



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Diseño mecánico de brazo oleohidráulico para optimizar las
operaciones de izaje de construcciones estructurales
metalmecánicas en la empresa Macris

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Mecánico Electricista

AUTORES:

Perez Vasquez, Joel (orcid.org/0009-0004-0689-1518)

Silvestre Trujillo, Carlos Daniel (orcid.org/0009-0004-2960-5377)

ASESORA:

Mg. Sovero Lazo, Nelly Roxana (orcid.org/0000-0001-5688-2258)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Modelamiento y Simulación de Sistemas Electromecánicos

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

**TRUJILLO- PERÚ
2024**

Dedicatoria

A mis padres ya que ellos son
El motivo para cumplir con este Objetivo

Carlos Daniel Silvestre Trujillo

Este trabajo de investigación es dedicado,
con mucho cariño a mis padres y familia
por su apoyo continuo.

Pérez Vázquez, Joel

Agradecimiento

Primeramente, agradecer a Dios por
Guiarme y darme claridad en este camino,
Agradecer también a la empresa Macris por haberme
brindarme el apoyo necesario para realizar este
Trabajo.

Carlos Daniel Silvestre Trujillo

A Dios por la vida y la sabiduría que nos brinda
para seguir adelante y todos mis profesores que
me ayudaron en mi formación.

Pérez Vázquez, Joel



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, SOVERO LAZO NELLY ROXANA, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, asesor de Tesis titulada: "Diseño mecánico de brazo oleohidráulico para optimizar las operaciones de izaje de construcciones estructurales metalmecánicas en la empresa Macris", cuyos autores son SILVESTRE TRUJILLO CARLOS DANIEL, PEREZ VASQUEZ JOEL, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 16.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

TRUJILLO, 13 de Marzo del 2024

| Apellidos y Nombres del Asesor: | Firma |
|---|---|
| NELLY ROXANA SOVERO LAZO DNI: 20048561 ORCID: 0000-0001-5688-2258 | Firmado electrónicamente por: NRSOVEROS el 19- 03-2024 11:53:21 |

Código documento Trilce: TRI - 0740139



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Originalidad de los Autores

Nosotros, SILVESTRE TRUJILLO CARLOS DANIEL, PEREZ VASQUEZ JOEL estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Diseño mecánico de brazo oleohidráulico para optimizar las operaciones de izaje de construcciones estructurales metalmecánicos en la empresa Macris", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. Hemos mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

| Nombres y Apellidos | Firma |
|---|---|
| CARLOS DANIEL SILVESTRE TRUJILLO DNI: 75103451 ORCID: 0009-0004-2960-5377 | Firmado electrónicamente por: CDSILVESTRE el 13-03-2024 18:01:49 |
| JOEL PEREZ VASQUEZ DNI: 46660778 ORCID: 0009-0004-0689-1518 | Firmado electrónicamente por: JOELP el 13-03-2024 20:58:55 |

Código documento Trilce: TRI - 0740137

Índice de contenidos

| | |
|--|------|
| Carátula... | i |
| Dedicatoria | ii |
| Agradecimiento..... | iii |
| Declaratoria de Autenticidad de Asesor | iv |
| Declaratoria de Originalidad de los Autores | v |
| Índice de contenidos..... | vi |
| Índice de tablas..... | viii |
| Índice de figuras | ix |
| Resumen | x |
| Abstract | xi |
| I. INTRODUCCIÓN | 1 |
| II. MARCO TEÓRICO..... | 4 |
| III. METODOLOGÍA | 11 |
| 3.1. Tipo y diseño de investigación | 11 |
| 3.2. Variables y operacionalización | 12 |
| 3.3. Población muestra y muestreo | 12 |
| 3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos | 13 |
| 3.5. Procedimientos..... | 13 |
| 3.6. Métodos análisis de datos | 14 |
| 3.7. Aspectos éticos | 14 |
| IV. RESULTADOS | 15 |
| V. DISCUSIÓN | 19 |

| | | |
|------|----------------------|----|
| VI. | CONCLUSIONES..... | 23 |
| VII. | RECOMENDACIONES..... | 24 |
| | REFERENCIAS..... | 25 |
| | ANEXOS..... | 29 |

Índice de tablas

| | |
|--|----|
| Tabla 1. Estimación de recursos y características del equipo actual para la operación de izaje. | 15 |
| Tabla 2. resultados del diseño optimizado | 16 |
| Tabla 3. Análisis de costo- beneficio de la inversión para la fabricación del brazo oleohidráulico | 17 |
| Tabla 4. Resultados para el diseño mecánico para el brazo oleohidráulico. | 18 |

Índice de figuras

| | | |
|------------------|--|----|
| Figura 1. | Interfaz CAD del programa INVENTOR..... | 10 |
| Figura 2. | Interfaz CAE del programa INVENTOR | 10 |
| Figura 3. | Diseño asistido por computadora/Análisis de elementos finitos..... | 16 |
| Figura 4. | diseño del brazo oleohidráulico..... | 18 |

Resumen

Esta investigación tuvo como objetivo general realizar el diseño mecánico de un brazo oleohidráulico para optimizar las operaciones de izaje de construcciones estructurales metalmecánicas en la empresa Macris. Esta investigación es de tipo aplicada, diseño no experimental, con un enfoque cuantitativo de tipo transversal de alcance descriptivo, la población tomada fue las construcciones estructurales realizadas en un periodo de 12 meses en la empresa, y la muestra fueron las construcciones estructurales realizadas en un periodo de 2 meses, los resultados obtenidos fueron en primer lugar que la empresa cuenta con un equipo de izaje obsoleto que hace que sus operaciones de izaje sean de un promedio de 11 minutos por operación, y requiere al menos de 5 trabajadores para llevarla a cabo, posteriormente se logró diseñar haciendo uso del SolidWorks un brazo oleohidráulico telescópico con capacidad de carga hasta 2 toneladas, con altura elevación de 4.17 m , y alcance horizontal de 2.26 m, finalmente se evaluó el beneficio costo de la fabricación de brazo oleohidráulico el cual arrojó un VAN de s/.23,008.17 y una TIR del 22% , se llegó a la conclusión que el diseño optimizó las operaciones de izaje de la empresa y su fabricación sería rentable.

Palabras clave: Diseño mecánico, brazo oleohidráulico, simulación, SolidWorks.

Abstract

The general objective of this research was to carry out the mechanical design of an oleohydraulic arm to optimize the lifting operations of metal-mechanical structural constructions in the Macris company. This research is of an applied type, non-experimental design, with a transversal quantitative approach of descriptive scope, the population taken was the structural constructions carried out in a period of 12 months in the company, and the sample was the structural constructions carried out in a period of 2 months, the results obtained were firstly that the company has obsolete lifting equipment that makes its lifting operations take an average of 11 minutes per operation, and requires at least 5 workers to carry it out. , later it was possible to design using SolidWorks a telescopic olehydraulic arm with a load capacity of up to 2 tons, with a lifting height of 4.17 m, and a horizontal reach of 2.26 m, finally the cost benefit of the manufacture of the olehydraulic arm was evaluated, which yielded an NPV of s/.23,008.17 and an IRR of 22%, it was concluded that the design optimized the company's lifting operations and its manufacturing would be profitable.

Keywords: Mechanical design, hydraulic arm, simulation, SolidWorks.

I. INTRODUCCIÓN

Según (TAVERA COLONNA, 2020) hoy en día el rol que juega el sector metalmeccánico es muy importante debido a que reside en los usos diversos de los productos que genera y es un sector realmente estratégico para el desarrollo de un país. La demanda de trabajo en las industrias del sector metalmeccánico va en crecimiento constante, entonces es importante que cada empresa busque ser más eficiente con la finalidad de realizar trabajos con calidad y sobre todo cumplir con tiempos de entrega de servicios, y también el ahorro de costos. En consecuencia, esto obliga a que las empresas que se dedican al sector de la fabricación y montajes metalmeccánicos, implementen equipos y máquinas para permitir un trabajo más eficiente y seguros, además para generar ventajas frente a sus competidores en el sector metalmeccánico, entonces con ello surge la necesidad de diseñar y fabricar nuevas máquinas tecnológicas que involucran la innovación y creatividad. De acuerdo con la empresa (BOLTRONIC, 2022), en su blog informativo de su página web, ellos mencionan los beneficios que trae el diseño y fabricación de una maquinaria industrial a medida, como lo son el ajuste personalizado de acuerdo a las necesidades de la empresa, optimización de los tiempos de producción, estandarización de productos, aumento de la productividad de la planilla laboral, y mejora la seguridad.

Dentro del sector metalmeccánico estas actividades son bastante comunes y necesarios, el cual toda empresa del sector en algún momento necesita tener para la realización de sus servicios, nos referimos al izaje y transporte de cargas pesadas. Pero existen empresas que realizan estas operaciones de izaje de manera empírica o con equipos obsoletos y en estado deteriorado, en consecuencia, aumenta los accidentes de trabajo, de acuerdo con los reportes del ministerio de trabajo en el mes de setiembre 2023, se reportó en el sector manufacturero 688 notificaciones de accidentes entre accidentes mortales, de trabajo e incidentes

Tener una máquina de izaje el cual realice los trabajos más rápido es un gran beneficio, debido a que, su adquisición trae cambios significativos en varios aspectos para una empresa, pero en tema de costos estas máquinas son realmente

caras si se las adquiere de un fabricante externo que se dedique a la venta y diseño de estas máquinas, y en ocasiones dichas máquinas deben cumplir parámetros específicos propios de una empresa el cual aumenta su costo.

Se comprobó que la empresa Macris realiza sus operaciones de izaje de manera insegura, porque hacen uso de un pórtico con un tecla de cadena manual, el cual fue fabricado de manera hechiza por ellos mismos, por otro lado, la maniobra de este equipo es muy peligroso que expone a sus trabajadores a sufrir accidentes laborales, debido a que, tienen que estar cerca de la carga suspendida para accionar la cadena y otros trabajadores deben empujar el caballete para trasladar la carga a los lugares requeridos, se determinó que sus operaciones de izaje son lentas, a pesar de que sus construcciones metalmecánicas no son demasiado pesados; de acuerdo con los autores (Dynamic human systems risk prognosis and control of lifting operations, 2023) en su artículo evidencian que desafortunadamente los factores humanos de manera individual o como equipo ponen en riesgo la seguridad y la eficiencia de las operaciones de elevación por otro lado las estadísticas de accidentes laborales en las empresas, según el reporte para el mes de setiembre 2023 del ministerio de trabajo y promoción del empleo, se reportaron 18 accidentes por esfuerzos excesivos y falsos movimientos en el sector manufacturero. (GOB.PE, 2022)

Por lo tanto, según el enfoque del proyecto y la realidad problemática descrita, el problema general para esta investigación fue representado por la siguiente pregunta, ¿Cómo será el diseño mecánico de un brazo oleohidráulico para optimizar las operaciones de izaje de construcciones estructurales metalmecánicas en la empresa Macris?, y los problemas específicos se representaron por los siguientes preguntas específicas, ¿cuáles son los recursos y características del equipo de izaje actual para las operaciones de izaje de construcciones estructurales metalmecánicas en la empresa Macris?, ¿Cuál será el diseño y simulación para el brazo oleohidráulico utilizando el software SolidWorks?, ¿Cual será la rentabilidad de la fabricación del brazo oleohidráulico evaluado mediante las herramientas financieras VAN y TIR ?.

De no haberse realizado este trabajo de investigación, podría aumentar la cifra de accidentes laborales, además la empresa podría perder servicios debido a que no cuenta con una máquina que le permita agilizar sus procesos y las operaciones de izaje de sus construcciones estructurales dentro de su área de fabricación.

En esta investigación se planteó como objetivo general Realizar el diseño mecánico de un brazo oleohidráulico para optimizar las operaciones de izaje de construcciones estructurales metalmecánicas en la empresa Macris, el diseño fue enfocado y adaptado para mejorar sus tiempos de operaciones de izaje y reducir la cantidad de intervención humana en sus operaciones de izaje para reducir las probabilidad accidentes laborales dentro del área de fabricación y montaje de la empresa, y además fue diseñado teniendo en cuenta el beneficio costo que traería para la empresa, para que puedan tenerlo como opción de fabricación.

El objetivo general de esta investigación se desglosó en tres objetivos específicos para llegar un diseño final óptimo, primero se enfocó en determinar la realidad actual de los izajes de construcciones estructurales metalmecánicas, posteriormente mediante el diseño asistido por computadora se realizó un prototipo de diseño inicial para después optimizarlo en base a normas de factores de seguridad y ecuaciones de elemento de máquinas, y finalmente se realizó el análisis de costo beneficio del diseño final del brazo oleohidráulico.

En la actualidad estos trabajos se realizan mediante software de simulaciones para modelar y validar los diseños, para esta investigación se realizó diseño mecánico con ayuda del software SolidWorks en ello se calcularon reacciones y momentos máximos.

Por lo antes mencionado surgió la hipótesis de que el diseño el diseño mecánico del brazo oleohidráulico será aquel que optimice las operaciones de izaje de las construcciones estructurales metalmecánico mejorando así la calidad de equipos, reduciendo el personal para su manipulación durante las maniobras y el mejorar los tiempos de operaciones de izaje.

II. MARCO TEÓRICO

En esta parte del proyecto se va a describir, las bases teóricas y fundamentaciones científicas que guardan relación con el tema a investigar. Los autores (desing and finite elements analysis of a hydraulic excavator,s robot arm siytem, 2019) desarrollaron su artículo en una revista de una universidad de Estambul, Turquía, para el cual se propusieron 3 objetivos, el primero diseñar los componentes del brazo robótico de una excavadora utilizando el software SolidWorks (CAD), segundo realizar el análisis de tensión a los componentes por elementos finitos sin optimizar y tercero optimizar el diseño con la finalidad de reducir pesos. La muestra para el estudio fue sobre una retroexcavadora, para realizar este estudio se utilizó el software SolidWorks mediante el CAD para el diseño, y luego el análisis por tensión a los componentes mediante el CAE. El resultado del primer análisis de elementos finitos arrojó que las tensiones estaban muy por debajo del material inicial propuesto, esto suponía que era seguro, pero era muy pesado y costoso, posteriormente cambiaron el material, redujeron medidas y volvieron a realizar el análisis cuyos resultados optimizados fueron de 117.5 Mpa de tensión máxima para el brazo principal, para la pluma su valor es de 40.481 Mpa y para la cuchara de 131.05 Mpa. se concluyó que los componentes del brazo después de la optimización también son confiables ya que los valores están por debajo del límite elástico del nuevo material asignado que tenía un límite elástico de 250 Mpa.

En busca de información internacional se tiene el artículo, ((Desing and analysis of the hydraulic arm for mounting on a light goods vehicle, 2016)), desarrollada en la universidad de Zilina Republica de Eslovaquia, los ingenieros tuvieron como objetivo adaptar un brazo hidráulico a un carro ligero, con una solicitud de carga máximo hasta 300 kg. El proceso de análisis numérico lo realizaron en dos modalidades, mediante cálculos analíticos y posteriormente lo comprobaron utilizando el análisis de elementos finitos. El material que seleccionaron para su diseño fue un acero STN 11 423, debido a que, tenía una buena soldabilidad, era relativamente económico además sus propiedades mecánicas eran adecuadas para la aplicación, seleccionaron provisionalmente un perfil TR4 HR-120X100X6, para su posterior análisis. Como resultado del estrés máximo obtuvieron que analíticamente les dio un valor de 75.5 Mpa, y mediante análisis de elementos finitos obtuvieron un intervalo de 80-86, concluyeron entonces que los valores

obtenidos eran prácticamente idénticos y están por debajo del límite elástico seleccionado entonces el diseño era seguro y podría ponerse en funcionamiento. En la tesis del autor (CRUZADO VASQUEZ , y otros, 2019) , desarrollada en la ciudad de Tarapoto busco como objetivo general Determinar la influencia de la adaptación de grúa hidráulica en el tiempo de carguío de palma en el volquete Volvo N12 de la Asociación de Palmicultores de Alianza - San Martín, 2019.y La muestra tomada para este estudio fue un volquete volvo NL12, para recolectar la información se utilizó fichas de registro de datos 2x2x2, sus resultados fue la elección de un prototipo de grúa con una capacidad de carga de 1000kg con una altura de elevación 11.3 metros con un ángulo de giro de 360 en un tiempo de 5 min la cual puede ser manejada manual y a control remoto. Realizo 10 observaciones hechas que para una capacidad de 12 toneladas que se hacía manualmente con las personas en un tiempo de 5.9540 horas, ahora con el brazo se redujo a 1.0036 horas para la misma capacidad de 12 toneladas; También se hizo una cotización para su fabricación dando un valor de S/. 39 865.00. Se concluye que mediante pruebas realizadas a la grúa hidráulica se determinó que para optimizar el tiempo de carguío de palma se necesita una grúa hidráulica que trabaje con una botella de vástago de desplazamiento de 1.5m, con un pistón de diámetro de 3 pulgadas, a una presión de 1500 psi que realiza una carga con tiempo promedio de 1.0036 horas. Tiempo en la cual el volquete es llenado en capacidad total de 12 toneladas. En la investigación de (UCEDA MEDINA, 2017), desarrollada en la ciudad de la eterna primavera de Trujillo busco como objetivo Diseñar un brazo mecánico con capacidad de carga de una tonelada y tres metros de elevación para la empresa Metarqel S.A.C. se trabajó con una muestra de un brazo mecánico de elevación, carga y giro de una tonelada, para la recolección de datos se utilizó el cuestionario y fichas de investigación aplicando el método de VDI 225 se hizo un prototipo de diseño en el cual el material a usar es ASTM A36, para el análisis del brazo se trabajó con un factor de seguridad de 1.2, lo cual sería una carga máxima de 1200 kg, con un radio de giro de (0 -6 metros) y un ángulo de giro (0°-270°) y una altura máxima del gancho de 3 metros, los resultados del FEM es que se tiene una fluencia máxima de tensión de 174.88 N/mm², lo cual no supera el límite elástico del material, también se hizo una análisis de tasa de retorno aplicando el VAN y TIR donde se estima que la inversión se recuperará en un periodo de 1.8 años.

Para (NOVOA PORTAL , 2019) desarrollo su tesis en la ciudad blanca de Arequipa tuvo como objetivo realizar el diseño de un brazo para cambio de linner de un molino 16.5 “x 24” y como objetivos específicos Diseñar en base a los parámetros de funcionamiento y factores de seguridad apta para la manipulación de los forros de 350 kg. Realizar la reducción de costos, tiempos de mantenimiento y la reducción de riesgo operacional durante la operación de cambio de linner de Molinos. Utilizo (VDI 2221) y (VDI 2225), para desarrollar su proyecto y tomar decisiones de diseño, luego de haber determinado el esquema más optimo, realizó los cálculos analíticos de cada elemento de su diseño tanto hidráulico como mecánico, hallando las reacciones y esfuerzos en cada elemento para su posterior dimensionamiento, su diseño del brazo final contuvo 4 actuadores hidráulicos , bomba hidráulica Parker, toda la estructura y armazón con material ASTM A36 y una corona de orientación para el giro a 360° del brazo diseñado, posteriormente evaluó su diseño en cuanto a los costos y determinó un monto total de 39149,07 soles. Concluyendo que se redujo las horas de trabajo de 39 horas a 32 horas y en el costo beneficio se obtiene ganancia por cada servicio de S/. 8 800.00.

En busca de información internacional para (RODRIGUEZ ESCUDERO , 2021) en su tesis desarrollada en la provincia de Almeira, en España, busco como objetivo general realizar el diseño del brazo oleohidráulico para una carga de 29000 kg, esta capacidad de carga fue asumida en base a los catálogos de maquinarias existentes, además tuvo algunos objetivos específicos que consideró importante, como es definir y analizar la dinámica y la cinemática de la máquina, el cual le sirvió para determinar las cargas y dimensionar los elementos; también para el cálculo de los accionamientos mecánicos. Su diseño tomo las normas UNE ISO. Asumió que el material previo de diseño de la pluma y el balancín deberá ser con material de AISI 1020 que tiene un límite de elasticidad de 351 MPa, posteriormente procedió a realizar el análisis de los elementos finitos mediante el programa SolidWorks. Sus resultados fueron que, para la carga de 29000 kg, el dimensionamiento que previamente realizó en base a referencias de catálogos, cumplía con las especificaciones de carga. Este dimensionamiento previo fue que la pluma debería de ser de 6 m para la pluma, y para el brazo 2.97 m. En cuanto al sistema oleohidráulico obtuvo como resultado que esta deberá trabajar a una presión de 380 bares.

En la investigación de (VENTURA TELLO , 2020) desarrollada en la ciudad heroica de Chiclayo, busco como objetivo diseñar un brazo hidráulico articulado de 6 TM de capacidad para el izaje de postes en la empresa IMECAL SRL y como objetivos específicos determinar los parámetros de trabajo para el brazo hidráulico, para su conceptualización; diseñar los diversos elementos mecánicos, hidráulicos y eléctricos del brazo hidráulico de 6 TM de capacidad para la empresa IMECAL SAC y desarrollar la tasación económica a través de informaciones económicas la rentabilidad del brazo hidráulico, VAN y TIR. La muestra tomada para este estudio fue de un brazo hidráulico articulado, los instrumentos utilizados para recolectar información son de cédulas de inscripción de parámetros de izaje, de comprobación de croquis y de verificación documentaria. En esta investigación se encontró que los indicadores económicos de rentabilidad aplicando VAN y TIR, donde para la fabricación del brazo sería una inversión de S/. 34, 000.00 y en un periodo de un año se ahorraría S/. 37, 000.00 en mano de obra. Concluye que la factibilidad del proyecto en la parte económica es rentable ya verificada por los indicadores del VAN y la TIR.

En la tesis nacional desarrollada en la ciudad de nuevo Chimbote por (LIMAY VALDERRAMA, 2021) tuvo como finalidad realizar un diseño de un brazo tipo speedboat de 800 kg utilizando las normativas internacionales de fabricación de acero, para la lancha pesquera Huacho 5, que sea confiable, óptimo y práctico y que se acomode a la demanda de pesca de atún por rodeo.

Para realizar el diseño utilizo como instrumentos fichas textuales de análisis documental y revisión bibliográfica su metodología fue calcular las medidas del speedboat y ubicar el lugar para el brazo en la lancha; preparar el diseño de la estructura para el pescante mediante las normativas internacionales americanas (AISC) de fabricación de acero; también seleccionar los componentes oleo hidráulicos óptimos que muevan al pescante speedboat y por último utilizar el software SolidWorks y aplicar la simulación por elementos finitos. Sus resultados fueron que para el pescante se utiliza un acero ASTM a36, de sección cuadrada de 200mm x 200mm, una altura de 3.45m y un ancho de 1.4m con espesor de 6.4mm y un factor de seguridad de 3.64. sus conclusiones fue que se diseñó y moldeó la carga de solicitud de 800 kg, con un factor de seguridad 3.62 que cumple con normas establecidas de construcción del acero y se verificó el en software

SolidWorks las cargas del pescante obteniendo un factor de esfuerzos admisible de 65.3 Mpa debajo del límite elástico del material ASTM A36 a utilizar.

A continuación, el objetivo de este trabajo de investigación, que es realizar el diseño mecánico de un brazo oleohidráulico, el diseño mecánico que busca diseñar productos cumpliendo con estándares y procedimientos, para solucionar una necesidad o problemática con creatividad e innovación. Para el autor Robert L. Mott, El diseño de elementos de máquinas implica, en forma inherente, procesos complejos, cálculos y muchas decisiones de diseño, también deben obtenerse datos en numerosas tablas y gráficas (2006 pág. 4). Una máquina, es un conjunto de varios elementos que cumplen una función propia dentro de ellas, algunas cumplen funciones críticas y otras funciones generales, debido a las cargas externas que actúan sobre las máquinas cada elemento de estas, deben generar fuerzas de reacciones internas generalmente estas fuerzas son analizadas con las ecuaciones de equilibrio, en esta investigación se aplica estas ecuaciones de manera analítica (ver anexo 7)

$$\textbf{Ecuación 1 Equilibrio de momentos} \quad \sum MM = 0 \quad (1)$$

$$\textbf{Ecuación 2 Equilibrio de fuerzas horizontales} \quad \sum FFFF = 0 \quad (2)$$

$$\textbf{Ecuación 3 Equilibrio de fuerzas verticals} \quad \sum FFFF = 0 \quad (3)$$

Existe un factor de diseño o seguridad. El factor de seguridad es el grado de fiabilidad que le das a un elemento de maquina y es una decisión del diseñador, como regla fundamental el factor de seguridad, debe ser mayor que “1”, y su ecuación depende de los esfuerzos permisibles del material entre los esfuerzos de diseño, en esta investigación el factor de seguridad se calcula mediante SolidWorks.

$$\textbf{Ecuación 4 Factor de seguridad} \quad ffff = \frac{EE.ppeeee eeeeeeeeeee}{EE.ddee ddeeeeee} \quad (4)$$

Uno de los elementos de máquinas más conocidos son los engranajes rectos que sirven para transmitir potencia; en el artículo (Cálculo de la velocidad de desgaste abrasivo en engranajes de dientes rectos y helicoidales con perfil evolvente, utilizando una GUI de Matlab, 2023) estipulan que son importantes, ya que se

encuentran en todas las industrias como elemento de máquina de genera fuerza y movimiento, proveniente de una fuente por lo general motores eléctricos, motorreductores etc. su diseño y su fabricación están bajo las siguientes formulas.

$$\textbf{Ecuación 5 Paso circular} \quad PPPP = \pi \pi * MM \quad (5)$$

$$\textbf{Ecuación 6 Diámetro primitivo} \quad D_p = M * Z \quad (6)$$

$$\textbf{Ecuación 7 Diámetro exterior} \quad D_e = M * (Z + 2) \quad (7)$$

$$\textbf{Ecuación 8 Modulo} \quad M = \frac{D_p}{z} \quad (8)$$

$$\textbf{Ecuación 9 Relación de transmisión} \quad \frac{z_1}{z_2} = \frac{m_2}{m_1} \quad (9)$$

Actualmente existen software, que ayudan al diseñador a validar sus diseños, estos programas brindan servicios de CAD y CAE, según Erazo Arteaga el autor los programas CAD hacen posible diseñar productos y componentes atreves de gráficos interactivos (2021); en el artículo (Methodology to implement CAE validation in repair & redesign parts process of plastic injection molds, 2022) estipula que el diseño asistido por computadora es fundamental para validad y asegurar la eficiencia de diseño o rediseño. Para MINA el primero se basa en la representación computacional de un modelo que surge a partir de un acto creativo como respuesta a una necesidad o requerimiento (2016); los autores VINUEZA y GUTIERREZ (2018) definen que mediante el análisis y simulación con herramientas de ingeniería (CAE), se validan los diseños hechos en CAD, por otro lado, el CAE cubre diferentes áreas de la ingeniería tales como, análisis estático y dinámico, normalmente usando el método numérico de los elementos finitos, a fin de predecir la respuesta de los materiales ante los esfuerzos existentes teniendo en cuenta las condiciones de contorno aplicadas (El diseño, la manufactura y análisis asistido por computadora (CAD/CAM/CAE) y otras técnicas de fabricación digital en el desarrollo de productos en América Latina, 2022). Este método de diseño se denomina diseño asistido por computadora, y será aplicada en este trabajo de investigación mediante el software SolidWorks, también existen otro software como Inventor y ANSYS.

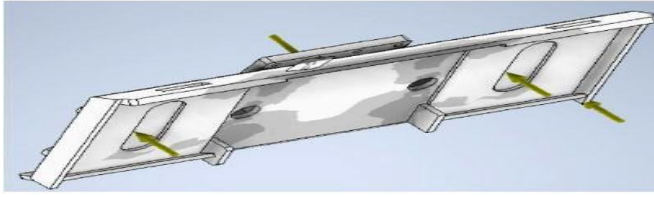


Figura 1. Interfaz CAD del programa INVENTOR

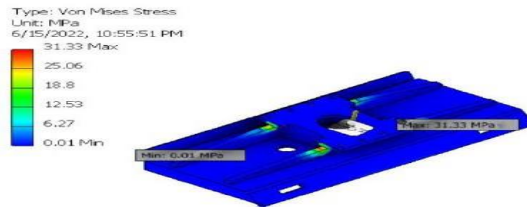


Figura 2. Interfaz CAE del programa INVENTOR

Un sistema oleohidráulico, es un sistema que cuenta con una serie de elementos que hacen posible grandes transmisiones de fuerzas y su principio de funcionamiento se basan en las leyes básicas de presión, esfuerzos, fluidos, etc.,

Ecuación 10 Presión
$$P = \frac{F}{A} \quad (10)$$

Ecuación 11 Caudal
$$Q = \frac{V}{t} \quad (11)$$

La transmisión de la potencia en un sistema oleohidráulico se da al aplicar una fuerza de empuje sobre un líquido confinado, y al componente de entrada del sistema se le llama bomba que es el que realiza el empuje al fluido confinado y al componente de salida es un actuador. (VICKERS, 1993). Para tomar una decisión de inversión, según (Methods for Financial Assessment of Renewable Energy, 2022), es esencial contar con indicadores confiables capaces de medir el desempeño total, de un proyecto, comparándolo con la viabilidad de otras alternativas. Lo mas utilizados son la VAN y la TIR, según (VELEZ,2012) el VAN resta la cantidad invertida del valor presente de los flujos de efectivo descontados en el momento cero, por otro lado, la TIR indica si hay algún valor agregado, pero nunca dice cuanto valor se ha creado.

III. METODOLOGÍA

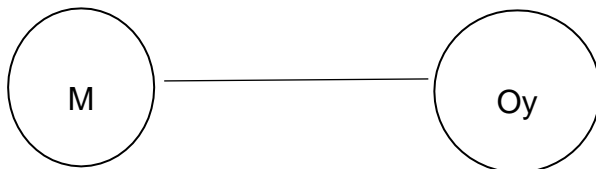
3.1. Tipo y diseño de investigación

3.1.1 Tipo de investigación:

Este trabajo de investigación fue de tipo aplicada, porque buscó conocer, actuar, construir y dar solución a una problemática. Esta más interesada en la aplicación inmediata antes que desarrollar un nuevo conocimiento de valor universal. (BORJA, 2012 pág. 10). De enfoque cuantitativo porque utiliza la medición numérica, el conteo y frecuentemente en el uso de la estadística para implantar con veracidad patrones de comportamiento en una población. (BORJA, 2012 pág. 11)

3.1.2 Diseño de investigación:

El diseño de este trabajo de investigación fue no experimental, ya que solo se observó los fenómenos del ambiente natural sin manipular las variables. (HERNANDEZ , 2014 pág. 152) De tipo transversal ya que se recolectan datos en un solo momento del tiempo. (HERNANDEZ , 2014 pág. 154); de alcance descriptivo simple ya que busca ubicar las variables de la población y establecer su nivel o categorías de solo describirlo. (HERNANDEZ , 2014 pág. 155).



donde:

M: muestra.

Oy: observación de la variable operaciones de izaje.

3.2 Variables y operacionalización

Las variables para este trabajo fueron del tipo cuantitativo.

3.2.1 Variable Independiente:

Se presenta como causa y condición de la variable dependiente, son las condiciones manipuladas por el investigador a fin de producir ciertos efectos. (TAMAYO, 2003 pág. 166). Para nuestra investigación la variable independiente tomada fue “diseño mecánico de brazo oleohidráulico”.

3.2.2 Variable Dependiente:

Es el efecto producido por la variable independiente, la cual es manejada por el investigador (TAMAYO, 2003 pág. 166). Para nuestra investigación. la variable dependiente tomada fue “operaciones de izaje”

3.3. Población muestra y muestreo

3.3.1 Población:

Para (BERNAL, 2010 pág. 160) es el conjunto de todos los elementos a los cuales se refiere la investigación. En esta investigación la población fueron todas las construcciones estructurales metalmecánicas realizados en la empresa Macris.

Criterio de inclusión: Solo se incluyó las construcciones estructurales metalmecánicas realizadas en el periodo de octubre 2022 a octubre 2023, realizadas en el taller de la empresa.

Criterio de exclusión: Se excluyeron las construcciones que no presentaban información completa y/o servicios que se realizaron fuera del taller de la empresa Macris.

3.3.2 Muestra:

Para (BERNAL, 2010 pág. 161). Es la parte de la población que se selecciona la cual se obtiene la información. La muestra estuvo conformada por toda la población es decir para esta investigación la muestra de tipo censal.

3.3.3 Muestreo:

Para este trabajo de investigación no se aplicó un muestreo debido que la muestra es igual a la población. (LOPEZ ROLDAN, y otros, 2015 pág. 17)

3.3.4 Unidad de análisis:

La unidad de análisis para esta investigación estuvo conformada por una construcción estructural metalmecánico izado en la empresa Macris.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.4.1 Técnicas

Son respuestas al “como hacer” y permiten la aplicación del método en el ámbito donde se aplica. La técnica es el arte o la manera de reconocer el camino. (BAENA, 2017 pág. 83). En esta investigación para los datos y el estudio de la muestra se usó la técnica de la, observación y análisis documental.

3.4.2 Instrumentos

Son los apoyos que se hace para que la técnica cumpla su objetivo. (BAENA, 2017 pág. 83). Los instrumentos son medios que se utilizan en la investigación para el registro de los datos de las variables de estudio. En esta investigación para la recolección de datos fueron, fichas de observación y fichas textuales y de registro, ver **anexo 3**.

Validez

Se refiere al grado de medición del instrumento en relación con el objetivo planteado y sus características. (USECHE, y otros, 2019 pág. 55). Nuestra validez de nuestros instrumentos estuvo de acuerdo a la normativa de la universidad, ver **anexo 4**.

Confiabilidad

Se refiere al grado donde se aplica el instrumento a los mismos informantes repetidamente en las mismas condiciones regenerando idénticos resultados. (USECHE, y otros, 2019 pág. 61). En esta investigación la información fue tomada de bases de datos de fuentes confiables, y bibliografía especializada en el tema.

3.5. Procedimientos

Para la recolección de datos, en este proyecto se va utilizar tres técnicas de recolección de datos, que son los necesarios para responder y validar nuestros objetivos, ellas son técnicas , análisis documental y observación de campo, mediante la ficha de observación se acudirá a las instalaciones de la empresa Macris con previo permiso, para observar las operaciones de izajes de las construcciones estructurales metalmecánicas realizadas por los trabajadores en un

horario que no afecte sus labores y así obtener los datos sobre la realidad actual en torno a las operaciones de izaje de la empresa, la técnica del Análisis documental, mediante las fichas de resúmenes y fichas textuales se definirá los datos y conceptos para el cálculo de cada uno de los componentes del brazo oleohidráulico.

36. Métodos análisis de datos

Todos los datos obtenidos fueron procesados y analizados previamente en el programa Excel, donde se aplicaron métodos estadísticos para agrupar y obtener datos para el diseño del brazo oleohidráulico, así también todas la tablas y gráficos estadísticos. Cálculos analíticos se colocaron en los anexos, posteriormente en el programa de diseño asistido por ordenador SOLIDWORKS se realizó el diseño mecánico del brazo oleohidráulico.

37. Aspectos éticos

En este proyecto respetó y acató los puntos de vistas éticos, en los trabajos de investigaciones donde participen las personas se requiere una valoración ética previa con el fin de evitar riesgos y problemas a todos los actores del proceso (Ética en investigación: de los principios a los aspectos práctico, 2023) respetando el principio de autonomía y de la participación voluntaria de los trabajadores, y para todas las instalaciones el cual se desee observar, previa autorización del gerente de la empresa o jefe de taller en búsqueda de justicia y fiabilidad. También en todo momento durante la realización de este proyecto se tuvo en cuenta la ética del cuidado al medio ambiente, para realizar el diseño de nuevas tecnologías, que buscan beneficiar y no perjudicar. Además, se respetó la normatividad de la Universidad Cesar Vallejo.

IV. RESULTADOS

OBJETIVO ESPECÍFICO 01: Determinar los recursos por operación y las características del equipo de izaje actual de construcciones estructurales metalmecánicas que se realizan en la empresa Macris.

Tabla 1. Estimación de recursos y características del equipo actual para la operación de izaje.

| | número de operaciones | número de personas por operación | | | tiempo de operaciones (min) | | | capacidad de carga de la maquina en kg | alcance horizontal en metros | altura de elevación máxima en metros |
|------------|-----------------------|----------------------------------|---|---|-----------------------------|----|----|--|------------------------------|--------------------------------------|
| | | 4 | 3 | 6 | 9 | 8 | 12 | | | |
| semana 1 | 3 | 4 | 3 | 6 | 9 | 8 | 12 | | | |
| semana 2 | 2 | 5 | 3 | 0 | 15 | 10 | 0 | | | |
| semana 3 | 2 | 4 | 6 | 0 | 10 | 7 | 0 | | | |
| semana 4 | 2 | 3 | 4 | 0 | 10 | 15 | 0 | | | |
| semana 5 | 2 | 5 | 4 | 0 | 10 | 13 | 0 | | | |
| semana 6 | 1 | 5 | 0 | 0 | 12 | 0 | 0 | | | |
| semana 7 | 1 | 6 | 0 | 0 | 20 | 0 | 0 | | | |
| semana 8 | 2 | 4 | 6 | 0 | 12 | 8 | 0 | | | |
| resultados | 14 | 5 | | | 11 | | | 2000 | 0 | 3 |

Nota: elaboración propia

Interpretación: en la tabla 1 nos indica que en tiempos por operación de izaje en las ocho semanas aplicando el promedio arrojo de 11 minutos para cada operación de izaje; y el número de personas que intervienen por cada operación de izaje es en promedio de 5 personas; y el número de operaciones de izaje realizadas es de 14 en ocho semanas. También se logró identificar las características del equipo actual tales como su capacidad de carga de 2000 kg, altura de elevación de 3 metros y un radio de giro de 0 metros y con accionamiento manual.

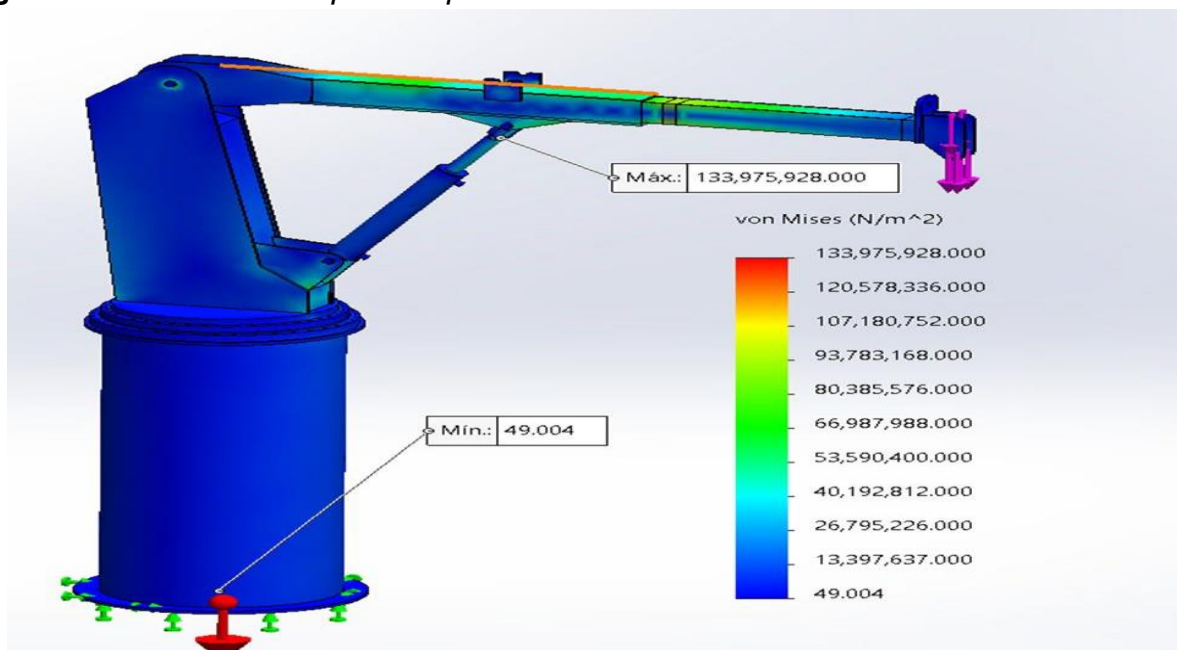
OBJETIVO ESPECÍFICO 02: Realizar el diseño y simulación de esfuerzos para el brazo oleohidráulico utilizando el software SolidWorks.

Tabla 2. resultados del diseño optimizado

| indicadores | Factor de seguridad | Propiedades del material | | Nivel de carga a izar |
|-------------|---------------------|--------------------------|-------------------|-----------------------|
| | 2 | nomenclatura | Limite elástico | 2000 kg |
| | | ASTM A36 | 2.5×10^8 | |

Nota: Elaboración propia

Figura 3. Diseño asistido por computadora/Análisis de elementos finitos



Interpretación: los resultados demuestran que con el material ASTM A36, que tiene un límite elástico 2.5×10^8 N/m², nos arroja un factor de seguridad de sometiendo el diseño a la carga máxima de 2000 kg, y los indicadores diseño asistido por computadora, análisis de elementos finitos se observa en la figura 3 entonces es el material más óptimo para el diseño debido que el factor de seguridad está dentro del rango de la teoría tomada para esta investigación.

OBJETIVO ESPECIFICO 03: Evaluar la rentabilidad de fabricación del brazo oleohidráulico mediante las herramientas financieras VAN-TIR.

Tabla 3. Análisis de costo- beneficio de la inversión para la fabricación del brazo oleohidráulico

| Indicadores | Resultados |
|-------------------------------|---------------|
| Tasa de interés | 10 % |
| Inversión para su fabricación | S/. 33,151.00 |
| Egresos | S/. 4,255.00 |
| Ingresos | S/. 99,000.00 |
| VAN | S/. 23,008.17 |
| TIR | 22% |
| BENEFICIO/COSTO | 1.62 |

Nota: Elaboración propia.

Interpretación: Los resultados de la tabla 3 arrojo un valor total de S/. 33,151.00, ese monto es la inversión que la empresa tendría que hacer para fabricar y poner en marcha el brazo oleohidráulico, los egresos totales de por fabricar y poner en marcha el brazo oleohidráulico fue de s/. 4,255.00, pero también unos ingresos totales de S/. 99,000.00, además se evaluó la rentabilidad de la inversión del proyecto, la TIR nos dio el 22%, el VAN S/. 23,008.17 con una tasa de interés del 10%, y la relación beneficio costo nos dio un valor de 1.62.

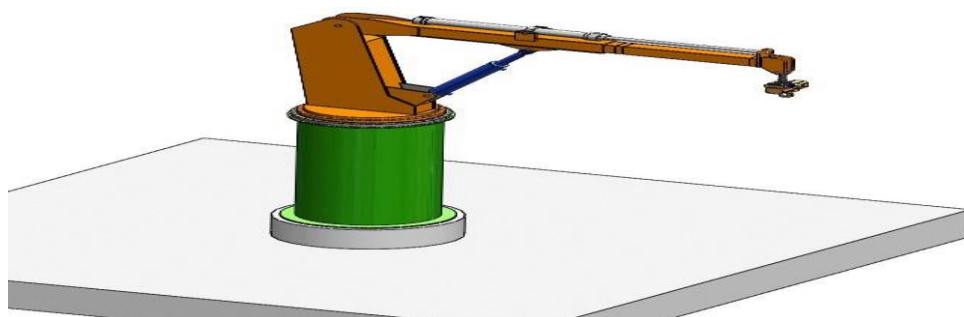
OBJETIVO GENERAL: Realizar el diseño mecánico un brazo oleohidráulico para optimizar las operaciones de izaje de elementos estructurales metalmecánicos en la empresa Macris.

Tabla 4. Resultados para el diseño mecánico para el brazo oleohidráulico.

| dimensiones | Seguro | Económico | Ejecución | | planificación | | | |
|-------------|---------------------|-------------------------------|------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|--------------------|----------------------------|-------------------------|
| indicadores | Factor de seguridad | Inversión para su fabricación | Tiempo de operación de izaje | Número de personas por operación | Capacidad de carga de la maquina | Alcance horizontal | Altura de elevación máxima | Niveles de carga a izar |
| resultados | 2 | s/.33,151.00 | 5 min | 2 | 2000 kg | 2.26 m | 4.17 m | 2000 kg |

Nota: Elaboración propia

Figura 4. diseño del brazo oleohidráulico



Interpretación: se logró optimizar las operaciones de izaje, en cuantos a los tiempos el brazo actuara en 5 minutos cuando los actuadores trabajen a características nominales, también se observó que el grado de seguridad es de 2, en cuanto la parte económica su inversión del brazo oleohidráulico es factible de acuerdo a los indicadores VAN S/. 23, 008.17 y TIR 22% evaluados en un periodo de 12 meses, por otro lado, se estima que el número de operarios para izaje será de 2 operadores finalmente en cuanto a las características son más eficiente ya que el brazo será telescópico con una altura de elevación máxima de 4.17 m y un alcance horizontal de 2.26 m y con una capacidad de carga de 2000 kg en estado estirado.

V. DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en esta investigación fueron satisfactorios, se encontraron que efectivamente la actualidad de las operaciones de izaje en la empresa Macris son poco optimas y hace que la empresa sea operativamente ineficiente, también con ayuda del diseño asistido por computadora se logró realizar un diseño mecánico en base a las necesidades de la empresa y se comprobó que las nuevas características de la maquina diseñada optimizan los tiempos de operación y la seguridad de los trabajadores en cada operación de izaje, también el costo beneficio y los indicadores VAN y TIR fueron resultados positivos por lo tanto sería factible la inversión.

Debido a que esta investigación fue del tipo aplicada, se tuvo que recurrir a teorías y conocimientos existentes de fuentes confiables y bases teóricas para resolver cada ecuación de la investigación, también se logró realizar la recolección de datos de manera precisa debido a la accesibilidad de la información brindada por la empresa, ya que la manipulación de las variables no fue posible por tema costos, seguridad y tiempo, es la razón por la que esta investigación fue de diseño no experimental.

Para la presente investigación se presentó 3 objetivos específicos y un general, el cual tienen relación con los antecedente presentados; el primer objetivo se planteó Determinar los recursos por operación y las características del equipo de izaje actual de elementos estructurales metalmecánicos que se realizan en la empresa Macris, según (MOTT , 2006), es importante que se tenga conocimiento de las expectativas y deseos del cliente antes de comenzar el diseño de algún tipo maquina o producto, en otras palabras serían los requisitos de diseño, en esta investigación se tuvo como primer objetivo específico conocer esos requisitos de diseño, en esta investigación se obtuvo que los tiempos de demora con más frecuencia en las operaciones de izaje en la empresa Macris es 11 minutos, además que el equipo actual no tiene alcance horizontal tampoco radio de giro, es inseguro y accionamiento manual lo cual conlleva a que los trabajadores se involucren para poder moverlo, con respecto a lo obtenido por los autores (CRUZADO VASQUEZ , y otros, 2019), en el cual ellos determinaron un requisito de diseño superar un

tiempo de 5.9540 horas para realización de una tarea de carguíos de palma el cual también se realizaba manualmente, se aprecia que el tiempo difiere con respecto a esta investigación, y la razón es tipo de trabajo que se realiza, los autores determinaron el tiempo de llenado manual de un volquete con una tolva de capacidad 12 toneladas, en cambio en esta investigación se determinó el tiempo más frecuente en base a las observaciones de las maniobras de izaje en la empresa Macris. También tenemos el caso del investigador (NOVOA PORTAL , 2019), tuvo como estimación de reducir el tiempo actual de 40 horas, a 32 horas que es con el brazo para linner y que el diseño pueda soportar 350 kg, un alcance extendido de 3 metros. El autor (RODRIGUEZ ESCUDERO , 2021), realizo el diseño de un brazo oleohidráulico con un requisito de diseño de una capacidad de carga del brazo de 29000 kg, la razón es que ese valor lo determinaron en base a los catálogos de fabricantes de dichas maquinas con características de dimensiones medianas, como coincidencia se determina que en ambas realidades el trabajo realizado fue manualmente el cual no es eficiente y podría mejorar con maquina más sofisticada y rápida.

Con respecto al segundo objetivo, el cual fue realizar el diseño y simulación de esfuerzos del brazo oleohidráulico utilizando el software SolidWorks, en esta investigación se diseñó un brazo oleohidráulico telescópico utilizando SolidWorks como software de diseño, el resultado de del análisis de elementos finitos en SolidWorks fue una tensión máxima de von mises de 1.33×10^8 Pa, diseñado con material ASTM A36 que tiene un límite elástico de 2.5×10^8 Pa, el análisis se realizó con la carga máxima y critica de 2000 kg en estado estirado. Estos resultados difieren con lo obtenido en el artículo (Desing and analysis of the hydraulic arm for mounting on a light goods vehicle, 2016), en su artículo realizan análisis de elementos finitos para validar la implementación de un brazo oleohidráulico en la parte posterior de un carro ligero y obtuvieron un valor de tensión de von misses máximo de 8×10^7 Pa, utilizando un acero con un módulo de elasticidad de 2.1×10^{11} Pa, a una carga de 300 kg el cual eran sus requisitos de diseño inicialmente. Por otro lado, los autores (desing and finite elements analysis of a hydraulic excavator,s robot arm siytem, 2019) en su artículo ellos optimizaron el brazo de una excavadora, se centraron en elementos como la pluma,

el brazo y el cubo, mediante elementos finitos en SolidWorks obtuvieron resultados de tensiones máximas de 1.31×10^8 Pa, 1.175×10^8 Pa y 4.0481×10^7 Pa, con un material que tiene como característica un límite elástico de 2.5×10^8 Pa. Los tres estudios coinciden en que la simulación y diseño se usó sistema CAD y CAE, también los materiales utilizados en cada investigación guardan relación en que se tiene que seleccionar un material comercial y costo relativamente bajo pero que cumpla con las solicitaciones de resistencia, las cargas en los tres estudios son diferentes ya que está en función de lo que requiere la aplicación, de esta comparación se puede concluir que el diseño asistido por computadora es de las más precisas y fiables para ingeniería moderna.

Para el objetivo tercero que es evaluar la rentabilidad de fabricación del brazo oleohidraulico mediante las herramientas financieras VAN-TIR. De (VENTURA TELLO , 2020) hizo una tasación económica mediante los indicadores van y tir utilizando cedulas de información obteniendo una inversión de S/. 34,981.00 con un VAN de S/. 153.76 y TIR de 42.85 % en una tasa del 10% teniendo una rentabilidad al año de S/. 37,000.00 dando que su proyecto es viable. Conforme a nuestra investigación también hemos tomado una tasa de interés del 10 % y obtenido nuestro VAN S/. 23,008.17 y un TIR del 22% con una inversión de S/. 33 151.00 dando similitud en las inversiones y tomando como dato la tasa de interés del 10% podemos afirmar que el proyecto es viable; con (UCEDA MEDINA, 2017) también aplico el VAN y TIR dando por resultado que su proyecto es viable para su fabricación dando una tasa de interés mayor al nuestro del 15 % dando así un periodo de retorno más pronto de 1.8 años, por los antes analizado y comprado se puede afirmar que estos proyectos de mejoras para pequeñas y medianas empresas generalmente resultan rentables.

Por último, como objetivo general Realizar el diseño mecánico un brazo oleohidráulico para optimizar las operaciones de izaje de construcciones estructurales metalmecánicas en la empresa Macris, con el autor (LIMAY VALDERRAMA, 2021) encontramos similitud en cuanto a que un diseño debe de tener materiales accesibles en el mercado como es el ASTM A36, ya que es de soldabilidad eficiente también que con el brazo deben de mejorar los tiempos y tiene

que ser seguro eficiente y práctico. También realizar el análisis de elementos finitos para determinar la deformación máxima admisible del brazo tipo speedboat.

En cuanto a la relevancia de la investigación presentada, se logra demostrar que mediante el diseño de ingeniería mecánica, se da soluciones a las numerosas deficiencias que existen en empresas metalmecánicas, sobre todo en las pequeñas y medianas empresas, y más aún que hoy día existen herramientas que minimizan los errores de diseño, también se puede diseñar maquinas precisas de acuerdo a las necesidades de cada empresa, con la finalidad de ahorrar costos y no sobredimensionar.

Este diseño aportaría a la empresa Macris en su contexto social a la que se dedica, ya que optimiza sus procesos, posicionándola en un mejor rango y haciéndola más competitiva en el sector de la metalmecánica en la ciudad de Chimbote y el departamento de Áncash.

VI. CONCLUSIONES

- En cuanto al primer objetivo se concluye que, efectivamente la empresa Macris en la actualidad carece de eficiencia operativa en sus operaciones de izaje ya que se encontró que por operación tardan un promedio de 11 minutos y además la máquina actual no brinda las facilidades de maniobra, y obliga a que, por lo menos 5 trabajadores estén cerca de las cargas suspendidas.
- Con respecto al segundo objetivo se concluye que, con ayuda de la interfaz CAD, y en concordancia de las normas vigente para el diseño mecánico se logró diseñar una máquina que impactaría para un cambio positivo en las operaciones de la empresa Macris, se logró diseñar una maquina telescópica con un factor de seguridad de 2, con una capacidad de carga de 2000 kg, puede girar 360 grados, y con un alcance horizontal efectivo de 2.26 metros.
- Para el tercer objetivo se concluye que, la empresa debería invertir en la fabricación del brazo oleohidráulico, debido que análisis de beneficio costo resultaron valores positivos, con TIR de 22% que es mayor a la tasa de interés mínima del 10%, y VAN mayor al valor cero además mejoraría sus tiempos de entregas de servicios y reduciría el riesgo de sufrir accidentes laborales lo cual reflejan varios beneficios.
- Finalmente, se concluye para el objetivo general de esta investigación, que la maquina diseñada de optimizara las operaciones de izaje de construcciones estructurales metalmecánicas, reduciendo sus tiempos de operación de 11 a 5 minutos, y solo intervenir 2 personas de las 5 personas que actualmente lo realizan.

VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda planificar y realizar auditorías para hacer un análisis de los recursos que se cuenta antes de hacer el diseño para dimensionar correctamente los componentes mecánicos de la maquina a diseñar, revisión de bibliografía.
- Se recomienda ampliar la tecnología en cuanto a utilizar los softwares para el cálculo, así Como para el dibujo y para la simulación de esfuerzos de cada componente para un buen dimensionamiento de cada componente.
- Se recomienda incitar a los diseñadores hacer una cotización del Proyecto para analizar el beneficio-costos y su viabilidad en el transcurso del tiempo y trabajar con materiales comerciales para ahorro de costo de material pero que cumplan con los requerimientos de las normas de diseño.
- Se recomienda capacitar a los trabajadores y operarios en cuanto a manejo de máquinas hidráulicas y en seguridad y salud ocupacional en trabajos de izaje.

REFERENCIAS

ALVAREZ, alexis. 2016. *Metodo para el diseño conceptual mecánico basado en la trazabilidad de los requerimientos funcionales.* Facultad de ciencias tecnicas Agropecuarias, Universidad Agraria de la Habana "Fructuoso Rodriguez Perez". Mayabeque : s.n., 2016. Tesis de Doctorado.

BAENA, Guillermina. 2017. *Metodologia de la investigacion.* San juan Tlihuaca : Grupo Editorial Patria, 2017.

BERNAL, Cesar. 2010. *Metodologia de la investigacion administracion, economia humanidades y ciencias sociales.* Bogota : Pearson Educacion, 2010.

BOLTRONIC. 2022. [En línea] 2022. [Citado el: 9 de Diciembre de 2023.] <https://blog.boltronic.com.mx/disenio-fabricacion-de-maquinaria-industrial>.

BORJA, Manuel. 2012. *Metodologia de la investigacion cientifica para ingenieros.* chiclayo : s.n., 2012.

BLATNICKÝ M, Phd, DIZO J, Phd y DALIBOR, Barta. 2016. *Desing and analysis of the hydraulic arm for mounting on a light goods vehicle.* 4, Eslovaca : s.n., 2016, International scientific journal Trans Motauto World, Vol. 1, págs. 19-23. 2534-8493.

CRUZADO VASQUEZ , Genderson y HEREDIA RUIZ, Jhony. 2019. *Adaptación de grúa hidráulica para la mejora del tiempo de carguío de palma en un volquete Volvo NL12 de la Asociación de Palmicultores de Alianza - San Martín, 2019.* Facultad de ingeniería, Universidad Cesar Vallejo . Tarapoto : s.n., 2019. tesis de licenciatura .

DE LA PEDRA SILVA, Vanderson, y otros. 2022. *Methods for Financial Assessment of Renewable Energy 2,* Guimaraes : s.n., 2022, processes, Vol. 10. 2227-9717.

ERAZO ARTIAGA , Victor A. 2022. *El diseño, la manufactura y análisis asistido por computadora (CAD/CAM/CAE) y otras técnicas de fabricación digital en el desarrollo de productos en América Latina.* 2, IBARRA : s.n., 2022, informacion tecnologica, Vol. 33. 0718-0764.

GOB.PE. 2022. Ministerio de trabajo y promocion del empleo. [En línea] 2022. [Citado el: 9 de diciembre de 2023.] <https://www.datosabiertos.gob.pe/dataset/notificaciones-de-accidentes-de-trabajo-mortales-fuente-sistema-inform%C3%A1tico-de-accidentes-de>.

GONZALES BAUTISTA, Natanel, y otros. 2022. *methodology to implement CAE validation in repair & redesign parts process of plastic injection molds* 1, Mexico DF : s.n., 2022, Ciencias Tecnológicas (RECIT), Vol. 5. 2594-1925.

HERNANDEZ , Roberto. 2014. *Metodologia de la investigacion.* sexta edicion. Mexico D.F : Mc Graw- Hill/ inteamericana editores, S.A . de C.V, 2014.

LIMAY VALDERRAMA, Luis Stalyn. 2021. *diseño de un pescante de speedboat de 800 kg, aplicando las normas internacionales americanas de construccion de acero, para la embarcacion pesquera huacho* 5. facultad de ingenieria, Universidad Nacional del Santa. nuevo chimbote : s.n., 2021. tesis de licenciatura.

LOPEZ ROLDAN, Pedro y FACHELLI, Sandra. 2015. *Metodologia de la investigacion social cuantitativa.* Barcelona : creative commons, 2015.

MENA CHAVARREA, Jose Miguel, y otros. 2023. *Cálculo de la velocidad de desgaste abrasivo en engranajes de dientes rectos y helicoidales con perfil evolvente, utilizando una GUI de MatRiobamba* : s.n., 01 de enero de 2023, Ingenius. 1390-860x.

MINA , Hector Omar. 2016. *TECNOLOGIA ASISTIDA POR COMPUTADORA.* BUENOS AIRES : REUN, 2016. 978-987-xxxxx-55-4.

MOTT , Robert L. 2006. *Diseño de elementos de máquinas. Diseño de elementos de máquinas.* cuarta. Naucalpan de Juárez : Pearson educacion mexico, 2006, pág. 6.

MOHAMED, Malo, y otros. 2019. *desing and finite elements analysis of a hydraulic excavator,s robot arm siytem.* 3, s.l. : científico, 2019, american journal of mechanics and applications, Vol. 7, págs. 35-4. 2376-6131.

NOVOA PORTAL , Roger Richard. 2019. *Diseño de brazo para cambio de linner de molino de bolas de 16.5"x24".* facultad de ingenieria, universidad continental. arequipa : s.n., 2019. tesis de licenciatura.

ÑAUPAS, Humberto. 2014. *metodologia de la investigacion.* Bogota : Ediciones de la u, 2014.

RODRIGUEZ ESCUDERO , Alvaro. 2021. *Diseño del brazo de una retroescavadora con 2900kg de capacidad.* Grado en ingenieria mecanica , universidad de almeira. almeria : s.n., 2021. tesis de licenciatura.

SOLIS SANCHEZ, Gonzalo, ALCALDE BEZHOLD, Guillermo y ALFONSO FARNOS, Iciar. 2023. *Ética en investigación: de los principios a los aspectos práctico.* Vizcaya : s.n., 2023, Elsevier, Vol. 99. 1695-4033.

TAMAYO, Mario. 2003. *El proceso de la investigacion cientifica.* Mexico D.F : Limusa Noriega Editores, 2003.

TAVERA COLONNA, Jazmin Rocío. 2020. *El sector metalmecanico en Peru : el capital humano un recurso esacaso.* Facultad de Economia, Universidad Mayor de San Marcos. 2020.

UCEDA MEDINA, Cesar Eli. 2017. *Diseño de un brazo mecanico de una tonelada de carga y tres metros de elevacion para la empresa Metarqel S.A.C.* facultad de ingenieria, universidad Cesar Vallejo. trujillo : s.n., 2017. tesis de Licenciatura.

USECHE, y otros. 2019. *Tecnicas e Instruementos de recoleccion de datos cuali-cuantitativos.* Riohacha : Gente Nueva, 2019.

VELEZ PAREJA, Ignacio. 2012. *Ranking and optimal selection of investments with internal rate of return and benefit-cost ratio: a revision 1*, Mexico DF : s.n., 2012, contaduria y administracion, Vol. 57. 0186-1042.

VENTURA TELLO , Esgar Joaquin. 2020. *Diseño de un brazo hidraulico articulado de 6 TM de capacidad para optimizar el izaje de postes de la empresa IMECAL S.R.L.* facultad de ingenieria, universidad cesar vallejo. chiclayo : s.n., 2020. tesis de licenciatura.

VICKERS. 1993. *Manual de Hidraulica Industrial.* 1993. 935100-A.

VINUEZA LOZADA, Alexy Fabian y GUTIERREZ SUQUILLO, Nelson Ramiro. 2018. *Análisis por el método de elementos finitos del comportamiento de las pastillas de freno ABS con base de acero y zinc al discretizar el elemento continuo al utilizar “software” CAE.* Quito : s.n., 2018, Enfoque UTE. 1390-9363.

. ZHE, Sun, y otros. 2023. *Dynamic human systems risk prognosis and control of lifting operations.* 2023, ELSEVIER, Vol. 14. 2666-1659.

ANEXOS

Anexo 1. Operacionalización de variables

Anexo 2. Matriz Consistencia

Anexo 3. Instrumentos de recolección de datos

Anexo 4. Validación de instrumentos de recolección de datos

Anexo 5. Selección de corona de orientación del brazo oleohidráulico

Anexo 6. Resultados del análisis estático en el programa SolidWorks

Anexo 7. Aplicación de las ecuaciones de equilibrio

Anexo 8. Selección de la unidad hidráulica de poder

Anexo 9. Selección del motor hidráulico

Anexo10. Estimación del tiempo de operaciones de izaje con el brazo oleohidráulico

Anexo11. Polipasto seleccionado de la marca harrington modelo er020c

Anexo 12. Análisis de pandeo de cilindro inferior con SolidWorks

Anexo 13. Imágenes actuales de las operaciones de izaje de construcciones estructurales metalmecánicas en la empresa Macris

Anexo 14. Documentación y planos del diseño final de brazo oleohidráulico

Anexo 15. Cotizaciones del brazo oleohidráulico

Anexo 16. Detalles del análisis económico del brazo oleohidraulico

Anexo 1. Operacionalización de variables

Tabla 5. Matriz de operacionalización de variables

| VARIABLE INDEPENDIENTE | DEFINICIÓN CONCEPTUAL | DEFINICIÓN OPERACIONAL | DIMENSIONES | INDICADORES | ESCALA DE MEDICIÓN |
|--|---|---|---------------|--|--------------------|
| Diseño mecánico de brazo oleohidráulico | El diseño mecánico es una tarea compleja que requiere muchas habilidades. es necesario subdividir relaciones complejas en una serie de tareas simples. la dificultad del tema requiere una secuencia en la cual las ideas se presentan y se revisan. (richard g. budynas, y otros, 2012) | De acuerdo con el autor robeert I, moot, el diseño de una maquina debe cumplir las siguientes características, que sea seguro, confiable, económico y de manufactura práctica (l. mott, 2006) | Confiabilidad | Diseño asistido por computadora | Nominal |
| | | | | Análisis de elementos finitos | Nominal |
| | | | Seguro | Factor de seguridad | Razón |
| | | | Económico | Ingreso | Razón |
| | | | | Egresos | Razón |
| | | | | Inversión para su fabricación | Razón |
| Manufactura practica | Propiedades del material de diseño | Razón | | | |
| Operaciones de izaje | Las operaciones de izajes de cargas son actividades comunes en diferentes sectores industriales, como la construcción, la minería y la logística. consiste en el levantamiento de objetos de gran peso y volumen, empleando diversos equipos y herramientas especializadas. (gruas y maniobras, 2023) | Esta tarea requiere un cuidadoso proceso de planificación y ejecución para garantizar la seguridad de los trabajadores y la eficiencia operativa (gruas y maniobras, 2023) | Planificación | Capacidad de carga de la maquina | Razón |
| | | | | Alcance horizontal de la maquina | Razón |
| | | | | Altura de elevación máxima de la maquina | Razón |
| | | | | Niveles de carga a izar en la operación | Razón |
| | | | ejecución | Número de personas para la operación | Razón |
| | | | | Tiempo por operación de izaje | Razón |
| | | | | Cantidad de maniobras en la operación | Razón |

Nota: elaboración propia

Anexo 2. Matriz Consistencia

Tabla 6. Tabla de consistencia

| PROBLEMA GENERAL | OBJETIVO GENERAL | HIPOTESIS GENERAL |
|--|--|--|
| ¿Como será el diseño mecánico de un brazo oleohidráulico para optimizar las operaciones de izaje de construcciones estructurales metalmecánicas en la empresa Macris? | Realizar el diseño mecánico de un brazo oleohidráulico para optimizar las operaciones de izaje de construcciones estructurales metalmecánicas en la empresa Macris. | El diseño mecánico de un brazo oleohidráulico será aquel que optimice las operaciones de izaje de construcciones estructurales metalmecánicas mejorando así la calidad de equipos, reduciendo el personal para su manipulación Durante las maniobras y el mejorando los tiempos de operaciones de izaje. |
| PROBLEMAS ESPECIFICOS | | OBJETIVOS ESPECIFICOS |
| ¿Cuáles son los recursos y características del equipo de izaje actual para las operaciones de izaje de construcciones estructurales metalmecánicas en la empresa Macris? | Determinar los recursos por operación y las características del equipo de izaje actual de construcciones estructurales metalmecánicas que se realizan en la empresa Macris | |
| ¿Cuál será el diseño y simulación para el brazo oleohidráulico utilizando el software SolidWorks? | Realizar el diseño y simulación de esfuerzos para brazo oleohidráulico utilizando el software SolidWorks | |
| ¿Cuál será la rentabilidad de la fabricación del brazo oleohidráulico evaluado mediante las herramientas financieras VAN y TIR? | Evaluar la rentabilidad de fabricación del brazo oleohidráulico mediante las herramientas financieras VAN-TIR | |

Nota: Elaboración propia

Anexo 3. Instrumentos de recolección de datos

El siguiente anexo muestra dos modelos de instrumentos utilizados en esta investigación:

Registro de los pesos de las construcciones estructurales metalmecánicas

En la siguiente ficha se va a registrar los pesos de las construcciones estructurales metalmecánicas hechas por la empresa Macris en los meses de setiembre y octubre que corresponden al periodo de la muestra de esta investigación, los pesos se obtuvieron analizando los planos de fabricación de cada servicio donde figuran los pesos de estas, este registro se realizó para obtener información sobre el indicador, “Niveles de carga a izar”.

| NOMBRE DEL SERVICIO FABRICADO | PESO (kg) |
|-------------------------------|-----------|
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

Fichas textuales

El siguiente anexo muestra el formato de ficha textual utilizado para la recolección de datos de los indicadores “diseño asistido por computadora”, “análisis de elementos finitos” y “factor de seguridad”.

| |
|--|
| (colocar título representativo del texto) |
| (colocar el fragmento de texto extraído) |
| Citar el texto extraído |

Ficha de registro de observación

En la siguiente ficha se registraron los datos de la observación realizada en la empresa Macris sobre las características de la máquina de izaje actual con las que se realizan las operaciones de izaje para las construcciones estructurales metalmecánicas en la empresa Macris, así también se registra los números de operaciones realizadas en los periodos de septiembre y octubre, los tiempos de dichas operaciones y la cantidad de personas que se involucran en las operaciones de izaje de construcciones estructurales metalmecánicas en la empresa Macris.

1. Sobre la máquina de izaje actual en la empresa Maquina.

| Máquina de izaje tipo pórtico | |
|----------------------------------|--|
| Altura máxima de elevación | |
| Capacidad de carga de la maquina | |
| Radio de giro | |
| Accionamiento de tecla | |
| Velocidad de izaje | |

2. Tiempos, número de operaciones y números de personas involucradas en las operaciones de izaje

| Rango de fecha | Cantidad de operaciones | Tiempo de Operación (min) | Número de personas para la operación |
|-------------------------|-------------------------|---------------------------|--------------------------------------|
| [4/9/2023-8/9/2023] | | | |
| [11/9/2023-15/9/2023] | | | |
| [18/9/2023-22/9/2023] | | | |
| [25/9/2023-30/9/2023] | | | |
| [2/10/2023-6/10/2023] | | | |
| [9/10/2023-13/10/2023] | | | |
| [16/10/2023-20/10/2023] | | | |
| [23/10/2023-27/10/2023] | | | |

Anexo 4.

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS

El siguiente documento presenta los instrumentos de recolección de datos utilizados en la investigación “Diseño mecánico de brazo oleohidráulico para optimizar las operaciones de izaje de construcciones estructurales metalmecánicas en la empresa Macris”, para justificar si requiere o no validación por experto, de acuerdo con la política de la universidad las fichas de observación donde se recogen datos cuantitativos no amerita validación por experto, matriz de análisis o consolidación de datos no amerita validación de experto. En esta investigación las técnicas utilizadas fueron Análisis documental y la observación, así como los instrumentos utilizados fueron Ficha de observación y ficha de registro, por lo tanto, nuestros instrumentos se apagan a la política de la universidad y no requieren validación de expertos ya que se recolecta datos cuantitativos y se registra y analiza datos para poder definir nuestros indicadores.

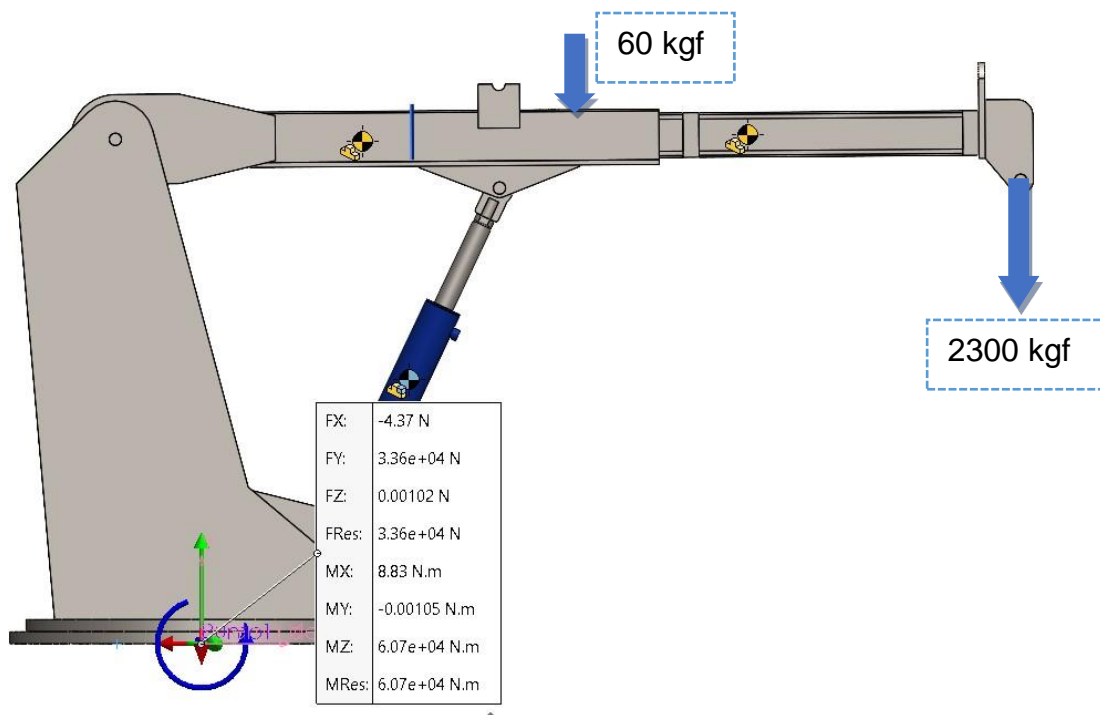
| VARIABLE: DISEÑO MECANICO DE BRAZO OLEOHIDRAULICO | | | |
|---|---------------------|--------------------|------------|
| INDICADORES | TÉCNICA | INSTRUMENTO | VALIDACIÓN |
| Diseño asistido por computadora | análisis documental | fichas textuales | No amerita |
| Análisis de elementos finitos | análisis documental | fichas textuales | No amerita |
| Factor de seguridad | análisis documental | fichas textuales | No amerita |
| Ingreso | análisis documental | fichas de registro | No amerita |
| Egreso | análisis documental | fichas de registro | No amerita |
| Inversión para su fabricación | análisis documental | fichas de registro | No amerita |
| Propiedades de material de diseño | análisis documental | fichas de registro | No amerita |

| VARIABLE: OPERACIONES DE IZAJE | | | |
|--|---------------------|-----------------------|------------|
| INDICADORES | TECNICA | INSTRUMENTO | VALIDACIÓN |
| Capacidad de carga de la maquina | Observación | fichas de observación | No amerita |
| Alcance horizontal de la maquina | Observación | fichas de observación | No amerita |
| Altura de elevación máxima de la maquina | Observación | fichas de observación | No amerita |
| Niveles de carga a izar en la operación | Análisis documental | fichas de registro | No amerita |
| Número de personas para la operación | Observación | fichas de observación | No amerita |
| Tiempo por operación de izaje | Observación | fichas de observación | No amerita |
| Número de operaciones | Observación | fichas de observación | No amerita |

Anexo 5.

Selección de corona de orientación del brazo oleohidráulico

El siguiente anexo muestra los resultados del análisis estático para determinar las fuerzas de reacción y momento máximo de vuelco en la zona de la corona de giro, para su posterior selección, en este análisis el brazo fue sometido en su estado más crítico y la carga máxima de diseño de 2300 kgf considerando el peso del polipasto y además una carga de 60 kgf que considera el peso del cilindro superior.

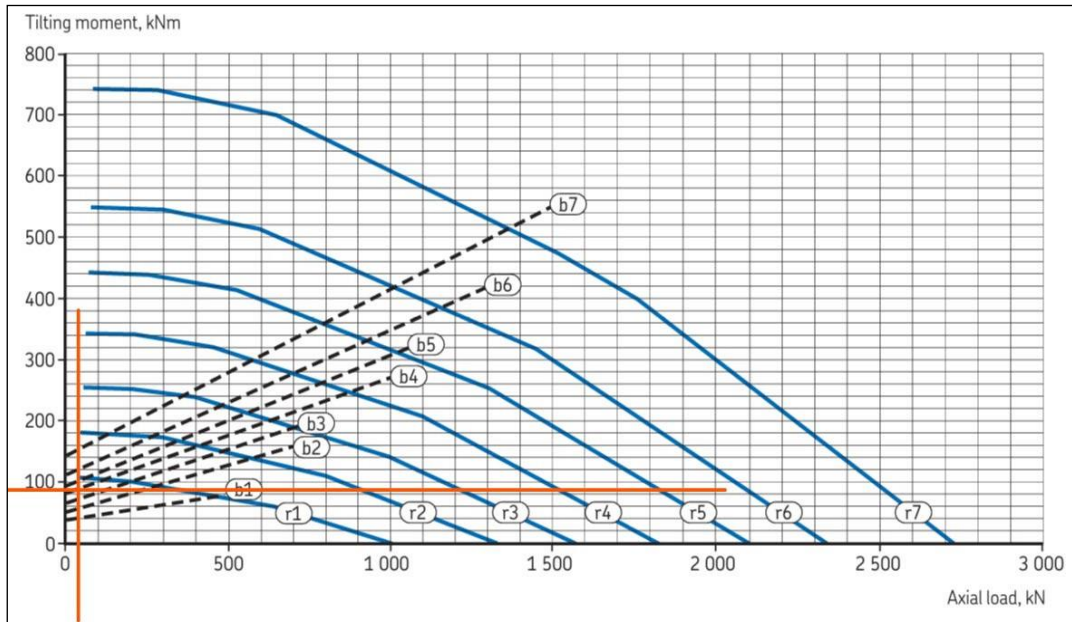


- Fuerza axial máxima resultante: 33600 N = 34 KN
- Momento de vuelco máximo: 60700 N.m = 61 KN.m

Con los valores antes obtenidos, se seleccionará la corona de orientación de giro más adecuado para la aplicación, de acuerdo a las recomendaciones del fabricante SKF, el fabricante recomienda un factor adicional de seguridad al que debemos multiplicar a los valores antes determinados, este factor es de 1.15, entonces:

- $F_{max} = 34 * 1.15 = 40 \text{ KN}$
- $M_{max} = 61 * 1.15 = 71 \text{ KN.m}$

Del catálogo de SKF se selecciona un modelo: RKS.062.20.0844 , debido a que se aprecia que las intersecciones caen debajo de ambas curvas b5 y r5



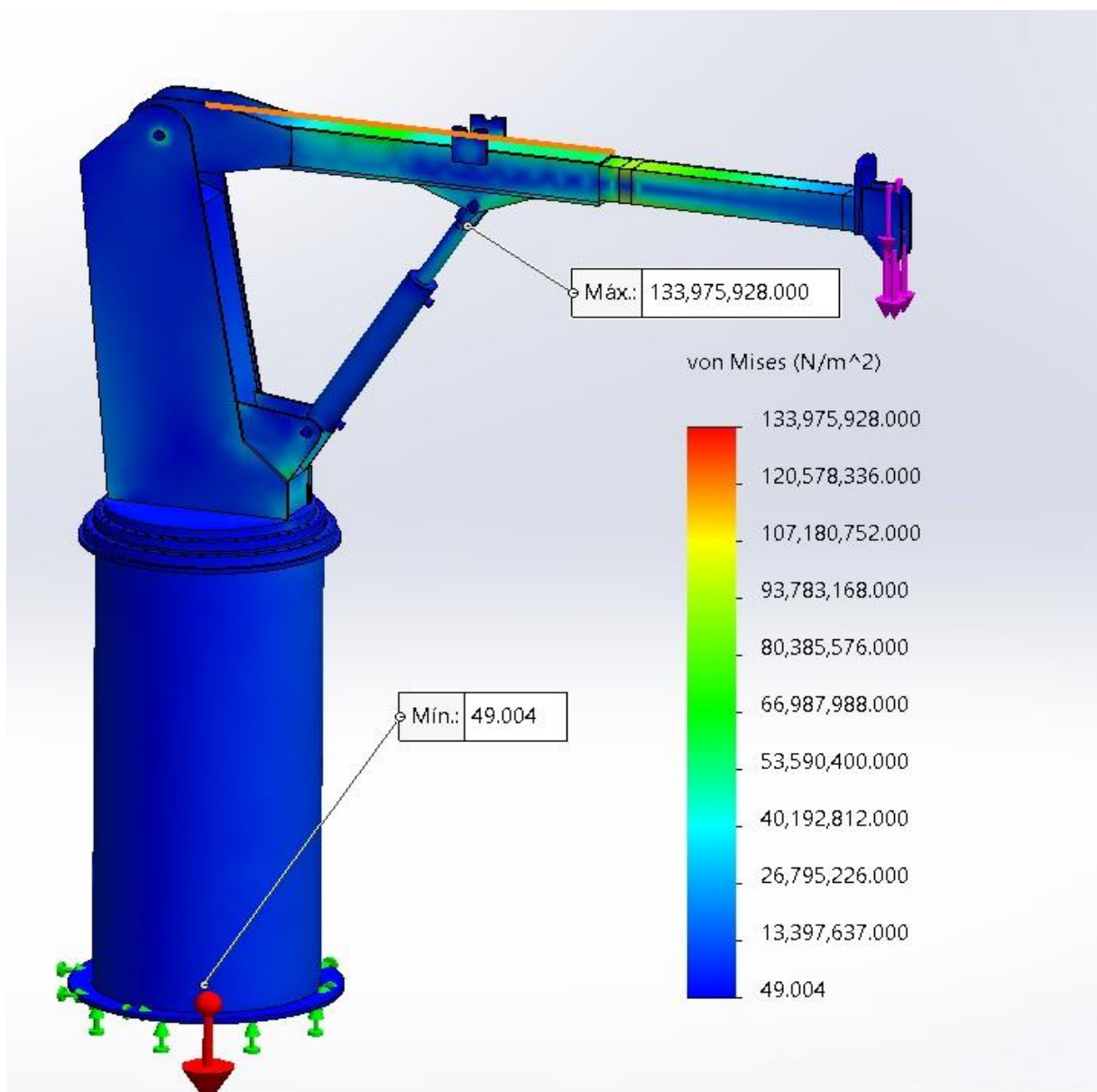
| Dimensions | | | | | Attachment bolt holes Outer ring | | | Inner ring | | | Mass | Designation |
|------------|-------|---------|-------|---------|-------------------------------------|-------|-------|------------|-------|-------|------|-----------------|
| d_m | D | D_1 | d | d_1 | J_e | K_e | N_e | J_i | K_i | N_i | kg | – |
| mm | | | | | | | | | | | | |
| 414 | 486 | 415,5 | 326,5 | 412,5 | 460 | 13,5 | 24 | 375 | M12 | 24 | 31,0 | RKS.062.20.0414 |
| 544 | 616 | 545,5 | 445,2 | 542,5 | 590 | 13,5 | 32 | 505 | M12 | 32 | 42,0 | RKS.062.20.0544 |
| 644 | 716 | 645,5 | 547,2 | 642,5 | 690 | 13,5 | 36 | 605 | M12 | 36 | 50,0 | RKS.062.20.0644 |
| 744 | 816 | 745,5 | 649,2 | 742,5 | 790 | 13,5 | 40 | 705 | M12 | 40 | 58,0 | RKS.062.20.0744 |
| 844 | 916 | 845,5 | 737,6 | 842,5 | 890 | 13,5 | 40 | 805 | M12 | 40 | 69,0 | RKS.062.20.0844 |
| 944 | 1016 | 945,5 | 841,6 | 942,5 | 990 | 13,5 | 44 | 905 | M12 | 44 | 76,0 | RKS.062.20.0944 |
| 1 094 | 1 166 | 1 095,5 | 985,6 | 1 092,5 | 1 140 | 13,5 | 48 | 1 055 | M12 | 48 | 91,0 | RKS.062.20.1094 |

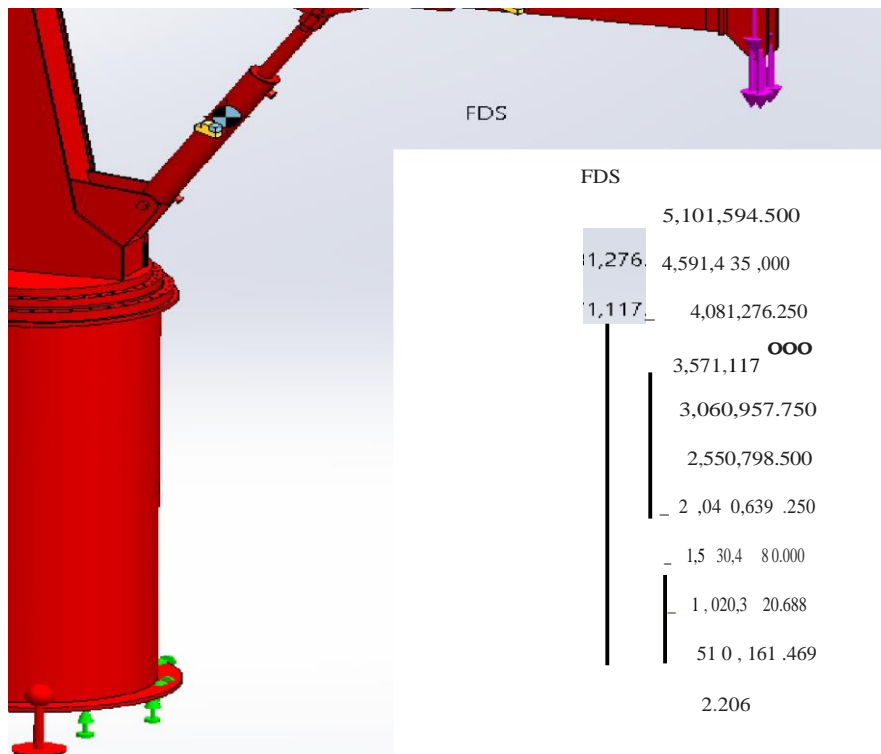
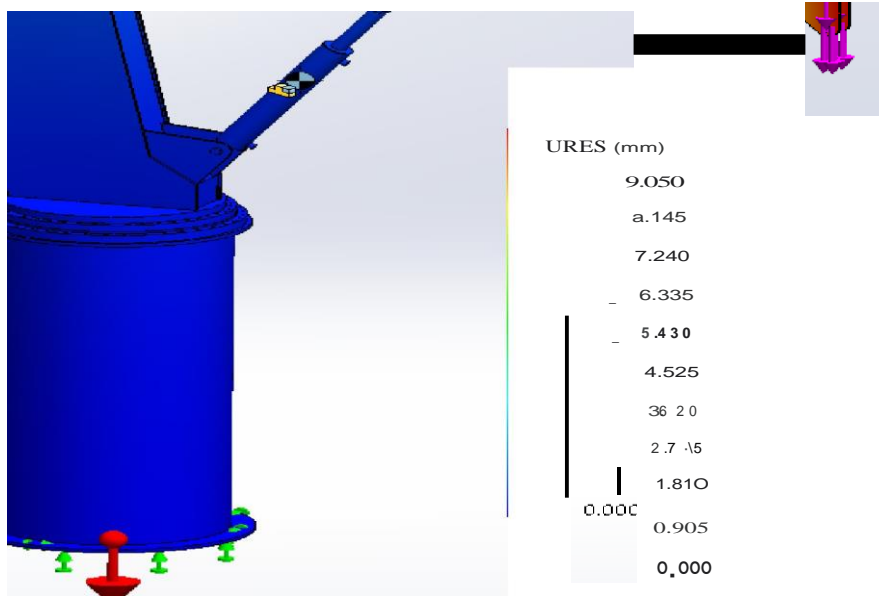
| Designation | Gear Dimensions | | z | k-m | Permissible tooth forces | | Basic load ratings | | Static limiting load diagram | |
|-----------------|-----------------|---|-----|-------|---------------------------|------------------|--------------------|--------------|------------------------------|-------------|
| | $d_0^{(1)}$ | m | | | $T_{\text{normal}}^{(2)}$ | T_{max} | axial dynamic C | static C_0 | Raceway curves | Bolt curves |
| – | mm | – | mm | kN | kN | – | – | – | – | |
| RKS.062.20.0414 | 335 | 5 | 67 | -0,75 | 12 | 49 | 209 | 1 010 | r1 | b1 |
| RKS.062.20.0544 | 456 | 6 | 76 | -0,6 | 16 | 65 | 233 | 1 350 | r2 | b2 |
| RKS.062.20.0644 | 558 | 6 | 93 | -0,6 | 16 | 65 | 248 | 1 580 | r3 | b3 |
| RKS.062.20.0744 | 660 | 6 | 110 | -0,6 | 16 | 65 | 262 | 1 840 | r4 | b4 |
| RKS.062.20.0844 | 752 | 8 | 94 | -0,8 | 21 | 87 | 276 | 2 100 | r5 | b5 |
| RKS.062.20.0944 | 856 | 8 | 107 | -0,8 | 21 | 87 | 286 | 2 340 | r6 | b6 |
| RKS.062.20.1094 | 1 000 | 8 | 125 | -0,8 | 21 | 87 | 303 | 2 710 | r7 | b7 |

Anexo 6.

Resultados del análisis estático en el programa SolidWorks

El siguiente anexo muestra los resultados del análisis estático realizado al brazo oleohidráulico en el programa SolidWorks



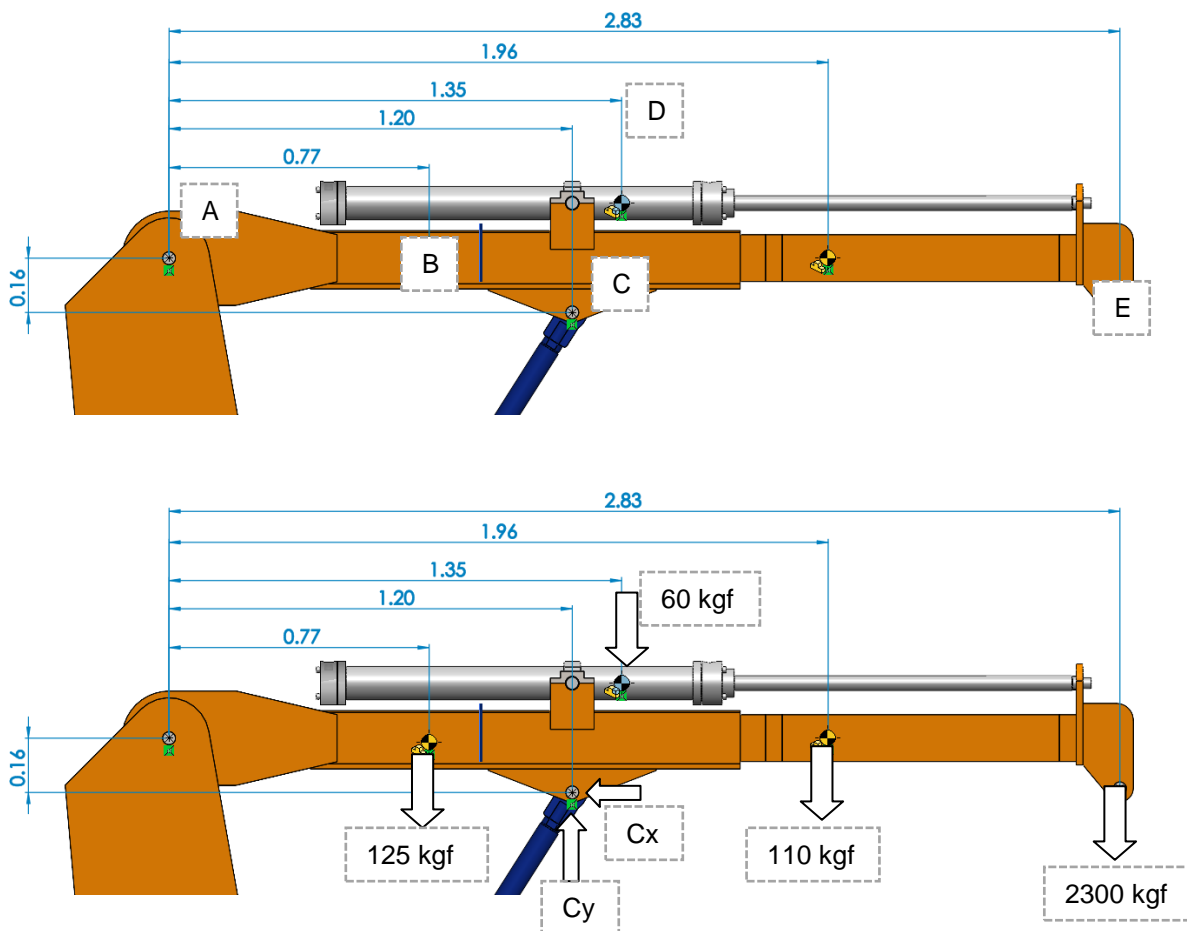


Anexo 7.

Aplicación de las ecuaciones de equilibrio

El siguiente anexo muestra el cálculo analítico para determinar la fuerza que debe ejercer los cilindros para cada cilindro para mantener el equilibrio el sistema, con un cilindro que está a un ángulo de 57.5 grados con respecto a la horizontal.

Análisis para el cilindro inferior



$$\sum M_{AA} = 0$$

$$-(125 * 0.77) - (60 * 1.35) - (110 * 1.96) - (2300 * 2.83) + (PPFF * 1.2) - (PPFF * 0.16) = 0$$

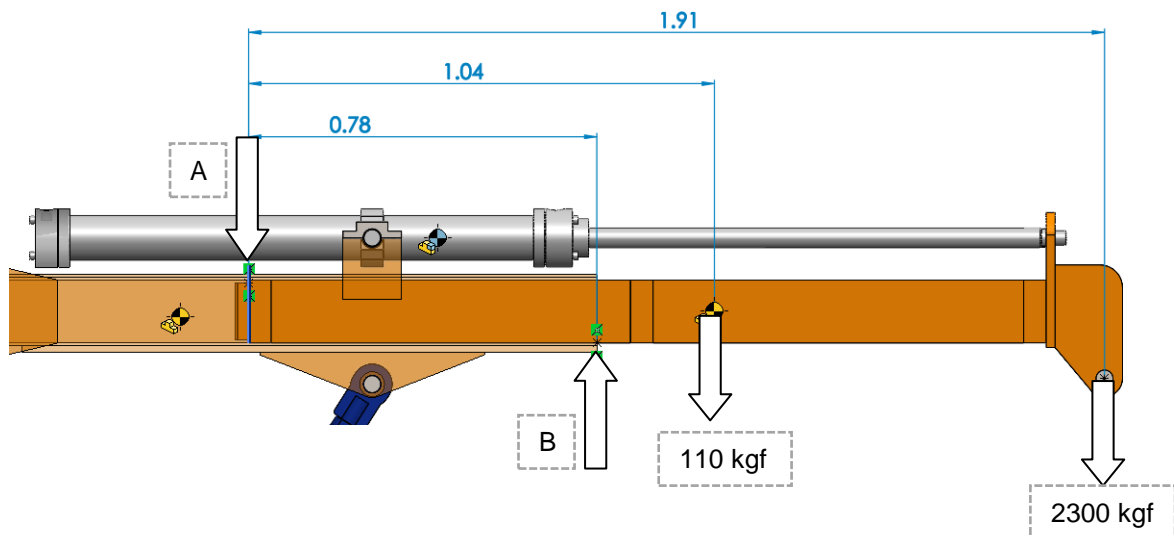
$$-(96.25) - (81) - (215.6) - (6509) + (\text{sen } 57.5 * F_c * 1.2) - (\text{cos } 57.5 * FFPP * 0.16) = 0$$

$$-6901.85 + (F_c * 1.012) - (FFPP * 0.086) = 0$$

$F_c = 7453.41 \text{ kgf}$ fuerza que ejerce el cilindro para mantener el equilibrio el sistema.

$F_c = 73093 \text{ N}$ fuerza que ejerce el cilindro para mantener el equilibrio el sistema en newtons

Análisis para el cilindro superior



Las reacciones A y B, son las fuerzas en contacto entre el tubo extensible y el tubo fijo, por lo tanto, para que el cilindro pueda desplazar esa carga, este deberá vencer la fuerza de fricción que se genera en esos dos puntos, se considera según información bibliográfica un coeficiente de fricción de 0.7 de contacto de acero con acero sin lubricar:

$$\sum M = 0$$

$$F_A * 0.78 - 110 * 1.04 - 2300 * 1.91 = 0$$

$$F_A = 5779 \text{ N}$$

$$\sum F = 0$$

$$-110 - 2300 + F_B - F_{fric} = 0$$

$$F_B = 3369 \text{ N}$$

La fuerza de fricción en cada punto es:

$$F_{fric} = 5779 * 0.7 = 4045 \text{ N}$$

$$F_{fric} = 3369 * 0.7 = 2358 \text{ N}$$

La fuerza de fricción total es: 62792 N

Anexo 8. Selección de la unidad hidráulica de poder

El siguiente anexo muestra la selección de la unidad hidráulica, se toman medidas de cilindros hidráulicos industriales Parker como referencia.

Cilindro inferior:

- Carrera: 57.5 cm
- Diámetro: 10.1 cm
- Dímetro de varilla: 6.35 cm

Cilindro superior:

- Carrera: 100 cm
- Diámetro: 8 cm
- Dímetro de varilla: 4.5 cm

la presión necesaria para el cilindro inferior será

$$PP = \frac{FF}{MM} = \frac{73093 KK}{\frac{\pi \pi}{4} \times 0.101^2} = 9123115 PPff = 1324 Pppppp$$

la presión necesaria para el cilindro superior estará en función a su área más crítica que es el lado donde está el vástago, ya que deberá retraer la carga en función a esa área efectiva.

$$MN. pppffppPepppeff = \frac{\pi \pi}{4} \times 0.08^2 - \frac{\pi \pi}{4} \times 0.045^2 = 3.436ff10^{-3} pp^2 = 34.36 Pppp^2$$

$$PP = \frac{FF}{MM} = \frac{62792 KK}{3.436ff10^{-3}} = 18274738 PPff = 2651 Pppppp$$

El volumen total de ambos cilindros es:

$$VVe = VVpp. pppffpppppppp + VVpp. ffspppppppppp = (82 Pppp^2 FF57.5 Pppp) + (51 Pppp^2 FF100 Pppp) = 9815 Pppp^3 = 3 kfffn$$

Se selecciona una unidad hidráulica de poder de la marca WHYNCO PERÚ modelo WPUH 5-1-5

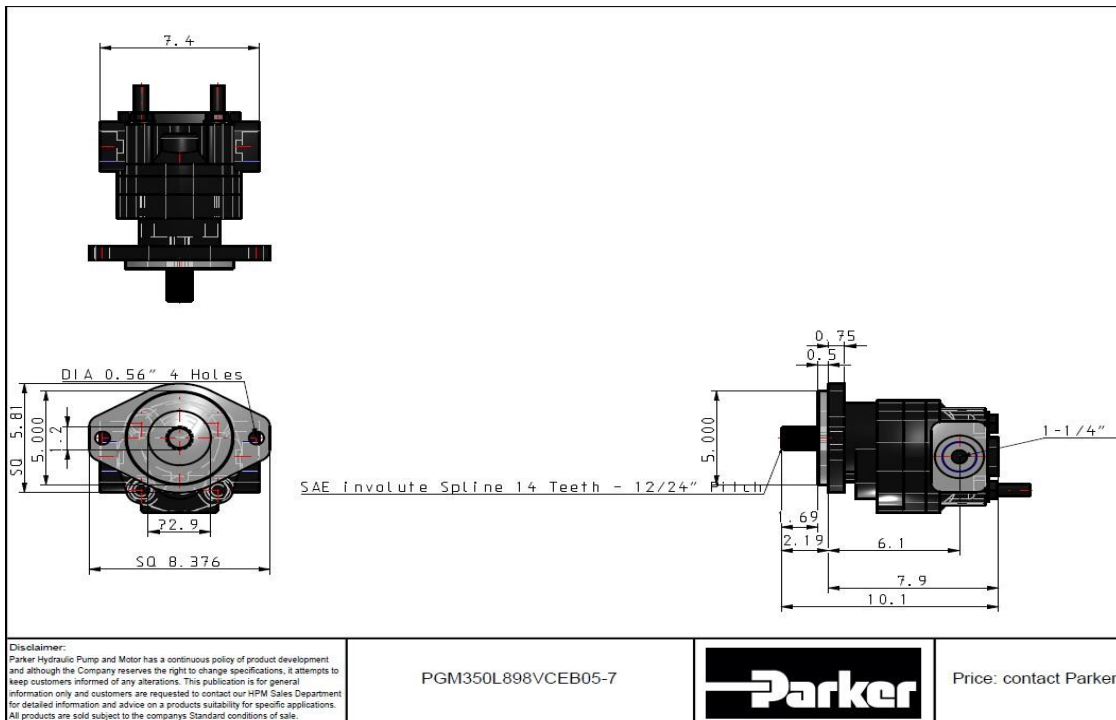
| CODIGO | POTENCIA (H.P) | CAUDAL (G.P.M) | PRESION (P.S.I) | VOLUMEN (GL) | VELOCIDAD (RPM) | VOLTAJE (V) | PESO (KG) |
|------------|----------------|----------------|-----------------|--------------|-----------------|-------------|-----------|
| WPUH 5-1-5 | 5 | 1.5 | 3000 | 5 | 1800 | 220/440 | 70 |

Anexo 9.

Selección del motor hidráulico

| | |
|--|-------------------------------------|
| PN (Part. No) | PGM350L898VCEB05-7 |
| SERIES (Series) | PGM350 |
| UNIT (Unit) | A = Single Unit |
| CSES (Continental Shaft or Extended Studs) | L = Unit with Extended Studs |
| ROTDR (BI-Direction Rotation w/ 1/4 INCH ODT Drain Line) | 8 = ODT Drain - OutBoard Bearing |
| SECMF (Shaft End Cover / Mounting Flange) | 98 = 2 Bolt SAE C |
| PECP (Port End Cover Porting) | O.D. Tube |
| PEP (Port End w/Side Ports) | VC = 1-1/4 x 1-1/4 |
| OSU (Operating Speed of Unit) | 900 RPM |
| MOP (Maximum Operating Pressure) | 2500psi (172 bar) |
| GH (Gear Housing) | EB = Motor Housing |
| GWD (Gear Width (Displacement)) | 05 = 0.500" / 1.27 cu.in. / 20.9 cc |
| DS (Drive Shaft) | -7 = SAE C Spline |

Se observa que el motor tiene una presión de trabajo menor al que entrega la unidad hidráulica, por lo tanto, de debe disponer de una válvula limitadora de presión únicamente para el circuito del motor hidráulico con el fin de que la presión no sobre pase la presión de trabajo del motor hidráulico, además la velocidad angular del motor es de 900 RPM, esto sirve para calcular la velocidad de giro del brazo más adelante.



Anexo 10.

Estimación del tiempo de operaciones de izaje con el brazo oleohidráulico

Tiempo de trabajo del cilindro inferior:

$$QQ = \frac{VVPPppppppnddppoo pppnffppppppooopp}{ee}$$

$$ee = \frac{VVPPppppppnddppoo pppnffppppppooopp}{QQ} = \frac{4715 PPpp^3}{95PPpp^3} = 50 \text{ ffpkksrmdooff} = 0.83 \text{ pppnnsseeoff ffpppooFF}$$

Tiempo de trabajo del cilindro superior:

$$QQ = \frac{VVPPppppppnddppoo ffsppppppooopp}{ee}$$

$$ee = \frac{VVPPppppppnddppoo ffsppppppooopp}{QQ} = \frac{5100 PPpp^3}{95PPpp^3} = 54 \text{ ffpkksrmdooff} = 0.9 \text{ pppnnsseeoff}$$

Revoluciones de giro del brazo:

- Numero de dientes del engranaje de la corona de giro (Z_e): 94 dientes
- Piñón de ataque (Z_p): 20 dientes
- Velocidad de entrada (N_p): 900 RPM
- $\frac{NN_{ee}}{NN_{pp}} = \frac{ZZ_{pp}}{ZZ_{ee}}$
- $KK_{pp} = \frac{NN_{pp} \times ZZ_{pp}}{ZZ_{ee}} = \frac{900 \times 20}{94} = 191$

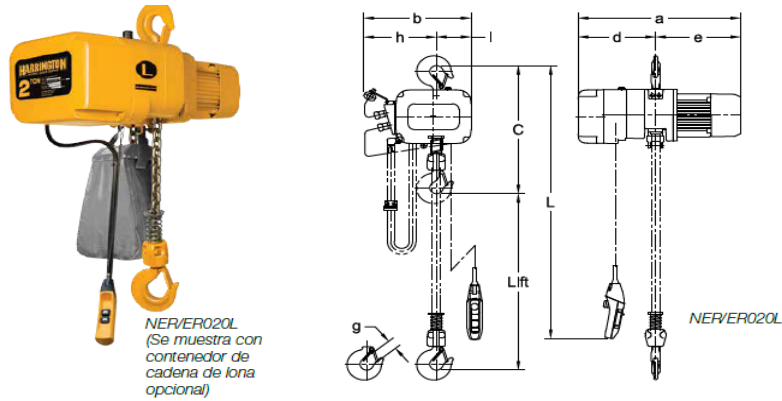
Este valor es relativamente alto y giraría la carga demasiado rápido lo cual es riesgoso, lo ideal es que la maquina gire 360 grados en un rango 20 a 30 segundos, en esta investigación se estima el tiempo total con 30segundos es decir 0.5 minutos, el motor hidráulico deberá ser controlado por equipos que regulen su velocidad de giro.

Tiempo total de operación de izaje con el brazo oleohidráulico: Se considera un tiempo de 60 segundos para el proceso donde el trabajador tiene que enganchar la carga o colocar los grilletes, así mismo el polipasto sube la carga en 2.1 m/minutos, en el brazo diseñado la altura efectiva es de 2.96 metros entonces el polipasto subirá la carga aproximadamente en 1.5 minutos.

$$TT_{ppppppppoo pppooopp pppppppppppppooonn ddpn ppiiffiip} = 0.83 + 0.9 + 0.5 + 1 + 1.5 = 5 \text{ pppnnsseeoff}$$

Anexo 11.

POLIPASTO SELECCIONADO DE LA MARCA HARRINGTON MODELO ER020C



VELOCIDAD SENCILLA – DIMENSIONES

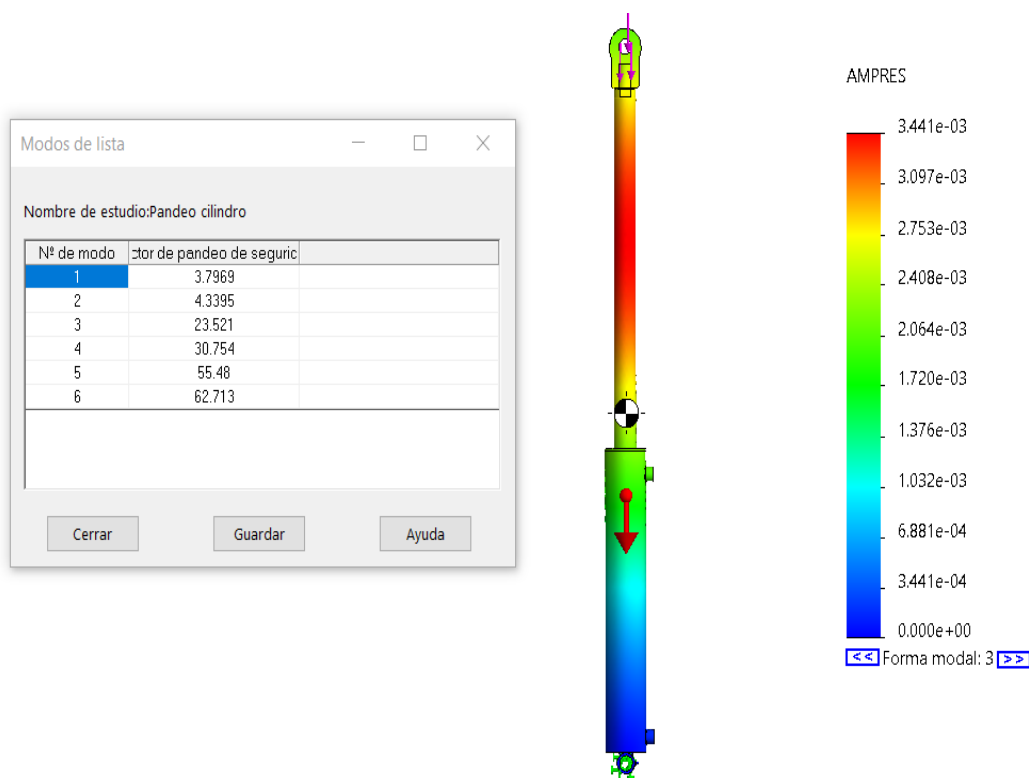
| Cap. (Tons) | Código de producto | Altura libre C (mm) | a (mm) | | b (mm) | | d (mm) | | e (mm) | | g (mm) | h (mm) | i (mm) | |
|-------------|--------------------|---------------------|--------|-----|--------|-----|--------|-----|--------|-----|--------|--------|--------|-----|
| | | | NER | ER | NER | ER | NER | ER | NER | ER | | | NER | ER |
| 1/8 | (N)ER001H | 350 | 478 | 564 | 321 | 345 | 219 | 305 | 259 | 259 | 27 | 99 | 93 | 117 |
| 1/4 | (N)ER003S | 350 | 478 | 564 | 321 | 345 | 219 | 305 | 259 | 259 | 27 | 99 | 93 | 117 |
| 1/4 | (N)ER003H | 370 | 509 | 593 | 348 | 348 | 242 | 325 | 267 | 267 | 27 | 113 | 106 | 106 |
| 1/2 | (N)ER005L | 370 | 513 | 598 | 348 | 348 | 242 | 325 | 270 | 273 | 27 | 113 | 106 | 106 |
| 1/2 | (N)ER005S | 370 | 509 | 593 | 348 | 348 | 242 | 325 | 267 | 267 | 27 | 113 | 106 | 106 |
| 1 | (N)ER010L | 430 | 589 | 632 | 376 | 376 | 291 | 332 | 298 | 300 | 31 | 129 | 118 | 118 |
| 1 | (N)ER010S | 430 | 598 | 639 | 376 | 376 | 291 | 332 | 307 | 307 | 31 | 129 | 118 | 118 |
| 1 1/2 | (N)ER015S | 510 | 646 | 738 | 427 | 427 | 308 | 397 | 338 | 341 | 35 | 161 | 138 | 138 |
| 2 | (N)ER020C | 705 | 589 | 632 | 376 | 376 | 291 | 332 | 298 | 300 | 37 | 178 | 69 | 69 |
| 2 | (N)ER020L | 575 | 646 | 738 | 427 | 427 | 308 | 397 | 338 | 341 | 40 | 161 | 138 | 138 |
| 2 | (N)ER020S | 590 | 702 | 782 | 427 | 427 | 347 | 426 | 356 | 356 | 40 | 161 | 138 | 138 |
| 2 1/2 | (N)ER025S | 625 | 735 | 826 | 445 | 445 | 337 | 427 | 399 | 399 | 40 | 174 | 143 | 143 |
| 3 | (N)ER030L* | 660 | 786 | 786 | 480 | 480 | 393 | 393 | 393 | 393 | 44 | 182 | 164 | 164 |
| 3 | (N)ER030C | 785 | 702 | 782 | 427 | 427 | 347 | 426 | 356 | 356 | 45 | 216 | 82 | 82 |
| 5 | (N)ER050L | 850 | 735 | 826 | 445 | 445 | 337 | 427 | 399 | 399 | 47 | 232 | 85 | 85 |

| Cap. (Tons) | Código de producto | Elevación estándar (m) | Cable de la botonera L (m) | Velocidad de elevación (m/min) | Motor de elevación trifásico 60 Hz | | Diámetro de la cadena de carga (mm) x Ramales | Peso neto (kg) | | Peso por un metro adicional de elevación (kg) | |
|-------------|--------------------|------------------------|----------------------------|--------------------------------|------------------------------------|--------------------------|---|----------------|-----|---|--------|
| | | | | | Rendimiento (kW) | Corriente nominal (amps) | | NER | ER | | |
| | | | | | | @208 – 230 V | | | | | @460 V |
| 1/8 | (N)ER001H | 3.0 | 2.5 | 16.8 | 0.56 | 3.4 | 1.7 | 4.3 x 1 | 27 | 28 | 0.42 |
| 1/4 | (N)ER003S | | | 11.0 | 0.56 | 3.4 | 1.7 | 4.3 x 1 | 27 | 28 | 0.42 |
| 1/4 | (N)ER003H | | | 16.2 | 0.9 | 4.8 | 2.5 | 6.0 x 1 | 36 | 37 | 0.81 |
| 1/2 | (N)ER005L | | | 4.6 | 0.56 | 3.4 | 1.7 | 6.0 x 1 | 32 | 36 | 0.81 |
| 1/2 | (N)ER005S | | | 8.8 | 0.9 | 4.8 | 2.5 | 6.0 x 1 | 36 | 37 | 0.81 |
| 1 | (N)ER010L | | | 4.3 | 0.9 | 4.8 | 2.5 | 7.7 x 1 | 47 | 50 | 1.33 |
| 1 | (N)ER010S | | | 8.5 | 1.8 | 8.6 | 4.2 | 7.7 x 1 | 54 | 54 | 1.33 |
| 1 1/2 | (N)ER015S | | | 5.5 | 1.8 | 8.6 | 4.2 | 10.2 x 1 | 72 | 77 | 2.3 |
| 2 | (N)ER020C | | | 2.1 | 0.9 | 4.8 | 2.5 | 7.7 x 2 | 59 | 61 | 2.7 |
| 2 | (N)ER020L | | | 4.3 | 1.8 | 8.6 | 4.2 | 10.2 x 1 | 73 | 79 | 2.3 |
| 2 | (N)ER020S | | | 8.5 | 3.5 | 16.4 | 7.9 | 10.2 x 1 | 91 | 90 | 2.3 |
| 2 1/2 | (N)ER025S | | | 6.7 | 3.5 | 16.4 | 7.9 | 11.2 x 1 | 103 | 102 | 2.8 |
| 3 | (N)ER030L* | | | 4.9 | 3.5 | 18.3 | 9.2 | 12.5 x 1 | 116 | 116 | 3.4 |
| 3 | (N)ER030C | | | 5.2 | 3.5 | 16.4 | 7.9 | 10.2 x 2 | 106 | 106 | 4.7 |
| 5 | (N)ER050L | | | 3.4 | 3.5 | 16.4 | 7.9 | 11.2 x 2 | 131 | 129 | 5.6 |

Anexo 12.

Análisis de pandeo de cilindro inferior con SolidWorks

En el siguiente anexo se muestra el resultado del análisis por pandeo del cilindro inferior, debido a que este actuador está a compresión, se analizaron los 6 primeros modos de pandeo, y se obtuvo que las dimensiones del actuador soportan la carga y no fallaran por compresión, de acuerdo con los factores de seguridad que son mayores que 1, la carga a la que está sometida es la carga calculada para el cilindro inferior que es de 7453.41 kgf.



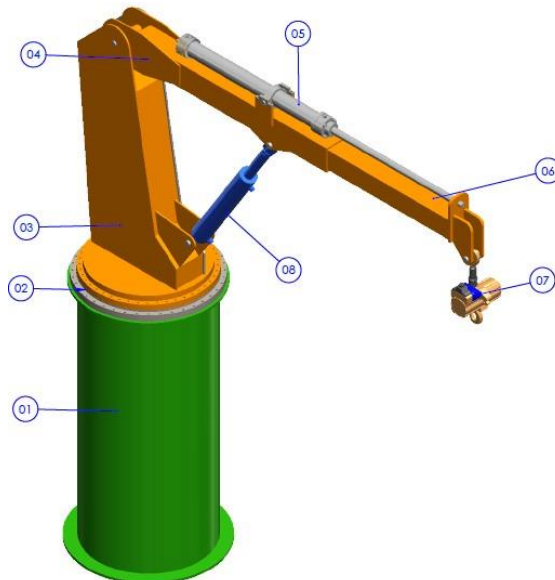
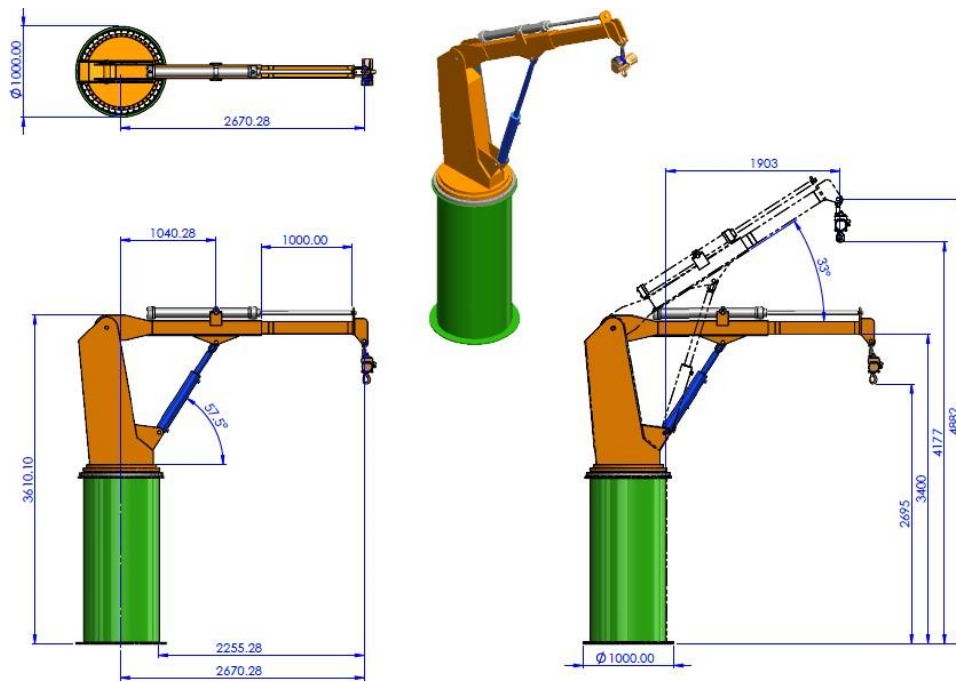
Anexo 13.

Imágenes actuales de las operaciones de izaje de construcciones estructurales metalmeccánicas en la empresa Macris



Anexo 14.

Documentación y planos del diseño final de brazo oleohidráulico



| ITEM | NOMBRE |
|------|-----------------------|
| 01 | TUBO SOPORTE |
| 02 | CORONA DE ORIENTACION |
| 03 | BASE GIRATORIA |
| 04 | BRAZO FIJO |
| 05 | CILINDRO SUPERIOR |
| 06 | BRAZO EXTENSIBLE |
| 07 | POLIPASTO |
| 08 | CILINDRO INFERIOR |

Anexo 15
Cotizaciones del brazo oleohidráulico

Tabla de materiales

| Elemento | cantidad | Precio por unidad | monto |
|-----------------|----------|-------------------|----------------------|
| Plancha de 1 ½" | 1.00 | S/. 3,500.00 | S/. 3,500.00 |
| Plancha de ½" | 2.00 | S/. 1,000.00 | S/. 2,000.00 |
| Plancha de 1/8" | 1.00 | S/. 400.00 | S/. 400.00 |
| Plancha de ¾" | 2.00 | S/. 1,800.00 | S/. 3,600.00 |
| Plancha de 3/8" | 1.00 | S/. 700.00 | S/. 700.00 |
| Plancha de 5/8" | 1.00 | S/. 1,500.00 | S/. 1,500.00 |
| TOTAL | | | S/. 11,700.00 |

Nota: Elaboración propia. * planchas (1200mm x 2400mm)

Tabla. mano de obra

| Elemento | Costo de fabricación |
|------------------|----------------------|
| Tubo soporte | S/. 690.00 |
| Basa giratoria | S/. 2,200.00 |
| Brazo fijo | S/. 800.00 |
| Brazo extensible | S/. 800.00 |
| Total | S/. 4,490.00 |

Nota: Elaboración propia.

Tabla. Elementos de accionamiento

| Elementos | Precio |
|-----------------------|----------------------|
| Cilindro superior | S/. 3157.00 |
| Cilindro inferior | S/. 3519.00 |
| UPH | S/. 3,195.00 |
| Polipasto fijo | S/. 3,550.00 |
| Motor hidráulico | S/. 740.00 |
| Corona de orientación | S/. 2,300.00 |
| Mangueras Hidráulicas | S/. 500.00 |
| total | S/. 16 961.00 |

Nota: elaboración propia.

Anexo 16

Detalles del análisis económico del brazo oleohidráulico

En el siguiente anexo se muestra el resultado del análisis económico del brazo oleohidráulico, el primer cuadro refleja los gastos por alimentación y pago de personal mensual que realiza la empresa Macris.

| Mes | Alimentación | Pagos |
|------------------|---------------------|--------------|
| Enero | S/ 3,000.00 | S/ 30,000.00 |
| Febrero | S/ 3,000.00 | S/ 30,000.00 |
| Marzo | S/ 3,000.00 | S/ 30,000.00 |
| Abril | S/ 3,000.00 | S/ 30,000.00 |
| Mayo | S/ 3,000.00 | S/ 30,000.00 |
| Junio | S/ 3,000.00 | S/ 30,000.00 |
| Julio | S/ 3,000.00 | S/ 30,000.00 |
| Agosto | S/ 3,000.00 | S/ 30,000.00 |
| Setiembre | S/ 3,000.00 | S/ 30,000.00 |
| Octubre | S/ 3,000.00 | S/ 30,000.00 |
| Noviembre | S/ 3,000.00 | S/ 30,000.00 |
| Diciembre | S/ 3,000.00 | S/ 30,000.00 |

Se procede a realizar el cálculo de gasto por un trabajador en la empresa Macris, cabe mencionar que la empresa cuenta, con 12 trabajadores en taller, entonces:

$$GGffffeeoo ppoopp eeppffppffiffddoop = \frac{3000 + 30000}{12} = \text{s/. 2750}$$

Se determino por medio de la observación que, por cada operación de izaje en la empresa Macris intervienen 5 trabajadores entonces se procede hacer la proyección del análisis del antes y después de implementar el brazo oleohidráulico.

$$GGffffeeoo ffneppff ddppp pppffiiio ooppoo hppdppffsspppPoo = 2750 * 5 = \text{ff/.13750}$$

Con el brazo oleohidráulico como máximo se estima que dos trabajadores intervendrán en las operaciones de izaje reduciendo el recurso humano de 5 a 2, uno sería el operador de la maquina y un ayudante para enganchar los accesorios de izaje.

$$GGffffeeoo Ppoonn ddppp pppffiiio ooppoo hppdppffsspppPoo = 2750 * 2 = \text{ff/ 5500}$$

El ahorro que tendría la empresa al reducir el personal para maniobras de izaje se refleja en un beneficio para esta misma entonces la diferencia sería el beneficio:

$$FFppnppffppPoo = 13750 - 5500 = \text{ff/ 8250}$$

El valor anterior sería el beneficio mensual que tendría la empresa con la fabricación del brazo oleohidráulico desde el punto de vista económico, este valor se utilizara para evaluar el flujo de caja posteriormente, en tema de los egresos se considera el costo de mantenimiento de la máquina, el cual se considera un manteamiento mayor un mes del año y los 11 meses solo una cantidad básica para limpieza y comparado de accesorios, el cuadro posterior muestra los datos ordenados del flujo de caja.

| INGRESOS | EGRESOS | FLUJO DE CAJA |
|------------------------|----------------|----------------------|
| S/ 8,250.00 | S/ 100.00 | S/ 8,150.00 |
| S/ 8,250.00 | S/ 100.00 | S/ 8,150.00 |
| S/ 8,250.00 | S/ 100.00 | S/ 8,150.00 |
| S/ 8,250.00 | S/ 100.00 | S/ 8,150.00 |
| S/ 8,250.00 | S/ 100.00 | S/ 8,150.00 |
| S/ 8,250.00 | S/ 100.00 | S/ 8,150.00 |
| S/ 8,250.00 | S/ 100.00 | S/ 8,150.00 |
| S/ 8,250.00 | S/ 100.00 | S/ 8,150.00 |
| S/ 8,250.00 | S/ 100.00 | S/ 8,150.00 |
| S/ 8,250.00 | S/ 100.00 | S/ 8,150.00 |
| S/ 8,250.00 | S/ 100.00 | S/ 8,150.00 |
| S/ 8,250.00 | S/ 3,155.00 | S/ 5,095.00 |
| Inversión | | S/ 33,151.00 |
| Tasa de interés | | 10% |
| VAN | | S/ 23,008.17 |
| TIR | | 22% |
| Beneficio-Costo | | 1.62 |

Después de elaborar la tabla de flujo de caja, mediante el software Excel se calculó los indicadores financieros, la inversión es la suma de todos los resultados totales de los materiales mano de obra, detallados en el anexo 15.

AUTORIZACIÓN DE USO DE INFORMACIÓN DE EMPRESA

Yo Luz Magaly Cristóbal Arroyo
(Nombre del representante legal o persona facultada en permitir el uso de datos)
identificado con DNI 40994152 en mi calidad de Representante Legal
(Nombre del puesto del representante legal o persona facultada en permitir el uso de datos)
del área de Gerencia General
(Nombre del área de la empresa)
de la empresa CONSTRUCCIONES Y SERVICIOS GENERALES MAORIS PERU S.A.C
(Nombre de la empresa)
con R.U.C N° 20445678148 ubicada en la ciudad de Chimbote

OTORGO LA AUTORIZACIÓN,

Al señor(a, ita.) Silvestre Trydlo Carlos Daniel
(Nombre completo del/a los estudiantes)

Identificado(s) con DNI N° 75103451, de la () Carrera profesional de ingeniería, mecánica eléctrica, para que utilice la siguiente información de la empresa:

información de operaciones de montaje y desmontaje del área de Fabricaciones
* fotografías + visitas
(Detallar la información a entregar)

con la finalidad de que pueda desarrollar su () Informe estadístico, () Trabajo de Investigación, (X) Tesis para optar el Título Profesional.

(X) Publique los resultados de la investigación en el repositorio institucional de la UCV.

Indicar si el Representante que autoriza la información de la empresa, solicita mantener el nombre o cualquier distintivo de la empresa en reserva, marcando con una "X" la opción seleccionada.

() Mantener en reserva el nombre o cualquier distintivo de la empresa; o

(X) Mencionar el nombre de la empresa.

cd: 902365513

CONSTRUCCIONES Y SERVICIOS GENERALES
MAORIS PERU S.A.C

Ing. L. Magaly Cristóbal Arroyo

GERENTE GENERAL

Firma y sello del Representante Legal

DNI: 40994152

El Estudiante declara que los datos emitidos en esta carta y en el Trabajo de Investigación, en la Tesis son auténticos. En caso de comprobarse la falsedad de datos, el Estudiante será sometido al inicio del procedimiento disciplinario correspondiente; asimismo, asumirá toda la responsabilidad ante posibles acciones legales que la empresa, otorgante de información, pueda ejecutar.

Firma del Estudiante

DNI: 75103451

Firma del Estudiante

DNI: 46660778