridad** por estar relacionado directamente a la probabilidad de falla, lo cual en nuestro diseño obtuvimos un F. S. de 1.8 siendo aceptable nuestro diseño

Se identificó que el valor actual neto del proyecto es de S/. 16,634 con una tasa interna de retorno del 47.00%, relación beneficio costo del 1.26, una inversión inicial de S/. 10,469.55 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

- ✓ Se recomienda la fabricación e implementación del dispositivo de sujeción para minimizar costos operativos la cual generará que los trabajos realizados sean más eficientes.
- ✓ En la fabricación del dispositivo de sujeción se recomienda utilizar el material especificado por el diseñador, evitando así fallas posteriores
- ✓ Se recomienda la automatización del dispositivo de sujeción para realizar un trabajo adecuado y acorde con las necesidades del operador.
- ✓ Elaborar un plan de mantenimiento del dispositivo de sujeción para alargar la vida útil de cada uno de los componentes mecánicos.

REFERENCIAS

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.

ESCOBAR, Erick. Metodología de montaje y desmontaje de equipos de bombeo para extracción continua desde acuíferos en Huancayo. Tesis (Título profesional). Universidad nacional del centro del Perú. Huancayo: 2017. 86 pp.

CERVERA, Miguel y BLANCO, Elena. Mecánica de estructuras, resistencia de materiales. Barcelona: universitat politècnica de Catalunya, 2003. 318pp.
ISBN: 8483016222

LOPEZ, Arcadio. Máquinas, cálculos DE TALLER. 40 ed. Ávila: Author-Publishers, 1998. 643 pp.
ISBN: 8440072163.

MOTT, Robert. Diseño de elementos de máquina. 4° ed. s.l: Pearson educación, 2006. 944 pp.
ISBN: 9702608120.

NAUPAS Humberto, MEJÍA Ekias, NOVOA Eliana, ALBERTO VILLAGÓMEZ PAUSAR. Metodología de la investigación cuantitativa-cualitativa y redacción de la tesis.

PEREZ, Jorge. Diseño y desarrollo de un taller para la reparación de Motores Eléctricos Sumergibles SAER. Tesis (Título profesional). Universidad Simón Bolívar. Sartenejas. 2006. 115 pp.

BUDYNAS, Richard y NISBETT, Keith. Diseño en ingeniería mecánica de Shigley. México: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V, 2012. 1068 pp.
ISBN: 9786071507716.

TACILLA, Erick y CUEVA, Ronal. Aplicación de un sistema scada rsview32 para la automatización de bombas sumergibles en una mina a cielo abierto. Tesis (Título profesional). Cajamarca: Universidad privada del norte. 2019. 66 pp.

HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, María el pilar. Metodología de la investigación. 5° ed. México Df: MCGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V, 2010. 613 pp. ISBN: 9786071502919.

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. STUDYLIB Capítulo 2 Ingeniería Del Diseño. [En línea] 2020. [Citado el: 15 de abril de 2020.]

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

CORRAL, Guadalupe y MUÑOS, Luis. Implementación de dispositivo a prueba de error (poka yoke) para la eliminación de defectos de calidad de máquina de inyección de plástico. Universidad Tecnológica de Chihuahua. 2016. 65 pp

VOESTALPINE HIGH PERFORMANCE METALS DEL PERÚ S.A. VOESTALPINE. [En línea] 2020. [Citado el: 20 de MAYO de 2020.] <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>

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.

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

ANEXOS

Anexo 01. Operacionalización de variables.

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES MEDICION	ESCALA DE MEDICION
<p style="text-align: center;">Variable Independiente:</p> <p>Diseño de un dispositivo Diseño de un dispositivo de sujeción giratorio para mantenibilidad de motores eléctricos sumergibles.</p>	<p>Sistema de sujeción:</p> <p>Es un dispositivo usado para asegurar un trozo o pieza mecánica de trabajo y sostenerlo en su mismo lugar contra las fuerzas del mecanizado</p>	<p>Eficiencia en la operación a través de un dispositivo de sujeción, el cual nos permite amordazar con precisión el cuerpo cilíndrico de gran tamaño y lizos de los motores eléctrico sumergibles, tiene la característica de un giro de 360°grados permitiendo realizar maniobras con, mayor precisión en cualquier ángulo deseado.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Tamaño ➤ Nivel de Carga ➤ Grados libertad 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ mm. ➤ Newton Angulo giro

Fuente: elaboración propia.

Variable	Definición Conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Escala de Medición
<p>Variable dependiente: La mantenibilidad de motores eléctricos sumergibles en la Empresa Nor Oriente Motors - Cajamarca.</p>	<p>Para el mantenimiento de motores eléctricos se debe tener en cuenta un pedido de tiempo determinado para que su funcionamiento sea competente y eficiente, se recomienda aplicar el mantenimiento y cuidado preventivo que ampliara en gran medida la vida útil del equipo.</p>	<p>Mejorar la eficiencia de los motores eléctricos sumergibles a través de un proceso de mantenimiento adecuado, teniendo en cuenta el tiempo y la efectividad del trabajo realizado de dichos componentes, para su buena disposición del mismo en la empresa Nor Oriente Motors - Cajamarca.</p>	<p>✓ Tiempo. ✓ Disponibilidad.</p>	<p>RAZÓN (%)</p>

Fuente: elaboración propia.

Anexo 2: fichas de observación

Ficha de observación N° 01

Fecha: 10 de mayo de 2020

Empresa: Nor Oriente Motors

Dirección: Barrio San Martín Jr. Beato Masías 1515 Cajamarca

Lugar de trabajo: Área de mantenimiento.

Situación o contexto: Desarmado de motor Franklin 10", hp 250 (Equipos de bombeo)

Hora de comienzo de la observación: 8:30 am.

hora de finalización de la observación: 06:45 pm.

Observador: Fermín Fustamante Solano

Responsable del área: Segundo Reyes Minchan.

Observación: Todas las actividades están relacionadas al motor eléctrico sumergible.

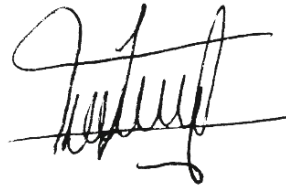
actividad	Descripción	Hora inicio	Hora final	Total horas
Recepción del equipo de bombeo	La recepción se refiere a que el cliente hizo llegar el equipo de bombeo averiado a las instalaciones la empresa Nor Oriente Motors –Cajamarca.	8:30 am	9:00 am	0.50
Traslado del equipo de bombeo al área de mantenimiento	Después que el cliente hizo llegar el equipo de bombeo a las instalaciones de la empresa Nor Oriente Motors el equipo de personas asignados para el trabajo	9:00 am	9:30 am	0.50

trasladó el equipo al área de mantenimiento de bombas

Inspección visual y limpieza	Antes de empezar cualquier trabajo de mantenimiento el equipo de bombeo debe estar completamente limpio	9:30 am	11:00 am	1:50
Separación del motor de la bomba sumergible	La separación se realizó retirando los tornillos de sujeción y el acople que une ambos componentes.	11:00 am	12:00 pm	0.5
Pruebas preliminares al mantenimiento	Prueba de aislamiento. Se utilizó un instrumento denominado megometro el cual nos brinda información del mal o buen estado de la bobina del estator. Giro libre del rotor. se realizó las pruebas de giro para verificar el estado de desgaste o daño de los cojinetes.	12:00 pm	4:00 pm	1:00
Drenar líquido refrigerante.	Para drenar el líquido refrigerante primero se realizó maniobras de izaje con el motor eléctrico sumergible suspendido mediante fajas, eslingas y tecles			1.0
Desmontaje de elementos mecánicos	Se ubicó el motor en la mesa de trabajo, luego, se realizó el desmontaje de los accesorios del motor eléctrico sumergible	4:00 pm	5:30 pm	6.0
Inspección de daños de los componentes mecánicos.	En esta parte se verificó daños de los elementos mecánicos tales como: Desgastes, deflexiones, fisuras, etc.	5:30 am	6:00 am	1.0

Derivación de los componentes mecánicos al área de maestranza	En este proceso se trasladó los elementos mecánicos averiados del área de mantenimiento al área de maestranza conjuntamente con su orden de trabajo para realizar trabajos de recuperación dimensional.	6:00 am	6:30 am	0.50
--	---	---------	---------	------

Total, horas				12:50
---------------------	--	--	--	-------



Observador:	Mecánico:	Gerente:	Julio	Lozano
Fermín Fustamante Solano	Segundo Tomas Reyes	Zambora		
D. N. I. N°: 27443508	Minchan			
	D. N. I. N°: 45333764	D. N. I. N°: 42208858		

Ficha de observación N° 02

Fecha: 12 de mayo de 2020

Empresa: Nor Oriente Motors

Dirección: Barrio San Martin Jr. Beato Masias1515 Cajamarca

Lugar de trabajo: Área de mantenimiento.

Situación o contexto: Armado de motor sumergible.

Hora de comienzo de la observación: 8:30 am.

hora de finalización de la observación: 06:45 pm.

Observador: Fermin Fustamante Solano.

Responsable del área: Segundo Reyes

Observación: todas las actividades están relacionadas al motor eléctrico sumergible

Actividades	Descripción	Hora inicio	Hora final	Total horas
Inspección de componentes reparados	Después de corregir las fallas de los elementos mecánicos en el área de maestranza, se verifico las dimensiones y tolerancias de acuerdo a lo que establece el fabricante.	8:50	9:50	1:00


Montaje de los componentes mecánicos:	Se ubicó en la mesa de trabajo los componentes mecánicos previamente recuperados para luego ser colocados a su posición normal.	9:50	12:50	8:00
Abastecimiento del líquido refrigerante.	Para dicha actividad se posesionó el motor sumergible en ángulo de 45° suspendido con fajas, eslingas para él llenado del líquido refrigerante	3:00	4:00	1:0
Pruebas de pre funcionamiento:	<p>Prueba de aislamiento.</p> <p>Nos proporciona datos sobre el aislamiento y hermeticidad del motor.</p> <p>Giro libre del rotor. Se realizó las pruebas de giro para comprobar el correcto montaje de cada elemento mecánico del motor.</p>			1.0
Acople bomba motor.	En esta fase mediante el acople y la sujeción de pernos se logró nuevamente unir el motor sumergible y el cuerpo hidráulico.	4:00	4:50	0:50
Acondicionamiento en el área de	En este caso el equipo de bombeo fue trasladado y	4:50	5:00	0:50

productos
terminados.

acondicionado en el área de
productos terminado.

Total, horas

12.00



Observador:

Mecánico:

Gerente: Julio Lozano

**Fermin Fustamante
Solano**

Segundo Tomas Reyes
Minchan

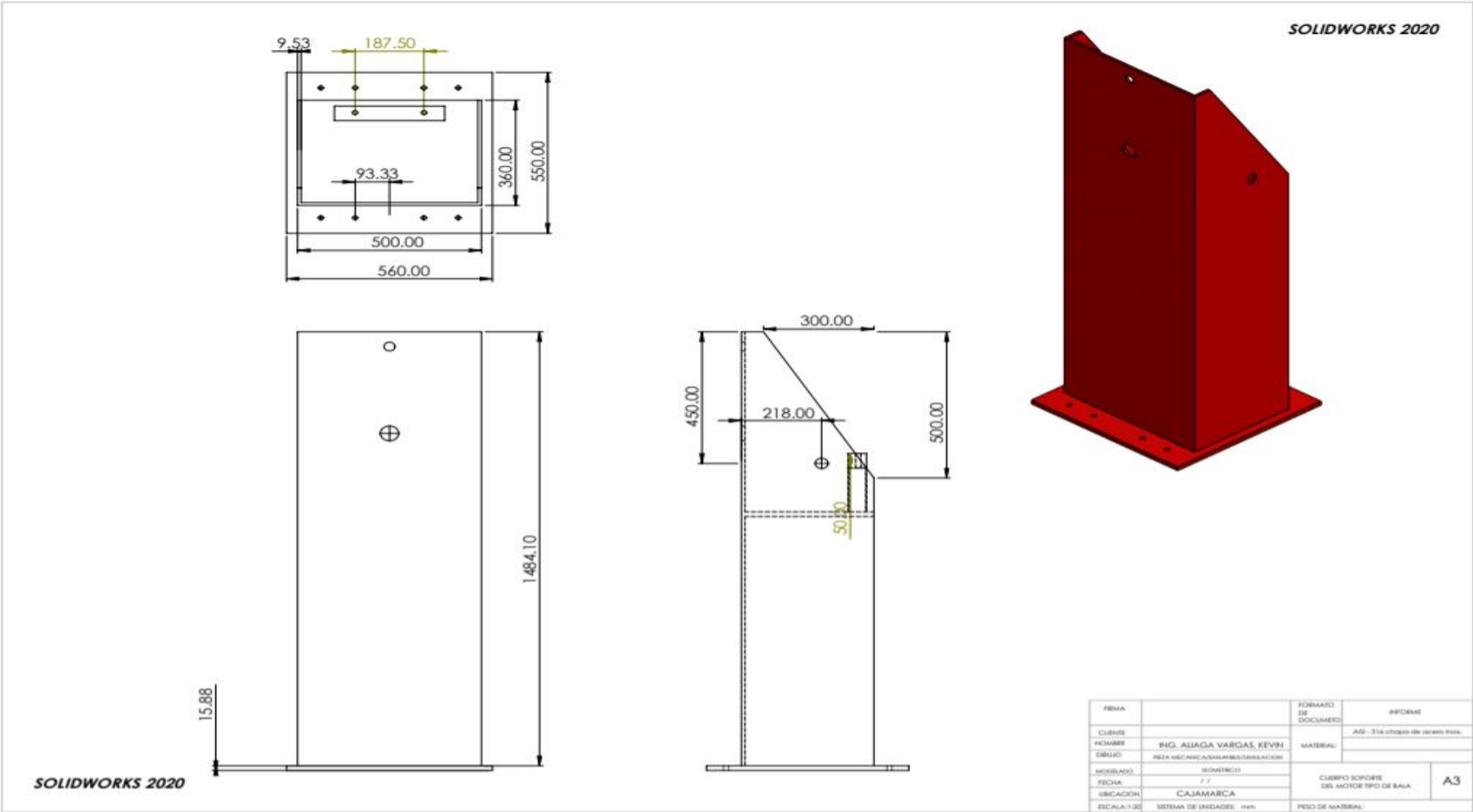
Zambora

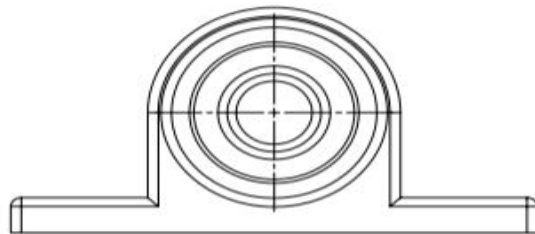
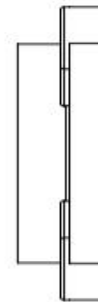
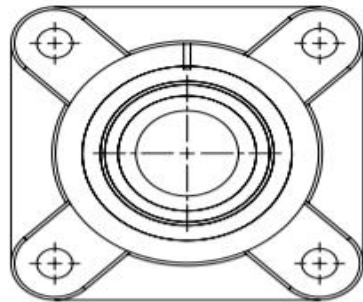
D. N.I. N°:27443508

DNI N°: 45333764

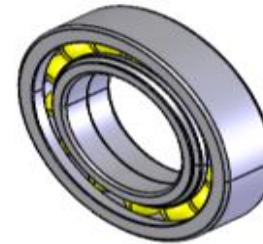
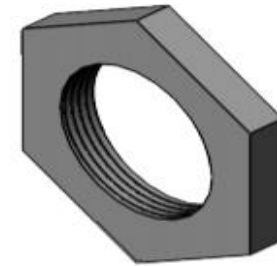
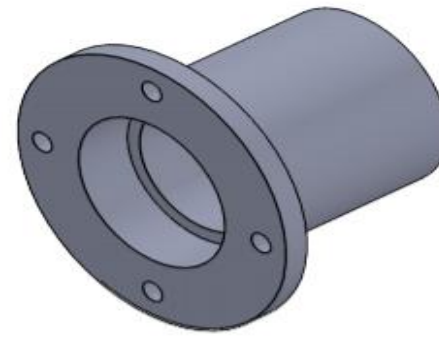
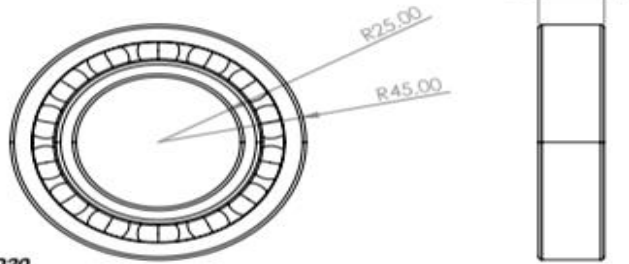
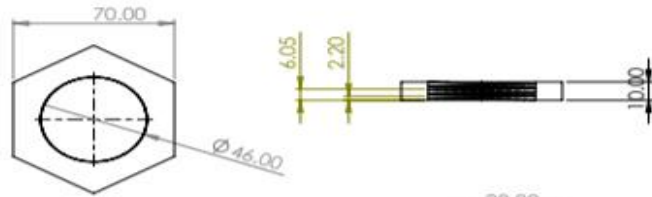
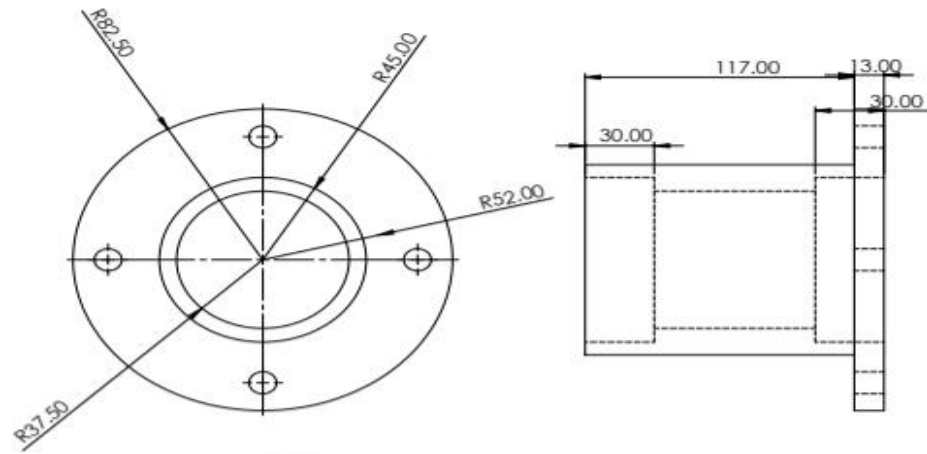
D. N. I. N°: 42208858

Anexo 03: planos de sujetador.

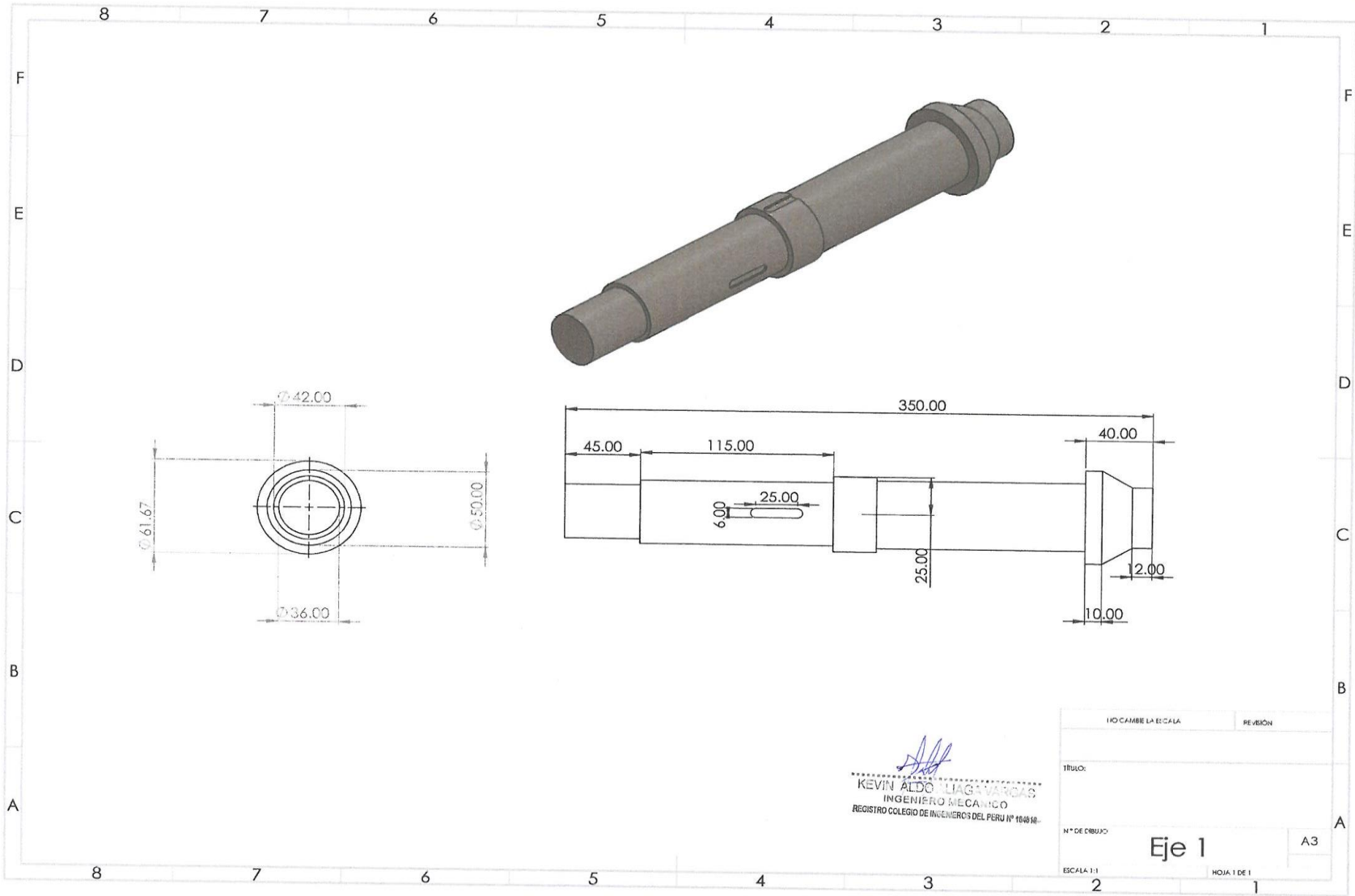




SEMA		FORMATO DE DISEÑO	ISO 8
CSYS			
NOMBRE	FIG. ALIAGA VARGAS KEVIN	MATERIAL	
DISEÑO	PROY. MECANICA UNIV. BUENOS AIRES		
SECUNDARIO	COMPROBADO		
FECHA	11/11	CAMACERA DE E I Y 2	A3
UBICACION	CAJAMARCA		
ESCALA 1:1	SISTEMA DE UNIDADES: MM	PROYECTO DE MATERIAL	



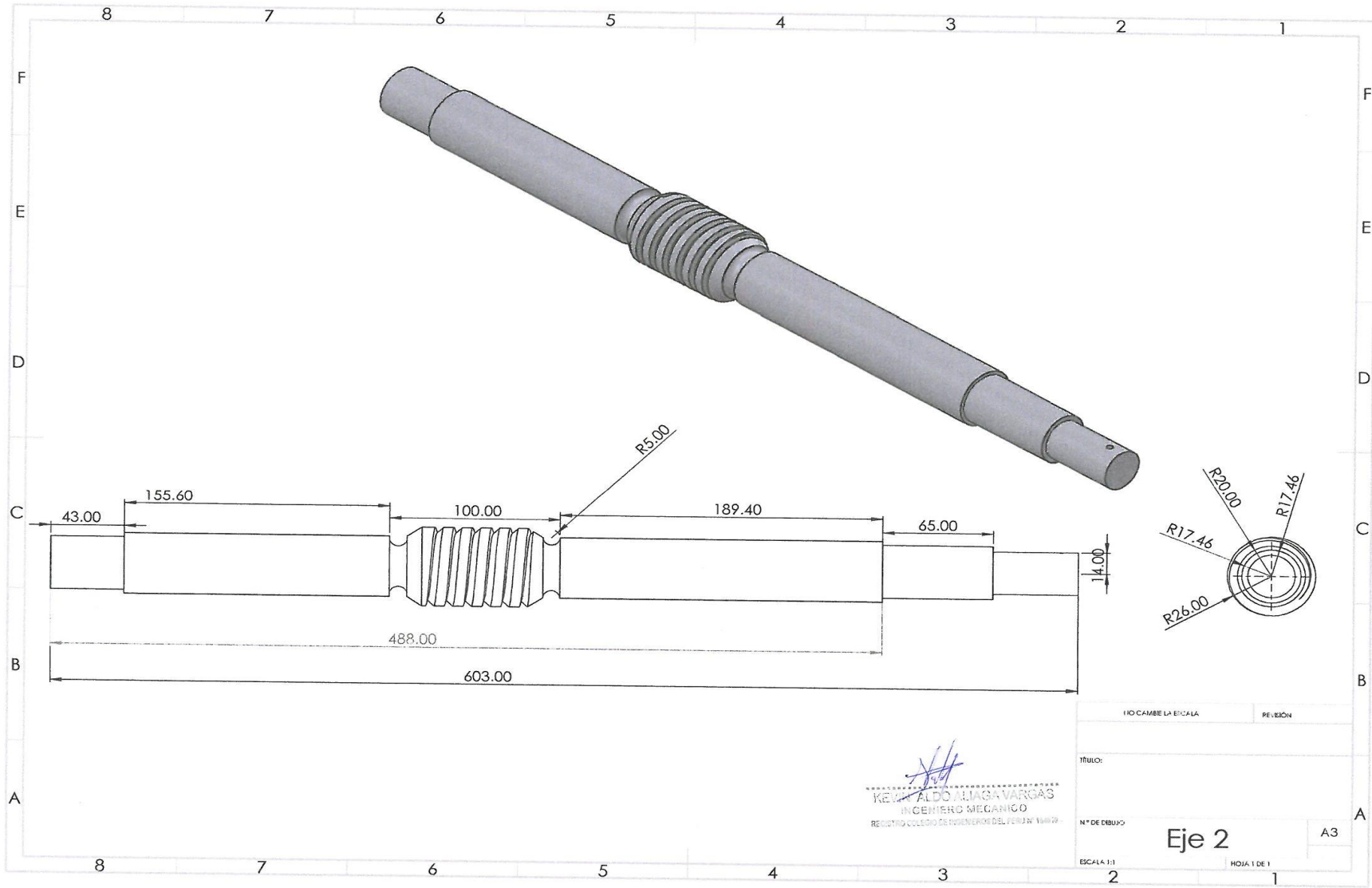
BRAMA		FORMATO DE DOCUMENTO	FORMATO	
CUENTE			BOCANA	
NOMBRE	FIG. ANILLO VARGAS REVIV	MATERIAL	SISECA	
SEALIO	PARA MECANICA INDUSTRIAL		BOCA	
SEALADO	INDUSTRIAL			
FECHA	11	COMPONENTES DE UN 1		A3
UBICACION	CAJAMARCA			
ESCALA 1:1	SISTEMA DE UNIDADES: MM	PESO DE MATERIAL:		




KEVIN ALDO LIAGAVARGAS
 INGENIERO MECANICO
 REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU N° 1046 PR.

NO CAMBIE LA ESCALA	REVISION
TITULO:	
N° DE DIBUJO:	
Eje 1	
ESCALA 1:1	HOJA 1 DE 1

A3



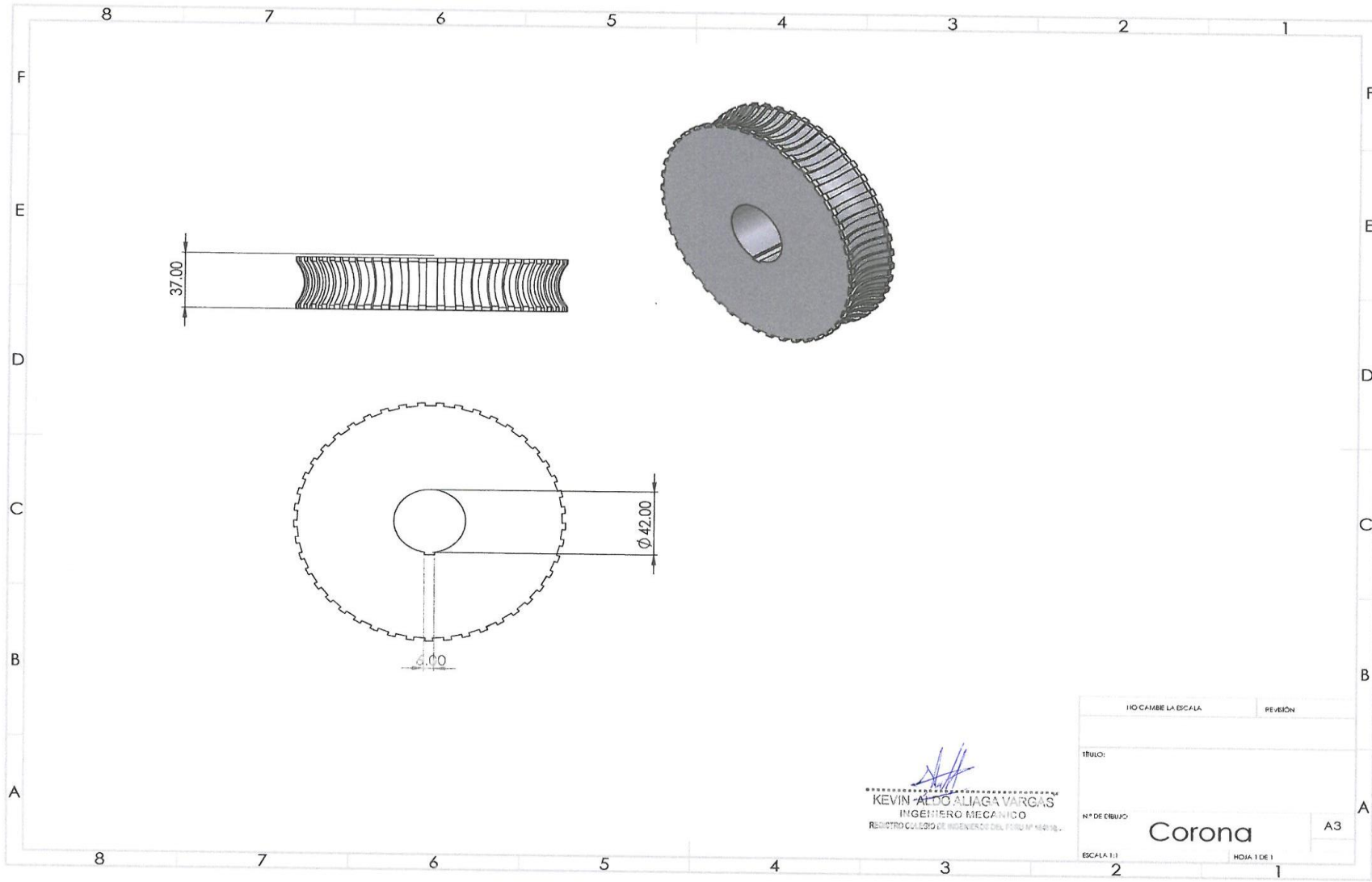
F
E
D
C
B
A

8 7 6 5 4 3 2 1

8 7 6 5 4 3 2 1

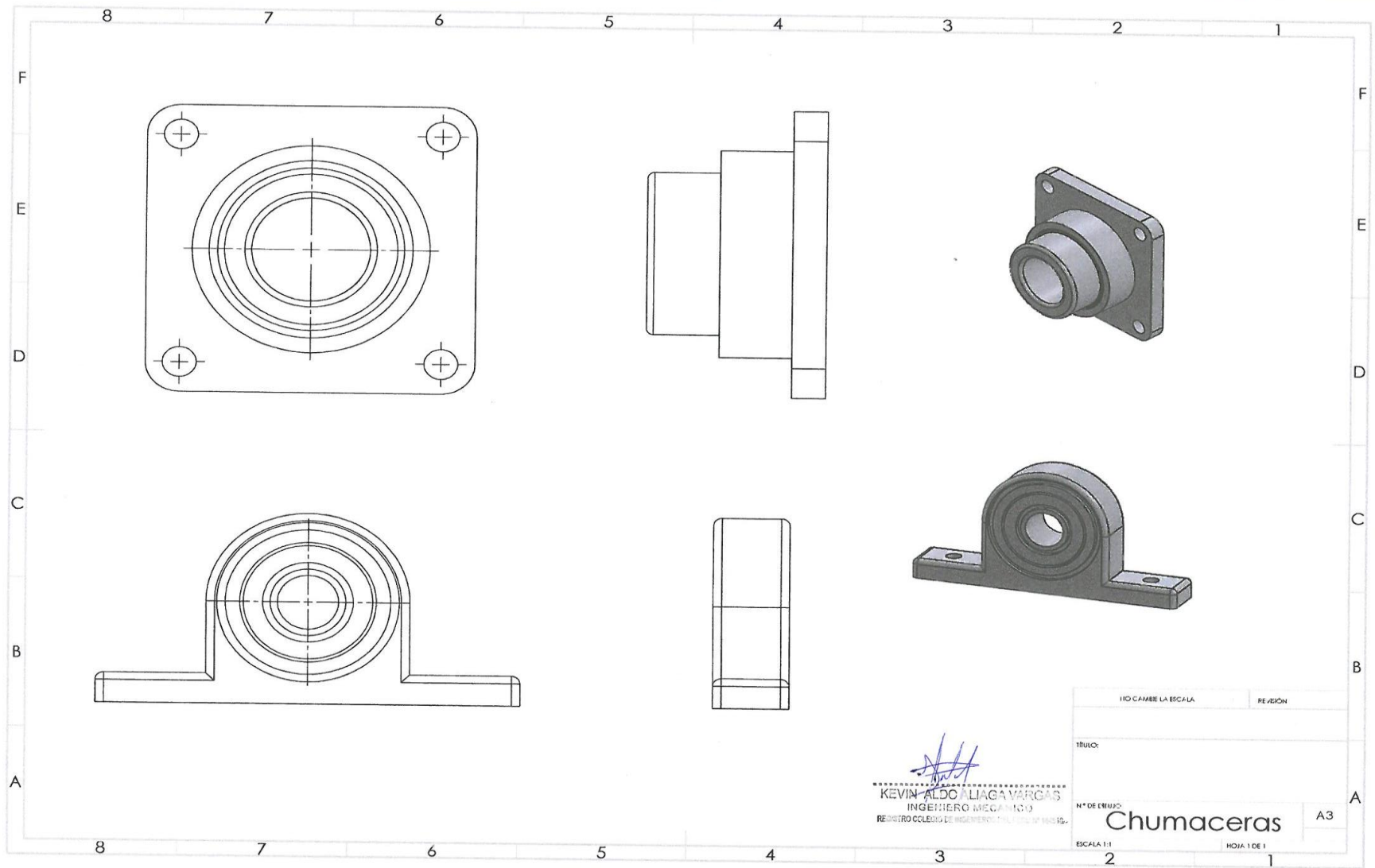
NO CAMBIE LA ESCALA	REVISION
TITULO:	
N° DE DIBUJO	Eje 2
ESCALA 1:1	HOJA 1 DE 1
	A3

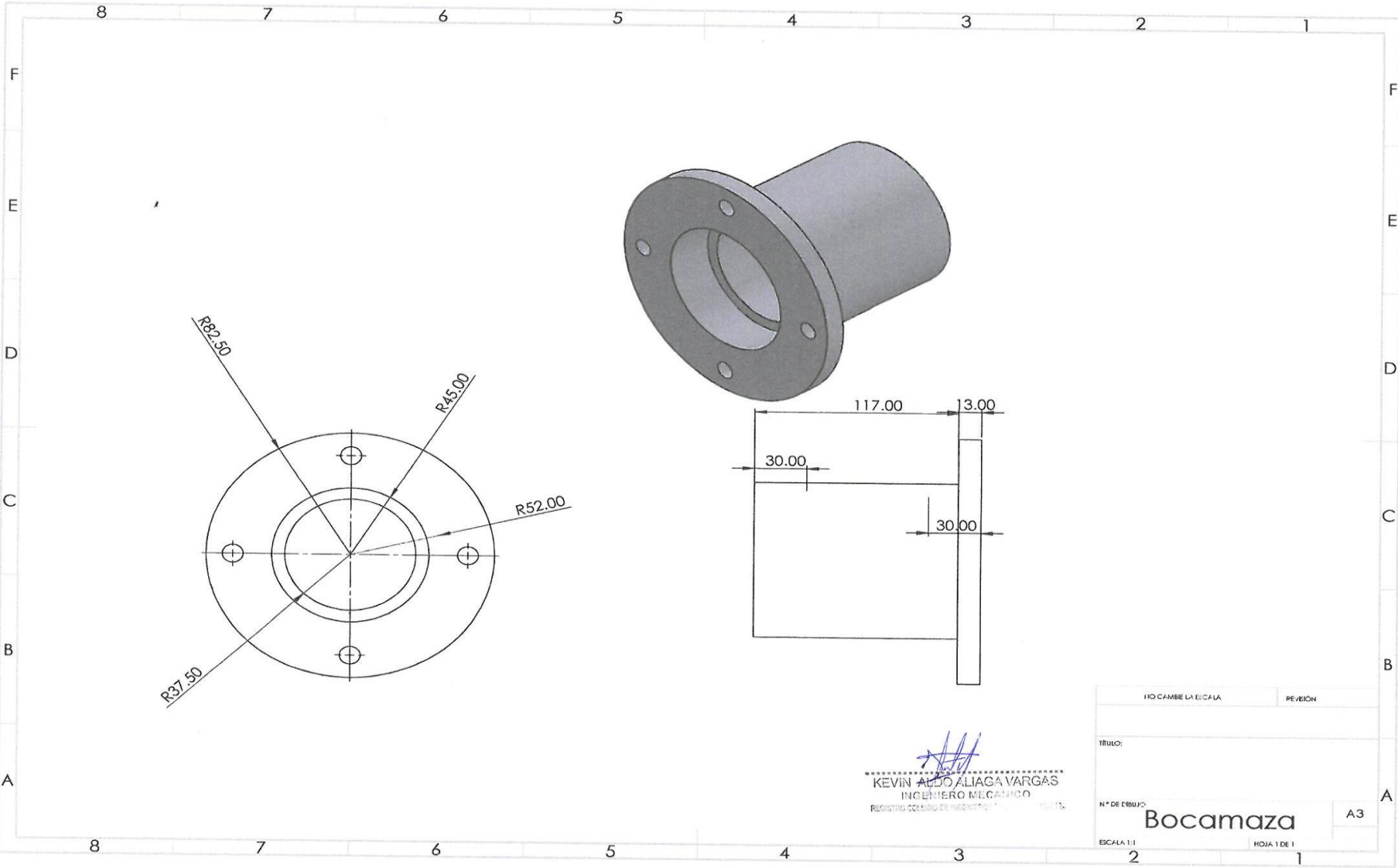
[Signature]
 REV. ALDO ALIAGA VARGAS
 INGENIERO MECANICO
 REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU N° 168129




 KEVIN ALDO ALIAGA VARGAS
 INGENIERO MECANICO
 REGISTRO COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU N° 144198

NO CAMBIE LA ESCALA		REVISION
TITULO:		
N° DE DIBUJO	Corona	A3
ESCALA 1:1	HOJA 1 DE 1	

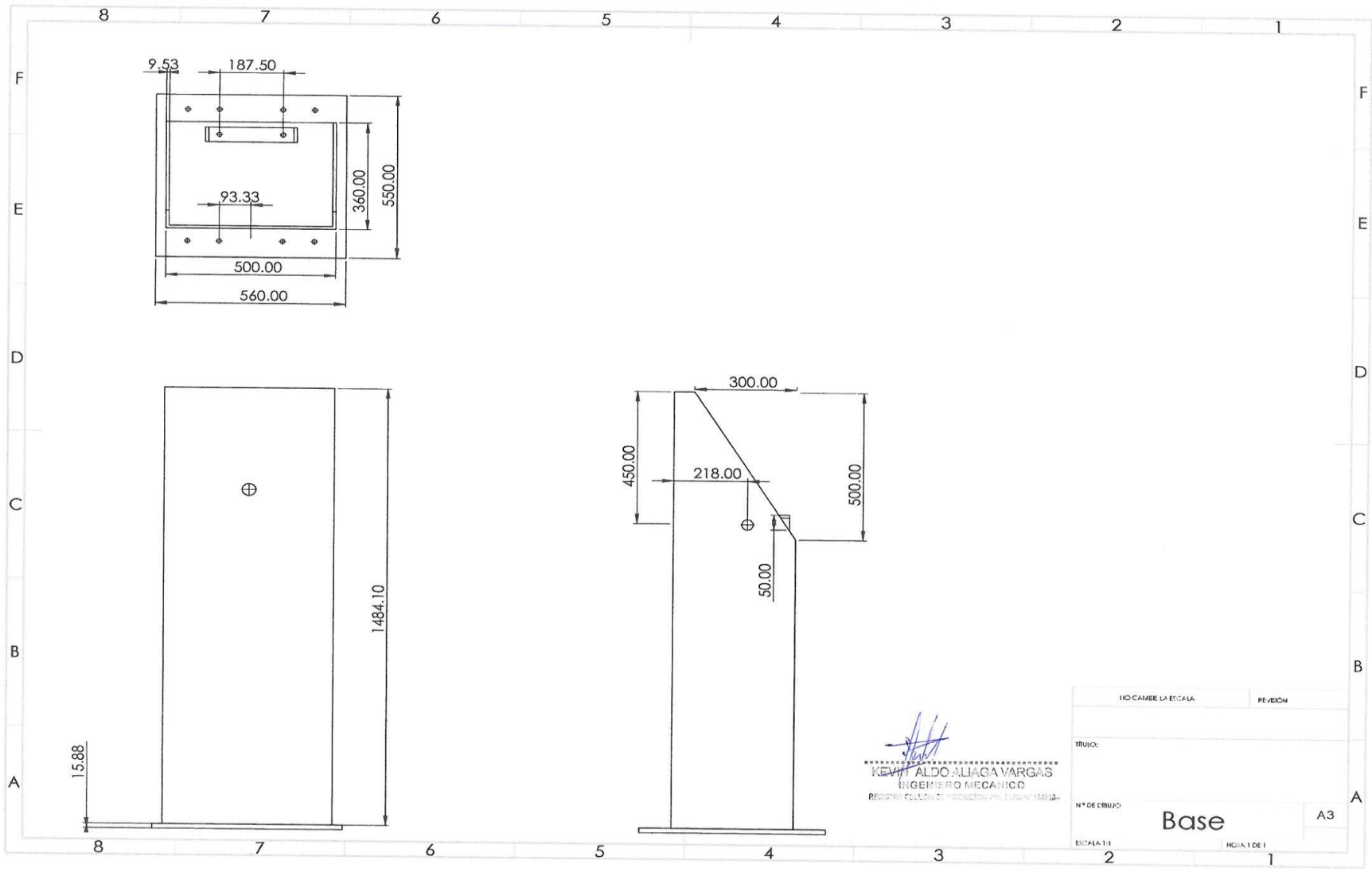





 KEVIN ALDO ALIAGA VARGAS
 INGENIERO MECANICO
 REGISTRO COLOMBIANO DE INGENIEROS

NO CAMBIE LA ESCALA	REVISION
TITULO:	
N° DE DIBUJO: Bocamaza	
ESCALA: 1:1	HOJA 1 DE 1

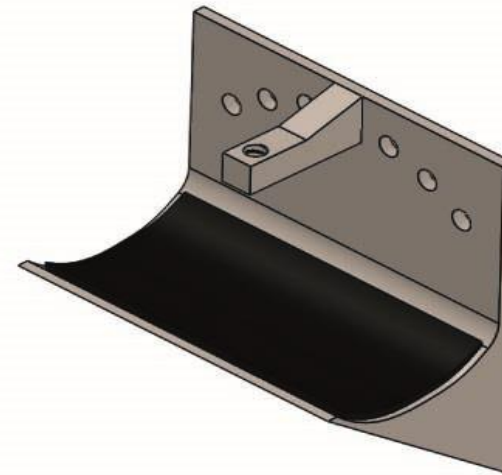
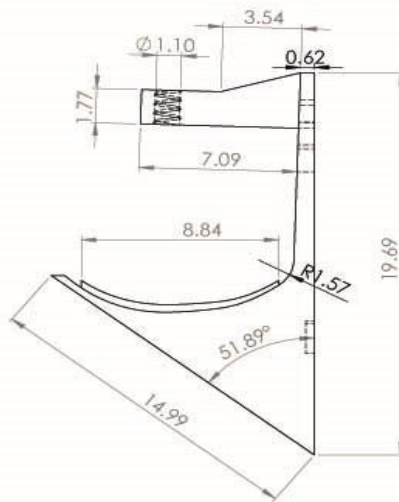
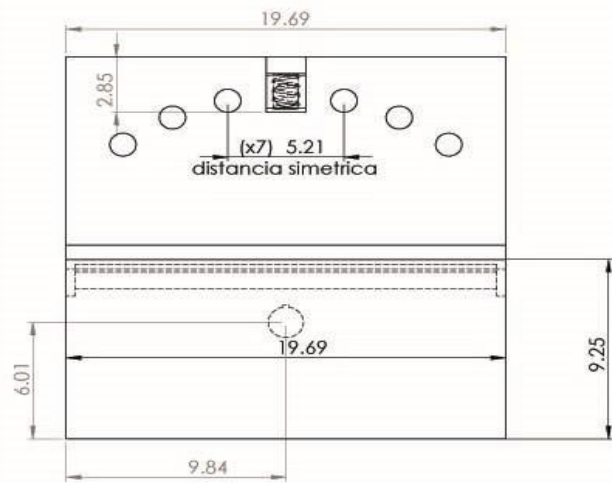
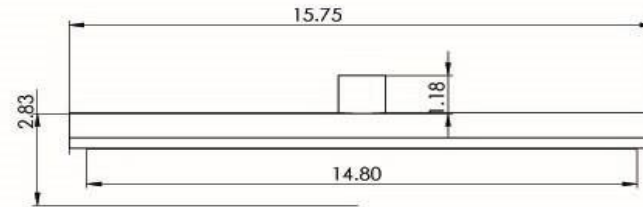
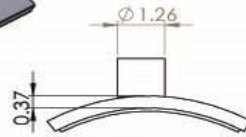
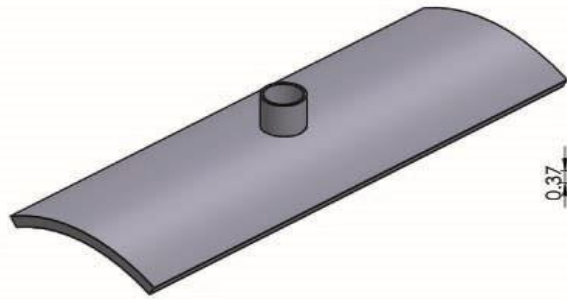
A3




 KEVIN ALDO ALIACA VARGAS
 INGENIERO MECANICO
 REGISTRO NACIONAL DE INGENIEROS DEL PERU N° 14819

NO CAMBIE LA ESCALA	REVISION
TRUZO: N° DE DIBUJO:	
Base	
ESCALA 1:1	HOJA 1 DE 1
2	1

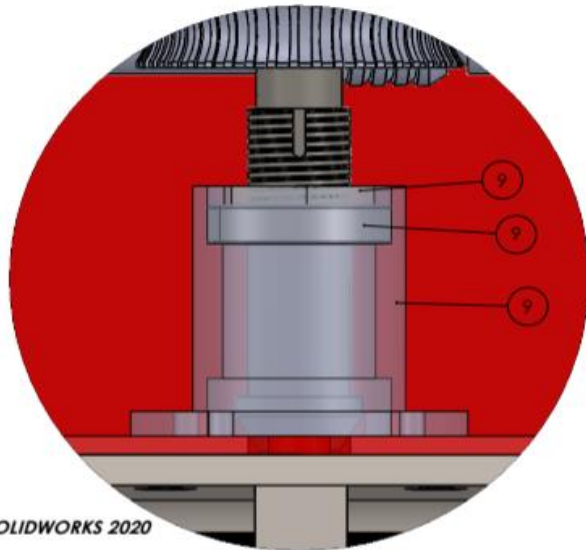
A3




KEVIN ALDO ALIAGA VARGAS
 INGENIERO MECANICO
 REGISTRO DE INGENIEROS DEL PERU N° 12314

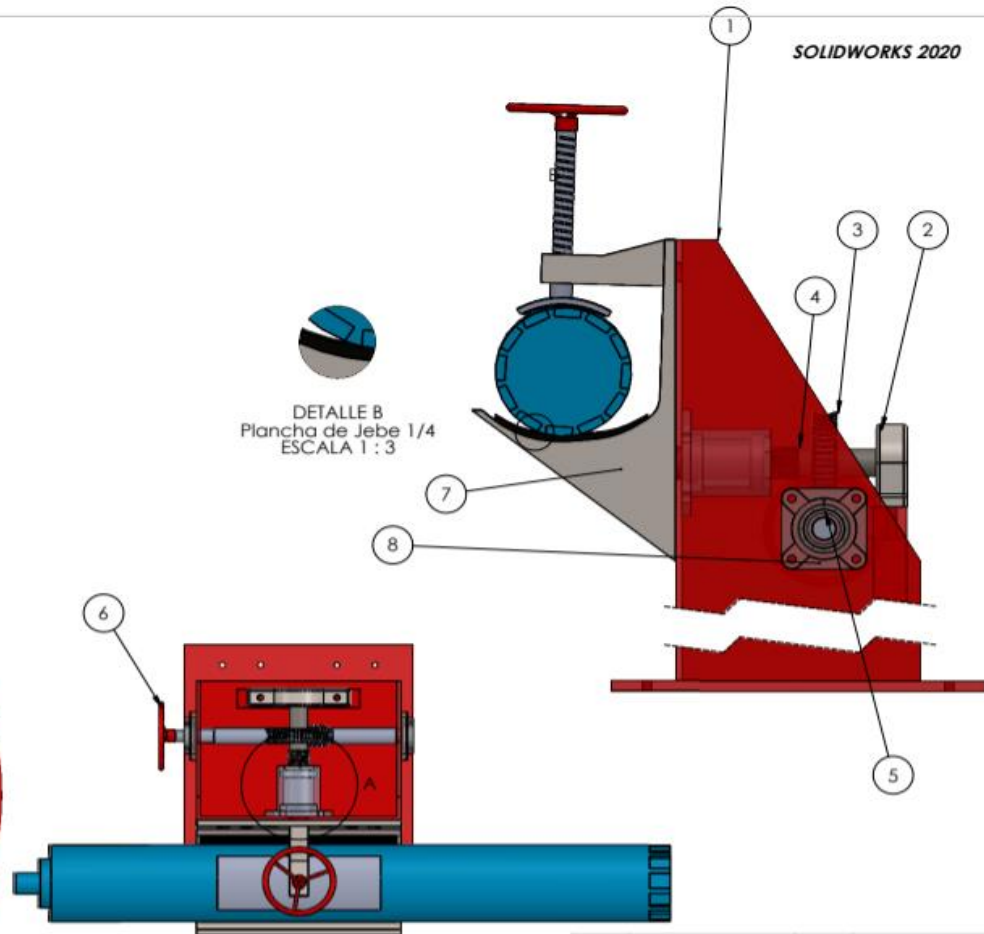
FIRMA		FORMATO DE DOCUMENTO	INFORME
CLIENTE		MATERIAL:	DISEÑO 314 ACERO INOXIDABLE
NOMBRE	ING. ALIAGA VARGAS, KEVIN		
DIBUJO	PIEZA MECANICA EN SU MUESTRA DE DISEÑO		
MODELO	SIMETRICO		
FECHA	/ /	SORTEO Y SUISEADOR CON PLANCHAS DE JERE DE 1/4	A3
UBICACION	CAJAMARCA	FECHO DE MATERIAL:	
ESCALA: 1:1	SISTEMA DE UNIDADES: mm		

9	Rodaje - QJ_210_MA	1
9	tuerca	1
9	bocamaza	1
8	chumacera- Duty ZF 2000 Series-ZF-2107	2
7	parte delantera soporte	1
6	timon	2
5	eEje 2	1
4	eEje	1
3	corona	1
2	chumacera de arco	1
1	cuerpo	1
0	planchas de Jebe de 1/4	2



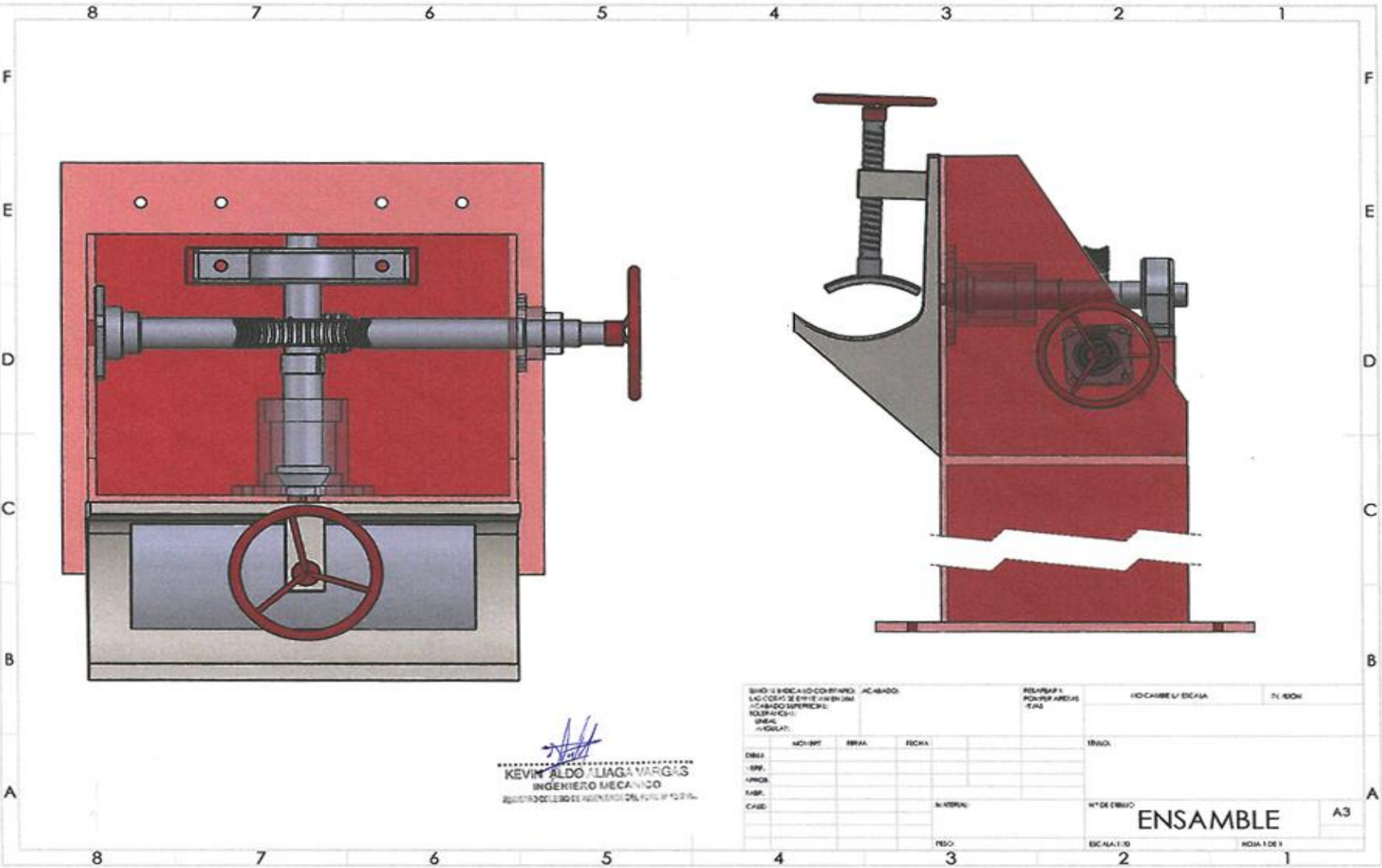
SOLIDWORKS 2020

DETALLE B
Plancha de Jebe 1/4
ESCALA 1 : 3



SOLIDWORKS 2020

TITULO		FORMATO DE DOCUMENTO	INFORME CON TABLA ENUMERADA
CLIENTE		MATERIAL	
NOMBRE	ING. ALIAGA VARGAS, KEVIN		
DISEÑO	PEÑA MECANICA/ASAMBLAJES/ARRASTROS		
MODELO	ISOMETRICO		
FECHA	11		ESQUEMA DE SOPORTE CON MOTOR EN BALA DE 1/4
UBICACION	CAJAMARCA		A3
ESCALA 1:20	SISTEMA DE UNIDADES: mm		PESO DE MATERIAL:



.....
KEVIN ALDO ALIAGA VARGAS
INGENIERO MECANICO
REGISTRO DEL COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU N° 13018

DISEÑO: ESCALADO CONFINADO ACABADO: LACIADOS: 2 EPT 10 UNIFORME ACABADO SUPERFICIE: REGRANADOS: UNEAL ANGULOS:			ACABADO: REGRANADOS: REGRANADOS TAJAS	INDICACIONES DE ESCALA	N° DE DIBUJO
DESA:	AC/ST:	FRAL:	TECA:	INDA:	
EXP:					
UNIO:					
TRAP:					
CAGE:					
				INDA:	
INDA:					N° DE DIBUJO
INDA:					ESCALA: 1:1
INDA:					PÁGINA 1 DE 1

ENSAMBLE A3