



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA

MECÁNICA ELÉCTRICA

“Diseño de ejes mecánicos para bombas sumergibles mediante el análisis de elementos finitos para disminuir el desgaste operativo – Cajamarca”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Mecánico Electricista

AUTOR:

Br. Rojas Dávila Wilson Alejandro (0000-0002-1615-849X)

ASESOR:

Mg. Deciderio Enrique Díaz Rubio (0000-0001-5900-2260)

LINEA DE INVESTIGACION:

“Modelamiento y Simulación de Sistemas Electromecánicos”

CHICLAYO – PERU

2019

DEDICATORIA

Esta investigación le dedico a DIOS, quien es encargado de darme la sabiduría para poder desarrollar esta tesis. A mi Padre por ser mi mejor amigo, consejero y ejemplo a seguir. Está tesis y todo lo que logre hacer será gracias a su fortaleza, virtudes y valores inculcados en mí. Con amor, tu hijo Wilson Alejandro.

WILSON ALEJANDRO ROJAS DÁVILA

AGRADECIMIENTO

Agradezco a DIOS por guiar mis pasos y darme la sabiduría para terminar la carrera.

Existe un dicho muy conocido que dice “El mejor regalo que puede heredar un hijo es los estudios que le brindaron sus padres” por esta manera estoy infinitamente agradecido a ellos les dedico este trabajo de titulación. Gracias papá Juan Rojas.

WILSON ALEJANDRO ROJAS DAVILA

PÁGINA DEL JURADO



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

ACTA DE SUSTENTACION

En la ciudad de Chiclayo, siendo las 12:00 horas del día 19 de julio del 2019, de acuerdo a los dispuesto por la resolución de dirección de investigación N° 1272-2019/UCV-CH, de fecha 18 de julio de 2019, se procedió a dar inicio al acto protocolar de sustentación de la tesis titulada: "DISEÑO DE EJES MECÁNICOS PARA BOMBAS SUMERGIBLES MEDIANTE EL ANÁLISIS DE ELEMENTOS FINITOS PARA DISMINUIR EL DESGASTE OPERATIVO - CAJAMARCA", presentado por el(la) (los) bachiller ROJAS DAVILA, WILSON ALEJANDRO, con la finalidad de obtener el título de ingeniero mecánico electricista, ante el jurado evaluador conformado por los profesionales siguientes:

Presidente : Ing. Aníbal Jesús Salazar Mendoza

Secretario : Ing. Edilbrando Vega Calderón


Vocal : Ing. Deciderio Enrique Díaz Rubio

Concluida la sustentación y absueltas las preguntas efectuadas por los miembros del jurado se resuelve:

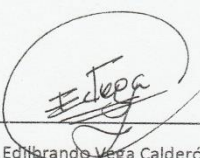
APROBADO POR MAYORIA

Siendo las 12:50 del mismo día, se dio por concluido el acto de sustentación, procediendo a la firma de los miembros del jurado evaluador en señal de conformidad.


Chiclayo, 19 de julio de 2019


Ing. Aníbal Jesús Salazar Mendoza

Presidente


Ing. Edilbrando Vega Calderón

Secretario


Ing. Deciderio Enrique Díaz Rubio

Vocal

CAMPUS CHICLAYO
Carretera Pimental Km. 3.5
Tel: (074) 481 616 Anx: 6514

fb/ucv.peru
@UCV_PERU
#SALIRADELANTE
deciderio@ucv.pe

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

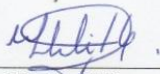
Yo, Rojas Dávila Wilson Alejandro, estudiante de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica Eléctrica, identificado con DNI 42018160, con la tesis titulada **“DISEÑO DE EJES MECÁNICOS PARA BOMBAS SUMERGIBLES MEDIANTE EL ANÁLISIS DE ELEMENTOS FINITOS PARA DISMINUIR EL DESGASTE OPERATIVO - CAJAMARCA”**

Declaro que:

- La tesis veraz de mi propia autoría.
- He respectado las normas, el ISO para las referencias. Por tanto este proyecto de tesis es totalmente autentica.
- En los procedimientos realizados no ha tenido un auto plagio, es decir, un duplicado de otra tesis.
- Los correspondientes datos de los resultados son verdaderos, acorde a la realidad investigativa.

De tal manera si se identificara alguna falla, auto plagio y falsedad me someto a las normas establecidas vigentes de la Universidad César vallejo.

Chiclayo, 25 de julio de 2019



Rojas Dávila Wilson Alejandro
DNI: 42018160

ÍNDICE

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
PÁGINA DEL JURADO	iv
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD	v
ÍNDICE	vi
TABLA DE ILUSTRACIÓN	viii
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Realidad Problemática	1
1.1.1. A nivel Internacional	1
1.1.2. A nivel nacional	2
1.1.3. A nivel local	2
1.2. Antecedentes	3
1.2.1. Internacionales	3
1.2.2. Nacionales	4
1.2.3. Locales	5
1.3. Bases Teóricas	6
1.3.1. Diseño Mecánico.....	6
1.3.2. Ejes Mecánicos.....	8
1.3.3. Bombas Sumergibles.....	8
1.3.4. Elementos Finitos.....	16
1.4. Formulación del Problema	20
1.5. Justificación	21
1.5.1. Justificación Económica.....	21
1.5.2. Justificación Social.....	21
1.5.3. Justificación Ambiental.....	21
1.6. Hipótesis	21
1.7. Objetivos	21
1.7.1. Objetivo General	21
1.7.2. Objetivo Específico	21
II. Métodos	22
2.1. Diseño de Investigación	22
2.1.1. Según el fin que persigue	22

2.1.2.	Según los datos analizados	22
2.1.3.	Según su metodología	22
2.2.	Variables, Operacionalización	22
2.2.1.	Variable Independiente	22
2.2.2.	Variable Dependiente	22
2.2.3.	Operacionalización de Variables.....	23
2.3.	Población y Muestra.....	24
2.3.1.	Objeto de análisis (OA).....	24
2.3.2.	Población.....	24
2.3.3.	Muestra.....	24
2.4.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	24
2.4.1.	Técnicas de recolección de datos	24
2.4.2.	Instrumentos de recolección de datos.....	24
2.5.	Métodos de análisis de datos	24
2.6.	Aspectos Éticos	25
III.	Resultados	26
3.1	Diseño de detalle del eje diseñado	26
3.2	Análisis de elementos finitos para el impulsor.....	27
3.3	Análisis de elementos finitos para el eje diseñado	33
3.4	Analizando económicamente y financiera de nuestro desarrollo de tesis.	36
3.4.1.	Determinación de la localización del proyecto	36
IV.	DISCUSIÓN.....	38
V.	CONCLUSIONES.....	39
VI.	RECOMENDACIONES.....	40
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	41
ANEXOS		43
ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS.....		66
AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS		67
AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN		68

TABLA DE ILUSTRACIÓN

Ilustración 1. Bomba Sumergible	8
Ilustración 2. Esquema de una Bomba Sumergible	8
Ilustración 3. Factores por escoger en una Bomba Sumergible	9
Ilustración 4. Tipo de arranque directo	11
Ilustración 5. Tipo de arranque estrella	12
Ilustración 6. Aplicaciones de la Camisa de Refrigeración	13
Ilustración 7. Ahorro de energía de la bomba sumergible	14
Ilustración 8. Desequilibrio de fases	15
Ilustración 9. Sobretensiones en la bomba	15
Ilustración 10. Falta de refrigeración	15
Ilustración 11. Desgaste del rotor	16
Ilustración 12. Aplicación de elementos finitos	17
Ilustración 13. Nodos y sus coordenadas (i, j, k) y desplazamientos	18
Ilustración 14. Eje diseñado	33

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo principal el diseño de ejes apoyado en el análisis de elementos finitos como una propuesta que permita mejorar el trabajo de los equipos de planta que son sometidos a rotación, los cuales, al no contar con estudios teóricos de profundidad, conlleva a que sufra daños mecánicos causados por sobreesfuerzos en el trabajo diario.

En la primera parte de esta tesis podremos explicar la realidad problemática en la que nos encontramos, pero sobre todo y lo más importante es conocer la realidad de nuestra localidad, en donde los equipos de planta no cuentan con orientación y tecnología que le permita realizar un trabajo óptimo de una manera eficiente y segura con el objetivo de elevar el producto final y reducir los esfuerzos propios del trabajo.

Continuando con el presente trabajo vamos a dar alcance de los fundamentos teóricos en los cuales nos basaremos para desarrollar y presentar el diseño óptimo y adecuado para nuestra realidad local, donde el material y el lugar donde realizamos la operación son parte fundamental para obtener resultados coherentes y que le den sentido a la eficiencia mecánica del equipo.

Con el análisis del diseño presentado, mostramos que es el adecuado a nuestra realidad para ejecutar el trabajo de planta, entonces nos apoyaremos de técnicas de cálculo numérico para encontrar y determinar el comportamiento estructural de la máquina en funcionamiento, lo cual nos brinda un criterio de evaluación en el diseño obtenido; estas comprobaciones se apoyarán en el estudio del método de análisis por elementos finitos.

Como parte final mostramos las conclusiones de esta investigación, donde observamos que nuestro diseño se encuentra dentro de las cuantificaciones a diseñar y predecimos fallas en operaciones.

Palabras claves. Diseño de ejes, rotación, sobre esfuerzo.

ABSTRACT

This research work has as its main objective the design of axes supported by the analysis of finite elements as a proposal that allows to improve the work of the plant teams that are subjected to rotation, which by not having in-depth theoretical studies, it leads to mechanical damage caused by overstrain in daily work.

In the first part of this thesis we can explain the problematic reality in which we find ourselves, but above all and most importantly it is to know the reality of our town, where the plant teams do not have guidance and technology that allows them to carry out an Optimal work in an efficient and safe way in order to raise the final product and reduce the efforts of the work.

Continuing with the present work we will give scope of the theoretical foundations on which we will base to develop and present the optimal and adequate design for our local reality, where the material and the place where we perform the operation are a fundamental part to obtain consistent results and that give meaning to the mechanical efficiency of the equipment.

With the analysis of the design presented, we show that it is appropriate to our reality to execute the plant work, then we will rely on numerical calculation techniques to find and determine the structural behavior of the machine in operation, which gives us a criterion of evaluation in the design obtained; These checks will be based on the study of the finite element analysis method.

As a final part, we show the conclusions of this investigation, where we observe that our design is within the quantifications to be designed and we predict operational failures.

Keywords. Design of axes, rotation, over effort.

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad Problemática

1.1.1. A nivel Internacional

ESPAÑA

Los problemas de análisis y resistencia de materiales han tomado un grado de importancia de gran influencia en las últimas décadas, puesto que al desarrollar programadas dirigidos por ordenadores se hace cada vez más importante la correcta interpretación de conceptos físicos que permitan interpretar de manera adecuada los resultados obtenidos en las simulaciones físicas. Es por ello, que se viene desarrollando textos e información técnica para la correcta configuración de los problemas de nuestra realidad. (Universidad La Rioja, 2011, p. I)

COLOMBIA

Otro de los problemas a los cuales nos enfrentamos en la actualidad es la optimización multiobjetivo (POM), cuya definición general se basa en la obtención de $n - \text{vectores}$ que satisfagan las restricciones de nuestros problemas y optimicen la función objetivo. Lo interesante de este tipo de solución es que tiene varias formas de resolución óptima, y donde la tarea del diseñador está basada en la obtención de la que mejor se adecue al problema físico. Esto es de suma importancia para el presente proyecto, puesto que nos permitirá visualizar varias formas de enfrentar el problema para el diseño de ejes de bombas sumergibles. (Guzmán, 2005, p. 2)

NICARAGUA

Si bien es cierto que las bombas sumergibles son compactas, completas y fáciles de instalar; sin embargo, en situaciones reales las eficiencias del motor se pierden debido a las pérdidas de fricción en el eje, y decimos que las pérdidas son por lo general de uno a dos hp por cada $100pies$ de profundidad, además de existir problemas de sobrecalentamiento en los motores y con ello la falla del estator. Otro de los problemas típicos que se producen en este tipo de bombas es el golpe de ariete o choque hidráulico.

1.1.2. A nivel nacional

LIMA

Las bombas sumergibles son de gran uso y ayuda en nuestro país, es así que podemos citar algunos de los inconvenientes más frecuentes que tenemos en nuestro país; como por ejemplo la sonda de nivel, origina que la bomba deje de funcionar debido a que ésta se encuentra averiada; tenemos también problemas con los presostatos que originan que la bomba no deje de funcionar al estar uno de los pernos de regulación mal calibrado. Dentro ello también tenemos el problema en los ejes mecánicos, pues al presentar problemas de vibración debido a desgaste o mal alineamiento de los ejes es que ocurren fallas catastróficas. (Tu&Co, 2017, p. 1)

Gold Pumpas nos da un alcance de cómo seleccionar el adecuado sistema de bombas para uso industrial, además nos brinda alcance para de formas de cómo minimizar el consumo de energía basado en los siguientes criterios: el ahorro en las tarifas de suministro de energía, reducción de pérdidas en las instalaciones, la reducción de fugas de agua y pérdidas de carga y el mejoramiento en la operación en las bombas. Como parte complementaria, se llega a explicar cómo evaluar formas de ahorro para nuestros costos fijos, dinero que puede ser usado en nuevas y mejores inversiones para los sistemas que ya tenemos instalados en nuestra planta industrial. (Gold Pumps, 2017, p. 11-12)

1.1.3. A nivel local

CAJAMARCA

En la ciudad de Cajamarca contamos con una gran familia de bombas instaladas en las principales plantas industriales, tanto del sector comercial en la ciudad como del sector minero en las principales operaciones de la localidad. Mediante el mejoramiento y ampliación de estos sistemas es que generamos una gran oportunidad para el desarrollo de la localidad. En un principio se menciona que inicialmente se construían los sistemas mediante el apoyo de Foncodes y en la actualidad con fondos privados. (Cercado, 2014, p. 13)

1.2. Antecedentes

1.2.1. Internacionales

ESPAÑA

Bermejo (2015), en su tema que investigo denominado “Modelos de elementos finitos explícitos para explosiones en estructuras reticuladas de hormigón armado, aplicaciones al estudio del colapso de edificios”, en la Universidad Politécnica de Madrid, en la presente tesis se emplearon un modelo numérico por el método de “elementos finitos” con integrales en tiempos por medio de mapas esquemáticos donde explican que capacidad representa el fenómeno en física y las estructuras dinámicas rápida. Los principales objetivos del proyecto es realizar modelos de “elementos finitos” permiten simular precisamente los fenómenos de explosiones encima de los componentes que se construirá de hormigón armado, y a su vez el desarrollo de nuevos métodos, que usando “elementos finitos” estén en la capacidad de replicar una explosión sobre el edificio a estudiar, asimismo para el desarrollar esta tesis utilizamos el software LS-DYNA (p. 5) y se llegó a la conclusión de que sí es posible simular los fenómenos que estará.(p. 165)

Casillas (2011), en su tesis “Diseño de un eje (UNE-EN13103) y modelado con Pro-E: Aplicación a un eje ferroviario”, en la Universidad Carlos III de Madrid, la tesis verifica el método de diseño de un eje de ferrocarril según su normativa que lo regula, es decir se centró en dos ejes de ferrocarril que van a ir montados en vagones de mercancías para su uso en Europa, por tal se utilizó la norma UNE. El principal objetivo es verificar el método para diseñar un eje ferroviario según la normativa de referencia y comprobar si varios ejes están diseñados de forma que cumplan con ella (p. 1-3), como resultado se comprobó que el análisis realizado con Pro-Engineer ofrece vidas a fatiga mayores que las obtenidas siguiendo la norma UNE, esto se da porque el modelo de elementos finitos empleado es muy básico. Por lo tanto, se cumplió los objetivos del proyecto. (p. 88)

Gallego (2016), en su trabajo de investigación “Instalación de una bomba sumergible para suministro de agua de un pueblo de Tanzania que trabaja por medio de una fuente de energía renovable”, en la Universidad Politécnica de Madrid, el proyecto tiene como objetivo principal realizar un sistema de bombeo de agua para el abastecimiento del pueblo de Manga y cubrir sus necesidades de agua de los

ciudadanos. Su desarrollo fue en tres partes; la primera, estudia teóricamente todas las partes que compone la instalación, además se analiza las aguas subterráneas, así como problemas que las afecten, el bombeo de estas aguas se hace mediante una bomba sumergible que eleva el agua a través de una tubería situada a lo largo del pozo, para alimentar la bomba se utilizó energías renovables (p. 8). En la segunda parte se realizan los cálculos necesarios para el correcto funcionamiento y se selecciona la bomba más adecuada para la instalación. Como un tercer punto se definen los planos de instalación, así como las partes que la compone. Finalmente se realiza el presupuesto necesario para la instalación teniendo en cuenta todos los componentes. (p. 100)

1.2.2. Nacionales

PUNO

Cansaya (2016), en su tesis de investigación “Diseño e implementación del sistema de drenaje para mejorar el sistema de acarreo de mineral en la Mina Antapaccay - 2016”, en la Universidad Nacional del Altiplano, nos indica cómo puede influir en la operación de acarreo el manejo adecuado del agua, además de tener en cuenta que no solo es la puesta en marcha de los sistemas de bombeo y drenaje sino que también debemos tener en cuenta la adecuada selección de los componentes, una vez seleccionamos el sistema debemos de entender que por ejemplo tendemos adecuadamente un sistema de bombeo de agua esta puede llegar a acumularse en las zonas de principal operación y dificultaría el movimiento de las palas hidráulicas y camiones gigantes (p. 16). Como conclusión, podemos rescatar mantener lo más seco posible el tajo como acción para el minado del material y con ello la instalación de 16 bombas sumergibles que nos permitan llevar a cabo este proceso, donde una de las principales consideraciones es el sistema de control automático instalado. (p. 94)

AREQUIPA

Cutipa (2017), en su tesis de investigación “Automatización de un sistema de recuperación de agua de relave”, en la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, nos brinda un alcance acerca de los principales contaminantes que tenemos en la actualidad en forma de relaves y menciona que Minera Antapaccay tiene mucho interés en la resolución de estos problemas por lo que implementan un sistema automatizado de recuperación de fluidos de este tipo (p. 4). Como conclusión tenemos un diseño de implementación del sistema para recuperación de agua producto de relaves, además de presentar la selección de PLC’s para el control y protocolo que existirá en la comunicación de la base central al punto de operación de las bombas sumergibles. (p. 184)

1.2.3. Locales

En la ciudad de Cajamarca a pesar de contar con un sin número de estos equipos instalados en las principales minas de influencia en nuestro país, no tenemos referencia de trabajos de investigación que sustenten mejoras en la operación a la solución lo presentado por una mala operación o mala selección de un eje mecánico para un determinado trabajo.

1.3. Bases Teóricas

1.3.1. Diseño Mecánico

Construir implica describir los productos técnicos para poder facilitar su construcción. A este proceso lo consideramos diseño mecánico, que incluye consideraciones y diseños realizados con bocetos y cálculos, es por eso por lo que, en el ámbito de la formación técnica, el diseño mecánico es un campo de aprendizaje continuo y de mucha importancia.(Gunt Hamburg, 2018)



1.3.1.1. Proceso del Diseño Mecánico

Paso de trabajo	Actividad	Resultado del trabajo
Consideración	<ul style="list-style-type: none"> • Descripción del planteamiento de las tareas • Obtención de información • Elaboración de una lista de exigencias 	Especificaciones
Concepción	<ul style="list-style-type: none"> • Abstracción y formulación de un problema • Descripción del funcionamiento • Búsqueda de soluciones • Análisis de variantes en las soluciones 	Diagrama de circuitos, diagrama de flujo, boceto a mano o dibujo a grandes rasgos

	<ul style="list-style-type: none"> • Determinación de una solución principal 	
Borrador	<ul style="list-style-type: none"> • Croquis general • Realización de cálculos • Diseño de la geometría partiendo de la solución principal • Selección de materiales • Selección de los elementos de máquina, piezas normalizadas y piezas de proveedores para el funcionamiento • Elaboración del boceto con datos relativos a los componentes o los elementos de máquina y cálculo de la resistencia • Determinación de grupos constructivos 	Cálculos, bocetos
Elaboración	<ul style="list-style-type: none"> • Elaboración de los dibujos de componentes • Redacción de las listas de piezas • Comprobación de las posibilidades de fabricación, así como cálculo de los costos finales • Determinación de las indicaciones de fabricación y montaje • Redacción del manual de funcionamiento y de la documentación 	Dibujos técnicos, listas de piezas, instrucciones de montaje

1.3.2. Ejes Mecánicos

1.3.3. Bombas Sumergibles

Layme (2017) define como bomba sumergible a aquella sumergida en un fluido. Estas bombas vienen con un sistema que impulsa el fluido y son selladas su case y envié el fluido hacia al exterior. Estas bombas mayormente se utilizan para bombear y extrae agua servidas, o de norias, así como de piscinas y estanques.



Ilustración 1. Bomba Sumergible

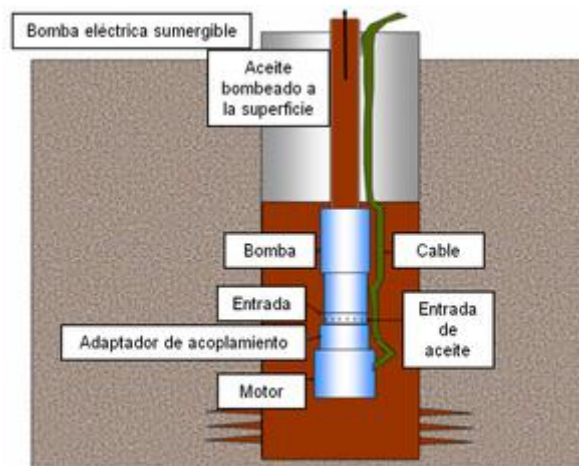


Ilustración 2. Esquema de una Bomba Sumergible

Al adquirir una bomba sumergible, es necesario tener en cuenta algunos factores:

- Altura al espejo de agua
- Existe una relación entre la profundidad y la distancia a la que se ubica el fluido a bombear, porque generará el decanto por una bomba de mayor potencia.
- Energía eléctrica disponible
- El tipo de líquido a bombear, si puede contener arena y otros.

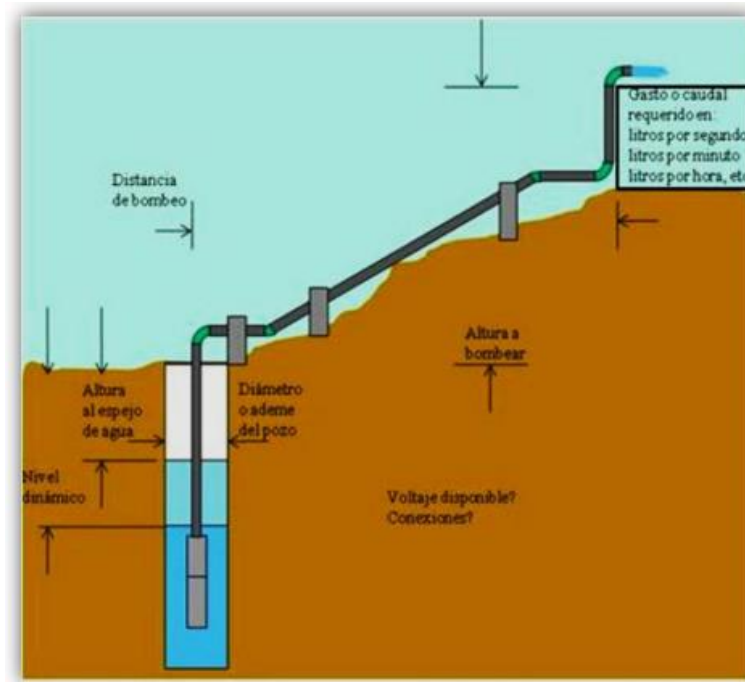


Ilustración 3. Factores por escoger en una Bomba Sumergible

1.3.3.1. Ventajas y Desventajas de las Bombas Sumergibles

Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none">- La potente fuerza que posee en elevación dado que no tiene dependencia con la presión del aire externo para poder elevarse.- Se utiliza para el drenaje y agotamiento de aguas residuales.- Pueden trabajar con tubería de aspiración, instalando el equipo por arriba del estado del recipiente.- Tiene un mayor rendimiento y trabaja de forma silenciosa.- Es la mejor opción a largo plazo.	<ul style="list-style-type: none">- Tiene un mayor costo- Eficiencia baja en comparación con el uso de bombas de eje vertical.- Es costo de operación es alto.

1.3.3.2. Instalación de una Bomba Sumergible

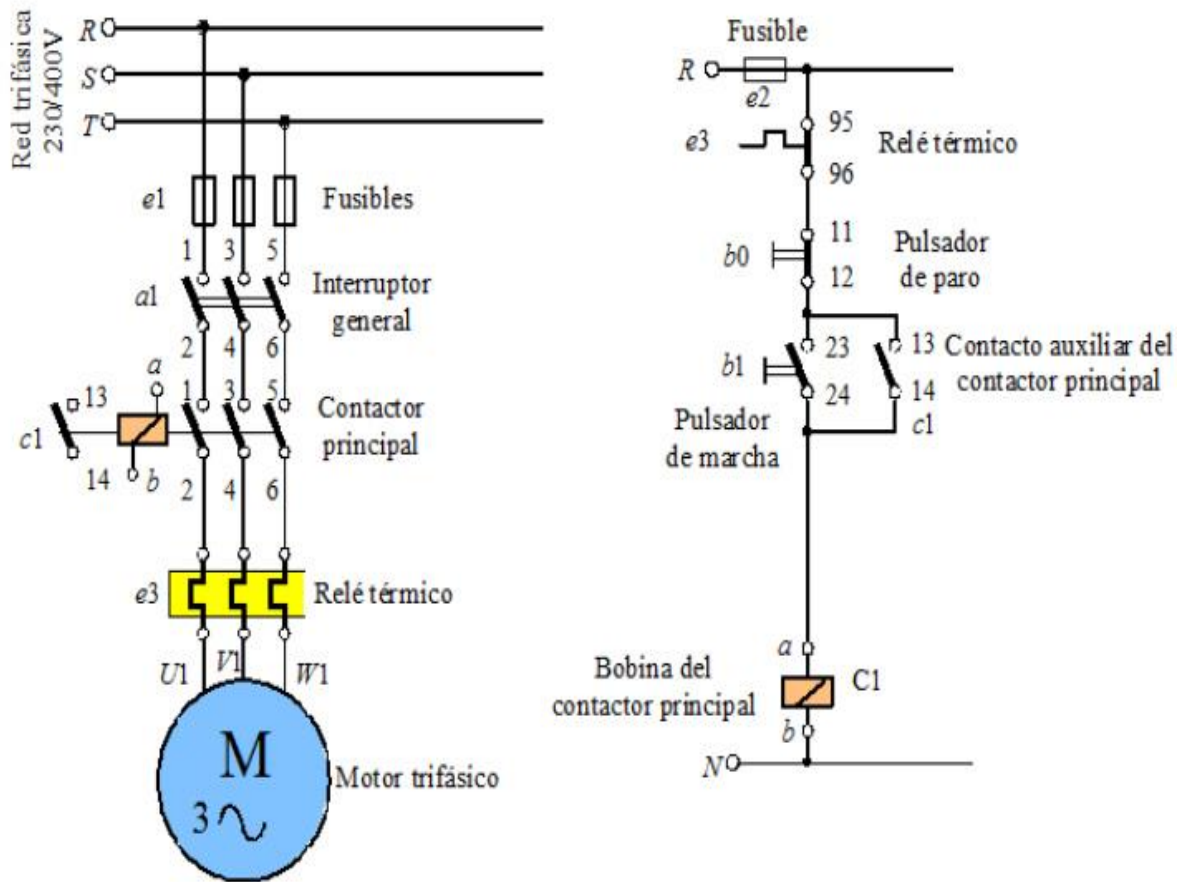
1.3.3.2.1. Alimentación eléctrica

Existen dos formas:

- Por Línea: En esta forma se tiene en consideración el voltaje y tensión que dan lugar los equipos y poder colocar un control ante el bajo voltaje.
- Generación: Se debe tomar en cuenta las mismas tolerancias que el modo anterior, per a la vez debemos asegurarnos de que la generación de energía suministre un flujo constante de potencia necesaria.

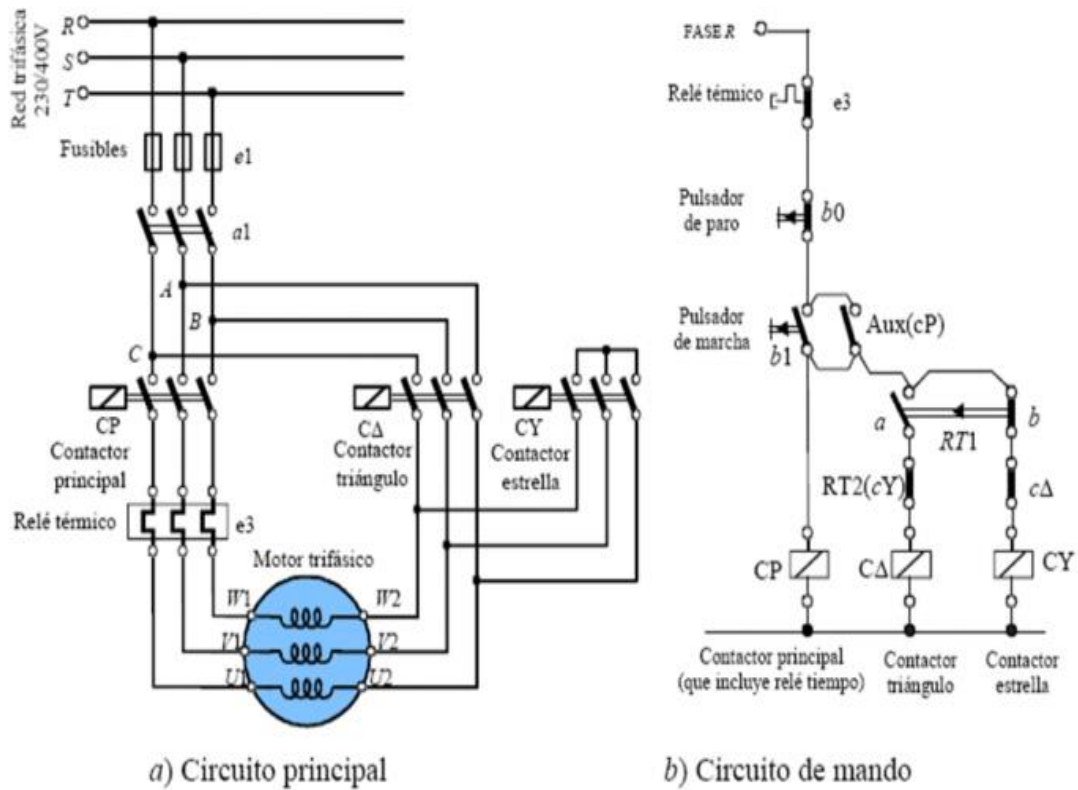
1.3.3.2.2. Tipos de Arrancador

Ilustración 4. Tipo de arranque directo



a) Circuito principal b) Circuito de mando

Ilustración 5. Tipo de arranque estrella



1.3.3.2.3. Equipos de suministro de alimentación

Las conexiones que provienen del equipo o motor estarán completamente inmersas en el fluido mientras se da la operación del equipo asegurando la refrigeración; es por ello por lo que en las instalaciones de las conexiones deben usar cartuchos de resina, vulcanizado de las cintas y asegurar el proceso requerido.

Asimismo, el equipo debe tener conexión a tierra con un proceso adecuadamente dimensionado y ello es conveniente en la toma. El proceso de instalación a tierra es muy importante para la adecuada operación y eficiencia de la protección como pararrayos, por ejemplo.

1.3.3.2.4. Elementos asociados a la instalación

Se utilizan diversos elementos como:

- Manómetro de presión: Se usa de preferencia con la presencia de agujas para poder detectar problemas de capacitación.
- Válvula reguladora: Se debe instalar esta válvula para permitir regular el caudal al final en la salida.
- Nivel de sondas: Se recomienda instalar sensores que permitan al sistema identificar problemas, si esto sucede dañarían la bomba y el motor.
- Retención por válvulas: Se desea instalar este tipo de válvula para obtener resistencia en el conducto final del equipo.

1.3.3.2.5. Refrigeración del motor

El motor debe estar en refrigeración, el agua debe de estar a una temperatura de 30° C como más, que evita calentamiento excesivo se debe colocar al equipo con equipo de ventilación. En la imagen se muestra varias maneras en las que instalar equipos de ventilación.

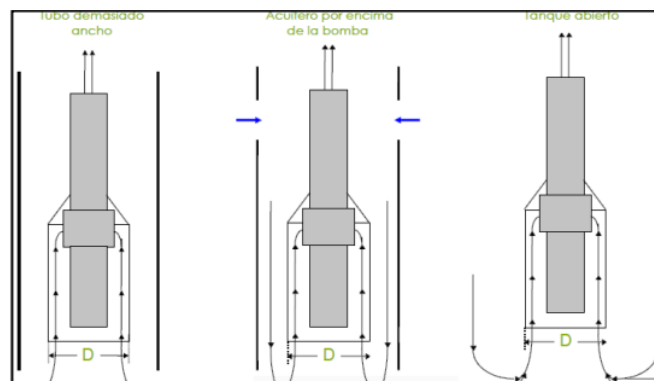


Ilustración 6. Aplicaciones de la Camisa de Refrigeración

1.3.3.2.6. Sedimentación por arena

Al momento de conectar el equipo es recomendable determinar el pozo, es por eso por lo que debemos colocar el equipo por arriba del recipiente y de la sedimentación que podría producirse.

Asimismo, se deben utilizar equipos que puedan incorporar un sello con material carburo de silicio que evitan el ingreso en el mismo.

1.3.3.2.7. Control de la corrosión

Esto se realiza en fluidos por debajo del suelo, ya que provoca una pérdida de espesor por electrificación de múltiples materiales por lo general en forma de poros sobre todo en uniones de múltiples conexiones. Esta corrosión también se puede dar en fluidos de uso común, y otras pequeñas cantidades de otro tipo de componentes.

La instalación de un ánodo de sacrificio es una posible solución en la base de la bomba que tendrá como objetivo cebar corrientes, de la forma que minimicemos así la operación dañina que ocurren sobre el equipo.

1.3.3.2.8. Protección del equipo y control

Debemos instalar un protector térmico para mitigar fallas, por ello debemos conectar siempre una derivación de tierra, y un dispositivo del tipo térmico que se adecua a la operación.

1.3.3.2.9. Puntos para tener en cuenta en la instalación

1.3.3.2.10. Aplicaciones

Las aplicaciones típicas de las bombas sumergibles son pozos, cisternas, depósitos y pantanos, fuentes ornamentales y estanques, plantas desalinizadoras.

1.3.3.2.11. Ahorro Energético

A continuación, mostramos una manera de ver cuánto podemos ahorrar en dinero con la instalación de una bomba sumergible:

Ahorro de energía al año Bomba 90 kW							
Tiempo	Caudal		Control por estrangulación		Control por veloc. variable		Ahorro
	h	%	l/s	kW	kWh	kW	
3000	90	270	75	225000	64	192000	33000
3000	62	186	71	213000	35	105000	108000
2000	32	96	65	130000	24	48000	82000
Total ahorro de energía kWh							223000

Ilustración 7. Ahorro de energía de la bomba sumergible

1.3.3.2.12. Averías y su análisis

Mostramos varios tipos, las principales son:

- Del tipo eléctrico
- Del tipo mecánico
- Y una combinación de ambas.

Las causas más comunes de estas averías son:

- Errores en la fase
- Tensión deficiente, ya sea alta o baja
- Un desequilibrio en el sistema



Ilustración 8. Desequilibrio de fases

- Sobretensiones y caída de rayos

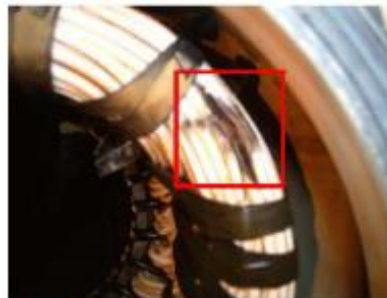


Ilustración 9. Sobretensiones en la bomba

- Falta de refrigeración



Ilustración 10. Falta de refrigeración

- Desgaste del rotor



Ilustración 11. Desgaste del rotor

1.3.4. Elementos Finitos

(Frías, 2004) Este tipo de método de cálculo numérico es una manera finita de estimar problemas de continuidad, como, por ejemplo:

- El elemento en análisis es partido en un número finito de elementos, donde el funcionamiento global es especificado a través de un número determinado de elementos asociados a un número limitado de como conocemos en general “nodos”, estos puntos son donde realizaremos el análisis.
- Una solución a todo el sistema complejo está regida bajo reglas de estudio en elementos finitos, es por eso que las formaciones de componentes forman completamente un ensamble
- Las interrogantes de la problemática dejan sus ecuaciones matemáticas y de ser valores a nodos.
- Cada elemento tiene una definición que parte de cómo se comporta los nodos por medio de las ecuaciones y se interpolan en formas o una función.

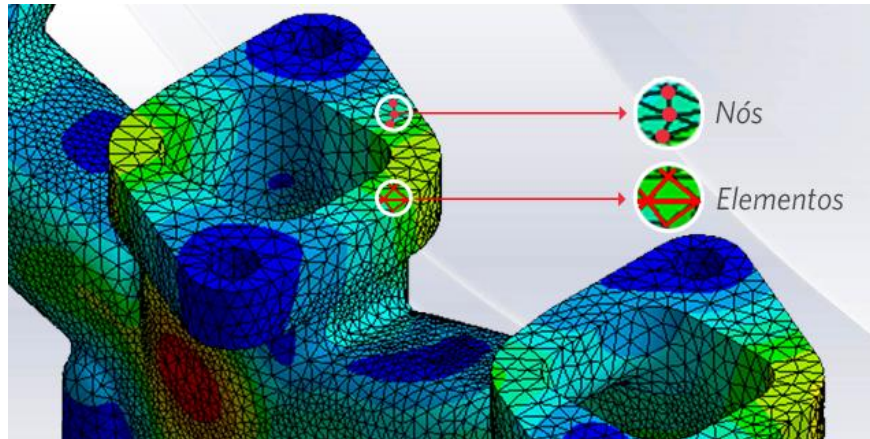


Ilustración 12. Aplicación de elementos finitos

El MEF, se enfoca en convertir el sólido continuo en un modelado discreto, a la conversión se le llama desratización del modelado. Es decir, dentro del solido ocurre un fenómeno llamado interpolación de algún valor conocido en cada nodo, los valores que se obtienen mediante este proceso son números determinados y finitos de puntos. (SolidWorks Corporation, 2018)

1.3.4.1. Aplicando del Método de Elementos Finitos

Este análisis se aplica con la finalidad de aplicarlo en solidos donde se quiere entender su estructura interna y el comportamiento del material según sea los esfuerzos, luego podemos obtener datos para ver si se deforma o que tensión estará sometida, por otro lado, nos ayuda a apreciar diferentes escenarios para determinar qué tipo de resistencia, o si es rígido o esta fatigado. Por otro lado, otros análisis como térmicos, acústicos, dinámicos, electromagnéticos y de fluidos ya sean lineales o no lineales, para ver cómo se comporta al desplazarse o en las uniones. (Mirlisenna, 2016)

La mejor forma de entender el método, es aplicarla a una plancha que se somete a esfuerzos en un plano. El FEA es posible entenderla, mediante un análisis de estructuras, y es una manera de generalizar la matriz discreta a un sistema global continuo.

Una parte discreta llamada e tiene un número de nodos (i, j, m) y en las condiciones extremas líneas unidas. Estos movimientos u de cualesquiera otros elementos es aproximado por un vector \vec{u} .

$$\vec{u} = \sum N_i a_i^e = [N_i \quad N_j \quad \dots] \begin{pmatrix} \vec{a}_i \\ \vec{a}_j \\ \dots \end{pmatrix}^e = N a^e \quad (1.1)$$

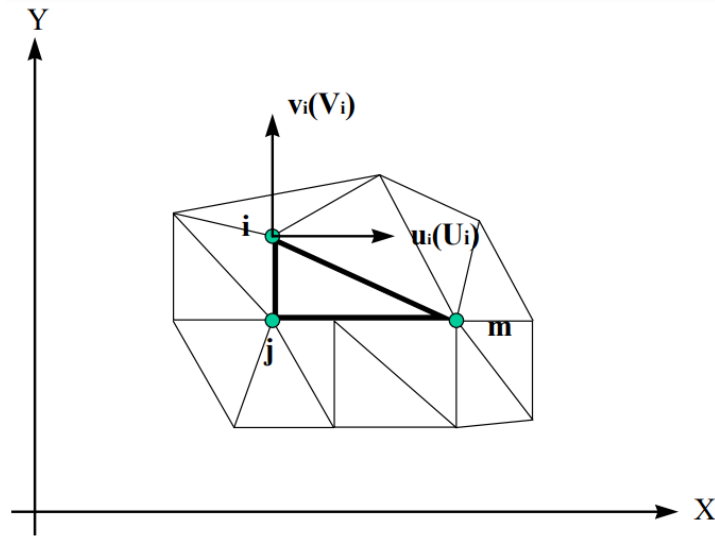


Ilustración 13. Nodos y sus coordenadas(i, j, k) y desplazamientos

N como ecuaciones en momentos dados (funciones determinadas) a^e el cual enumera movimientos de nodos en la estructura considerada para el análisis. De esta forma podemos observar para tensión en placa:

$$u = \begin{Bmatrix} u(x, y) \\ v(x, y) \end{Bmatrix}, \quad a_i = \begin{Bmatrix} u_i \\ v_i \end{Bmatrix}$$

- u : en un elemento cualquiera del nodo, evaluamos movimientos en la dirección tanto vertical como horizontal.
- a_i : nos muestra movimientos en el nodo i .

Estas ecuaciones N_i, N_j, N_m , deben de elegirse en una manera en la que podamos realizar la sustitución (1.1.) puntos nodales en el espacio.

Una vez conozcamos los movimientos en cada punto del elemento, podremos determinar las deformaciones (ϵ) en cada nodo. Que estarán definidas por la siguiente relación:

$$\epsilon = S u \quad (1.2)$$

Su un operario lineal que se adecua y si sustituimos la ecuación se obtienen las siguientes expresiones,

$$\varepsilon = Ba \quad (1.3)$$

$$B = SN \quad (1.4)$$

Supongamos que el sólido está sujeto a deformaciones iniciales ε_0 debido a diferentes estados térmicos cristalizados, etc. Y las tensiones que tienen dentro σ_0 y la relación que hay entre ambas dentro del sólido.

$$\sigma = D(\varepsilon - \varepsilon_0) + \sigma_0 \quad (1.5)$$

Si D que tiene por nombre matriz elástica y conlleva a las propiedades de los elementos, está definida de la siguiente manera:

$$q^e = \begin{Bmatrix} q_i^e \\ q_j^e \\ \dots \end{Bmatrix}$$

Dado a que las fuerzas presentes en los nodos, que pueden equivaler de manera estática a los esfuerzos en el perímetro y las tensiones que se distribuyen en los elementos. Las tensiones q_i^e contienen el mismo número de partes y en el único desplazamiento a_i que debe estar establecido en la correcta dirección. Si consideramos el caso en el que el esfuerzo plano, entonces tendremos lo siguiente:

$$q_i^e = \begin{Bmatrix} U_i \\ V_i \end{Bmatrix}$$

Se distribuyen esfuerzos (b) están actuando por cada modo de volumen en el espacio elegido y que corresponde a los movimientos u en cierto punto. La forma en cómo se relaciona las fuerzas en nodos y esfuerzos en el perímetro y las tensiones se distribuyen en base a los llamados trabajos virtuales. Podemos obtener entonces (V^e es correspondiente al valor e):

$$q^e = \int_{V^e} B^T \sigma \cdot dV - \int_{V^e} N^T b \cdot dV \quad (1.6)$$

Esta ecuación es correcta con énfasis en establecer una relación importante entre los esfuerzos y deformaciones. Si estos esfuerzos que estamos comentando están

establecidos por una ecuación (1.5), entonces podríamos decir que la expresión queda del siguiente modo:

$$\boxed{q^e = K^e a^e + f^e} \quad (1.6)$$

$$K^e = \int_{V^e} B^T D B \cdot dV$$

$$f^e = - \int_{V^e} N^T b \cdot dV - \int_{V^e} B^T D \varepsilon_0 \cdot dV + \int_{V^e} B^T \sigma_0 \cdot dV$$

En el enunciado f^e aparece de manera ordenada donde la fuerza que, debido a cargas distribuidas, estas se deforman de y se tensionan con la constante. Esta es una matriz de rigidez.

La fuerza que se distribuye por todas las superficies(\mathbf{t}), demos adicionar una terminología además de los nodos y de elementos cuyos contornos tienen en la superficie A^e , al final atenderíamos.

$$- \int_{A^e} N^T t \cdot dA$$

\mathbf{T} debe contener la misma numeración en sus elementos tendrá \mathbf{u} y nuestra ecuación de antes será correcta. Cuando ya se obtuvo el desplazamiento en cada nodo por resultado de la expresión, podremos hacer el cálculo de tensión en cualquiera de los puntos de los elementos.

$$\sigma = D B a^e - D \varepsilon_0 + \sigma_0$$

1.4. Formulación del Problema

¿Es posible disminuir el desgaste operativo mediante el diseño de ejes mecánicos para bombas sumergibles con el análisis de elementos finitos?

1.5. Justificación

1.5.1. Justificación Económica

Esta tesis la justificamos de manera económica, gracias a que haremos el diseño los ejes mecánicos se podrá evitar los gastos de mantenimiento y de posibles fallas en las bombas sumergibles, además de una disminución del desgaste operativo y reduciremos el tiempo del proceso.

1.5.2. Justificación Social

Esta tesis la justificaremos de manera social debido que, al identificar posibles fallas en las bombas sumergibles, se logrará mejorar la relación con las plantas procesadoras de mineral y a la vez se desarrollará un trabajo eficiente en el procesamiento, lo cual conllevará a obtener un buen resultado en el producto final.

1.5.3. Justificación Ambiental

Esta tesis busca justificar en el aspecto medio-ambiental, ya que al diseñar los ejes mecánicos habrá un correcto procesamiento mineral en el cual no habrá fallas que causen derrames de sustancias tóxicas al medio ambiente, además al evitar fallas se logrará reducir un consumo de energía significativo.

1.6. Hipótesis

Con el diseño de ejes mecánicos para bombas sumergibles mediante elementos finitos se logrará disminuir el desgaste operativo del procesamiento mineral.

1.7. Objetivos

1.7.1. Objetivo General

- Diseñar ejes mecánicos para bombas sumergibles mediante elementos finitos.

1.7.2. Objetivo Específico

- Realizar el análisis de elementos finitos para el eje diseñado.
- Presentar el eje diseñado (aleación de acero con tungsteno al 1.65%).
- Análisis económico y financiero del presente proyecto.

II. Métodos

2.1. Diseño de Investigación

2.1.1. Según el fin que persigue

Aplicativa: Se considera aplicada ya se va realizar el diseño de ejes mecánicos mediante los elementos finitos, se mostrará los efectos que se originan, tal como la reducción del desgaste operativo.

2.1.2. Según los datos analizados

Cuantitativo: Se considera cuantitativo ya que los datos obtenidos para realizar los cálculos serán datos numéricos, aplicación de fórmulas, dimensiones, entre otros para la obtención de los resultados en el presente proyecto.

2.1.3. Según su metodología

Es experimental porque vamos a manipular la variable independiente (Ejes Mecánicos), se logrará mostrar lo efectos que causa en la variable dependiente (Desgaste Operativo)

2.2. Variables, Operacionalización

2.2.1. Variable Independiente

X: Ejes Mecánicos

2.2.2. Variable Dependiente

Y: Desgaste Operativo

2.2.3. Operacionalización de Variables

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Indicadores	Escala de medición
Independiente: Ejes Mecánicos	Elemento mecánico que conlleva beneficio cuando deseamos direccionar movimiento de rotación. (Perez, 2018)	Elemento que se encarga de dirigir el movimiento de rotación de acoples mecánicos que trabajan en conjunto para un bien en común.	Esfuerzos	MPa
			diámetro	m
Dependiente: Desgaste Operativo	Está definido como la pérdida estructural en la superficie del material debido a un contacto directo y cíclico con otro objeto o superficie. (Concepto definicion, 2017)	Es la pérdida de material que existe a nivel estructural, el cual es producido por el trabajo constante en la operación y puede ser cuantificado.	Peso	Kg
			Deflexión	m

2.3. Población y Muestra

2.3.1. Objeto de análisis (OA).

Se buscará analizar el efecto que interesa, que va a surgir por medio del problema. Esta tesis tiene como finalidad analizar el desgaste de ejes mecánicos en bombas sumergibles.

2.3.2. Población

- Estudiaremos a una población en un tiempo anterior y por medio de guías de observación llegaremos a analizar y concluir con esos resultados.

2.3.3. Muestra

- Se considera a 3 bombas sumergibles de tazones marca Altamira.
- Tomaremos de las muestras analizaremos por eso diremos que el tipo es No probabilístico ya que investigaremos a una parte y tomaremos eso para sustentar nuestro problema.

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

2.4.1. Técnicas de recolección de datos

- Entrevistas y Encuestas al personal capacitado
- Observación Directa
- Documentación Bibliográfica
- Cálculos Sistematizados

2.4.2. Instrumentos de recolección de datos

- Recolectaremos mediante alguna nota
- Registro de entrevistas resumidas
- Tabulación de encuestas
- Guía de Observación

2.5. Métodos de análisis de datos

El método de procesamiento de datos estará basado en la recopilación de la información relevante para los resultados, para lo cual podremos ayudarnos de las encuestas realizadas a las personas que trabajan en esta labor de mantenimiento. La información procesada será mostrada mediante gráficas y tablas para alta gerencia.

Para el procesamiento de datos usaremos software informático, como por ejemplo IBM SPSS, el cual nos ayudará a la tabulación y obtención de información relevante para nuestro proyecto.

2.6. Aspectos Éticos

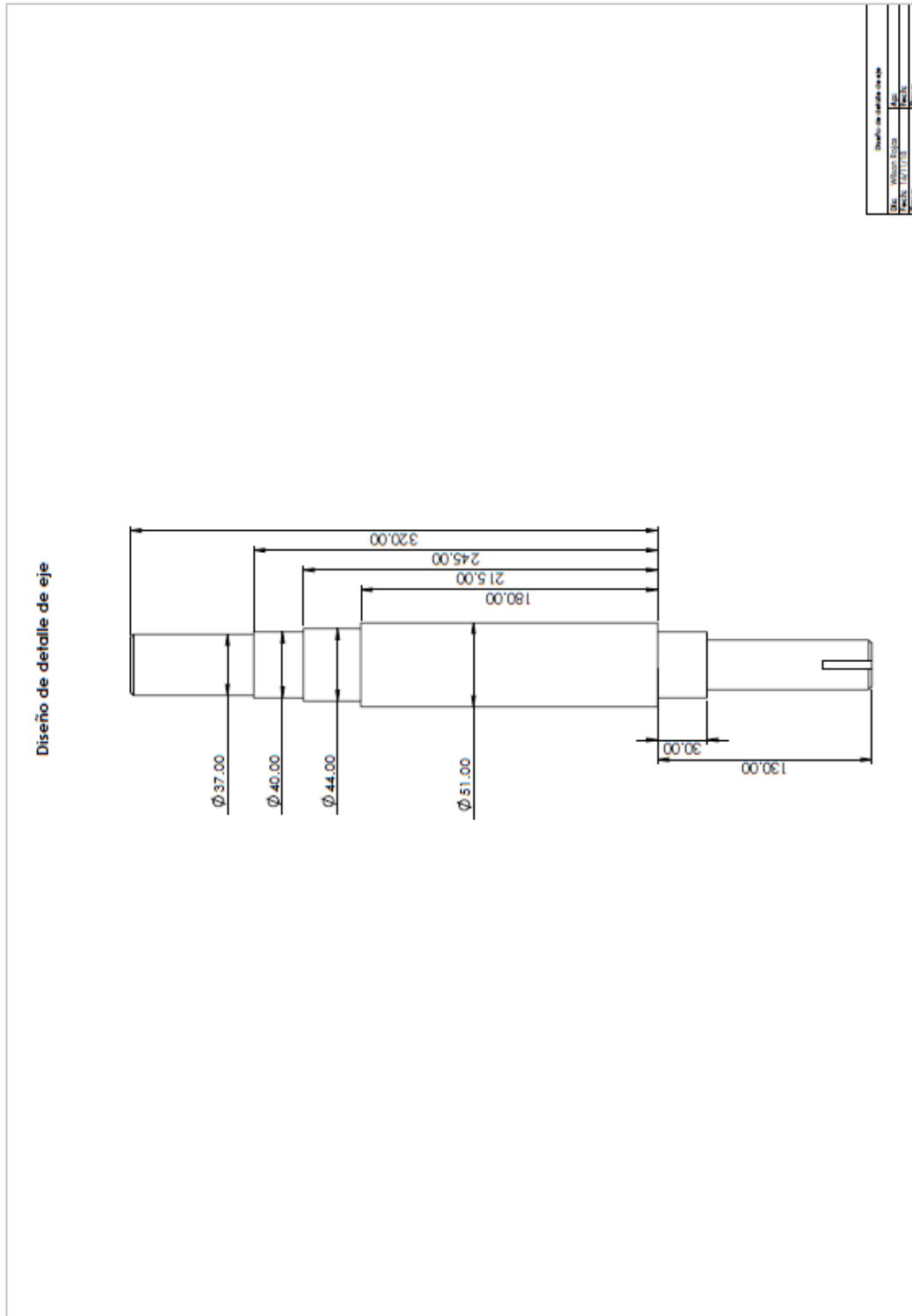
En desarrollo de tesis contaremos con las respectivas licencias de funcionamientos de los programas a utilizar; tales como SolidWorks 2018 para la aplicación de elementos finitos y el diseño de los ejes mecánicos, asimismo se utilizará el programa SPSS que brinda informes y análisis estadísticos.

Del mismo modo, todas las fuentes utilizadas serán citadas debidamente y puestas en la bibliografía del presente proyecto, para respetar la propiedad intelectual de los autores.

III. Resultados

3.1 Diseño de detalle del eje diseñado

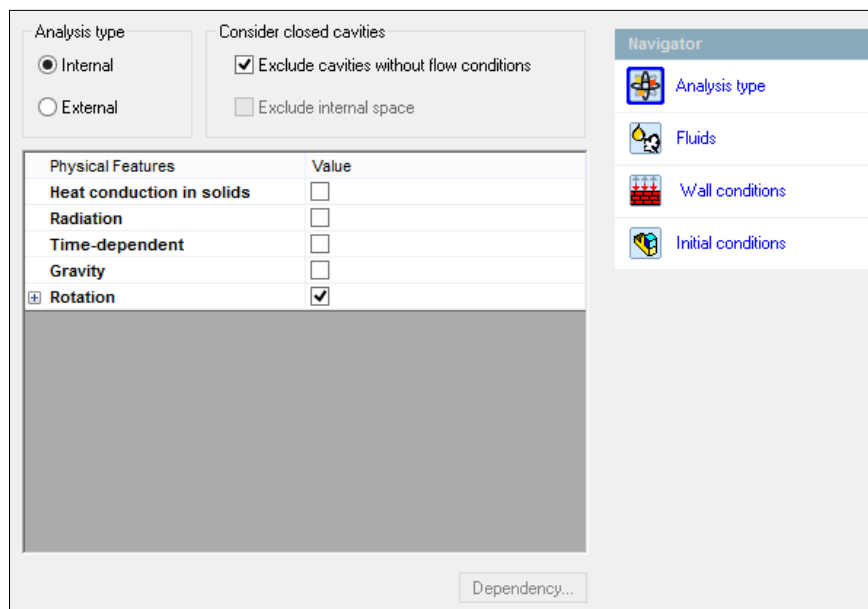
Basado en las características técnicas de una bomba Gold Pumps Modelo HSUL 4X6-14, es que presentamos el diseño de detalle del eje correspondiente a este diseño:



3.2 Análisis de elementos finitos para el impulsor

Vamos a realizar como punto de partida un análisis de elementos finitos por medio de control de flujo para saber el impacto que tendrá el eje al trabajar.

Vamos a presentar las propiedades de configuración dentro del programa:



Fluids	Path
⊕ Gases	
⊕ Liquids	
⊕ Non-Newtonian Liquids	
⊕ Compressible Liquids	
⊕ Real Gases	
⊕ Steam	

Project Fluids	Default Fluid
Water (Liquids)	<input checked="" type="checkbox"/>

Flow Characteristic	Value
Flow type	Laminar and Turbulent ▾
Cavitation	<input type="checkbox"/>





New...

Add

Remove

Replace





Navigator

-  Analysis type
-  Fluids
-  Wall conditions
-  Initial conditions

Parameter	Value
Default wall thermal condition	Adiabatic wall
Roughness	0 micrometer

Dependency...

Navigator





-  Analysis type
-  Fluids
-  Wall conditions
-  Initial conditions

Parameter	Value
Parameter Definition	User Defined
Thermodynamic Parameters	
Pressure	0.101325 MPa
Pressure potential	<input type="checkbox"/>
Temperature	20.05 °C
Velocity Parameters	
Velocity in X direction	0 m/s
Velocity in Y direction	0 m/s
Velocity in Z direction	0 m/s
Relative to rotating frame	<input type="checkbox"/>
Turbulence Parameters	

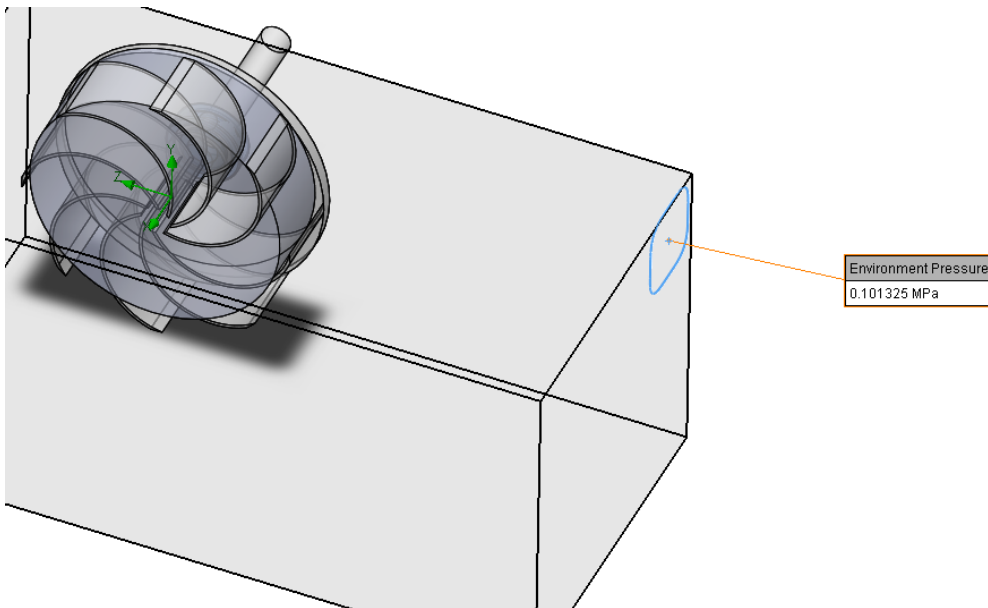
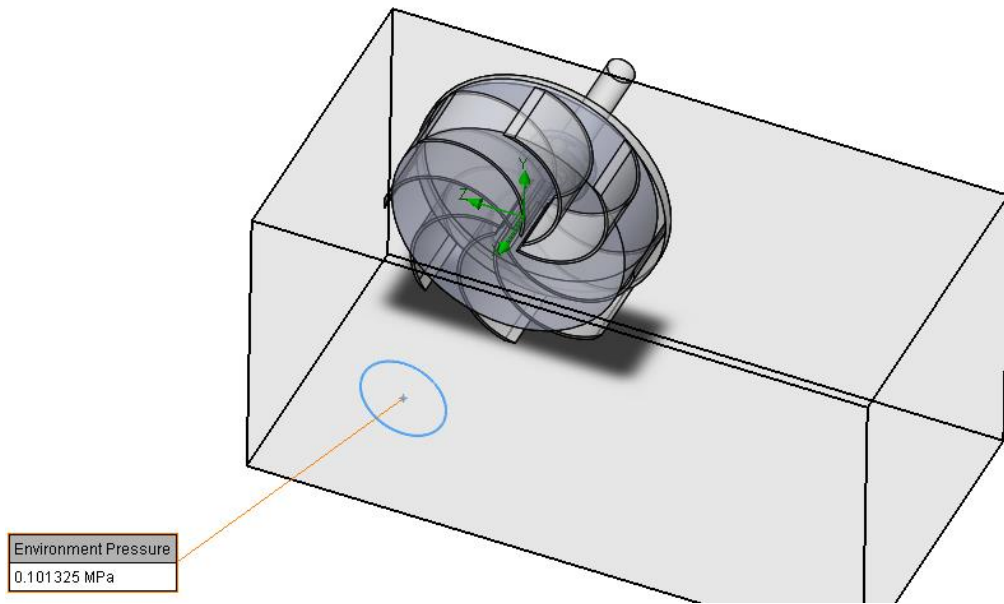
Coordinate System...

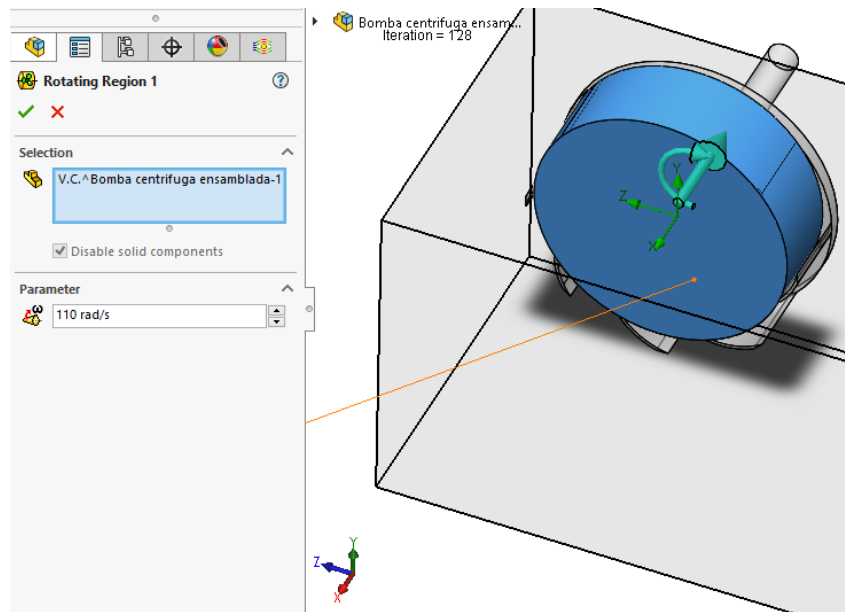
Dependency...

Navigator

-  Analysis type
-  Fluids
-  Wall conditions
-  Initial conditions

Ahora vamos a presentar los datos de configuración utilizados para el cálculo:





Dentro de las características anteriores podemos mencionar:

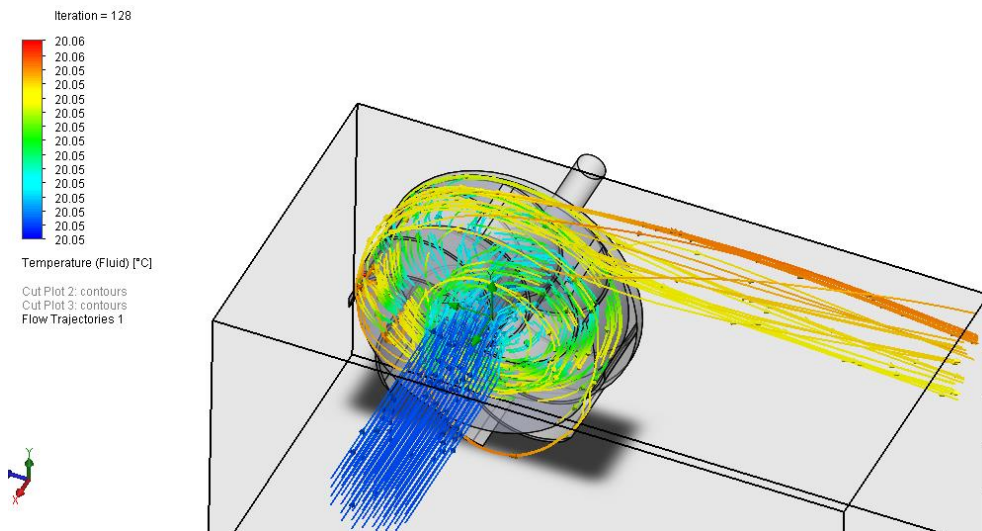
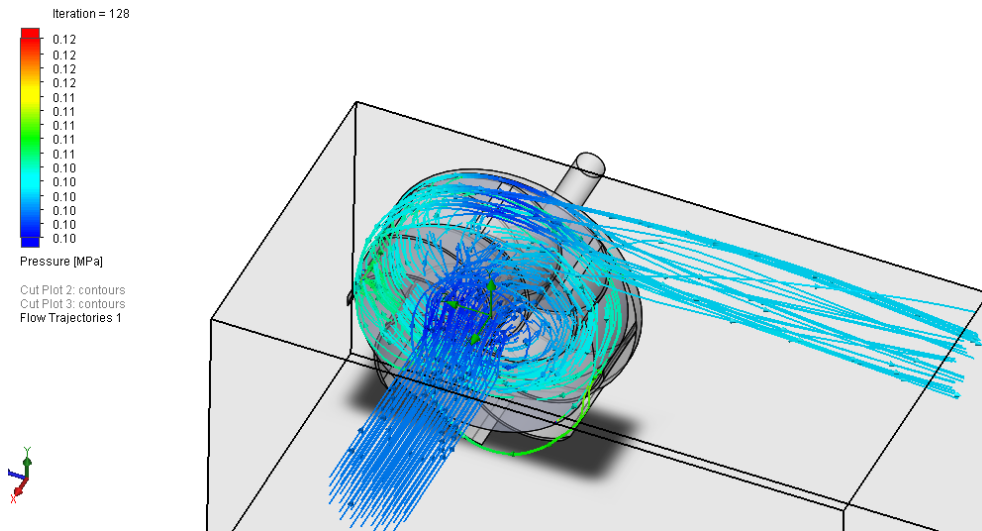
- Consideramos la interacción con el ambiente en todo momento como condición de contorno externa
- Consideramos en el momento del cálculo una rotación del impulsor de 110 rad/s
- Flujo que se transporta dentro de la bomba es agua
- Densidad del fluido es de 1000 Kg/m^3
- Gravedad es considerada como 9.81 m/s^2

Los resultados que hemos podido obtener son:

- La presión que se presenta dentro del componente es de 0.12 MPa
- La temperatura del fluido se mantiene a 20°C

Con estos dos parámetros aseguramos que el impulsor está trabajando de manera adecuada, y podemos pasar a realizar el análisis estructural del eje diseñado.

Nota: El informe completo se muestra en los anexos.



3.3 Análisis de elementos finitos para el eje diseñado

Ahora presentamos el eje diseñado incluyendo las condiciones de contorno, y siendo la fuerza a máxima carga: $4000N$ (la cual incluye el peso del impulsor y la fuerza de trabajo debido a la rotación de 110 rad/s):

Fuente: Elaboración propia

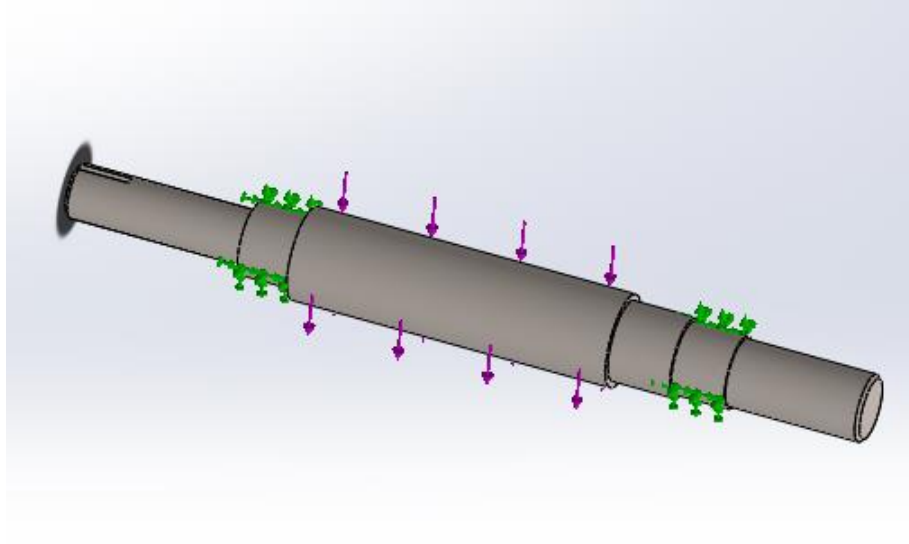


Ilustración 14. Eje diseñado

Ahora presentamos el mallado del componente incluyendo las condiciones de contorno:

Fuente: Elaboración propia

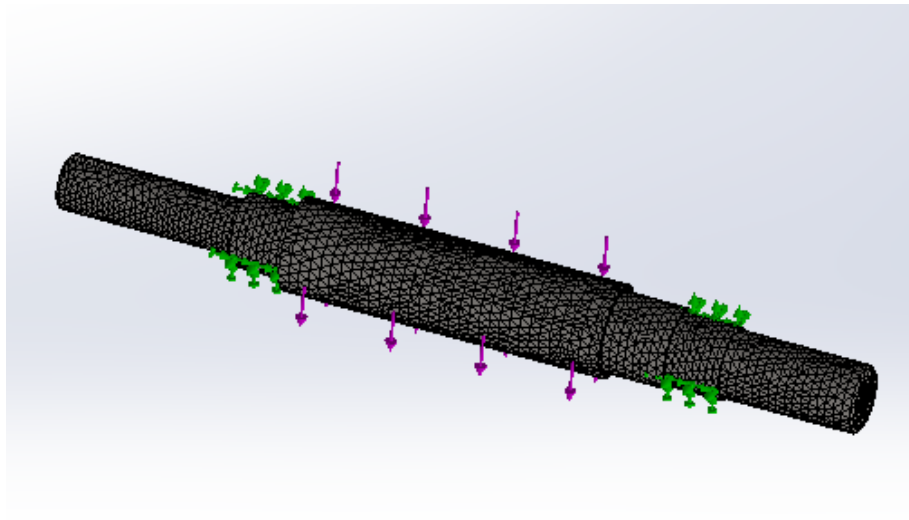


Ilustración 15. Mallado de componente

Una vez hecho el mallado del eje, analizamos las tensiones que se producen, hallando una máxima tensión de Von Mises de 13 Mpa.

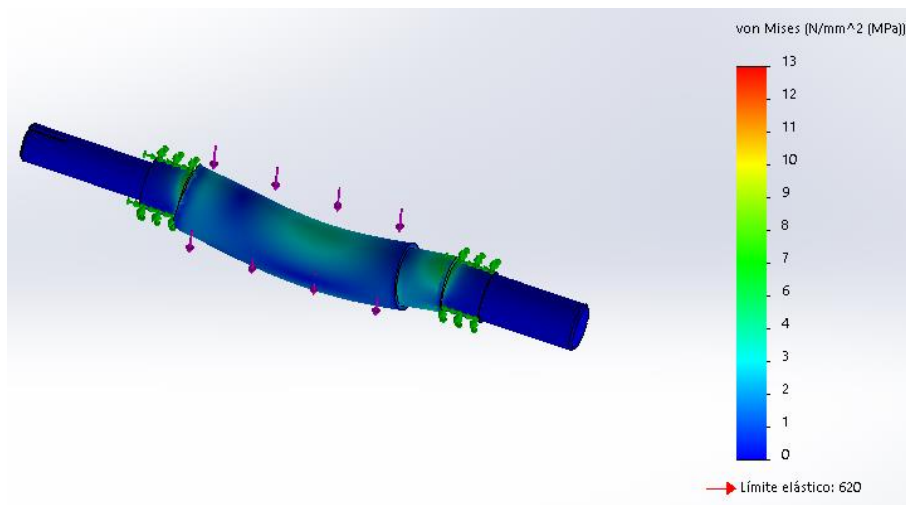


Ilustración 16. Esfuerzos de Von Mises en el eje

Vamos a analizar la zona crítica donde se produce el mayor esfuerzo, por lo que en ella es donde deberíamos de tener mayor cuidado a la hora del trabajo del equipo:

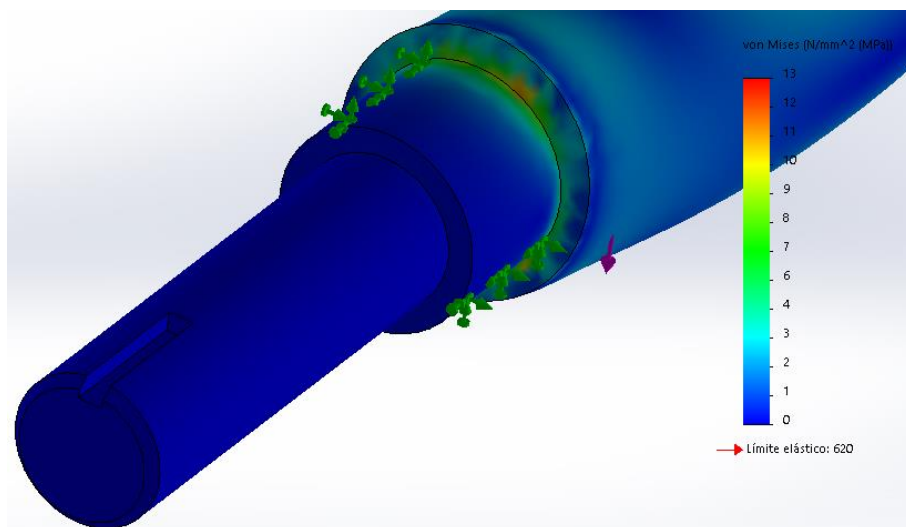


Ilustración 17. Zona crítica de máximo esfuerzo

Analizamos los desplazamientos que se producen, hallando un desplazamiento máximo de 0.004mm.

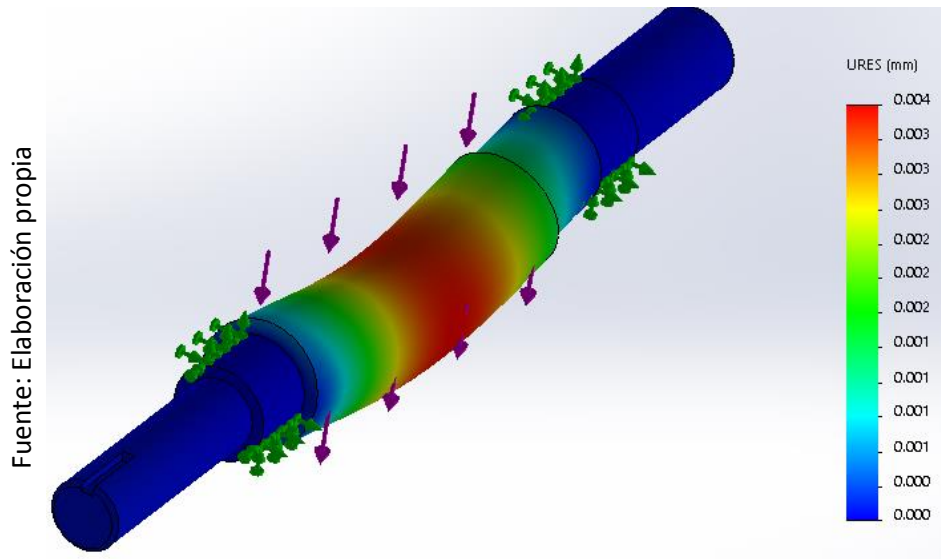


Ilustración 18. Desplazamientos producidos en el eje

Analizamos el mínimo “factor de seguridad” en las estructuras, hallando un valor del cual es bastante bueno, por lo que permitirá trabajar adecuadamente al sistema.

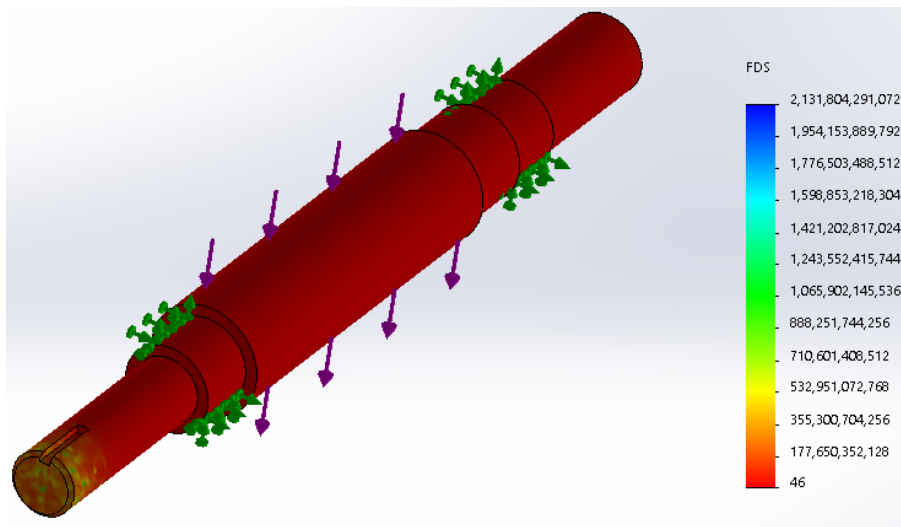


Ilustración 19. Factor de seguridad en el eje

3.4 Analizando económicamente y financiera de nuestro desarrollo de tesis.

3.4.1. Determinación de la localización del proyecto

Dentro de la empresa Minera Yanacocha, la cual está ubicada en la ciudad de Cajamarca se tiene una cultura de innovación que permite a los integrantes de esta familia realizar proyectos de investigación, que de resultar relevantes pueden apertura presupuestos de inversión.

3.4.1.1. Determinaremos la dimensión

Por medio de guías podremos obtener indicadores o resultados que determinamos que reparan 03 bombas al mes, y vamos a analizar la inversión y su retorno en el transcurso del primer año.

3.4.1.2. Recursos

Utilizaremos el recurso humano para poder planificar esto son:

- (1) personal de supervisión - mecánico
- (1) mecánicos tornero

3.4.1.3. Presupuesto de fabricación del eje

Costos por fabricación de eje						
Ítem	Cant.	UME	Descripción	Factor Util.	PU (S/.)	PT (S/.)
01	1	UND	Barra metálica de 2" de diámetro	1	S/ 450.00	S/ 450.00
02	1	CAJA	Cuchillas de autoafilado Uranga	0.5	S/ 150.00	S/ 75.00
03	10	ℓ	Líquido, Refrigerante, anticorrosivo, orgánico BOSCH Tipo C	1	S/ 10.00	S/ 50.00
04	30	HH	Mano de Obra	1	S/ 15.00	S/ 450.00
10	1	GLB	Costos por fabricación	1	S/ 187.50	S/ 187.50
11	1	GLB	Gastos generales	1	S/ 81.25	S/ 81.25

Total	S/ 1,293.75
--------------	--------------------

Tabla 1. Presupuesto de Fabricación del Puente Grúa

3.4.1.4. Análisis de Retorno de Inversión

El costo de inversión es de S/1,294 para la fabricación de un eje según especificaciones técnicas brindadas, además sabiendo que el costo unitario por reparación de cada bomba sumergible es de S/1200 y se repararán 03 motores al mes.

	Costos de fabricación	Rentabilidad mensual	ROI
ene-18	S/ 1,294.00	S/ 3,600.00	
feb-18	S/ 1,294.00	S/ 3,600.00	
mar-18	S/ 1,294.00	S/ 3,600.00	
abr-18	S/ 1,294.00	S/ 3,600.00	
may-18	S/ 1,294.00	S/ 3,600.00	
jun-18	S/ 1,294.00		
jul-18	S/ 1,294.00		
ago-18	S/ 1,294.00		
sep-18	S/ 1,294.00		
oct-18	S/ 1,294.00		
nov-18	S/ 1,294.00		
dic-18	S/ 1,294.00		
Anual	S/ 15,528.00	S/ 18,000.00	1.16

Tabla 2. Retorno de inversión

Ahora analizamos el retorno de inversión:

El valor de 1.16 nos indica, que en el quinto mes de reparación de bombas ya habremos recuperado la inversión que realizamos para la fabricación del eje, y entonces empezaremos a generar una utilidad neta.

IV. DISCUSIÓN

En el desarrollo de mi tesis me ha llevado a investigar sobre estos métodos para analizar sobre las posibles fallas que presentarían los ejes en algún diseño, pero es necesario que nos planteemos esta interrogante.

¿será que es el método más eficiente para el análisis, y el software de simulado es el adecuado para esta tarea?

Estas dos interrogantes son de vital importancia para poder tener presente unas futuras investigaciones en relación a los métodos y simulaciones de ejes.

V. CONCLUSIONES

- El eje se diseña en material acero aleado
- Según los cálculos de flujo tenemos condiciones adecuadas de trabajo
- La presión que se presenta dentro del componente es de 0.12MPa
- La temperatura del fluido se mantiene a 20°C
- Tenemos un factor de seguridad mínimo de 46, más que adecuado para nuestros fines
- Mediante el análisis de elementos finitos y la teoría de esfuerzos de Von Mises determinamos que el esfuerzo máximo producido es de 13MPa, menor a los 620MPa del límite elástico del material acero aleado
- Al analizar los desplazamientos mediante análisis de elementos finitos, determinamos un valor máximo de 0.004m, el cual por encontrarse en la zona elástica retornará a su posición de equilibrio
- La inversión para el presente proyecto retornará en el quinto mes de trabajo
- El presupuesto se encuentra dentro de los gastos razonables en los cuales la mina podría invertir obteniendo un beneficio considerable

VI. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda tener en consideración todos los cálculos hallados en el presente trabajo de investigación
2. Se recomienda tener cuidado en las RPM de trabajo del impulsor, no debe de sobrepasar los 110 rad/s
3. El dimensionamiento y cálculo es adecuado para un material acero aleado seleccionado
4. El factor de seguridad ha sido calculado mediante el uso de los materiales indicados, por lo que si los modificamos podríamos variar este factor, por tanto obtener un valor que en el camino haga fallar la estructura
5. Los esfuerzos y deformaciones máximas halladas son adecuadas para la presente investigación, se recomienda seguir los lineamientos dados en el presente trabajo de investigación

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bermejo, Mario. 2015. oa.upm.es. [En línea] 2015. http://oa.upm.es/39078/1/Mario_Bermejo_Castro.pdf.
- Cansaya, Fleming. 2017. repositorio.unap.edu.pe. [En línea] 2017. http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/3884/Cansaya_Vara_Fleming_Euler.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- Casillas, Mario. 2011. e-archivo.uc3m.es. [En línea] 2011. <https://e-archivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/13044/L-PFC%20Mario%20Casillas%20Guillermo.pdf?sequence=1>.
- Cercado, Wilson. 2014, p. 13. *Universidad Nacional de Cajamarca*. 2014, p. 13.
- Concepto definicion. 2017. conceptodefinicion.de. [En línea] 2017. <http://conceptodefinicion.de/desgaste/>.
- Cutipa, Romel. 2017. repositorio.unsa.edu.pe. [En línea] 2017. <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/3372/IEcugora.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Estructuras.eia.edu. 2014. Estructuras.eia.edu. *Estructuras.eia.edu*. [En línea] Julio de 2014. [Citado el: 01 de Junio de 2018.] <http://estructuras.eia.edu.co/estructurasI/conceptos%20fundamentales/conceptos%20fundamentales.htm>.
- Frías, Eduardo. 2004. Aportaciones al estudio de las máquinas eléctricas del flujo axial mediante la aplicación del método de los elementos finitos. Lima : s.n., 2004. 130.
- Gallego, Sergio. 2016. oa.upm.es. [En línea] 2016. http://oa.upm.es/43399/1/TFG_Sergio_Gallego_de_la_Sacristana.pdf.
- Gold Pumps. 2017, p. 11-12. gouldspumps.com. [En línea] 2017, p. 11-12. https://www.gouldspumps.com/ittgp/medialibrary/goulds/website/Literature/Pump%20Selection%20Guide/PumpSelectionGuide_LA_ES.pdf?ext=.pdf.
- Guillermo, Mario Casillas. 2011. Universidad Carlos III de Madrid. [En línea] Octubre de 2011. [Citado el: 15 de Junio de 2018.] <https://e->

archivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/13044/L-
PFC%20Mario%20Casillas%20Guillermo.pdf?sequence=1.

Gunt Hamburg. 2018. Mecánica y Diseño Mecánico. *Mecánica y Diseño Mecánico*.
s.l. : G.U.N.T, 2018. 252.

Guzmán, María. 2005, p. 2. scielo.org.co. [En línea] 2005, p. 2.

Izarra, Carlos Alberto Cermola. 2016. SCRIBD. *SCRIBD*. [En línea] Septiembre de
2016. [Citado el: 30 de Mayo de 2018.]
<https://es.scribd.com/doc/54079974/DEFINICION-DE-LAS-VIBRACIONES>.

Layme, Maria. 2017. SCRIBD. *SCRIBD*. [En línea] 20 de Junio de 2017. [Citado el: 24
de Junio de 2018.] <https://es.scribd.com/document/351750530/133906086-Bombas-Sumergibles-pdf>.

Mario, Bermejo Castro. 2015. OA.UPM. [En línea] 2015. [Citado el: 18 de Junio de
2018.] http://oa.upm.es/39078/1/Mario_Bermejo_Castro.pdf.

Mirlisenna, Giuseppe. 2016. ESSS. *ESSS*. [En línea] 22 de Enero de 2016. [Citado el:
05 de Junio de 2018.] <https://www.esss.co/blog/es/metodo-de-los-elementos-finitos-que-es/>.

Perez, Julián. 2018. Defiición.de. [En línea] 2018. <https://definicion.de/eje/>.

Sergio, Gallego. 2016. Escuela Técnica Superior de Ingenieria Diseño Industrial. [En
línea] Septiembre de 2016. [Citado el: 21 de Junio de 2018.]
http://oa.upm.es/43399/1/TFG_Sergio_Gallego_de_la_Sacristana.pdf.

SolidWorks Corporation. 2018. SOLIDWORKS. [En línea] SolidWorks Corporation,
2018. [Citado el: 15 de Junio de 2018.]
<http://www.solidworks.es/sw/products/simulation/finite-element-analysis.htm>.

Tu&Co. 2017, p. 1. tuandco.com. [En línea] 2017, p. 1.
<https://www.tuandco.com/aprendeymejora/bombas-de-agua-averias-mas-habituales-y-soluciones/#/bombasumergiblenopara>.

Universidad La Rioja. 2011, p. I. dialnet.unirioja.es. [En línea] 2011, p. I.
<https://dialnet.unirioja.es/descarga/libro/267957.pdf>.

ANEXOS

Modelo 3171

Sumidero y proceso vertical



La bomba de proceso y sumidero vertical "Veterana". Para cientos de instalaciones — procesos industriales, drenaje de sumidero, líquidos corrosivos, control de contaminación, azufre fundido. Construcciones resistentes y pesadas. Montaje sencillo.

- Capacidades de 3.180 GPM (722 m³/h)
- Cargas de 344 pies (95 m)
- Temperaturas de 450 °F (232 °C)
- Profundidades de pozo de 20 pies (6 m)

Materiales: hierro fundido, accesorios de bronce, acero al carbono, 316SS, aleación 20, Hastelloy B y C, Dúplex SS



Modelo 3175

Proceso/existencias de papeles



Para los servicios más complicados. Para cientos de instalaciones de administración de existencias, sólidos, materiales fibrosos/filamentosos, lechadas abrasivas y corrosivas. La opción de sello dinámico patentado elimina los problemas del sello mecánico. Posee monitoreo condicional *i-ALERT*[™] como estándar.

- Capacidades de 28.000 GPM (6.360 m³/h)
- Cargas de 350 pies (107 m)
- Temperaturas de 450 °F (232 °C)
- Presiones de 285 PSIG (20 bares)

Materiales: Integramente de hierro/asiento 316SS, 316SS, 317SS, CD4MCuN



Modelo 3500XD

Sistemas de consistencia media

La celulosa de papel gruesa se bombea con el sistema de bombas de consistencia media y rendimiento mejorado modelo 3500XD. El sistema incluye tubo vertical de ingeniería, válvula de control, sistema de disolución y transmisor por palanca. Un dispositivo de separación de aire patentado extrae el aire de la celulosa para mejorar la efectividad en la mezcla.

Los químicos blanqueadores y el oxígeno se mezclan en línea con el mezclador modelo 3501 con rotor Double Shear™, con puerto de inyección optimizado y diseño exclusivo de carcasa de baja presión.

- Consistencias de 8% a 16%
- Capacidades de 1.500 (bomba) y 2.000 adstpd (mezclador)
- Presiones de 325 PSIG (22 bares)
- Materiales de 316SS a titanio



Modelo NM3171

Sumidero y proceso vertical FRP

Diseñada para aplicaciones químicas de bombas de sumidero complicadas. La construcción de éster de vinilo reforzada con fibra de vidrio ofrece una excelente resistencia a la corrosión en servicios ácidos y cáusticos agresivos. El diseño de voluta real proporciona la más alta eficiencia en la industria para bombas FRP.

- Capacidades de 1.400 GPM (318 m³/h)
- Cargas de 500 pies (152 m)
- Temperaturas de 200 °F (93 °C)
- Presiones de 220 psig (15 bares)

Materiales: éster de vinilo reforzado con vidrio. Se dispone de otras resinas a solicitud.



Modelo 3180/3185

Proceso/existencias de papeles



Se consideraron todos los requerimiento del cliente en esta línea de bombas de procesos/existencias de papeles, excelente cobertura hidráulica, alta eficiencia, extrema facilidad de mantenimiento y fiabilidad mecánica.

Bomba modelo 3185 con dimensiones de pasadores métricos y bridas taladradas ISO o JIS. Se dispone de impulsores abiertos, cerrados o *Shearpeller™*. Posee monitoreo condicional *i-ALERT™* como estándar.

Modelo 3180 estándar con bridas ANSI.

- Capacidades de 26.000 GPM (6.000 m³/h)
- Cargas de 410 pies (125 m)
- Temperaturas de 446 °F (230 °C)
- Presiones de 232 PSIG (16 bares)

Materiales:

Íntegramente de hierro/asiento 316SS, 316SS, 317SS, CD4MCu



Modelo CV 3171

Sumidero y proceso vertical



La CV 3171 es una bomba de sumidero de tipo voluta circular de impulsor empotrado.

Ideal para sólidos grandes y fluidos sensibles a las cizallas. La voluta circular minimiza las cargas radiales, lo que hace que sea la bomba ideal para las aplicaciones de procesos de bajo caudal.

- Capacidades de 2.700 GPM (610 m³/h)
- Cargas de 320 pies (126 m)
- Temperaturas de 450 °F (232 °C)
- Profundidades de pozo de 20 pies (6 m)

Materiales: hierro fundido, dúplex SS, 316SS, aleación 20, Hastelloy B y C



Modelo 3181/3186

Proceso/existencia de papeles de alta temperatura



Aspiración en el extremo, descarga en la línea central superior, autoventilación. Instalada en la línea central para servicios de alta temperatura. Impulsor cerrado de alta eficiencia. Cámara de sellado TaperBore™ estándar con conjunto de sello mecánico. Posee monitoreo condicional *i-ALERT™* como estándar.

- Capacidades de 13.000 GPM (3.000 m³/h)
- Cargas de 410 pies (125 m)
- Temperaturas de 572 °F (300 °C)
- Presiones de 360 PSIG (25 bares)

Materiales: dúplex SS



Modelo 3196

Proceso ANSI



Esta es la bomba ANSI original que se ha transformado en el estándar de la industria. Más de 1.000.000 de instalaciones comprueban el excelente rendimiento de la 3196.

Disponibles con una amplia gama de funciones para administrar aplicaciones complejas. Los extremos eléctricos *i-FRAME™* maximizan la fiabilidad y el MTBF (tiempo medio entre fallas).

- Capacidades de 6.000 GPM (1.364 m³/h)
- Cargas de 730 pies (222 m)
- Temperaturas de 500 °F (260 °C)
- Presiones de 375 PSIG (26 bares)

Materiales: hierro dúctil, 316SS, CD4MCu, aleación 20, Monel, níquel, Hastelloy B y C, titanio



Modelo HT 3196

Bomba de procesos de alta temperatura ANSI



Instalada en la línea central en un soporte para carcasa de acero fabricado de alta capacidad, el modelo HT 3196 minimiza la falta de alineación del eje y la tensión de las tuberías asociados a las elevadas temperaturas de hasta 700 °F. Este octavo miembro de la familia de bombas ANSI cuenta con extremo eléctrico *i-FRAME™* líder de Goulds, y entre las múltiples opciones de cámara de sellado se incluye el Taper Bore™ Plus, y una amplia variedad de sistemas de montaje rígidos y resistentes.

- Capacidades de 4.500 GPM (1.023 m³/h)
- Cargas de 925 pies (282 m)
- Temperatura de 700 °F (372 °C)
- Presiones de 450 PSIG (31 bares)

Materiales: acero al carbono, 316SS, CD4MCu, aleación 20, Hastelloy C



Modelo LF 3196

Proceso ANSI de bajo caudal



Diseñada específicamente para ofrecer rendimiento superior para servicios de bajo caudal. Cuenta con una carcasa concéntrica (voluta circular) y un impulsor de paletas radiales abiertas para eliminar los problemas mecánicos e hidráulicos de bajo caudal. Extremos eléctricos *i-FRAME™*.

- Capacidades de 220 GPM (50 m³/h)
- Cargas de 925 pies (282 m)
- Temperaturas de 700 °F (372 °C)
- Presiones de 450 PSIG (31 bares)

Materiales: hierro dúctil, 316SS, CD4MCu, aleación 20, Hastelloy B y C



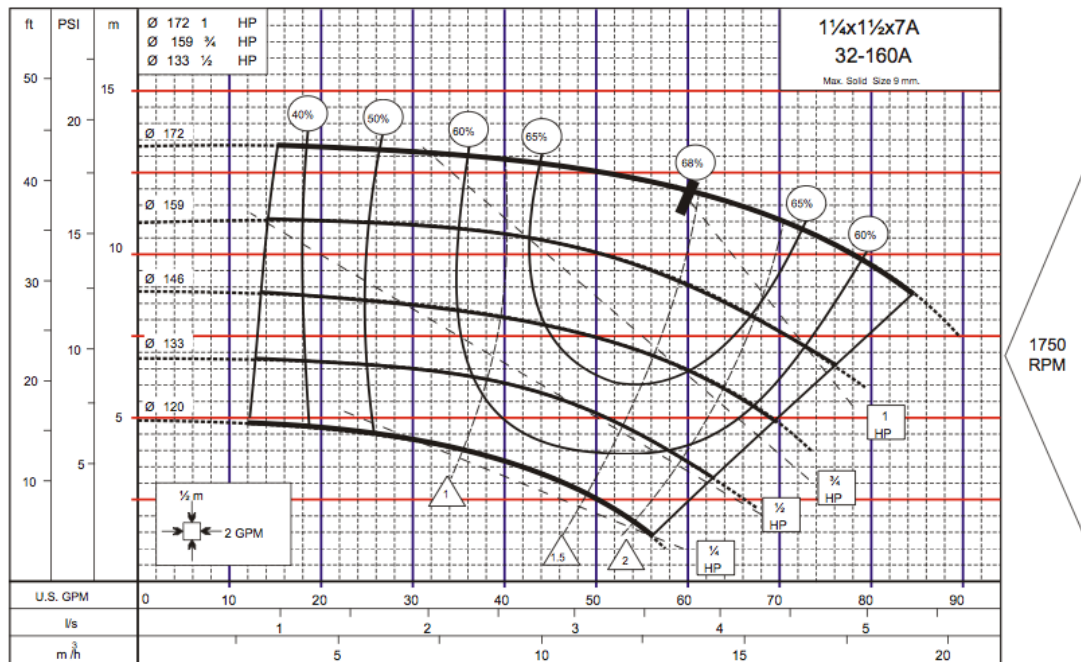
Modelo CV 3196

Proceso ANSI sin atascamiento

La solución perfecta para administrar líquidos voluminosos, fibrosos o sensibles a las cizallas. El diseño de impulsor empotrado ofrece bombeo sin atascamiento con mínima degradación de sólidos. Capacidad para administrar líquidos que contengan de 10 a 20 por ciento de aire/gas. Extremos eléctricos *i-FRAME™*.

- Capacidades de 2.700 GPM (610 m³/h)
- Cargas de 440 pies (134 m)
- Temperaturas de 500 °F (260 °C)
- Presiones de 285 PSIG (20 bares)

Materiales: hierro dúctil, CD4MCu, aleación 20, Hastelloy B y C



Página: 3
Sección: II

Vigente: 20/06/02
Sustituye: 01/03/98

[Company logo here]



Universidad César
Vallejo

Chiclayo

Elaboración propia

Fluid Flow Simulation Project Report

[name] · [title] · [email address] · (###) ###-####

SOLIDWORKS Flow Simulation Project Report

August 12, 2019

Wilson Rojas

General Information

Objective of the simulation: Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut a pulvinar lacus. Vivamus adipiscing adipiscing eleifend. Pellentesque eget ante in ante suscipit gravida in non lorem. Suspendisse hendrerit sagittis lacus non aliquam. Proin pellentesque, lorem quis consequat porta, lectus nunc vestibulum lectus, nec rhoncus libero dui ut felis. Vestibulum eu aliquet tellus. Curabitur suscipit ornare sem. Suspendisse pulvinar pharetra ultrices. Suspendisse a quam massa

Analysis Environment

Software Product: Flow Simulation 2018 SP3.0. Build: 4173
CPU Type: Intel(R) Core(TM) i7-4510U CPU @ 2.00GHz
CPU Speed: 2601 (2000) MHz
RAM: 8084 MB / 134217727 MB
Operating System: Windows 8.1 (Version 6.3.9600)

Model Information

Model Name: Bomba centrifuga ensamblada.SLDASM
Project Name: Análisis de bomba centrifuga

Project Comments: En el presente ejercicio se realizará el análisis de flujo en una bomba centrifuga
Unit System: Custom Units
Analysis Type: Internal

Size of Computational Domain

Size

X min	-0.017 m
X max	0.099 m
Y min	-0.050 m
Y max	0.058 m
Z min	-0.167 m
Z max	0.056 m

Simulation Parameters

Mesh Settings

Basic Mesh

Basic Mesh Dimensions

Number of cells in X	8
Number of cells in Y	8
Number of cells in Z	16

Analysis Mesh

Total Cell count:	13606
Fluid Cells:	13606
Solid Cells:	9953
Partial Cells:	7126
Trimmed Cells:	0

Additional Physical Calculation Options

Heat Transfer Analysis:	Heat conduction in solids: Off
Flow Type:	Laminar and turbulent
Time-Dependent Analysis:	Off
Gravity:	Off
Radiation:	
Humidity:	
Default Wall Roughness:	0 micrometer

Material Settings

Material Settings

Fluids

[Water](#)

Initial Conditions

Initial Conditions

Thermodynamic parameters	Static Pressure: 0.10 MPa Temperature: 20.05 °C
--------------------------	--

Velocity parameters	Velocity vector Velocity in X direction: 0 m/s Velocity in Y direction: 0 m/s Velocity in Z direction: 0 m/s
Turbulence parameters	

Boundary Conditions

Boundary Conditions

Environment Pressure 1

Type	Environment Pressure
Faces	LID1-1/Sólido importado1//Face
Coordinate system	Face Coordinate System
Reference axis	X
Thermodynamic parameters	Environment pressure: 0.10 MPa Temperature type: Temperature of initial components Temperature: 20.05 °C
Turbulence parameters	Boundary layer parameters
Boundary layer type: Turbulent	

Environment Pressure 2

Type	Environment Pressure
Faces	LID2-1/Sólido importado1//Face
Coordinate system	Face Coordinate System
Reference axis	X
Thermodynamic parameters	Environment pressure: 0.10 MPa Temperature type: Temperature of initial components Temperature: 20.05 °C
Turbulence parameters	Boundary layer parameters
Boundary layer type: Turbulent	

Volumetric Heat Sources

Engineering Goals

Goals

Global Goals

GG Av Total Pressure 1

Type	Global Goal
Goal type	Total Pressure
Calculate	Average value
Coordinate system	Global coordinate system
Use in convergence	On

GG Av Velocity 1

Type	Global Goal
Goal type	Velocity
Calculate	Average value
Coordinate system	Global coordinate system
Use in convergence	On

GG Torque (X) 1

Type	Global Goal
Goal type	Torque (X)
Coordinate system	Global coordinate system
Use in convergence	On

Analysis Time

Calculation Time: 115 s

Number of Iterations: 128

Warnings:

Results

Analysis Goals

Goals

Name	Unit	Value	Progress	Criteria	Delta	Use in convergence
GG Av Total Pressure 1	MPa	0.10	100	0.000662521361	0.000371428199	On
GG Av Velocity 1	m/s	2.278	100	0.0362024742	0.0341437311	On
GG Torque (X) 1	N*m	0.061	100	0.0927524274	0.0149681	On

Global Min-Max-Table

Min/Max Table

Name	Minimum	Maximum
Density (Fluid) [kg/m ³]	997.56	997.56
Pressure [MPa]	0.09	0.12
Temperature [°C]	20.05	20.06
Temperature (Fluid) [°C]	20.05	20.06
Velocity [m/s]	0	4.619
Velocity (X) [m/s]	-3.031	3.646
Velocity (Y) [m/s]	-4.598	4.609
Velocity (Z) [m/s]	-4.541	4.603
Normal []	1.0000000	1.0000000
Normal (X) []	-1.0000000	1.0000000
Normal (Y) []	-1.0000000	1.0000000
Normal (Z) []	-0.9999890	1.0000000
X RRF (Cartesian) [m]	-0.017	0.099

Y RRF (Cartesian) [m]	-0.050	0.058
Z RRF (Cartesian) [m]	-0.167	0.056
Velocity RRF [m/s]	0	4.249
Velocity RRF (X) [m/s]	-3.031	3.646
Velocity RRF (Y) [m/s]	-3.325	4.018
Velocity RRF (Z) [m/s]	-4.226	4.117
Vorticity [1/s]	0.53	2908.97
Relative Pressure [MPa]	-7.28e-03	0.02
Shear Stress [MPa]	0	9.91e-05
Adiabatic Fluid Temperature [°C]	20.05	20.06
Bottleneck Number []	3.1051380e-09	1.0000000
Heat Transfer Coefficient [W/m ² /K]	0	0
Heat Transfer Coefficient (Adiabatic Temperature) [W/m ² /K]	0	0
ShortCut Number []	8.2656031e-09	1.0000000
Surface Heat Flux [W/m ²]	-0	-0
Surface Heat Flux (Convective) [W/m ²]	-2.964e+09	2.605e+09
Total Enthalpy [J/kg]	1236831.504	1236875.118
Thin Channel Mode []	0	1
Acoustic Power [W/m ³]	3.111e-25	1.022e-08
Acoustic Power Level [dB]	0	40.09

Results

Appendix
Material Data

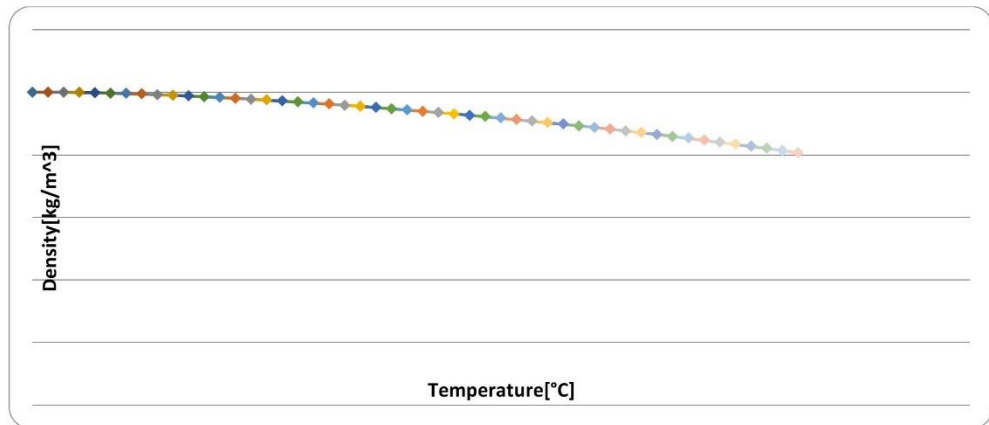
Engineering Database

Liquids

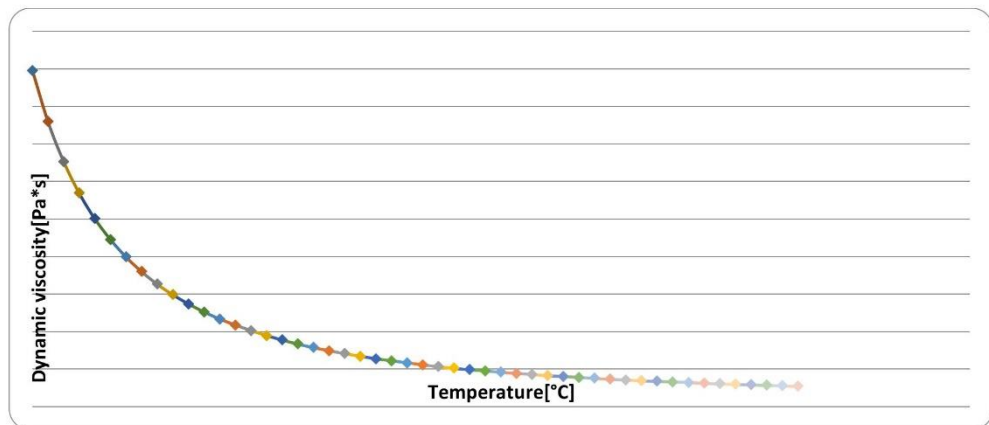
Water

Path: Liquids Pre-Defined

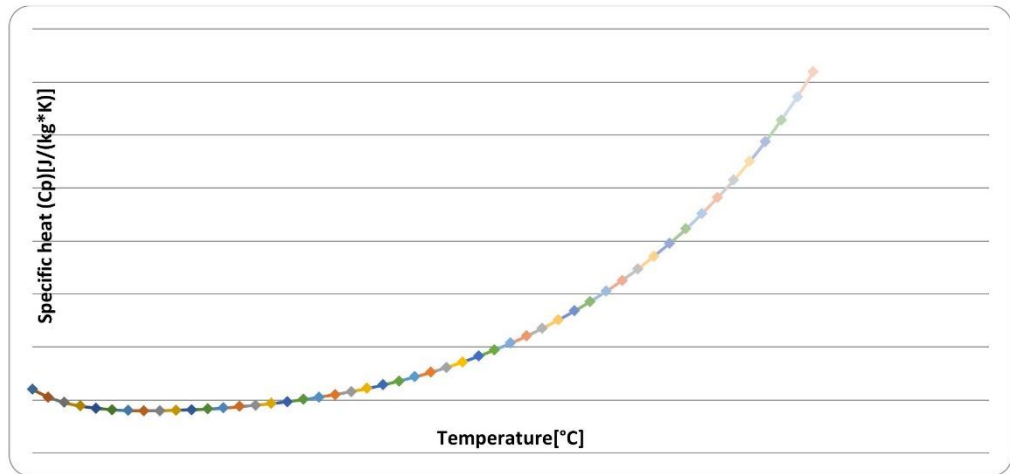
Density



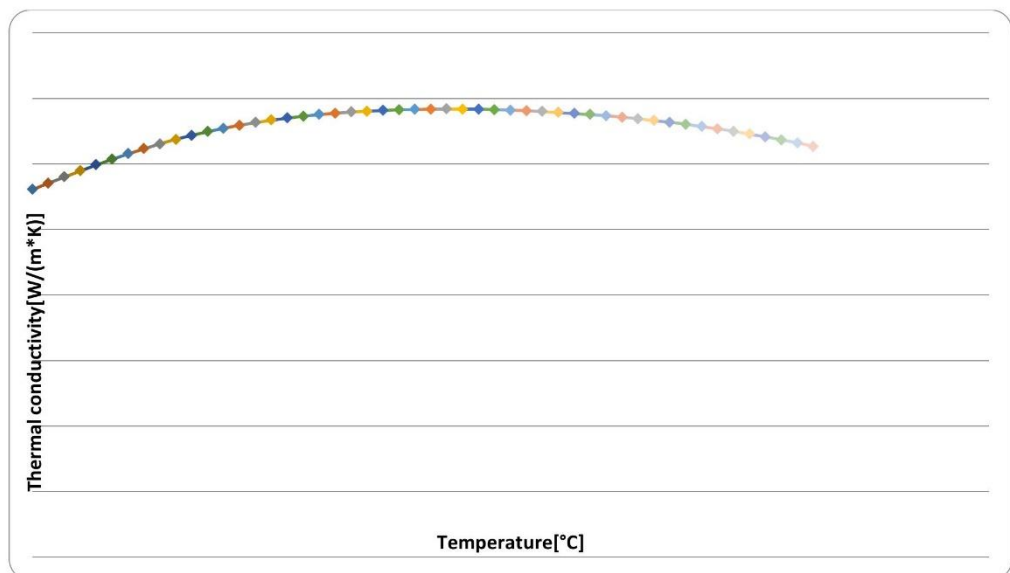
Dynamic viscosity



Specific heat (Cp)



Thermal conductivity

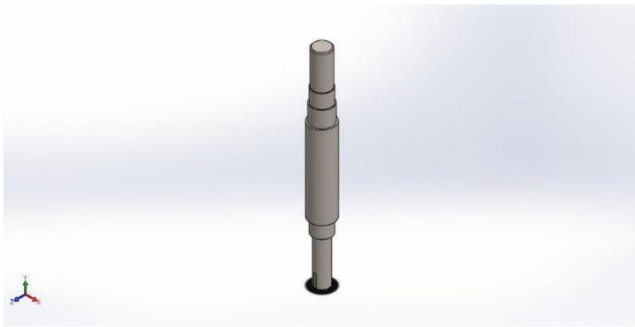


Cavitation effect: Yes

Temperature: -273.15 °C

Saturation pressure: 0 MPa

Radiation properties: No



Descripción

No hay datos

Simulación de Eje

Fecha: sábado, 17 de noviembre de 2018

Diseñador: Wilson Rojas

Nombre de estudio: Análisis de eje

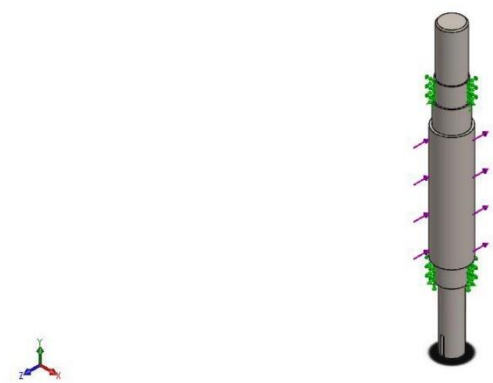

Tipo de análisis: Análisis estático

Tabla de contenidos

Descripción	9
Suposiciones	10
Información de modelo	10
Propiedades de estudio	11
Unidades	11
Propiedades de material	12
Cargas y sujeciones	12
Definiciones de conector	¡Error! Marcador no definido.
Información de contacto	¡Error! Marcador no definido.
Información de malla	13
Detalles del sensor	¡Error! Marcador no definido.
Fuerzas resultantes	14
Vigas	¡Error! Marcador no definido.
Resultados del estudio	15
Conclusión	¡Error! Marcador no definido.

Suposiciones

Información de modelo

 Nombre del modelo: Eje Configuración actual: Predeterminado			
Sólidos			
Nombre de documento y referencia	Tratado como	Propiedades volumétricas	Ruta al documento/Fecha de modificación
Shaft 	Sólido	Masa:4.97934 kg Volumen:0.000646667 m ³ Densidad:7700 kg/m ³ Peso:48.7975 N	C:\Wilson\Diseño\Eje.SLDPR T Nov 16 23:39:20 2018


Propiedades de estudio

Nombre de estudio	Análisis de eje
Tipo de análisis	Análisis estático
Tipo de malla	Malla sólida
Efecto térmico:	Activar
Opción térmica	Incluir cargas térmicas
Temperatura a tensión cero	298 Kelvin
Incluir los efectos de la presión de fluidos desde SOLIDWORKS Flow Simulation	Desactivar
Tipo de solver	FFEPlus
Efecto de rigidización por tensión (Inplane):	Desactivar
Muelle blando:	Desactivar
Desahogo inercial:	Desactivar
Opciones de unión rígida incompatibles	Automático
Gran desplazamiento	Desactivar
Calcular fuerzas de cuerpo libre	Activar
Fricción	Desactivar
Utilizar método adaptativo:	Desactivar
Carpeta de resultados	Documento de SOLIDWORKS (C:\Wilson\Diseno)

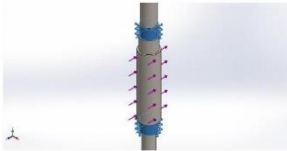
Unidades


Sistema de unidades:	Métrico (MKS)
Longitud/Desplazamiento	mm
Temperatura	Kelvin
Velocidad angular	Rad/seg
Presión/Tensión	N/m ²

Propiedades de material

Referencia de modelo	Propiedades	Componentes
	Nombre: Acero aleado Tipo de modelo: Isotrópico elástico lineal Criterio de error predeterminado: Desconocido Límite elástico: 6.20422e+08 N/m² Límite de tracción: 7.23826e+08 N/m² Módulo elástico: 2.1e+11 N/m² Coeficiente de Poisson: 0.28 Densidad: 7700 kg/m³ Módulo cortante: 7.9e+10 N/m² Coeficiente de dilatación térmica: 1.3e-05 /Kelvin	Sólido 1(Shaft.ipt)(Eje)
Datos de curva:N/A		

Cargas y sujeciones

Nombre de sujeción	Imagen de sujeción	Detalles de sujeción		
Fijo-1		Entidades: 2 cara(s) Tipo: Geometría fija		
Fuerzas resultantes				
Componentes	X	Y	Z	Resultante
Fuerza de reacción(N)	0.03339	0.0426309	4000	4000
Momento de reacción(N.m)	0	0	0	0

Nombre de carga	Cargar imagen	Detalles de carga
Fuerza-1		Entidades: 1 cara(s), 1 plano(s) Referencia: Alzado Tipo: Aplicar fuerza Valores: ---, ---, -4000 N

Información de malla

Tipo de malla	Malla sólida
Mallador utilizado:	Malla basada en curvatura
Puntos jacobianos	4 Puntos
Tamaño máximo de elemento	4.75732 mm
Tamaño mínimo del elemento	4.75732 mm
Trazado de calidad de malla	Elementos cuadráticos de alto orden

Información de malla - Detalles

Número total de nodos	62645
Número total de elementos	42260
Cociente máximo de aspecto	4.1116
% de elementos cuyo cociente de aspecto es < 3	99.6
% de elementos cuyo cociente de aspecto es > 10	0
% de elementos distorsionados (Jacobiana)	0
Tiempo para completar la malla (hh:mm:ss):	00:00:08
Nombre de computadora:	PC

Nombre del modelo: Eje
Nombre de estudio: Análisis de eje- (Predeterminado-)
Tipo de malla: Malla sólida



Fuerzas resultantes

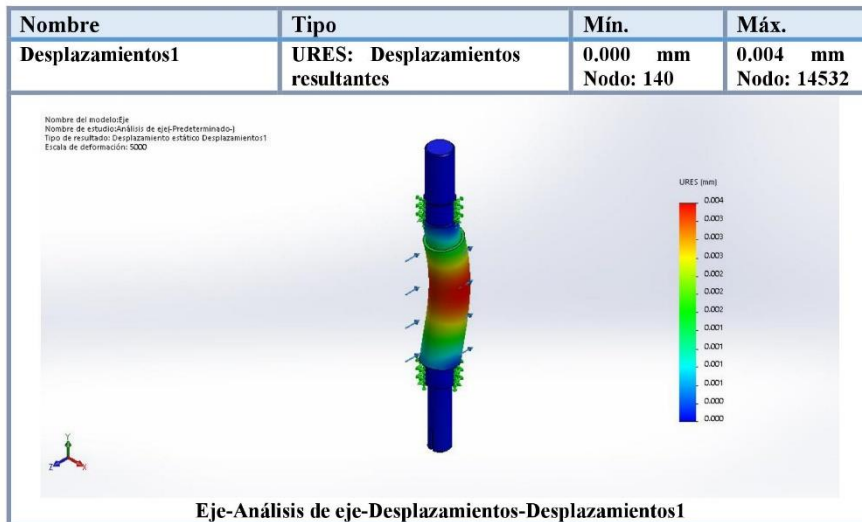
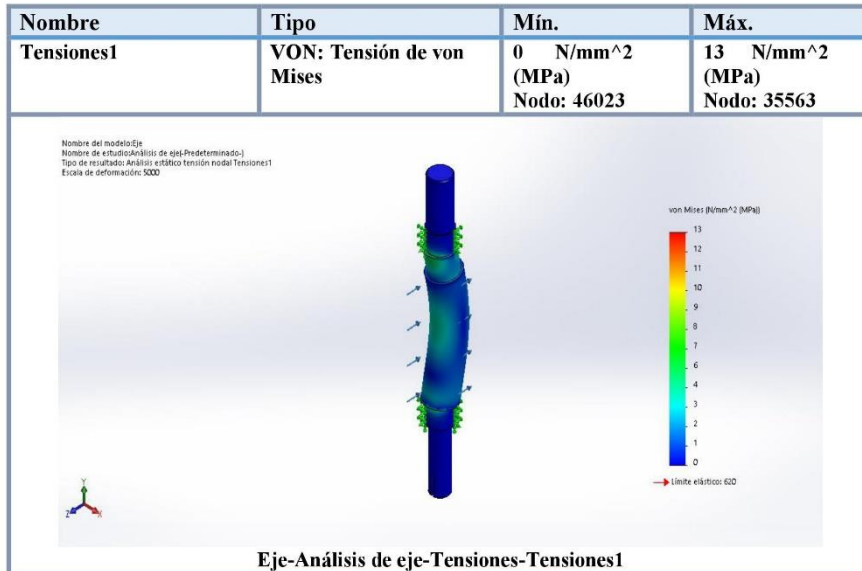
Fuerzas de reacción

Conjunto de selecciones	Unidades	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultante
Todo el modelo	N	0.03339	0.0426309	4000	4000

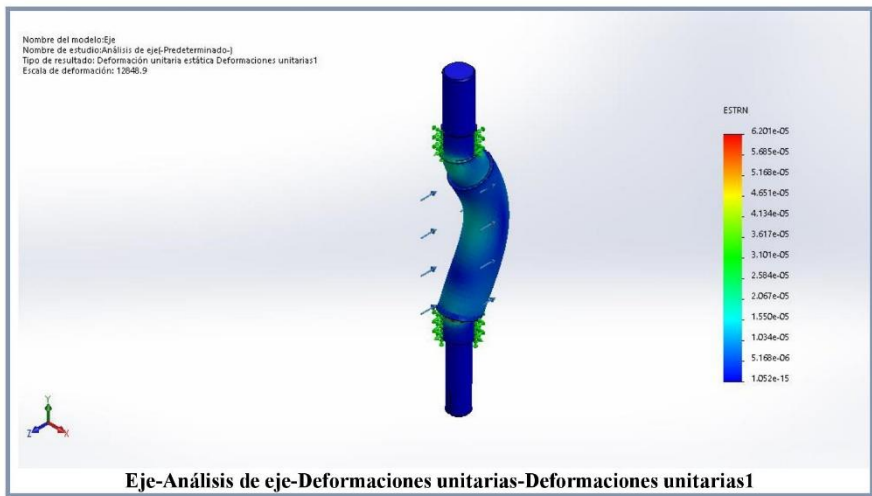
Momentos de reacción

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

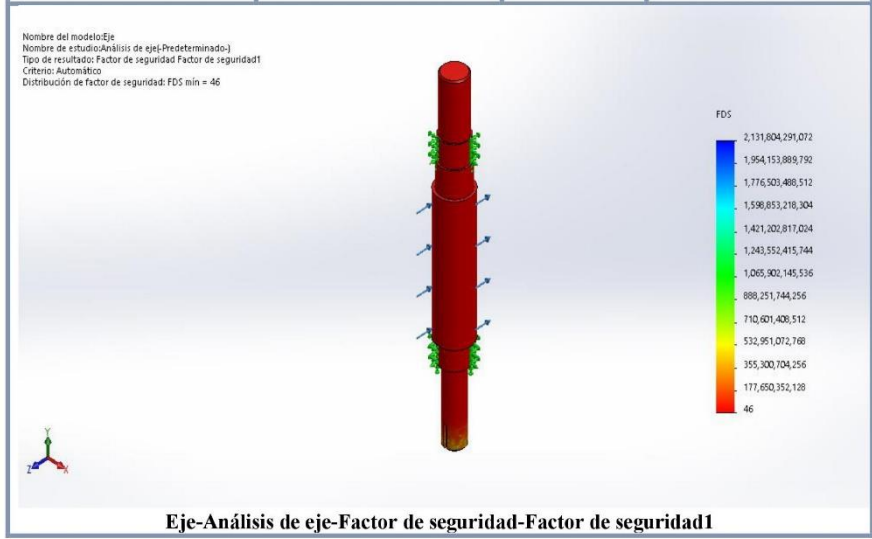
Resultados del estudio



Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Deformaciones unitarias1	ESTRN: Deformación unitaria equivalente	1.052e-15 Elemento: 5944	6.201e-05 Elemento: 8573



Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Factor de seguridad1	Automático	46	2,131,804,291,072
		Nodo: 35563	Nodo: 46023



ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS



ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS

Yo, Deciderio Enrique Díaz Rubio, docente de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Mecánica Eléctrica de la Universidad César Vallejo, filial Chiclayo, revisor (a) de la tesis titulada: **“DISEÑO DE EJES MECÁNICOS PARA BOMBAS SUMERGIBLES MEDIANTE EL ANÁLISIS DE ELEMENTOS FINITOS PARA DISMINUIR EL DESGASTE OPERATIVO - CAJAMARCA”** del bachiller.

Rojas Dávila, Wilson Alejandro

Constato que la tesis tiene un índice de similitud de 8% verificable en el reporte de originalidad del programa turnitin.

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

Chiclayo, 21 de agosto del 2019



Firma

Ing. Deciderio Enrique Díaz Rubio
DNI: 16728343

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación (CRAI)
"César Acuña Peralta"

FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DE LAS TESIS

1. DATOS PERSONALES

Apellidos y Nombres: ROJAS DAVILA WILSON ALEJANDRO

D.N.I. : 42018160
Domicilio : Jr. Petateros # 229 -Cajamarca
Teléfono : Móvil : 935449542.
E-mail : wrojasdavila@gmail.com

2. IDENTIFICACIÓN DE LA TESIS

Modalidad:

Tesis de Pregrado

Facultad : INGENIERÍA.
Escuela : INGENIERÍA MECANICA ELECTRICA
Carrera : INGENIERÍA MECANICA ELECTRICA
Título : INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

Tesis de Post Grado

Maestría

Doctorado

Grado :
Mención :

3. DATOS DE LA TESIS

Autor (es) Apellidos y Nombres: ROJAS DAVILA WILSON ALEJANDRO

Título de la tesis:

**"DISEÑO DE EJES MECÁNICOS PARA BOMBAS
SUMERGIBLES MEDIANTE EL ANÁLISIS DE ELEMENTOS
FINITOS PARA DISMINUIR EL DESGASTE OPERATIVO -
CAJAMARCA"**

Año de publicación : 2019

4. AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN VERSIÓN ELECTRÓNICA:

A través del presente documento,

Si autorizo a publicar en texto completo mi tesis.



No autorizo a publicar en texto completo mi tesis.



Firma : 

Fecha: 25/07/2019

AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE

EP. INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

ROJAS DAVILA, WILSON ALEJANDRO

INFORME TITULADO:

“DISEÑO DE EJES MECÁNICOS PARA BOMBAS SUMERGIBLES MEDIANTE EL ANÁLISIS DE ELEMENTOS FINITOS PARA DISMINUIR EL DESGASTE OPERATIVO - CAJAMARCA”

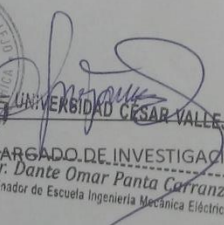
PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

SUSTENTADO EN FECHA: 19/07/2019

NOTA O MENCIÓN: APROBADO POR MAYORIA




FIRMA DEL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN
Mgtr. Dante Omar Panta Carranza
Coordinador de Escuela Ingeniería Mecánica Eléctrica