

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Mecánica

Trabajo de Investigación

**Diseño de compuerta abatible para acceso a los
alimentadores de placas D7 ubicado bajo la pila
de mineral grueso Arequipa 2019**

Juan Cristian Contreras Ruiz

Para optar el Grado Académico de
Bachiller en Ingeniería Mecánica

Arequipa, 2019

Repositorio Institucional Continental
Trabajo de investigación



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

ASESOR

AGRADECIMIENTO

Mi más eterno agradecimiento a la Universidad, a la Facultad de ingeniería Mecánica por ser una institución formadora de profesionales con visión global y darnos los fundamentos para defendernos en el mundo laboral tan competitivo como el de hoy.

Además, agradezco sinceramente a los profesionales académicos que nos guiaron en la elaboración del presente proyecto, a mis compañeros de estudio por su colaboración y acompañamiento durante este tiempo.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de investigación a mi esposa, Ana, Mis pequeños Hijos, Mateo, Lucas Y Tomás, por la inspiración diaria y poderles mostrar la perseverancia para conseguir las metas y sueños de superación personales y familiares.

INDICE DE CONTENIDOS

AGRADECIMIENTO

DEDICATORIA

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

| | |
|--|---|
| 1.1. Planteamiento y formulación del problema..... | 1 |
| 1.1.1. Planteamiento del problema..... | 2 |
| 1.1.2. Formulación del problema..... | 2 |
| • Problema General..... | 2 |
| 1.1.3. Objetivos | |
| • Objetivo General..... | 3 |
| • Objetivo Específico..... | 3 |
| 1.2. Justificación e importancia | 3 |

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

| | |
|--|---|
| 2.1 Antecedentes del problema..... | 4 |
| 2.2. Bases Teóricas..... | 5 |
| 2.2.1. Características de un diseño..... | 5 |
| 2.2.2. Tipos de Compuerta..... | 6 |
| 2.2.2.1. Compuerta Vagón..... | 6 |
| 2.2.2.2. Compuerta Taintor..... | 7 |
| 2.2.2.3. Compuerta Clapeta..... | 7 |

| | |
|---|----|
| 2.2.2.4. Compuerta de canal..... | 8 |
| 2.2.3. Bisagras y tipos de bisagra..... | 8 |
| 2.2.3.1. Bisagra de libro..... | 9 |
| 2.2.3.2. Bisagra desmontable..... | 10 |
| 2.2.3.3. Bisagra de Pernio..... | 10 |
| 2.2.3.4. Bisagra de doble acción..... | 11 |
| 2.2.4. El acero y sus características..... | 11 |
| 2.2.4.1. Propiedades del acero..... | 12 |
| 2.2.4.2. Aceros estructurales..... | 13 |
| 2.2.4.3. Propiedades de los aceros estructurales..... | 14 |
| 2.2.4.4. Proceso de laminación | 16 |
| 2.2.4.5. Deformación Plástica..... | 17 |
| 2.2.4.6 Laminado..... | 18 |
| 2.3. Términos Básicos..... | 22 |

CAPÍTULO III

METODOLOGIA

| | |
|--|----|
| 3.1. Metodología aplicada para el desarrollo de la solución..... | 24 |
| 3.1.1. Método de la investigación..... | 24 |
| 3.1.2. Alcance de la investigación..... | 24 |
| 3.1.3. Tipo y nivel de investigación | 29 |
| 3.1.3.1. Tipo de investigación..... | 29 |
| 3.1.3.2. Nivel de Investigación..... | 29 |
| 3.1.3.3. Unidad de Estudio..... | 29 |

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS Y DISEÑO DE LA SOLUCIÓN

| | |
|--|----|
| 4.1 Identificación de requerimientos..... | 30 |
| 4.1.1. Secuencia de operaciones..... | 32 |
| 4.1.2. Caja Negra..... | 33 |
| 4.1.3. Matriz morfológica..... | 34 |
| 4.1.4. Evaluación Técnica..... | 35 |
| 4.1.5. Evaluación Económica..... | 36 |
| 4.1.6. Evaluación Técnica Económica..... | 37 |
| 4.1.7. Análisis de la solución..... | 37 |
| 4.1.7.1 Relación demanda versus capacidad de esfuerzos (Von Mises)..... | 39 |
| • Esquema de distribución de esfuerzos..... | 40 |
| • Parte analítica 1 | 41 |
| • Parte analítica 2..... | 42 |
| • Análisis en el programa Inventor..... | 44 |
| 4.1.7.2. Desplazamiento en función del esfuerzo..... | 45 |
| 4.1.7.3. Factor de seguridad..... | 46 |
| 4.1.7.4. Calculo de ruedas de traslación..... | 48 |
| 4.1.7.5. Especificaciones de soldadura a emplear..... | 49 |

CAPÍTULO V

CONSTRUCCIÓN

| | |
|--|----|
| 5.1 Proceso de Gestión del modelado en 3D..... | 53 |
| 5.2 Descripción detallada de la invención..... | 53 |
| 5.2.1. Panel 9 modificado..... | 54 |
| 5.2.2. Puerta de acceso..... | 55 |

| | |
|---|----|
| 5.2.3. Bisagra abatible de 360° | 55 |
| 5.2.4. Planos de despiece finales | 56 |
| 5.3 Prueba en escala | 56 |
| CONCLUSIONES..... | 57 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS..... | 58 |
| ANEXOS..... | 60 |

INDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1 Composición química del acero..... | 27 |
| Tabla 2 características físico químicas del acero..... | 28 |
| Tabla 3 Propiedades físicas del acero ASTM-A36..... | 38 |
| Tabla 4 Tipos de soldadura..... | 49 |
| Tabla 5 La presente tabla nos muestra la lista de exigencias..... | 31 |
| Tabla 6 Matriz Morfológica | 34 |
| Tabla 7 De las alternativas posibles técnicamente la solución 1 | 35 |
| Tabla 8 De las alternativas posibles técnicamente la solución 1 | 36 |

INDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1. Foto parte posterior del Alimentador de placa no cuenta con acceso para realizar el mantenimiento interno..... | 2 |
| Figura 2. Foto Momento de la maniobra de retiro de tapa posterior del alimentador, se observa 5 personas para realizar el retiro y maniobra por tecles para bajar la tapa a la parte inferior del alimentador | 2 |
| Figura 3. Compuerta tipo Vagón..... | 6 |
| Figura 4. Compuerta Taintor..... | 7 |
| Figura 5. Compuerta tipo clapeta..... | 7 |
| Figura 6. Compuerta de canal..... | 8 |
| Figura 7. Bisagra tipo libro..... | 9 |
| Figura 8. Bisagra desmontable..... | 10 |
| Figura 9. Bisagra tipo pernio..... | 10 |
| Figura 10. Bisagra tipo doble acción..... | 11 |
| Figura 11. Esquema de rodillo para laminar..... | 11 |
| Figura 12. Esquema de rodillo para laminar..... | 19 |
| Figura 13 tipos de perfiles laminador..... | 21 |
| Figura 14 Laminado en caliente de perfiles estándares..... | 22 |
| Figura 15 Plano del alimentador de placas (apron feeder D7). Plano extraído del manual del vendor FLSmith..... | 25 |
| Figura 16 Isométrico de la bisagra..... | 25 |
| Figura 17 esquema del elemento a analizar, dimensionamiento y zona de análisis..... | 41 |
| Figura 18 esquema del elemento a analizar, dimensionamiento y zona de análisis..... | 42 |
| Figura 19 Distribución del esfuerzo estático bajo el programa..... | 44 |
| Figura 20 Resultados del programa inventor bajo la teoría de elementos finitos nos emite un valor de esfuerzo máximo de 44.137 MPa..... | 44 |
| Figura 21 Formulas standard | 45 |
| Figura 22 Resultados del programa inventor bajo la teoría de elementos finitos nos emite un valor de esfuerzo máximo de 0.34 mm..... | 47 |
| Figura 23 Los valores para el Factor de seguridad van de acuerdo al diagrama de esfuerzo deformación de materiales..... | 47 |
| Figura 24 Esquema de rueda de traslación..... | 48 |
| Figura 25 Tipos de soldadura..... | 49 |

| | |
|--|----|
| Figura 26 Especificaciones del soldadura supercito 7018..... | 50 |
| Figura 27 Especificaciones de soldadura cellocord 6011..... | 50 |
| Figura 28 Calculo distancia de soldaduraa..... | 51 |
| Figura 29 Vista isométrica del diseño ensamblado. Referencia plano diseñado..... | 53 |
| Figura 30 Vista isométrica, tridimensional de la compuerta cerrada y abierta. Referencia Plano diseñado..... | 54 |
| Figura 31 Vista isométrica, tridimensional del panel..... | 54 |
| Figura 32 Vista isométrica, diseño ensamblado..... | 55 |
| Figura 33 Vista isométrica, diseño ensamblado..... | 55 |
| Figura 34 Vista isométrica, diseño ensamblado..... | 56 |
| Figura 35 Maqueta del prototipo fabricado íntegramente en metal Fotografía tomada de los archivos..... | 56 |

RESUMEN

La parte posterior del alimentador de placa no cuenta con acceso para realizar el mantenimiento interno, en el momento de la maniobra de retiro de tapa posterior del alimentador se necesitaba de cinco personas para realizar el retiro y maniobra por techos para bajar la tapa a la parte inferior del alimentador.

Como solución a los problemas antes mencionados se desarrolló el presente invento Compuerta Abatible para Contenedor Resistente a Presiones Internas, que consiste en un marco y compuerta abatible unidos por los extremos de una bisagra, donde dicha bisagra está compuesta de dos planchas de acero unidas por un tubo de acero que las atraviesa verticalmente; donde la compuerta abatible presenta en su arista inferior al menos dos ruedas; además, el marco presenta en la arista inferior una bandeja con una inclinación respecto a la vertical del marco entre 2 y 3 grados, donde dicha bandeja tiene también restricciones laterales.

La forma de la bisagra produce que la compuerta abatible se pueda retirar por completo del marco y gire 360° en caso fuere necesario.

Lo que constituye una mejora en el estado de la técnica ya que la bandeja sirve de guía a las ruedas de la compuerta abatible, lo que evita su descentramiento con respecto al marco y mejora la maniobrabilidad de la compuerta abatible.

Con esto se logra, además, mejorar el rendimiento y maniobrabilidad de modo que la bisagra cargue con el alto peso de la compuerta abatible haciendo que sea fácil la apertura y cierre de la misma, brindando también seguridad al momento de realizar el mantenimiento interno de los alimentadores de placas como otros contenedores que presenten presiones internas debido a material apilado.

Palabras Clave: DISEÑO, COMPUERTA, ALIMENTADOR DE PLACAS.

ABSTRACT

The back of the plate feeder does not have access to perform internal maintenance, at the time of the withdrawal maneuver of the back cover of the feeder, it was necessary for five people to carry out the removal and maneuver by means of blocks to lower the lid to the part. Bottom of the feeder.

As a solution to the aforementioned problems, the present invention was developed Folding Gate for Internal Pressure Resistant Container, which consists of a frame and hinged gate joined by the ends of a hinge, where said hinge is composed of two steel plates joined by a steel tube that crosses them vertically; where the hinged gate has at least two wheels on its lower edge; in addition, the frame presents in the lower edge a tray with an inclination with respect to the vertical of the frame between 2 and 3 degrees, where said tray also has lateral restrictions.

The shape of the hinge means that the folding door can be completely removed from the frame and rotated 360 ° if necessary.

What constitutes an improvement in the state of the art since the tray serves as a guide to the wheels of the folding gate, which prevents its decentration with respect to the frame and improves the maneuverability of the folding gate.

With this, it is also possible to improve the performance and maneuverability so that the hinge carries the high weight of the folding gate making it easy to open and close it, also providing security when carrying out the internal maintenance of the doors. Plate feeders like other containers that present internal pressures due to stacked material.

Keywords: DESIGN, GATE, APRON FEEDER.

INTRODUCCIÓN

Dentro del proceso de mejora continua principio fundamental de la compañía queremos innovar, mejorar y optimizar nuestros procesos existentes con el fin de brindar al trabajador las facilidades de realizar un trabajo seguro, es por ello que buscamos alternativas de solución enfocados en este principio fundamental, buscamos modelizar las propuestas con el fin de brindar una solución viable proponer un diseño y fabricar un prototipo que permita entender la propuesta de solución.

El presente documento plasma el análisis modelizado, y la propuesta del prototipo, así como los planos de fabricación que permita materializar la propuesta y replicar a los demás alimentadores de placas

La investigación de esta problemática se realizó por interés del investigador al conocer una problemática que involucra a personal en la ejecución de maniobras de alto riesgo y de proponer una alternativa de solución que beneficiaría una nueva forma de realizar el trabajo con bajo riesgo a exposición, la presente investigación se divide en 5 capítulos:

En el capítulo I, se da a conocer el planteamiento y la formulación del problema, luego los objetivos generales y específicos, así también la justificación e importancia del presente.

En el Capítulo II abordamos el marco teórico, aquí se encuentran los antecedentes del problema, las bases teóricas, métodos existentes aplicados y la definición de términos básicos.

El Capítulo III describe el tipo de método y alcance de la investigación tecnológica.

En el Capítulo IV se describe el análisis de la solución del diseño, la identificación de requerimientos y la evaluación técnica económica.

En el Capítulo V se describe la construcción y la descripción detallada de los materiales por cada elemento diseñado.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El presente proyecto surge de la necesidad de no tener las facilidades de ingresar al interior de los alimentadores de placas para realizar un trabajo seguro en el cambio de revestimiento como parte del mantenimiento programado cada 4 meses, generar efectividad, y reducir los costos de mantenimiento.

La tapa posterior del alimentador de placas es un elemento mecánico muy rígido y contempla unas maniobras de izaje que demanda tiempo en dicha maniobra y permiten no ser un trabajo seguro. Una vez concluido el cambio de la placa de desgaste (liners) en el interior del alimentador de placa se procede a reinstalar la tapa posterior por medio de maniobras de izaje que permiten tapar el espacio para posteriormente dar reinicio de la operatividad del equipo.

En consecuencia, el acceso al interior del alimentador de placa se hacía complicado por la maniobra de retirar tapas, el espacio del túnel es limitado, y la realización del trabajo demanda demasiado tiempo. Además, se genera mucha exposición del personal a golpes, proyección de partículas y caída de objetos.

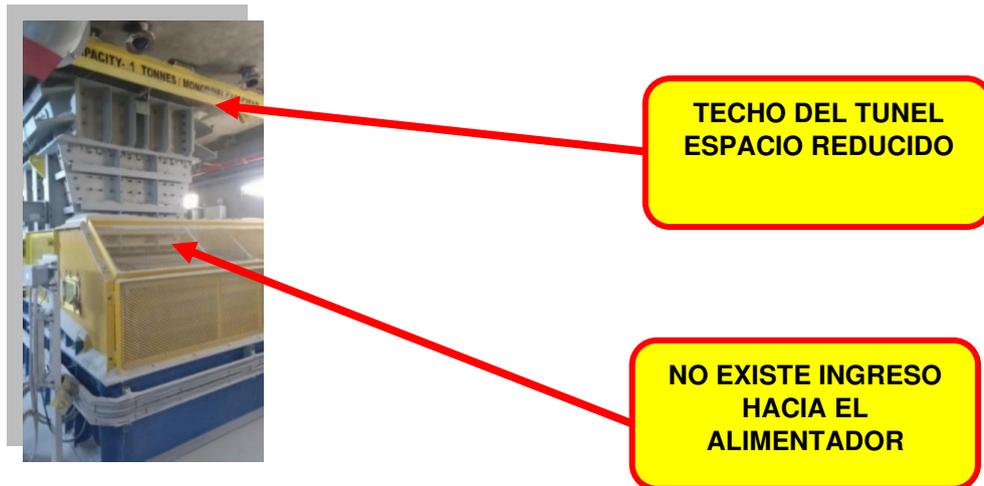


Figura 1. Foto parte posterior del Alimentador de placa no cuenta con acceso para realizar el mantenimiento interno

Nota: elaboración propia

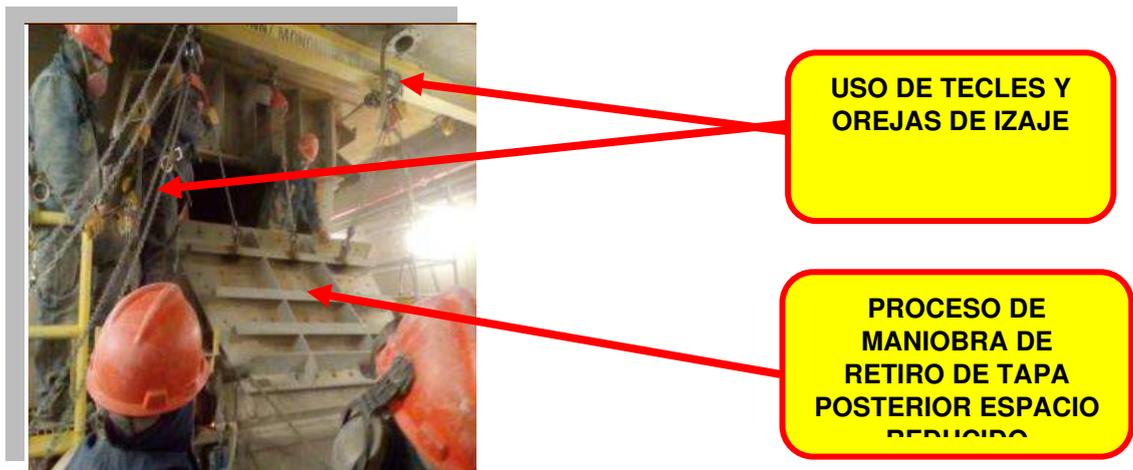


Figura 2. Foto Momento de la maniobra de retiro de tapa posterior del alimentador, se observa 5 personas para realizar el retiro y maniobra por tecles para bajar la tapa a la parte inferior del alimentador

Nota: elaboración propia

1.1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

A) PROBLEMA GENERAL

¿Es posible diseñar compuerta abatible que permita el acceso del personal técnico hacia el interior de los alimentadores de placas D7, para el cambio de placas de desgaste ubicado en la pila de materia grueso?

¿Se puede elaborar planos de fabricación?

¿Se puede diseñar una compuerta según especificaciones del sistema ISO

¿Se puede simular por medio de Software Inventor la compuerta?

1.1.3.- OBJETIVOS

➤ OBJETIVO GENERAL

Diseñar compuerta abatible que permita el acceso hacia los alimentadores de placas D7, ubicado dentro del túnel bajo la pila de mineral.

➤ OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Diseñar compuerta abatible a detalle bajo las consideraciones técnicas del sistema ISO, VDI 2222 Y VDI 2225.
- Elaborar planos de fabricación a detalle de la compuerta abatible.
- Validar el diseño simulado con parte analítica utilizando software inventor

1.2.- JUSTIFICACION E IMPORTANCIA

El presente diseño de la compuerta abatible, nos permitirá que el personal de mantenimiento ingresar dentro de los alimentadores de placas de forma segura frente a la dificultad que muestra actualmente, para que posterior a una inspección puedan realizar el cambio de las placas laterales de desgaste (Liner) los cuales son propias del mantenimiento preventivo del alimentador el cual se realiza cada 4 meses. La programación de la detención del equipo es programada por el área de planeamiento quienes fijan según su seguimiento con predictivo el desgaste de dichos liners, además no me os importante la reducción de costos en retirar definitivamente la actividad de las maniobras exponiendo al personal innecesariamente a realizar este tipo de actividades

El diseño que se propone se desarrollará bajo las normas DIN, y justificados el análisis de esfuerzos bajo el programa Inventor y sustentados bajo las fórmulas analíticas del Steel construcción permitiendo un fácil análisis de la descomposición de esfuerzos basados en las propiedades mecánicas del material ASTM A36 bajo los tres análisis esfuerzo deformación, desplazamiento y factor de seguridad permitiendo dar asistencia y soporte al diseño propuesto

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

El presente documento tiene como objetivo diseñar una compuerta rebatible que permita el acceso hacia el interior de los alimentadores de placas con el fin de poder realizar un mantenimiento exitoso libre de exposiciones y que permitan dar facilidades al personal que intervendrá el equipo

Para el desarrollo del presente documento se ha tomado en cuenta varias referencias que nos permitirán tener una visión general de nuestra propuesta:

- Gallegos Sulca Yovani. (2011) “en su Informe de suficiencia para optar título profesional *Diseño una compuerta hidráulica tipo vagón de 1300 x 1383 mm* (Informe para obtener el título profesional de Ingeniero mecánico, Universidad Nacional de Ingeniería, Perú)”. Con este trabajo de investigación se desea conocer el funcionamiento de una compuerta para este caso hidráulica que nos sirve de base para entender y canalizar sus aspectos mecánicos carriles y soportería
- Rodríguez Penagos David. en el año 2012 “en su Tesis *Diseño y Modelamiento de las uniones soldadas de las compuertas planas*. (Monografía para optar el título de

especialista en soldaduras, Universidad libre de Colombia, departamento de postgrado especialización de soldadura).” Esta monografía nos consolida información existente, para que sirva de parámetros en el diseño y la posterior fabricación de compuertas dando una mejor confiabilidad del producto cuando se realice el modelamiento por elementos finitos del diseño estructural de uniones

- Quijada Orellana Marco (2012) en su “Tesis *Diseño de una estampadora de conformado de placa metálica de 50 tn para la fabricación de bisagras.* (Tesis para optar el Título de Ingeniero Mecánico, Universidad Nacional del Centro del Perú, Perú).” En este trabajo se aborda el tema de los tipos y características de las bisagras forma y funcionamiento
- J. Guillen W. King (2015) en su revista *Análisis del diseño y manufactura, de una bisagra con cambios de sección con dobleces y apoyos* (Revista de iniciación científica Universidad Tecnológica de Panamá, Panamá). Esta revista científica muestra el diseño y sus aspectos relevantes cuando sufre apoyos y es simulado por programas software Inventor 2015 donde se evaluaron las distintas propiedades mecánicas determinando cargas aceptables de uso.

2.2. BASES TEORICAS

2.2.1. Características de un diseño

En oposición a lo que sucede con la mayoría de los elementos y componentes de máquinas y equipos industriales, los recipientes a presión son construidos sobre medida y por encomienda, atendiendo a finalidades o condiciones de desempeño determinadas. A fin de estandarizar, hay normas internacionales que definen factores de seguridad para las partes que constituyen estos equipamientos. Sin embargo, de manera general, las normas de diseño establecen fórmulas simples asociadas a grandes coeficientes de seguridad, para compensar las abstracciones y simplificaciones. Esto ocasiona grandes errores de cálculo y el aumento de los costos del proyecto. Además, estos cálculos analíticos no permiten visualizar el comportamiento del modelo (recipiente a presión) bajo la acción de diferentes cargas combinadas, geometrías complejas y definición de condiciones de frontera.

Con la creciente adopción de métodos de resolución de ecuaciones diferenciales a dominios de cálculo complejos en todas las áreas de la ciencia, esta alternativa de

análisis resulta ser un método fácilmente adaptable a casos prácticos.

Las compuertas se diseñan según especificaciones del cliente o dependiendo del uso con diferentes. Cuando se refiere a la fase de diseño se debe de considerar los cálculos en deformación desplazamiento y factor de seguridad.

2.2.2. TIPOS DE COMPUERTA

2.2.2.1. COMPUERTA VAGÓN:



Figura 3. Compuerta tipo Vagón.

Nota: <http://hidromont.es/calculo-mecanico-de-compuertas/>

Características típicas

- Compuerta con cierre automático de emergencia para protección de la tubería.
- La compuerta se acciona mediante un pistón – cilindro hidráulico.
- Pose un sistema de cierre rápido de emergencia mediante un bloque hidráulico.
- Ruedas laterales que sirven de guidor a la compuerta posee una rodadura en inoxidable.
- Cuenta con una protección superficial adicional.

2.2.2.2. COMPUERTA TAINTOR

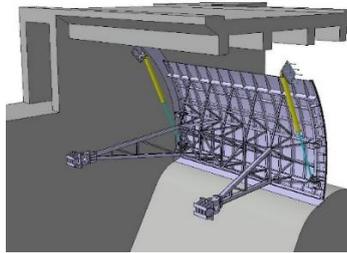


Figura 4. Compuerta taintor.

Nota: <http://hidromont.es/calculo-mecanico-de-compuertas/>

Características típicas

- Compuerta con traslación radial
- Se acciona mediante Cilindros hidráulicos de simple efecto.
- Cuenta con un sistema de bloque mecánico

2.2.2.3. COMPUERTA DE CLAPETA

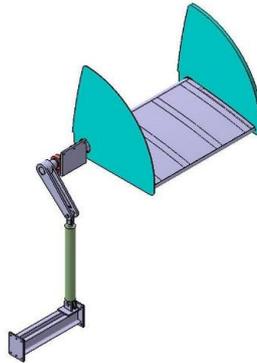


Figura 5. Compuerta tipo clapeta.

Nota: <http://hidromont.es/calculo-mecanico-de-compuertas/>

Características Típicas

- Compuerta para aliviadero auxiliar y limpieza de troncos tipo clapeta
- Accionamiento mediante Cilindros hidráulicos de simple efecto.
- Cartelas laterales de Inoxidable sobre las que deslizan las juntas laterales
- Sistema de protección de juntas frente a entrada de brozas y arena.
- Juntas de tipo nota musical EPDM en laterales y planas en solera
- Cojinetes de bronce auto-lubricados libres de mantenimiento

2.2.2.4. COMPUERTA DE CANAL

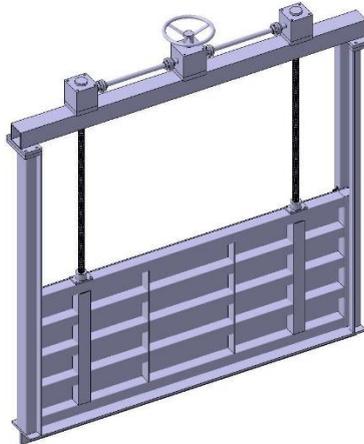


Figura 6. Compuerta de canal.

Nota: <http://hidromont.es/calculo-mecanico-de-compuertas/>

Características Típicas

- Diseño de compuerta exclusivo para canales de irrigación.
- Cuenta con accionamiento tipo volante manual o Actuador eléctrico multivoltas
- Patines deslizantes de presión, contra-presión y laterales en bronce Rg-7
- Usillo de paso doble de traslación ascendente.

2.2.3. Bisagras y tipos de Bisagras

Las bisagras utilizadas convencionalmente nos brindan una facilidad al momento de pivotar alguna pieza. Generalmente esto siempre se ha hecho de manera que el giro sea horizontal, por su facilidad de ensamblaje. El problema al hacerlo de esta forma es que se desaprovecha un espacio, en algunos casos considerable, que podría ser utilizado. Este análisis propone modificar la geometría de una bisagra plana por medio de la implementación de cambios de sección con dobleces y apoyos, que cumpla con la normativa existente para mejorar sus propiedades mecánicas de tensión y resistencia. Para obtener una bisagra más robusta, es necesario establecer un factor de diseño óptimo, que cumpla con las condiciones de seguridad adecuadas para su uso. Esta configuración para una bisagra es innovadora y diferente, por la forma de sus dobleces, refuerzos y la capacidad que tiene para manejar grandes cargas, sin cambiar la manera de sujeción normal de una bisagra. Este análisis se organiza en dos secciones principales, la sección de diseño enfocada a modelar mediante el simulador, las cargas

sometidas en la bisagra y la sección de fabricación que describe brevemente cada uno de los procesos de manufactura necesarios para crear la bisagra

Una bisagra es un componente sistemático mecánico de dos piezas unidas entre sí por un eje o un mecanismo que hace de unión y permite el desplazamiento sobre su eje para que la otra parte de la pieza pueda desplazarse de forma radial. Su utilización se da comúnmente en las puertas domésticas e industriales, con la condición de que se pueda utilizar en diferentes aplicaciones. Son muchísimos los tipos de bisagra que existen. Las más comunes son:

2.2.3.1. Bisagra de libro

“Son de las más usadas por su sencillez y funcionalidad. Existen multitud y tipos de bisagras de libro (rusticas, de latón, cincadas, etc.) y en infinidad de tamaños, pero todas se basan en lo mismo, dos hojas que se abren (como un libro) y se pueden atornillar en los cantos laterales de los tableros a unir, según el tipo de bisagra y según queramos” (Quijada, 2012, p.33)



Figura 7 .Bisagra tipo libro.

Nota: <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/179>.

2.2.3.2. Bisagra Desmontable.

“Son unas bisagras que sirven en aplicaciones en las que deseamos desmontar la unión sin quitar los tornillos. Tienen un pasador que al quitarlo desmonta la bisagra. Se pueden desmontar y montar cuantas veces queramos”. (Quijada, 2012, p.34)

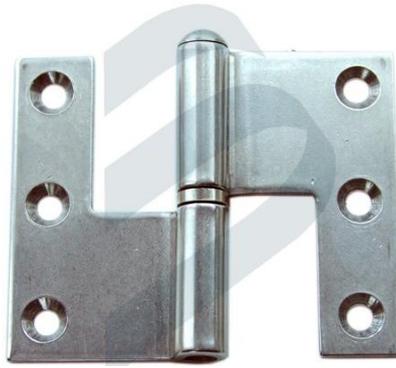


Figura 8 .Bisagra desmontable.

Nota: <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/179>.

2.2.3.3. Bisagra de Pernio.

“Con el nombre de pernios se conoce a las bisagras de puertas y ventanas. Son algo difíciles de poner para un aficionado ya que se debe hacer un cajeadado previo donde encajen las pletinas del marco y del canto de la puerta” (Quijada, 2012, p.34)



Figura 9 .Bisagra tipo pernio.

Nota: <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/179>.

2.2.3.4 Bisagra de doble acción.

“Son bisagras que se utilizan en puertas en las que queremos una doble apertura. Abren libremente la puerta en las dos direcciones y la puerta siempre vuelve a su sitio”. (Quijada, 2012, p.35)



Figura 10 .Bisagra tipo doble acción.

Nota: <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/179>.

2.2.4. El acero y sus características.

En el año 1856, se introdujo en la siderurgia emplear el convertidor Bessemer, el cual consiste en un recipiente de gran capacidad y de forma estilizada (pera), el cual tenía unas paredes de hierro y la base de dicho convertidor estaba provisto de numerosos orificios por el cual ingresaba una corriente de aire que removía la masa de hierro colado fundido y que llenaba el convertidor.

“El silicio y gran parte del manganeso contenidos en la fundición se queman con rapidez y el óxido de manganeso que se forma se combina con el silicio; el silicato manganeso funde con dificultad y flota sobre la masa incandescente líquida en forma de escoria, el carbonato arde a su vez y el fósforo se combina con la cal del revestimiento del convertidor y se forma fosfato cálcico básico, el cual flota también en forma de escoria (escorias Thomas) sobre la masa líquida, y de la cual se separa con las escorias restantes. Posteriormente mejoraron el procedimiento de afinación del acero Martín, francés, y Siemens, alemán; que introdujeron en la siderurgia los hornos de sus respectivos nombres.” (Catalogo Gerdao Corsa, 1995, p51)

Nos muestra las bases fundamentales de un proceso de obtención de acero, puesto que estos elementos químicos colaboran en el proceso de obtención del acero o hierro fundido en una atmósfera generando emisiones de gases y se le mezclan chatarra de

acero viejo o de hierro dulce. “Al alemán Krupp se le debe el método Industrial de obtención de aceros al crisol, que consiste en refundir el acero Martín-Siemens dentro de grandes crisoles fabricados con una mezcla de arcilla, grafito, coque y carbón vegetal en polvo, donde el acero se purifica más aún. Así se obtiene el acero fundido, empleado en la fabricación de herramientas de corte.” (Catalogo Gerdao Corsa, 1995, p53)

El acero como es un material indispensable básico para el refuerzo de distintas aplicaciones dentro del campo de la construcción, la aleación de hierro y carbono, en proporciones variables, y las cuales inclusive pueden aproximarse al 2% de carbono, esto con el fin de mejorar sus propiedades internas del acero es así que puede contener también otros elementos químicos. Base de sus características es admitir el temple con la cual aumenta su dureza y flexibilidad.

“Las propiedades físicas de los aceros y su comportamiento a distintas temperaturas dependen sobre todo de la cantidad de carbono y de su distribución. Antes del tratamiento térmico, la mayoría de los aceros son una mezcla de tres sustancias, ferrita, perlita, cementita. La ferrita, blanda y dúctil, es hierro con pequeñas cantidades de carbono y otros elementos en disolución”. (Catalogo Gerdao Corsa, 1995, p55)

2.2.4.1. PROPIEDADES DEL ACERO:

El acero posee algunas propiedades como:

Densidad: En función de su temperatura la densidad media es de 7,85 g/cm³ y parte de la relación masa sobre volumen.

Dureza: Todo acero es resistente a la penetración, es parte de sus propiedades es por ello que se determina distintos métodos ensayos de dureza. Los más comunes son: Brinell, Rocwell y Vickers.

Endurecimiento: La presente propiedad del acero consiste en ser endurecido es por ello que sus estructuras moleculares cambian, las alternativas son el templeado, el revenido.

Ductilidad: Se puede considerar como la propiedad el acero a ser deformado, doblado, torcido, o cambiado de forma sin que se rompa.

Maleabilidad: es la propiedad del acero donde al ser deformado producto de una fuerza externa y que supere su estado a la posición plástica queda permanentemente en esa

posición sin retornar a su estado normal una vez que una fuerza esté ejerciendo una determinada presión.

Resistencia: Propiedad por el cual el acero se resiste a la deformación. Se expresa en unidades de fuerza sobre unidades de área.

Conductividad Térmica: Propiedad por el cual el acero transfiere calor térmico a través de su masa, donde el cobre posee un valor mucho más menor.

Conductividad Eléctrica: Los aceros no son buenos conductores eléctricos versus al cobre o plata, brindan una mayor resistencia.

Propiedades Mecánicas: Son aquellas con valores particulares, que indican la utilización y establecen los rangos de valores de estas propiedades los cuales se determinan mediante ensayos de tensión y que además incluye: Límite Elástico, Esfuerzo de Fluencia, Resistencia a la Tracción, Alargamiento y Reducción de área.

2.2.4.2. ACEROS ESTRUCTURALES

“El acero al carbono es el más común, barato y aplicable de los metales que se emplean en la industria. Tienen una ductilidad excelente, lo que permite que se utilice en muchas operaciones de formado en frío. El acero también se puede soldar con facilidad. Los grados de acero que se emplean comúnmente en las industrias de procesos químicos tienen una resistencia a la tracción dentro de 50000 a 70000 lbf / in² con buena ductilidad. Es posible alcanzar niveles de resistencia todavía más altos con trabajo en frío, con aleaciones y con tratamiento térmico”. (Carles Romeva, 2008 P.135)

Los aceros estructurales sirven en la industria porque al ser estandarizados las dimensiones de los perfiles brindan una mejor aplicación en los diferentes elementos que serán utilizados siempre verificando su mayor desempeño dimensionalmente como amoldarse a los requerimientos propios del diseñador. Muchos profesionales ingenieros tratan de dar el menor peso posible del acero en sus diseños, puesto que quieren optimizar y dar una máxima eficiencia a sus diseños, pero no siempre será la solución más eficiente ya que puede aumentar costos de mayor fabricación y montaje asociado a una posible solución de aligerar peso.

“La mayoría de los aceros estructurales, excepto los aceros martensíticos, contienen carbono en cantidades entre 0.10 y 0.28%. Los aceros más antiguos tienen pocos elementos de aleación y suelen clasificarse como aceros al carbono. Los aceros que

contienen cantidades moderadas de elementos de aleación como los aceros martensíticos con 18% de níquel, se designan aceros con alto contenido de aleación. Las composiciones químicas específicas de los aceros estructurales clasificados se indican en las especificaciones de la ASTM y las composiciones químicas típicas de otros aceros estructurales pueden obtenerse con los fabricantes”. (Carles Romeva, 2008 P.98)

2.2.4.3. PROPIEDADES DE LOS ACEROS ESTRUCTURALES:

Existen protocolos para realizar las pruebas y establecer las propiedades mecánicas del material, como son límite de fluencia, resistencia a la tensión y resistencia última. Estas pruebas están bajo la ASTM.

“Las propiedades físicas de varios tipos de acero y de cualquier aleación de acero dada a temperaturas variantes depende principalmente de la cantidad del carbono presente y en cómo es distribuido en el hierro. Antes del tratamiento de calor la mayoría de los aceros tienen una mezcla de 3 sustancias, ferrita, pearlite, cementite. La dureza depende de las variaciones de calor, y de las proporciones de los 3 ingredientes” (Carles Romeva, 2008 P.105)

“Para el tratamiento calorífico del acero se hace un proceso básico, que es el de endurecer el acero que consiste en la calefacción del metal a una temperatura a la que el austenite se forma, normalmente aproximadamente de 760 a 870 °C, y entonces se refresca bruscamente en agua o aceite. Si una pieza laminada de acero estructural se somete a una fuerza de tensión, comenzará a alargarse. Si la fuerza de tensión se incrementa en forma constante, el alargamiento aumentará constantemente, dentro de ciertos límites. En otras palabras, el alargamiento se duplicará si, por ejemplo, el esfuerzo aumenta de 6,000 a 12,000 psi (libras por pulgada cuadrada) (de 420 a 840 kg/cm²). Cuando el esfuerzo de tensión alcanza un valor aproximadamente igual a la mitad del esfuerzo en la ruptura, el alargamiento empezará a incrementarse en una proporción mayor que el correspondiente incremento de esfuerzo” (Carles Romeva, 2008 P.205)

“El mayor esfuerzo que puede soportar el material sin ser deformado permanentemente es llamado límite elástico. En realidad, este valor es medido en muy pocas ocasiones y, para la mayor parte de los materiales de ingeniería, incluyendo el acero estructural, es sinónimo de límite de proporcionalidad. Por tal motivo, algunas veces se usa el término límite elástico de proporcionalidad”. (Carles Romeva, 2008 P.205)

La metalurgia de cualquier acero estructural se define, por el contenido de hierro y carbono, pero también por las diversas aleaciones que se utiliza para lograr determinada resistencia y ductilidad. “Podría suponerse que la fluencia del acero, sin incremento de esfuerzo, es una seria desventaja, pero actualmente es considerada como una característica muy útil. A menudo ha desempeñado el admirable servicio de prevenir fallas debidas a omisiones o errores de diseño. Pudiera ser que un punto de la estructura de acero dúctil alcanzara el punto de fluencia, con lo que dicha parte de la estructura cedería localmente, sin incremento del esfuerzo, previniendo así una falla prematura. Esta ductilidad permite que los esfuerzos de la estructura de acero puedan reajustarse. Otro modo de describir este fenómeno es diciendo que los muy altos esfuerzos causados durante la fabricación, montaje o carga, tenderán a uniformarse y compensarse por sí mismos. También debe decirse que una estructura de acero tiene una reserva de deformación plástica que le permite resistir sobrecargas y choques súbitos.” (Carles Romeva, 2008 P.125)

“Las altas temperaturas el oxicorte y las soldaduras provocan cambios en la estructura interna del acero por el cual deben de ser controladas generalmente esto resulta de zonas muy localizadas. “Siguiendo a la deformación plástica, existe una zona donde es necesario un esfuerzo adicional para producir deformación adicional, que es llamada de endurecimiento por deformación (acritud). Esta porción del diagrama no es muy importante para el diseñador actual. Un diagrama esfuerzo-deformación para acero dulce estructural, que es bien conocido. Sólo se muestra la parte inicial de la curva por la gran deformación que ocurre antes de la falla. En la falla de los aceros dulces, las deformaciones totales son del orden de 150 a 200 veces las deformaciones elásticas. En realidad, la curva continuará hasta el esfuerzo correspondiente a la resistencia final y luego descenderá, “le saldrá cola”, antes de la ruptura. Se presenta una aguda reducción (llamada “estrangulamiento”, cuello o extricción), en la sección transversal del miembro, seguida de la ruptura.” (Carles Romeva, 2008 P.136)

“Una propiedad muy importante de una estructura que no haya sido cargada más allá de su punto de fluencia, es que recuperará su longitud original cuando se le retire la carga. Si se hubiere llevado más allá de este punto, sólo alcanzaría a recuperar parte de su dimensión original. Este conocimiento conduce a la posibilidad de probar una estructura existente mediante carga, descarga y medición de deflexiones. Sí después de que las cargas se han retirado, la estructura no recobra sus dimensiones originales, es porque se

ha visto sometida a esfuerzos mayores que su punto de fluencia.” (Carles Romeva, 2008 P.142)

“El acero es un compuesto que consiste casi totalmente de hierro (normalmente más de 98%). Contiene también pequeñas cantidades de carbono, sílice, manganeso, azufre, fósforo y otros elementos. El carbono es el material que tiene mayor efecto en las propiedades del acero. La dureza y resistencia aumentan a medida que el porcentaje de carbono se eleva, pero desgraciadamente el acero resultante es más quebradizo y su soldabilidad disminuye considerablemente. Una menor cantidad de carbono hace al acero más suave y más dúctil pero también menos resistente. La adición de elementos tales como cromo, sílice y níquel produce aceros considerablemente más resistentes.” (Carles Romeva, 2008 P.172)

“La ductilidad del acero es usada como una reserva de resistencia, y éste hecho constituye la base de la teoría conocida como el diseño plástico. En este método las cargas de trabajo se estiman y multiplican por ciertos factores y los miembros se diseñan basándose en las resistencias a la falla o al colapso. Se usan también otros nombres para este método como son: diseño al límite o diseño a la falta o a la ruptura. Aunque sólo unos cuantos centenares de estructuras se han diseñado en el mundo por los métodos del diseño plástico, los profesionales se están moviendo decididamente en ese sentido. Esta tendencia se refleja particularmente en las últimas especificaciones de la AISC.” (Carles Romeva, 2008 P.185)

2.2.4.4. PROCESO DE LAMINACIÓN:

Para el proceso de laminación se utiliza barras cuadradas previamente perfiladas conocidas como palanquillas las cuales pasaran por un proceso de manufactura por el cual inicialmente se elevará su temperatura a 1400°C (2,300 °F) para luego pase por un proceso de rolado mediante unos rodillos por el cual debe disiparse el calor introducido inicialmente. El proceso de enfriamiento no es uniforme por tal razón existe zonas de la fibra del acero que inclusive llegan a estar a temperatura ambiente y son aquellas que están lo más cerca posible al rodillo.

“Si el lingote es admitido en frío, se vuelve bastante difícil, si no imposible, convertir el material por medios mecánicos en una forma estructural, acero en barra o lámina. Sin embargo, si el lingote se trabaja en caliente, puede martillarse, prensarse, rolarse o extruirse en otras formas. Debido a la desoxidación y otras desventajas del trabajo en caliente a temperaturas elevadas, la mayoría de los metales ferrosos se trabajan en frío o

se terminan en frío después del trabajo en caliente para obtener un buen acabado superficial, alta exactitud dimensional y mejorar las propiedades mecánicas”, (Carles Romeva, 2008 P.142)

2.2.4.5. DEFORMACIÓN PLÁSTICA

Cuando un acero pasa por un proceso de elevar su temperatura, se requiere fuerzas menores para deformarlo y sus propiedades mecánicas cambia moderadamente, en contrariedad al ser deformado en frío si se requiere de gran fuerza externas que modifican las fibras del acero dejándolo permanentemente. Eso ocurre cuando pasa de un estado plástico a elástico según la tabla de esfuerzos del acero.

“La temperatura de recristalización de un metal determina si el trabajo en caliente o en frío está siendo cumplido o no. El trabajo en caliente de los metales toma lugar por encima de la recristalización o rango de endurecimiento por trabajo. El trabajo en frío debe hacerse a temperaturas abajo del rango de recristalización y frecuentemente es realizado a temperatura ambiente. Para el acero, la recristalización permanece alrededor de 500 a 700 °C, aunque la mayoría de los trabajos en caliente del acero se hacen a temperaturas considerablemente arriba de este rango. No existe tendencia al endurecimiento por trabajo mecánico hasta que el límite inferior del rango recristalino se alcanza. Las composiciones aleadas tienen una gran influencia sobre todo en el rango de trabajo conveniente, siendo el resultado acostumbrado aumentar la temperatura del rango recristalino. Este rango también puede incrementarse por un trabajo anterior en frío. Durante todas las operaciones de trabajo en caliente, el metal está en estado plástico y es formado rápidamente por presión” (Carles Romeva, 2008 P.125)

La cantidad de fuerza (energía) necesaria para deformar un acero y llevarlo a su estado plástico es menor cuando hay temperatura aplicada directamente en el metal versus cuando el acero se encuentra a temperatura ambiente.

Un proceso con temperatura presenta desventajas que alteran las propiedades del acero los cuales señalamos a continuación:

- Cuando ocurre un proceso de elevar la temperatura de un acero trae consigo desventajas como una rápida oxidación escamado de la superficie con acompañamiento de un pobre acabado superficial
- Al generar este escamado por el proceso de elevar la temperatura se alteran las tolerancias.

“El término acabado en caliente, se refiere a barras de acero, placas o formas estructurales que se usan en estado "laminado" en el que se obtienen de las operaciones de trabajo en caliente. Se hacen algunos desescamados pero por lo demás el acero está listo para usarse en puentes, barcos, carros de ferrocarril, y otras aplicaciones en donde no se requieren tolerancias cerradas. El material tiene buena soldabilidad y maquinabilidad, dado que el contenido de carbono es menor del 0.25%.” (Carles Romeva, 2008 P.113)

2.2.4.6. LAMINADO:

El proceso en sí consiste en deformar la masa metálica, en nuestro caso el acero, en forma de palanquillas, haciéndola pasar entre dos cilindros superpuestos que giran en sentido inverso, y al estar la palanquilla con cierta temperatura es fácil moldear el acero en diferentes formas y perfiles.

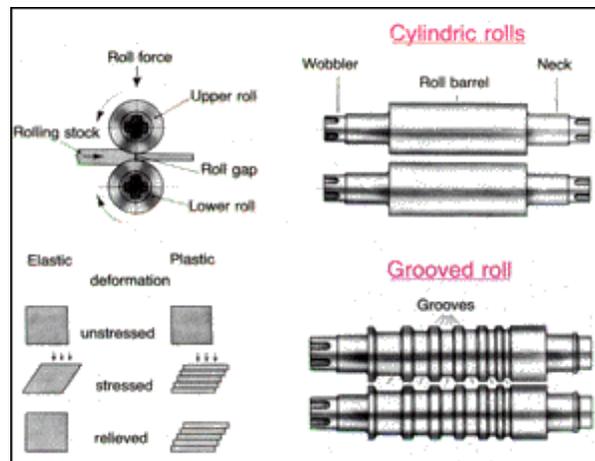


Figura 11 .Esquema de rodillo para laminar.

Nota: <http://.acero-s.webcindario.com/lamina.html>.

“El acero permanece en las lingoteras hasta que su solidificación es casi completa, que es cuando los moldes son removidos. Mientras permanece caliente, los lingotes se colocan en hornos de gas llamados fosos de recalentamiento, en donde permanecen hasta alcanzar una temperatura de trabajo uniforme de alrededor de 1200 °C en todos ellos. Los lingotes entonces se llevan al tren de laminación en donde debido a la gran variedad de formas terminadas por hacer, son primero laminadas en formas intermedias como lupias, tochos o planchas. Una lupia tiene una sección transversal con un tamaño

mínimo de 150 x 150 mm. Un tocho es más pequeño que una lupia y puede tener cualquier sección desde 40 mm hasta el tamaño de una lupia. Las planchas pueden laminarse ya sea de un lingote o de una lupia. Tienen un área de sección transversal rectangular con un ancho mínimo de 250 mm y un espesor mínimo de 40 mm. El ancho siempre es 3 o más veces el espesor y puede ser cuando mucho de 1500 mm. Un efecto del trabajo en caliente con la operación de laminado, es el refinamiento del grano causado por recristalización. La estructura gruesa es definitivamente despedazada y alargada por la acción de laminado. Debido a la alta temperatura, la recristalización aparece inmediatamente y comienzan a formarse pequeños granos. Estos granos crecen rápidamente hasta que la recristalización es completa. El crecimiento continúa a altas temperaturas, si además la elaboración no es mantenida, hasta que la temperatura baja del rango recristalino es alcanzada” (Carles Romeva, 2008 P.189).

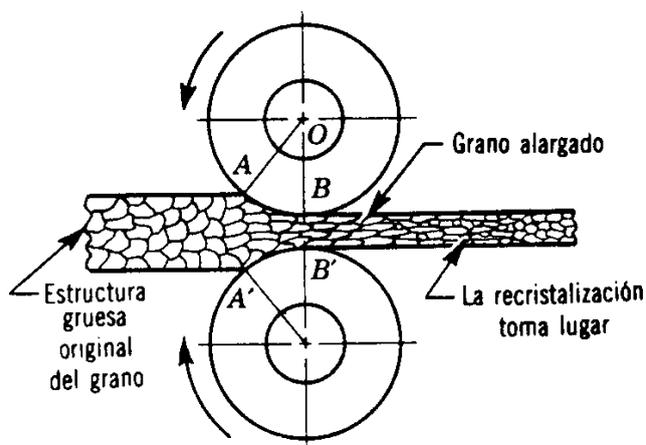


Figura 12 .Esquema de rodillo para laminar.

Nota: <http://.acero-s.webcindario.com/lamina.html>.

“La acción de acuñadora en la elaboración es superada por las fuerzas de rozamiento que actúan en estos arcos y arrastran al metal a través de los rodillos. El metal emerge de los rodillos viajando a mayor velocidad de la que entra. En un punto medio entre A y B la velocidad del metal es la misma que la velocidad periférica del rodillo. La mayoría de la deformación toma lugar en el espesor, aunque hay algún incremento en el ancho. La uniformidad de la temperatura es importante en todas las operaciones de laminado, puesto que controla el flujo del metal y la plasticidad” (Carles Romeva, 2008 P.201)

“La mayoría de los laminados primarios se hacen ya sea en un laminador reversible de dos rodillos o en un laminador de rolado continuo de tres rodillos. En el laminador

reversible dedos rodillos, la pieza pasa a través de los rodillos, los cuales son detenidos y regresados en reversa una y otra vez. A intervalos frecuentes el metal se hace girar 90° sobre su costado para conservar la sección uniforme y refinar el metal completamente. Se requieren alrededor de 30 pasadas para reducir un lingote grande a una lupia. Los rodillos superior e inferior están provistos de ranuras para alojar las diferentes reducciones de la sección transversal de la superficie. El laminador de dos rodillos es bastante versátil, dado que posee un amplio rango de ajustes según el tamaño de piezas y relación de reducción. Está limitado por la longitud que puede laminarse y por las fuerzas de inercia, las cuales deben ser superadas cada vez que se hace una inversión. Esto se elimina en el laminador de tres rodillos, pero se requiere un mecanismo elevador. Aunque existe alguna dificultad debido a la carencia de velocidad correcta para todas las pasadas, el laminador de tres rodillos es menos costoso para hacerse y tiene un mayor rendimiento que el laminador reversible. Los tochos podrían laminarse en un gran laminador del tamaño usado para lupias, pero esto no se acostumbra hacer por razones económicas. Frecuentemente se laminan lupias en un laminador continuo de tocho compuesto de alrededor de ocho estaciones de laminado en línea recta. El acero formado, por último, pasa a través del laminador y sale con un tamaño final de tocho, aproximadamente de 50 por 50 mm, el cual es la materia prima para muchas formas finales tales como barras, tubos y piezas forjadas” (Carles Romeva, 2008 P.125)

Perfiles W

Son perfiles que generalmente se usan en diseño ya que es un perfil de bases anchas y doblemente simétrico

Ejemplo, un W16X40 tiene un peralte nominal de 16 pulgadas y un peso de 40 Lb/pie

Perfiles C

Son aquellos perfiles de canal con la misma inclinación de los patines siendo el peralte nominal igual al teórico

Ejemplo, C6X13 O en milímetros también suelen asignar, C150X19.3, es un perfil estándar de peralte de 150mm y una masa de 19.3 kg/m lineal

Perfiles L

Este tipo de perfiles son de lados o alas iguales

Ejemplo L6" X 6" X ¼" es un perfil de alas iguales y espesor constante quiere decir que el ancho del ala es de 6" al igual que el otro extremo del ala el espesor es de 1/4"

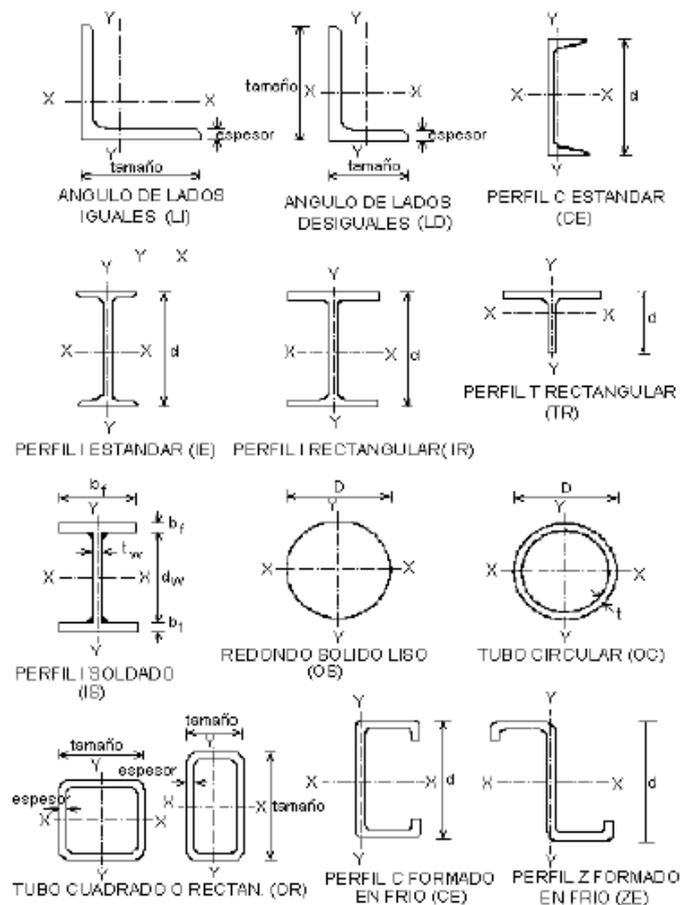


Figura 13 tipos de perfiles laminador.

Nota: <http://.acero-s.webcindario.com/lamina.html>.

Dentro del proceso debe existir control de calidad para verificar la estandarización dimensional de los perfiles es por ello que en el taller de torneado se rectifica el entallado de los canales de laminación, estos canales dan forma a los elementos – perfiles que se está formando hasta que finalmente alcanzan sus dimensiones para pasar por el proceso de enfriado a temperatura ambiente evitando que el acero sufra cambios bruscos de temperatura que alteraría su estructura molecular

“Finalmente, al alcanzar las varillas la sección definitiva, éstas son enfriadas en una mesa de enfriamiento ubicada al final de la línea de fabricación para después ser cortadas a la longitud requerida. Vale la pena aclarar que la laminación es solamente un proceso de transformación del acero de una forma y longitud inicial a una forma final más pequeña y longitud mayor definida por el trazado del producto que se quiera fabricar. Es por esto

que la calidad del producto dependerá mucho de la calidad del acero que se utilice el cual puede ser fabricado tanto en un horno eléctrico como en un alto horno, aunque este método está siendo utilizado cada vez menos a nivel mundial” (Carles Romeva, 2008 P.206)



Figura 14 Laminado en caliente de perfiles estándares.

Nota: *Diseño de elementos de Maquinas.* Cuarta edición. España:Person Educación.2006.ISBN-970-26-0812-0

2.3. TERMINOS BASICOS

EJES: Es un elemento constructivo destinado a guiar el movimiento de rotación de una pieza o conjunto de piezas como una rueda, engranaje

PERFILES ESTRUCTURALES: Son un tipo de producto que se crean a partir de laminaciones en caliente de acero entre sus propiedades destacan su forma y peso.

DISEÑO: Proceso previo búsqueda de soluciones en cualquier campo aplicado habitualmente para ingeniería e industria donde se requiere de creatividad

SOFTWARE INVENTOR: Es un programa paramétrico de modelado de sólidos en 3D producido por la empresa AUTODESK Creado para producir y perfeccionar productos nuevos a través de un modelador virtual

COMPUERTA: Dispositivo mecánico que restringe el paso a una determinada área o espacio hermético,

BISAGRA: Sistema Mecánico articulado que permite girar sobre un eje permitiendo un desplazamiento circular

CAPÍTULO III

METODOLOGIA

3.1. METODOLOGÍA APLICADA PARA EL DESARROLLO DE LA SOLUCIÓN

3.1.1. MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN

En este presente estudio usaremos el método tecnológico, descriptivo seccional, ya que se estudiará la propuesta del diseño para dar una solución oportuna al problema mencionado.

3.1.2.-ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN

El presente proyecto surge de la necesidad de no tener las facilidades de ingresar al interior de los alimentadores de placas para realizar un trabajo seguro en el cambio de revestimiento como parte del mantenimiento programado cada 4 meses, generar efectividad, y reducir los costos de mantenimiento.

La tapa posterior del alimentador de placas es un elemento mecánico muy rígido y contempla unas maniobras de izaje que demanda tiempo en dicha maniobra y permiten no ser un trabajo seguro. Una vez concluido el cambio de la placa de desgaste (liners) en el interior del alimentador de placa se procede a reinstalar la tapa posterior por medio de maniobras de izaje que permiten tapar el espacio para posteriormente dar reinicio de la operatividad del equipo.

Las pilas de mineral cuentan con 4 alimentadores de placa por línea de producción los cuales vierten de forma continua mineral a 0,27 m/s hacia la faja instalada aguas abajo. El flujo continuo de mineral hace que los revestimientos metálicos de diferentes dimensiones y pesos sufran desgaste lo cual implica que después de 4 meses se ingrese para la inspección respectiva y el cambio si se requiriese.

El procedimiento consta que primero se debe aperturar la tapa posterior y apertura las compuertas de la parte frontal (chute de cabeza) para así según lo establecido por medio del vigía se revisará los niveles de aire y concentraciones de gases tóxicos que pudieran haber, para dar el pase de ingreso al personal para poder ingresar a realizar la inspección respectiva.

El trabajo interno dentro del alimentador de placa después de la inspección es evaluar las condiciones de los revestimientos metálicos que inicialmente están en promedio 2" a 4" de espesor y que tienen diferentes medidas y de diferentes masas en promedio los pesos de los revestimientos metálicos pesan entre 30 a 35 kilos.

Una vez concluido el cambio del revestimiento metálico en el interior del alimentador de placa se procede a reinstalar la tapa posterior por medio de maniobra pues dicha tapa tiene revestimientos adosados a la plancha madre. Por el espacio pequeño dentro del túnel se tiene que hacer mucha maniobra para que finalmente se cierre por medio de pernos.

A la hora de la selección del material se consideró que el material que mejor cumplía con las propiedades mecánicas y químicas necesarias es el Acero ASTM A 36 ya que este es de gran fortaleza y menos fácil de conformar. Responde bien al trabajo en frío y al tratamiento térmico de cementación. La soldabilidad del acero ASTM A 36 es adecuada por su alta tenacidad y por su baja resistencia mecánica que lo hace adecuado para ser utilizado en elementos de maquinaria

Por su alta tenacidad y baja resistencia mecánica es utilizado para realizar los distintos cortes y perfiles que muestra la bisagra para dar un mejor resultado a la hora del modelado

| Composición Química | | | | |
|---------------------|-----------|------------|--------|--------|
| %C | %Mn | %Si | %P | %S |
| 0,18-0,23 | 0,30-0,60 | 0,15- 0,35 | ≤ 0,04 | ≤ 0,05 |

| Propiedades Mecánicas Acero Laminado (Valores Típicos) | | | |
|--|--|---|--------------------|
| Dureza (HB) | Esfuerzo Fluencia (mín.) (Kg/mm ²) | Esfuerzo Tracción (Kg/mm ²) | Elongación (mín.)% |
| 110-130 | 27 | 40-45 | 20 |

Tabla 1 Composición química del acero.

Nota: Mott, Robert L. *Diseño de elementos de Maquinas*. Cuarta edición. España:Person Educación.2006.ISBN-970-26-0812-0

| | |
|--|--|
| ASTM A 36 | |
| Categories: Metal; Ferrous Metal; ASTM Steel; Carbon Steel; Low Carbon Steel | |
| Material | Steel for general structural purposes including bridges and buildings. |
| Notes: | Minimum Cu content when copper steel is specified. |
| | Tests performed in transverse direction for plates wider than 590 mm. |
| Key Words: | UNS K02600 |
| Vendors: | No vendors are listed for this material. Please click here if you are a supplier and would like information on how to add your listing to this material. |

| Mechanical Properties | Metric | English | Comments |
|----------------------------|---------------|-------------------|-------------------|
| Tensile Strength, Ultimate | 400 - 550 MPa | 58000 - 79800 psi | |
| Tensile Strength, Yield | 250 MPa | 36300 psi | |
| Elongation at Break | 20 % | 20 % | in 200 mm |
| | 23 % | 23 % | In 50 mm. |
| Modulus of Elasticity | 200 GPa | 29000 ksi | |
| Bulk Modulus | 160 GPa | 23200 ksi | Typical for steel |
| Poissons Ratio | 0.26 | 0.26 | |
| Shear Modulus | 79.3 GPa | 11500 ksi | |

| Component | Metric | English | Comments |
|---------------------|---------------|---------------|----------|
| Elements Properties | | | |
| Carbon, C | 0.25 - 0.29 % | 0.25 - 0.29 % | |
| Copper, Cu | 0.20 % | 0.20 % | |
| Iron, Fe | 98 % | 98 % | |
| Manganese, Mn | 1.03 % | 1.03 % | |
| Phosphorous, P | <= 0.040 % | <= 0.040 % | |
| Silicon, Si | 0.28 % | 0.28 % | |
| Sulfur, S | <= 0.050 % | <= 0.050 % | |

Tabla 2 características físico químicas del acero

Nota: Mott, Robert L. *Diseño de elementos de Maquinas*. Cuarta edición. España:Person Educación.2006.ISBN-970-26-0812-0

Muchos materiales alcanzan un estado en el cual la deformación comienza a crecer rápidamente sin que haya un incremento correspondiente en el esfuerzo. Tal punto recibe el nombre de punto de cedencia o punto de fluencia.

Diseño, El principal interés o afinidad de realizar el proyecto, es en principio diseñar una bisagra, la cual contase con una resistencia óptima, segura y estable, al estar sometida a cargas de una gran magnitud, tomando en consideración también el desgaste a la cual puede estar sometida la misma, teniendo en cuenta su factor de seguridad. Ya que, al estar relacionada con el empleo del ser humano, ya sea directa o indirectamente, se considera al factor de seguridad una prioridad en una bisagra de este tipo.

O laminas de metal ASTM a 36 o su equivalente un AISI 1020 los cuales son maleables para porer ser maquinados.

Para esquematizar la presente bisagra se utilizará el simulador AUTODESK INVENTOR PROFESIONAL 2018

3.1.3.-TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACION

3.1.3.1.- TIPO DE INVESTIGACION

Se Iniciará una investigación básica descriptiva para estudiar cómo encontrar una solución a un problema común en los alimentadores de placas de la compañía el cual brinda las facilidades de interrelaciona con el equipo y familiarizarse

3.1.3.2.- NIVEL DE INVESTIGACION

Seccional porque por única vez se propone la solución a un problema común y se recoge la información para analizar sus resultados.

3.1.3.3.-UNIDAD DE ESTUDIO

Para este trabajo se utilizó las siguientes unidades de estudio:

- Alimentadores de placas D7 de la marca FLSmith

El presente diseño de la compuerta abatible, nos permitirá que el personal de mantenimiento ingresar dentro de los alimentadores de placas de forma segura frente a la dificultad que muestra actualmente, para que posterior a una inspección puedan realizar el cambio de las placas laterales de desgaste (Liner) los cuales son propias del mantenimiento preventivo del alimentador el cual se realiza cada 4 meses. El análisis de esfuerzos está orientado a la bisagra puesto que 'este elemento será la que sufra las cargas no se abrirá de forma constante por tal razón se desestima el análisis dinámico y sólo se considera como elemento estático en consideración se calcula bajo los siguientes bases:

- Relación demanda versus capacidad de esfuerzos (Esfuerzo Von Mises)
- Desplazamiento en función al esfuerzo.
- Factor de seguridad.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS Y DISEÑO DE LA SOLUCIÓN

4.1.- IDENTIFICACIÓN DE REQUERIMIENTOS

| LISTA DE EXIGENCIAS | EDICIÓN | | PAG 1 DE 1 |
|---|--------------------------|--|---|
| PROYECTO: DISEÑO DE COMPUERTA REBATIBLE PARA ACCESO A LOS ALIMENTADORES DE PLACAS D7 | | | N° DE IDENTIFICACIÓN: DISE-001 |
| | | | REDACTADO POR: Juan Contreras Ruiz |
| CLIENTE: SOCIEDAD MINERA CERRO VERDE SAA | | FECHA: 11/06/19 | |
| CAMBIOS (FECHA) | DESEO Ó EXIGENCIA | DESCRIPCIÓN | RESPONSABLE |
| 20/05/2019 | Exigencia | GEOMETRIA <ul style="list-style-type: none">• Debe tener un tamaño que se acople a la sección del feeder en la zona posterior con las dimensiones exactas para ser reemplazado• Se usará diferentes materiales con geometría estandarizada en los perfiles según norma SAE 1020. | Cristian Contreras |

| | | | |
|------------|-----------|--|--------------------|
| 22/05/2019 | Exigencia | CINEMATICA <ul style="list-style-type: none"> • La compuerta será utilizada en una zona y posición estática, una vez instalada tendrá un movimiento en su eje central cuando se apertura. | Cristian Contreras |
| 24/05/2019 | Exigencia | FUERZAS Y ENERGIA <ul style="list-style-type: none"> • Debe tener mecanismos que soporten el peso de la estructura. | Cristian Contreras |
| 26/05/2019 | Exigencia | SEGURIDAD <ul style="list-style-type: none"> • Que proporcione facilidad de uso en la manipulación de la apertura y cierre de dicha compuerta. | Cristian Contreras |
| 26/05/2019 | Exigencia | FABRICACIÓN <ul style="list-style-type: none"> • Debe tener un diseño que sea de fácil maquinado y que utilice materiales perfiles metálicos estándares. | Cristian Contreras |
| 3/06/2019 | Exigencia | USO <ul style="list-style-type: none"> • La compuerta tiene un uso fundamental de permitir al personal de mantenimiento ingresar a la zona interna del alimentador para realizar dicha actividad • Después de analizar el procedimiento y la propia actividad en campo del personal se encontró que se estimaba un tiempo de 3 horas para el retiro de la tapa posterior de alimentador de placa y 2 horas para la reposición de la misma haciendo un total de 5 horas de recurso humano por cada alimentador de placa. | Cristian Contreras |

Tabla 5 La presente tabla nos muestra la lista de exigencias tomada para el presente proyecto debemos resaltar que se debe de tomar en consideración el factor de seguridad.

Nota: Extraído del VDI 2222 Y VDI 2225

4.1.1 Secuencias de Operaciones.



Figura N° 35 La secuencia de Operaciones nos da a conocer cuál es la operatividad del equipo, como también todo su proceso integro de producción.

Figura 26 Secuencia de operaciones

Nota: Extraído del VDI 2222 Y VDI 2225

4.1.2 Caja Negra

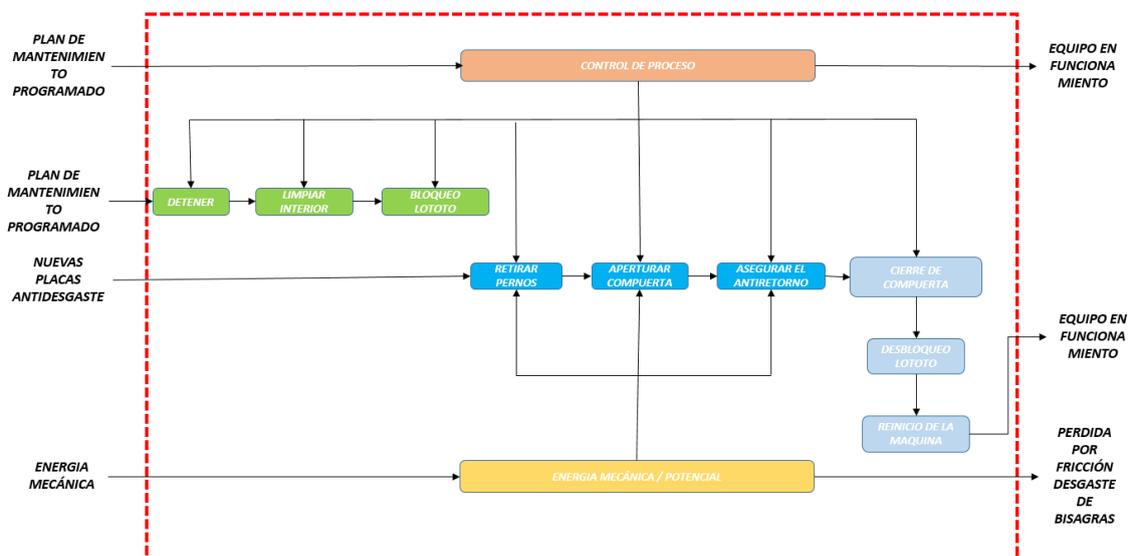


Figura 27 es la forma mas sencilla de representar lo que es el producto, consiste en representar las entradas al sistema y las salidas en cuyo centro se encuentra la función principal del producto

Nota: Extraído del VDI 2222 Y VDI 2225

4.1.3. Matriz Morfológica.

| | Funciones | PORTADORES DE FUNCIONES | | | |
|---|--|--|--|----------------------------------|-------------------------------|
| | | ALTERNATIVAS DE EFECTO Y/O DE PRINCIPIOS DE SOLUCIÓN | | | |
| 1 | DETENER EQUIPO APRON FEEDER SEGÚN CRONOGRAMA DE PARADAS PROGRAMADAS | ASEGURAR QUE ESTÉ EN EL PLAN DE PARADAS PROGRAMADAS | POSTERIOR A REUNIÓN DETERMINAR LA PARADA | | |
| 2 | LIBERAR MINERAL ACUMULADO REMANENTE DENTRO DE ALIMENTADOR DE PLACAS | CORRER APRON FEEDER POR 15 MIN | LANCEO DE FEEDER | APERTURAR VENTANAS DE INSPECCIÓN | VERIFICAR CON CAMARA DE VIDEO |
| 3 | BLOQUEO LOTOTO, BLOQUEAR EQUIPO ALIMENTADOR DE PLACAS Y LIBERAR ENERGIAS RESIDUALES | DESACTIVAR BOTON DE PARE | DESACTIVAR PULLCORD | BLOQUEO DE EQUIPO EN CAJA GRUPAL | BLOQUE EN TABLERO GENERAL |
| 4 | RETIRAR PERNOS DE SUJECIÓN DE Y TRANQUERA NUMERO 1 NUMERO 2 Y NUMERO 3 | LLAVE DE BOCA | LLAVE NEUMATICA | LLAVE HIDRAULICA | |
| 5 | APERTURAR COMPUERTA Y GIRAR LA POSICIÓN A 180° PARA LIBERAR EL VANO DE INGRESO | CON DOBLE BISAGRA | CON RETENEDOR DE CARGAS | SUJETAR CON WINCHE | |
| 6 | SUJETAR COMPUERTA RETIRADA PARA EVITAR SU RETORNO | SUJETAR CON PERNOS | SUJETAR CON SOGA | SUJETAR CON SOLDADURA | |
| 7 | PERSONAL INGRESA AL INTERIOR DEL ALIMENTADOR PARA INICIAR EL MANTENIMIENTO | FACIL OPERATIVIDAD DE COMPUERTA | | CON DOBLE BISAGRA | |
| 8 | SE CIERRA LA COMPUERTA HACIENDO QUE INGRESE DE MANERA SEGURA | FACIL OPERATIVIDAD DE COMPUERTA | | CON DOBLE BISAGRA | |
| 9 | ASEGURAR LAS TRANQUERAS CON PERNOS DE SUJECIÓN NUMERO 1 NUMERO 2 Y NUMERO 3 UJECIÓN NUMERO 1 | SUJETAR CON PERNOS | SUJETAR CON SOGA | SUJETAR CON SOLDADURA | |

| | | | | | |
|----|--|--|------------------------|-------------------------------------|-------------------------------|
| | NUMERO 2 Y NUMERO 3 | | | | |
| 10 | DESBLOQUEAR EL ALIMENTADOR DE PLACAS Y LIBERAR CAJA DE RESTRICCIÓN | ACTIVAR BOTON DE PARE  | ACTIVAR PULLCORD | DESBLOQUEO DE EQUIPO EN CAJA GRUPAL | DESBLOQUEO EN TABLERO GENERAL |
| 11 | REINICIA LA OPERACIÓN Y ARRANQUE DE ALIMENTADOR DE PLACAS | ORDEN Y LIMPIEZA  | | | |
| | | CONCEPTO DE SOLUCIÓN 1 | CONCEPTO DE SOLUCIÓN 2 | CONCEPTO DE SOLUCIÓN 3 | |

Tabla 6 Matriz Morfológica muestra el proceso de selección alternado sus propuestas para encontrar la selección idónea del producto.

Nota: Extraído del VDI 2222 Y VDI 2225

4.1.4. Evaluación Técnica.

| p:puntaje de 0 a 4 (escala de valores según VDI 2225) | | | | | | | | |
|--|---------------------------------|----|---------------|-------|---------------|-------|---------------|-----|
| 0=No satisface, 1=Aceptable a las justas, 2=Suficientes, 3=Bien, 4=Muy Bien (Ideal) | | | | | | | | |
| g:es el peso ponderado y se da en función de la importancia de los criterios de evaluación | | | | | | | | |
| CRITERIOS DE EVALUACIÓN PARA DISEÑO EN FACE DE CONCEPTOS O PROYECTOS | | | | | | | | |
| Variantes de Concepto/Proyectos | | | Solución 1 S1 | | Solución 2 S2 | | Solución 3 S3 | |
| Nro. | Criterios de evaluación | g | p | gp | p | gp | p | gp |
| 1 | Buen uso de la fuerza o energía | 4 | 3 | 12 | 2 | 8 | 2 | 6 |
| 2 | Seguridad | 4 | 4 | 16 | 3 | 12 | 2 | 8 |
| 3 | Rapidez | 4 | 3 | 12 | 2 | 8 | 1 | 3 |
| 4 | Estabilidad | 4 | 4 | 16 | 2 | 8 | 1 | 4 |
| 5 | Rigidez | 3 | 2 | 6 | 1 | 3 | 3 | 6 |
| 6 | Manipulación | 4 | 4 | 16 | 3 | 12 | 4 | 16 |
| 7 | Confiabilidad | 3 | 2 | 6 | 2 | 6 | 2 | 4 |
| 8 | Complejidad | 4 | 4 | 16 | 3 | 12 | 2 | 8 |
| 9 | Automatización | 2 | 2 | 4 | 2 | 4 | 2 | 4 |
| 10 | Fabricación | 4 | 4 | 16 | 3 | 12 | 3 | 12 |
| 11 | Mantenimiento | 4 | 4 | 16 | 2 | 8 | 1 | 4 |
| 12 | Montaje | 4 | 3 | 12 | 2 | 8 | 3 | 9 |
| 13 | Diseño | 4 | 4 | 16 | 2 | 8 | 4 | 16 |
| 14 | Ergonomía | 4 | 4 | 16 | 3 | 12 | 2 | 8 |
| 15 | Influencia del medio ambiente | 4 | 2 | 8 | 2 | 8 | 2 | 4 |
| PUNTAJE MÁXIMO | | 56 | 49 | 188 | 34 | 129 | 34 | 112 |
| VALOR TÉCNICO Xi | | | | 0.839 | | 0.576 | | 0.5 |

Tabla 7 De las alternativas posibles técnicamente la solución 1 (0.839) tienen los valores más altos en cuanto a su estructura funcional.

4.1.5. Evaluación Económica.

| | | | | | | | | |
|--|--|----------|----------------------|-----------|----------------------|-----------|----------------------|-----------|
| p:puntaje de 0 a 4 (escala de valores según VDI 2225) | | | | | | | | |
| 0=No satisface, 1=Aceptable a las justas, 2=Suficientes, 3=Bien, 4=Muy Bien (Ideal) | | | | | | | | |
| g:es el peso ponderado y se da en función de la importancia de los criterios de evaluación | | | | | | | | |
| CRITERIOS DE EVALUACIÓN PARA DISEÑO EN FACE DE CONCEPTOS O PROYECTOS | | | | | | | | |
| Variantes de Concepto/Proyectos | | | Solución 1 S1 | | Solución 2 S2 | | Solución 3 S3 | |
| Nro. | Criterios de evaluación | G | p | gp | p | gp | p | gp |
| 1 | Numero de piezas | 4 | 3 | 12 | 2 | 8 | 2 | 6 |
| 2 | Fácil adquisición de los materiales de Fabricación | 4 | 4 | 16 | 3 | 12 | 2 | 8 |
| 3 | Productividad | 4 | 3 | 12 | 2 | 8 | 1 | 3 |
| 4 | Costos Diversos | 4 | 4 | 16 | 2 | 8 | 1 | 4 |
| 5 | N° de Operarios | 4 | 2 | 8 | 1 | 4 | 3 | 6 |
| 6 | Costo de Tecnología | 4 | 4 | 16 | 3 | 12 | 4 | 16 |
| 7 | Facilidad de montaje | 4 | 2 | 8 | 2 | 8 | 2 | 4 |
| 8 | Facilidad de Mantenimiento | 4 | 4 | 16 | 3 | 12 | 2 | 8 |
| 9 | Costos de operación | 3 | 2 | 6 | 2 | 6 | 2 | 4 |
| 10 | Transporte | 4 | 4 | 16 | 3 | 12 | 3 | 12 |
| PUNTAJE MÁXIMO | | 39 | 32 | 126 | 23 | 90 | 22 | 71 |
| VALOR TÉCNICO Xi | | | 0.808 | | | 0.577 | | 0.455 |

Tabla 8 De las alternativas posibles técnicamente la solución 1 (0.808) tienen los valores más altos en cuanto a su estructura funcional.

Nota: Extraído del VDI 2222 Y VDI 2225

4.1.6. Evaluación Técnica / Económica.

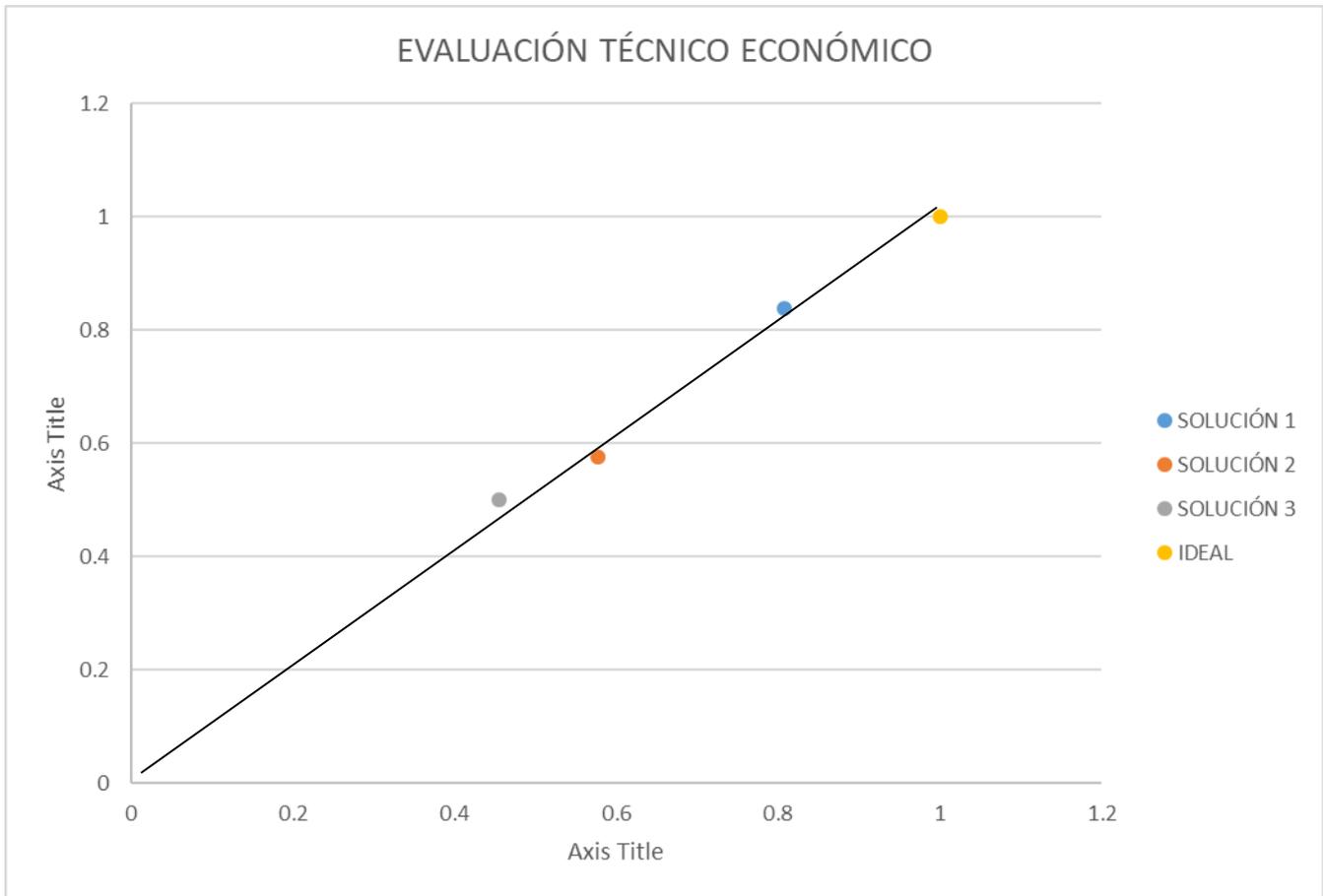


Figura 28 Evaluación Técnica Económica vienen a mostrar el balance entre ambas propuestas debe converger en la unidad como valor máximo y la solución 1 se aproxima a ese valor al obtener un puntaje de 0.808 y 0.8389

Nota: Extraído del VDI 2222 Y VDI 2225

4.1.7. Análisis de la Solución

Datos de entrada – Condiciones generales.

| | |
|--------------|--------------------------|
| CARGA VIVA | EJE Y= -5000 N = 500 Kg. |
| CARGA MUERTA | 124.24 kg. |

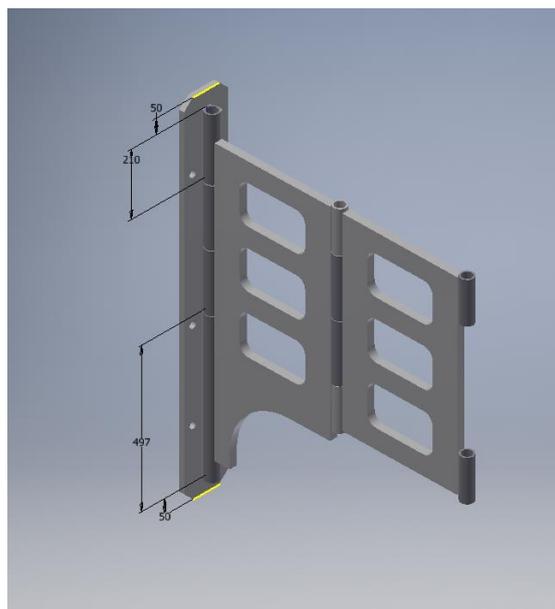


Figura 16 Isométrico de la bisagra

Nota: Modelado mediante el programa Inventor

4.1.7.1. Relación demanda versus capacidad de esfuerzos (Esfuerzo Von Mises)

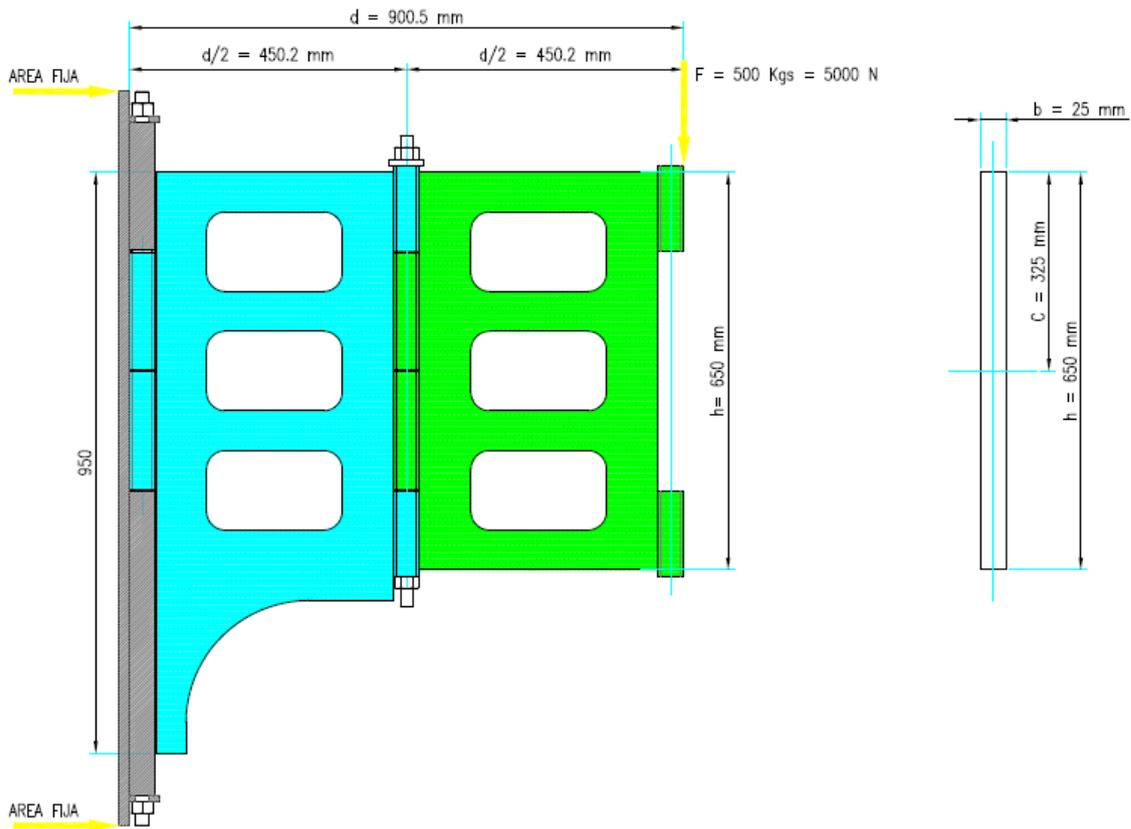
Características del material, propiedades del material por emplearse es de acero ASTM-A36

| Propiedades físicas | | |
|--|--------------------------|----------------------------|
| Propiedades físicas | Métrico | Imperial |
| Densidad | 7.85 g / cm ³ | 0.284 lb / en ³ |
| Propiedades mecánicas | | |
| Propiedades mecánicas | Métrico | Imperial |
| Resistencia a la tracción, definitiva | 400 - 550 MPa | 58000 - 79800 psi |
| Resistencia a la tracción, rendimiento | 250 MPa | 36300 psi |
| Alargamiento a la rotura (en 200 mm) | 20.0% | 20.0% |
| Alargamiento a la rotura (en 50 mm) | 23.0% | 23.0% |
| Módulo de elasticidad | 200 GPa | 29000 ksi |
| Módulo a granel (típico para el acero) | 140 GPa | 20300 ksi |
| El coeficiente de Poisson | 0.260 | 0.260 |
| Módulo de corte | 79.3 GPa | 11500 ksi |

Tabla 3 Propiedades físicas del acero ASTM-A36.

Nota: Mott, Robert L. *Diseño de elementos de Maquinas*. Cuarta edición. España: Person Educación. 2006. ISBN-970-26-0812-0

ESQUEMA DE DISTRIBUCIÓN DE ESFUERZOS



VARIABLES:

$S_y :=$ Esfuerzo de fluencia del material

$F :=$ Fuerza aplicada en la bisagra

$r :=$ Brazo del momento

$b :=$ Espesor de la bisagra

$h :=$ altura de la bisagra

$c :=$
distancia máxima

$M :=$ Momento máximo

$A :=$
Área transversal

$S_1 :=$
Esfuerzo cortante

$I :=$
Inercia de la sección transversal

$S_2 :=$
Esfuerzo flexionaste

$S_{vm} :=$
Esfuerzo Von Mises

Δ_{max}
= Deformación Máxima

$r =$ Longitud (387 mm x 2= 774mm)

$E =$ Módulo de Elasticidad 29,000 ksi o 199947.96 MPa.

$I =$ Momento de inercia

FS= FACTOR DE SEGURIDAD

$F_y =$ Esfuerzo máximo del A36 250 Mpa

$\sigma =$ Esfuerzo máximo Von Mises

Parte analítico N° 1 de acuerdo al esquema de la parte baja de la bisagra

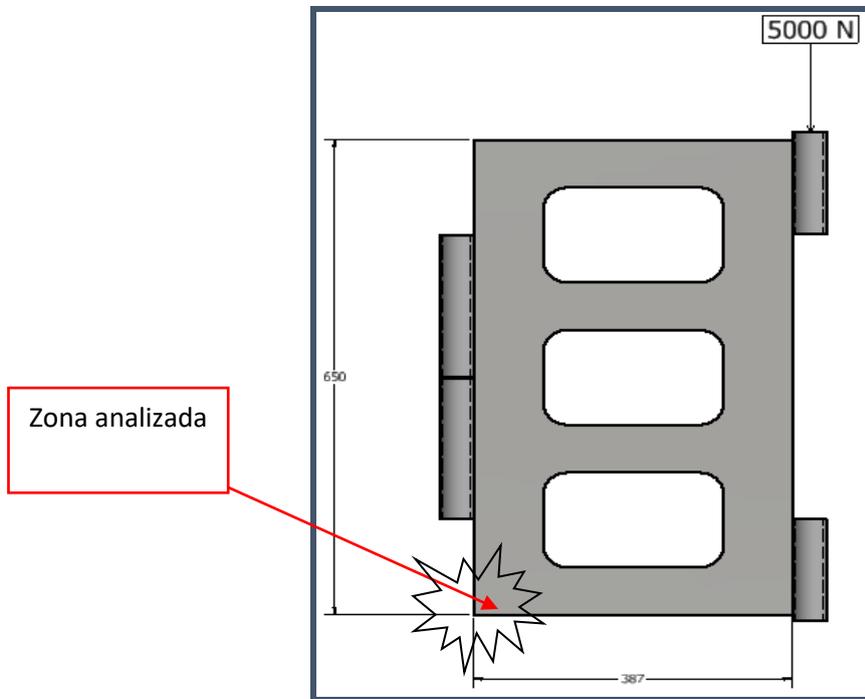


Figura 17 esquema del elemento a analizar, dimensionamiento y zona de análisis

Nota: Modelado mediante el programa Inventor

$S_y := 36 \text{ ksi}$ Esfuerzo de fluencia del material

$F := 5000 \text{ N}$ Fuerza aplicada en la bisagra

$r := 387 \text{ mm}$ Brazo del momento

$b := 25 \text{ mm}$ Espesor de la bisagra

$h := 650 \text{ mm}$ altura de la bisagra

$c := \frac{650}{2} \text{ mm}$ distancia máxima

Traslación de fuerzas en el punto inferior

$$M := r \cdot F = (1.935 \cdot 10^3) \text{ N} \cdot \text{m}$$

Momento máximo

$$A := \frac{b \cdot h}{4} = 0.004 \text{ m}^2$$

Área transversal

$$S_1 := \frac{F}{A} = 1.231 \text{ MPa}$$

Esfuerzo cortante

$$I := \frac{1}{12} b \cdot h^3 = (5.721 \cdot 10^{-4}) \text{ m}^4$$

Inercia de la sección transversal

$$S_2 := \frac{M \cdot c}{I} = 1.099 \text{ MPa}$$

Esfuerzo flexionaste

$$S_{vm} := \sqrt{S_2^2 + S_1^2} = 1.65 \text{ MPa}$$

Esfuerzo Von Mises

Parte analítico N° 2 de acuerdo al esquema de la parte superior de la bisagra

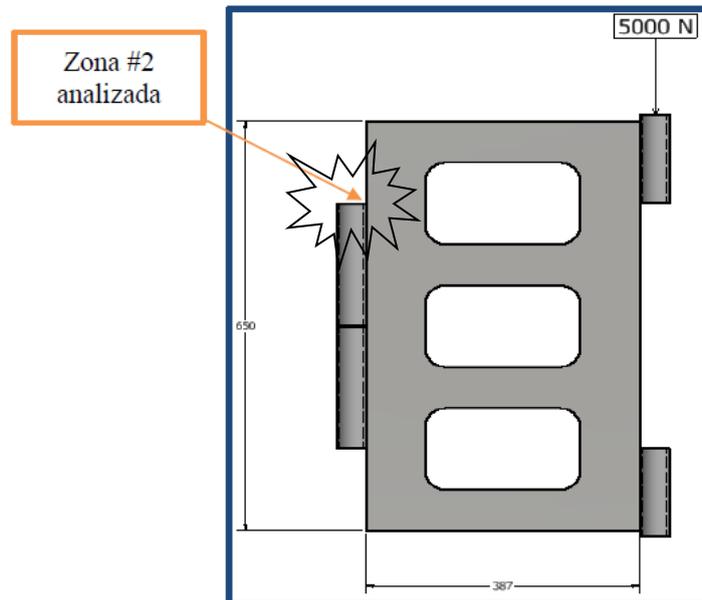


Figura 18 esquema del elemento a analizar, dimensionamiento y zona de análisis

Nota: Modelado mediante el programa Inventor

$S_y := 36 \text{ ksi}$ Esfuerzo de fluencia del material

$F := 5000 \text{ N}$ Fuerza aplicada en la bisagra

$r := 387 \text{ mm}$ Brazo del momento

$b := 25 \text{ mm}$ Espesor de la bisagra

$h := 650 \text{ mm}$ altura de la bisagra

$c := \frac{650}{4} \text{ mm}$
distancia de esfuerzo a encontrar

Translación de fuerzas en el punto inferior

$M := r \cdot F = (1.935 \cdot 10^3) \text{ N}\cdot\text{m}$ Momento máximo

$A := \frac{b \cdot h}{4} = 0.004 \text{ m}^2$ Área transversal

$S_1 := \frac{F}{A} = 1.231 \text{ MPa}$ Esfuerzo cortante

$I := \frac{1}{12} b \cdot h^3 = (5.721 \cdot 10^{-4}) \text{ m}^4$ Inercia de la sección transversal

$S_2 := \frac{M \cdot c}{I} = 0.55 \text{ MPa}$ Esfuerzo flexionante

$S_{vm} := \sqrt{S_2^2 + 3 \cdot S_1^2} = 2.201 \text{ MPa}$ Esfuerzo Von Mises

Análisis en el programa Inventor

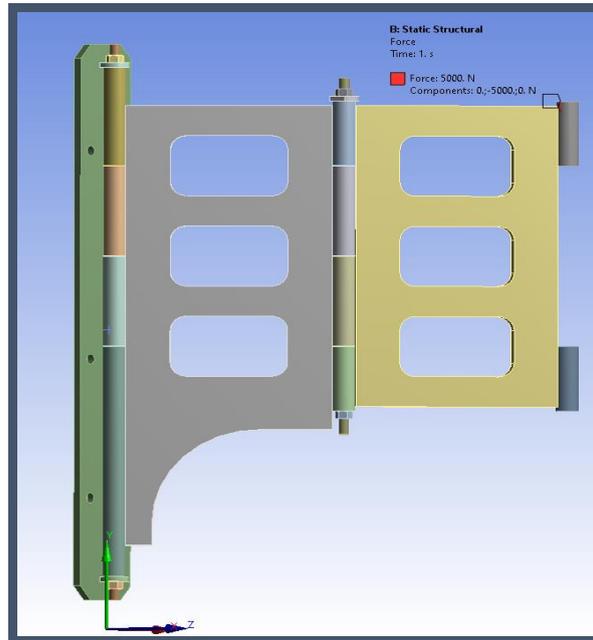


Figura 19 Distribución del esfuerzo estático bajo el programa

Nota: Modelado mediante el programa Inventor

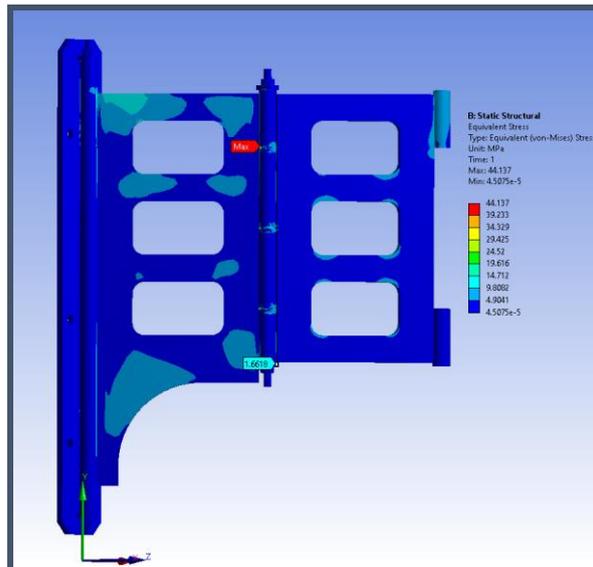


Figura 20 Resultados del programa *inventor* bajo la teoría de elementos finitos nos emite un valor de esfuerzo máximo de 44.137 MPa este valor es la demanda al esfuerzo que soportará las bisagras

Nota: Modelado mediante el programa Inventor

4.1.7.2. Desplazamiento en función al esfuerzo.

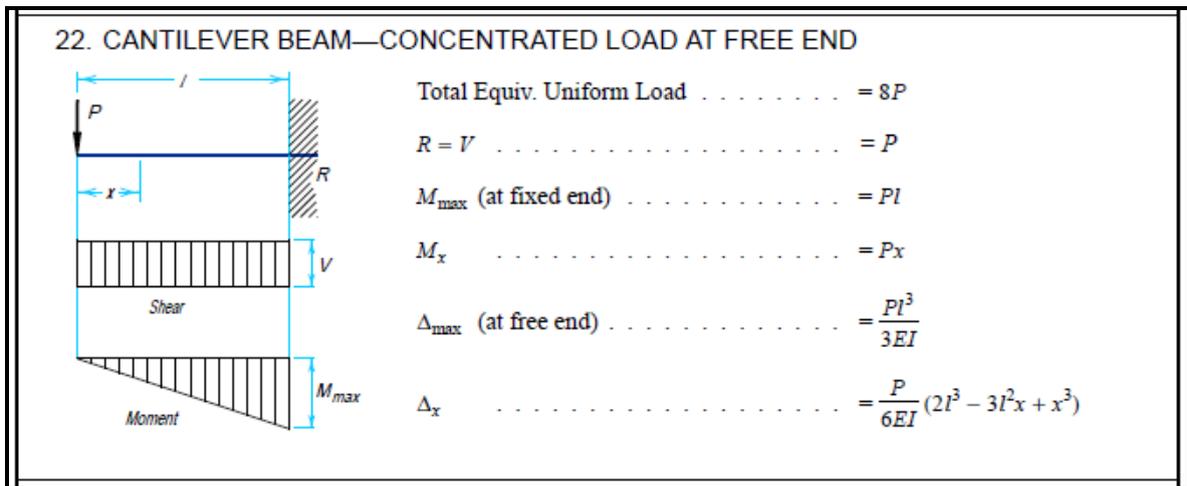


Figura 21 Formulas standard

Nota: Pagina 563 AISC. *Manual of Steel Construction*. Segunda Edición. EEUU:AISC.1994.ISBN-1-56424-041-X

Datos

Δ_{\max}
= Deformación Máxima

P = Esfuerzo (5000 N)

r = Longitud (387 mm x 2= 774mm)

E = Módulo de Elasticidad 29,000 ksi o 199947.96 MPa.

I = Momento de inercia

$$I := \frac{1}{12} b \cdot h^3 = (5.721 \cdot 10^{-4}) \text{ m}^4$$

$$r := 387 \text{ mm}$$

$$\Delta_{\max} = \frac{P r^3}{3EI}$$

$$\Delta_{\max} = \frac{5000N \cdot (0.774m)^3}{3(199947.96 \text{ MPa})(5.721 \cdot 10^{-4} \text{ m}^4)}$$

$$\Delta_{max} = 0.675 \text{ mm}$$

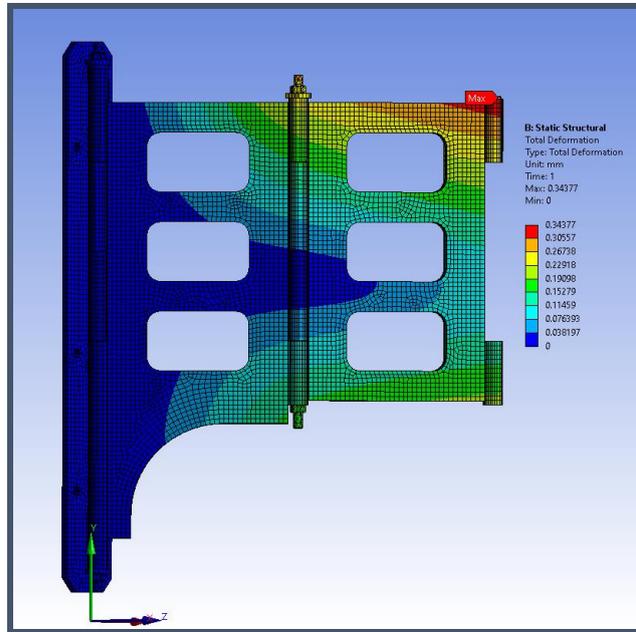


Figura 22 Resultados del programa inventor bajo la teoría de elementos finitos nos emite un valor de esfuerzo máximo de 0.34 mm

Nota: Modelado mediante el programa Inventor

4.7.1.3. Factor de seguridad.

Datos

FS = FACTOR DE SEGURIDAD

F_y = Esfuerzo máximo del A36 250 Mpa

σ = Esfuerzo máximo Von Mises

$$F.S. = \frac{F_y}{\sigma}$$

$$F.S. = \frac{250 \text{ Mpa}}{44.137 \text{ Mpa}}$$

$$F.S. = 5.66$$

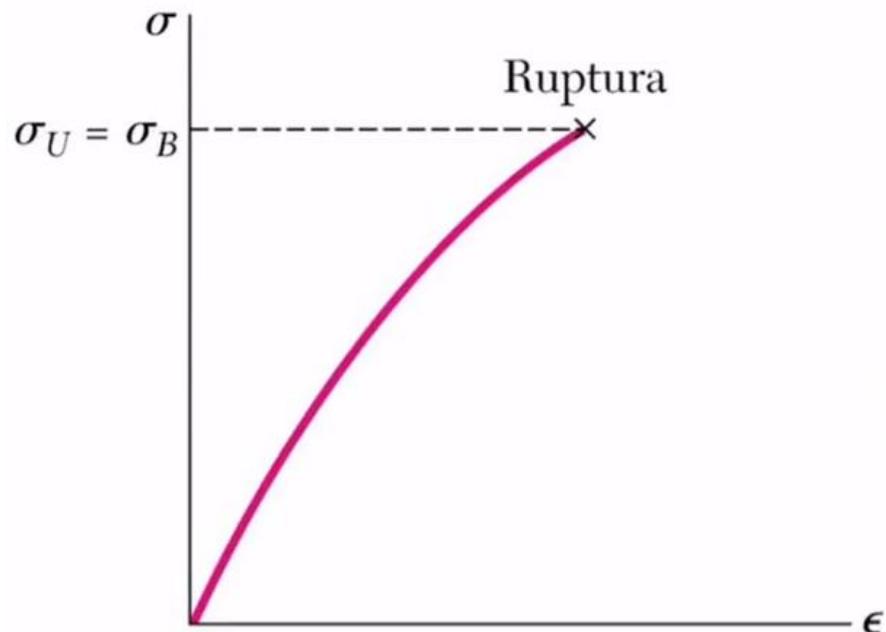


Figura 23 Los valores para el Factor de seguridad van de acuerdo al diagrama de esfuerzo deformación de materiales

Nota: Ppt del curso de mecánica de materiales

La norma internacional que da el indicador del Factor de Seguridad es:

< 1 el material falla

> 1 Ok

Los valores deben de oscilar entre 2 a 5

4.1.7.4. CÁLCULO DE RUEDAS

Carga de Compresión Admisible en las Ruedas

D rueda := 5.90 Diámetro de rueda en pulgadas.

A rueda := 1.57 Ancho de rueda en pulgadas

BHN := 175 Dureza del acero AISI 304.

P adm := $0.5 \times (24. \times \text{BHN} - 2200) / \text{Arueda} \times \text{Drueda} \times \text{lbf}$

Padm = 112.67.kN

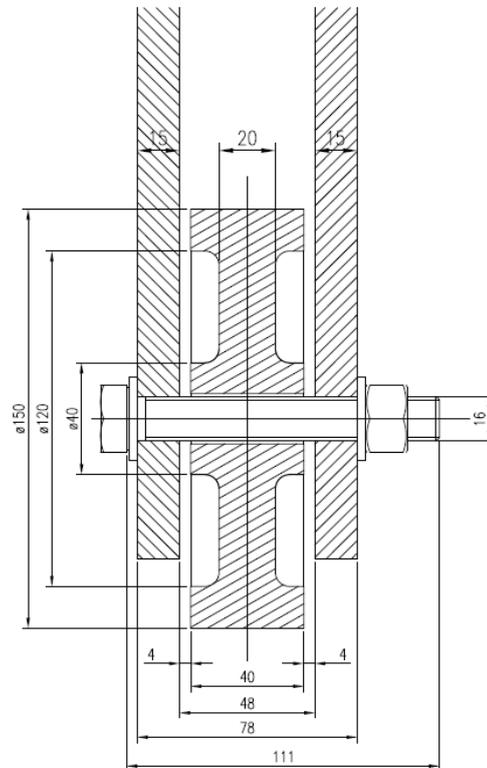


Figura 24 Esquema de rueda de traslación

Nota: Modelado mediante el programa Autocad

Carga Actuante en cada Rueda (son 2 ruedas)

$P = 2.5 \text{ kN} :::$ Padm OK!

CÁLCULO DE EJE DE RUEDA

Dimensiones del Eje (AISI 304)

Leje := 111 mm = Longitud de eje entre extremo y apoyo

Deje := 16 mm = Diámetro del eje

$P = 2.5 \text{ kN}$ Fuerza actuante en el eje

$I_{xe} = \frac{\pi}{4} \times \text{Deje}^4 / 64$ Momento de inercia

$S_{xe} := I_{xe} / \text{Deje} / 2$ Módulo de inercia

Momento Máximo

$M_{max} := P \cdot Leje$

Esfuerzo de Flexión Máximo

$\sigma_{max\ eje} := M_{max} / S_x$

$\sigma_{max\ eje} = 99.3485\text{-MPa}$ $\sigma_{admx} = 138.5895\text{-MPa}$ OK!

4.1.7.5. ESPECIFICACIONES DE SOLDADURA A EMPLEAR

- Para la realización de este proyecto vamos a emplear soldadura de aceros al carbono y baja aleación SUPERCITO 7018 y soldadura de bajo en carbono CELLOCORD 6011

| \varnothing electrodo Pulg. - mm | Longitud Pulg. - mm | Amperaje Min. - Max. |
|------------------------------------|---------------------|----------------------|
| 3/32" - 2,4mm | 14" - 350mm | 40 Amp. a 60 Amp. |
| 1/8" - 3,2mm | 14" - 350mm | 60 Amp. a 80 Amp. |
| 5/32" - 4,0mm | 14" - 350mm | 80 Amp. a 120 Amp. |
| 3/16" - 4,8mm | 14" - 350mm | 120 Amp. a 180 Amp. |
| 1/4" - 6,4mm | 18" - 450mm | 180 Amp. a 300 Amp. |

Tabla 4 Tipos de soldadura.

Nota: <https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/>

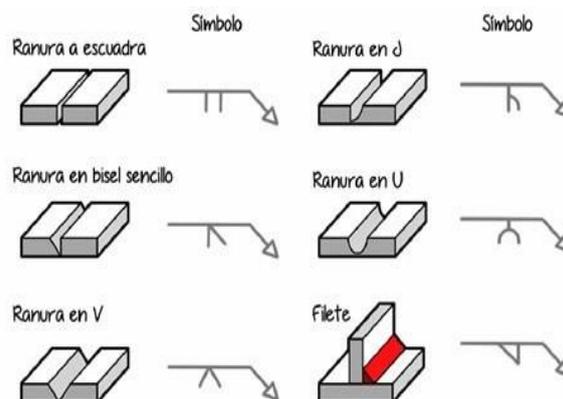


Figura 25 Tipos de soldadura

Nota: <https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/>

ESPECIFICACIONES DE SUPERCITO 7018

| Composición química (típica) del metal depositado: | | | | | | |
|---|---------------|----------------|---------------|----------|--|-------------------------|
| C 0,06%; Mn 1,00%; P 0,012%; S 0,015%; Si 0,48% | | | | | | |
| Características típicas del metal depositado: | | | | | | |
| Resultados de pruebas de tracción con probetas de metal de aporte (según norma AWS: A5.1-91): | | | | | Requerimientos según norma AWS: A5.1-91: | |
| Resistencia a la tracción : 73.000 lb/pulg ² (505 MPa) | | | | | 70.000 lb/pulg ² (480 MPa) | |
| Límite de fluencia : 63.300 lb/pulg ² (437 MPa) | | | | | 58.000 lb/pulg ² (390 MPa) | |
| Alargamiento en 50 mm. : 30% | | | | | 22% | |
| Amperajes recomendados: | | | | | | |
| Diámetro pulg. | Electrodo mm. | Longitud pulg. | Electrodo mm. | Amperaje | | Electrodos x kg. aprox. |
| | | | | min. | máx. | |
| 3/32 | 2,4 | 12 | 300 | 70 | 120 | 65 |
| 1/8 | 3,2 | 14 | 350 | 120 | 150 | 32 |
| 5/32 | 4,0 | 14 | 350 | 140 | 200 | 19 |
| 3/16 | 4,8 | 14 | 350 | 200 | 275 | 14 |
| 1/4 | 6,4 | 18 | 450 | 275 | 400 | 7 |

Figura 26 cuadro de especificaciones de soldadura 7018

Nota: Curso de soldadura

ESPECIFICACIONES DEL CELLOCORD 6011

| Composición química (típica del metal depositado): | | | | | | |
|---|---------------|----------------|---------------|----------|--|-------------------------|
| C 0,12%; Mn 0,60%; P 0,01%; S 0,020%; Si 0,24% | | | | | | |
| Características típicas del metal depositado: | | | | | | |
| Resultados de pruebas de tracción con probetas de metal de aporte (según norma AWS: A5.1-91): | | | | | Requerimientos según norma AWS: A5.1-91: | |
| Resistencia a la tracción : 72.500 lb/pulg ² (500 MPa) | | | | | 60.000 lb/pulg ² (414 MPa) | |
| Límite de fluencia : 64.000 lb/pulg ² (441 MPa) | | | | | 48.000 lb/pulg ² (331 MPa) | |
| Alargamiento en 50 mm. : 26% | | | | | 22% | |
| Amperajes recomendados: | | | | | | |
| Diámetro pulg. | Electrodo mm. | Longitud pulg. | Electrodo mm. | Amperaje | | Electrodos x kg. aprox. |
| | | | | min. | máx. | |
| 3/32 | 2,4 | 12 | 300 | 60 | 90 | 75 |
| 1/8 | 3,2 | 14 | 350 | 80 | 110 | 35 |
| 5/32 | 4,0 | 14 | 350 | 110 | 160 | 24 |
| 3/16 | 4,8 | 14 | 350 | 150 | 200 | 17 |

Figura 27 cuadro de soldadura 6011

Nota: Curso de soldadura

CALCULO DE DISTANCIA DE SOLDADURA A APLICAR

| ITEM | PIEZAS | Qty | CARAS A SOLDAR | DISTANCIA x1 | TOTAL cm |
|--------------------------|-----------------------------------|-----|----------------|--------------|----------|
| 01 | Estremos de compuerta estructural | 02 | 02 | 56.5 cm | 113.0 cm |
| 02 | Refuerzos superiores | 02 | 04 | 30.0 cm | 120.0 cm |
| 03 | Refuerzos inferiores | 04 | 08 | 24.0 cm | 192.0 cm |
| 04 | Topes superiores | 02 | 04 | 26.0 cm | 104.0 cm |
| Distancia total a soldar | | | | | 529.0 cm |

Figura 28 cuadro de metrado de soldadura

Nota: curso de soldadura

CALCULO DE SOLDADURA TOTAL

DATOS

- ❖ Aporte de soldadura por electrodo Cellocord 6011 x 1/8 (Ae) = 50 mm = 5 cm aprox.
- ❖ Aporte de soldadura por electrodo Supercito 7018 x 5/32 (Ae) = 50 mm = 5 cm aprox.
- ❖ Electrodo x kg. Aprox (Cellocord 6011 x 1/8) = 35
- ❖ Electrodo x kg. Aprox (Supercito 7018 x 5/32) = 19
- ❖ Distancia total a soldar (Dt) = 529.0 cm

➤ PARA EL CELLOCORD 6011

$$Dist.total \div Dist.aporte = Cant.elec$$

$$529.0 \text{ cm} \div 5.0 \text{ cm} = 106.0 \text{ electrodos}$$

➤ CANTIDAD DE KG A UTILIZAR

$$Cant.elec. \div Elec.Kg = kg \text{ a Utilizar}$$

$$106.0 \text{ elec} \div 35 \text{ elec} = 3.50 \text{ Kg aprox.}$$

∴ Se empleara la cantida de 3.50 kg aprox. de cellocord 6011 como raiz como primera pasada

➤ **PARA EL SUPERCITO 7018**

$$\text{Dist.total} \div \text{Dist.aporte} = \text{Cant.elec}$$

$$529.0 \text{ cm} \div 5.0 \text{ cm} = 106.0 \text{ electrodos}$$

➤ **CANTIDAD DE KG A AUTILIZAR**

$$\text{Cant.elec.} \div \text{Elec.Kg} = \text{kg a Utilizar}$$

$$106.0 \text{ elec} \div 19 \text{ elec} = 5.50 \text{ Kg aprox.}$$

∴ Se empleara la cantida de 5.50 kg aprox. de Supercito 7018 como acabado como segunda pasada

CAPÍTULO V:

5.1. CONSTRUCCIÓN

La solución técnica económica nos muestra que la alternativa solución 1 se acerca al valor unitario dando buenas posibilidades de funcionalidad en el proyecto.

medio de pernos las placas de desgaste con talón cuyo peso aproximado es de 433.30 Kilos.

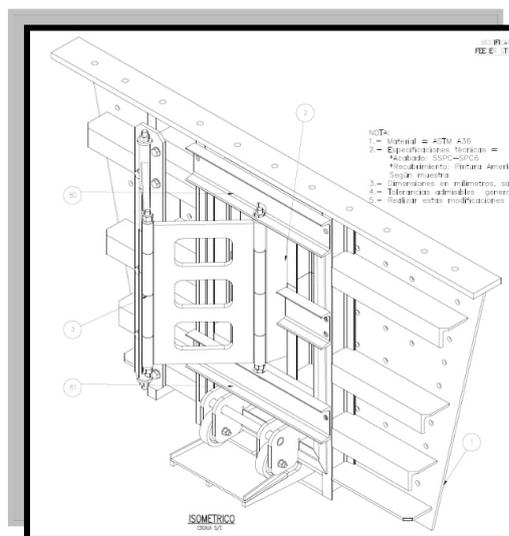


Figura 29 Vista isométrica del diseño ensamblado. Referencia plano diseñado

Nota: elaboración propia

Adicionalmente tiene la bisagra robusta reforzada el cual hace un giro de 360°, y carga consigo la puerta de 433.30 kilos haciendo que sea fácil la apertura y cierre del mismo, contiene en la parte inferior de la puerta unos guidores con ruedas que sirven de carril para centrar la puerta y sellar el vano por medio de tranqueras empernadas ver Diseño.

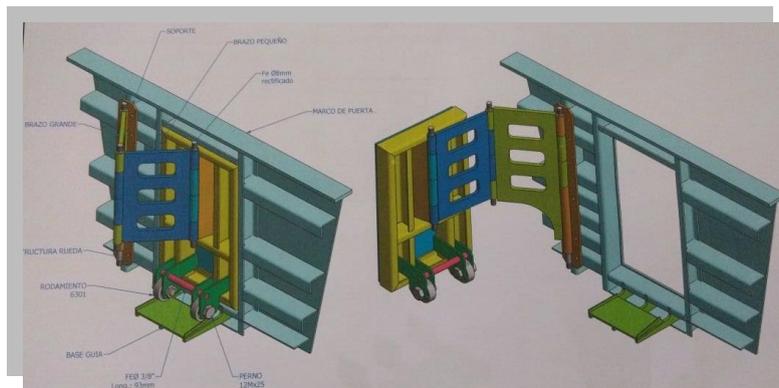


Figura 30 Vista isométrica, tridimensional de la compuerta cerrada y abierta. Referencia Plano diseñado

Nota: elaboración propia

5.2. DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

Para lograr el diseño final se trabajó con el software INVENTOR 2017 para Windows 10 tomando como base el panel existente, la información en detalle la extrajimos de los planos de SMCV, pues el ser un proyecto relativamente nuevo no había sufrido ninguna modificación, detallamos los materiales que se especificaron (propusieron) para nuestra nueva propuesta de mejora:

5.2.1. PANEL 9 MODIFICADO (407.67 Kg)

Es la estructura similar en dimensiones externas al PANEL 9 antigua tiene la abertura del vano de 1060mm x 630mm fabricado en plancha acero estructural ASTM A36 de 1/2", reforzado con ángulo de 5" x 5" x 3/8", canal C de 5 x 9, y platina de 5" x 7/16". Lleva una guía en la parte inferior tipo mesa con bordes laterales que sirven de carril para guiar a la rueda de la puerta a sellar la abertura del vano.

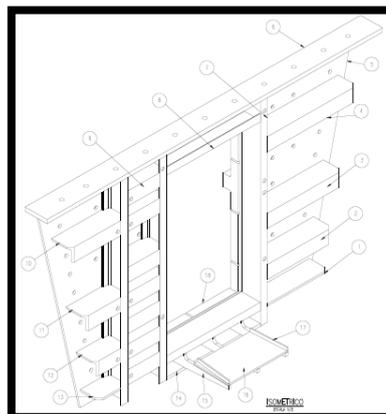


Figura 31 Vista isométrica, tridimensional del panel

Nota: elaboración propia

5.2.2. PUERTA DE ACCESO (433.30 Kg)

La estructura fabricada en plancha base de acero estructural ASTM A36 de $\frac{1}{2}$ ", reforzado con canal C de 6 x 8.2, canal C de 5 x 9, y platina de 5" x $\frac{7}{16}$ ", tubo acero al carbono de 1 $\frac{1}{4}$ " SCH 80, Tubo 1" SCH 40. Lleva una rueda guía en la parte inferior cuyo interior de rueda tiene un buje atravesado por un perno para evitar que se salga de su eje.

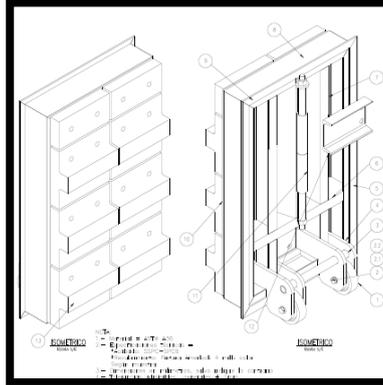


Figura 32 Vista isométrica, diseño ensamblado

Nota: elaboración propia

5.2.3. BISAGRA ABATIBLE DE 360° (124.24 Kg)

La bisagra está compuesta de 2 planchas acero estructural ASTM A36 de 1" cuya forma está diseñada para soportar el peso de la puerta de acceso de 433 Kilos, consta de tubo acero al carbono de 1 $\frac{1}{4}$ " SCH 80 entrelazados entre sí, y atravesado verticalmente con acero SAE 1020 de \varnothing 1 $\frac{1}{4}$ " dicha bisagra se une a al panel modificado a través de pernos \varnothing $\frac{5}{8}$ " por 2 $\frac{1}{2}$ " de grado 8.

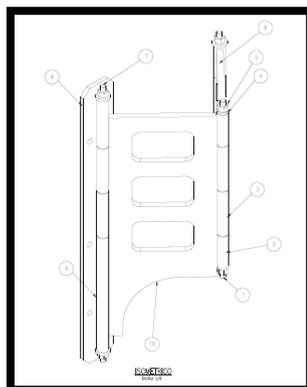


Figura 33 Vista isométrica, diseño ensamblado

Nota: elaboración propia

5.4.4. PLANOS DE DESPIECE FINALES

Se concluyó con el diseño y la elaboración de planos, en conjunto con el área de Confiabilidad de Sociedad Minera Cerro Verde S.A.A. en dicha área se validó el diseño a través de la elaboración de planos estructurales y cálculo de esfuerzos. En las figuras N°6 y 7, se puede apreciar el plano final de la herramienta y los cálculos de esfuerzos realizados a través de la herramienta Inventor 2017.

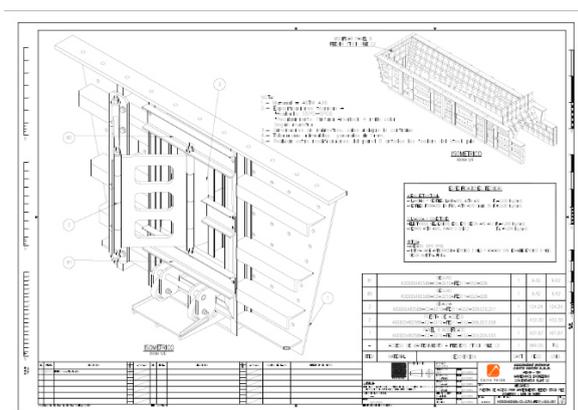


Figura 34 Vista isométrica, diseño ensamblado

Nota: elaboración propia

5.3. Pruebas en escala

Fabricación en escala 1:4 del primer y único prototipo.

El primer prototipo a escala consistió en fabricar a escala de reducción 1:4 la compuerta, el material inicial propuesto fue en madera y triley, pero al no tener consistencia y dificultades para unir las partes por medio de cola o tornillo se cambia a uno metálico con planchas de 1/16" y 1/4", el ensamblado fue más práctico por que usamos soldadura eléctrica SAW, las tranqueras son planchas plegadas para darle en escala las dimensiones similares al original propuesto en el plano. ver figura N°44.



Figura 35 Maqueta del prototipo fabricado íntegramente en metal Fotografía tomada de los archivos

Nota: elaboración propia.

CONCLUSIONES

1. El presente diseño mostro buenos resultados los cuales fueron verificados en el prototipo teniendo maniobrabilidad para operar sin dificultades tienen un grado de operatividad funcional el poder abrirse a 360 grados deja libre el vano para que el personal pueda ingresar sin dificultades.
2. Se diseñó la compuerta bajo la norma ISO Y VDI 2222 Y VDI 2225 normas internacionales alemanas con parámetros milimétricos que permiten un mayor entendimiento de los planos para su correcta fabricación.
3. Se elaboraron los planos de fabricación al detalle de la compuerta. Mostrando cada elemento con dimensiones milimétricas detalles de sujeción y empernado, son 11 planos que brindaran un fácil entendimiento en la fabricación
4. Se validó el diseño con la parte analítica con resultados matemáticos de esfuerzo deformación, así como desplazamiento y factor de seguridad, los cuales fueron validados por el software teniendo una ligera variación que es inofensiva

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

GALLEGOS Sullca Yovani. (2011) en su Informe de suficiencia para optar título profesional *Diseño de una compuerta hidráulica tipo vagón de 1300 x 1383 mm.* (Informe para obtener el título profesional de Ingeniero mecánico, Universidad Nacional de Ingeniería, Perú).

RODIRGUES Penagos David. en el año 2012 en su Tesis *Diseño y Modelamiento de las uniones soldadas de las compuertas planas.* (Monografía para optar el título de especialista en soldaduras, Universidad libre de Colombia,

QUIJADA Orellana Marco (2012) en su Tesis *Diseño de una estampadora de conformado de placa metálica de 50 tn para la fabricación de bisagras.* (Tesis para optar el Título de Ingeniero Mecánico, Universidad Nacional del Centro del Perú, Perú).

GUILLEN W. King (2015) en su revista *Análisis del diseño y manufactura, de una bisagra con cambios de sección con dobleces y apoyos* (Revista de iniciación científica Universidad Tecnológica de Panamá, Panamá).

BUDYNAS Richard G. *Diseño en ingeniería mecánica de*

SHINGLEY. octava edición. Mexico:McGraw-Hill Interamericana Editores.2008.ISBN-10:970-10-6404-6

MOTT Robert L. *Diseño de elementos de Maquinas.* Cuarta edición. España:Person Educación.2006.ISBN-970-26-0812-0

VIRGIL Moring Faires. *Diseño de Maquinas.* Cuarta edición. España:Montaner y Simon S.A.2004.ISBN-13-9788427403062

CARLES Riba Romeva Selección de materiales en el diseño de máquinas. Primer Edición UPC 2008. ISBN:978-84-9880-406-5

AISC. *Manual of Steel Construction*. Segunda Edición. EEUU:AISC.1994.ISBN-1-56424-041-X

SEMCO CAD.Manual de Inventor 2011.Peru:Semco Cad.2011.

Diseño de compuertas. Recurso internet. Sitio Web de Google (Fecha de consulta 02 de Marzo del 2019) disponible en <http://hidromont.es/calculo-mecanico-de-compuertas/>

Tesis de compuertas. Recurso internet. Sitio Web de Google (Fecha de consulta 02 de marzo del 2019) disponible en <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/12509/1/UPS-CT006478.pdf>

Tesis de compuertas. Recurso internet. Sitio Web de Google (Fecha de consulta 02 de marzo del 2019) disponible en https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/RNAP_35f41214a61f1edb859a6c24c8ff0484

Tesis de Bisagras y sus respectivos tipos repositorio de la UNCP. Recurso internet. Sitio Web de Google (Fecha de consulta 08 de Julio del 2019) disponible en <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/179>

Tesis de materiales de acero Rodillos de Laminando el acero en formas intermedias-lupas, tochos y planchas. Sitio Web de Google fecha de consulta el 05 Marzo del 2019) disponible

<http://.acero-s.webcindario.com/lamina.html>

Proceso de deformación de materiales Sitio Web de Google (fecha de consulta el 05 Marzo del 2019) disponible en <http://procesosiupsm.blogspot.com/2016/02/la-deformacion-plastica-y-sus.html>

ANEXOS

| MATRIZ DE CONSISTENCIA | | |
|---|---|---|
| <p>TITULO: Diseño de compuerta abatible para acceso a alimentadores de placas D7 Ubicado bajo la pila de mineral grueso Arequipa 2019</p> <p>ASESOR: Prof. Ing. Jonathan Sánchez</p> | | |
| FORMULACIÓN DEL PROBLEMA | OBJETIVOS | JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA |
| <p>¿Es posible diseñar compuerta abatible que permita el acceso del personal técnico hacia el interior de los alimentadores de placas D7, para el cambio de placas de desgaste ubicado en la pila de materia grueso?</p> <p>¿Se puede elaborar planos de fabricación?</p> <p>¿Se puede diseñar una compuerta según especificaciones del sistema ISO?</p> <p>¿Se puede simular por medio de Software Inventor la</p> | <p>General: Diseñar compuerta abatible que permita el acceso hacia los alimentadores de placas D7, ubicado dentro del túnel bajo la pila de mineral.</p> <p>Específicas: Diseñar compuerta abatible a detalle bajo las consideraciones técnicas del sistema ISO.</p> <p>Elaborar planos de fabricación a detalle de la compuerta abatible.</p> <p>Validar el diseño simulado con parte analítica utilizando software inventor</p> | <p>El presente diseño de la compuerta abatible, nos permitirá que el personal de mantenimiento ingresar dentro de los alimentadores de placas de forma segura frente a la dificultad que muestra actualmente, para que posterior a una inspección puedan realizar el cambio de las placas laterales de desgaste (Liner) los cuales son propias del mantenimiento preventivo del alimentador el cual se realiza cada 4 meses. El diseño que se propone se desarrollará bajo las normas DIN, y justificados el análisis de esfuerzos bajo el programa Inventor.</p> |

El presente trabajo tiene el costo de ingeniería detallado en el siguiente cuadro

| ITEM | DESCRIPCIÓN | UND | CANTIDA NETA | USD | TOTAL |
|---------------------------------|---------------------------|-----|--------------|-------|-----------------|
| 1. | Ingeniero de Planeamiento | hr | 12 | 10 | 120 |
| 2. | Ingeniero Estructurista | hr. | 48 | 11.98 | 575.04 |
| 3. | Dibujante | hr | 96 | 9.68 | 929.28 |
| 4. | Transporte | día | 6 | 80 | 480 |
| 5. | Alimentación | día | 6 | 50 | 300 |
| 6. | Maqueta Metálica | c/u | 1 | 200 | 200 |
| MONTO TOTAL DEL SERVICIO | | | | | 2,604.33 |

Costo del servicio si se fabricase en escala 1/1

| DESCRIPCIÓN | MONEDA | COSTO |
|---|------------|-----------------|
| 1. Fabricación de la compuerta de acuerdo al diseño y planos de fabricación | USD | 2 993.00 |
| 2. Orden de Servicio para el cambio efectivo de la compuerta | USD | 1 200.00 |
| Inversión total | USD | 4 193.00 |

Nota: Costo de inversión por única vez por cada alimentador de placa.

Costo detallado de materiales considerando que se estaría fabricando 8 compuertas

| LISTA DE MATERIALES | | | | | | | | | | |
|---|---------|--------------------------|----------|------------------|--------|-------|-------------------------------------|--|------------|------------|
| PUERTAS DE ACCESO PARA MANTENIMIENTO FEEDER STOK PILE | | | | | | | | | | |
| | CODIGO | DESCRIPCION | CANTIDAD | DIMENSIONES (mm) | | | PESO (Kg/m) (kg/m ²) | AREA (m ² /m) (m ² /m ²) | PESO tot | AREA tot |
| | | | | ESPESOR | LARGO | ANCHO | | | | |
| pared | | 1 platina de 5" x 7/16" | 1 | | 454 | | 11.07860688 | 0.279 | 5.02968752 | 0.126666 |
| | | 2 L 5"x 3.5"x 3/8" | 1 | | 481 | | 18.3 | 0.508 | 8.8023 | 0.244348 |
| | | 3 L 5"x 3.5"x 3/8" | 1 | | 543 | | 18.3 | 0.508 | 9.9369 | 0.275844 |
| | | 4 L 5"x 3.5"x 3/8" | 1 | | 646 | | 18.3 | 0.508 | 11.8218 | 0.328168 |
| | | 5 plancha de 1/2" | 1 | | 1330 | 2139 | 99.695 | 2 | 283.619315 | 5.68974 |
| | | 6 plancha de 1" | 1 | | 152 | 2265 | 199.3 | 2 | 68.615004 | 0.68856 |
| | | 7 canal C 5 x 9" | 3 | | 1355 | | 13.392 | 0.446 | 54.43848 | 1.81299 |
| | | 8 canal C 5 x 9" | 2 | | 635 | | 13.392 | 0.446 | 17.00784 | 0.56642 |
| | | 9 L 5"x 3.5"x 3/8" | 7 | | 257.84 | | 18.3 | 0.508 | 33.029304 | 0.91687904 |
| | | 10 L 5"x 3.5"x 3/8" | 1 | | 430 | | 18.3 | 0.508 | 7.869 | 0.21844 |
| | | 11 L 5"x 3.5"x 3/8" | 1 | | 335 | | 18.3 | 0.508 | 6.1305 | 0.17018 |
| | | 12 L 5"x 3.5"x 3/8" | 1 | | 265 | | 18.3 | 0.508 | 4.8495 | 0.13462 |
| | | 13 platina de 5" x 7/16" | 1 | | 193 | | 11.07860688 | 0.279 | 2.13817113 | 0.053847 |
| | | 14 platina de 5" x 7/16" | 1 | | 635 | | 11.07860688 | 0.279 | 7.03491537 | 0.177165 |
| | | 15 Plancha de 5/8 | 3 | | 121 | 432 | 124.619 | 2 | 19.5422531 | 0.313632 |
| | | 16 plancha de 1/2" | 1 | | 405 | 235 | 99.695 | 2 | 9.48847163 | 0.19035 |
| | | 17 plancha de 1/4 | 2 | | 432 | 25 | 49.848 | 2 | 1.0767168 | 0.0432 |
| 2 | visagra | 1 fe liso 1 1/4" | 2 | 1550 | 775 | | 8.90282316 | 0.1 | 13.7993759 | 0.155 |
| | | 2 tubo de 1 1/4" SCH 80 | 4 | 576 | 144 | | 4.47 | 0.133 | 2.57472 | 0.076608 |
| | | 3 tubo de 1 1/4" SCH 80 | 6 | 1188 | 198 | | 4.47 | 0.133 | 5.31036 | 0.158004 |
| | | 4 Plancha de 3/8 | 6 | | 70 | 70 | 74.771 | 2 | 2.1982674 | 0.0588 |
| | | 6 plancha de 1" | 1 | | 655 | 392 | 199.3 | 2 | 51.172268 | 0.51352 |
| | | 7 fe liso 1 1/4" | 1 | 1198 | 1198 | | 8.90282316 | 0.1 | 10.6655821 | 0.1198 |
| | | 8 plancha de 5/8 | 1 | | 155 | 1205 | 124.619 | 2 | 23.2757137 | 0.37355 |
| | | 9 tubo de 1 1/4" SCH 80 | 1 | 502 | 502 | | 4.47 | 0.133 | 2.24394 | 0.066766 |
| | | 10 plancha de 1" | 1 | | 392 | 955 | 199.3 | 2 | 74.609948 | 0.74872 |
| | | 11 tubo de 1 1/4" SCH 80 | 1 | 215 | 215 | | 4.47 | 0.133 | 0.96105 | 0.028595 |
| | | 1 garrucha | 2 | 50.8 | 160 | 160 | 398.78 | 2 | 20.417536 | 0.1024 |
| | | 2 tubo de 1" SCH 40 | 1 | | 383 | | 2.5 | 0.105 | 0.9575 | 0.040215 |
| | | 3 plancha 5/8" | 4 | | 282 | 205 | 124.619 | 2 | 28.8168976 | 0.46248 |
| 4 platina 1 1/2" x 1/4" | 2 | | 1095 | | 1.905 | 0.089 | 4.17195 | 0.19491 | | |
| INTERMEDIO | puerta | 5 canal C 5 x 9" | 1 | | 615 | | 13.42 | 0.446 | 8.2533 | 0.27429 |
| | | 6 canal C 5 x 9" | 2 | | 1035 | | 13.42 | 0.446 | 27.7794 | 0.92322 |
| | | 7 canal C 5 x 9" | 2 | | 635 | | 13.42 | 0.446 | 17.0434 | 0.56642 |
| | | 8 canal C 5 x 9" | 2 | | 1045 | | 13.42 | 0.446 | 28.0478 | 0.93214 |
| | | 9 platina 1 1/2" x 1/4" | 2 | | 665 | | 1.905 | 0.089 | 2.53365 | 0.11837 |
| HORIZONTAL | | 10 plancha 1/2" | 1 | | 1035 | 605 | 99.695 | 2 | 62.4265166 | 1.25235 |
| | | 11 canal C 6 x 8,2 | 1 | | 252 | | 12.23 | 0.5 | 3.08196 | 0.126 |
| VERTICAL | | 1 canal C 6 x 8.2 | 1 | | 731 | | 12.218 | 0.511 | 8.931358 | 0.373541 |
| | | 2 canal C 6 x 8.2 | 1 | | 731 | | 12.218 | 0.511 | 8.931358 | 0.373541 |
| 1 | seguro | | | | | | | total | 958.63401 | 19.990289 |

| Ítem | Descripción | Precio unitario US\$ | Cantidad | Sub total US\$ |
|------|-------------------------------|----------------------|----------|----------------|
| 01 | Compuerta accesorio posterior | 2,993.00 | 01 | 2,993.00 |