



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

**“Diseño de una barrenadora portátil para mantenimiento
correctivo de articulaciones de maquinaria pesada en la empresa
Importaciones y Servicios E.I.R.L”**

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

AUTORES:

De la Cruz Melendrez Hector Juan (ORCID: 0000-0001-9359-874X)

Rebaza Alfaro Pamela Verónica (ORCID: 0000-0001-6394-9297)

ASESOR:

PhD. Olortegui Yume Jorge Antonio (ORCID: 0000-0001-5734-040X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Modelamiento y simulación de sistemas electromecánicos

Trujillo – Perú

2021

DEDICATORIA

A

MIS PADRES

Por su paciencia y dedicación a su familia

A

MIS PROFESORES

Por su empeño por forjar nuevos profesionales y colegas

A

MIS HERMANAS Y AMIGOS

Por hacer ameno el estudio y siempre mostrar su apoyo

P.V.R.A

A

DIOS

Por darme la fuerza necesaria para seguir este proceso de obtener uno de los
anhelos más deseados

A

MIS PADRES

Por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años.

A

MI HIJO Y HERMANOS

Por estar siempre presentes y mostrar su apoyo moral.

H.J.D.L.C.M

AGRADECIMIENTO

Gracias a nuestros padres por ser los promotores de nuestros grandes sueños, por creer en cada uno de nosotros, por sus valores y principios que nos inculcaron.

Agradecemos a los ingenieros de la Escuela de Mecánica Eléctrica de la Universidad Cesar Vallejo, por brindar sus conocimientos a lo largo de la preparación de nuestra vida profesional, de manera especial.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS	iv
RESUMEN.....	vii
ABSTRACT	viii
I. INTRODUCCION.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	5
III. METODOLOGÍA	21
3.1. Tipo y diseño de investigación	21
3.2. Operacionalización de Variables	21
3.3. Población, muestra y muestreo	22
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	23
3.5. Procedimiento	25
3.6. Método de análisis de datos	26
3.7. Aspectos éticos.....	26
IV. RESULTADOS.....	27
4.1. Necesidades de la Empresa.....	27
4.2. Normas, códigos o recomendaciones de diseño de la maquina.....	30
4.3. Recomendaciones de diseño	31
4.4. Tabla de especificaciones de Ingeniería.....	33
4.5. Diseño Conceptual.....	33
4.5.2. Matriz de Selección de Criterios Ponderados	37
4.5.3. Diseño de Configuración General de la Maquina Barrenadora	40
4.5.4. Selección de la configuración más optima	42
4.6. Dimensionamiento general	45
4.7. Selección de materiales	45
4.7.1. Selección de material para eje deslizante	46
4.7.2. Selección de material de eje de corte.....	46
4.7.3. Selección de material para las planchas laterales y central.....	46
4.8. Diseño Paramétrico del eje de la barrenadora portátil.....	46
4.9. Diseño de selección de componentes	59
4.10. Presupuesto.....	61
4.11. Diseño de Detalle.....	64
4.12. Resultado	66
V. DISCUSIONES.....	68
VI. CONCLUSIONES.....	69
VII. RECOMENDACIONES	70
REFERENCIAS	71
ANEXOS	74

ÍNDICE DE TABLA

Tabla 1 Recolección de datos.....	24
Tabla 2 (Continuación) Resumen de entrevistas	28
Tabla 3 Código Normativa ASME	30
Tabla 4 Código Normativa ANSI.....	31
Tabla 5 Código Normativa ISO	31
Tabla 6 Recomendaciones de Diseño de Barrenadora portátil.....	32
Tabla 7 Especificaciones de Ingenieril.....	33
Tabla 8 Matriz Morfológica de Conceptos Alternativos	34
Tabla 9 Criterios de Evaluación para Conceptos de Diseño.....	37
Tabla 10 Criterios de Evaluación para Conceptos Alternativos	38
Tabla 11 Puntaje de Evaluación para Conceptos Alterativos	39
Tabla 12 Matriz de Selección Ponderada para la Evaluación de Conceptos de Diseño	39
Tabla 13 Criterios de Evaluación para las Configuraciones de Diseño.....	43
Tabla 14 Criterio de Evaluación para las Configuraciones	43
Tabla 15 Puntaje de Evaluación para Configuraciones	44
Tabla 16 Matriz de Selección ponderada para la Evaluación de Configuraciones de Diseño	44
Tabla 17 Puntos de análisis en el eje	49
Tabla 18 Parámetro de Caja Negra para la Estructura de la Barrenadora	52
Tabla 19 Variables y valores para la Simulación Paramétrica en ANSYS.....	54
Tabla 20 Matriz Grafica Paramétrica para evaluar la variable de solución: Esfuerzo de Von Mises	55
Tabla 21 Matriz Grafica Paramétrica para evaluar la variable de solución: Factor de Seguridad.....	56
Tabla 22 Selección del Motorreductor	59
Tabla 23 Especificaciones de la Chumacera	60
Tabla 24 Presupuesto detallado de la barrenadora	61
Tabla 25 Lista de consumibles.....	62
Tabla 26 Lista de mano de obra	62
Tabla 27 Resumen de inversión de barrenadora	62

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1 Vista Explotada de eslabón de la pluma con la pala mecánica</i>	1
Figura 2 Proceso de barrenado de alojamientos de pin en cuchara CAT	3
Figura 3 Fuerzas que intervienen en el mecanizado.....	13
Figura 4 Concepto 1	35
Figura 5 Concepto 2.....	36
Figura 6 Concepto 3.....	36
Figura 7 Configuración 1	40
Figura 8 Configuración 2	41
Figura 9 Configuración 3	41
Figura 10 Dimensionamiento de la barrenadora	45
Figura 11 Diagrama de cuerpo libre	47
Figura 12 Fuerzas a considerar en el momento de barrenado (cuchilla)	47
Figura 13 Diagrama de Cuerpo libre de Eje de Barrenadora	48
Figura 14 Momentos en el Eje.....	49
Figura 15 Gráfico de Fuerza cortante.....	50
Figura 16 Gráfico de momento Flector.....	50
Figura 17 Diagrama de caja negra para definición de parámetros.....	51
Figura 18 Graficas paramétricas del factor de seguridad vs. diámetro	53
Figura 19 Modelo 3D del eje de barra de la barrenadora portátil.	57
Figura 20 Esfuerzo de Von Misses.....	58
Figura 21 Factor de seguridad del eje de avance	58
Figura 22 Motorreductor.....	59
Figura 23 Chumaceras de pared.....	60
Figura 24 Plancha lateral	61
Figura 25 Diseño de detalle de la maquina barrenadora.....	65

RESUMEN

En el presente trabajo de tesis se realizó el Diseño de una barrenadora portátil para mantenimiento correctivo de articulaciones de maquinaria pesada en la empresa Importaciones y Servicios E.I.R.L. La finalidad del proyecto es elaborar una máquina que cumpla con las especificaciones técnicas del mercado.

Para el desarrollo se han tenido en cuenta las necesidades de la empresa, empleando como técnica la entrevista, la que fue realizada a 5 trabajadores que laboran actualmente, con los datos obtenidos se elaboró una tabla de características y necesidades que ayudaron a definir el diseño de la barrenadora, seguida de una recopilación de normativas de diseño, materiales y normas de seguridad las cuales fueron consideradas a la hora de elaborar el diseño, también se generaron 3 conceptos de solución, los cuales nos ayudaron a ver y seleccionar partes del sistema de la maquina barrenadora para un óptimo diseño adecuado, lo cual nos llevó a elaborar 3 diseño de configuración mediante una tabla de selección de criterio y conceptos de configuración en busca de la mejor elección.

Teniendo en cuenta las especificaciones detalladas de Diseño de Ingeniería, donde se empleó el cálculo de esfuerzos siendo el esfuerzo sometido en eje de a barra de 2300 N, identificando el tipo de estructura de la barrenadora (se analizó paramétricamente el eje donde se obtuvo el diámetro adecuado para el barrenado es de 74 mm de un material AISI 1045, logrando un factor de 15).

Posteriormente se procedió a la selección de elementos para la elaboración de los planos, para finalizar se realizó un análisis económico en el que se obtuvo una rentabilidad (ROI) de 6 meses con 1.541, logrando el retorno de inversión en los 2 primeros meses y un Van en el periodo de 1 año de S/. 12 526.99 soles, obteniendo una TIR de 65%.

Palabras claves: barrenadora, articulación, diámetro

ABSTRACT

In this thesis work, the Design of a portable boring machine for corrective maintenance of heavy machinery joints was carried out in the company Importaciones y Servicios E.I.R.L. The purpose of the project is to develop a machine that meets the technical specifications of the market.

For the development, the needs of the company have been taken into account, using the interview as a technique, which was carried out with 5 workers who currently work, with the data obtained a table of characteristics and needs was prepared that helped define the design of the boring machine, followed by a compilation of design regulations, materials and safety standards which were considered when preparing the design, 3 solution concepts were also generated, which helped us to see and select parts of the system of the boring machine for an optimal suitable design, which led us to elaborate 3 configuration designs through a selection criteria table and configuration concepts in search of the best choice.

Taking into account the detailed specifications of Engineering Design, where the stress calculation was used, the stress submitted in the axis of the bar being 2300 N, identifying the type of structure of the boring machine (the axis where the diameter was obtained was parametrically analyzed. suitable for drilling is 74 mm of AISI 1045 material, achieving a factor of 15).

Subsequently, we proceeded to the selection of elements for the preparation of the plans, to finish an economic analysis was carried out in which a profitability (ROI) of 6 months was obtained with 1,541, achieving the return on investment in the first 2 months and a They go in the period of 1 year of S /. 12 526.99 soles, obtaining an IRR of 65%.

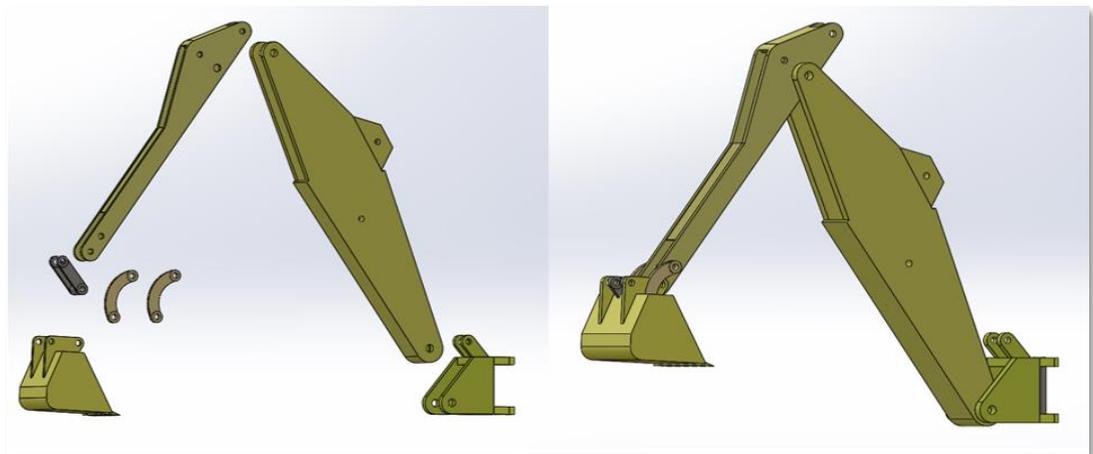
Keywords: borer, articulation, diameter

I. INTRODUCCIÓN

A nivel mundial las empresas en rubro agrícola, de ingeniería civil y actividad minera cuentan con diferentes equipos de línea amarilla especializadas en diferentes tareas, en las cuales las partes de maquinarias quedan expuestas a constante desgaste. Una de las partes expuesta a desgaste agresivo es la junta de unión entre el penúltimo eslabón de la pluma con la pala mecánica de estos equipos pesados. Esta unión de junta se consigue mediante un pin de acero (Ver figura 1).

Figura 1

Vista Explotada de eslabón de la pluma con la pala mecánica



Fuente: Ensamblaje de SolidWorks (Pluma de Excavadora)

En el ámbito nacional investigadores como Paz (Paz, 2017) han hecho estudios sobre el impacto del desgaste de componentes sobre los tiempos de operación en las empresas del rubro minero en la región Cajamarca. Según Paz, la empresa ESCO dedicada a la fabricación y reparación de alineamientos de componentes de maquinarias pesadas relacionadas a empresas de rubro minero, tiene gran demanda de trabajo de reparación de articulaciones desgastadas por fricción y abrasión en maquinaria pesada de marcas tales como Caterpillar, Komatsu y Hitachi. Estas reparaciones normalmente involucran parada, desmontaje, rellenado de cavidades de soldadura, barrenado del agujero a medida, refrentado de las superficies

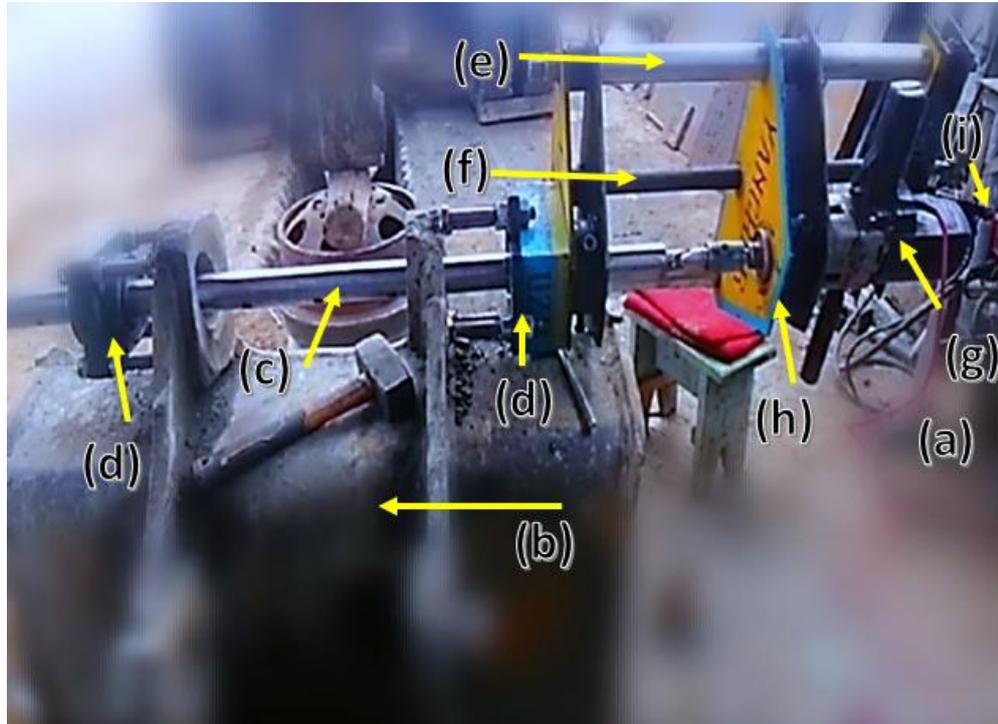
planas y ensamble. Paz indica que estos trabajos de reparación causan un retraso considerable en los trabajos de las empresas analizadas. Este estudio enmarcado en 2016-2017 propició la fabricación de un refrentador portátil por parte de la empresa ESCO con la finalidad de hacer trabajos in situ reduciendo los tiempos de parada al evitar el transporte de las partes al taller de maestranza.

La empresa Importaciones y Servicios E.I.R.L. dedicada a la importación, alquiler y arrendamiento de maquinaria pesada, inició sus operaciones en el año 1998 y continúa hasta la actualidad. En el año 2004 la empresa amplió sus actividades al rubro de mantenimiento de maquinaria pesada. Cuenta con 30 trabajadores en las áreas de gerencia, administración, logística, producción, almacén y maestranza. La empresa cuenta con una flota de 17 equipos de línea amarilla entre excavadoras, retroexcavadoras, cargadores frontales, motoniveladoras y tractores. Importaciones y Servicios E.I.R.L. ha venido trabajando con bastante éxito en estos años de modo tal que uno de sus principales clientes es la Municipalidad Provincial de Trujillo. Los últimos trabajos realizados fueron justamente en el mantenimiento de la retroexcavadora principal y el cargador frontal principal de esta entidad pública.

La empresa Importaciones y Servicios E.I.R.L. tiene en la restauración (barrenado) de los agujeros de las juntas de estos equipos pesados (Ver Figura 2) sus mayores ingresos económicos. Sin embargo, la carencia de equipos propios de barrenado reduce la ganancia de la empresa en aproximadamente 40%. El servicio de barrenado que brindan las empresas originales (fabricantes de estos equipos pesados) en un incremento adicional del 30% del costo del servicio. Estos dos factores han impulsado a la gerencia de la empresa a decidir explorar la posibilidad de diseñar y fabricar equipos de barrenado propios con la intención de mejorar su margen de ganancias.

Figura 2

Proceso de barrenado de alojamientos de pin en cuchara CAT



Nota. a) Barrenadora portátil, b) Cuchara CAT, c) Eje de corte, d) Chumaceras, e) Eje deslizante, f) Eje de avance, g) Motor, h) Soporte, i) Manivela. Cortesía de Importaciones y Servicios E.I.R.L.

La formulación del problema se establece de la siguiente manera ¿Qué especificaciones técnicas y de desempeño debe poseer una maquina barrenadora portátil de alojamientos de juntas de articulación de equipos pesados para la empresa Importaciones y Servicios E.I.R.L.?

En base al problema se establece que la justificación es tecnológica como económica. Dado a que se ve beneficiada mediante el diseño tecnológico que al implementarlo brindara un beneficio económico para la empresa con el nuevo diseño ahorrando tiempo en mantenimiento y brindando incrementos en sus ingresos.

La investigación se justifica al aplicar conocimientos ya existentes para beneficio a la sociedad como es el caso de la empresa importaciones y servicios E.I.R.L la cual se ve afectada por el tiempo de demora en el

mantenimiento de las maquinarias pesadas por falta de operabilidad, produciéndose así pérdidas de horas hombre y pérdidas en producción de maquinarias, debido a que no se pueden utilizar las maquinarias pesadas sin que se encuentren en un correcto alineamiento para su correcta operabilidad. Por tal motivo se realizará un diseño el cual se verán beneficiados los tiempos en el proceso de barrenado y ayudara al correcto alesado para las maquinarias necesarias en la empresa importaciones y servicios E.I.R.L.

El objetivo general es: realizar el diseño de una barrenadora portátil para las articulaciones de maquinaria pesada para reducir costos y mano de obra en beneficio de la empresa Importaciones y Servicios E.I.R.L” para ello se establecerá los objetivos específicos: a) Identificar las necesidades de la empresa mediante entrevistas b) Recolectar información de normativa asociada al diseño de la barrenadora. c) Generar conceptos de solución al problema de diseño conceptual para seleccionar el diseño adecuado. d) Desarrollar el diseño de configuración. e) cálculo de esfuerzos del barrenado. f) Simulación usando el software de ingeniería g) Elaborar los planos. h). Establecer un presupuesto del diseño de la barrenadora portátil.

Como hipótesis el diseño de una barrenadora portátil mecánica permitirá a la empresa mejorar los tiempos de mantenimiento correctivo en las maquinarias pesadas, aumentando la facilidad de operación para el óptimo desempeño de esta.

II. MARCO TEÓRICO

A continuación, se presentan los antecedentes tomados como base para el desarrollo del proyecto

(Paz, 2017) en su Tesis para optar el Grado de Ingeniero Mecánico en la Universidad Cesar Vallejo Sede-Trujillo “ Diseño y Fabricación de un refrentador portátil Insitu en maquinaria pesada en la Empresa Esco Perú, Cajamarca 2017” se realizó una muestra estadística durante el periodo 2016-2017 donde se identificó la problemática mediante entrevistas, revisiones documentales donde se extrajo la información para identificar necesidades, encontrándose que la principal problemática era el mal estado de la barrenadora que se adquirió en el año 2012, el cual generaban retrasos de componentes en tiempos muertos de producción. Donde los niveles de producción eran severamente comprometidos. Se determinó que, para el proceso de refrentado de las caras de los componentes de la maquinaria pesada, eran necesarios cumplir con las características similares de los refrentadores importados.

(Ortega, 2021) en su Tesis para optar el Grado de Ingeniero Mecánico en la Universidad Santo Tomas de Bogotá: “ Diseño y fabricación de un dispositivo para el alesado en agujeros y articulaciones de los brazos de las retroexcavadoras” se planteó el diseño conceptual y teórico de una máquina que consiga realizar los procesos de alesado para su puesta en marcha en zonas de difícil acceso, en el cual desarrolló el modelo por elementos finitos, donde la geometría corresponde a la máquina final construida; encontrando durante el proceso desgastes por las altas cargas de trabajo donde se generaba desgaste mecánico y estructural. Se realizó con éxito y fabricación la máquina alesadora observando que la máquina cumple eficientemente con el diseño apoyándose con las herramientas computacionales para disminuir el tiempo de diseño y costo de fabricación, con el fin de suplir las necesidades de mecanizado en zonas alejadas, a la vez se optimizó el tiempo de procesamiento para el arreglo de los agujeros de las articulaciones pasando de dos jornadas laborales a media jornada.

(Novoa, 2018) en su Tesis para optar el Grado de Ingeniero Mecánico Electricista en la Universidad Cesar Vallejo Sede-Trujillo “Diseño de maquina mandrinadora portátil, ligera y de fácil montaje, para mecanizado de agujeros de diámetros 60mm hasta 500mm” la investigación tuvo como objetivo elaborar una lista de exigencias para encontrar las necesidades de cada trabajo a realizar de las mandrinadoras, donde se realizó los cálculos de las piezas, se elaboró la cotización para la fabricación de la maquina mandrinadora, encontrando en su investigación que estos equipos sufren de desgaste moderados en sus articulaciones (pines y bocinas). Lo cual precisa que la problemática radica que mientras mayor sea el desgaste la maquinaria empezara a sufrir en su estructura producto del juego excesivo en las partes del equipo. Se elaboro las necesidades y exigencias de la mandrinadora, a la vez se elaboró la matriz morfológica donde se aprecia el sistema de funcionamiento de cada máquina, elaborando una lista de alternativas y tablas de criterios técnico de comparación donde se encontró la mejor alternativa de diseño, a la vez se realizaron los cálculos de transmisión de la barra dando como resultado un diámetro de 50.8mm pero comparado con la maquina Climax tomada como base un diámetro de 57.15 la cual le llevo a realizar el diseño con el diámetro mayor para realizar también refrentados de caras.

(Néstor, 2015) en su Tesis para optar el Grado de Ingeniero Mecánico en la Universidad Santo Tomas de Tunja: “Diseño y fabricación de una máquina alesadora portátil” en la investigación se indago sobre su funcionamiento de la alesadora para obtener un análisis más claro, se evaluaron criterios tales como: potencia, peso, eficiencia, dimensiones para determinar tipos de esfuerzos, selección de material, todo esto para cumplir las exigencias de la empresa, teniendo en cuenta el presupuesto de la empresa. Con ello accedió al diseño y fabricación de la maquina evitando problemas en parte de importaciones y el costo, funcionamiento del equipo generando que la problemática se reduzca mediante la aplicación de sus conocimientos, cálculos, metodología y software, obteniendo simulaciones que concluyen que la maquina tiene un factor de seguridad garantizando el tipo de material con el cual se fabricara.

(Harinder Oberoi, Paul Gehlsen and Douglas McCoy, 2018) en su artículo titulado “Desarrollo e implementación de un Proceso de mandrinado para la orejeta del marco, para el principal enlace de oscilación del tren de aterrizaje en el avión 777” donde se investigó el análisis del proceso e implementación de un mandrinado eléctrico para la realizar el mandrinado del componente de la orejeta del bastidor para girar el tren de aterrizaje principal en el avión 777 , por la razón de la confiabilidad que se encuentran asociados con el equipo que se utiliza para este proceso.

Para lograr con el objetivo se centró en el proceso de lo equipos, al igual de la selección de potencia/par, parámetros de corte y la calidad de orificio generación, realizando pruebas de confiabilidad y validación de su eficiencia en el proceso. Con ello se realizó las pruebas de producción que fueron un éxito por el acabado del tamaño del orifico ya que cumple como tolerancia dimensional y acabado superficial. Concluyo que los procesos de mandrinado eléctricos tienen sus ventajas en el uso de variedades potenciales en las industrias aeroespaciales en la actualidad.

Según el artículo (VIVA INSTITUTE OF TECHNOLOGY, 2021) en la India, su principal crecimiento de productividad es la manufactura la cual depende de los factores de portabilidad y capacidad en la eficiencia de sus operaciones industriales, la cual se ve mejorada mediante su automatización de las maquinas como el taladrado y el mandrinado (Barrenado). En la que implica mayor fabricación de productos industriales y comerciales en las operaciones de perforaciones de maquinarias de equipos pesados. Donde las maquinarias tienen alto costo en mantenimiento y se necesita trabajadores calificados, sin embargo, no es el caso de las pequeñas industrias, debido a que no cuentan con una amplia área de mantenimiento y su espacio es reducido e insuficiente para realizar el mantenimiento, esto es debido a que tienen una baja inversión de capital, con ello conllevan que los trabajadores no se encuentren correctamente capacitados. Por ello el artículo propone simplificar el sistema de taladrado y mandrinado en mecanismos sencillos instalados en una sola máquina. Con objetivo de ser efectivo y eficiente.

Maquinaria pesada es todo equipo que tiene la movilidad y la facilidad de efectuar trabajos de alto grado de esfuerzo, se utilizan mayormente en obras industriales en los sectores de la construcción, transporte, minería, naval. Son constituidas por diversos sistemas hidráulicos, mecánicos para realizar trabajos de gran capacidad de carga. Donde se produce diferentes desgastes en sus componentes, como: articulaciones de brazos, pluma, y en diferentes puntos de unión de la máquina. (Zelada, 2017).

Esta investigación se lleva a cabo para obtener el diseño adecuado de una maquina barrenadora portátil de fácil uso y bajo costo de fabricación. Este diseño debe de cumplir las especificaciones y propiedades de fabricación, para poder realizar y tener como referencia una máquina que pueda ser usada y diseñada como prototipo.

El **concepto de Diseño** es la elaboración de un plan para satisfacer y resolver un problema o necesidades específicas que se encuentren en el campo de trabajo. Si la creación es real, es porque el plan diseño resulto optimo, y donde el producto es viable, funcional, útil, seguro, competitivo y confiable. En algunos casos se deben tomar con muy poca información generando un nuevo análisis y estudio para el nuevo conocimiento de diseño y en otras ocasiones pueden ser contradictorias por la excesiva información.

Las decisiones muchas veces se consideran de una manera tentativa, por lo tanto, es conveniente realizar ajustes a favor de obtener más datos o información. El diseñador debe sentirse tranquilo, cómodo en la toma de decisiones y en la resolución de problemas. (Nisbett, 2018)

Según (Nisbett, 2018) en **Diseño en la ingeniería mecánica** señalan:” Que los ingenieros mecánicos están unidos con el procesamiento de energía, producción y suministros de los medios de producción, como las herramientas de las técnicas de automatización y transporte. Los conocimientos son ampliamente extensos como las bases de su capacidad. La mecánica de fluidos, la mecánica de sólidos, transferencia de masa y momentos, los procesos de teoría eléctrica, manufactura e información

están entre las bases disciplinarias. Todas las áreas que está compuesta esta disciplina, está involucrada en el Diseño en la ingeniería mecánica.”

Según (Fernandez, 2013) las **Fases del Diseño Mecánico**, se deben de tener en cuenta para la elaboración de un diseño como primer punto se debe identificar las necesidades, especificaciones, análisis de la función, definición de la máquina, definición detallada de la máquina de sus mecanismos detallados, fabricación de prototipos, fabricación del equipo, técnicas del diseño.

El proceso de **Mecanizado** es la modificación de la forma de un elemento mediante operaciones que abarcan el arranque de viruta y de abrasión. Por consiguiente, el procedimiento tenga como función eliminar material es llamado mecanizado.

El mecanizado tiene diferentes métodos a utilizar, por abrasión, haz de electrones, por arranque viruta, entre otros. (Zaroual, 2017)

El **mecanizado por arranque viruta** se basa en un procedimiento de alterar su forma de un elemento mediante una herramienta de corte que origina virutas definidas. Existen diversas operaciones, las cuales las más importantes para esta investigación. (Espinoza, 2018)

El **Fresado** cuenta con una herramienta de corte multifilo, donde la operación se realiza mediante el movimiento de rotación, dando el desbaste de la pieza, obteniendo mecanizados especiales como engranajes, ranuras, chaveteros, entre otros. (Garavito, 2007)

El **Torneado** su función es realizar formas cilíndricas mediante una herramienta de corte que puede deslizarse o avanzar para que la pieza gire en su propio eje. (Grupo San Valero, 2010)

El **barrenado** consiste en una operación en el cilindrado interior es barrenado o devastado en el interior de la pieza, para que sus dimensiones amplíen y establezcan medidas que el taladrado no pueda hacer. (Morales, 2008)

Máquina herramienta, Es el sistema de elementos móviles o fijos que el hombre utiliza para ejecutar un trabajo para reducir tiempo y esfuerzo. La herramienta es el instrumento que realiza el trabajo predefinido manejado por el hombre. Por lo tanto, podemos definir que máquina herramienta es un conjunto de elementos de un sistema a través de una fuerza motriz, origina movimiento o trabajo de una herramienta. (Schvab, 2011)

La **herramienta de corte** es el elemento de ataque en un sistema de mecanizado, que realiza el desbaste de las piezas. Consiste que en una cara siendo la superficie por donde pasa la viruta, un flanco que se ubica a la viruta generada, filo necesario para el corte y un apunta para generar los cortes primordiales.

El **torno** es una máquina herramienta que es el más usado en la parte de mecanizado de piezas, donde su funcionamiento se da en el movimiento giratorio de la pieza contra una herramienta que tenga corte fija donde se desliza transversal y longitudinal referente al eje de dicha pieza, ya sean manuales o automatizados, originando el desbaste, y así obteniendo una forma predeterminada.

La **fresadora** es la herramienta de corte que puede estar ubicada en posición horizontal o vertical, por el movimiento de rotación producido por un eje, donde se efectúa el desbaste de una pieza, realiza deslizamientos rectos, con la ayuda de una mesa, mandos automáticos o manuales, para lograr su forma.

La **barrenadora** es la máquina que está anclada al suelo de la empresa, que está compuesta por los siguientes elementos: teniendo como base una bancada, una columna que sujeta a la bancada, cabezal que está unido a la columna con el fin de sostener el eje principal y también los elementos de transmisión, una mesa que soporta a la pieza que está en movimientos transversales o longitudinales, ya sea manual o automática, y al terminar una luneta que soporta grandes proporciones. (Hernandez, 2015).

Elementos de la barrenadora o mandrinadora en las industrias cuentan con variedad de tipos de barrenadoras, los elementos principales que la componen son **(Anexo 1)**:

Bancada: Es el soporte de toda la barrenadora y se encuentra apoyada sobre el piso o suelo.

Bastidor: Se encuentra acoplado a la bancada, su labor principal es en sostener el cabezal donde se ubica el husillo.

Mesa porta pieza: Es la superficie que ayuda de apoyo a todas las piezas de que serán mecanizadas.

Carro longitudinal: Elemento que está unido con la mesa porta pieza, su función es desplazar la pieza en la superficie.

Cabezal: en su interior se aloja el sistema que produce que el husillo este en movimiento, a través del motor y diferentes componentes de transmisión.

Guías del cabezal: Las guías en el bastidor y mediante un tornillo se logrará desplazar el cabezal en forma vertical.

Husillo principal y husillo para la transmisión de avances del componente de la mesa porta piezas.

Las **operaciones de la barrenadora** o mandrinadora son utilizadas para mecanizar piezas irregulares, las piezas deben estar fijas para ser mecanizado con el giro de la herramienta de corte.

Las **barrenadoras portátiles** o mandrinadoras portátiles se tratan de máquinas herramientas, que son usados en los trabajos en campo. Su cualidad de estas barrenadoras es que se pueden montar sobre la estructura o pieza que será mecanizada. Se utilizan para el mecanizado de alojamientos de variedades longitudes y tamaños. En las barrenadoras, hay tres tipos que se clasifican según su motor: neumática, eléctrica e hidráulica.

Barrenadora neumática tiene como característica que el motor es neumático, sus desventajas son: Debe estar conectadas a un sistema de aire comprimido y es ruidosa **(Anexo 2)**.

Barrenadora eléctrica es la más ligera de las otras barrenadoras, por tal razón se puede llevar a diferente parte para su trabajo (**Anexo 3**).

Elementos de la barrenadora eléctrica:

Motor eléctrico: Cuenta con un motor 220 v monofásico, transmite su torque hasta el cabezal de rotación, selector de velocidades en uno de sus lados, tiene un mando de 6 velocidades.

Cabezal de rotación: Cuenta como un reductor, sin fin y corona, su función es transmitir el movimiento hasta la barra de transmisión para realizar el mecanizado.

Cabezal de avance: Su función es dar el avance de corte hasta la herramienta, puede ser manual o automático.

Barra de transmisión: es una de las partes importantes de la barrenadora, es el movimiento del cabezal de giro hasta la herramienta de corte. Y aporta en el centrado de los soportes de la barrenadora.

Soportes: Su función es ayudar en centrar la barrenadora en los alojamientos que será mecanizado. Soporta la barra de transmisión y a toda la barrenadora en el momento de hacer el mecanizado.

Barrenadora hidráulica es la máquina que tiene mejor potencia y torque de las otras barrenadoras, se utiliza con un equipo hidráulico que hace que dificulte su traslado a diferentes sitios. Las barrenadoras hidráulicas se pueden utilizar con diferentes tipos de motores, que mencionaremos a continuación:

Motor de alta velocidad de 144 rpm

Motor de media velocidad de 75 rpm

Motor de baja velocidad de 44 rpm

Se tomaron estas velocidades referenciales de los motores, ya que puede variar tanto aumentar o disminuir el rpm acorde al caudal que emite la bomba a utilizar (**Anexo 4**).

Diseño de elementos de maquinas

Los **esfuerzos** es la fuerza que se ejerce en una determinada área (A) del material donde se aplica una carga externa que es la fuerza (F).

$$\sigma = \frac{F}{A} \quad \dots (1)$$

Dónde:

σ : *Esfuerzo Normal (MPa)*

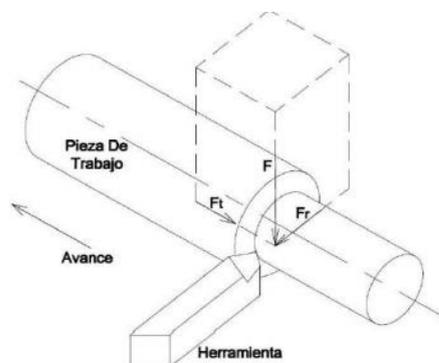
F : *Fuerza (N)*

A : *Area(mm²)*

En algunos casos, como el esfuerzo normal directo, se reparte uniformemente la fuerza en la totalidad de la sección transversal del miembro o estructura, en estos tipos de casos el esfuerzo se podrá calcular mediante la ecuación (1) donde el nivel de esfuerzo será igual en cualquier punto de una sección transversal cualquiera. En otros casos, debido a la flexión en el esfuerzo será diferente en los distintos puntos de la misma sección transversal, por lo tanto, el nivel de esfuerzo se considera en un punto. Las **fuerzas en la barra de transmisión** para realizar el corte en el mecanizado de agujeros o de ejes, cuenta con 3 componentes importantes, su función es realizar el diseño de los ejes de transmisión, que se muestra a continuación (*Ver Figura N° 3*).

Figura 3

Fuerzas que intervienen en el mecanizado



Fuente: Mecanizado Metalúrgico

En la Figura N°3 muestra el proceso de mecanizado en la barra de transmisión según el diagrama de cuerpo libre donde F : Fuerza de corte; F_t : Fuerza de avance; F_r : Fuerza radial.

Se observan las fuerzas de corte, donde la fuerza de corte(F) es igual a la profundidad del producto de la viruta(a) en milímetros por el avance(s) en milímetros por revolución y por fuerza específica de corte en N/mm^2 . La fuerza específica (k_s) se ubica por el material a maquinar y avance de corte en la que se usara.

Se calcula mediante la ecuación (2).

$$F = a * s * k_s \quad \dots (2)$$

Dónde:

$$F = \text{Fuerza de corte} \left(\frac{N}{mm} \right)$$

a : Profundidad de viruta (mm)

s : Avance (mm/rev)

v : Velocidad de corte (m/min)

$$k_s: \text{Fuerza específica de corte} \left(\frac{N}{mm^2} \right)$$

Los esfuerzos de flexión y torsión para calcular los esfuerzos para ejes sólidos con sección circular se utilizan las siguientes formulas.

$$\sigma = \frac{k_f * 32 * M_a}{\pi d^3} \quad (3)$$

$$\tau = \frac{k_{fs} * 16 * T_a}{\pi d^3} \quad (4)$$

Dónde:

k_f : Factor de concentración de esfuerzos por fatiga de flexión $\left(\frac{N}{mm^2} \right)$

k_{fs} : Factor de concentración de esfuerzos por fatiga de torsión $\left(\frac{N}{mm^2} \right)$

T_a : Par de torsion (Nm)

M_d : Momento de flexión (kN)

τ : Esfuerzo de torsion (MPa)

σ : esfuerzo de flexion (MPa)

La **potencia del motor** para obtener la medida de la potencia necesaria del motor debemos de tener en cuenta: Avance de corte, profundidad de viruta.

$$P_{real} = \frac{P_{referencial} \times S_{real}}{S_{ref}} \quad (5)$$

P_{real} : potencia real (kw)

$P_{referencial}$: potencia referencial (kw)

S : seccion real de viruta(mm²)

S_{ref} : seccion referencial de viruta(mm²)

Ecuación de esfuerzo máximo en eje

$$\sigma_{max} = \frac{MC}{I} + \frac{P}{A} \quad (6)$$

Donde:

σ_{max} : Esfuerzo maximo (N)

M : Momento ($\frac{kN}{mm}$)

C : Distancia (mm)

P : Cara axial o F_t (N)

I : Momento de inercia (Kg.m)

A : area de la seccion transversal (mm²)

Siendo:

$$\sigma_{max} = \frac{M \times 32}{\pi \times d^3} + \frac{4 \times P}{\pi d^2} \quad (7)$$

Esfuerzo permisible

$$\sigma_m = \frac{s_y}{n} \quad (8)$$

Dónde:

σ_m : *Esfuerzo permisible (N)*

s_y : *limite de fluencia (MPa)*

n : *factor de seguridad (Adim)*

Ecuación de Rodamientos

$$C_o = f_s \times P_o \quad (9)$$

Dónde:

C_o : *capacidad de carga estatica (kN)*

f_s : *factor de esfuerzos (Adim)*

P_o : *carga estatica equivalente (kN)*

Esfuerzo máximo de tubería

$$\sigma_{max} = \frac{MC}{I} \quad (10)$$

Dónde:

σ_{max} : *Esfuerzo maximo (Pa)*

M : *Momento ($\frac{kN}{mm}$)*

C : *Distancia (mm)*

I : *Momento de inercia (Kg.m)*

Esfuerzos de Von Mises

$$\sigma' = \sqrt{\sigma_{max}^2 + 3 \times \tau_{xy \ max}^2} \quad (11)$$

Cálculo de diámetro de la barra de transmisión

$$d = \left(\frac{16n}{\pi} \left\{ \frac{1}{s_e} \left[4(k_f M_a)^2 + 3(k_{fx} T_a)^2 \right]^{1/2} + \frac{1}{s_{yt}} \left[4(k_f M_m)^2 + 3(k_{fx} T_m)^2 \right]^{1/2} \right\} \right)^{1/3} \quad (12)$$

Dónde:

s_e : Limite de resistencia (MPa)

T_a : Pares de torsion alternante

M_a : Momento flexionante alternante

s_{yt} : Limite de fluencia (MPa)

k_f : Factor de concentracion de esfuerzo por fatiga flexion

M_m : Momento flexionante medio

k_{fx} : factor de esfuerzo torsion

T_m : Pares de torsion medio

Ecuacion de limite de resistencia a la fatiga

$$s_e = k_a k_b k_c k_d k_e s_e' \quad (13)$$

Dónde

s_e : limite de resistencia (N/mm^2)

k_a : factor de modificacion superficial

k_b : factor de mdificacion por tamaño ($k_b = 1$)

k_c : factor de modificacion por carga

k_d : factor de temperatura ($k_d = 1$)

k_e : factor de confiabilidad

s_e : limite de resistencia de fatiga (MPa)

Ecuación de fuerza de corte

$$F = k_s \times A \quad (14)$$

Dónde:

k_s : fuerza especifica de corte

A : area de viruta

Definiendo la ecuación

$$A = s \times a \quad (15)$$

Dónde:

s : avance (mm/rev)

a : profundidad (mm)

Reemplazando la ecuación 15 en 14 obtendremos la ecuación final de fuerza de corte

$$F = k_s \times a \times s \quad (16)$$

Teniendo en cuenta que la fuerza de corte está definida de acuerdo con el material usado, tungsteno según su tipo de resistencia de dureza es de 90-110 kg/mm^2 siendo su avance (s) 0,2 a 3,2 y su velocidad de 18 a 6 m. (Ver anexo n°9)

Donde se tomará un avance promedio como recomendación de investigaciones similares

$$s = 0.4 \text{ mm/rev}$$

Siguiendo con la ecuación obtendremos mediante tabla, la fuerza específica de corte. (Ver anexo n°10)

$$\text{Donde } k_s = 2300 \text{ N/mm}^2$$

Reemplazando en la ecuación 16.

$$F = k_s \times a \times s$$

Ecuación de cálculo de potencia

Tendremos en cuenta la potencia de accionamiento para el barrenado según el tipo de material, basándonos en la industria de la metalurgia según el tipo de material. (Ver tabla en anexo n°11)

$$P = 1kw \quad (17)$$

Dónde:

P: Potencia de accionamiento

Ecuación de área de viruta.

Según la velocidad de corte de viruta en potencia de accionamiento según tabla teniendo en cuenta la velocidad y la fuerza específica de corte. (ver anexo n°11)

$$\tan \theta = \frac{k_{s1} - k_{s2}}{A_{s2} - A_{s1}} \quad (18)$$

$$\tan \theta =$$

Área referencial (A_{ref}) de la viruta.

$$A_{ref}: \text{Área referencial} \quad (19)$$

siendo reemplazada en la ecuación de potencia de corte

$$\frac{P_{real}}{A_{real}} = \frac{P_{referencial}}{A_{ref}} \quad (20)$$

Dónde:

P_{real}: Potencia de corte real

A_{real} : Area real

$P_{referencial}$: potencia de referencial

A_{ref} : Area referencial

Siendo P_{real} :

$$P_{real} = \frac{P_{referencial} \times S_{real}}{S_{ref}} \quad (21)$$

sabiendo que S_{real}

$$S_{real} = A = s \times a \quad (22)$$

Reemplazamos datos de ecuación 22 en 21

$$P_{real} = \frac{P_{referencial} \times S \times a}{S_{ref}}$$

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Por el tipo de objetivo es una **investigación aplicada**, resalta que los avances de investigación básica y de descubrimientos, se califica por el interés de utilización, los conocimientos adquiridos, basada en la investigación. La información que se usará será para resolver inconvenientes que suceden a diario. El uso del conocimiento y los resultados de investigación que resulta una forma rigurosa, organizada y sistemática de conocer la realidad.

La investigación aplicada busca el conocer para hacer, construir, modificar desarrollando tecnologías nuevas, procedimientos, técnicas para fines particulares. Se empleará procedimientos en forma empírica, la cual la búsqueda es dirigido a la realidad, por la experiencia y observaciones de hechos. (Arena, 1993).

Para esta investigación se realizará un diseño de una barrenadora portátil para mejorar el alesado de las articulaciones de las maquinarias pesadas de la empresa Importaciones y Servicios E.I.R.L.

El diseño es no-experimental debido a la forma empírica y sistemática, que tiene la variable independiente, la razón es que no es posible manipularlo, el diseño es transaccionales correlacionales-causales pues relaciona 2 o más variables de un momento determinado analizando su causa y efecto en su entorno natural para analizarla. (Hernandez Sampieri, 2014).

3.2. Operacionalización de Variables

En el presente proyecto de investigación titulado “Diseño de una barrenadora portátil para mantenimiento correctivo de articulaciones de maquinaria pesada en la empresa Importaciones y Servicios E.I.R.L” cuentan con cada clasificación de variables. (ver anexo 5).

La variable característica de componentes de diseño de una barrenadora portátil será dependiente debido a su definición conceptual. Consiste en la aplicación de conjunto de procedimientos, normas, métodos de diseño, técnicas e investigación de piezas que están disponibles en el mercado, para la obtención de un dispositivo. (Morales, 2008).

Detalla en definición operacional donde obtendremos las características técnicas, sus dimensionales de los componentes, piezas para cumplir con los requisitos.

Utilizando los indicadores como: factor de seguridad, esfuerzos de Von Mises, reducción de tiempos de mecanizado, que cuentan con una escala de medición nominal

La variable tiempo en mantenimiento de reparación de articulaciones de la maquinaria y tipo de material de eje serán independientes debido a que las definiciones conceptuales abarcan en tiempo medio de mecanizado, de acuerdo a la pieza a realizar el corte, y el tipo de material en el eje generara material y el diámetro según el trabajo máximo del diámetro a barrenar.

Detalla en definición operacional donde realizaremos las medidas de acuerdo a la reparación que conlleve al técnico en la restauración de las articulaciones de las máquinas, tiempo y costo de horas hombre e inversión de fabricación.

Utilizando los indicadores como: tiempo (horas), diámetro de eje (mm), diámetro de mecanizado(mm), material de eje y cuenta con escala de medición de razón.

3.3. Población, muestra y muestreo

Población: Las empresas del Perú que cuentan con maquinaria pesada (línea amarilla).

Muestra: Proceso de mecanizado de las articulaciones de las maquinarias pesadas de la empresa Importaciones y Servicios E.I.R.L.- Trujillo.

Muestreo: No probabilístico intencionado, elegido por los investigadores.

Unidad de análisis: Proceso de mecanizado de las articulaciones de las maquinarias pesadas de la empresa Importaciones y Servicios E.I.R.L.- Trujillo.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La técnica para obtener los datos para realizar la investigación será mediante la técnica de observación, debido a que primero se dará una inspección visual para obtener el resultado de cómo se encuentran las articulaciones de los brazos de las maquinarias pesadas en la actualidad y donde se realizará las mediciones ya existentes con el fin determinar el diseño de la barrenadora, validado por el asesor especialista.

La otra técnica sería análisis documental: manuales técnicos de los equipos de la empresa Importaciones y Servicios E.I.R.L, como instrumento obtendremos las guías de registros dependerá como se encuentre el sistema de mantenimiento en las uniones o articulaciones de las maquinarias para realizar su mejora de proceso de mecanizado de agujeros o uniones.

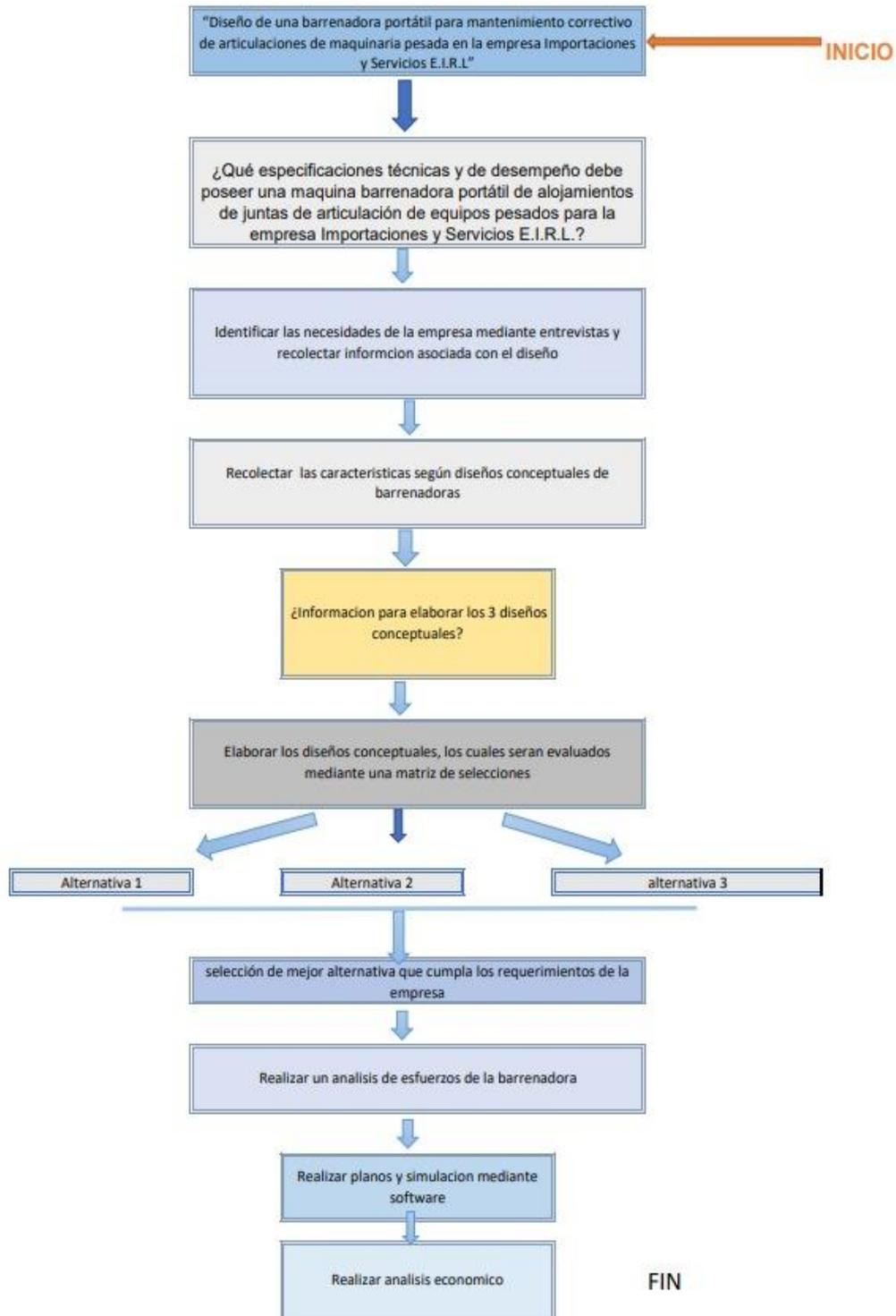
La siguiente técnica trata mediante la encuesta: personal de operaciones de mantenimiento de las maquinarias pesadas, su instrumento será mediante cuestionarios que se realizará para obtener dicha información y realizar un procedimiento de mejora mediante mediciones matemáticas para obtener un buen diseño de la barrenadora para su posterior uso, todo validado por el asesor especializado. Ver Tabla N°1

Tabla 1*Recolección de datos*

TÉCNICA	INSTRUMENTO	VALIDACIÓN
ANALISIS		
DOCUMENTAL: Manuales técnicos de los equipos de la empresa I & S E.I.R.L.	Guías de investigación o registro	Asesor especialista
OBSERVACION	Guías de observación	Asesor especialista
ENCUESTA: Personal de mantenimiento de las maquinarias	Cuestionario	Asesor especialista

Fuente: Elaborado por los autores

3.5. Procedimiento



Fuente: elaborado por los autores

3.6. Método de análisis de datos

En el Diseño de la barrenadora portátil busca mejorar el mecanizado (alineamiento) en agujeros y articulaciones de maquinaria pesada, en la empresa Importaciones y Servicios E.I.R.L, en el diseño se aplicaran las fórmulas existentes de la ingeniería mecánica eléctrica, mediante los resultados de las encuestas que brindara la información y datos necesarios para el adecuado diseño para brindar un óptimo trabajo en los agujeros o articulaciones, para ello se utilizó los siguientes programas académicos como es el SolidWorks, la cual nos determinara la ubicación del punto crítico, cabe recalcar que el material del diseño deberá soportar las cargas ejercidas de los diferentes esfuerzos. Por ello tendremos en cuenta que el material de corte debe cumplir con las características que tienen la estructura de las maquinarias pesadas, también se utilizó el programa Excel para brindar un reporte de los gastos totales para la fabricación en el futuro.

3.7. Aspectos éticos

La información detallada en el presente documento de proyecto de tesis realizado por los autores muestra la originalidad y veracidad de la información de la investigación mediante bibliografías con el fin de mostrar la inexistencia de imitación, la información obtenida es verdadera y brindando una propuesta de solución a los participantes (autores y empresa).

IV. RESULTADOS

4.1. Necesidades de la Empresa

Se determinó la necesidad de la empresa Importaciones y Servicios E.I.R.L. mediante las 5 entrevistas realizadas a los siguientes colaboradores: el Gerente, Ingeniero de mantenimiento, jefe de mantenimiento y 2 técnicos de mantenimiento (*Ver anexo 6*).

A partir de los resultados de las entrevistas se elaboró la Tabla N°2, de la cual se obtuvo los requerimientos de la empresa.

De acuerdo con el resultado de las entrevistas hechas en la empresa Importaciones y Servicios E.I.R.L. se logró resumir los requerimientos para el proceso de barrenado. De la información obtenida se observa que los entrevistados tienen buenos conocimientos del proceso de barrenado artesanal, el cual les toma alrededor de 2 a 3 días hábiles. Esta información puede verse contrastado de acuerdo con el resumen de la Tabla N°2, el cual demuestra que requieren de una máquina barrenadora mecánica debido que cuentan con una flota de 17 equipos de línea amarilla para su mantenimiento correctivo.

De acuerdo con el resumen, los entrevistados conocen 3 tipos de barrenadoras cuya ventaja es mejora de su eficiencia y accesibilidad, esto se ve reflejado a que requieren una máquina con características eficiente, bajo costo, fácil montaje y mantenimiento. En el aspecto normativo requieren una máquina que cumpla con las características del proceso de manufactura indicados según el estado peruano. El mantenimiento del proceso de barrenado debe ser menos de 5 horas.

De acuerdo al resumen de las entrevistas, el encargado del presupuesto de inversión es el gerente, el cual indica que el monto no debe de exceder a los diez mil dólares americanos.

Tabla 2

Resumen de entrevistas

ASPECTOS	PREGUNTAS	ENTREVISTADOS		
		GERENTE GENERAL	ING.MANTENIMIENTO	JEFE DE MANTENIMIENTO
		Juan F. Razuri Vásquez	Néstor Cristóbal Jara	Manuel Costa Polo
TIPO DE NECESIDAD	Tipos de procesos de barrenado	artesanal o industrial	artesanal o industrial	artesanal o industrial
	Total, de equipos de línea amarilla	17	17	17
	Tiempo de demora del barrenado artesanal	2 a 3 Días	2 a 3 Días	2 a 3 Días
	Tiene conocimiento de los tipos de máquinas barrenadoras	Si	Si	Si
	Tipo de barrenadora requiere la empresa	Mecánico	Mecánico	Mecánico
DISEÑO	Tipos de diseño de barrenadora	Mecánico, Eléctrico, Electromecánico	Mecánico, Eléctrico, Electromecánico	Mecánico, Eléctrico, Electromecánico
	Características técnicas	Eficiente, bajo costo	Fácil montaje, mantenimiento	Eficiente y fácil mantenimiento
	Ventajas de la barrenadora portátil	Portable, fácil acceso	eficiente, fácil montaje	fácil mantenimiento, eficiente
	Tipo de mantenimiento	Sin complicaciones	Rápido, sin complicaciones	Rápido, sin complicaciones
NORMATIVO	Fichas técnicas de maquinaria de línea amarilla	Si cuenta	Si cuenta	Si cuenta
MANTENIMIENTO	Dimensión máxima del desgaste de la articulación	No tiene conocimiento	2 cm de desgaste	Varia los centímetros
	Equipos de línea amarilla más críticos	Excavadoras	Excavadoras, cargadores	Excavadoras
	Realización de procesos de barrenado	artesanal o terceros	artesanal o terceros	artesanal o terceros
	Tiempo de demora de una barrenadora industrial	Menos de un Día	Menos de 5 horas	Menos de 5 horas
	Mejoraría su tiempo de mantenimiento en las articulaciones con la barrenadora	Por supuesto, hasta en la inversión	Si	Si
ECONOMIA	Costo de mantenimiento realizado por terceros	1500 soles a 4000 soles	Depende del trabajo	Depende del trabajo
	Presupuesto	10 000 dólares	Depende del dueño	Depende del dueño
EFICIENCIA	Efectividad de producto del barrenado	Que realice un buen trabajo	Que realice un buen trabajo	Que realice un buen trabajo

Fuente: elaborado por los autores

Tabla 3 (Continuación)

Resumen de entrevistas

ASPECTOS	PREGUNTAS	ENTREVISTADOS	
		Técnicos de Mantenimiento	
		Guido Briceño	Frank Hipólito
TIPO DE NECESIDAD	Tipos de procesos de barrenado	artesanal o industrial	artesanal o industrial
	Total, de equipos de línea amarilla	17	17
	Tiempo de demora del barrenado artesanal	2 a 3 Días	2 a 3 Días
	Tiene conocimiento de los tipos de máquinas barrenadoras	Si	Si
	Tipo de barrenadora requiere la empresa	Mecánico	Mecánico
DISEÑO	Tipos de diseño de barrenadora	Mecánico, Eléctrico, Electromecánico	Mecánico, Eléctrico, Electromecánico
	Características técnicas	Fácil montaje, mantenimiento, bajo costo	Fácil montaje, mantenimiento, bajo costo
	Ventajas de la barrenadora portátil	Fácil montaje, mantenimiento	Sea trabajable con la maquina
	Tipo de mantenimiento	Rápido, sin complicaciones	Fácil
NORMATIVO	Fichas técnicas de maquinaria de línea amarilla	Si cuenta	Si cuenta
MANTENIMIENTO	Dimensión máxima del desgaste de la articulación	entre 1 a 2 cm	entre 1 a 2 cm
	Equipos de línea amarilla más críticos	Excavadoras, cargadores, retro	Excavadoras, cargadores, retro
	Realización de procesos de barrenado	artesanal o terceros	artesanal o terceros
	Tiempo de demora de una barrenadora industrial	Menos de 5 horas	Menos de 5 horas
	Mejoraría su tiempo de mantenimiento en las articulaciones con la barrenadora	Si	Si
ECONOMIA	Costo de mantenimiento realizado por terceros	Depende del trabajo	Depende del trabajo
	Presupuesto	Depende del dueño	Depende del dueño
EFICIENCIA	Efectividad de producto del barrenado	Que realice un buen trabajo	Que realice un buen trabajo

Fuente: elaborado por los autores

4.2. Normas, códigos o recomendaciones de diseño de la maquina

Para realizar el diseño de la maquina barrenadora portátil se contará con las siguientes normativas, las cuales mencionaremos a continuación:

A nivel internacional las normas se emplea para clasificaciones y recomendaciones de especificaciones que han sido aceptadas o aprobadas por comités de sociedades técnicas: normas ANSI (Instituto Americano de Normas), normas AWS (Sociedad Americana de Soldadura), ASME (Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos) y ASMT (Sociedad Americana de Pruebas y Materiales), todas las normas mencionadas están aplicadas en la ingeniería mecánica, las cuales mencionan los requisitos esenciales y técnicos que deben tener cada producto, material.

Normativa ASME: Ingeniería de manufactura, ingeniería dedicada a la fabricación de materiales de ingeniería, mantenimiento.

Tabla 4

Código Normativa ASME

CODIGOS	CONCEPTO
ASME B0002A	Especificaciones de materiales ferrosos
ASME B0002C	Especificaciones en soldadura electrodo y materiales de relleno
ASME B16.11	Accesorio forjado y roscado
ASME Y14100	Dibujo de ingeniería
ASME Y14.24	

Fuente: elaborado por los autores

Normativa ANSI: Normas de fabricación y producción

Tabla 5

Código Normativa ANSI

CODIGOS	CONCEPTO
ANSI B11	Seguridad en máquinas herramientas
ANSI B11.6-2001	Requisitos de seguridad para máquinas de torneados manuales con o sin control

Fuente: elaborado por los autores

Normativa ISO: Normas enfocadas en diseño de producto

Tabla 6 *Código Normativa ISO*

CODIGOS	CONCEPTO
ISO 90001	Gestión de calidad
ISO 12100	Seguridad para diseño de maquinas

Fuente: elaborado por los autores

4.3. Recomendaciones de diseño

Como resultado de la búsqueda de las investigaciones en la maquina barrenadora portátil a nivel nacional e internacional, se determinó que el desarrollo de investigación de estos diseños de barrenadoras portátiles no es muy abundante. Se realizo una recopilación de todas las recomendaciones de diseño de diferentes investigaciones como artículos que se relacionan con el tema de la barrenadora portátil. En la tabla N° 6 se muestra la recopilación de recomendaciones

Tabla 7

Recomendaciones de Diseño de Barrenadora portátil

CRITERIO	RECOMENDACIONES	FUENTE
DISEÑO	Se debe garantizar la alineación idónea de la maquina antes del proceso de alesado.	<i>SEBASTIÁN ORTEGA CORTES (2019)</i>
	No se recomienda utilizar la máquina de alesado en operaciones de mayor diámetro o profundidad	
	El diseño de este dispositivo necesita un mantenimiento adecuado, acuerdo a su uso.	<i>SEGUNDO PAZ VIGO (2017)</i>
MATERIAL	Se recomienda diseñar accesorios adicionales para la máquina, para que realice agujeros de menor y mayor diámetro	<i>JOSE MIGUEL NOVOA (2018)</i>
	Recomienda utilizar motores de mayor potencia para trabajos de mayor diámetro y establecer medidas de bases de motores.	<i>FRANCISCO MAYTA (2021)</i>
MANTENIMIENTO	El personal que realice reparaciones y mantenimiento deberá tener en cuenta, el manual de operación del fabricante.	<i>SEBASTIÁN ORTEGA CORTES (2019)</i>
	Se recomienda evitar trabar el dispositivo cuando esté trabajando, podría generar deformaciones	<i>SEGUNDO PAZ VIGO (2017)</i>
	Recomienda lubricar constantemente el husillo.	<i>MAURICIO RIOS PEREZ</i>
	Liberar tensiones, cuando se sueldan las custodias y bases del husillo a la pieza a reparar.	

Fuente: elaborado por los autores

4.4. Tabla de especificaciones de Ingeniería

Analizando los resultados de las 5 entrevistas realizadas a los colaboradores de la empresa Importaciones y Servicios E.I.R.L., se determinó la necesidad de la empresa, se consigna de manera ingenieril los requisitos del cliente con sus limitaciones y unidades. A continuación, se muestra en (Ver Tabla N°7) con las especificaciones ingenieriles de acuerdo con las necesidades del cliente y características propuestas por los autores.

Tabla 8

Especificaciones de Ingenieril

SUBFUNCIÓN	CARACTERÍSTICAS INGENIERILES	UNIDADES	LIMITES
Peso de maquina	Peso del sistema	<i>Kilogramo(kg)</i>	≤ 10 ≤ 20
Tamaño de maquina	Dimensiones	<i>Metros (m)</i>	<i>Largo: $1.60 \leq l \leq 2.00$</i> <i>Altura: $0.20 \leq h \leq 0.60$</i> <i>Ancho: $0.40 \leq a \leq 0.80$</i>
Costo	Precio del equipo	<i>Soles (S/.)</i>	<i>1500-3000</i>
Potencia del motor	Potencia	<i>HP</i>	<i>2 HP</i>
Diámetro de la articulación de trabajo	Diámetro	<i>pulgadas</i>	<i>2.5 - 3.5</i>
Operatividad	Fácil mantenimiento, uso y seguridad.		

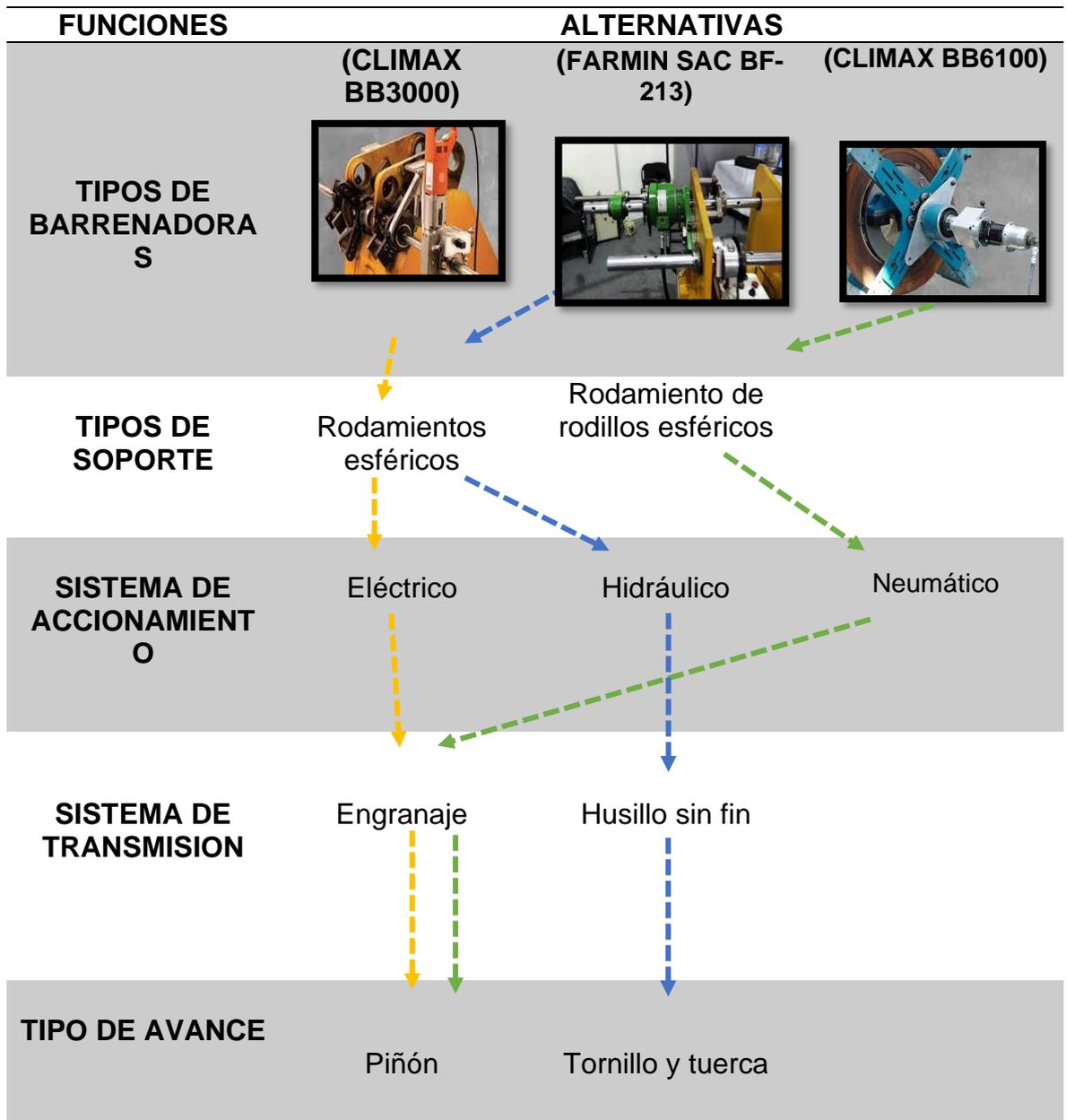
Fuente: elaborado por los autores

4.5. Diseño Conceptual

Para el diseño de la barrenadora portátil se empleó la matriz morfológica de la Tabla N° 8. Esta matriz tiene como fin determinar las posibles combinaciones de los elementos que conformaran la barrenadora. Para el caso del presente diseño se ha elaborado tres conceptos de solución al problema de diseño planteado. Para ello se seleccionó las siguientes funciones importantes, mecanismos de avance, rotación de barra, soporte, motor de avance, motor giratorio. En la matriz de la Tabla 8 se presentan 3 posibles soluciones.

Tabla 9

Matriz Morfológica de Conceptos Alternativos



Fuente: elaborado por los autores

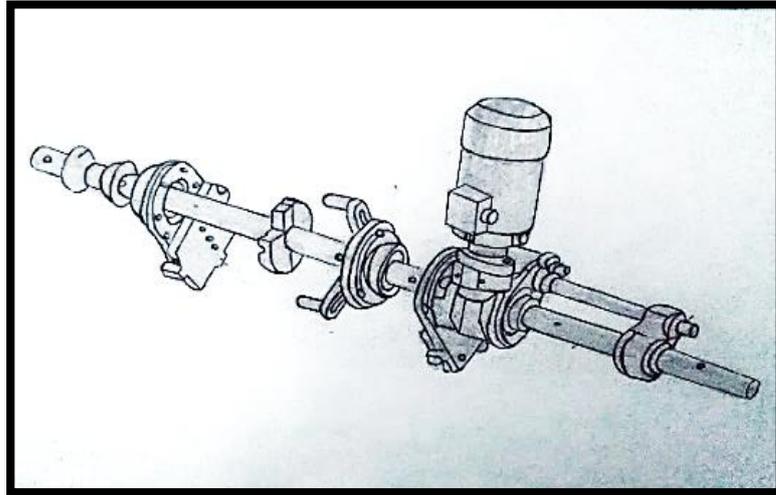
Concepto 1

Este concepto se basó en una barrenadora eléctrica portátil en el modelo Clímax BB3000 (Climax Portable Machining Welding System, 2019) Figura N° 4. Esta máquina integra es de alimentación eléctrica con motor universal de 1 Hp impulsada con una caja de engranaje de reducción de 7.5:1 con velocidad

de tracción de $16.4 \text{ cm}^3/\text{min}$, un diámetro de barra de 31.8mm con diámetro de perforado de 38.1 a 127 mm, con máximo de carrera de 254 mm, torsión de barra de 54,2 Nm, pesa 15.9 Kg. Este concepto presenta la ventaja de ligero, fácil montaje, por el contrario, presenta un alineamiento no perfecto.

Figura 4

Concepto 1



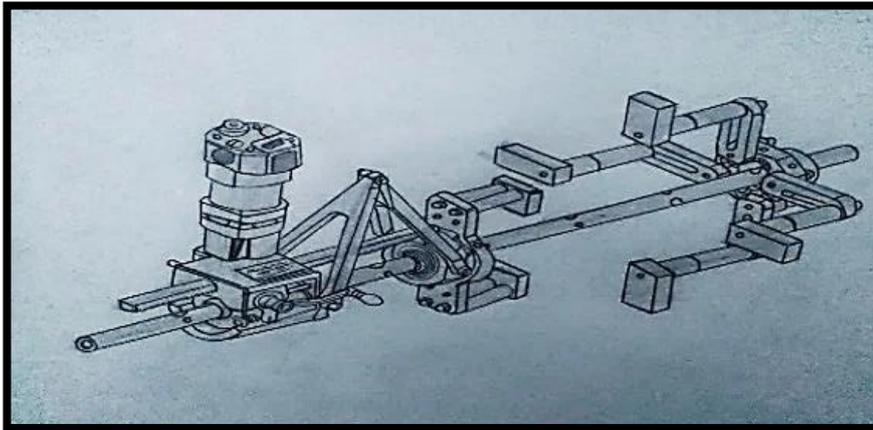
Fuente: elaborado por los autores

Concepto 2

Este concepto se basó en una barrenadora hidráulica portátil en el modelo Farmin BF-213 (Farmin S.A.C Barrenadoras Portatiles) Figura N° 5. Esta máquina integra una unidad hidráulica de potencia compuesta por motor eléctrico de 5 Hp, motor hidráulico de 50 cm^3 , avance de corte automático y manual, rango de diámetros 50 mm a 500 mm , velocidad de 50-120 rpm y longitud de barra de avance **30 cm (variable)**. **Este concepto presenta la ventaja de fácil operación, fácil montaje**, por el contrario, presenta con soportes pesados, limitaciones para trabajos pequeños.

Figura 5

Concepto 2



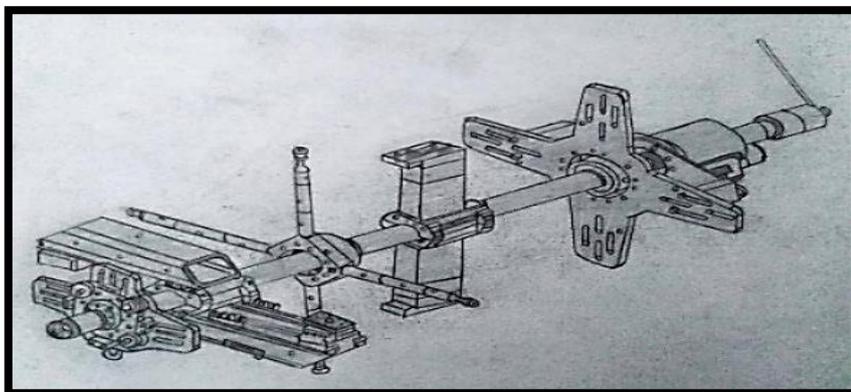
Fuente: elaborado por los autores

Concepto 3

Este concepto se basó en una barrenadora neumática portátil en el modelo Clímax BB6100 (Climax Portable Machining Wending System) Figura N° 6, con una potencia hidráulica de 10 Hp, cuenta con cojinetes, con una barra de 3657.6 mm, combina una gran potencia para el trabajo. Este concepto presenta la ventaja de reducir las vibraciones al trabajar con el eje al aire, fácil montaje, por el contrario, presenta los soportes no corrigen los desalineamientos mínimos, ruidoso.

Figura 6

Concepto 3



Fuente: elaborado por los autores

4.5.2. Matriz de Selección de Criterios Ponderados

Se definieron siete (07) criterios de evaluación descritos para realizar la búsqueda de un concepto que cumpla con los requisitos para el óptimo desempeño. En la Tabla N° 9 se muestra los criterios con su definición.

Tabla 10

Criterios de Evaluación para Conceptos de Diseño

CRITERIOS	DEFINICIÓN
Eficiencia	Se considero por ser importante en el diseño, debido que, con este criterio, vemos si funciona en óptimas condiciones la máquina y cumpla con los requisitos del cliente.
Productividad	Implica en que tenga una función optima, para la satisfacción del cliente (Empresa Importaciones y Servicios E.I.R.L.)
Costo	Se considero por ser un índice de obtener la suma total del diseño, piezas, componentes que intervienen en la máquina. Y también sea accesible para la empresa.
Mantenimiento	Para obtener la maquina en buen estado y fácil mantenimiento para su optimo desempeño.
Estética	Se tomo en cuenta por estar asociado a tamaños, materiales, formas que se deben de tomar en cuenta. Debido que puede llevar a cambios importantes en el diseño como los acabados, protección de la máquina.
Durabilidad	Se caracteriza por la capacidad de componentes y materiales para soportar cargas sin sufrir algún daño, se basa en la vida útil calculada en el diseño.
Factor de seguridad	Se considero por ser un índice de la seguridad que debemos de esperar de un determinado diseño desde su resistencia mecánica, que se ejecute su función sin fallar bajo condiciones específicas.

Fuente: elaborado por los autores

La matriz de selección, es una técnica usada para evaluar alternativas, se consideran conceptos como criterios, evaluados con valores porcentuales y numéricos, que tiene la finalidad de facilitar en la toma de decisiones para seleccionar una posible solución al problema, en la Tabla N° 10 se menciona los criterios de evaluación, se brindó una puntuación mediante los niveles de puntuación en la Tabla N° 11 y en la Tabla N° 12 se comparó en la matriz de selección donde detalla en la parte de arriba los conceptos alternativos, con su valor de puntuación y ponderado, en la parte izquierda se menciona los criterios que serán usados para evaluar, que está acompañado con su porcentaje. A cada uno de los criterios se le colocó un valor porcentual según la importancia para el diseño, se tomó en consideración una puntuación por cada concepto de diseño según criterio. Se obtuvo como ganador al Concepto 1. El concepto ganador fue base para seguir los pasos de diseño.

Tabla 11

Criterios de Evaluación para Conceptos Alternativos

CRITERIOS DE EVALUACIÓN	
CRITERIO	PESO
EFICIENCIA	20 %
PRODUCTIVIDAD	20%
COSTO	15%
MANTENIMIENTO	10%
ESTETICA	5%
DURABILIDAD	10%
FACTOR DE SEGURIDAD	20%

Fuente: elaborado por los autores

Tabla 12*Puntaje de Evaluación para Conceptos Alternativos*

PUNTAJES DE EVALUACIÓN	
PUNTUACION	EXPLICACION
1	MUY MALO
2	MALO
3	REGULAR
4	BUENO
5	MUY BUENO

Tabla 13*Matriz de Selección Ponderada para la Evaluación de Conceptos de Diseño*

CONCEPTOS ALTERNATIVOS DE DISEÑO DE BARRENADORA PORTÁTIL							
CRITERIOS	PORCENTAJE	Concepto 1		Concepto 2		Concepto 3	
		RATING	W. RATING	RATING	W. RATING	RATING	W. RATING
EFICIENCIA	20 %	2	0.4	4	0.8	3	0.6
PRODUCTIVIDAD	20%	3	0.6	3	0.6	3	0.6
COSTO	15%	4	0.6	2	0.3	3	0.45
MANTENIMIENTO	10%	4	0.4	1	0.1	3	0.3
ESTETICA	5%	2	0.1	2	0.1	2	0.1
DURABILIDAD	10%	3	0.3	2	0.2	3	0.3
FACTOR DE SEGURIDAD	20%	3	0.6	4	0.8	3	0.6
TOTAL	100%	21	3	18	2.9	20	2.95

Fuente: elaborado por los autores

4.5.3. Diseño de Configuración General de la Máquina Barrenadora

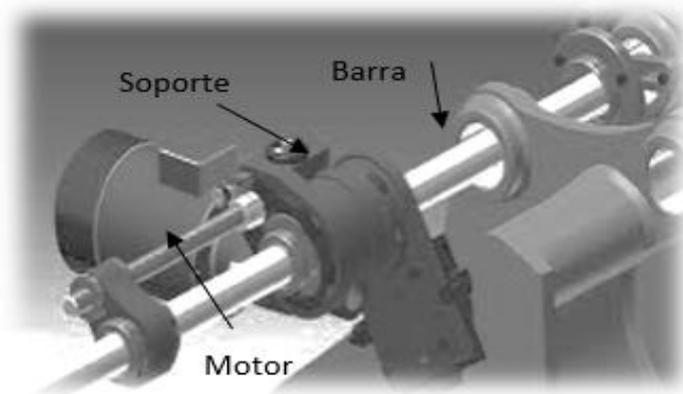
Teniendo en cuenta lo mencionado, se realizó se determinó la configuración de la maquina barrenadora que nos mostró en general de las ubicaciones de los componentes que llevan en la máquina.

Configuración N°1

En la Figura N° 7 se presentó una alternativa de configuración de diseño donde se evaluó el movimiento mediante la transmisión de un motor eléctrico, mediante la barra que va sujetas por soportes para su fijación a la estructura para el proceso de barrenado, cuenta también con variador de potencia, avance de corte, rango de velocidad, diámetros de trabajo.

Figura 7

Configuración 1



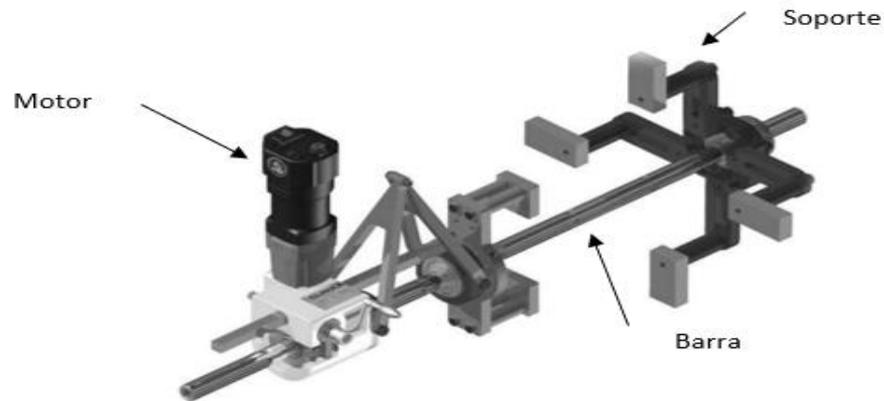
Fuente: elaborado por los autores

Configuración N°2

En la Figura N° 8 se presentó una alternativa de configuración de diseño donde se evaluó la potencia de una máquina estacionaria, utiliza el motor hidráulico de torsión en la barra a 33 rpm. Cuentan con rodamientos de rodillos esféricos de bloqueo cónico para una fácil instalación y extracción de la barra.

Figura 8

Configuración 2



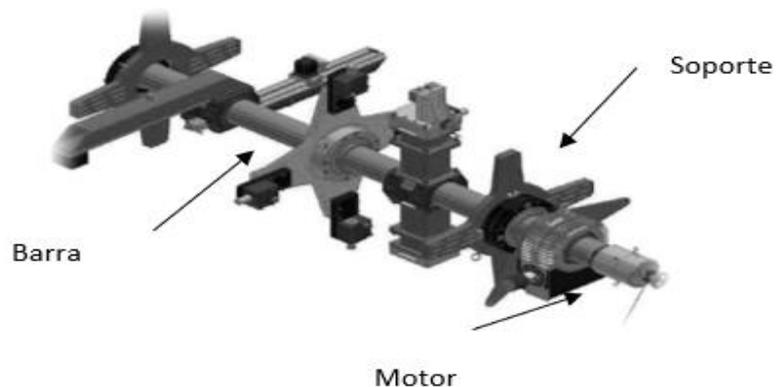
Fuente: elaborado por los autores

Configuración N° 3

En la Figura N° 9 se presentó una alternativa de configuración de diseño donde se evaluó el motor eléctrico reversible, Proceso de cambio de dos tornillos rápido y fácil para cambiar el motor, más de 135 Nm de torsión en la barra, cuenta también con variador de potencia, avance de corte, rango de velocidad, diámetros de trabajo.

Figura 9

Configuración 3



Fuente: elaborado por los autores

4.5.4. Selección de la configuración más óptima

Para la elección del diseño se tendrá en cuenta diseños ya estudiados y fabricados que actualmente se encuentran en el mercado, estos diseños nos ayudaran a la elección de un nuevo diseño de barrenadora económica y de fácil uso, por ello se tomara algunas piezas y características más acordes para nuestro desarrollo del diseño y así cubrir las necesidades de la empresa Importaciones y Servicios E.I.R.L. donde ayudaremos a mejorar su tiempo de trabajo en los mantenimientos correctivos realizados a sus maquinarias

Para seleccionar el tipo de configuración más adecuada, se tomaron cinco criterios de selección que se mencionan a continuación Tabla N° 13, en la Tabla N° 14 se menciona los criterios de evaluación, se brindó una puntuación mediante los niveles de puntuación en la Tabla N° 15 y en la Tabla N° 16 se comparó en la matriz de selección donde detalla en la parte de arriba los conceptos alternativos de configuración, con su valor de puntuación y ponderado, en la parte izquierda se menciona los criterios que serán usados para evaluar, que está acompañado con su porcentaje. A cada uno de los criterios se le coloco un valor porcentual según la importancia para el diseño, se tomó en consideración una puntuación por cada concepto de configuración según criterio. Se obtuvo como ganador al Concepto de configuración 1.

Tabla 14

Criterios de Evaluación para las Configuraciones de Diseño

CRITERIOS	DEFINICIÓN
Eficiencia	Se considero por ser importante en el diseño, debido que, con este criterio, vemos si funciona en óptimas condiciones la máquina y cumpla con los requisitos del cliente.
Costo	Se considero por ser un índice de obtener la suma total del diseño, piezas, componentes que intervienen en la máquina. Y también sea accesible para la empresa.
Mantenimiento	Para obtener la maquina en buen estado y fácil mantenimiento para su optimo desempeño.
Factor de seguridad	Se considero por ser un índice de la seguridad que debemos de esperar de un determinado diseño desde su resistencia mecánica, que se ejecute su función sin fallar bajo condiciones específicas.

Fuente: elaborado por los autores

Tabla 15

Criterio de Evaluación para las Configuraciones

CRITERIOS DE EVALUACIÓN	
CRITERIO	PESO
EFICIENCIA	30 %
COSTO	10%
MANTENIMIENTO	25%
FACTOR DE SEGURIDAD	35%

Fuente: elaborado por los autores

Tabla 16

Puntaje de Evaluación para Configuraciones

PUNTAJES DE EVALUACIÓN	
PUNTUACION	EXPLICACIÓN
1	MUY MALO
2	MALO
3	REGULAR
4	BUENO
5	MUY BUENO

*Fuente: elaborado por los autores***Tabla 17**

Matriz de Selección ponderada para la Evaluación de Configuraciones de Diseño

CONCEPTOS ALTERNATIVOS DE CONFIGURACION DE BARRENADORA PORTÁTIL							
CRITERIOS	PORCENTAJE	Concepto 1		Concepto 2		Concepto 3	
		RATIN G	W. RATIN G	RATIN G	W. RATIN G	RATIN G	W. RATIN G
EFICIENCIA	30%	2	0.6	4	1.2	3	0.9
COSTO	10%	4	0.4	1	0.1	3	0.3
MANTENIMIENTO	25%	4	1	1	0.25	3	0.75
FACTOR DE SEGURIDAD	35%	3	1.05	4	1.4	3	1.05
TOTAL	100%	13	3.05	11	2.95	12	3

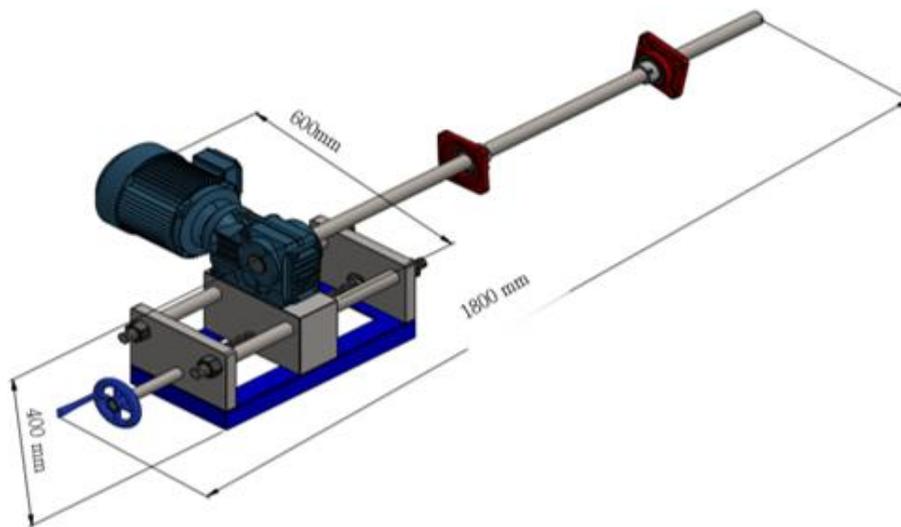
Fuente: elaborado por los autores

4.6. Dimensionamiento general

Conforme a las entrevistas realizadas (Tabla N° 2) a la empresa Importaciones y Servicios E.I.R.L. Se logro determinar las dimensiones máximas para la estructura de la barrenadora portátil. Se determino el espacio de trabajo según su estructura que tiene la barrenadora, de largo cuenta con una medida de 180 cm desde el extremo de la manivela hasta el final del eje de corte, de ancho cuenta con una medida de 60 cm y de altura cuenta con 40 cm, para poder tener una sostenibilidad apropiada de la barrenadora portátil. Ver Figura N° 10

Figura 10

Dimensionamiento de la barrenadora



Fuente: elaborado por los autores

4.7. Selección de materiales

La selección de materiales se realizó conforme a las respuestas de las entrevistas realizadas (Tabla N° 2).

4.7.1. Selección de material para eje deslizante

El material que se escogió para diseñar el eje deslizante fue: ASTM A36 y el AISI 1045 debido a sus buenas características y relativamente bajo costo y el diámetro, que va a ser usado. Las características se detallan en Anexo 7.

4.7.2. Selección de material de eje de corte

El material que fue seleccionado para diseñar el eje de corte es: SAE 1045 debido que es una barra de acero macizo que se encuentra recubierta en la parte exterior por una capa de cromo, por su resistencia, superficie suave y por su dureza. Las características se detallan en Anexo 7.

4.7.3. Selección de material para las planchas laterales y central

El material que se seleccionó para diseñar las planchas laterales y la plancha central es: Acero Inoxidable AISI 304, por ser el material más común en los tipos de aceros inoxidable, tiene buena soldabilidad, resistencia al calor, buena procesabilidad, resistente a la corrosión, y resistencia a baja temperatura. Las características se detallan en el Anexo 8.

4.8. Diseño Paramétrico del eje de la barrenadora portátil

Para determinar el factor de seguridad mínimo dentro del diseño de la barrenadora, se ha considerado analizar principalmente el de potencia, el cual se encontrará sometido a las cargas de trabajo durante el proceso de barrenado. Se muestra el diagrama de cuerpo libre del eje que se va a analizar (Ver Figura 11). Las fuerzas que se aplicarán en el momento de barrenado dependerán de la herramienta de corte (cuchilla) en el proceso de alineamiento (Ver Figura 12).

Figura 11

Diagrama de cuerpo libre

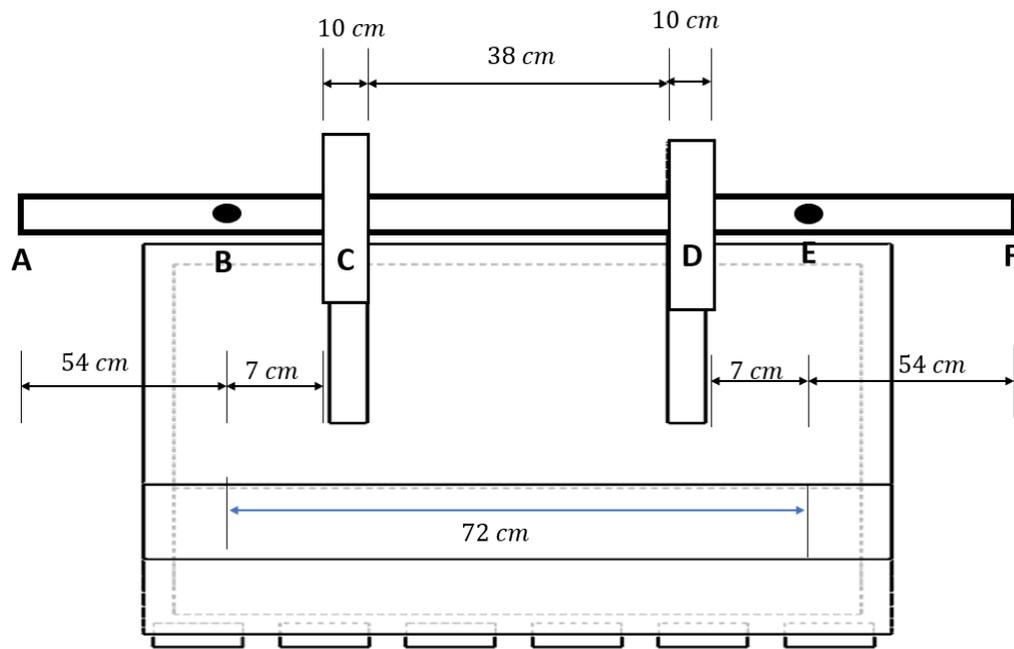
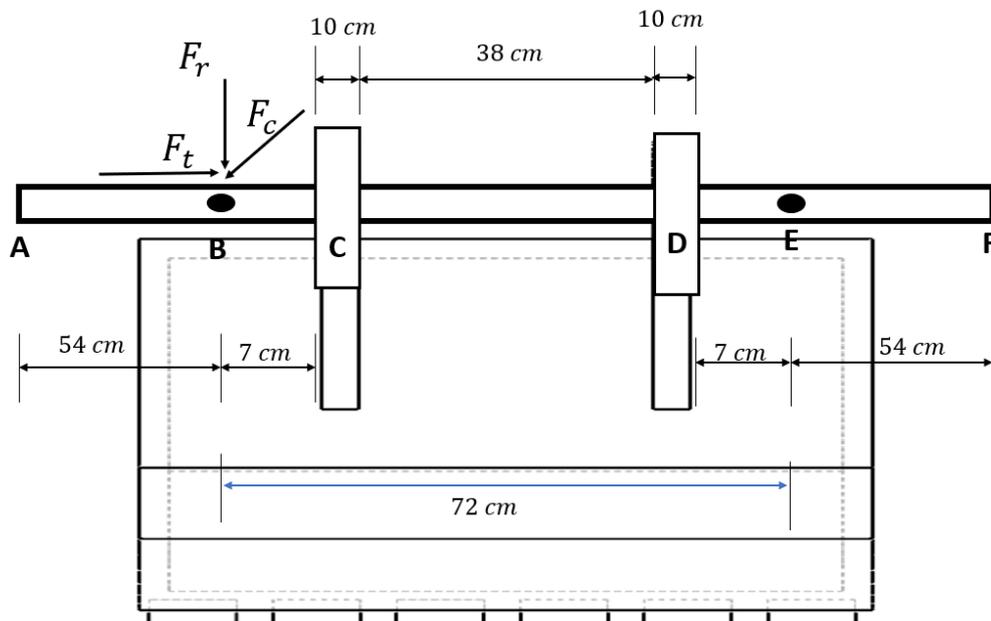


Figura 12

Fuerzas a considerar en el momento de barrenado (cuchilla)



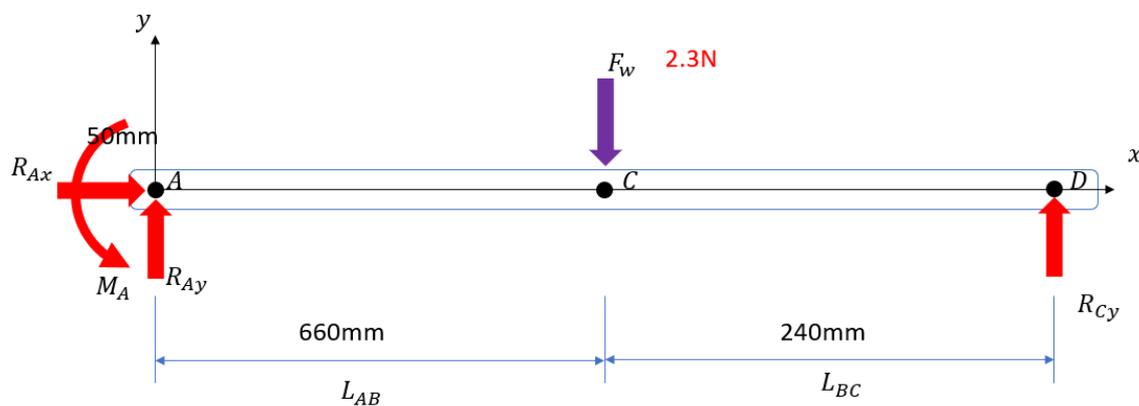
Para determinar los diagramas de fuerzas cortante y momento flector se emplearon las ecuaciones de equilibrio del eje en diferentes puntos de la barra.

Cálculo de esfuerzos del eje

Para determinar los esfuerzos del eje de la barrenadora, se realizará el diagrama de cuerpo libre (Ver Figura 13). Donde se determinará mediante las ecuaciones, las reacciones y momentos encontrados en el eje, teniendo en cuenta los apoyos y la parte de la maquinaria en donde se realizará el proceso de alineamiento de la junta de agujeros.

Figura 13

Diagrama de Cuerpo libre de Eje de Barrenadora



Las reacciones obtenidas en el eje de avance de la barrenadora, según diagrama de cuerpo libre de la Barra AD ($L_{AD} = 900 \text{ mm}$), el eje se encuentra apoyado en el Punto A y en el Punto D, donde la suma de sus reacciones obtenidas equilibra a la fuerza de la herramienta sometida al proceso de barrenado. Siendo las reacciones encontradas: La Reacción A ($R_1 = 0.919 \text{ kN} \cdot \text{mm}$), La Reacción D ($R_2 = 1.401 \text{ kN} \cdot \text{mm}$).

Se determinaron de acuerdo a las reacciones obtenidas, los momentos en el Punto A ($M_1 = 256.3733 \text{ kN} \cdot \text{mm}$).

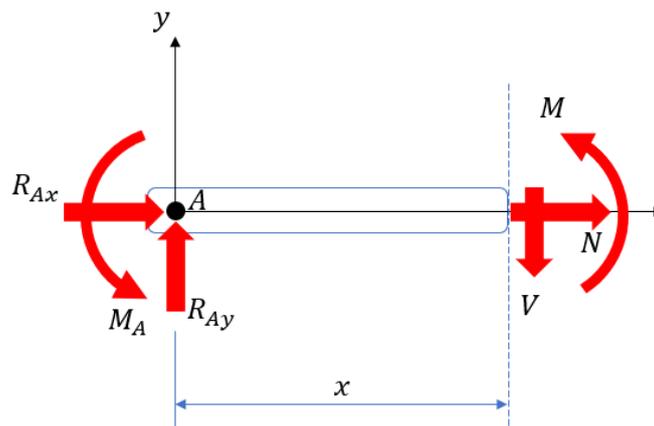
Los momentos de corte $V_{AB} = R_1 = 0.919 \text{ kN} \cdot \text{mm}$, $V_{BC} = -R_2 = -1.401 \text{ kN} \cdot \text{mm}$.

Para determinar los momentos del eje de la barrenadora, se realizará el diagrama de cuerpo libre (Ver Figura 14). Donde se determinará mediante las ecuaciones, momentos encontrados en el eje, teniendo en cuenta los apoyos y la parte de la

maquinaria en donde se realizará el proceso de alineamiento de la junta de agujeros.

Figura 14

Momentos en el Eje



Los momentos obtenidos en el eje de avance de la barrenadora, según diagrama de cuerpo libre de la Barra AD ($L_{AD} = 900 \text{ mm}$), se analizará el momento AB en diferentes distancias: cuando $X = 0$ es ($M_{AB} = -256.373 \text{ kN.mm}$), cuando $X = 600 \text{ mm}$ es $M_{AB} = 282.54222 \text{ kN.mm}$.

Se analizará el momento BC en diferentes distancias: cuando $X = 0$ es ($M_{BC} = 1261.626667 \text{ kN.mm}$), cuando $X = 600 \text{ mm}$ es $M_{BC} = 420.54222 \text{ kN.mm}$.

En la Tabla 17 se muestra un listado de los puntos de interés en el eje y sus respectivos momentos flectores y torque.

Tabla 18

Puntos de análisis en el eje

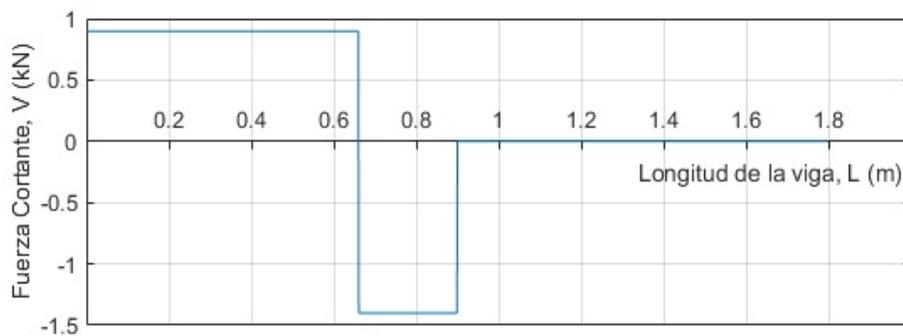
PUNTOS	DISTANCIA DE ORIGEN	MOMENTO FLECTOR	TORQUE
A	0	-256.373 kN.mm	0
C	660	282.54222 kN.mm	135.69
D	900	$1261.626667 \text{ kN.mm}$	0

En la Figura 15 se encuentran el de fuerza cortante y en la Figura 16 se encuentra el momento flector. En el diagrama de fuerza cortante el valor máximo es 1.4 KN y es igual a la reacción A Y D.

Por otra parte, del diagrama de momento se tiene como máximo momento $M_{BC} = 1261.626667 \text{ kN.mm}$ y se encuentra ubicado en el punto C. Esto es debido a la concentración de los esfuerzos que se dan en estas zonas.

Figura 15

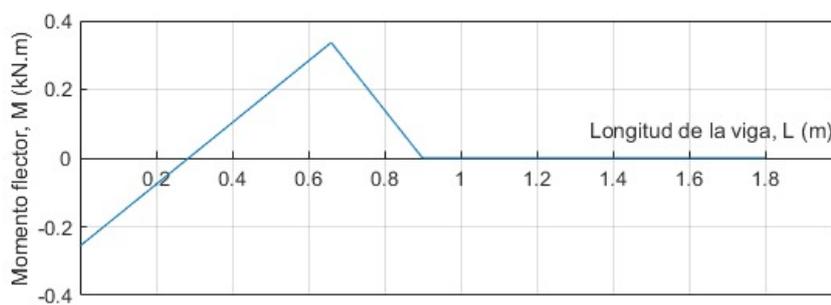
Gráfico de Fuerza cortante



Fuente: elaborado por los autores

Figura 16

Gráfico de momento Flector



Fuente: elaborado por los autores

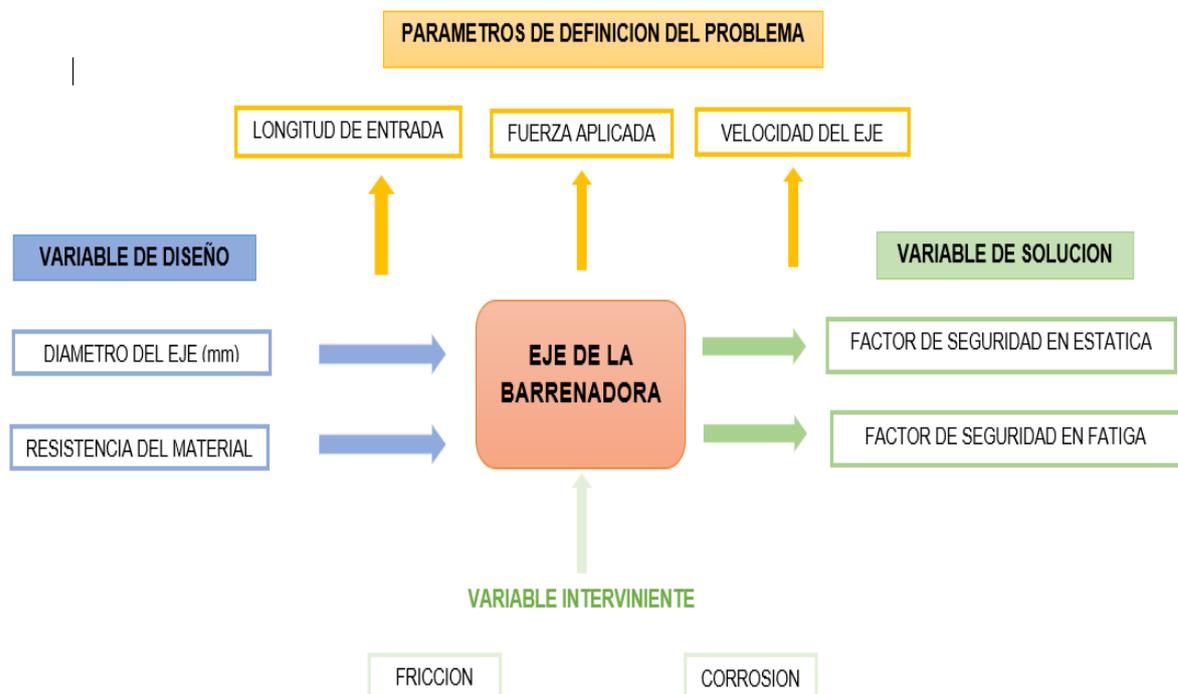
Diseño paramétrico del eje

En la Figura N° 15 se muestra la caja negra que nos sirvió de guía para el diseño del eje de la barrenadora. Para realizar el diseño de la barrenadora portátil, se estableció como geometría fija la base de la estructura de barrenadora. Como la variable interviniente se encuentra sometida a trabajo constantes de fricción entre las articulaciones, sometándose así al desgaste de ellas mismas. Para ello tenemos en cuenta la variable de diseño en la cual analizaremos el diámetro con el que se encontrara respecto a los diámetros establecidos en manual de la maquinaria, como otra variable de diseño estableceremos el factor de seguridad en estática y factor de seguridad en fatiga.

Los parámetros y variables que se expresa en la caja negra se detallan en la Tabla N° 18. Estos valores se toman del dimensionamiento general de la maquina y fichas técnicas.

Figura 17

Diagrama de caja negra para definición de parámetros



Fuente: elaborado por los autores

En la tabla 18 se muestran los parámetros de Diseño los valores de longitud de entrada, fuerza aplicada, velocidad de eje. En las variables de diseño los valores de diámetro de eje y resistencia del material, Variable de solución los factores de seguridad (Estática y fatiga) y como variables intervinientes fricción y corrosión.

Tabla 19

Parámetro de Caja Negra para la Estructura de la Barrenadora

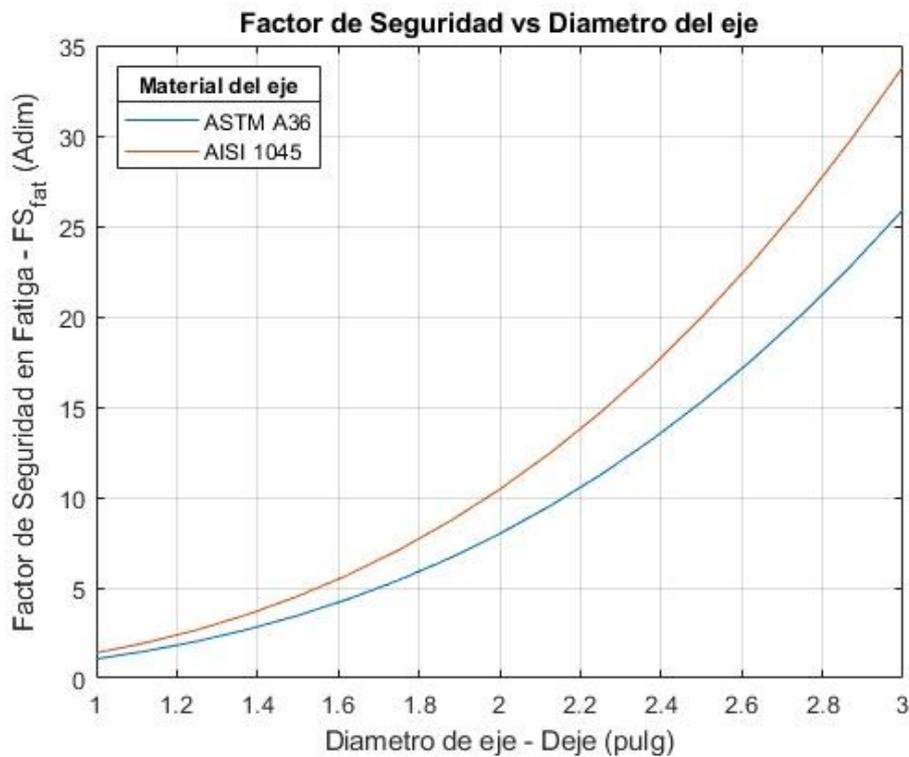
Tipo de Variable	Parámetro/Variable	Símbolo	Unidad	Valor
Parámetros de Diseño	Longitud de entrada	L	mm	1800
	Fuerza aplicada	F	N	2300
	Velocidad de eje	V	rad/s	84
Variable de Diseño	Diámetro de Eje	D	mm	74
	Resistencia del material	S_y	Pa	250 - 390
Variable de Intervinientes	Fricción	Fr	μ	
	Corrosión			
Variable de Solución	Factor de seguridad en Estática	Fs.	Adim	2.5
	Factor de seguridad en Fatiga	Fs.	Adim	2.5

Fuente: elaborado por los autores

En la Figura 18 se muestra la graficas paramétricas. Como se aprecia en la figura el material del eje ya sea AISI 1045 o ASTM A36 tienen un factor de seguridad mayor de 1 lo cual verifica que el diámetro asumido es adecuado para los esfuerzos calculados. Como la diferencia de los resultados de ambos materiales es pequeña, se procede a tomar el material que este a menor costo en el mercado. Para los cálculos obtenidos. Ver anexo 12

Figura 18

Gráficas paramétricas del factor de seguridad vs. diámetro



Fuente: elaborado por los autores

Diseño Paramétrico mediante simulaciones a través de ANSYS

Luego de realizar el cálculo respectivo se determina y selecciona el material como el diámetro del eje de avance con un factor de seguridad confiable que nos asegure el buen diseño de la barrenadora.

Luego de seleccionar lo antes mencionado y ver las variables de diseño sobre las variables de solución de la Figura 14 (Caja Negra) se analizó paramétricamente el material del eje de avance contra las cargas a las cuales están sometidas. Se realizó el dibujo del eje de avance gracias al software SpaceClaim. Posteriormente se importaron el dibujo para ser simulados en ANSYS. Se determinaron las fuerzas y condiciones en el eje de avance de la barrenadora, y como siguiente paso fue el enmallado del dibujo del eje.

Las soluciones de las simulaciones nos muestran conocer la concentración de la deformación del eje, Esfuerzos de Von Mises, factor de seguridad por fatiga en todo el eje para poder validar y verificar el análisis.

En las Tablas 19 hasta la 21 se muestra el diseño paramétrico a través de las simulaciones para el material AISI 1045 y ASTM A36.

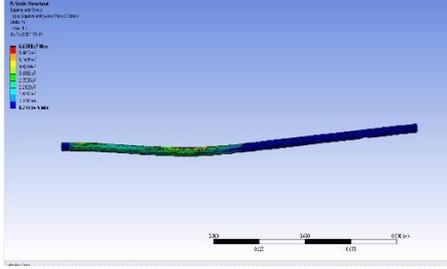
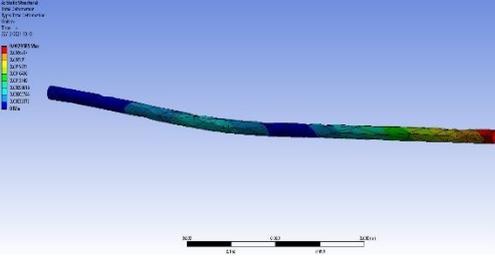
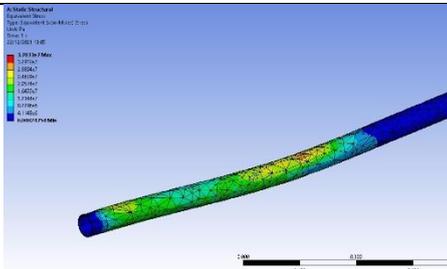
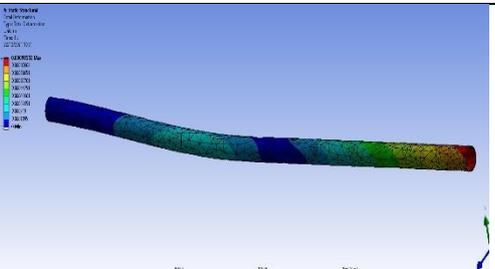
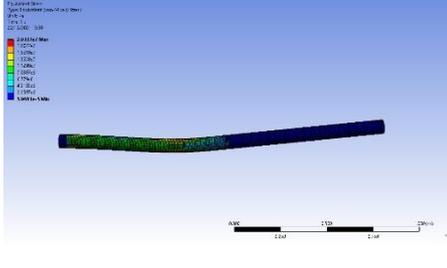
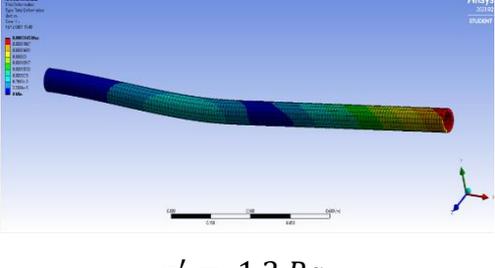
Tabla 20

Variables y valores para la Simulación Paramétrica en ANSYS

	Nombre	Unidades	Valores/Rango
Parámetros de	Fuerza Aplicada	N	2300
Definición del Problema	Velocidad del eje	rad/s	84
Variables de Diseño	Material del eje de avance	Adim.	AISI 1045 ASTM A36
	Resistencia de material	Pa	250 - 390
Variables de Solución	Factor de Seguridad por Fatiga	n	A determinar

Tabla 21

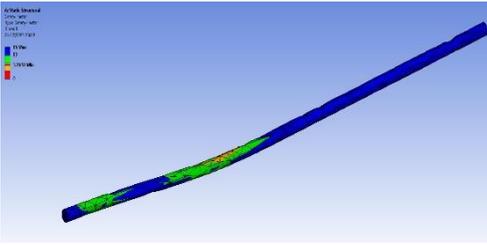
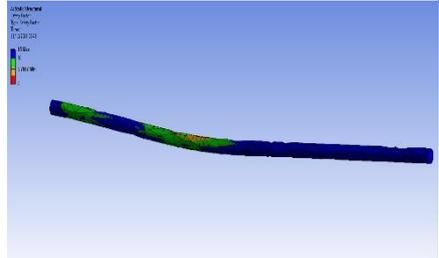
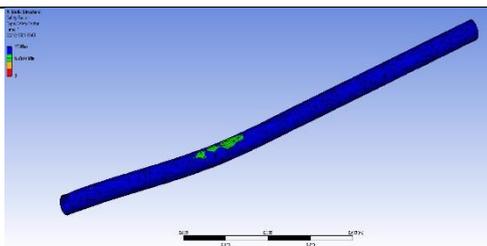
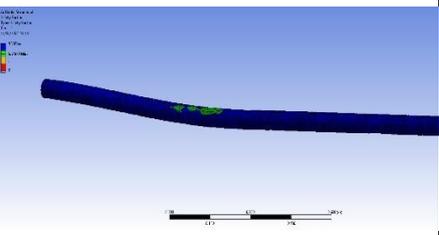
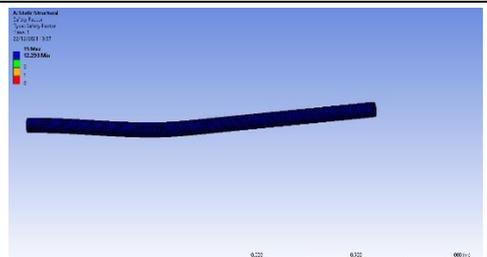
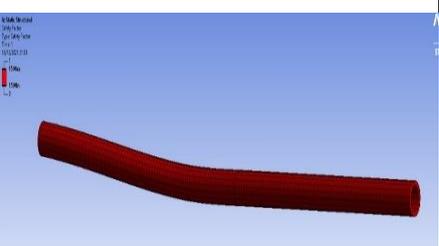
Matriz Paramétrica para evaluar la variable de solución: Esfuerzo de Von Mises

		MATERIAL	
		ASTM A-36	AISI 1045
DIAMETRO DE EJE DE AVANCE	1.5 in	 <p>$\sigma' = 8.1 Pa$</p>	 <p>$\sigma' = 8.27 Pa$</p>
	2.5 in	 <p>$\sigma' = 3.51 Pa$</p>	 <p>$\sigma' = 3.7 Pa$</p>
	3.0 in	 <p>$\sigma' = 1.38 Pa$</p>	 <p>$\sigma' = 1.3 Pa$</p>

Fuente: elaborado por los autores

Tabla 22

Matriz Grafica Paramétrica para evaluar la variable de solución: Factor de Seguridad

		MATERIAL	
		ASTM A-36	AISI 1045
DIAMETRO DE EJE DE AVANCE	1.5 in	 $FS = 3.7$	 $FS = 3.76$
	2.5 in	 $FS = 6.5$	 $FS = 6.75$
	3.0 in	 $FS = 7.86$	 $FS = 15$

Fuente: elaborado por los autores

Simulación por FEM del eje de barra

Para contrastar que los cálculos analíticos sean correctos se realizó una simulación por el método de elementos finitos (FEM). Para realizar la simulación se tomó el modelo 3D de la barra, que se presenta en la Figura 19.

Figura 19

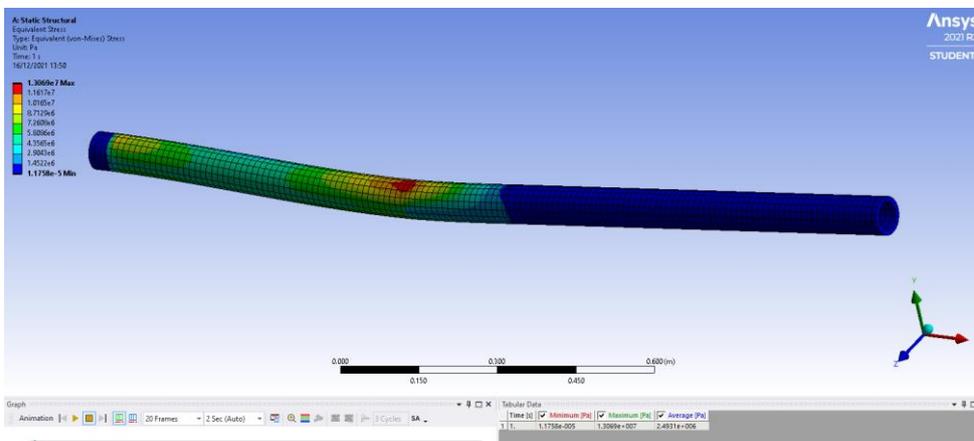
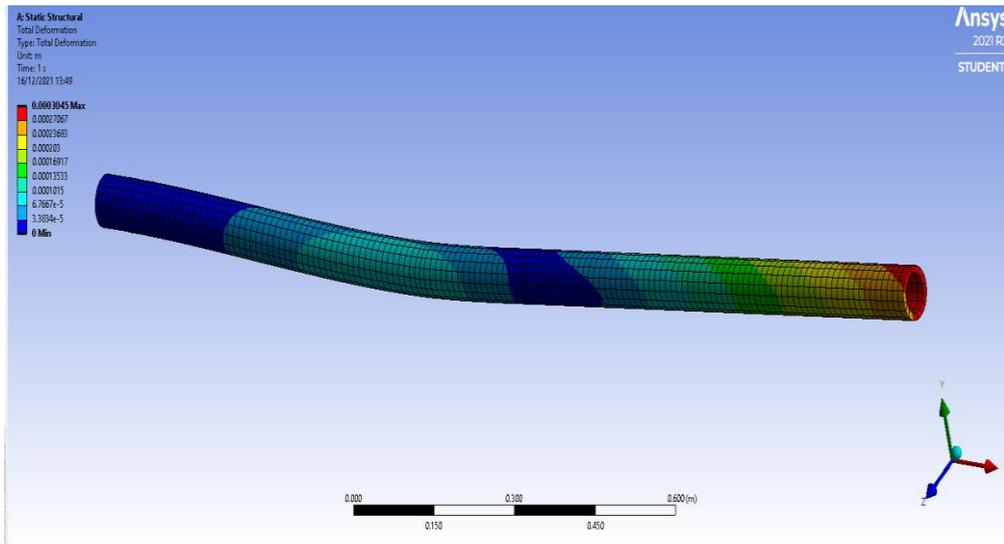
Modelo 3D del eje de barra de la barrenadora portátil.



Fuente: elaborado por los autores

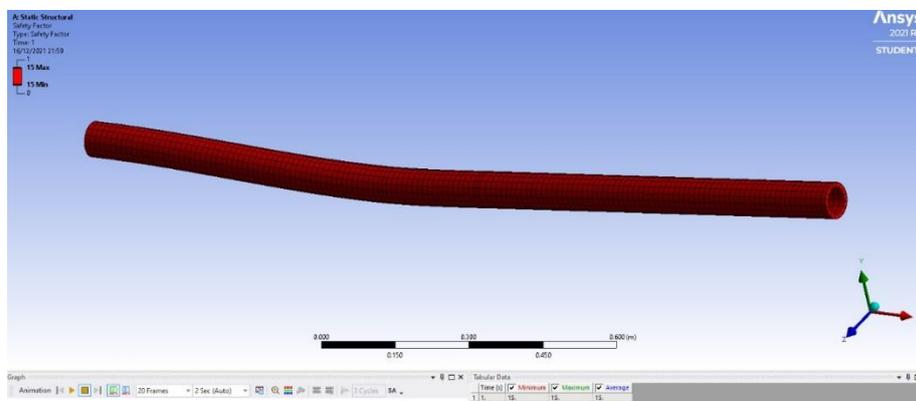
La carga se aplica en la superficie cilíndrica de la barra es $F=2.3$ kN, se aplicará una torsión en el punto B, como se muestra en la Figura 20, mostrando como resultado el esfuerzo de Von misses y el factor de seguridad en la Figura 21.

Figura 20 Esfuerzo de Von Mises



Fuente: elaborado por los autores

Figura 21 Factor de seguridad del eje de avance



Fuente: elaborado por los autores

4.9. Diseño de selección de componentes

Motorreductor

Se estableció para la potencia requerida para el motor sea de 2 HP, debido que se debe de realizar trabajos para la velocidad de corte, por tal motivo se seleccionó un motor trifásico. Se uso este motor por ser más usual en el mercado para motores de baja potencia (Figura N°22). Las características del motorreductor se pueden ver en la Tabla N° 22.

Figura 22

Motorreductor



Fuente: Sew- euro drive

Tabla 23

Selección del Motorreductor

ITEM	DESCRIPCION	VALOR
1	Marca	Sew - euro Drive
2	Modelo	KA37-DT90L4-TF
3	Potencia	2 HP
4	Fase	3
5	Voltaje	277/480
6	Velocidad	1720/57
7	Ratio	38:1

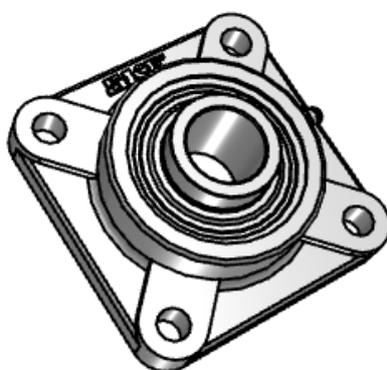
Fuente: elaborado por los autores

Chumaceras

Se estableció este tipo de chumaceras del catálogo UFC 206. Debido que son fijados de un proceso de soldadura a la estructura de la maquinaria donde se va a barrenar (Figura 23). Las características de la chumacera se pueden ver en la Tabla N° 23.

Figura 23

Chumaceras de pared



Fuente: UFC 206 (SKF)

Tabla 24

Especificaciones de la Chumacera

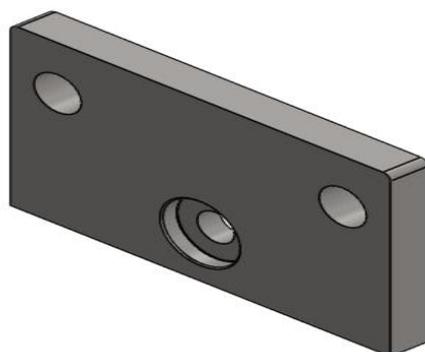
ITEM	DESCRIPCION	VALOR
1	Marca	UFC
2	Tipo	Chumacera de pared
3	Diámetro Interior	3"

Plancha Lateral

Se estableció el tipo de acero inoxidable 304 por su resistencia a la corrosión. Este elemento funciona como soporte el motorreductor y para las guías de los ejes deslizantes, eje roscado (Figura 24).

Figura 24

Plancha lateral



Fuente: Elaborado por los autores

4.10. Presupuesto

Se realizó el diseño en el software estudiantil (Ver Figura 10), se procedió a realizar la descripción de cada uno de los componentes de la barrenadora portátil con sus respectivos costos según la cotización, para establecer el costo aproximado del proyecto se muestra la Tabla 24.

Tabla 25

Presupuesto detallado de la barrenadora

ESTRUCTURA	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	SUB TOTAL
Angulo 2 ¼"	1	s/92.00	s/92.00
Barra 3"	1	s/147.00	s/147.00
Chumacera de pared 74mm	2	s/280.00	s/560.00
Plancha inox 304	1	s/222.00	s/222.00
Motor reductor 1.5kw	1	s/850.00	s/850.00
Rodamiento de bolas 74mm x 10	2	s/55	s/110.00
Tuerca de grado 8(M24)	8	s/1.20	s/9.60
Volante	1	s/120.00	s/120.00
TOTAL			S/ 2110.60

Tabla 26*Lista de consumibles*

CONSUMIBLES	CANTIDAD	COSTO UNT	SUB TOTAL S/
Pintura	½ gal	35	35
Sol. Cellocord	1	15.90	15.90
Disco de corte 4 ½	2	7	14
Thinner	½ lt	15	15
Base epoxica	½ gal	30	30
TOTAL			S/109.90

Tabla 27*Lista de mano de obra*

MANO DE OBRA	CANTIDAD	COSTO UNIT	SUB TOTAL
Corte	1	90	90
Mano de obra soldadura	1	80	80
Mano de obra pintura	1	25	25
Dobladora	1	50	50
Mecanizado	1	500	500
TOTAL			S/ 745.00

Tabla 28*Resumen de inversión de barrenadora*

RESUMEN	MONTOS
CONSUMIBLE	109.90
ESTRUCTURA	2110.60
MANO DE OBRA	745
OTROS	50
TOTAL	S/ 3015.50

Beneficio: El Gerente de la empresa Importaciones y Servicios E.I.R.L. gasta en promedio S/.1990 Nuevos soles por servicio de barrenado, en el transcurso del proyecto de marzo a noviembre se han realizado 5 servicios de barrenado que sería S/. 9950 nuevos soles, además se debe pagar el 18% (IGV) que equivale a la suma de S/. 358.20 nuevos soles por servicio, siendo un total de S/. 1791 nuevos soles por facturación adicional al proceso de facturación. Por consiguiente, al fabricar una barrenadora portátil para ellos estarían ahorrando el total del costo del proceso de barrenado. El beneficio sería de S/. 11741 nuevos soles.

$$ROI = \frac{Inversion}{Beneficio /meses}$$

$$ROI = \frac{3015.50}{1956.83}$$

$$ROI = 1.54$$

Van

Según el van determinaremos si el proyecto será rentable usando como muestra un diagrama de caja de flujos futuros, según el uso de mantenimiento para los equipos de maquinaria pesada en los siguientes meses, 5 mantenimiento de barrenado en 12 meses.

$$VAN = -I + \frac{Q}{(1+i)^1} + \frac{Q}{(1+i)^2} + \frac{Q}{(1+i)^3} + \frac{Q}{(1+i)^4} + \frac{Q}{(1+i)^5} + \frac{Q}{(1+i)^6} + \frac{Q}{(1+i)^7} + \frac{Q}{(1+i)^8} + \frac{Q}{(1+i)^9} + \frac{Q}{(1+i)^{10}} + \frac{Q}{(1+i)^{11}} + \frac{Q}{(1+i)^{12}}$$

$$VAN = S/12526.99$$

Tasa		7%	Inv	-S/ 3,015.50	S/.
Inversion inicial	S/	3,015.50	mes 1	S/ 1,956.83	S/mes
VAN	S/	12,526.99	mes 2	S/ 1,956.83	S/mes
TIR		65%	mes 3	S/ 1,956.83	S/mes
ROI		1.541	mes 4	S/ 1,956.83	S/mes
Beneficio mensual	S/	1,956.83	mes 5	S/ 1,956.83	S/mes
			mes 6	S/ 1,956.83	S/mes
			mes 7	S/ 1,956.83	S/mes
			mes 8	S/ 1,956.83	S/mes
			mes 9	S/ 1,956.83	S/mes
			mes 10	S/ 1,956.83	S/mes
			mes 11	S/ 1,956.83	S/mes
			mes 12	S/ 1,956.83	S/mes

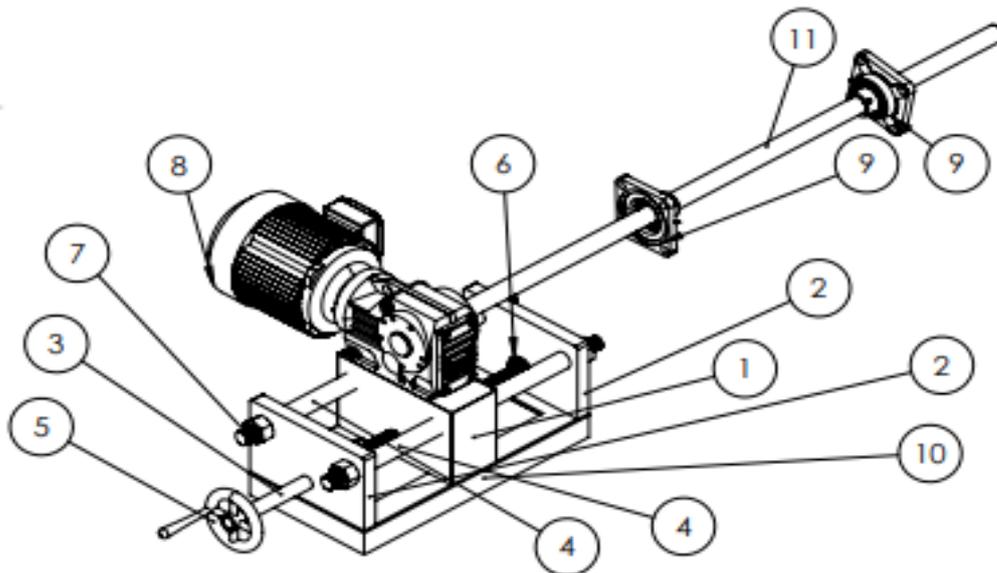
4.11. Diseño de Detalle

Después de obtener los resultados de las entrevistas a las personas que laboran en la empresa Importaciones y Servicios E.I.R.L., además al base de diseño ganador, continuamos con el proceso de diseño, por consiguiente, obtuvimos el siguiente plano general de nuestro diseño de barrenadora portátil (Figura 20). Las demás piezas de la maquina barrenadora portátil. Ver anexo 21

Figura 25

Diseño de detalle de la maquina barrenadora

N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	PLANCHA CENTRAL	INOX 304	1
2	LATERAL PRINCIPAL	INOX 304	2
3	EJE ROSCADO	1045	1
4	EJES DESLIZANTES	BARRA CROMADA	2
5	VOLANTE	1045	1
6	AFBMA 20.1 - 82-25 - 12,DE,NC, 12_68	RODAMIENTOS DE BOLAS	2
7	B18.2.4.6M - Heavy hex nut, M24 x 3 -D-S	TUERCA GRADO 8	4
8	KA37_DT90L4_TF_20211123_160158_3vM7QmloEEy5v0fvJzuPyQ.igs	MOTO REDUCTOR 1.5kW	1
9	CMSR 1-14	Chumacera 1 1/4"	2
10	BASE	ANGULO 2"X1/4"	1
11	EJE DE CORTE	BARRA CROMADA	1



AUTORES
DE LA CRUZMELENDEZ HECTOR JUAN
REBAZA ALFARO PAMELA VERONICA



TÍTULO:
BARRENADORA PORTATIL

N.º DE DIBUJO
01

A4

ESCALA:1:30

HOJA 1 DE 1

Fuente: elaborado por los autores

4.12. Resultado

Se identificó las necesidades de la empresa mediante las entrevistas realizadas al personal de la empresa Importaciones y Servicios E.I.R.L. Donde se identificó las necesidades de la empresa, detectando la primeras especificaciones en la entrevista, la empresa viene invirtiendo una suma elevada de dinero para sus reparaciones en las articulaciones, puesto que no cuentan con un equipo de barrenado industrial, esto conlleva a que algunos trabajos se envíen a empresas terceras para evitar el tiempo de parada de sus maquinarias este es el principal instrumento que conlleva a realizar el diseño de una barrenadora de fácil montaje y bajo costo presupuestal.

Por consiguiente se recolectó la información de las normativas para elaborar el diseño de la barrenadora, teniendo en cuenta las normas establecidas por la sociedad técnica internacional donde nos guiamos de las normas ISO, SAE, ASME y ANSI las cuales nos indicaron los factores de seguridad, requisitos de calidad del producto, también las especificaciones de las máquinas, especificaciones de los materiales ferrosos y de dibujo de ingeniería siendo nuestro principal guía para la elección de los materiales; seguido como objetivo tres se generó tres tipos de conceptos de solución para el nuevo diseño de la barrenadora portátil donde se evaluó según criterios de ponderación la mejor alternativa según su tipo de soporte, accionamiento y transmisión. Tomando como mejor alternativa los rodamientos, engranajes y transmisiones teniendo como base la barrenadora climax BB3000. A lo que se procedió al desarrollo de la configuración de diseño teniendo como criterios destacados: la efectividad, productividad, costo, mantenimiento, estética, durabilidad y factor de seguridad.

Se calculó los esfuerzos estáticos obteniendo el esfuerzo máximo de 305.101KN y dinámicos del diseño de la barrenadora teniendo referencia las medidas estándares la maquinaria pesada con la que cuenta la empresa Importaciones y Servicios E.I.R.L como también la dureza que debe tener la porta herramienta obteniendo.... y a la vez calcular la potencia del motor obteniendo 1.7 Hp y velocidad de giro de 89 Rpm para el uso correcto del eje giratorio principal, lo cual nos ayudó a la selección de algunos componentes que se utilizaran en la maquina barrenadora.

Se simuló mediante el uso del software estudiantil los esfuerzos de los componentes del diseño de la barrenadora arrojándonos la hoja de resultados finales, donde contrastamos los cálculos obtenidos anteriormente y el tipo de material con el que se debe contar para el diseño de la barrenadora portátil.

Se elaboró los planos obteniendo las diferentes vistas del diseño general explotado donde se menciona los componentes de la barrenadora a detalle.

Se elaboró el presupuesto económico obteniendo una inversión de S/3015.5 soles de acuerdo a la lista de componentes de la máquina barrenadora según el plano obtenido con el diseño donde se cotizó insumos, materia prima, proceso de mecanizado, proceso de fresado, proceso de taladrado y el proceso de soldadura, se analizó un beneficio por mes S/1956.83 soles, mediante la VAN considerando 1 año se obtendría una ganancia de S/12.526.99 y un TIR de 65%.

V. DISCUSIÓN

A partir de los hallazgos encontrados, aceptamos la hipótesis general el diseño de una barrenadora portátil mecánica permitirá a la empresa mejorar los tiempos de mantenimiento correctivo en la maquinaria pesada, aumentando la facilidad de operación para el óptimo desempeño de esta.

Estos resultados guardan relación con lo que sostiene (Paz, 2017), (Fonseca, 2015), (Ortega, 2021), (Novoa, 2018), indican que la fabricación de una barrenadora portátil aumenta el rango de eficiencia de las maquinarias y a la vez genera un aumento en ganancias para la empresa, Estos autores expresan también que la potencia del motor para el barrenado debe de rodear los 2Hp. Esto es acorde con lo que fue hallado en este proyecto.

Estos autores también muestran que los trabajos de barrenados son frecuentes en la maquinaria amarilla debido al desgaste que se ejerce entre las uniones, por lo cual sus proyectos de investigación también garantizan la alineación correcta para la hora de barrenar.

Dichos autores también reportan que como objetivo principal es conocer las necesidades que la empresa requiere, siendo lo más destacado en las entrevistas a las distintas empresas donde los autores realizaron sus investigaciones: accesibilidad, potencia, mantenimiento, dimensión de diámetro de barrenado, etc.

Concordando que todos los autores conllevan a realizar un estudio de diseño y configuración para obtener el diseño adecuado de la maquina a fabricar, cumpliendo las normativas y especificaciones.

VI. CONCLUSIONES

Se realizó la identificación de las necesidades de la empresa para poder cumplir con sus requerimientos y especificaciones brindadas según la entrevista.

Se reunió las normativas necesarias para poder tener conocimiento e iniciar el diseño de la barrenadora teniendo en cuenta el tipo de material, diseño, especificaciones y seguridad que deben tener las maquinas según las diferentes normativas

Se generó los diferentes tipos de diseño los cuales nos permitió examinar e identificar los componentes de las diferentes barrenadoras en el mercado mediante la matriz morfológica y ponderada, logrando brindar el mejor diseño

Se realizó los diferentes cálculos estáticos y dinámicos en la barrenadora para seleccionar el tipo de diámetro y la selección de componentes que cumplan con las especificaciones según normativa y verificar también componentes según catálogos con los datos obtenidos.

Se simulo mediante el software estudiantil el diseño de la barrenadora mostrándonos los resultados y los puntos críticos.

Se elaboró el plano principal que muestra de forma detallada los componentes, medidas y el diseño general de la barrenadora de forma explotada para tener un mejor conocimiento en sus diferentes vistas.

Se realizó un presupuesto de los componentes, gastos de mecanizado y soldadura que conllevaran a hacer el diseño para la empresa en el futuro mostrándonos un presupuesto de inversión del proyecto de aproximadamente s/3015.50 soles.

VII. RECOMENDACIONES

Para trabajos de mayores diámetros utilizar motores de gran potencia en la aplicación de la máquina barrenadora portátil que el establecido, rediseñar también las dimensiones de la base de soporte del motor para su mejor desempeño de la máquina.

Capacitar al personal operario que será responsable de ejecutar el barrenado con la maquina propuesta, lo cual requerirá con el conocimiento en maquinas herramientas.

El diseño de la maquina barrenadora portátil requiere un mantenimiento adecuado de acuerdo a su utilización. A su vez evitar trabar la maquina cuando este barrenando, debido que se puede originar rajaduras o deformaciones en las partes de la maquina y originar accidentes en una futura utilización o manipulación.

Antes de su uso inspeccionar la maquina barrenadora para hallar alguna pieza deteriorada por su uso y si fuera el caso remplazarla en ese instante para su correcto funcionamiento de la maquina barrenadora.

REFERENCIAS

- al., F. e. (2020). *Seguridad funcional en instalaciones de procesos*. España: Isa.
- Ancalla, M. y. (2019). *Diseño de Prototipo de Barrenadora Portátil Para Mejorar el Proceso de Barrenado en la Empresa RESER JAVIER.S E.I.R.L.– Arequipa.[Tesis para Titulo,Universidad Tecnologica del Peru]*. Repositorio Institucional.
- Arena, Z. (1993). *Introduccion a la metodologia de la investigacion*.
- Balcells, e. a. (2011). *Eficiencia en el uso de la energia electrica*. Barcelona: MARCOMBO S.A.
- Climax Portable Machining & Welding Systems. (2019). PL3000 Torno Portatil.
- Espinoza, A. (2018). *Prácticas de mecanizado en torno y fresadora. [Tesis de Ingenieria. Universidad de la Rioja Servicio de publicaciones]*. Repositorio Institucional, España.
- Fernandez, J. (2013). *Gestion de diseño mecanico*. España: Universidad de Oviedo.
- Fonseca, A. S. (2015). *Diseño y fabricacion de una maquina alesadra portatil [tesis de grado,Colombia]*. Repositorio USTA.CO. Obtenido de <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/34407/Trabajo%20principal..pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Garavito, J. (2007). *Fresado y taladrado*. Colombia: Escuela Colombiana de Ingenieria .
- Gonzales, F. (2004). *Auditoria de mantenimiento e indicadores de gestion*. Fc editorial.
- Grupo San Valero. (2010). *Teoría de taller: Procesos de mecanizado*. España: Grupo San Valero.
- Harinder Oberoi, Paul Gehlsen and Douglas McCoy. (2018). Development & Implementation of an Electric Boring Process for the Frame Lug for

MainLanding Gear Swing Link on the 777 Airplane. *Boeing Commercial Airplanes, 770-775.*

Hernandez Sampieri, R. (2014). *Metodologia de la investigacion.* Mc graw-hill.

Hernandez, E. (2015). *Diseño De Una Mandrinadora Portatil.*[Tesis, Universidad de La Laguna]. Repositorio Institucional.

Maquinarias Pesadas. org. (s.f.). Obtenido de <https://www.politecnico metro.edu.co/biblioteca/obrasciviles/manual-maquinaria-pesada-equipo-liviano-construccion.pdf>

Morales, C. &. (2008). *Diseño y construcción de un dispositivo para mandrinar en sitio los alojamientos del eje porta balancín de las llantas de las camas bajas y altas.*[Tesis. Escuela Politecnica Nacional]. Repositorio Institucional.

Nisbett, R. B. (2018). *Diseño de Ingenieria mecanica de Shigley* (Decima edicion ed.).

Novoa, J. (2018). *Diseño de maquina mandrinadora portatil, ligera y de facil montaje, para mecanizado agujeros de diametros 60 MM hasta 500 MM.*[Tesis para obtener el titulo profesional de Ingeniero Mecanico Electricista, Universidad Cesar Vallejo]. Repositorio Institucional.

Ortega, S. (2021). *Diseño y Fabricacion de un dispositivo para alesado en agujeros y articulaciones de los brazos en las retroexcavadoras.*[Proyecto de Grado, Universidad Santo Tomas]. Repositorio Institucional.

Paz, S. (2017). *Diseño y Fabricacion de un refrentador portatil para trabajos insitu en maquinaria pesada en la empresa Esco Peru Cajamarca 2017.*[Tesis para obtener el titulo profesional de Ingeniero Mecanico Electricista, Universidad Cesar Vallejo]. Repositorio Institucional.

Poblete, P. (2017). *ANÁLISIS DE LAS FALLAS MÁS CRÍTICAS DE LA MÁQUINA-HERRAMIENTA MANDRINADORA HORIZONTAL* [Trabajo de Titulacion, Universidad Tecnica Federico Santamaria]. Rlepositorio Institucional.

Schvab, L. (2011). *Maquinas y herramientas.* Argentina.

VIVA INSTITUTE OF TECHNOLOGY. (2021). VIVA-TECH INTERNATIONAL JOURNAL FOR RESEARCH AND INNOVATION. *Design and fabrication of portable drilling and boring machine.*, 1.

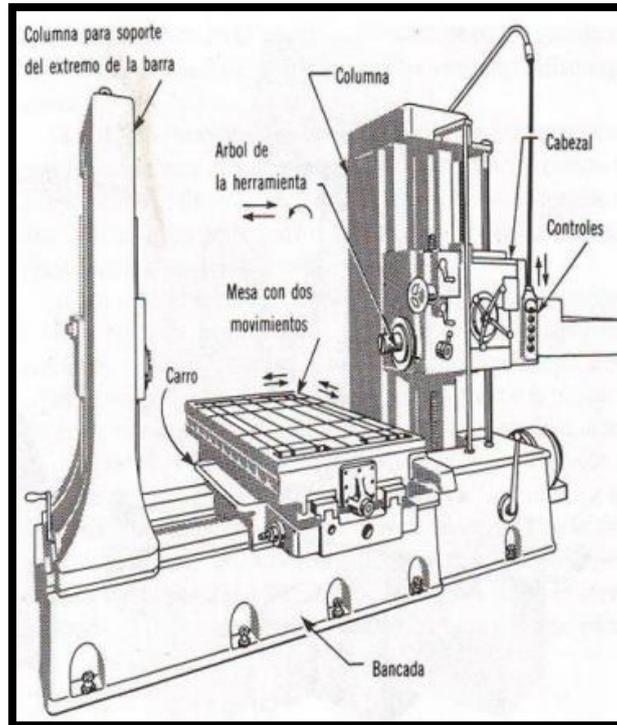
Zaroual, M. (2017). *Diseño y fabricación de una herramienta de torno asistida por vibración.* [Trabajo de Fin de Master. Escola Tecnica Superior d'Enginyeria Industrial de Barcelona]. Repositorio Institucional, Barcelona, España.

Zelada, M. (2017). *Mejora de la Gestion de Mantenimiento de Maquinaria Pesada con la metodologia AMEF.* [Tesis para obtener titulo profesional de Ingeniero Industrial y Comercial. Universidad San Ignacion de Loyola]. Repositorio Institucional.

ANEXOS

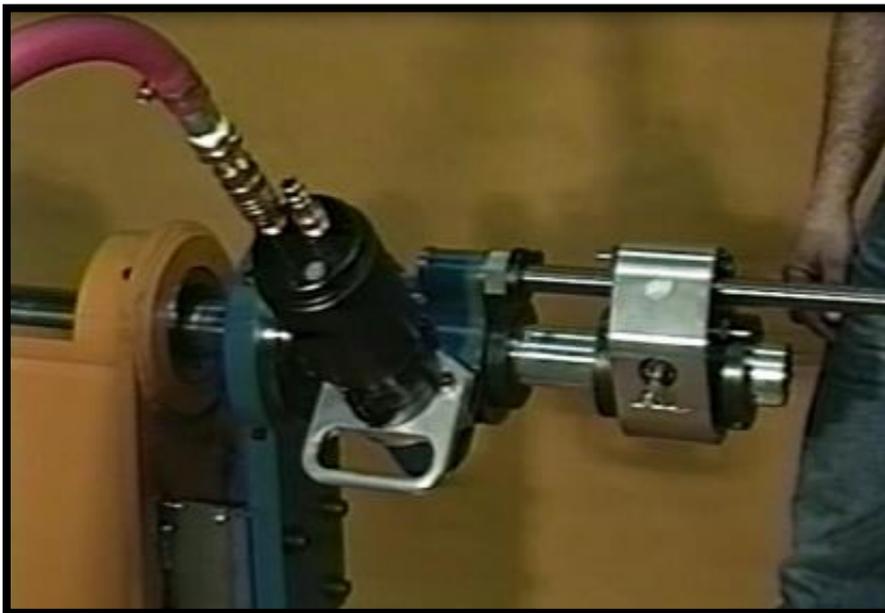
Anexo 1:

Barrenadora o mandrinadora



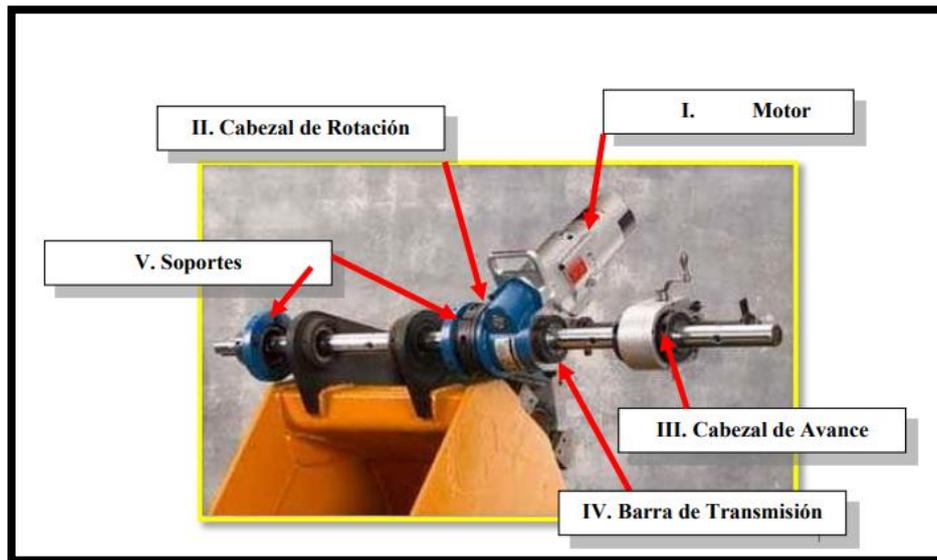
Anexo 2:

Barrenadora neumática



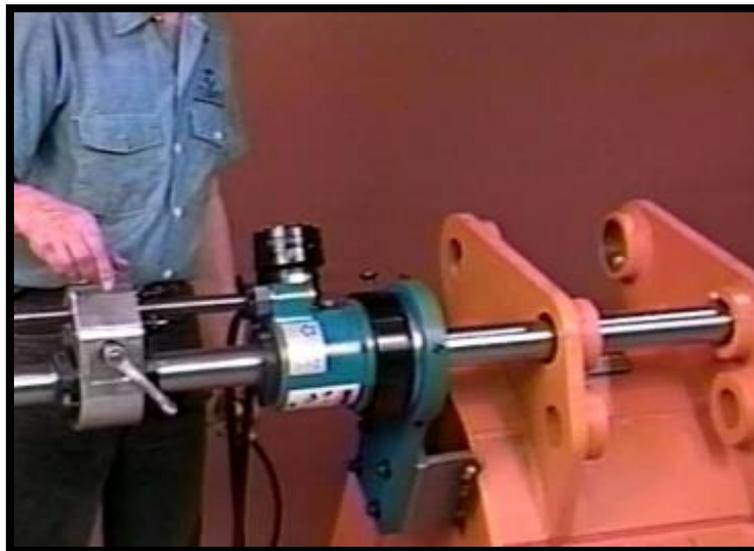
Anexo 3:

Barrenadora eléctrica



Anexo 4:

Barrenadora hidráulica



ANEXO 5:

Matriz de variables y operacionalización

VARIABLE	TIPO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADOR	ESCALA DE MEDICIÓN
Tiempo de reparación de articulaciones de la maquinaria	Variable Independiente	El tiempo de mecanizado es un término que se utiliza para describir la cantidad de tiempo en que una maquina se dedica realmente a cortar, fresar o alterar una pieza que se va a mecanizar. Es el tiempo de arranque de viruta por pieza, depende de la velocidad de corte (Estrems, 2007)	Tiempo en el que la maquina se dedica realizar el trabajo de corte en una pieza, según tipo de reparación	Tiempo de mecanizado	Razón
		La elección de los materiales para la fabricación de los ejes y árboles de transmisión normalmente hasta 150 mm de diámetro se construyen de ejes redondos de acero; de acuerdo al estado de carga. (Jose, 2010)	El diámetro de mecanizado se establece de acuerdo al manual de la maquinaria a barrenar. Se establece de acuerdo al esfuerzo máximo en el eje, siguiendo normativas	Diámetros de mecanizado Material para el eje	
Tipo de material del eje					
Características técnicas de diseño de una barrenadora portátil	Variable dependiente	Consiste en la aplicación de conjunto de procedimientos, normas, métodos de diseño, técnicas e investigación de piezas que están disponibles en el mercado, para la obtención de un dispositivo. (Morales, 2008)	Estudia la posibilidad de diseñar, fabricar una barrenadora portátil con características similares de trabajo, materiales disponibles y bajo costo en el mercado.	Factor de Seguridad Esfuerzos de Von Mises Reducción de tiempo de mecanizado	Nominal

ANEXO 6

Ficha técnica de encuesta

FICHA TÉCNICA DE ENCUESTA

Objetivo de la encuesta:

Para obtener los datos reales del estado de las articulaciones o uniones de las maquinarias pesadas, se recopilará la información brindada para establecer el estado de las maquinarias.

Tamaño de la muestra:

5 personas pertenecientes a la empresa Importaciones y Servicios E.I.R.L.

Técnica de Recolección:

Cuestionario impreso

Fecha de Recolección de la información:

Octubre del 2021

Diseño y realización:

El cuestionario fue diseñado y realizado por los investigadores Hector Juan De la cruz Melendrez y Pamela Verónica Rebaza Alfaro, estudiantes de la carrera Ingeniería Mecánica Eléctrica de la Universidad Cesar Vallejo, con el objetivo de conocer el estado actual de las articulaciones de las maquinarias pesadas de la empresa Importaciones y Servicios E.I.R.L.

Universo

Personal operarios de la empresa Importaciones y Servicios E.I.R.L. - Trujillo

CUESTIONARIO

N° de cuestionario: ____

Nombre del encuestador: _____

Lugar: Empresa Importaciones y Servicios E.I.R.L.

Área: Mantenimiento de maquinaria pesada

Fecha: _____

Estimados trabajadores:

La presente encuesta tiene como fin de conocer la situación actual del mantenimiento correctivo de las articulaciones de las maquinarias pesadas de la empresa Importaciones y Servicios E.I.R.L. La siguiente encuesta es anónima por lo tanto los invitamos a contestar con honestidad, debido que la información brindada solo se utilizara para fines académicos.

Instrucciones: Contestar las siguientes preguntas.

1. ¿Qué necesidades tiene la empresa para el proceso de barrenado en las articulaciones de las maquinarias de línea amarilla?

2. ¿Con cuántos equipos de línea amarilla cuentan en la empresa?

3. ¿Cuál fue el máximo desgaste analizado en sus articulaciones de sus equipos de línea amarilla?

4. Mencione ¿Cuáles son los equipos de línea amarilla más críticas en sus articulaciones y su medida de desgaste (milímetros)?

5. ¿Sabe usted cual es el tiempo de demora del barrenado artesanal, en la empresa Importaciones y Servicios E.I.R. L?

6. ¿Qué tipo de diseño de barrenadora requiere la empresa (mecánico - electromecánico – hidráulico)?

7. ¿Nos podrá mencionar como se realiza el proceso de barrenado de las articulaciones de las maquinarias pesadas en la Empresa Importaciones y Servicios E.I.R. L?
-
8. ¿Cuentan con fichas técnicas de las maquinarias de línea amarilla?
-
9. ¿Tiene conocimiento de las maquinas barrenadoras y sus márgenes de libertad en ellas?
-
10. ¿Conoce de barrenadoras portátiles que se encuentran en el mercado?
-
11. ¿Qué ventajas cree usted que obtendría al utilizar una barrenadora portátil en el proceso de barrenado en las articulaciones de las maquinarias?
-
12. Bríndenos un aprox. del costo del mantenimiento realizado por terceros en el proceso de barrenado de las maquinarias amarillas.
-
13. ¿Cree que una barrenadora portátil sea efectiva a la hora de realizar el proceso de barrenado?
-
14. ¿Sabe usted cual es el tiempo de demora de una maquina barrenadora industrial?
-
15. ¿Sabe usted si la empresa desea obtener una barrenadora portátil de fácil acceso?
-
16. ¿Cree usted que mejoraría el tiempo de mantenimiento de las articulaciones con la maquina barrenadora?
-
17. ¿La empresa cuenta con el presupuesto suficiente para la obtención de una maquina barrenadora portátil?

18. ¿Qué tipo de mantenimiento cree usted que es el adecuado para una barrenadora portátil?

19. ¿Qué tipo de características técnicas debe de tener la barrenadora portátil?

20. ¿Cuánto tiempo de trabajo considera que debe ser el proceso de barrenado con este nuevo diseño?

¡Gracias por su colaboración!

CUESTIONARIO

N° de cuestionario: 1

Nombre del encuestado: Juan F. Riquiri Vasquez

Lugar: Empresa Importaciones y Servicios E.I.R.L.

Área: Mantenimiento de maquinaria pesada

Fecha: 18/10/2021

Estimados trabajadores:

La presente encuesta tiene como fin de conocer la situación actual del mantenimiento correctivo de las articulaciones de las maquinarias pesadas de la empresa Importaciones y Servicios E.I.R.L. La siguiente encuesta es anónima por lo tanto los invitamos a contestar con honestidad, debido que la información brindada solo se utilizara para fines académicos.

Instrucciones: Contestar las siguientes preguntas.

1. ¿Qué necesidades tiene la empresa para el proceso de barrenado en las articulaciones de las maquinarias de línea amarilla?
Se necesita hacer alojamiento para boom, stick
2. ¿Con cuántos equipos de línea amarilla cuentan en la empresa?
17 maquinarias
3. ¿Cuál fue el máximo desgaste analizado en sus articulaciones de sus equipos de línea amarilla?
cuando se presenta la prueba de juego
4. Mencione ¿Cuáles son los equipos de línea amarilla más críticas en sus articulaciones y su medida de desgaste (milímetros)?
excavadora, cargador frontal, retroexcavadora y gruas antiguos
5. ¿Sabe usted cual es el tiempo de demora del barrenado artesanal, en la empresa Importaciones y Servicios E.I.R.L?
Aprox de 2 a 3 días
6. ¿Qué tipo de diseño de barrenadora requiere la empresa (mecánico - electromecánico - hidráulico)?
mecánica

7. ¿Nos podrá mencionar como se realiza el proceso del barrenado de las articulaciones de las maquinarias pesadas en la empresa Importaciones y Servicios E.I.R.L?
- _____
8. ¿Cuentan con fichas técnicas de las maquinarias de línea amarilla?
- Si
9. ¿Tiene conocimiento de las maquinas barrenadoras y sus márgenes de libertad en ellas?
- Si,
10. ¿Conoce de barrenadoras portátiles que se encuentran en el mercado?
- Si, no recuerdo las marcas
11. ¿Qué ventajas cree usted que obtendría al utilizar una barrenadora portátil en el proceso de barrenado en las articulaciones de las maquinarias?
- _____
12. Bríndenos un aprox. del costo del mantenimiento realizado por terceros en el proceso de barrenado de las maquinarias amarillas.
- Dependiendo del equipo cuesta \$ 500, por tipo de servicio
13. ¿Cree que una barrenadora portátil sea efectiva a la hora de realizar el proceso de barrenado?
- Si, hace el trabajo más efectivo
14. ¿Sabe usted cual es el tiempo de demora de una maquina barrenadora industrial?
- 1 día
15. ¿Sabe usted si la empresa desea obtener una barrenadora portátil de fácil acceso?
- Si
16. ¿Cree usted que mejoraría el tiempo de mantenimiento de las articulaciones con la maquina barrenadora?
- Si
17. ¿La empresa cuenta con el presupuesto suficiente para la obtención de una maquina barrenadora portátil?
- Aprox \$ 10. mil dolares

18. ¿Qué tipo de mantenimiento cree usted que es el adecuado para una barrenadora portátil?

mantenimiento Correctivo

19. ¿Qué tipo de características técnicas debe de tener la barrenadora portátil?

Facil montaje

20. ¿Cuánto tiempo de trabajo considera que debe ser el proceso de barrenado con este nuevo diseño?

1 día

¡Gracias por su colaboración!

CUESTIONARIO

N° de cuestionario: 2

Nombre del encuestado: Nerys (Cintaba) Sata

Lugar: Empresa Importaciones y Servicios E.I.R.L.

Área: Mantenimiento de maquinaria pesada

Fecha: 18-10-2023

Estimados trabajadores:

La presente encuesta tiene como fin de conocer la situación actual del mantenimiento correctivo de las articulaciones de las maquinarias pesadas de la empresa Importaciones y Servicios E.I.R.L. La siguiente encuesta es anónima por lo tanto los invitamos a contestar con honestidad, debido que la información brindada solo se utilizara para fines académicos.

Instrucciones: Contestar las siguientes preguntas.

1. ¿Qué necesidades tiene la empresa para el proceso de barrenado en las articulaciones de las maquinarias de línea amarilla?
Mejorar la eficiencia en los maquinarias - Amarillas.
2. ¿Con cuántos equipos de línea amarilla cuentan en la empresa?
17
3. ¿Cuál fue el máximo desgaste analizado en sus articulaciones de sus equipos de línea amarilla?
2 cm de fuego
4. Mencione ¿Cuáles son los equipos de línea amarilla más críticas en sus articulaciones y su medida de desgaste (milímetros)?
Excavadora y retroexcavadora
5. ¿Sabe usted cual es el tiempo de demora del barrenado artesanal, en la empresa Importaciones y Servicios E.I.R.L?
3 días
6. ¿Qué tipo de diseño de barrenadora requiere la empresa (mecánico - electromecánico - hidráulico)?
Mecánico

7. ¿Nos podrá mencionar como se realiza el proceso del barrenado de las articulaciones de las maquinarias pesadas en la empresa Importaciones y Servicios E.I.R.L?
- _____
8. ¿Cuentan con fichas técnicas de las maquinarias de línea amarilla?
- Si
9. ¿Tiene conocimiento de las máquinas barrenadoras y sus márgenes de libertad en ellas?
- Si
10. ¿Conoce de barrenadoras portátiles que se encuentran en el mercado?
- Si
11. ¿Qué ventajas cree usted que obtendría al utilizar una barrenadora portátil en el proceso de barrenado en las articulaciones de las maquinarias?
- Reducción de tiempo de mantenimiento
12. Bríndenos un aprox. del costo del mantenimiento realizado por terceros en el proceso de barrenado de las maquinarias amarillas.
- 500 dolares
13. ¿Cree que una barrenadora portátil sea efectiva a la hora de realizar el proceso de barrenado?
- Si
14. ¿Sabe usted cual es el tiempo de demora de una maquina barrenadora industrial?
- 1 dia segun tipo de servicio
15. ¿Sabe usted si la empresa desea obtener una barrenadora portátil de fácil acceso?
- Si
16. ¿Cree usted que mejoraría el tiempo de mantenimiento de las articulaciones con la maquina barrenadora?
- Si
17. ¿La empresa cuenta con el presupuesto suficiente para la obtención de una maquina barrenadora portátil?
- 10,000 dolares

18. ¿Qué tipo de mantenimiento cree usted que es el adecuado para una barrenadora portátil?

Mantenimiento Correctivo

19. ¿Qué tipo de características técnicas debe de tener la barrenadora portátil?

Bajo costo de mantenimiento

fácil manejo

20. ¿Cuánto tiempo de trabajo considera que debe ser el proceso de barrenado con este nuevo diseño?

Aproximadamente entre 6 u 8 horas

Según tipo de servicio

¡Gracias por su colaboración!

CUESTIONARIO

N° de cuestionario: 3

Nombre del encuestador:

Manuel Costa Polo (JEFE DE MANTENIMIENTO)

Lugar: Empresa Importaciones y Servicios E.I.R.L.

Área: Mantenimiento de maquinaria pesada

Fecha: 18 / 10 / 2021

Estimados trabajadores:

La presente encuesta tiene como fin de conocer la situación actual del mantenimiento correctivo de las articulaciones de las maquinarias pesadas de la empresa Importaciones y Servicios E.I.R.L. La siguiente encuesta es anónima por lo tanto los invitamos a contestar con honestidad, debido que la información brindada solo se utilizara para fines académicos.

Instrucciones: Contestar las siguientes preguntas.

1. ¿Qué necesidades tiene la empresa para el proceso de barrenado en las articulaciones de las maquinarias de línea amarilla?

Mejorar el proceso de barrenado en las uniones.

2. ¿Con cuántos equipos de línea amarilla cuentan en la empresa?

Cuenta con 17 maquinarias.

3. ¿Cuál fue el máximo desgaste analizado en sus articulaciones de sus equipos de línea amarilla?

Nos percatamos cuando queda flojo el pin.

4. Mencione ¿Cuáles son los equipos de línea amarilla más críticas en sus articulaciones y su medida de desgaste (milímetros)?

Cargadores frontales, excavadoras, retroexcavadora.

5. ¿Sabe usted cual es el tiempo de demora del barrenado artesanal, en la empresa Importaciones y Servicios E.I.R.L?

Se demora 2-3 días.

6. ¿Qué tipo de diseño de barrenadora requiere la empresa (mecánico -neumático – hidráulico)?
Mecánico
7. ¿Nos podrá mencionar como se realiza el proceso del barrenado de las articulaciones de las maquinarias pesadas en la empresa Importaciones y Servicios E.I.R.L?
A Terceros o a veces nosotros mismos.
8. ¿Cuentan con fichas técnicas de las maquinarias de línea amarilla?
Si contamos con fichas técnicas.
9. ¿Tiene conocimiento de las maquinas barrenadoras y sus márgenes de libertad en ellas?
Si.
10. ¿Conoce de barrenadoras portátiles que se encuentran en el mercado?
Si.
11. ¿Qué ventajas cree usted que obtendría al utilizar una barrenadora portátil en el proceso de barrenado en las articulaciones de las maquinarias?
Su eficiencia, su fácil mantenimiento.
12. Bríndenos un aprox. del costo del mantenimiento realizado por terceros en el proceso de barrenado de las maquinarias amarillas.
Depende del Trabajo que se realiza
13. ¿Cree que una barrenadora portátil sea efectiva a la hora de realizar el proceso de barrenado?
Si.
14. ¿Sabe usted cual es el tiempo de demora de una maquina barrenadora industrial?
Menos de 5 horas.
15. ¿Sabe usted si la empresa desea obtener una barrenadora portátil de fácil acceso?
Si.
16. ¿Cree usted que mejoraría el tiempo de mantenimiento de las articulaciones con la maquina barrenadora?
Por supuesto.

17. ¿La empresa cuenta con el presupuesto suficiente para la obtención de una maquina barrenadora portátil?

No tengo conocimiento, se encarga en oficina.

18. ¿Qué tipo de mantenimiento cree usted que es el adecuado para una barrenadora portátil?

Que sea accesible y facil mantenimiento

19. ¿Qué tipo de características técnicas debe de tener la barrenadora portátil?

Facil manejo

facil mantenimiento

Eficiencia.

20. ¿Cuánto tiempo de trabajo considera que debe ser el proceso de barrenado con este nuevo diseño?

Que dure un dia.

¡Gracias por su colaboración!

CUESTIONARIO

Nº de cuestionario: 4

Nombre del encuestador:

Guido Briceno (Técnico)

Lugar: Empresa Importaciones y Servicios E.I.R.L.

Área: Mantenimiento de maquinaria pesada

Fecha: 18-10-2021

Estimados trabajadores:

La presente encuesta tiene como fin de conocer la situación actual del mantenimiento correctivo de las articulaciones de las maquinarias pesadas de la empresa Importaciones y Servicios E.I.R.L. La siguiente encuesta es anónima por lo tanto los invitamos a contestar con honestidad, debido que la información brindada solo se utilizara para fines académicos.

Instrucciones: Contestar las siguientes preguntas.

1. ¿Qué necesidades tiene la empresa para el proceso de barrenado en las articulaciones de las maquinarias de línea amarilla?
se necesita mejorar las uniones de las maquinarias
2. ¿Con cuántos equipos de línea amarilla cuentan en la empresa?
Más o menos 17 maquinarias
3. ¿Cuál fue el máximo desgaste analizado en sus articulaciones de sus equipos de línea amarilla?
Cuando queda bailando el pin, puede ser hasta 2cm.
4. Mencione ¿Cuáles son los equipos de línea amarilla más críticas en sus articulaciones y su medida de desgaste (milímetros)?
Retro, excavadora, cargadores frontales.
5. ¿Sabe usted cual es el tiempo de demora del barrenado artesanal, en la empresa Importaciones y Servicios E.I.R.L?
Depende del diámetro de los agujeros, está entre 2-3 días o más.

6. ¿Qué tipo de diseño de barrenadora requiere la empresa (mecánico -neumático – hidráulico)?
Mecánico
7. ¿Nos podrá mencionar como se realiza el proceso del barrenado de las articulaciones de las maquinarias pesadas en la empresa Importaciones y Servicios E.I.R.L?
A veces lo realizamos nosotros o terceros.
8. ¿Cuentan con fichas técnicas de las maquinarias de línea amarilla?
Si cuenta la empresa
9. ¿Tiene conocimiento de las maquinas barrenadoras y sus márgenes de libertad en ellas?
Si
10. ¿Conoce de barrenadoras portátiles que se encuentran en el mercado?
Si
11. ¿Qué ventajas cree usted que obtendría al utilizar una barrenadora portátil en el proceso de barrenado en las articulaciones de las maquinarias?
Fácil mantenimiento, montaje.
12. Bríndenos un aprox. del costo del mantenimiento realizado por terceros en el proceso de barrenado de las maquinarias amarillas.
Depende del trabajo que se realiza.
13. ¿Cree que una barrenadora portátil sea efectiva a la hora de realizar el proceso de barrenado?
Claro
14. ¿Sabe usted cual es el tiempo de demora de una maquina barrenadora industrial?
Bien trabajado, hasta el medio día.
15. ¿Sabe usted si la empresa desea obtener una barrenadora portátil de fácil acceso?
Si
16. ¿Cree usted que mejoraría el tiempo de mantenimiento de las articulaciones con la maquina barrenadora?
Si

17. ¿La empresa cuenta con el presupuesto suficiente para la obtención de una máquina barrenadora portátil?

Depende de la empresa

18. ¿Qué tipo de mantenimiento cree usted que es el adecuado para una barrenadora portátil?

Mantenimiento rápido sin complicaciones.

19. ¿Qué tipo de características técnicas debe de tener la barrenadora portátil?

- Eficiente

- Fácil montaje

- Fácil mantenimiento

20. ¿Cuánto tiempo de trabajo considera que debe ser el proceso de barrenado con este nuevo diseño?

Máximo 1 día.

¡Gracias por su colaboración!

CUESTIONARIO

N° de cuestionario: 5

Nombre del encuestador:

Frank hipolito (técnico)

Lugar: Empresa Importaciones y Servicios E.I.R.L.

Área: Mantenimiento de maquinaria pesada

Fecha: 18/10/2021

Estimados trabajadores:

La presente encuesta tiene como fin de conocer la situación actual del mantenimiento correctivo de las articulaciones de las maquinarias pesadas de la empresa Importaciones y Servicios E.I.R.L. La siguiente encuesta es anónima por lo tanto los invitamos a contestar con honestidad, debido que la información brindada solo se utilizara para fines académicos.

Instrucciones: Contestar las siguientes preguntas.

1. ¿Qué necesidades tiene la empresa para el proceso de barrenado en las articulaciones de las maquinarias de línea amarilla?
Mejorar las uniones de las Maquinarias.
2. ¿Con cuántos equipos de línea amarilla cuentan en la empresa?
17 Maquinas.
3. ¿Cuál fue el máximo desgaste analizado en sus articulaciones de sus equipos de línea amarilla?
Entre a 1-2 cm.
4. Mencione ¿Cuáles son los equipos de línea amarilla más críticas en sus articulaciones y su medida de desgaste (milímetros)?
Excavadoras, retro - excavadoras.
5. ¿Sabe usted cual es el tiempo de demora del barrenado artesanal, en la empresa Importaciones y Servicios E.I.R.L?
Entre 2-3 días o más

6. ¿Qué tipo de diseño de barrenadora requiere la empresa (mecánico -neumático – hidráulico)?
Mecánica
7. ¿Nos podrá mencionar como se realiza el proceso del barrenado de las articulaciones de las maquinarias pesadas en la empresa Importaciones y Servicios E.I.R.L?
A veces nosotros o lo mandamos a terceros.
8. ¿Cuentan con fichas técnicas de las maquinarias de línea amarilla?
Si, si cuentan.
9. ¿Tiene conocimiento de las maquinas barrenadoras y sus márgenes de libertad en ellas?
Si.
10. ¿Conoce de barrenadoras portátiles que se encuentran en el mercado?
Si.
11. ¿Qué ventajas cree usted que obtendría al utilizar una barrenadora portátil en el proceso de barrenado en las articulaciones de las maquinarias?
Que sea trabajables
12. Bríndenos un aprox. del costo del mantenimiento realizado por terceros en el proceso de barrenado de las maquinarias amarillas.
Depende del trabajo.
13. ¿Cree que una barrenadora portátil sea efectiva a la hora de realizar el proceso de barrenado?
Si
14. ¿Sabe usted cual es el tiempo de demora de una maquina barrenadora industrial?
Una a cinco horas
15. ¿Sabe usted si la empresa desea obtener una barrenadora portátil de fácil acceso?
Si
16. ¿Cree usted que mejoraría el tiempo de mantenimiento de las articulaciones con la maquina barrenadora?
Si

17. ¿La empresa cuenta con el presupuesto suficiente para la obtención de una maquina barrenadora portátil?

Depende de la empresa

18. ¿Qué tipo de mantenimiento cree usted que es el adecuado para una barrenadora portátil?

Que tenga mantenimiento rápido

19. ¿Qué tipo de características técnicas debe de tener la barrenadora portátil?

Facil montaje

facil mantenimiento

trabajable

20. ¿Cuánto tiempo de trabajo considera que debe ser el proceso de barrenado con este nuevo diseño?

Mas o menos 1 día

¡Gracias por su colaboración!

Anexo 7

Propiedades mecánicas de acero AISI 1045

Dureza	Esfuerzo Fluencia (min.)	Esfuerzo Tracción (min.)	Elongación (min.)
170 – 190 HB	40 kg/mm ²	63 - 73 kg/mm ²	15%

Anexo 8

Propiedades mecánicas de Acero Inoxidable AISI 304

Inox 304 Propiedades Mecánicas						
Acero	Resistencia a la traccion (MPa) ≥	Esfuerzo de fluencia (MPa) ≥	Elongación en 50 mm (%) ≥	Reduccion de area (%)	Dureza (HBW) ≤	Condiciones
304	585	235	60	70	149	Barra recocida
	690	415	45		212	Recocido y estirado en frío
	860	655	25		275	Estirado en frío de alta resistencia

Anexo 9°

Útiles de corte		CUCHILLAS PARA TORNEADO					TABLA 17 . 12
		VELOCIDADES DE CORTE CON UTILES DE ACERO RÁPIDO					
Material a tornear	Resistencia Dureza	Avance s mm por vuelta					
		0,2	0,4	0,8	1,6	3,2	
		Velocidad v m por minuto					
Acero suave	45 kg/mm ²	43	32	24	18	13	
Acero semiduro	60 kg/m ²	34	25	19	14	10	
Acero duro	85 kg/m ²	26	21	16	12	8	
Acero ligeramente aleado	90-110 kg/mm ²	18	13	10	7,5	6	
Acero aleado	110-150 kg/mm ²	17	12	8,5	6	4	
Acero fundido (moldeado)	60 kg/mm ²	34	25	19	14	10	
Acero fundido duro	50-80 kg/mm ²	27	18	13	10	7,5	
Fundición gris	HB 180	48	27	18	14	10	
Fundición dura	HB 220	32	18	13	10	8	
Fundición acerada	HB 250	22	14	11	7,5	5	
Cobre	60-80 HB	56	53	38	28	21	
Latón	80-120 HB	125	85	56	36	27	
Bronce	100 HB	63	48	40	32	24	
Aleaciones blandas de aluminio	20 HB	132	85	56	38	28	
Aleaciones duras de aluminio	25 HB	118	75	50	38	28	
Aleaciones de magnesio	20 HB	1000	900	800	750	700	
Plásticos		60-200					
Goma dura		100					
<p>NOTA. — Las velocidades de corte indicadas son de aplicación para profundidades de corte de a ≤ 5 mm; para profundidades a ≥ 5 mm los valores indicados se reducirán en un 10 a 20%. Estas velocidades corresponden a operación de acabado, para otros se afectarán de los coeficientes siguientes:</p> <p>Desbastado, 0,7; Tronzado, 0,6 Taladrado, 0,3 Mandriando 0,6 Roscado 0,1 a 0,4</p>							

Anexo 10°

Extracto AWF 158

Los valores se refieren a corte en seco con:
 útiles de ac. rápido para val. de corte v_{200} (durac. horram. 60 min.)
 útiles de metal duro para val. de corte v_{240} (durac. horram. 240 min.)
 áng. de posición $\chi = 45^\circ$, áng. punta $\epsilon = 90^\circ$, áng. inclinac. $\lambda = 0 \dots 8^\circ$
 con metales ligeros y materiales sintéticos y prensados $\lambda = 5 \dots 10^\circ$

Los valores de orientación sirven para profund. de corte hasta 5 mm, para > 5 mm la velocidad de corte es un 10 ... 20% menor

Los val. de la fza. espec. de corte son para una profund. de corte de $Z \dots 10$ veces el avance




Material	Util	Angulos corte		Avance x en (mm rev)						Avance y en mm rev			
		χ °	ϵ °	0,1	0,2	0,4	0,8	1,6	3,2	0,1	0,2	0,4	0,8
Acero sin alea St 34, St 37, St 42	SS S	8 5	14 10	280	236	200	170	147	126	3500	2600	1900	1360
St 50, St 60	SS	8	14	44	32	24	18	14	4100	2950	2150	1540	
St 70	SS S	8 5	14 10	200	170	132	106	87	74	4400	3150	2300	1640
Acero moldeado	SS S	8 5	10 6	118	100	85	71	60	51	3500	2600	1900	1360
Aceros aleados	SS S	8 5	10 6	150	118	95	75	62	53	5000	3600	2600	1850
Ac. Mn, ac. Cr-Ni Ac. Cr-Mo	SS S	8 5	6 6	95	75	60	50	42	36	5300	3800	2750	2000
Y otros aceros aleados	SS S	8 5	6 6	60	48	38	32	27	23	5700	4100	3000	2150
Ac. de herramientas	SS S	8 5	6 6	50	40	32	27	23	19	5700	4100	3000	2150
Ac. duro al Mn	SS S	8 5	6 6	40	32	25	20	17	14	6600	4800	3500	2520
Hierro fundido GG-10, GG-15	SS S	8 5	0 0	140	118	95	80	67	57	1900	1360	1000	720
GG-20, GG-25	SS H	8 5	0 0	106	90	75	63	53	45	2900	2080	1500	1080
Fund. maleable	SS S	8 5	10 10	106	90	75	63	53	45	2400	1750	1250	920
Aleaciones de Cu latón	SS G	8 5	0 6	600	530	450	400	355	310	1600	1150	850	600
Latón rojo	SS G	8 5	0 6	500	450	375	335	300	265	1400	1000	700	520
Fund. de bronce	SS G	8 5	0 6	355	280	236	200	180	155	3400	2450	1800	1280
Metales ligeros Aluminio técnico	SS G	12 12	30 30	1320	1120	950	850	710	610	1050	760	550	400
Aleaciones de Al (11... 13% Si)	SS G	12 12	18 18	224	190	160	140	118	100	1400	1000	700	520
Alesc. para émbolos GAl-Si (11... 13% Si)	SS G	12 12	14 14	25	22	20	18	17	15	1250	900	650	480
Aleaciones de magnesio	SS G	8 5	6 6	1000	900	800	750	710	660	580	420	300	220
Mat. sintét. y prens. Goma dura	SS G	12 12	10 10	390	280	250	224	200	175	480	350	250	180
Masa prens., baquelita Novotext, Pertinax	SS G	12 12	14 14	280	212	170	132	100	80	480	350	250	180

1) SS = acero rápido (Schnellstahl); S, 5, H, G = metal duro según DIN
 * con 5°

Anexo 11°

CAPACIDAD DE MECANIZADO										POTENCIA DE ACCIONAMIENTO									
Sección viruta $f = a \cdot s$ en mm^2										$a =$ profundidad viruta en mm									
Volumen viruta $V' = a \cdot s \cdot v$ en cm^3/min										$s =$ avance en mm/rev .									
Fuerza de corte $F = a \cdot s \cdot k_s$ en N/mm^2										$v =$ velocidad de corte en m/min									
Potencia motor de accionam. $P = \frac{a \cdot s \cdot k_s \cdot v}{60 \cdot 10^2 \cdot \eta}$ en W										$k_s =$ fuerza específica de corte en N/mm^2									
										$\eta =$ rendimiento									
Ej: Material St 37. $a = 4 \text{ mm}$, $s = 0,4 \text{ mm}/\text{rev}$, $k_s = 1900 \text{ N}/\text{mm}^2$, $v = 45 \text{ m}/\text{min}$, $\eta = 0,75$																			
Se busca la potencia necesaria $P [\text{kW}] P = \frac{4 \cdot 0,4 \cdot 1900 \cdot 45}{60 \cdot 0,75} = 3030 \text{ W} \approx 3 \text{ kW}$																			
SECCION DE VIRUTA POSIBLE PARA POTENCIA ACCIONAMIENTO $P = 1 \text{ kW}$																			
Velocidad corte v m/min	Fuerza específica de corte en N/mm^2																		
	8000	5700	5300	4800	4100	3800	3000	2600	2150	2000	1900	1800	1400	1250	1000	700	500	350	
	Sección viruta S en mm^2										para $P = 1 \text{ kW}$ ($\eta = 0,75$)								
5	1,39	1,61	1,83	1,91	2,23	2,55	3,06	3,53	4,27	4,59	4,83	5,73	6,55	7,34	9,18	13,11	18,36	26,22	
6	1,15	1,34	1,53	1,59	1,86	2,12	2,53	2,94	3,55	3,82	4,02	4,78	5,46	6,12	7,65	10,92	15,30	21,85	
8	0,87	1,00	1,14	1,19	1,39	1,59	1,91	2,20	2,66	2,86	3,02	3,56	4,09	4,59	5,73	8,19	11,47	16,39	
10	0,69	0,80	0,91	0,95	1,11	1,27	1,53	1,76	2,13	2,29	2,41	2,86	3,27	3,67	4,59	6,55	9,18	13,11	
13	0,53	0,61	0,70	0,73	0,83	0,98	1,17	1,53	1,64	1,76	1,85	2,20	2,52	2,82	3,53	5,04	7,06	10,08	
14	0,49	0,57	0,65	0,68	0,79	0,91	1,09	1,26	1,52	1,64	1,72	2,04	2,36	2,62	3,27	4,68	6,55	9,36	
15	0,46	0,53	0,61	0,63	0,74	0,85	1,02	1,17	1,42	1,53	1,61	1,91	2,18	2,44	3,06	4,37	6,12	8,74	
18	0,38	0,44	0,51	0,53	0,62	0,70	0,85	0,98	1,18	1,26	1,34	1,59	1,82	2,04	2,55	3,64	5,10	7,28	
20	0,34	0,40	0,45	0,47	0,55	0,63	0,76	0,88	1,06	1,14	1,20	1,43	1,63	1,83	2,27	3,17	4,39	6,33	
24	0,29	0,33	0,38	0,39	0,46	0,53	0,63	0,73	0,88	0,95	1,00	1,19	1,36	1,53	1,91	2,18	3,02	4,46	
25	0,27	0,32	0,35	0,38	0,44	0,51	0,61	0,70	0,85	0,91	0,98	1,14	1,31	1,46	1,83	2,02	2,67	3,84	
27	0,25	0,29	0,34	0,35	0,41	0,47	0,57	0,65	0,79	0,85	0,89	1,06	1,21	1,36	1,70	2,42	3,40	4,85	
32	0,21	0,25	0,28	0,29	0,35	0,39	0,47	0,55	0,66	0,71	0,75	0,89	1,02	1,14	1,40	2,04	2,86	4,09	
34	0,20	0,23	0,26	0,28	0,33	0,37	0,45	0,52	0,62	0,67	0,71	0,84	0,96	1,08	1,35	1,92	2,70	3,85	
40	0,17	0,20	0,22	0,23	0,27	0,31	0,38	0,44	0,53	0,57	0,60	0,71	0,81	0,91	1,14	1,63	2,29	3,27	
45	0,15	0,18	0,20	0,21	0,25	0,28	0,34	0,38	0,47	0,51	0,53	0,63	0,72	0,81	1,02	1,48	2,04	2,91	
50	0,13	0,16	0,18	0,19	0,22	0,25	0,30	0,35	0,42	0,46	0,49	0,57	0,65	0,73	0,91	1,31	1,83	2,62	
53		0,15	0,17	0,18	0,21	0,24	0,28	0,33	0,40	0,43	0,46	0,54	0,61	0,69	0,86	1,23	1,73	2,47	
60		0,13	0,15	0,16	0,18	0,21	0,25	0,29	0,35	0,38	0,40	0,47	0,54	0,61	0,76	1,09	1,53	2,18	
63		0,12	0,14	0,15	0,17	0,20	0,24	0,28	0,33	0,36	0,38	0,45	0,52	0,58	0,73	1,04	1,45	2,08	
67		0,11	0,13	0,14	0,16	0,19	0,22	0,26	0,31	0,34	0,36	0,42	0,49	0,54	0,68	0,97	1,37	1,95	
75		0,10	0,12	0,12	0,14	0,17	0,20	0,23	0,28	0,30	0,32	0,38	0,42	0,48	0,60	0,87	1,22	1,74	
85		0,10	0,11	0,13	0,15	0,18	0,20	0,25	0,27	0,28	0,33	0,38	0,43	0,54	0,77	1,08	1,54		
95	$\eta =$	0,09	0,10	0,11	0,13	0,16	0,18	0,22	0,24	0,25	0,30	0,34	0,38	0,48	0,69	0,96	1,37		
100	$P = 2 \text{ kW}$	0,09	0,09	0,11	0,13	0,15	0,17	0,21	0,23	0,24	0,28	0,32	0,36	0,45	0,65	0,91	1,31		
106	st 60	0,08	0,09	0,10	0,12	0,14	0,16	0,20	0,21	0,22	0,27	0,30	0,34	0,43	0,61	0,86	1,23		
118	$s = 0,4$ mm/rev .	0,07	0,08	0,09	0,10	0,13	0,15	0,18	0,19	0,20	0,24	0,28	0,31	0,38	0,55	0,78	1,11		
150	$f = 4 \text{ mm}$		0,06	0,07	0,08	0,10	0,11	0,14	0,15	0,16	0,19	0,21	0,24	0,30	0,43	0,61	0,87		
170	$v = 32 \text{ m}/\text{min}$		0,05	0,06	0,07	0,09	0,10	0,12	0,13	0,14	0,16	0,19	0,21	0,27	0,38	0,54	0,77		
200	para		0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,10	0,11	0,12	0,14	0,16	0,18	0,22	0,32	0,45	0,65		
224	$P = 1 \text{ kW}$ se tiene		0,05	0,05	0,06	0,08	0,09	0,10	0,11	0,13	0,14	0,16	0,20	0,29	0,40	0,58			
236	$S = 0,66 \text{ mm}^2$ (tabla)		0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,10	0,12	0,13	0,15	0,19	0,27	0,38	0,55			
250	para $S = 0,4 \cdot 4 = 1,6 \text{ mm}^2$		0,04	0,04	0,05	0,07	0,08	0,08	0,09	0,11	0,13	0,14	0,18	0,26	0,36	0,52			
280	se tiene		0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,08	0,10	0,11	0,13	0,16	0,23	0,32	0,46			
300	$P = \frac{11,6}{0,66} = 2,4 \text{ kW}$		0,03	0,05	0,05	0,07	0,07	0,08	0,09	0,10	0,12	0,15	0,21	0,30	0,43				
400			0,03	0,04	0,04	0,05	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,11	0,16	0,22	0,32	0,43			
500	Sección viruta $S = ? \text{ mm}^2$			0,03	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04	0,05	0,06	0,07	0,09	0,13	0,18	0,26			
600	$G5, v = 25 \text{ m}/\text{min}$			0,02	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04	0,05	0,06	0,07	0,10	0,15	0,21			
800	$k_s = 1900 \text{ N}/\text{mm}^2, P = 2 \text{ kW}$					0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,05	0,08	0,11	0,16			
1000	Para $P = 1 \text{ kW}$ se tiene $S = 0,98 \text{ mm}^2$ (tabla)														0,06	0,09	0,13		
1500	Para $P = 2 \text{ kW}$ se tiene $S = 0,98 \cdot 2 = 1,96 \text{ mm}^2$; para $s = 0,4 \text{ mm}/\text{rev}$, puede tenerse $f = 1,04 \cdot 0,4 = 4,9 \text{ mm}$														0,04	0,06	0,09		



Ecuación de fuerza de corte

$$F = k_s \times A \quad (14)$$

Dónde:

k_s : fuerza específica de corte

A : área de viruta

Definiendo la ecuación

$$A = s \times a \quad (15)$$

Dónde:

s : avance (mm/rev)

a : profundidad (mm)

Reemplazando la ecuación 15 en 14 obtendremos la ecuación final de fuerza de corte

$$F = k_s \times a \times s \quad (16)$$

Teniendo en cuenta que la fuerza de corte está definida de acuerdo al material usado, tungsteno según su tipo de resistencia de dureza es de 90-110 kg/mm^2 siendo su avance (s) 0,2 a 3,2 y su velocidad de 18 a 6 m. (Ver anexo n°9)

Donde se tomará un avance promedio como recomendación de investigaciones similares

$$s = 0.4 \text{ mm/rev}$$

Siguiendo con la ecuación obtendremos mediante tabla, la fuerza específica de corte. (Ver anexo n°10)

Donde $k_s = 2300 \text{ N/mm}^2$

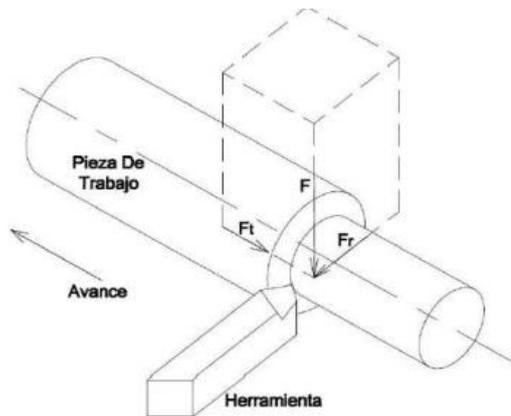
Reemplazando en la ecuación 16 Fuerza de corte.

$$F = k_s \times a \times s$$

$$F = 2300 \text{ N/mm}^2 \times 2.5 \text{ mm} \times 0.4 \text{ mm/rev}$$

$$F = 2300 \text{ N/rev}$$

Según figura 1 el proceso de mecanizado



$F = \text{fuerza}$

$F_t = \text{Fuerza de avance}$

$F_r = \text{Fuerza radial}$

Donde:

$F_t = \text{Fuerza de avance es:}$

$$F_t = 0.5 F$$

$$F_t = 0.5 \times 2300 \text{ N/mm}^2$$

$$F_t = 1150 \text{ N/mm}^2 \dots\dots$$

Donde despejando la ecuación de fuerza de avance desarrolla la fuerza radial

$F_r = \text{Fuerza radial}$

$$F_r = F_t \times 0.5$$

$$F_r = 575 \text{ N/mm}^2$$

Ecuación de cálculo de potencia

Tendremos en cuenta la potencia de accionamiento para el barrenado según el tipo de material, basándonos en la industria de la metalurgia según el tipo de material. (Ver tabla en anexo n°11)

$$P = 1kw \quad (17)$$

Dónde:

P: Potencia de accionamiento

Ecuación de área de viruta.

Según la velocidad de corte de viruta en potencia de accionamiento según tabla teniendo en cuenta la velocidad y la fuerza específica de corte. (ver anexo n°11)

$$\tan \theta = \frac{k_{s1} - k_{s2}1}{A_{s2} - A_{s1}} \quad (18)$$

Donde se interpolará para hallar según $k_s = 2300 \text{ N/mm}^2$

$$\tan \theta = \frac{k_s - k_{s2}1}{A_{ref} - A_{s1}}$$

Dónde:

$$\tan \theta = \frac{k_{s1} - k_{s2}1}{A_{s2} - A_{s1}}$$

$$\tan \theta = \frac{2600 \text{ N/mm}^2 - 21500 \text{ N/mm}^2}{0.88 \text{ mm}^2 - 0.73 \text{ mm}^2}$$

$$\tan \theta = \frac{450 \text{ N/mm}^2}{0.15 \text{ mm}^2}$$

$$\tan \theta = 3000 \text{ N/mm}^2$$

Para hallar el área referencial de 2300 sabiendo que la tan es

$$\tan \theta = \frac{k_s - k_{s2}1}{A_{ref} - A_{s1}}$$

$$3000 \text{ N/mm}^2 = \frac{2300 \text{ N/mm}^2 - 2150 \text{ N/mm}^2}{A_{ref} - 0.73 \text{ mm}^2}$$

$$3000 \text{ N/mm}^2 = \frac{150 \text{ N/mm}^2}{A_{ref} - 0.73 \text{ mm}^2}$$

$$20 = \frac{1}{A_{ref} - 0.73 \text{ mm}^2}$$

$$20A_{ref} - 14.6 = 1$$

$$20A_{ref} = 15.6$$

$$A_{ref} = 0.78 \text{ mm}^2$$

Obteniendo el área referencial (A_{ref}) de la viruta.

$$A_{ref}: \text{Area referencial} \quad (19)$$

siendo reemplazada en la ecuación de potencia de corte

$$\frac{P_{real}}{A_{real}} = \frac{P_{referencial}}{A_{ref}} \quad (20)$$

Dónde:

P_{real} : Potencia de corte real

A_{real} : Area real

$P_{referencial}$: potencia de referencial

A_{ref} : Area referencial

Siendo P_{real} :

$$P_{real} = \frac{P_{referencial} \times A_{real}}{A_{ref}} \quad (21)$$

$$P_{real} = \frac{1kw \times A_{real}}{0.78mm^2}$$

sabiendo que s_{real}

$$A_{real} = A = s \times a \quad (22)$$

Reemplazamos datos de ecuación 22 en 21

$$P_{real} = \frac{1kw \times S \times a}{A_{ref}}$$

$$P_{real} = \frac{1kw \times 0.4mm \times 2.5mm}{0.78mm^2}$$

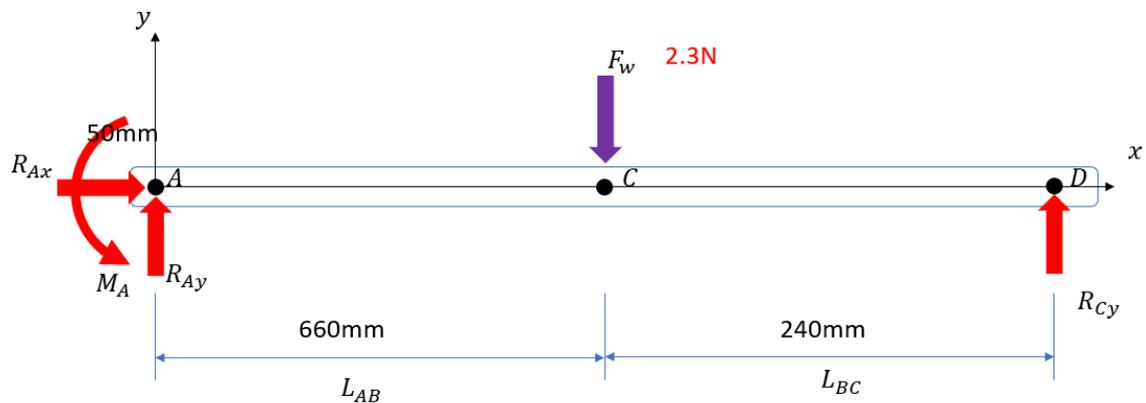
$$P_{real} = 1.2820kw$$

Donde se convertirá a Hp

$$P_{real} = P_{real} \times \frac{1hp}{0.746KW}$$

$$P_{real} = 1.2820kw \times \frac{1hp}{0.746KW}$$

$$P_{real} = 1.71kw$$



$$R_1 = \frac{F_W L_{BC}}{2L^3} (3L_{AD}^2 - L_{BC})$$

$$R_1 = \frac{2.3KN * 240mm}{2 * 900mm^3} (3 * (900mm)^2 - 240mm)$$

$$R_1 = \frac{2.3kN * 240mm}{2 * (900mm)^3} (3 * (900mm)^2 - 240mm)$$

$$R_1 = 919.90 \text{ N.mm}$$

$$R_1 = 0.919 \text{ kN.mm}$$

$$R_2 = \frac{F_W L_{AB}^2}{2L^3} (3L_{AD} - L_{AB})$$

$$R_2 = \frac{2.3kN * 660mm^2}{2(900mm)^3} (3(900mm) - 660mm)$$

$$R_2 = 1401.80 \text{ N.mm}$$

$$R_2 = 1.401 \text{ kN.mm}$$

$$M_1 = \frac{F_W L_{BC}}{2L^2} (L_{AD}^2 - L_{BC}^2)$$

$$M_1 = \frac{2.3kN * 240mm}{2 * (900mm)^2} ((900mm)^2 - (240mm)^2)$$

$$M_1 = 256373.33 \text{ N.mm}$$

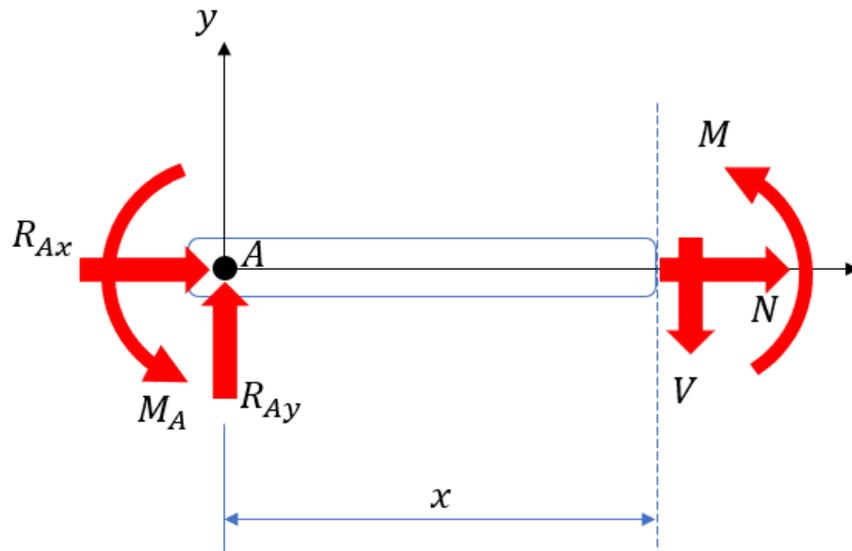
$$M_1 = 256.3733 \text{ kN.mm}$$

$$V_{AB} = R_1$$

$$V_{AB} = R_1 = 0.919 \text{ kN.mm}$$

$$V_{BC} = -R_2$$

$$V_{BC} = -R_2 = -1.401 \text{ kN.mm}$$



$$M_{AB} = \frac{F_W L_{BC}}{2L^3} [L_{BC}^2 * L_{AD} - L_{AD}^3 + X(3L_{AD}^2 - L_{BC}^2)]$$

$$M_{AB} = \frac{2.3 \text{ kN} * 240 \text{ mm}}{2(900)^3} [(240 \text{ mm})^2 * 900 \text{ mm} - (900 \text{ mm})^3 + X(3(900 \text{ mm})^2 - (240 \text{ mm})^2)]$$

Cuando:

$$X = 0$$

$$X = 600 \text{ mm}$$

Ahora reemplazando:

$$X = 0$$

$$M_{AB} = \frac{2.3 \text{ kN} * 240 \text{ mm}}{2(900)^3} [(240 \text{ mm})^2 * 900 \text{ mm} - (900 \text{ mm})^3 + X(3(900 \text{ mm})^2 - (240 \text{ mm})^2)]$$

$$M_{AB} = \frac{2.3KN * 240mm}{2(900)^3} [(240mm)^2 * 900mm - (900mm)^3]$$

$$M_{AB} = -256373.33 \text{ N.mm}$$

$$M_{AB} = -256.373 \text{ kN.mm}$$

X= 600mm

$$M_{AB} = \frac{2.3KN * 240mm}{2(900)^3} [(240mm)^2 * 900mm - (900mm)^3 + X(3(900mm)^2 - (240mm)^2)]$$

$$M_{AB} = \frac{2.3KN * 240mm}{2(900)^3} [(240mm)^2 * 900mm - (900mm)^3 + 600mm(3(900mm)^2 - (240mm)^2)]$$

$$M_{AB} = 282542.22 \text{ N.mm}$$

$$M_{AB} = 282.54222 \text{ kN.mm}$$

$$M_{BC} = \frac{F_W L_{AB}^2}{2L^3} [3L_{AD}^2 - 3L_{AD}^1 * X - L_{AB}L_{AD} + XL_{AB}]$$

$$M_{BC} = \frac{2.3KN * 660^2}{2(900)^3} [3(900mm)^2 - 3(900mm)^1 * X - (660mm * 900mm) + X660mm]$$

Cuando:

X= 0

X= 600mm

Ahora reemplazando:

X= 0

$$M_{BC} = \frac{2.3KN * 660^2}{2(900)^3} [3(900mm)^2 - 3(900mm)^1 * X - (660mm * 900mm) + X660mm]$$

$$M_{BC} = \frac{2.3KN * 660^2}{2(900)^3} [3(900mm)^2 - (660mm * 900mm) + X660mm]$$

$$M_{BC} = 1261626.667 \text{ N.mm}$$

$$M_{BC} = 1261.626667 \text{ kN.mm}$$

X= 600mm

$$M_{BC} = \frac{2.3KN * 660^2}{2(900)^3} [3(900mm)^2 - 3(900mm)^1 * X - (660mm * 900mm) + X660mm]$$

$$M_{BC} = \frac{2.3KN * 660^2}{2(900)^3} [3(900mm)^2 - 3(900mm)^1 * 660mm - (660mm * 900mm) + X660mm]$$

$$M_{BC} = 420542.22 \text{ N.mm}$$

$$M_{BC} = 420.54222 \text{ kN.mm}$$

Cálculo de diámetro de la barra

$$d = \left[\frac{16n}{\pi} \left[4 \left(\frac{K_f * M_a}{S_e} \right)^2 + 3 \left(\frac{K_{fs} * T_m}{S_y} \right)^2 \right]^{\frac{1}{2}} \right]^{\frac{1}{3}}$$

Para el cálculo considerando el acero AISI/SAE 1045. Ver tabla en Anexo 13

Cálculo de límite de resistencia a la fatiga para la transmisión

$$S_e = k_a * k_b * k_c * k_d * k_e * S_e' \quad (13)$$

Donde límite de resistencia de fatiga S_e' se encuentra multiplicando 0.5 (S_{ut}) resistencia mínima a la tensión

$$S_e' = 0.5 (S_{ut}) \quad (13.1)$$

$$S_e' = 0.5 (650)$$

$$S_e' = 325 \text{ N/mm}^2$$

Para hallar k_a (Factor de modificación por condición según acabado) (Ver anexo 13)

$$a = 4.51$$

$$b = 0.265$$

$$k_a = a (S_{ut})^{-b} \quad (13.2)$$

$$k_a = 4.51 (650)^{-0.265}$$

$$k_a = 0.839$$

Para hallar k_b (Factor de modificación por el tamaño) se tomará que la carga axial no tiene efecto, por lo cual será

$$k_b = 1 \quad (13.3)$$

Para la condición k_c (Condición de temperatura) la torsión es combinada con otros esfuerzos por la flexión.

$$k_c = 1 \quad (13.4)$$

Para la condición k_d (Condición de temperatura) la resistencia a la tensión con temperatura corregida se obtiene mediante el anexo 16

$$k_d = 1 \quad (13.5)$$

Con confiabilidad de 99 %

$$k_e = 0.814$$

Reemplazando los datos en la ecuación 13, S_e (Límite de resistencia a la fatiga) será igual:

$$S_e = k_a * k_b * k_c * k_d * k_e * S_e'$$

$$S_e = 0.839 * 1 * 0.59 * 1 * 0.814 * 325$$

$$S_e = 221.9574$$

Cálculo de par de torsión medio

$$T_m = F_c * L_c$$

$$T_m = 2.3 \text{ kN} * 44.45 \text{ mm}$$

$$T_m = 135.39 \text{ kN} \cdot \text{mm}$$

Donde según ecuación flexional, el momento más alto es 305.10 kN, considerando que el factor de seguridad (n) es el factor que considera la resistencia y la seguridad en n = 2.

Entonces

$$d = \left[\frac{16 * 2}{\pi} \left[4 \left(\frac{1 * 305.101}{221.9574} \right)^2 + 3 \left(\frac{1 * 102.23}{283.33 * 10^6} \right)^2 \right]^{\frac{1}{2}} \right]^{\frac{1}{3}} \quad (12)$$

$$d = 0.074$$

$$d = 74 \text{ mm}$$

$$d = 2.9''$$

Analizando el análisis de Pandeo, sabiendo que la ecuación 12 nos muestra el diámetro correcto, se aplicara la ecuación de Euler.

Longitud = 1800 mm

Diámetro = 74 mm → Radio = 37 mm

Módulo de elasticidad = 200 GPa

$$A = \pi r^2$$

$$A = 3.14 * 0.037^2$$

$$A = 43.008 * 10^{-4} \text{ m}^2$$

Velocidad de Rotación de la herramienta

Diámetro = 3.5" a mm

$V_c = 24 \text{ m/min}$ Según tabla anexo

$$N = \frac{1000 * V_c}{\pi * D \text{ max}}$$

$$N = \frac{1000 * 24 \text{ m/min}}{\pi * 88.9 \text{ mm}}$$

$$N = 85.9329$$

Selección de chumaceras

$$F_{Axial} = 0.54$$

$$F_{Radial} = 0.575$$

$$P = x (F_r) + y (F_A)$$

$$P = x(0.54) + y(0.575)$$

$$\frac{F_{Axial}}{F_{Radial}} = \frac{0.54}{0.575} = 0.947$$

Para la obtención de Rodamiento Rígido

$$x = 0.56$$

$$y = 1.45$$

$$P_o = 0.56(0.54) + 1.45(0.575)$$

$$P_o = 1.1289 \text{ kN}$$

Ecuación de vida nominal

$$L_{10h} = \frac{10^6}{N} \left(\frac{C}{P}\right)^p$$

Donde:

L_{10} = Vida nominal

C = Capacidad de carga dinamica

P = carga dinamica equivalente

$p = 3$ (para rodamiento de bolas)

$N = 89 \text{ Rpm}$

Tomaremos 100 rpm

$$L_{10} = \frac{10^6}{N} \left(\frac{C}{P}\right)^p$$
$$C = 1.12 \sqrt[3]{\frac{1000 \times 100}{10^6}} = 0.519 \text{ KN}$$

Revisar Tabla SKF para diámetro de $d = 740 \text{ mm}$ y $C = 0.519 \text{ KN}$.

Ver anexo 18,19,20.

Anexo 13

Factor de superficie k_a

La superficie de una muestra de viga rotativa está muy pulida y además se le da un pulido final en la dirección axial para eliminar cualquier rayadura circunferencial. El factor de modificación depende de la calidad del acabado de la superficie de la parte y de la resistencia a la tensión. A fin de determinar expresiones cuantitativas para acabados comunes de parte de máquinas (esmerilada, maquinada o estirada en frío, laminada en caliente y forjada), las coordenadas de los puntos de datos se recopilaron nuevamente de una gráfica del límite de resistencia a la fatiga contra la resistencia última a la tensión, a partir de datos recolectados por Lipson y Noll y reproducidos por Horger.¹⁴ Los datos pueden representarse mediante

$$k_a = aS_{ut}^b \quad (6-19)$$

donde S_{ut} es la resistencia mínima a la tensión y los valores de a y b se encuentran en la tabla 6-2.

Acabado superficial	Factor a		Exponente b
	S_{utr} kpsi	S_{utr} MPa	
Esmerilado	1.34	1.58	-0.085
Maquinado o laminado en frío	2.70	4.51	-0.265
Laminado en caliente	14.4	57.7	-0.718
Como sale de la forja	39.9	272.	-0.995

De C.J. Noll y C. Lipson, "Allowable Working Stresses", en *Society for Experimental Stress Analysis*, vol. 3. núm. 2, 1946, p. 29. Reproducida por O.J. Horger (ed.). *Metals Engineering Design ASME Handbook*, McGraw-Hill, Nueva York. Copyright© 1953 por The McGraw-Hill Companies, Inc. Reproducido con autorización.

Anexo 14

De nuevo, es importante observar que ésta es una aproximación, dado que por lo general los datos están muy dispersos. Además, ésta no es una corrección que pueda tomarse a la ligera. Por ejemplo, si en el ejemplo anterior el acero fuera forjado, el factor de corrección sería de 0.540, una reducción significativa de la resistencia.

Factor de tamaño k_b

El factor de tamaño se evaluó en 133 conjuntos de puntos de datos.¹⁵ Los resultados para flexión y torsión pueden expresarse como

$$k_b = \begin{cases} (d/0.3)^{-0.107} = 0.879d^{-0.107} & 0.11 \leq d \leq 2 \text{ pulg} \\ 0.91d^{-0.157} & 2 < d \leq 10 \text{ pulg} \\ (d/7.62)^{-0.107} = 1.24d^{-0.107} & 2.79 \leq d \leq 51 \text{ mm} \\ 1.51d^{-0.157} & 51 < d \leq 254 \text{ mm} \end{cases} \quad (6-20)$$

Para carga axial no hay efecto de tamaño, por lo cual

$$k_b = 1 \quad (6-21)$$

Anexo 15

Factor de temperatura k_c

Cuando se realizan los ensayos de fatiga con carga de flexión rotatoria, axial (empujar y jalar) y de torsión, los límites de resistencia a la fatiga difieren con S_{ur} . Este tema se analiza

más adelante en la sección 6-17. Aquí, se especificarán valores medios del factor de carga como

$$k_c = \begin{cases} 1 & \text{flexión} \\ 0.85 & \text{axial} \\ 0.59 & \text{torsión}^{17} \end{cases} \quad (6-26)$$

Anexo 16

Tabla 6-4

Efecto de la temperatura de operación en la resistencia a la tensión del acero.*
(S_T = resistencia a la tensión a la temperatura de operación, S_{RT} = resistencia a la tensión a temperatura ambiente; $0.099 \leq \sigma \leq 0.110$)

Temperatura, °C	S_T/S_{RT}	Temperatura, °F	S_T/S_{RT}
20	1.000	70	1.000
50	1.010	100	1.008
100	1.020	200	1.020
150	1.025	300	1.024
200	1.020	400	1.018
250	1.000	500	0.995
300	0.975	600	0.963
350	0.943	700	0.927
400	0.900	800	0.872
450	0.843	900	0.797
500	0.768	1 000	0.698
550	0.672	1 100	0.567
600	0.549		

* Fuente: Figura 2-9.

Factor de confiabilidad k_e

El análisis que se presenta aquí es aplicable a la dispersión de datos como la que se muestra en la figura 6-17 donde el límite medio de resistencia a la fatiga es $S'_e/S_m \cong 0.5$, o como lo da la ecuación (6-8). La mayoría de los datos de resistencia a la fatiga se reportan como valores medios. Los datos que presentaron Haugen y Wirching¹⁹ muestran desviaciones estándar de la resistencia a la fatiga de menos de 8 por ciento. Por lo tanto, el factor de modificación de la confiabilidad aplicable para esto puede escribirse como

$$k_e = 1 - 0.08 z_a \tag{6-29}$$

donde z_a se define mediante la ecuación (20-16) y los valores de cualquier confiabilidad deseada pueden determinarse a partir de la tabla A-10. En la tabla 6-5 se proporcionan los factores de confiabilidad de algunas confiabilidades estándar especificadas.

Para un enfoque más amplio sobre la confiabilidad, vea la sección 6-17.

Tabla 6-5

Factores de confiabilidad k_e correspondientes a 8 desviaciones estándar porcentuales del límite de resistencia a la fatiga.

Confiabilidad, %	Variación de transformación z_a	Factor de confiabilidad k_e
50	0	1.000
90	1.288	0.897
95	1.645	0.868
99	2.326	0.814
99.9	3.091	0.753
99.99	3.719	0.702
99.999	4.265	0.659
99.9999	4.753	0.620

Anexo 18

A.2 Tolerancias

Tabla 14

Series de diámetros (rodamientos radiales)	Tipo de rodamiento	Series de diámetros		
		7, 8, 9	0, 1	2, 3, 4
Rodamientos rígidos de bolas ¹⁾		617, 618, 619	60	2, 3
		627, 628 637, 638, 639	160, 161 630	42, 43 62, 63, 64, 622, 623
Rodamientos de bolas de contacto angular			70	32, 33 72, 73 QJ 2, QJ 3
Rodamiento de bolas autoalineable ²⁾		139	10, 130	12, 13, 112 22, 23
Rodamientos de rodillos cilíndricos			NU 10, 20 NJ 10	NU 2, 3, 4, 12, 22, 23 NJ 2, 3, 4, 22, 23 NUP 2, 3, 22, 23 N 2, 3
Rodamientos completamente llenos de rodillos cilíndricos		NCF 18, 19, 28, 29 NNC 48, 49 NNCF 48, 49 NNCL 48, 49	NCF 30 NNF 50 NNCF 50	NCF 22 NJG 23
Rodamientos de agujas		NA 48, 49, 69		
Rodamientos de rodillos a rótula		238, 239 248, 249	230, 231 240, 241	222, 232 213, 223
Rodamientos de rodillos toroidales CARB		C 39, 49, 59, 69	C 30, 31 C 40, 41	C 22, 23 C 32

¹⁾ Los rodamientos 604, 607, 608, 609 pertenecen a la serie de diámetros 0, los rodamientos 623, 624, 625, 626, 627, 628 y 629 a la serie de diámetros 2, los rodamientos 634, 635 y 638 a la serie de diámetros 3, los rodamientos 60/8 a la serie de diámetros 9.

²⁾ El rodamiento 108 pertenece a la serie de diámetros 0, los rodamientos 126, 127 y 129 a la serie de diámetros 2, el rodamiento 135 a la serie de diámetros 3.

B.3 Tamaño del rodamiento

Valores orientativos para el factor de seguridad estática, s_0

El factor de seguridad estática s_0 está dado por

$$s_0 = C_0/P_0$$

donde

- s_0 = factor de seguridad estática
- C_0 = capacidad de carga estática básica requerida [kN]
- P_0 = carga estática equivalente del rodamiento [kN]

Como alternativa, puede calcular la capacidad de carga estática básica requerida C_0 .

Los valores orientativos para el factor de seguridad estática, s_0 , en función de la experiencia, se presentan para los rodamientos de bolas en la **tabla 7**, y para los rodamientos de rodillos en la **tabla 8**. Los valores de s_0 determinados para movimiento continuo están relacionados con la influencia de la deformación permanente en el rendimiento del rodamiento, que va desde picos de fricción evidentes, vibraciones y menor resistencia a la fatiga (para los valores de s_0 más bajos), hasta ninguna influencia en la fricción, la vibración o la vida a fatiga (para los valores de s_0 más altos). La certeza del nivel de carga refleja qué tan bien se conoce y/o se puede predecir la carga real del rodamiento.

Carga mínima requerida

En aplicaciones en las que el tamaño del rodamiento se determina por factores diferentes de la carga, por ejemplo, el diámetro del eje con restricciones por la velocidad crítica, el rodamiento se puede cargar ligeramente en relación con su tamaño y capacidad de carga. En los casos en que hay cargas muy ligeras, a menudo prevalecen los mecanismos de falla diferentes de la fatiga, como los daños de la jaula o los caminos de rodadura por adherencias y deslizamientos. Con el fin de lograr un funcionamiento satisfactorio, los rodamientos deben estar siempre sometidos a una carga mínima determinada. Como regla general, los rodamientos de bolas se deben someter a cargas mínimas de 0,01 C y, los de rodillos, a cargas de 0,02 C. Los requisitos de cargas mínimas más precisos se ofrecen en las secciones de productos.

La importancia de aplicar una carga mínima es mayor en aplicaciones sometidas a grandes aceleraciones, o arranques y paradas rápidos, y en las que las velocidades superan el 50% del límite de velocidad que figura en las tablas de productos (*Límites de velocidad*, **página 135**). Si no se pueden cumplir los requisitos de carga mínima, las mejoras posibles son:

- Utilizar un rodamiento con una serie de dimensiones menor.
- Considerar el uso de procedimientos especiales de lubricación o rodaje.

- Considerar el uso de rodamientos con recubrimiento NoWear, **página 1060**
- Considerar la aplicación de una precarga (*Selección de la precarga*, **página 186**).

Lista de control una vez determinado el tamaño del rodamiento

Una vez que haya superado esta sección y determinado el tamaño del rodamiento, antes de continuar con la sección *Lubricación*, **página 110**, revise lo siguiente consultando las secciones de productos:

- vida útil de la grasa para rodamientos tapados
- cargas radiales y axiales permitidas y relaciones F_d/F_r
- carga mínima
- velocidad de referencia ajustada y velocidad límite
- desalineación
- clase de estabilización

Tabla 7

Valores orientativos para el factor de seguridad estática s_0 , para cargas continuas y/u ocasionales, rodamientos de bolas

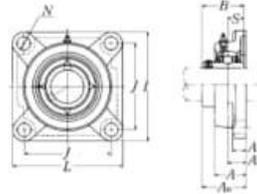
Certeza del nivel de carga	Movimiento continuo			Movimiento poco frecuente
	Aceptación de deformación permanente	Algunas	No	Aceptación de deformación permanente
	Si			Si
Certeza alta Por ejemplo, carga por gravedad y sin vibración.	0,5	1	2	0,4
Certeza baja Por ejemplo, pico de carga.	≥ 1,5	≥ 1,5	≥ 2	≥ 1

Anexo 20

UCF3

NTN

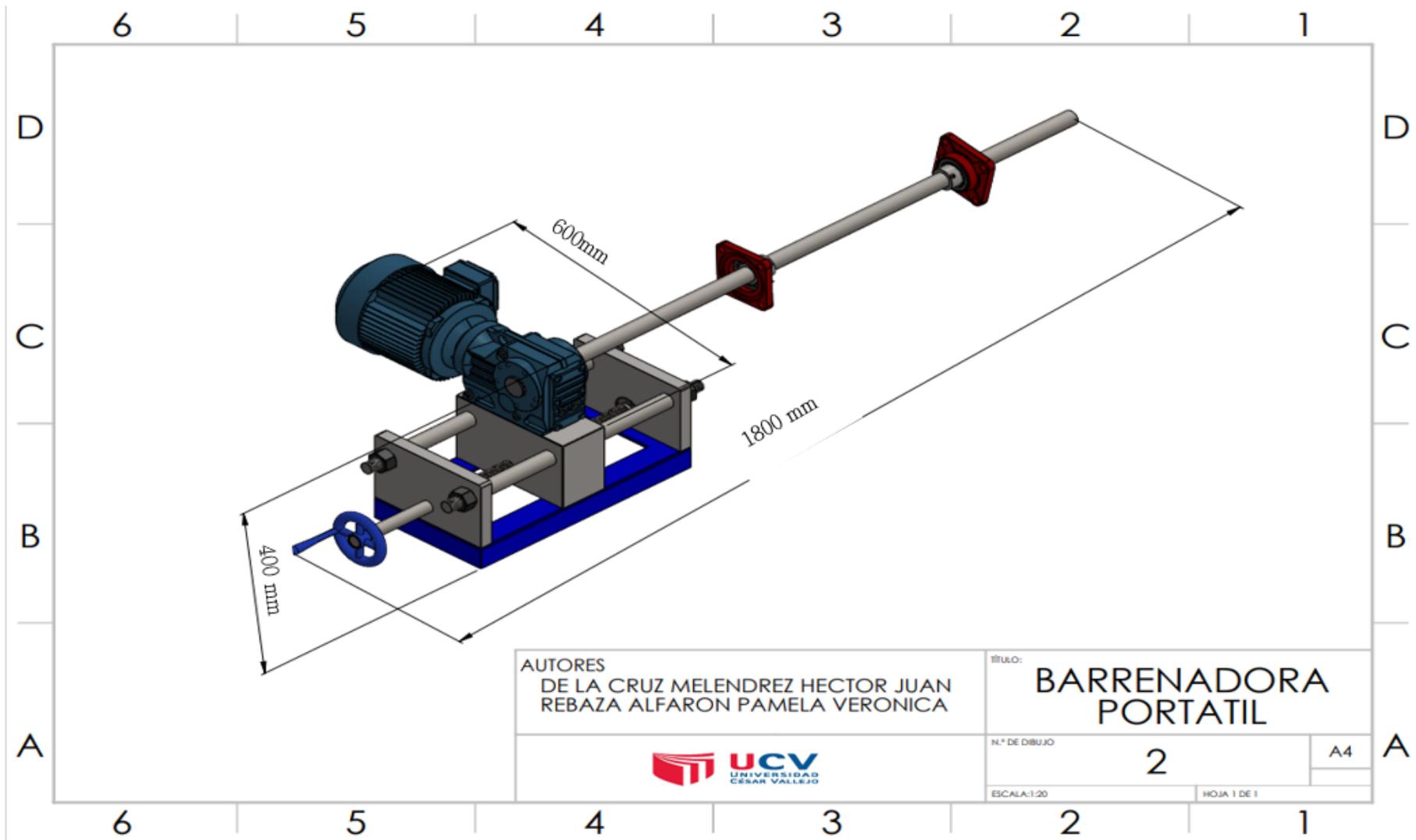
Chumacera tipo brida cuadrada, alojamiento de acero fundido
Con tornillo de fijación (Prisionero)

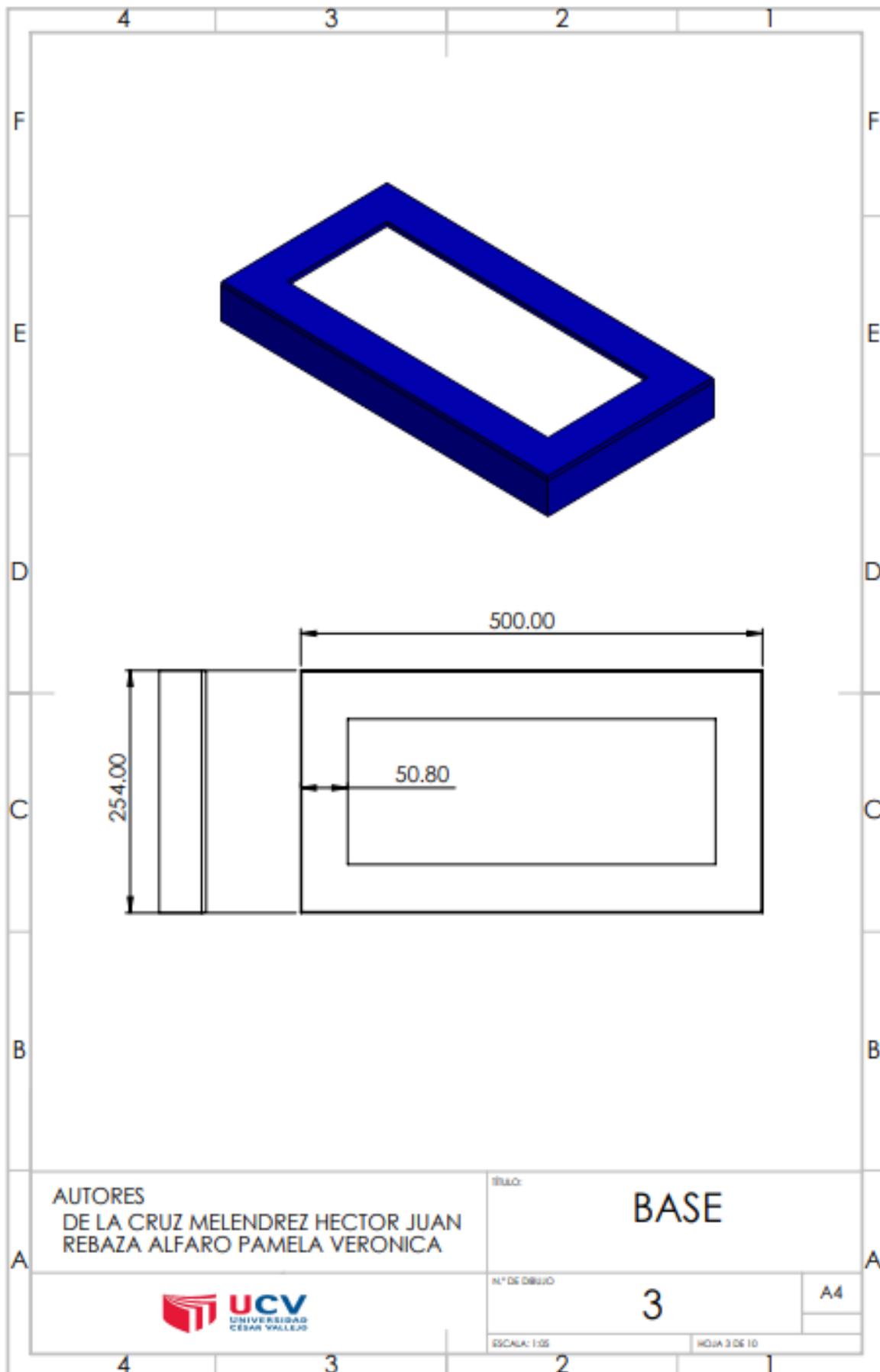


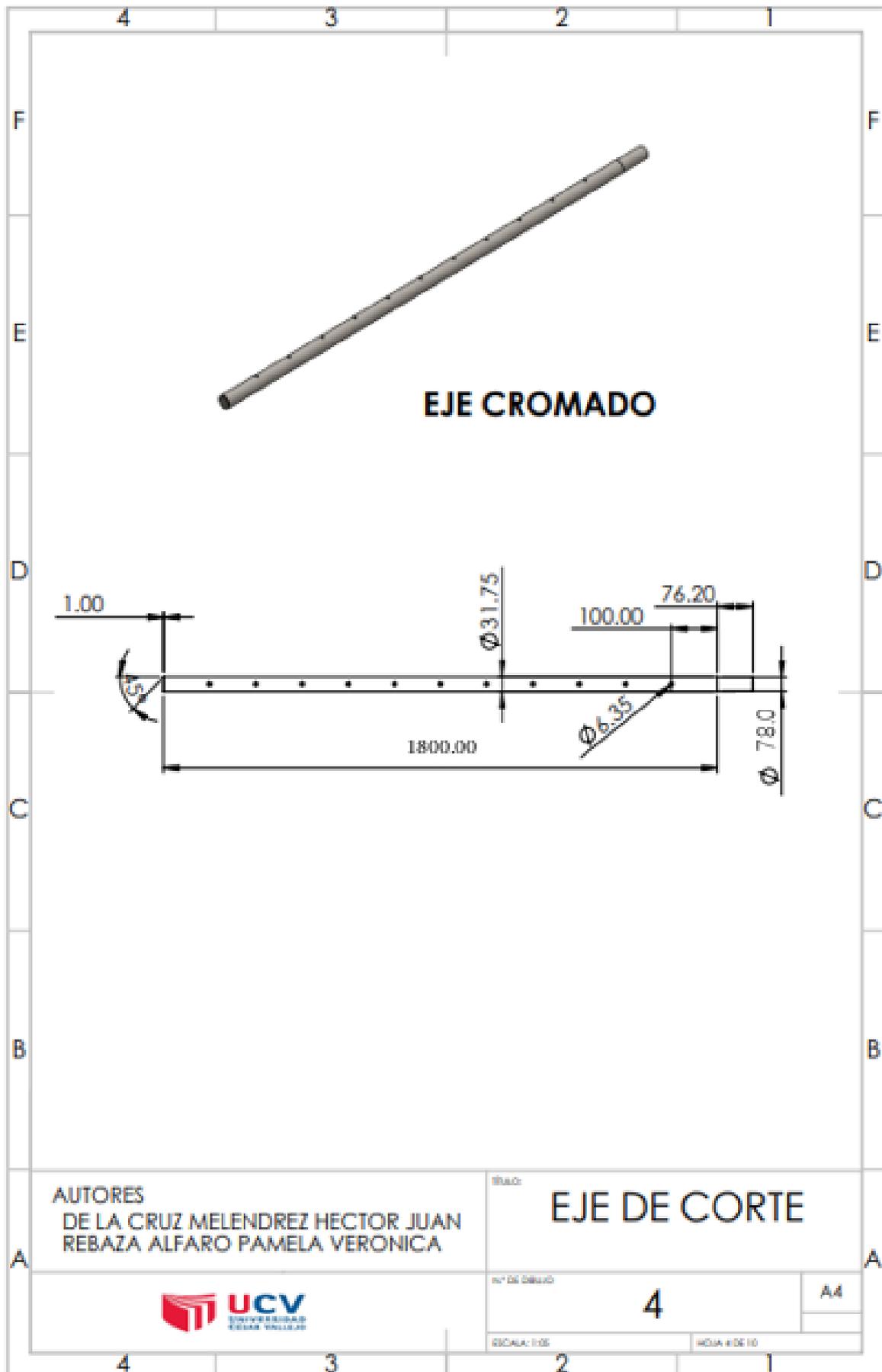
Diámetro del eje mm pulg.	Número 1) de la chumacera	Dimensiones nominales									Tamaño del perno mm pulg.	Número del rodamiento
		L	J	A1	A2	A	N	A3	B	S		
60 2 1/4 2 5/16 2 3/8 2 7/16	UCF312D1 UCF312-204D1 UCF312-205D1 UCF312-206D1 UCF312-207D1	195	150	33	22	56	23	78	71	26	M20	UC312D1 UC312-204D1 UC312-205D1 UC312-206D1 UC312-207D1
65 2 1/2 2 7/16	UCF313D1 UCF313-208D1 UCF313-209D1	208	166	33	22	58	23	78	75	30	M20	UC313D1 UC313-208D1 UC313-209D1
70 2 5/8 2 11/16 2 3/4	UCF314D1 UCF314-210D1 UCF314-211D1 UCF314-212D1	226	178	36	25	61	25	81	78	33	M22	UC314D1 UC314-210D1 UC314-211D1 UC314-212D1
75 2 13/16 2 7/8 2 15/16 3	UCF315D1 UCF315-213D1 UCF315-214D1 UCF315-215D1 UCF315-300D1	236	184	39	25	66	25	89	82	32	M22	UC315D1 UC315-213D1 UC315-214D1 UC315-215D1 UC315-300D1
80 3 1/16 3 1/8 3 1/16	UCF316D1 UCF316-301D1 UCF316-302D1 UCF316-303D1	250	196	38	27	68	31	90	86	34	M27	UC316D1 UC316-301D1 UC316-302D1 UC316-303D1
85 3 1/4 3 5/16 3 7/16	UCF317D1 UCF317-304D1 UCF317-305D1 UCF317-307D1	260	204	44	27	74	31	100	96	40	M27	UC317D1 UC317-304D1 UC317-305D1 UC317-307D1
90 3 7/16 3 1/2	UCF318D1 UCF318-307D1 UCF318-308D1	280	216	44	30	76	35	100	96	40	M30	UC318D1 UC318-307D1 UC318-308D1

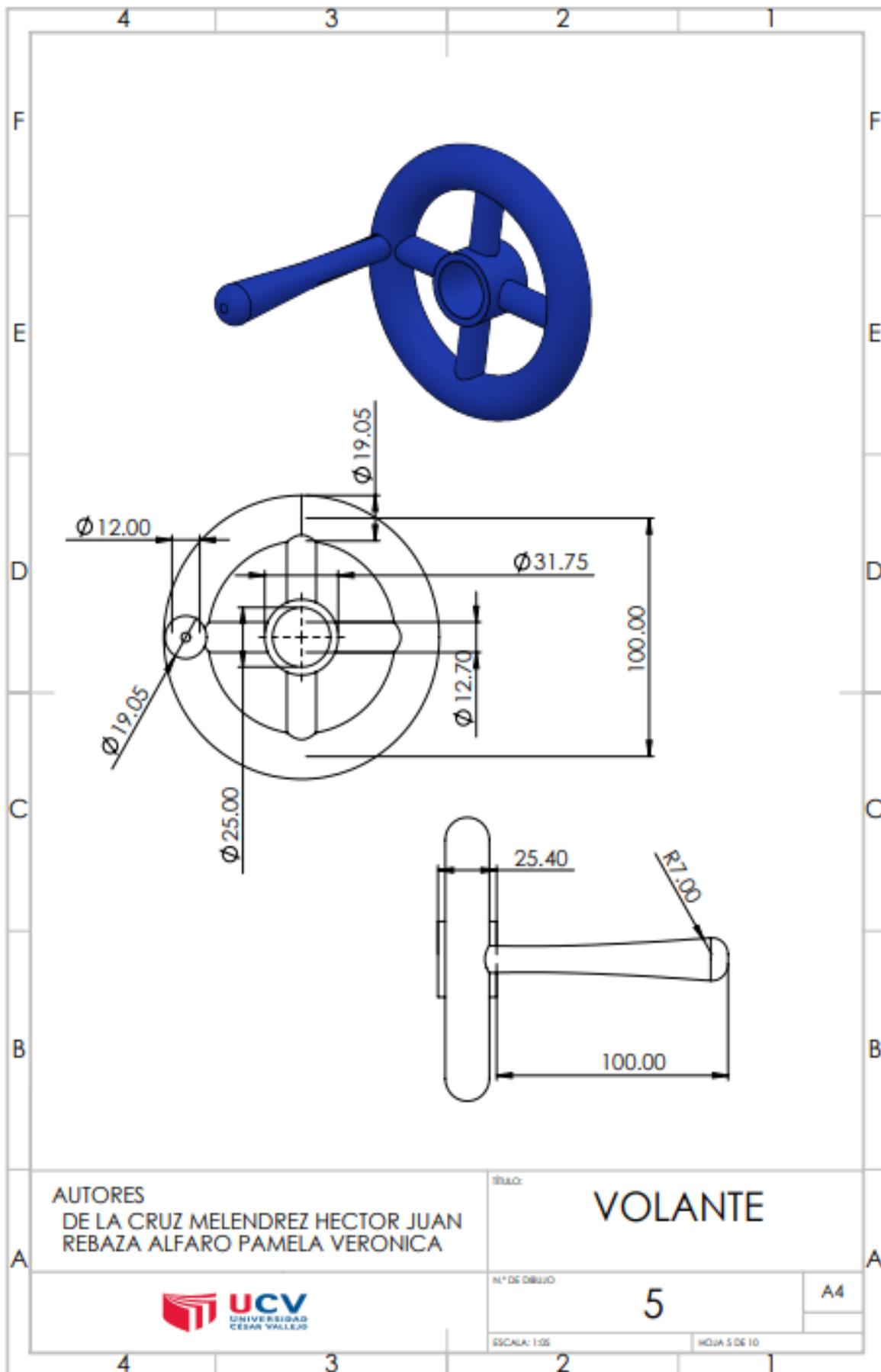
Observaciones: 1) Estos números indican que son del tipo relubricable. Si se necesita el tipo libre-de-mantenimiento, por favor ordene sin el sufijo "D1".
NOTA: Por favor, refiérase a la página 36 para el tamaño de la grasa.

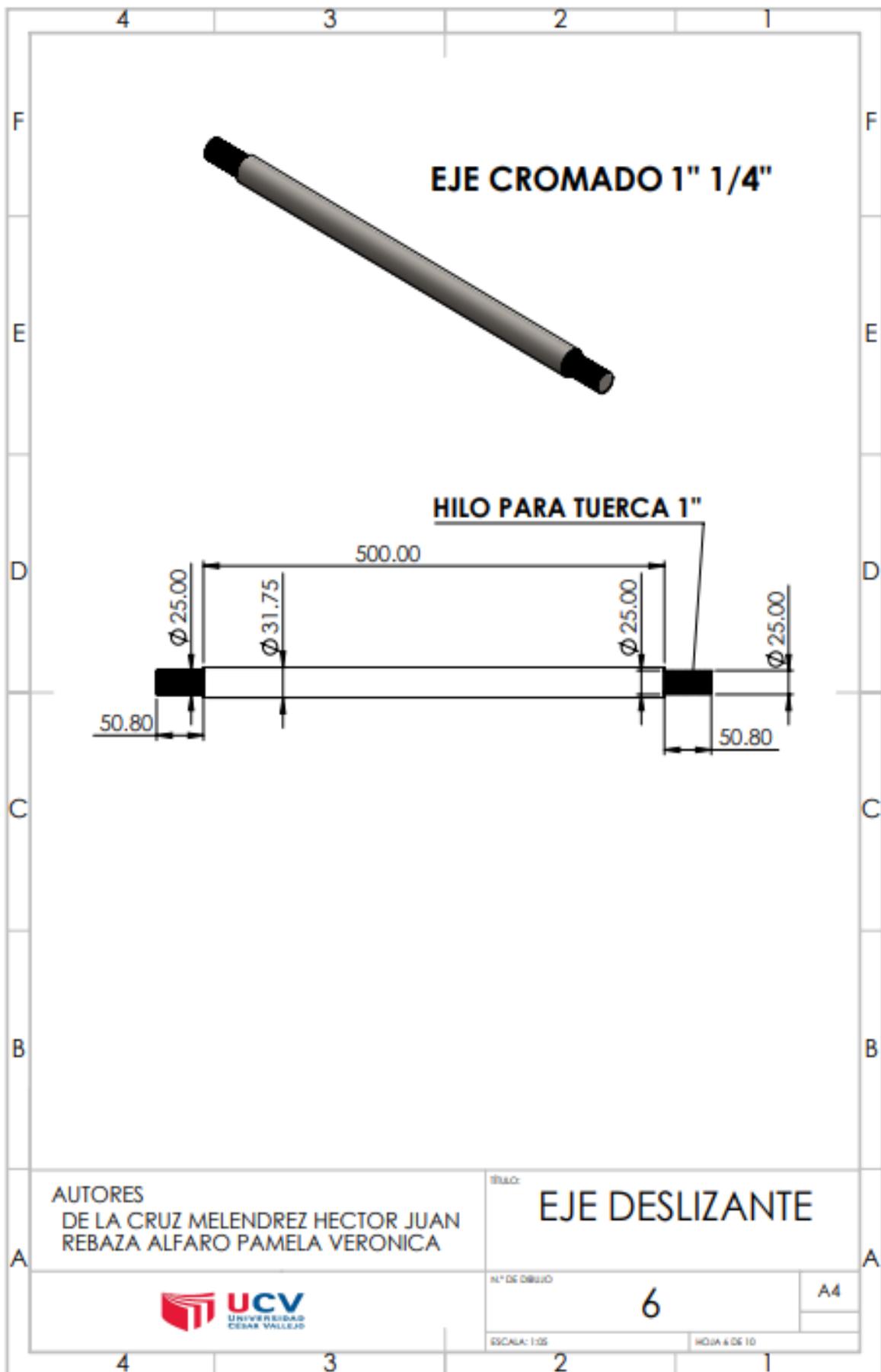
Anexo 21

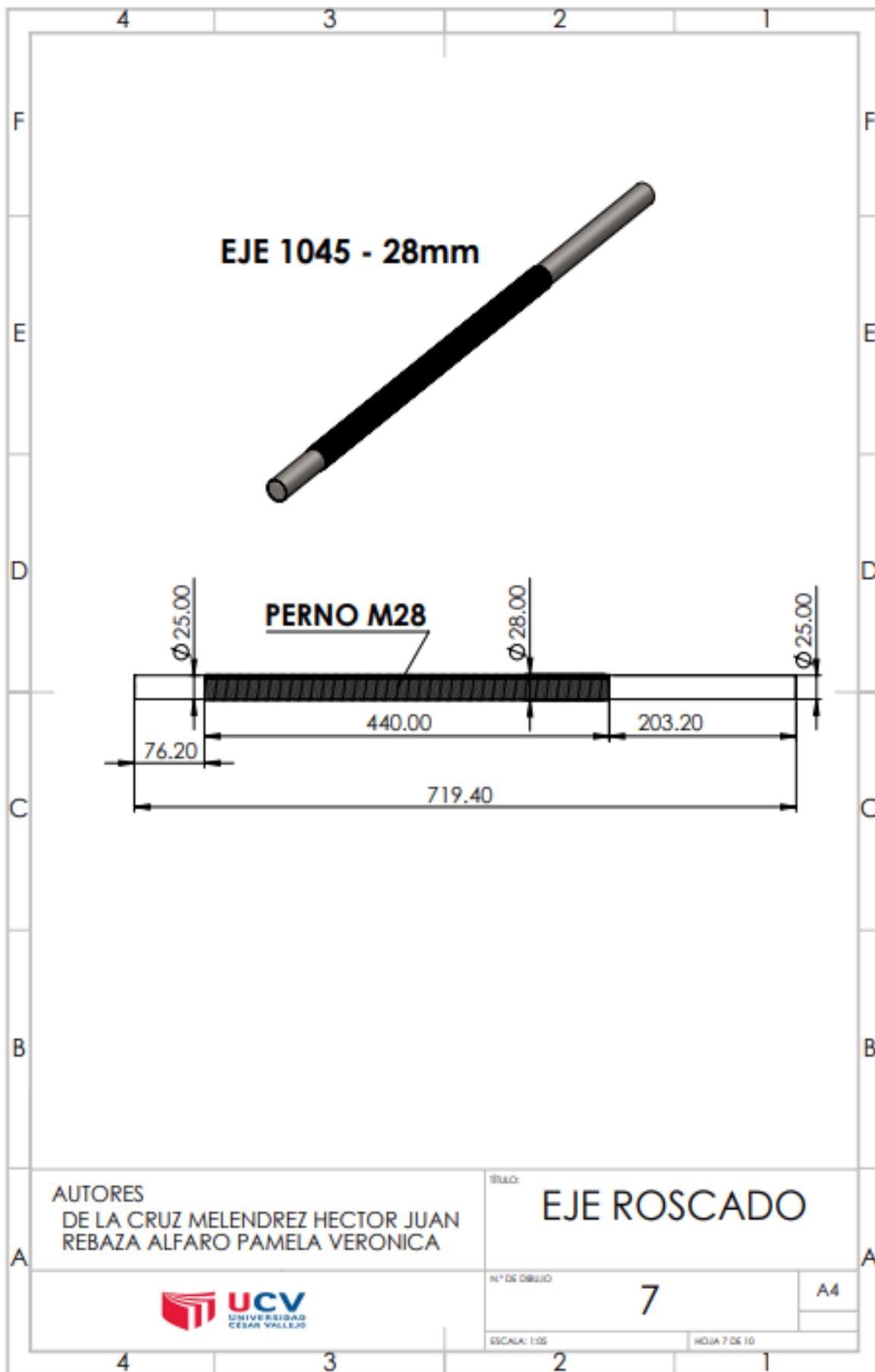


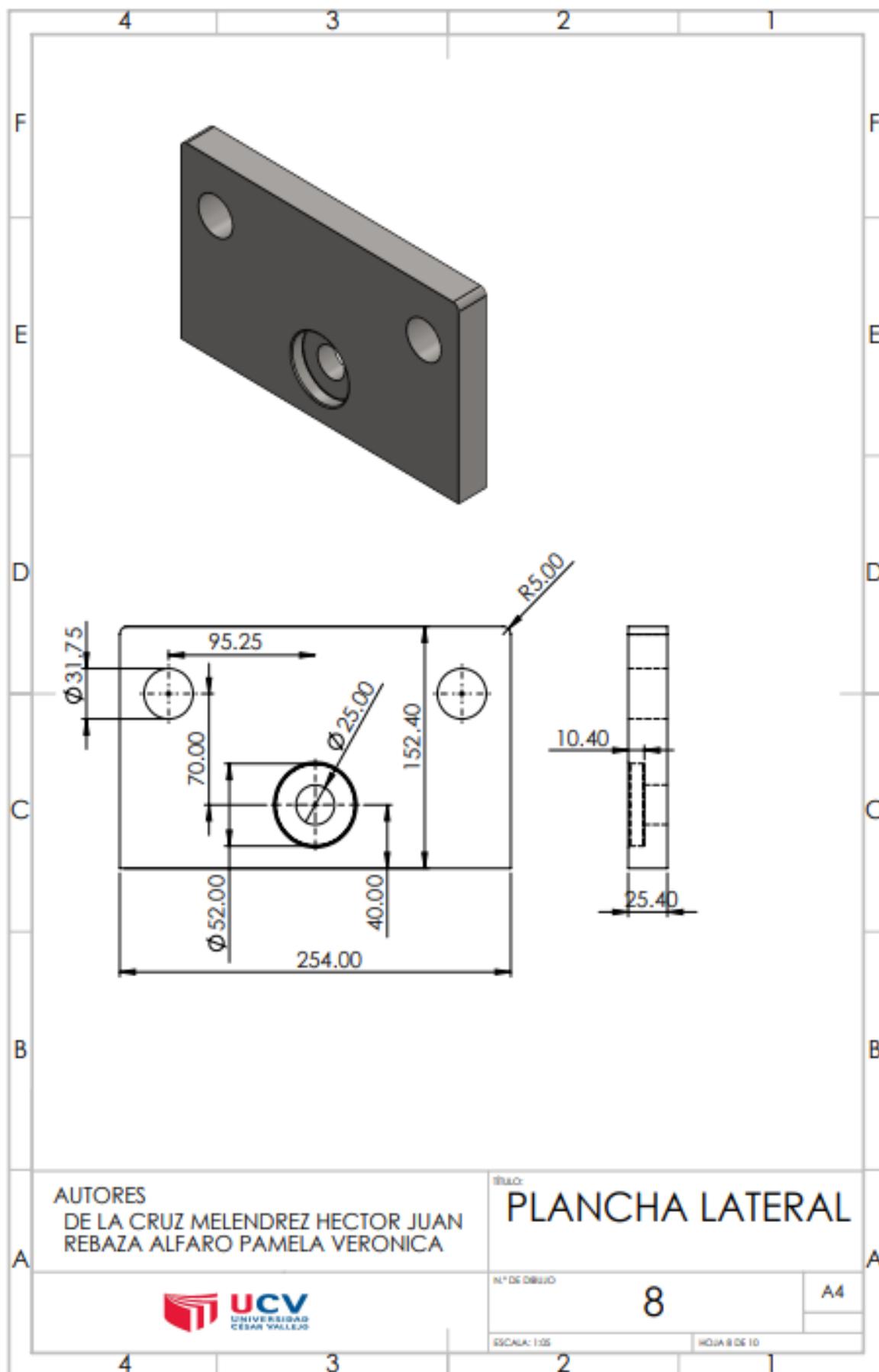


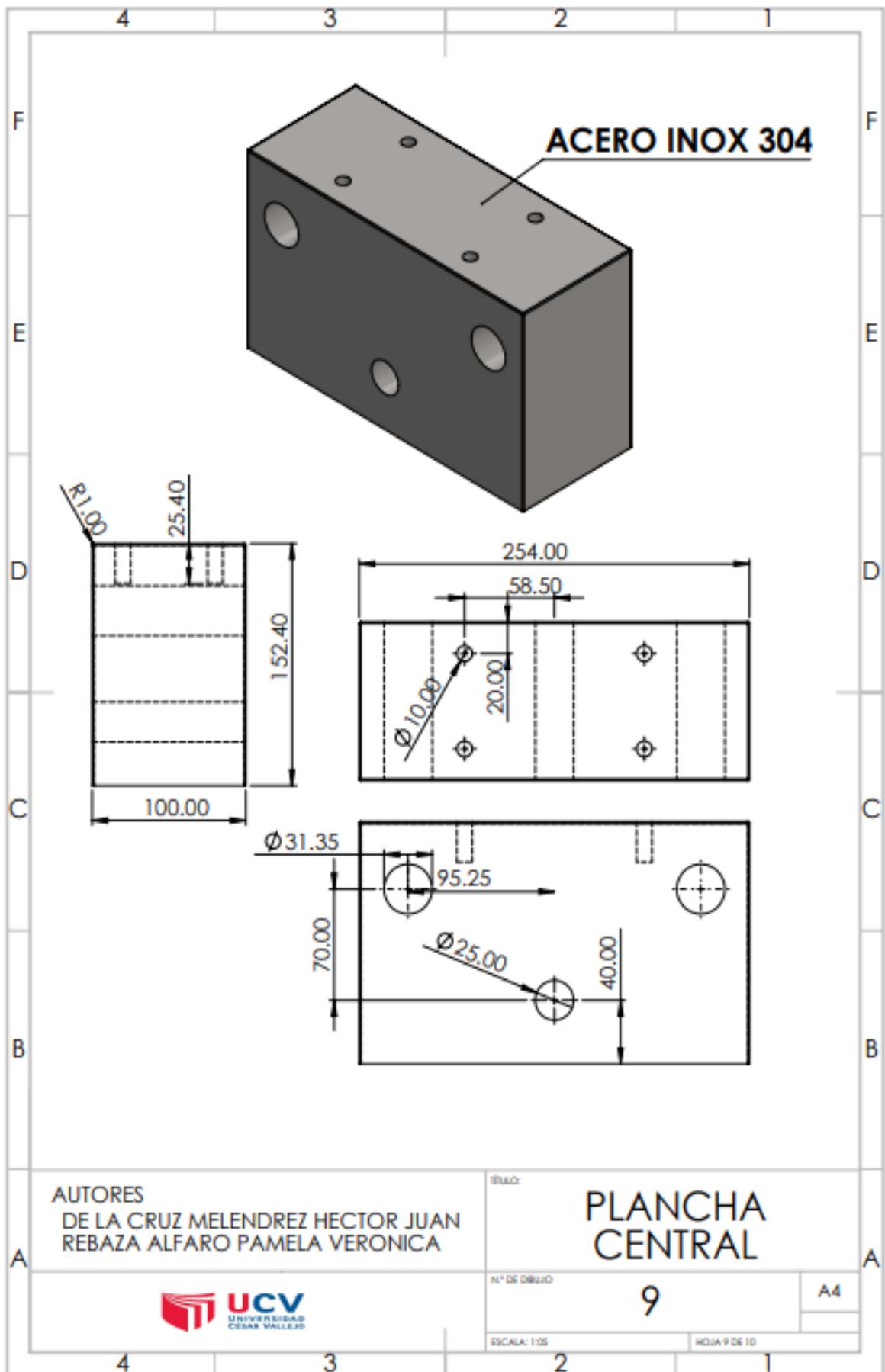




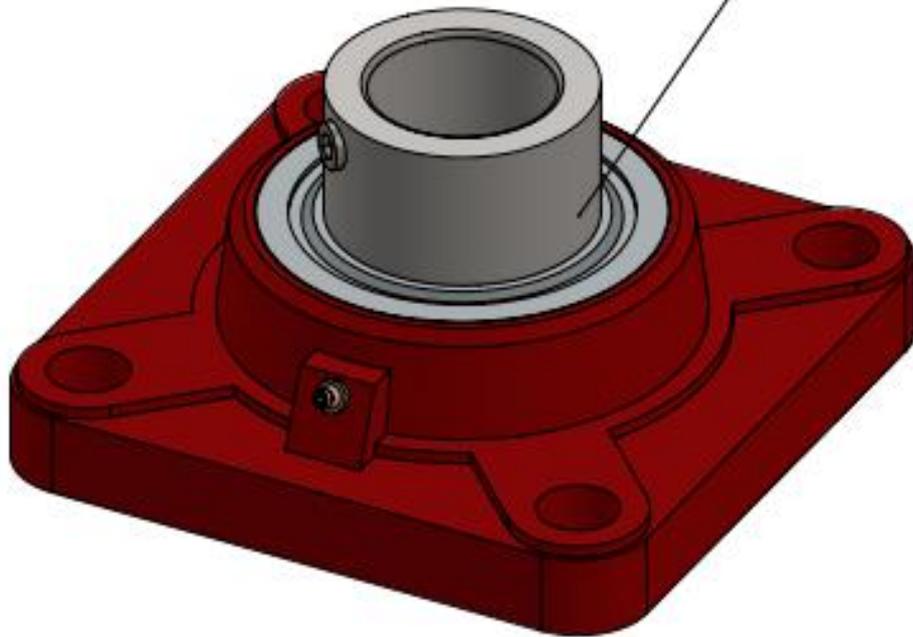








CHUMACERA DE PARED 1" 1/4"



AUTORES
DE LA CRUZ MELENDREZ HECTOR JUAN
REBAZA ALFARO PAMELA VERONICA

TITULO:
**CHUMACERA DE
PARED**



N° DE DISEÑO

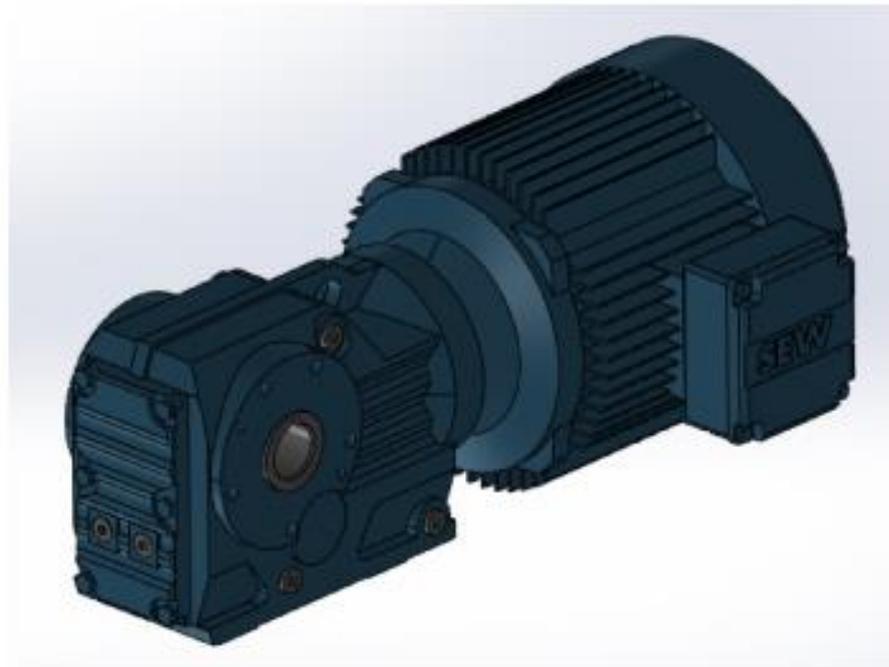
10

A4

ESCALA: 1:05

HOJA 10 DE 10

MOTORREDUCTOR 1.5Kw - 380v - 30/1



AUTORES
DE LA CRUZ MELENDREZ HECTOR JUAN
REBAZA ALFARO PAMELA VERONICA

TITULO:
MOTORREDUCTOR



Nº DE DISEÑO

11

A4

ESCALA: 1:05

HOJA 10 DE 10