

**FACULTAD DE INGENIERÍA ARQUITECTURA
Y URBANISMO**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
MECÁNICA ELÉCTRICA**

TESIS

**PROPUESTA DE DISEÑO DE UN ACCESORIO
MECÁNICO PARA LA COSECHA DE PAPAS
UTILIZANDO UN MOTOCULTOR COMO SISTEMA DE
POTENCIA**

**PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

Autores:

Bach. Alarcon Millones Jordy Heli

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-3354-953X>

Bach. Tequen Chavez Luis Enrique

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-5244-7723>

Asesor:

Mtro. Vives Garnique Juan Carlos

Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-0988-9881>

Línea de Investigación:

Infraestructura, tecnología y medio ambiente

Pimentel – Perú

2022

**PROPUESTA DE DISEÑO DE UN ACCESORIO
MECÁNICO PARA LA COSECHA DE PAPAS
UTILIZANDO UN MOTOCULTOR COMO SISTEMA DE
POTENCIA**

APROBACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Dra. Silvia Yvone Gastiaburú Morales
Presidente del jurado de tesis

Msc. Angel Marcelo Rojas Coronel
Secretario Del Jurado De Tesis

Mtro. Juan Carlos Vives Garnique
Vocal del jurado de tesis

DEDICATORIA

Dedico este proyecto a Dios ya que me permitió llegar alcanzar esta meta que tanto he anhelado. A mi familia que siempre me brindaron su apoyo.

Alarcón Millones Jordi Heli

Dedico esta tesis a Dios que me permitió llegar hasta el final de mi meta proyectada. A mis padres y hermanos por apoyarme siempre.

Tequen Chavez Luis Enrique

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Señor de Sipán y a los docentes por brindarme un proceso de aprendizaje basado en la investigación y adquisición de conocimientos. Finalmente, a mi familia por el apoyo íntegro e incondicional.

Alarcón Millones Jordi Heli

A la Universidad Señor de Sipán y plana docente por brindarme el conocimiento necesario para lograr el aprendizaje necesario y construir el conocimiento de mi formación profesional. A mi familia por brindarme la confianza y el apoyo que siempre he necesitado.

Tequen Chavez Luis Enrique

RESUMEN:

La presente investigación tiene como objetivo principal diseñar un mecanismo extractor de papa para el proceso de cosecha en terrenos de cultivo en zonas rurales con un Coeficiente de Labranza 40 Kgf/dm² considerado para tierra suelta. Se utilizó el método de diseño según la norma VD 221 que establece el procedimiento para determinar el diseño conceptual óptimo basado en los requerimientos y necesidades que se debe atender. Los componentes del sistema mecánico fueron dimensionados con los criterios de resistencia mecánica en función a las sollicitaciones de carga para el proceso de cosecha mecánica; la validación de la funcionalidad siguiendo el criterio de resistencia mecánica fue cuasi experimental utilizando software CAE para determinar los valores de deformación, esfuerzo y factor de seguridad. Los resultados fueron alentadores puesto que los componentes superan los factores de seguridad mayores a 1.

Palabras clave: coeficiente de labranza, norma VD 221, factor de seguridad.

ABSTRACT:

The main objective of this research is to design a potato extraction mechanism for the harvesting process on farmland in rural areas with a Tillage Coefficient of 40 Kgf/dm² considered for loose soil. The design method was used according to the VD 221 standard, which establishes the procedure to determine the optimal conceptual design based on the requirements and needs that must be met. The components of the mechanical system were dimensioned with the criteria of mechanical resistance based on the load requests for the mechanical harvesting process; the validation of the functionality following the mechanical resistance criterion was quasi-experimental using CAE software to determine the values of deformation, stress and safety factor. The results were encouraging since the components exceed safety factors greater than 1.

Keywords: tillage coefficient, VD 221 standard, safety factor.

INDICE

| | | |
|------------|---|-----------|
| I. | INTRODUCCIÓN..... | 11 |
| 1.1. | Realidad Problemática..... | 11 |
| 1.2. | Antecedentes de Estudio | 13 |
| 1.3. | Teorías relacionadas al tema | 16 |
| 1.4. | Formulación del problema | 21 |
| 1.5. | Justificación e Importancia de Estudio | 21 |
| 1.5.1. | Justificación Técnica..... | 21 |
| 1.5.2. | Justificación Económica. | 21 |
| 1.6. | Hipótesis | 22 |
| 1.7. | Objetivos de la Investigación..... | 22 |
| 1.7.2. | Objetivo General. | 22 |
| 1.7.3. | Objetivos específicos | 22 |
| I. | MARCO METODOLÓGICO..... | 24 |
| 2.1. | Tipo y Diseño de la Investigación..... | 24 |
| 2.2. | Población y Nuestra | 24 |
| 2.3. | Variable, Operacionalización..... | 25 |
| 2.4. | Técnicas e instrumentos de recolección de datos, valides y confiabilidad | 26 |
| 2.4.1. | Abordaje metodológico..... | 26 |
| 2.4.2. | Técnicas de recolección de datos..... | 26 |
| 2.4.3. | Instrumentos de recolección de datos..... | 27 |
| 2.5. | Procedimiento de análisis de datos | 28 |
| 2.6. | Criterios éticos | 28 |
| 2.4.4. | Código de ética del Colegio de Ingenieros del Perú (CIP)..... | 28 |
| 2.4.5. | Código de ética de investigación de la Universidad Señor de Sipán (USS)..... | 29 |
| 2.7. | Principios de rigor científico | 29 |
| II. | RESULTADOS..... | 32 |
| 3.1. | Resultados en Tablas y Figuras. | 32 |
| 3.2. | Discusión de resultados..... | 46 |
| IV. | CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 66 |
| 2.1. | Conclusiones: | 66 |

| | |
|--|-----------|
| 2.2. Recomendaciones: | 66 |
| REFERENCIAS | 68 |
| ANEXOS | 71 |
| ANEXO N° 01: PLANOS DEL PROTOTIPO DE COSECHADORA..... | 71 |
| ANEXO N° 02 CÓDIGO DE ÉTICA DEL COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ (CIP). | 77 |
| ANEXO N° 03 CÓDIGO DE ÉTICA DE INVESTIGACIÓN DE LA UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN (USS). | 78 |
| ANEXO N° 04 CATALOGO DE TUBERÍA DE ACERO AL CARBONO | 79 |
| ANEXO N° 5 ESPECIFICACIONES DEL MATERIAL ACERO AL CARBONO SAE 1020..... | 80 |
| ANEXO N° 6CATALOGO DE RODAMIENTOS SKF | 82 |
| ANEXO N° CATALOGO DE CHUMACERAS SKF - PARA LOS RODILLOS GUIADORES Y TENSORES | 83 |
| ANEXO N° 8 CATÁLOGO SPROCKETS (PIÑONES) ACERO EN EXISTENCIA NO. 60 – PASO 3/4” | 84 |
| ANEXO N° 9 CATALOGO – PLANCHA ESTRUCTURAL ASTM A36..... | 85 |
| ANEXO N° 10 FICHA TÉCNICA DE PERFILES ESTRUCTURALES CUADRADOS Y RECTANGULARES DE ACERO ASTM A36. | 87 |
| ANEXO N° 11 CATALOGO DE PRODUCTOS ACEROS AREQUIPA – PLANCHAS LAC CALIDAD ESTRUCTURAL | 89 |

INDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| FIGURA 1 TEXTURA Y MASA DE LA TIERRA | 17 |
| FIGURA 2 PROCESO DE COSECHA SEMI-MECANIZADO. | 17 |
| FIGURA 6 PROCESO DE MALLADO DEL MEF | 19 |
| FIGURA 7 PRE-PROCESO DE UN MODELO..... | 20 |
| FIGURA 8 SOLUCIÓN DEL ANÁLISIS DEL MODELO. | 20 |
| FIGURA 9 POST-PROCESO DEL MODELO..... | 21 |
| FIGURA 11 BOSQUEJO DE LA MAQUINA COSECHADORA DE PAPAS | 46 |
| FIGURA 12 ANÁLISIS DE RESULTADOS DE TENSIONES VON MISES N/M2- CUCHILLA | 53 |
| FIGURA 13 ANÁLISIS DE RESULTADOS DE DEFORMACIÓN – CUCHILLA | 53 |
| FIGURA 14 FACTOR DE SEGURIDAD BASÁNDONOS EN EL CRITERIO NORMAL MÁXIMO – CUCHILLA | 53 |
| FIGURA 15 ANÁLISIS DE RESULTADOS DE TENSIONES SEGÚN LA ESCALA DE VON MISES (N/m2) | 58 |
| FIGURA 16 ANÁLISIS DE RESULTADOS DE DEFORMACIÓN – REJILLA | 58 |
| FIGURA 17 FACTOR DE SEGURIDAD BASÁNDONOS EN EL CRITERIO NORMAL MÁXIMO – REJILLA..... | 59 |
| FIGURA 18 CONCENTRADORES DE ESFUERZO EN LA REJILLA..... | 60 |
| FIGURA 19 DIMENSIONES DEL SOPORTE DE LA CUCHILLA | 61 |
| FIGURA 20 DIMENSIONES DE LOS SUJETADORES DE RUEDAS DEL APERO..... | 61 |

INDICE DE TABLAS

| | |
|---------------|----|
| TABLA 1 | 16 |
| TABLA 2 | 17 |
| TABLA 3 | 25 |
| TABLA 4 | 32 |
| TABLA 5 | 38 |
| TABLA 6 | 50 |
| TABLA 7 | 59 |

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad Problemática

Las patatas son un producto alimenticio que se cultiva en más de 140 países de todo el mundo. Las papas son lo segundo sólo a las leguminosas en términos de proteína por hectárea. El rendimiento es de 13,6 toneladas por hectárea, y la proteína el rendimiento es de 273 kg. El aumento de la producción de papa puede hacer una contribución significativa a la provisión de alimentos, incluidas las proteínas, a la población (FAOSTAT, s.f.).

En la implementación de la reforma agrícola, en primer lugar, el uso eficiente de la maquinaria, la reducción de costos de combustible y mano de obra, la producción de productos baratos y de calidad para la población. De acuerdo a estadísticas, en 2019 se cosecharon 370436581 toneladas de 17340986 hectáreas en el mundo, y 3089658 toneladas de 89195 hectáreas en Uzbekistán, y esta cifra crece año tras año (Uzbekistan, s.f.)

Dado el hecho de que la población de Uzbekistán crece de año en año (según estadísticas, un promedio de 500 mil personas al año), la demanda de alimentos también aumentará. Este requiere especial atención a la mecanización del cultivo y cosecha de la papa (Uzbekistan, s.f.)

Hoy, más del 70% de las papas en el país se cultivan en granjas, granjas urbanas y patios traseros con una superficie de menos de 2 hectáreas. Al mismo tiempo, el nivel de mecanización del trabajo en las fincas, las granjas y los patios traseros de las urbanizaciones son bajos, los costos de mano de obra para cultivar papas son altos.

El uso de herramientas de mecanización a pequeña escala (motoblocks con un conjunto de equipos) en granjas y patios traseros se asocia con su pequeño tamaño y pequeñas áreas de contorno. Por lo tanto, será necesario proporcionar a la población y a las granjas pequeños equipos baratos y de alta calidad, en particular, herramientas para la siembra de papas, el procesamiento entre hileras, la cosecha de papas y la clasificación (N G Bayboboev, 2021).

Los tubérculos de papa se pueden utilizar para procesar productos biológicos con alto valor económico, como fructooligosacáridos y alta fructosa, así como materia prima esencial en alimentos y medicinas (Kays y Nottingham, 2007 , Pas'ko, 1973 ,

Swanton, 1987). El mecanismo de recolección mecánica de los tubérculos de papa es similar al de las patatas. Sin embargo, una cosechadora de papa comercial típica es ineficiente para cosechar papas debido al área más amplia de desarrollo de los tubérculos en el suelo y su amplia gama de tamaños y formas (Cosgrove et al., 1991). Las raíces de la papa también pueden crecer hasta una profundidad de unos 35 cm en relación con los 20 cm de las patatas. Por lo tanto, existe la necesidad de optimizar los parámetros de cosecha, incluidos el ángulo de inclinación de la excavadora, la vibración, la velocidad de avance y la geometría de la herramienta de dicho equipo.

En general, las operaciones de corte de suelo requieren un tiro y una potencia elevados, mientras que la excavación requiere una fuerza vertical elevada. Una de las formas de minimizar estos desafíos es usar herramientas vibratorias para cortar el suelo (Kang et al., 2001 , Younis et al., 2006). Para una cosechadora de tubérculos, un beneficio adicional de usar una pala excavadora vibratoria es la mejora de la rotura del suelo, lo que facilita la separación del suelo y los tubérculos y reduce el daño de los tubérculos por los terrones del suelo (Fu et al., 2011 , Zheman, 2006). El rendimiento de la cosecha de tubérculos se ve significativamente afectado por la interacción entre la pala excavadora y el suelo. Además, la interacción pala-suelo se ve significativamente afectada por parámetros como el coeficiente de fricción suelo-metal y tipo de suelo, geometría de la pala, frecuencia de vibración , amplitud, velocidad de avance, profundidad de corte y ángulo de corte (Ibrahim et al., 2008 , Lü et al., 2015). Por lo tanto, la optimización de estos parámetros ya sea a través de experimentos o simulaciones por computadora mediante el uso de modelos como el método de elementos discretos (DEM) es esencial (Frimpong et al., 2008).

El método de diseño utilizando los elementos discretos, desarrollado por Cundall y Strack (1979) , ha sido utilizado por muchos investigadores para simular y optimizar la interacción suelo-herramienta (Aikins et al., 2021a , Aikins et al., 2021c , Hang et al., 2018 , Makange et al., 2020 , Syed et al., 2017 , Tamás et al., 2013 , Tsuji et al., 2012 , Ucgul et al., 2015 , Ucgul et al., 2014b). En comparación con otros métodos numéricos, DEM, que modela las fuerzas y el movimiento relativo entre partículas discretas utilizando leyes de contacto micromecánicas, es el más adecuado para materiales granulares como el suelo y los granos (Abo-Elnor et al., 2004 , Mouazen y Neményi, 1999 , Zhang et al., 2018). Otra capacidad de DEM es la predicción del desgaste abrasivo. El desgaste abrasivo altera la forma y el tamaño de las herramientas

que trabajan con el suelo para reducir su rendimiento, lo que requiere el reemplazo frecuente de piezas y cuesta a los agricultores (Kaminski et al., 2018, Yu y Bhole, 1990).

Debido a la gran profundidad a la que crecen los tubérculos de papa, una parte importante del sistema de cosechado es la pala o cuchilla que interactúa con el suelo durante la cosecha, exponiéndolo a un alto grado de desgaste abrasivo. Por lo tanto, es esencial evaluar el desgaste de la herramienta a tal profundidad. El desgaste de las herramientas también está relacionado con la potencia necesaria para excavar tubérculos. Se necesita más energía para lograr el mismo efecto de excavación a medida que se desgasta la herramienta (Bedolla et al., 2018, Singh et al., 2020). Esto tiene el resultado de agravar el costo total de la cosecha de tubérculos.

Este estudio se centrará en el diseño de una cosechadora de tubérculos de papa a una profundidad de 35 cm (profundidad promedio de los tubérculos), teniendo en cuenta la geometría de la pala, el ángulo de rastrillo, la frecuencia de vibración, la amplitud y la velocidad de avance.

1.2. Antecedentes de Estudio

(Ibrahim Issa Mohamed Issa, 2020) En esta investigación se comprobó el diseño de una cosechadora excavadora para la extracción de papas de manera eficiente. Este mecanismo fue fabricado para facilitar el proceso de cosechado, incrementar la efectividad y reducir los esfuerzos manuales de la actividad de cosecha de papa por parte de los agricultores en el campo. El modelo de este proyecto fue elaborado utilizando el software SolidWorks, con la intención de resolver los problemas de diseño. Por lo tanto, este papel tiene una aplicación teórica y aplicada de los valores de la investigación en máquina cosechadora de papa. Los experimentos fueron estudiados bajo los parámetros de: velocidades de avance del tractor de 2,5; 4,5 y 6,5 km/h, ángulos de la excavadora de 12°, 17° y 22° y la cinta transportadora velocidades de 2,8 y 4 km/h. Se midió la capacidad y eficiencia de campo, los resultados de consumo de combustible, potencia requerida. Se obtuvo el requerimiento de energía, papas levantadas, tubérculos dañados por raspaduras, tubérculos dañados por el pelador, daño total. El máximo la eficiencia de campo fue del 91 % a una velocidad de avance de 2,5 km/h y una velocidad de transporte de 4 km/h. La potencia máxima

requerida para la máquina fue de 16,13 kW a una velocidad de avance de 2,5 km/h y un ángulo de excavación de 22°. El levantamiento de papas aumentó en general con el aumento del ángulo de excavación será del 87,63 % al 95,14 % con un ángulo de excavación de 12° y 22° respectivamente. Además, el daño total disminuyó con el aumento del ángulo de la excavadora, la disminución de la velocidad de avance y la velocidad del transportador. Por lo tanto, el daño total más bajo fue del 2,67 % a una velocidad de avance de 2,5 km/h, un ángulo de excavación de 22° y una velocidad de transporte de 2,8 km/h. Mientras que el más alto el porcentaje total de daños fue del 4,63 % a una velocidad de avance de 6,5 km/h, un ángulo de excavación de 17° y una velocidad de transporte de 4 km/h.

(G.S. Saqib, 2018), Los autores diseñaron y probaron el prototipo de una cuchilla excavadora vibratoria para uso propuesto en una cosechadora de camote. Se realizaron investigaciones para evaluar el efecto de la aceleración máxima de la vibración y el efecto combinado de tres variables operativas (velocidad de avance, amplitud y frecuencia de la vibración) sobre el diámetro medio geométrico (gmd) del tamaño del terrón y sobre el porcentaje de reducción de la densidad aparente del suelo después tratamiento. Se formó una relación de velocidad adimensional para expresar el efecto combinado de las variables operativas. Se construyó un tamiz de suelo rotativo mecánico y se usó para la separación y medición del tamaño de los terrones. Se compararon las operaciones vibratorias y no vibratorias de la hoja excavadora. Condiciones de suelo de baja y alta densidad en un suelo franco limoso (1.16 g/cm^3 y 1.28 g/cm^3) y se probaron dos niveles de cada una de las variables operativas. Se encontró que la excavadora vibratoria, en comparación con la no vibratoria, produjo terrones de suelo más pequeños y una mayor reducción en la densidad aparente del suelo. Los valores de aceleración máxima superiores a 3 g produjeron aproximadamente el mismo desprendimiento de terrones y reducción de la densidad aparente del suelo. Las aceleraciones máximas por debajo de 1 g dieron como resultado una peor descomposición de los terrones. Las relaciones de velocidad adimensionales superiores a 3 mejoraron el rendimiento de la hoja excavadora vibratoria.

(N G Bayboboev, 2021), el artículo describe la tecnología de cosecha de papas en pequeñas áreas de parcelas residenciales y granjas, así como el diseño de una excavadora de papas compacta de una hilera, que se agrega con un motobloque. En primer lugar, se analizaron la necesidad de patatas y los indicadores estadísticos de su

cultivo en el mundo y en Uzbekistán. Además, se proporciona información sobre requisitos agrotécnicos para la cosecha de papa, tecnologías de excavación y tipos de excavadoras disponibles. Al cosechar papas en la máquina, el siguiente trabajo se realiza en una fila: cavar los tubérculos, separar los tubérculos del suelo, separar los tubérculos de las papas fritas, quitar las vainas separadas, separar los tubérculos de las piedras, recolectar y cargar los tubérculos limpios. El método de recolección y la máquina utilizada se seleccionan teniendo en cuenta el tipo de suelo local, su humedad, el tamaño y la irregularidad de la pila, el número de dientes, el rendimiento, etc. El dispositivo diseñado aumentará la eficiencia de cavar papas plantadas en pequeñas áreas de granjas, agricultores y granjas, reducirá el daño a los tubérculos de papa. El artículo también proporciona un esquema tecnológico de una pequeña excavadora de papas, la base teórica de la parte de trabajo del tamiz, así como el análisis gráfico.

(Emmanuel Awuah, 2022), los investigadores determinaron que la cosechadora comercial de papas es ineficiente para cosechar papas de Jerusalén debido a la gran área de desarrollo de los tubérculos en el suelo y la gran variedad de tamaños y formas, algunos de los cuales crecen hasta una profundidad de unos 35 cm. La recolección de tubérculos de papa, principalmente a una profundidad tan profunda, es problemática y requiere la optimización de los parámetros de las operaciones de recolección para tener en cuenta el efecto de la dinámica suelo-herramienta en el rendimiento de la excavación. Sin embargo, la vibración puede reducir sustancialmente las fuerzas de reacción del suelo y aumentar el efecto de trituración del suelo, mejorando la eficiencia de producción de las cosechadoras. Por lo tanto, el efecto de la velocidad de desplazamiento, la frecuencia de vibración, la amplitud y el ángulo de inclinación y la geometría de la pala sobre las fuerzas de reacción del suelo, la potencia de la barra de tiro y el desgaste de Archard se estudiaron utilizando el método de elementos discretos (DEM) y la metodología de superficie de respuesta (RSM) en una profundidad operativa de la pala dirigida de 35 cm. Los experimentos de laboratorio del ángulo estático de reposo y las pruebas de penetración del cono se utilizaron con éxito para calibrar el modelo de suelo utilizando partículas multiesfera. Además, se utilizó el software Design-Expert® (2021) versión 13 para determinar el diseño de la geometría optimizada y los valores de los parámetros operativos a partir de la simulación de interacción suelo-pala basada en el procedimiento de funciones de deseabilidad y optimización numérica. Se obtuvieron dos soluciones óptimas, la primera con una

velocidad de 0,556 m s⁻¹, una frecuencia de 13,864 Hz, una amplitud de 20 mm, un ángulo de inclinación de 15° y una geometría en forma de S. Por el contrario, la segunda solución fue en el mismo diseño de geometría con 1.111 m s⁻¹ de velocidad, 20.300 Hz, 20 mm de amplitud, ángulo de inclinación de 15°. El análisis de varianza mostró que todos los factores individuales influyeron en la fuerza de tiro, la fuerza vertical y la potencia de la barra de tiro. Sin embargo, solo el diseño de frecuencia, amplitud y geometría influyó significativamente en el desgaste de Archard. Las fuerzas de reacción del suelo aumentaron con el aumento de la velocidad. La vibración afectó significativamente las fuerzas de reacción del suelo al reducir la fuerza de tiro y la fuerza vertical en un 43,61 % y un 36,67 %. DEM y RSM son técnicas efectivas para diseñar y optimizar implementos que se acoplan al suelo.

(Kang, 2017), en esta investigación se evaluaron los rendimientos de tres tipos similares de palas excavadoras vibratorias observando la separación vela/papa y el flujo de material en la pala inferior. Cada modelo de máquina se probó con diferentes amplitudes de accionamiento, velocidades del eje de comunicaciones y velocidades de avance. Se compararon cuatro parámetros para ver cuál predecía mejor la interfaz entre excavación y separación aceptables y marginales: la relación entre la velocidad de la hoja vibrante y la velocidad de avance, la relación entre la aceleración de la hoja y la velocidad de avance, la relación entre la aceleración de la hoja y la aceleración gravitacional, y (la temperatura. Su conclusión sugiere un valor de $T \geq 2.0$ como criterio mínimo de diseño de una excavadora vibratoria.

1.3. Teorías relacionadas al tema

1.3.1. Propiedades de la papa:

Las propiedades del suelo experimental se resumen en la Tabla 1 y la Fig. 1.

Tabla 1 *Propiedades de la papa*

| Profundidad (cm) | Densidad (g/cm ³) | Contenido de humedad (%) | Textura de la tierra |
|------------------|-------------------------------|--------------------------|----------------------|
| 0-20 | 1.10 | 23.8 | arcilla arenosa |

Fuente: (Issa, 2020)



Figura 1 Textura y masa de la tierra

Fuente: (Issa, 2020)

1.3.2. Parámetros de medición de la papa:

La información que se detalla sobre las dimensiones externas y la calidad de la papa, fueron seleccionadas al azar con una cantidad de veintiocho tubérculos de papa no dañinos del campo de cultivo de papa, y sus dimensiones se midieron (largo (L), ancho (ancho) y espesor (alto)) bajo luz natural utilizando calibradores Vernier (modelo YATO No.YT203) con una precisión de 0,01 mm. La masa del tubérculo fue obtenida con una balanza electrónica con una precisión de 0,01 g como se muestra en la tabla 2 y la Fig. 2.

Tabla 2 Valores medios de las dimensiones y el peso de las patatas medición

| Estadísticas | L (mm) | W (mm) | H (mm) | Peso (kg) |
|--------------|--------|--------|--------|-----------|
| mínimo | 66.5 | 48.2 | 40.1 | 0.082 |
| máximo | 143.3 | 94.3 | 94.1 | 0.522 |
| promedio | 104.9 | 71.3 | 67.1 | 0.302 |

Fuente: (Issa, 2020)

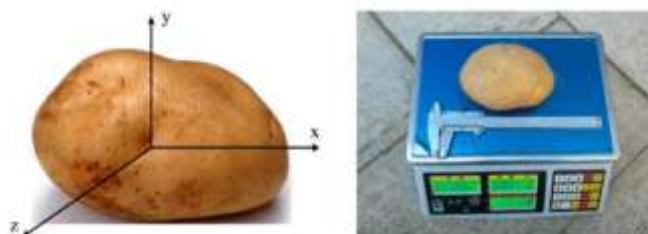


Figura 2 Proceso de cosecha semi-mecanizado.

Fuente: (Issa, 2020)

1.3.3. Análisis usando el Método de Elementos Finitos (MEF).

Se debe definir que el Método de Elementos Finitos (MEF) consiste en una técnica numérica dada para resolver los problemas de ecuaciones diferenciales parciales, en donde se puede analizar alguna pieza determinada, idealizar la geometría y obtener resultados con alta calidad de precisión, teniendo en cuenta que los pasos principales en todos los proyectos del Método son los mismos; partiendo de un análisis basado en un modelo geométrico, para el cual se asignarán las propiedades del material, así como la ubicación de las cargas y restricciones definidas, para finalizar con un análisis del modelo planteado. (Jiménez, 2010)

Proceso de individualización.

El proceso de individualización en general es el mallado, el mismo que se da a una pieza determinada, dividiendo la geometría en componentes muy pequeños, enfatizando que no son infinitesimalmente pequeños en comparación con el tamaño global del modelo planteado y originado.

Teniendo presente que el motor de cálculo dado del Método de Elementos Finitos (MEF) se aproxima a la solución deseada a través del ensamble de piezas creadas de manera individual, simplificando la solución y obteniendo resultados de alta calidad. (Jiménez, 2010)



Figura 3 Proceso de mallado del MEF

Fuente: (Jiménez,
2010)

Figura 6. Proceso de mallado del MEF

Procedimiento del análisis por elementos finitos. Para realizar un determinado análisis mediante el Método MEF es necesario seguir las siguientes fases:

Pre-procesado.

Esta fase se basa en edificar un modelo de la estructura a ser analizada, especificando la geometría deseada con dimensiones determinados; obteniéndose una buena calidad de los resultados, para lo que se utiliza algún modelo eAD, para realizar posteriormente el proceso requerido a través del Método MEF. (Daquilema, y otros, 2014)

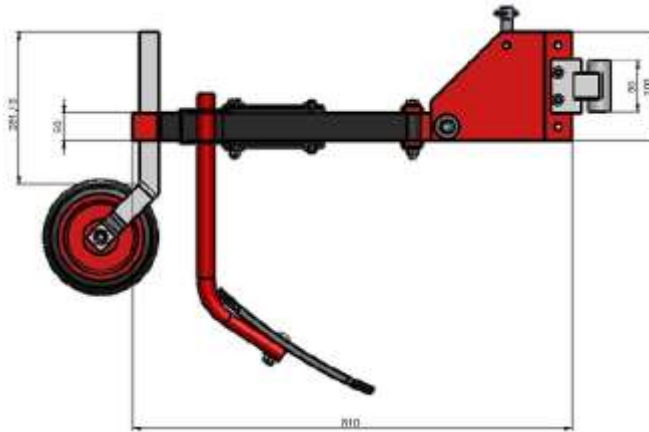


Figura 3 Pre-proceso de un modelo.

Fuente: (Daquilema, y otros, 2014)

Solución del análisis.

La solución del análisis se fundamenta en la resolución de las ecuaciones mediante el uso del software de Elementos Finitos, el mismo que controla una inmensidad de ecuaciones para después ordenarlas como matrices, computarlas, sustituirlas y obtener como fuerzas de reacción, los esfuerzos a los que se encuentren sometidos la pieza modelada o diseñada. (Daquilema, y otros, 2014)

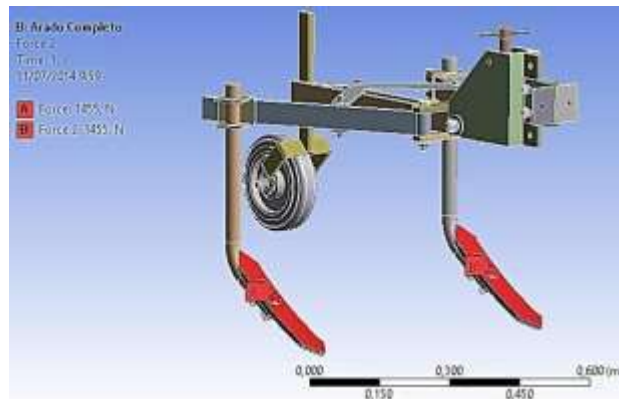


Figura 4 Solución del análisis del modelo.

Fuente: (Daquilema, y otros, 2014)

Post-procesado.

El post-procesado es la última fase del Método de Elementos Finitos (MEF), fundamentándose en la publicación de resultados que se generara en base a los requerimientos ingresados como los coeficientes de seguridad, deformaciones, desplazamientos entre otros.; obteniéndose los resultados deseados, los mismos

que serán empleados por el usuario para la validación del diseño original propuesto. (Daquilema, y otros, 2014)

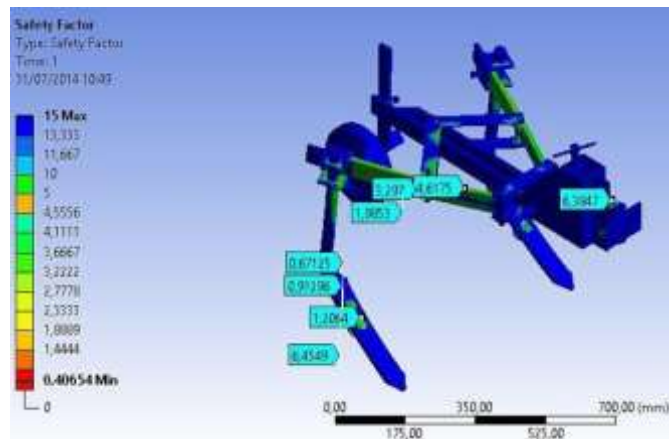


Figura 5 Post-proceso del modelo

Fuente: (Daquilema, y otros, 2014)

1.4. Formulación del problema

¿Cuál será la disposición relativa de componentes y características técnicas de sistema mecánico para acoplar a un moto cultor que realice las funciones de extracción y retiro de tierra de cultivo de la papa?

1.5. Justificación e Importancia de Estudio

1.5.1. Justificación Técnica.

Con el estudio de las diferentes bibliografías, estudios de mercado, estudios de patentes y materiales se propone un diseño óptimo y funcional para los requerimientos de la cosecha de papa.

1.5.2. Justificación Económica.

La propuesta de diseño mejorará la economía de los centros poblados dedicados al cultivo de la papa como tubérculo en las zonas rurales ya que se

elevará el valor de compra de este producto al estar limpio y entregarlo a corto plazo.

1.6. Hipótesis

No aplica a este tipo de investigación.

1.7. Objetivos de la Investigación

1.7.2. Objetivo General.

Proponer un sistema mecánico de cosecha para el tubérculo papa utilizando el sistema de potencia mecánico de un motocultor.

1.7.3. Objetivos específicos

- a.** Diseñar el sistema mecánico de cosechado de la papa utilizando el proceso de diseño según norma VDI 2221.
- b.** Dimensionar el sistema mecánico de cosechado de la papa, mediante cálculos y selección de elementos electromecánicos según las solicitaciones de carga.
- c.** Aplicar la simulación computacional para validar la funcionalidad de los elementos mecánicos utilizando análisis estático para las solicitaciones de carga externa.

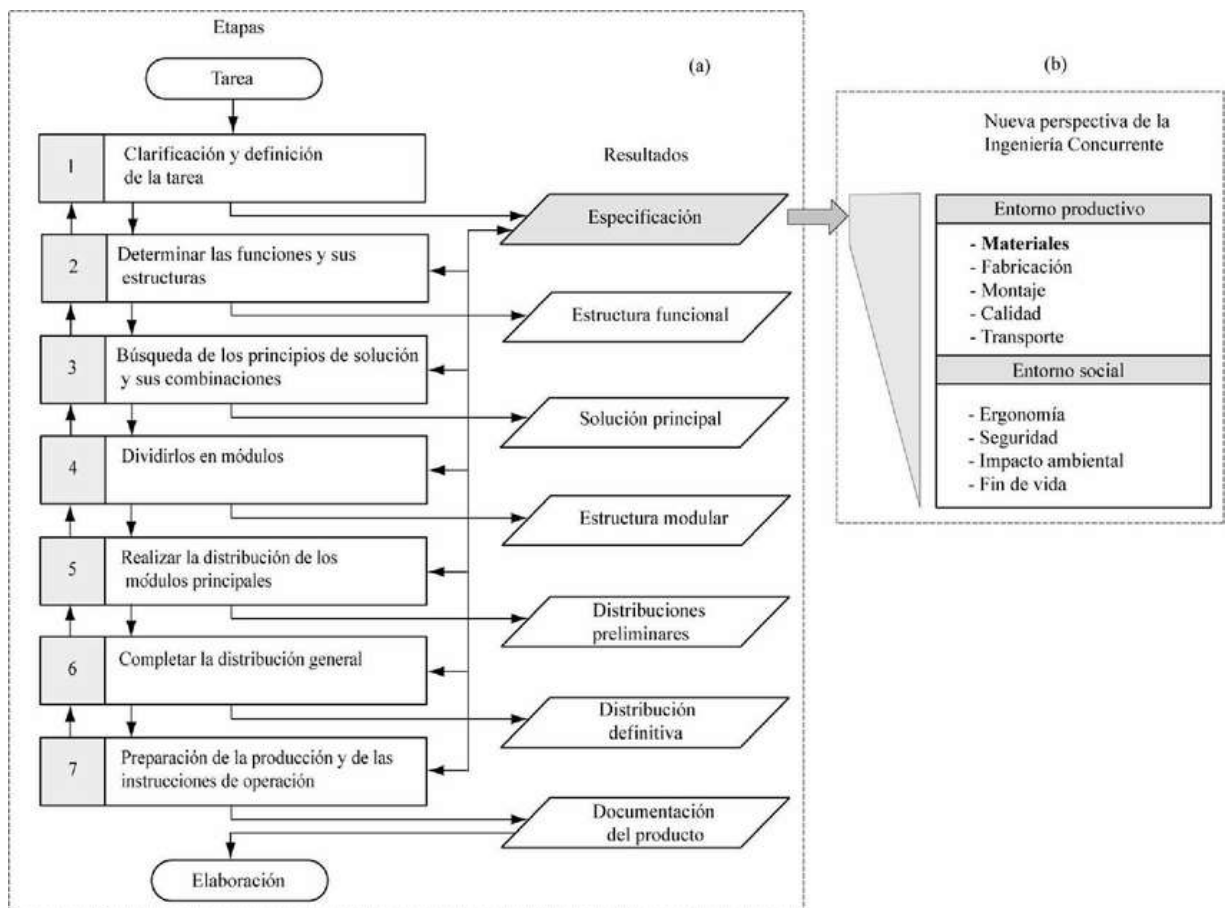
CAPÍTULO II
MATERIALES Y
MÉTODOS

I. MARCO METODOLÓGICO

2.1. Tipo y Diseño de la Investigación

Tipo: Aplicada

Diseño: Cuasiexperimental, se determinarán diferentes diseños conceptuales que satisfagan las necesidades y requerimientos ingenieriles que mediante una matriz de ponderados se seleccionará la mejor opción de diseño. Posteriormente se evaluará el dimensionamiento de cada elemento mecánico que forma parte del equipo comprobando la resistencia y geometría de cada uno. Para ello se utilizará como guía la norma de diseño VDI 222.



Fuente: Norma VDI 2221

2.2. Población y Nuestra

No aplicada a este tipo de investigación.

2.3. Variable, Operacionalización

VARIABLES:

Variable Independiente:

Resistencia del suelo

Fluidez del Suelo

Dimensiones del Surco

Peso y volumen del tubérculo

Variable Dependiente:

Resistencia mecánica de los componentes

Velocidad de avance

Tabla 3

Variable de Operacionalización

| | VARIABLES | Dimensiones | Indicadores | Ítems | Técnica e instrumento de recolección de datos |
|---------------------------------|--|--|--|-----------------|---|
| VARIABLES INDEPENDIENTES | Propiedades del material de la máquina | Densidad Rugosidad S_{ut} S_y | Resistencia del material. | Kg/m^3 Mpa | Revisión Bibliográfica. Análisis de documentos. |
| | Velocidad lineal de la máquina | m/min | Tiempo Distancia | = 50 m/min | Guía de entrevistas. Revisión Bibliográfica. Análisis de documentos. |
| VARIABLES DEPENDIENTES | Máquina | Potencia | Momento torsor por unidad de velocidad angular del sistema de accionamiento. | W | Guía de observación. Abordaje metodológico deductivo. Análisis de documentos. |
| | Capacidad | Flujo m | Cantidad de papas cosechadas por unidad de tiempo | = kg /hora | Análisis de documentos. Guía de entrevistas. Abordaje metodológico deductivo. |

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

2.4.1. Abordaje metodológico.

2.4.1.1 Analítico.

Se analiza el proceso de conocimiento para identificar cada una de las partes, determinado la necesidad principal del proyecto. Para este análisis debemos tener en cuenta las propiedades y los riesgos existentes.

2.4.1.2. Deductivo.

La diferente información para el desarrollo del proyecto tales como: tesis, revistas de investigación, artículos científicos, etc. Se estudiará, analizará e identificará, el tipo de la tecnología aplicada, además se identificará las necesidades de las empresas y se comparará con los sucesos hallados en esta investigación.

2.4.1.3. Inductivo.

Mediante este método, observaremos de manera directa el funcionamiento de la máquina, cantidad de producción y eficiencia, con la finalidad de llegar a una conclusión final sobre el procedimiento que se utilizara para la evaluación del problema de una máquina.

2.4.2. Técnicas de recolección de datos.

En este proyecto de investigación se utilizará técnicas de recolección de datos, con el objetivo de describirlas y saber el estado de sus usos y limitaciones, identificar cuestiones éticas implicadas en la investigación y la manera de garantizar que la información sea propicia para el diseño de una máquina enfocándose en la factibilidad técnica de la económica de la empresa.

2.4.2.1. Observación.

La observación es una técnica que consiste en seleccionar sistemáticamente, ver y grabar el comportamiento de los seres humanos, el propósito es múltiple, permitiendo determinar los procesos realizados en su funcionamiento, la manera como se está realizando, quien lo hace, cuando se lleva a cabo, cuánto tiempo demora, donde se realiza y porque se realiza la investigación.

2.4.2.2. Cuestionario.

Los cuestionarios, tal como los consideramos aquí, son instrumentos independientes de la recopilación de datos, que se administrarán de la manera más

común ya sea por correo postal, por vía telefónica o en línea. Han sido durante mucho tiempo una de las técnicas de recopilación de datos más populares.

Esta técnica nos permite la recopilación de datos de la problemática de la empresa, datos generales y el monitoreo de producción dentro de la fábrica.

2.4.2.3. Entrevista.

Una entrevista es una técnica de recopilación de datos que implica buscar información e interrogantes de la máquina, ya sea de manera individualmente o grupal.

Se mantendrá una audiencia con encargado de producción y el personal encargado del área de mantenimiento, con la finalidad de identificar la problemática y el beneficio de la empresa con el diseño de la nueva máquina.

2.4.2.4. Información bibliográfica.

Esta técnica será utilizada para obtener información adecuada y referencias, tales como guías para el desarrollo de la tesis, para la recopilación de información se utilizarán diferentes fuentes bibliográficas que serán provenientes de internet, libros, revistas, leyes, tesis, publicaciones científicas, etc., teniendo una adecuada información del diseño de una máquina.

2.4.3. Instrumentos de recolección de datos.

2.4.2.5. Análisis de documentos.

Esta técnica consiste en examinar los datos existentes en forma de bases de datos, actas de reuniones, informes, registros de asistencia, registros financieros, boletines informativos, etc. Para comprender las razones principales de producción diaria y su máxima demanda del mercado de telas arpilleras, se recopilarán los registros de ventas y pedidos esta es una forma económica de recopilar información para el diseño.

2.4.2.6. Guía de observaciones.

Las guías de observación las utilizamos para documentar datos relevantes de la desbobinadora existente tales como principio de funcionamiento, eficiencia, tecnología.

2.4.2.7. Guía de entrevistas.

Será realizado al personal encargado de las áreas correspondientes de la fábrica con fines de determinar su grado de satisfacción.

2.5. Procedimiento de análisis de datos

Una vez concluida las etapas descritas anteriormente, se utilizará el análisis estadístico de los elementos primordiales de la estadística descriptiva tales como:

- Describir el estudio estadístico de los datos mediante gráficos, tablas, cuadros, imágenes y otras estadísticas generales que amerite el caso.
- La información recopilada de las entrevistas realizadas, se organizará en cuadros permitiendo vincular las respuestas obtenidas con los criterios adecuados con la finalidad de encontrar una tendencia de necesidades e información que ayuden al desarrollo de la investigación.

2.6. Criterios éticos

Este proyecto de investigación estará basado en términos éticos por dos documentos fundamentales: código de Ética del Colegio de ingenieros (CIP,1999) y el código de ética de investigación de la Universidad Señor de Sipán (USS,2017).

2.4.4. Código de ética del Colegio de Ingenieros del Perú (CIP).

Este documento consigna los principios de responsabilidad, honestidad, dedicación y profesionalismos a seguir por parte del ingeniero en su relación con la comunidad, el público, colegas en el ejercicio de su profesión, todo esto apunta a su desarrollo y competencia dentro de la profesión. así que en sus primeros artículos se menciona a la letra profesionales. (Ver Anexo N° 05).

“Art. 1.- Los ingenieros están al servicio de la sociedad. Por consiguiente, tiene la obligación de contribuir al bienestar humano, dando importancia primordial a la seguridad y adecuada utilización de los recursos en el desempeño de sus tareas profesionales”.

“Art. 5.- los ingenieros cuidaran que los recursos humanos, económicos, naturales y materiales, sean racional y adecuadamente utilizados, evitando su abusos o dispendio, respetaran y aran respetar las disposiciones legales que garanticen la preservación del medio ambiente.”

2.4.5. Código de ética de investigación de la Universidad Señor de Sipán (USS).

Este código se basa en definir la ética y su aplicación en el que hacer de investigación universitaria. Es por esa razón presenta los principios éticos, el consentimiento para uso de datos, las políticas anti plagio y los procedimientos de sanción. A continuación, un resumen de las primeras páginas de este documento (Ver Anexo N° 05).

ART. 2º: Objetivo

El Código de ética de Investigación de la Universidad Señor de Sipán tiene por objetivo definir los principios éticos que orientan la actividad investigativa y su gestión, por las autoridades, investigadores, docentes, estudiantes y egresados de la USS.

ART. 3º: Alcance

El presente código de ética de Investigación es de cumplimiento obligatorio para todas las autoridades académicas, administrativas, docentes, estudiantes, egresados y administrativo de la Universidad Señor de Sipán.

2.7. Principios de rigor científico

En esta investigación se tendrá en cuenta cuatro criterios de rigor científico los cuales se muestran a continuación.

Credibilidad

Se alcanzará cuando se logra la confianza de variable relevantes a través de la averiguación, en la que se acompaña a la realidad ya que no fue alterada por ninguna causa externa.

Generalización

Se trata si la información rescatada de una entrevista o una encuesta este formalmente apropiada y realizada.

Fiabilidad

Tiene como objetivo demostrar la trasparecía del investigador de las mediciones cuando se consiga y pertenezca a una metodología meticulosa y científica.

Replicabilidad

Los registros y métodos estarán orientados a permitir la reanudación de la experiencia con la intención de adelantar la contratación de resultados en proyectos de investigación siguientes.

CAPÍTULO III

RESULTADOS

II. RESULTADOS

3.1. Resultados en Tablas y Figuras.

Diseño del sistema mecánico de cosechado de la papa utilizando el proceso de diseño según norma VDI 2221.

Estudio del mercado:

En la siguiente tabla se muestra el Market Research, estudio de las máquinas existentes con la finalidad de establecer criterios de diseño para el requerimiento de nuestro diseño solicitado.

Tabla 4

Máquinas Existentes

| Pachito verde | DESCRIPCIÓN | VENTAJAS | DESVENTAJA |
|---|--|--|---|
|  <p>https://video.agriexpo.online/video_ag/videos/video-34393.mp4</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p>CARACTERÍSTICAS</p> <p>Tipo de cultivo de melones, de patatas</p> <p>Movilidad montada en tractor</p> <p>Número de hileras</p> </div> | <p>La excavadora de patatas está equipada con un descargador trasero para cada tipo de tractor con un amplificador de potencia de 3 puntos y un interruptor de potencia (TDF).</p> | <p>Fácil traslado</p> <p>Fácil mantenimiento</p> <p>Todo terreno</p> <p>Requiere de un solo operario para su funcionamiento.</p> <p>Costo de la maquina es accesible para el agricultor.</p> | <p>Poca producción de papas</p> <p>Requiere de un tractor para su operación</p> |

| COCECHADORA HC | DESCRIPCION | VENTAJA | DESVENTAJA |
|---|---|---|--|
|  <p>https://video.agriexpo.online/video_ag/videos/video-30846.mp4</p> | <p>Recogedora de cebolla y patata autopropulsada.</p> | <p>muy buen manejo</p> <p>fácil maniobrabilidad</p> <p>Se puede recoger las variedades más delicadas de la cebolla o patatas.</p> <p>Equipada con un potente extractor que expulsa por encima de la máquina el polvo y también la hierba y otras impurezas, haciendo mucho más cómodo el trabajo a los operarios autopropulsada</p> | <p>El mantenimiento es costoso.</p> <p>Para su funcionamiento requiere de 3 a 5 personas.</p> <p>Solo trabaja en terrenos planos.</p> <p>Costo muy caro.</p> |
| <p>CARACTERÍSTICAS</p> <p>Tipo de cultivo de patatas, de cebollas</p> <p>Movilidad autopropulsada</p> <p>Número de hileras</p> <p>1 hilera</p> | | | |
| <p>30846.mp4</p> | | | |

| HC Arrastrada | DESCRIPCION | VENTAJAS | DESVENTAJAS |
|--|--|---|--|
|    <p>https://video.agriexpo.online/video_ag/videos/video-30845.mp4</p> <div data-bbox="105 1653 603 2020" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p style="text-align: center;">CARACTERÍSTICAS</p> <p>Tipo de cultivo de patatas, de cebollas</p> <p>Movilidad de arrastre</p> <p>Número de hileras</p> <p>2 hileras</p> </div> | <p>Recogedora de patatas y cebolla arrastrada.</p> | <p>Está equipado con un potente extractor.</p> <p>Cuenta con un sistema de doble llenado</p> <p>Clasifica la cebolla por tamaños.</p> | <p>Es autopropulsada</p> <p>Costo de mantenimiento es caro</p> <p>Precio costoso</p> <p>El funcionamiento de la maquina es costoso</p> |

| 4UQ-165 | DESCRIPCION | VENTAJAS | DESVENTAJAS |
|--|--|---|---|
|  <p>https://www.agriexpo.online/</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p style="text-align: center;">CARACTERÍSTICAS</p> <p>Tipo de cultivo de patatas</p> <p>Movilidad montada en tractor</p> <p>Número de hileras 2 hileras</p> <p>Potencia del motor Máx.: 118 kW (160,4 hp) Mín.: 92 kW (125,1 hp)</p> <p>Peso en vacío 2.320 kg (5.114,7 lb)</p> <p>Longitud total 5.980 mm (235,4 in)</p> <p>Altura total 1.710 mm (67,3 in)</p> <p>Ancho total 2.590 mm (102 in)</p> </div> <p>es/prod/transce/product-187639-139441.html</p> | <p>La cosechadora de patatas está diseñada y fabricada con tecnología de propiedad intelectual patentada. Se agregan una cuchilla de excavación con espaciado de filas ajustable, un mecanismo de separación de suelo de papa, un mecanismo de separación de plántulas de papa y un dispositivo de recolección y colocación de tubérculos de papa para realizar la separación de papas del suelo y papas de siembra para recolectar y colocar papas.</p> | <p>Aumentar la tasa obvia de patatas, disminuir en gran medida la tasa de daños de las patatas y mejorar obviamente la tasa de producción.</p> <p>sistema de limpieza</p> | <p>Mantenimiento costoso. necesita de un tractor. costo elevado de dicho tractor.</p> |

| AR4BX | DESCRIPCION | VENTAJAS | DESVENTAJAS |
|---|--|---|---|
|    <p data-bbox="129 1442 687 1585"> https://www.agriexpo.online/es/prod/oxbo-international-corporation/product-173916-90430.html </p> <div data-bbox="92 1666 628 2029" style="border: 1px solid black; padding: 10px;"> <p data-bbox="240 1677 512 1711" style="text-align: center;">CARACTERÍSTICAS</p> <p data-bbox="204 1738 512 1771">Tipo de cultivo de patatas</p> <p data-bbox="204 1794 520 1827">Movilidad autopropulsada</p> <p data-bbox="150 1850 384 1883">Número de hileras</p> <p data-bbox="150 1906 368 1939">4 hileras, 2 hileras</p> </div> | <p data-bbox="724 439 967 913"> La cosechadora Ploeger autopropulsada de 3 o 4 filas está diseñada pensando en el cliente: cosechar papas sin compromiso. </p> | <p data-bbox="1002 439 1203 969"> La máquina supera el área total del tamiz: el tren de rodaje está fuera del tamiz y las patatas fluyen suavemente sin grumos </p> | <p data-bbox="1241 439 1474 745"> Mantenimiento costoso. Se necesita de un operador. Consumo de combustible. </p> |

| Hidráulicas | Descripción | ventajas | Desventajas |
|---|---|--|--|
|  <p data-bbox="137 1048 692 1189">https://www.agriexpo.online/es/fabricante-agricola/cosechadora-patatas-1915-2.html</p> <div data-bbox="105 1256 644 1715" style="border: 1px solid black; padding: 10px;"> <p data-bbox="256 1267 528 1301" style="text-align: center;">CARACTERÍSTICAS</p> <p data-bbox="220 1328 536 1361">Tipo de cultivo de patatas</p> <p data-bbox="220 1384 539 1417">Movilidad autopropulsada</p> <p data-bbox="164 1440 400 1473">Número de hileras</p> <p data-bbox="164 1496 384 1529">2 hileras, 4 hileras</p> </div> | <p data-bbox="730 331 932 801">Controla el equilibrio entre una limpieza agresiva y un manejo suave del producto a altas velocidades de transición.</p> | <p data-bbox="986 331 1166 640">No daña el producto Ahorre su tiempo productividad laboral</p> | <p data-bbox="1251 387 1449 696">el consumo de combustible mantenimiento costoso. Se requiere un operador.</p> |

Tabla 5

PATENTES DE COCECHADORAS DE PATATAS

| Denominación de patente | Autor | Año | Descripción |
|--------------------------------|--|------------|---|
| US490596A [20] | James Colgrave | 1893 | La cosechadora de patatas es adecuada para cortar la parte superior de las patatas, sacarlas del suelo, eliminar la suciedad y conservarlas trabajando Ininterrumpido. |
| US2277450A [21] | Frank J. Parr | 1942 | La cosechadora de papas divide los tubérculos y los coloca en un solo lugar. factura Con móvil, eficiente y económico. |
| US4971155A [22] | Nick J. Peturis | 1987 | La cosechadora de papas tiene un área para clasificar el producto de tres maneras dependiendo del tamaño, lo que permite tratamiento de desechos. |
| US5083978A [23] | Erling Royneberg | 1992 | Máquina cosechadora de plantas, cavando dos Cortar la línea y descargar más tarde. |
| US7958942B2 [24] | Klemens Kalverkamp | 2006 | La cosechadora de patatas está equipada con un elevador para separar la cáscara del suelo, y también está disponible una pila cavar. |
| US9615511B2 [25] | David L. Johnson Matthew John Rizzo James R. Schmidt Barry Stott Zane Wesley Unrau | 2017 | Dispositivo separador para una cosechadora de papas, que separa el material de grano del que no lo es, usando múltiples áreas de procesamiento, incluyendo un área de cosecha, un área de comedero, un área de trilla, un área de limpieza y un área de entrega de grano. |

Matriz de necesidades vs métricas

| NECESIDADES | MÉTRICA | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--------------------------|----------------------------------|--|-----------------|---|-----------------------------|--------------------------------|----------------------|-----------------------------------|------------------------------|--------------------------|------------|-----------------------|---------------------|-------------------------------|
| | Mantenimiento preventivo | Condiciones de trabajo requerido | Tiempo de ensamble para el mantenimiento | Costo de piezas | Resistencia del material sobre los esfuerzos. | Seguridad para la operación | Control de esfuerzos excesivos | Costo de manufactura | Composición química de materiales | Tiempo para armado de piezas | Resistencia a la flexión | Masa total | Medidas de la máquina | Precarga de resorte | Accesibilidad al fácil manejo |
| Brinde seguridad la hora de trabajar | x | | | | | x | | | | | | | | | |
| Que no sea muy costosa. | | | | x | | | x | | | | | | | | |
| Fácil de instalar | | | | | | | | | | x | | | | | |
| Uso de materiales garantizados | | | | | | | | | | | x | | | | |
| Piezas resistentes para una mejor vida útil. | | | | | x | | | x | | | x | | | | |
| Seguridad en caso de accidentes | | | | | x | | x | | | | x | | | | |
| Rápidas | | | | | | | | | | | | x | | | |
| Movilización en terrenos dificultosos | | | | | | | | | | | | x | | x | |
| Fácil acceso para su mantenimiento | | | x | | | | | | | | | | | | |
| Adaptable al manejo en el campo | | x | | | | | | | | | | | x | | x |

Interpretación de métricas

| CATEGORÍA | REQUERIMIENTO |
|--------------------------------|---|
| MATERIA PRIMA DE PROCESAMIENTO | Durabilidad de Componentes |
| RENDIMIENTO | Eficiente |
| GEOMETRÍA Y DIMENSIONES | Altura * ancho * profundidad |
| GARANTÍA | Mantenimiento y Reparación |
| MANEJO | Facilidad de operación |
| CONSTRUCCIÓN | Facilidad de Construcción |
| COSTOS | Costos de Reparación y Mantenimiento Costo de Fabricación Costo de Materiales |

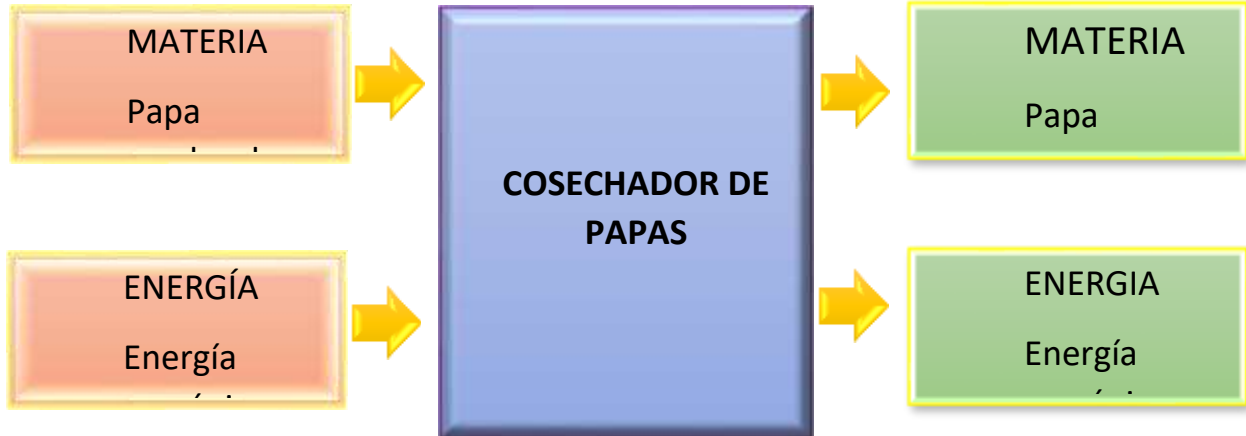
Criterio Ergonomico

El entorno de trabajo garantiza un mejor funcionamiento, seguridad y comodidad. Cuando los operadores dan cuenta de los movimientos relacionados con la máquina en sus operaciones diarias. La máquina debe estar orientada al operador, no orientada al operador. El volante debe ser ajustable en altura y movimiento lateral. Para que el operador obtenga la posición óptima y no pise el piso de trabajo, también debe poder girar hacia atrás para usar herramientas delanteras, como el parabrisas. La máquina debe tener un sistema antivibración, porque el operador está sujeto a fatiga.

| Diferencias de los operarios | Espacio para los movimientos | Ritmo de trabajo | Concentración | Interfaz hombre/ maquina |
|---|--|--|--|--|
| Adaptarse a las diferencias de los operadores <ul style="list-style-type: none"> • Morfología • Fuerza • Resistencia | Proporcionar espacio Suficiente para los movimientos de las distintas partes del cuerpo del operario. <ul style="list-style-type: none"> • Postura • Dinámica | Evitar un ritmo de trabajo determinando por la maquinaria <ul style="list-style-type: none"> • Ritmo • velocidad | Evitar toda supervisión que requiera una concentración prolongada. <ul style="list-style-type: none"> • Vigilancia • Operaciones mentales. | Adaptar interfaz hombre/ maquina a las características previsibles de los operadores <ul style="list-style-type: none"> • Factores visuales • Factores auditivos • Sensibilidad • Factores |

Caja negra (“Black - Box”)
















Nos permite identificar magnitudes básicas de entrada y salida: materia, energía y señales.






- ENTRADAS DEL SISTEMA MATERIAL.
Papa sembrada
- ENERGIA
Fuerza principal de transmisión de potencia que se por medio del motocultor.
- SALIDAS DEL SISTEMA
Papa cosechada
- ENERGIA: vibraciones, calor.

Matriz morfológica

La matriz morfológica compara opciones de diseños para las diferentes partes de las maquinas o productos. La comparación de soluciones es, el motivo central del diseño, que agrupa y esquematiza las ideas, para lo cual se recurre a un análisis morfológico.

| FUNCIONES | SOLUCIONES | | | |
|---------------------------|---|--|---|--|
| | 1 | 2 | 3 | 4 |
| TIPOS DE REJAS | Reja Excavadora Lateral  | Reja Excavadora Frontal  | Disco Corta hiervas  | Cinta excavadora  |
| TIPOS DE CUCHILLAS | Cuchillas para Cultivadores Fijos  | Cuchilla para Apero Cosechador  | Cuchilla para Doble Surco  | Cuchilla Extendible para Arado Reversible  |
| MATERIAL DE LA CUCHILLA | Madera | Acero con Alto Contenido de Carbono | Acero con Bajo Contenido de Carbono | Plástico |
| MATERIAL DE LA ESTRUCTURA | AISI 304 (ACERO INOXIDABLE) | ASTM A - 1200 (ALUMINIO) | ASTM A - 500 | |
| TIPO DE NEUMATICOS | Rueda Lisa de Hierro de Ø 4 Pulgadas  | Rueda de Nylon con Fibra de Vidrio Ø 5 Pulgadas  | Rueda con Banda de Goma 12 Pulgadas  | Rueda para Motocicleta de 309 x 400  |
| TIPO DE ACCIONAMIENTO | Accionamiento Animal  | Accionamiento Autopropulsado  | Accionamiento Manual  | |

| | |
|-------------|---|
| Alternativa |  |
| 1 | |

| | |
|--------------------------------|---|
| Alternativa 2 |  |
| Alternativa 3 |  |

Selección de alternativas

La prioridad del diseño es generar soluciones mediante un conjunto de ideas, las cuales son esquematizadas y representadas en una matriz morfológica. El análisis de las alternativas, se lo realiza basándonos en parámetros de diseño.

Las posibles soluciones son las siguientes.

Alternativa 1

La máquina estará equipada con una hoja frontal especialmente diseñada para arrancar patatas, fabricada en un material con alto contenido de carbono y alta resistencia al desgaste.

Para el mercado nacional y local, se integra a una estructura de material flexible, duradero, forjado y de fácil disponibilidad: por ejemplo, acero ASTM - A - 500, que es accionado por ruedas de caucho esencialmente para motocultor.

VENTAJAS

DESVENTAJAS

| | |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Materiales de fácil adquisición • Buen rendimiento en el trabajo • Fácil de construir • Costos aceptables para su construcción • Alta resistencia al desgaste de las cuchillas | <ul style="list-style-type: none"> • Peligro de proyección de piedras • Requiere de mantenimiento constante • Mayor peso • No apta para superficies degradadas. |
|--|---|

Alternativa 2

Consiste en una rejilla excavadora con un frontal, como en el caso anterior, con una hoja especial para ranuras dobles, fabricada en material duro y de muy buena durabilidad.

En los mercados nacionales y locales, se incorpora a un material estructural que es a la vez dúctil, duradero, maleable y fácilmente disponible: como el acero ASTM - A - 500. Para el transporte utiliza neumáticos de uso común en motocicletas, y debido a su buena tracción, todo el sistema es accionado por un motor tractor autopropulsado.

VENTAJAS

DESVENTAJAS

| | |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Materiales de fácil adquisición • Fácil de construir • Costos aceptables para su construcción | <ul style="list-style-type: none"> • Corte de menor fuerza • Descaste de las cuchillas • Bajo rendimiento de trabajo • Peligro de proyección de piedras • Requiere de mantenimiento constante • Mayor peso • No apta para superficies grandes |
|---|--|

Alternativa 3

Compuesto por una rejilla lateral de excavadora con una cuchilla excavadora de papas fabricada en material de alta resistencia al desgaste, este conjunto de cuchillas está integrado a la estructura debido a su alto contenido de carbono. Materiales de resistencia media a la corrosión como el acero inoxidable AISI 304 es movida por ruedas de goma comúnmente montacargas, y todo el sistema es operado manualmente.

VENTAJAS

DESVENTAJAS

| | |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Materiales de fácil adquisición. • Fácil de construir. • Alta resistencia al desgaste de cuchillas. • Costos aceptables para su construcción • Estructura de material resistente a la corrosión. | <ul style="list-style-type: none"> • Costos altos para su fabricación • Materiales de difícil adquisición • Bajo rendimiento de trabajo • Peligro de proyección de piedras • Requiere de mantenimiento constante • No apta para superficies grandes |
|--|---|

Diseño conceptual

El diseño conceptual se define como la fase o etapa del proceso de diseño que toma el planteamiento del problema, para luego generar amplias soluciones de manera esquemática.

Descripción del cosechador.

El prototipo de la herramienta diseñada y sus capacidades analíticas con el método de elementos finitos incluirán elementos para extraer la papa del suelo y luego transportarla a una criba, a través de las vibraciones generadas por el motor del timón, permitirá tamizar la posible presencia en sólidos forma del elemento tierra.

El tamiz es una parte esencial de la máquina y su trabajo es mantener las papas en el suelo.

El diseño de la máquina debe ser lo más simple posible, ya que estará unida al timón y no creará demasiado peso.

Diseño preliminar de detalle

El diseño detallado está definido por una definición generada por el plano y la memoria asociada y estará representado por un plano cuyo propósito principal es definir y generar detalles de fabricación o construcción.

- Para diseñar un implemento cosechador de papas para el motocultor DF – 15L, se deben tomar en cuenta las siguientes consideraciones: → Invertir el sentido de giro de la toma de fuerza del motocultor, debido a que por configuraciones de fábrica este no puede ser aprovechado para el diseño deseado.
- Para el diseño del implemento se trabajará con los mismos parámetros de fábrica establecidos en el implemento estándar de la máquina.

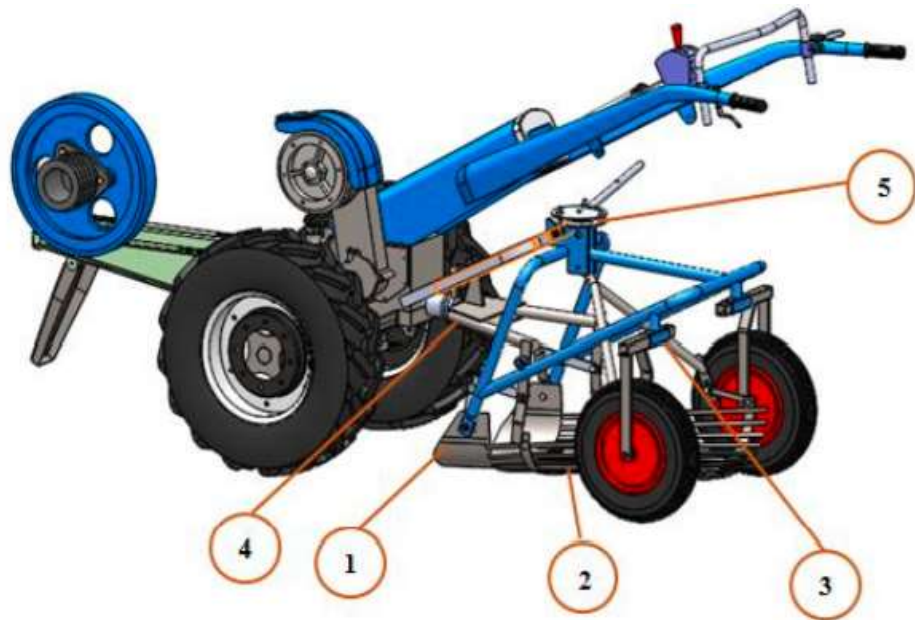


Figura 6 Bosquejo de la maquina cosechadora de papas

Designación de los componentes

| ÍTEM | DESIGNACIÓN | FUNCIÓN |
|------|-------------------------|---|
| 1 | Cuchilla | Separa la papa de la tierra, lista para ser clasificada y empacada |
| 2 | Rejilla | Ayuda en la separación de las papas y la tierra. |
| 3 | Soporte de Cuchilla | Abarcar el surco completo con una curvatura convexa hacia najo para llegar a una profundidad, asegurando de sacar las papas sin cortarlas. |
| 4 | Sistema de Acoplamiento | Acoplar la carga de impacto o choque que va actuar en el diseño del bocin |
| 5 | Sistema de regulación | Regula la rejilla, aumentado el Angulo de forma horizontal así disminuye el grado de inclinación. Y también da dirección a las ruedas delanteras. |

3.2. Discusión de resultados

Dimensionamiento del sistema mecánico de cosechado de la papa, mediante cálculos y selección de elementos electromecánicos según las solicitaciones de carga.

Diseño de la Cuchilla excavadora de papas:

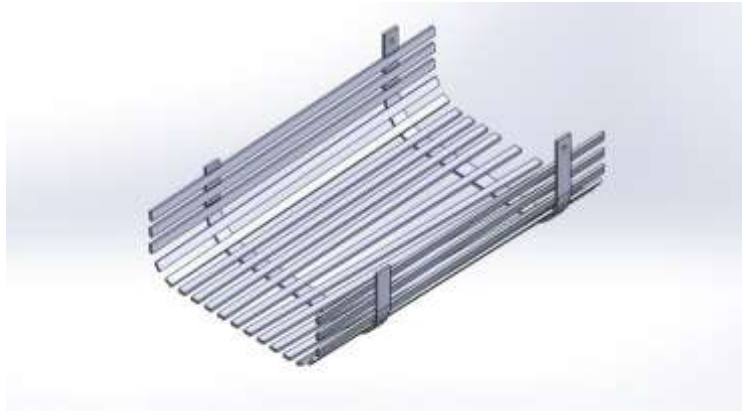


IMAGEN 1 REJILLA

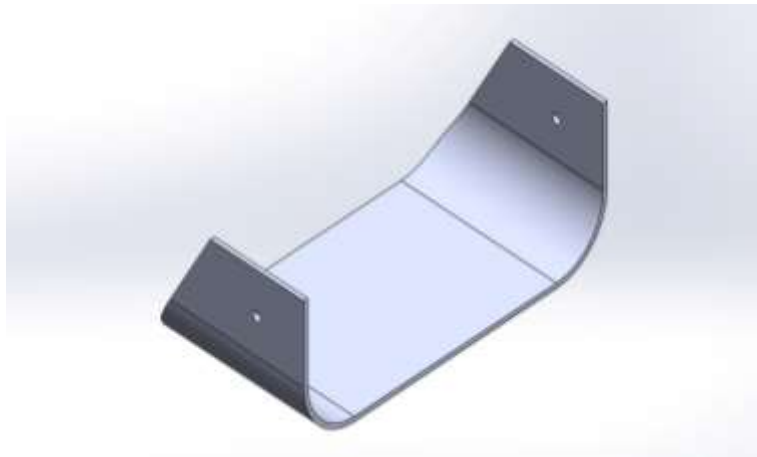


IMAGEN 2 CUCHILLA

Dimensionamiento:

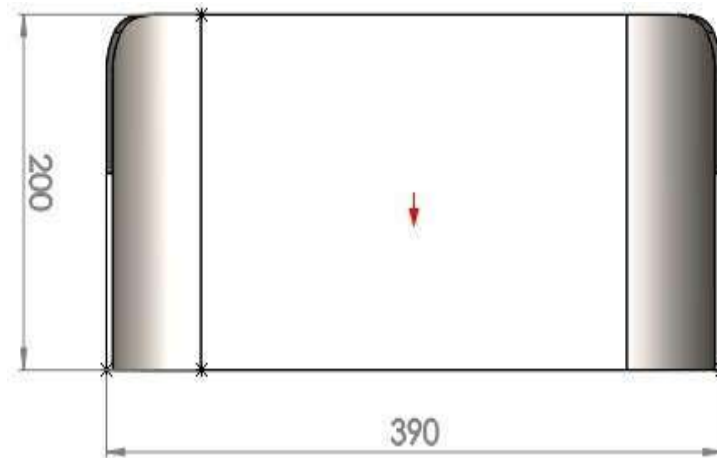
La profundidad de la cuchilla utilizada en la cosechadora de patatas diseñada estará determinada por la profundidad de plantación recomendada de 15 a 20 cm. (Tacuri et al. 2002).

Por lo tanto, por razones de seguridad, al determinar la dimensión de profundidad de inserción (b), utilizamos el valor máximo recomendado, que es de 20 cm = 200 mm.

Ancho de la Cuchilla:

Se basa en un cierto ancho (l) del Tiller, así que se tomó la dimensión de longitud como 390 mm.

Por lo tanto, puede especificar que el tamaño de la hoja sea: 390x200 mm. Estas dimensiones se incorporarán al diseño y se utilizarán para un análisis adecuado.



Dimensión de la Cuchilla

Material:

La elección del material se basa en la disponibilidad, el costo y la resistencia del mercado.

Resistencia:

El material utilizado debe ser un metal que sea resistente al desgaste excesivo o medios altamente corrosivos, como el acero al carbono medio. Este acero contiene entre 0,43% y 0,50% de carbono. Cabe señalar que a medida que aumenta el contenido de carbono del acero, también aumenta la resistencia a la corrosión y la dureza.

El alto contenido de carbono ofrece una mejor resistencia al desgaste y es adecuado para aplicaciones que requieren filos de corte duraderos y superficies frecuentemente abrasivas, y estos aceros se requieren para la fabricación de muchas partes de herramientas, cuchillos, cinceles e implementos agrícolas. (Roberto, 2006)

Disponibilidad en el mercado:

Cabe señalar que el acero al carbono es un material que está fácilmente disponible en los mercados locales, provinciales y nacionales como estructuras y edificios sin ningún inconveniente en términos de disponibilidad de mercado.

Costo:

Cabe señalar que el acero al carbono es el más económico del mercado. En base a estos parámetros, como durabilidad, disponibilidad de mercado y costo, se seleccionaron los siguientes materiales: acero al carbono AISI 1045, que es de muy fácil manejo, se utiliza para fabricar los ensambles, partes de maquinaria, herramientas agrícolas, etc. y la composición química es equivalente a: C (0.43% - 0,50 %), manganeso (0,60 % - 0,90 %).

Cargas:

Cálculo de la Fuerza de Corte

La carga principal a soportar por el arado, es la fuerza requerida para traccionar la herramienta de labranza, la misma que dependerá de las características del suelo, tomándose como parámetros el ancho y profundidad de trabajo.

Para obtener la fuerza de corte se procede de la siguiente manera:

$$F = CL * b(m) * l(m)$$

Dónde:

CL = Coeficiente de Labranza, en Kgf/dm^2 .

b = Profundidad de la cuchilla, igual a 200 mm = 0,20 m

l = Ancho Operativo de la cuchilla, igual a 390 mm = 0,39 m

Tabla 6

Valores referenciales de coeficientes de labranza.

| ESTADO DEL SUELO | COEFICIENTE DE LABRANZA (CL) Kgf/dm^2 |
|-----------------------------------|---|
| TIERRA MUY SUELTA | 30 |
| TIERRA SUELTA | |
| TIERRA MEDIANA | 30 - 40 |
| TENDIENDO A COMPACTADA | 40 - 60 |
| TIERRA COMPACTADA | 60 - 80 |
| | 80 - 100 |

Se debe tener presente que la papas no soportan suelos compactos, ya que el mismo se debe encontrar suelto en el entorno de las raíces y tubérculos deseados, con un buen drenaje o va a ver problemas con el desarrollo de la misma, por lo que el valor del Coeficiente de Labranza CL máximo recomendado para Tierra Suelta es $40 Kgf/dm^2$

Por lo que la Fuerza de Corte es:

Remplazando en la ecuación (1) se tiene:

$$F = 40 \left(\frac{Kgf}{dm^2} \right) * 0,20 (m) * 0,39 (m) * \frac{(10 dm)^2}{1 m^2}$$

$$F = 312 Kgf * \frac{9,8 N}{1 Kgf} = 3057,6N$$

Esta carga será aplicada en la cuchilla, para la cual se comprobará la resistencia de la misma.

Solución de Análisis:

Para obtener la solución deseada primeramente se debe agregar el sistema al Método de Elementos Finitos.



Cuchilla

Procedemos a seleccionar el estudio a realizar el cual es un estudio estático.

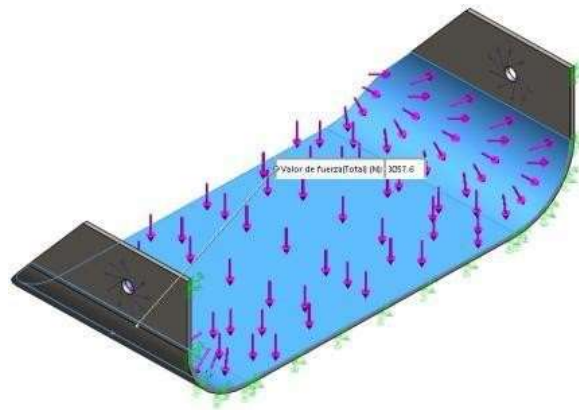
Estudio Estático de la cuchilla



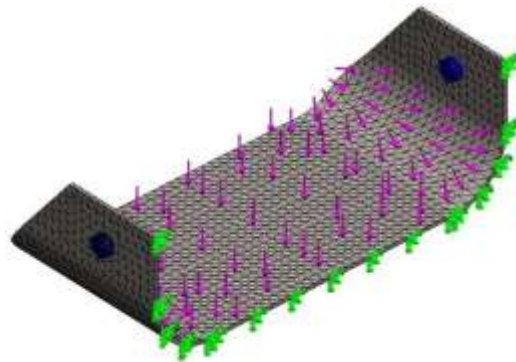
La conexión y apriete se realizará a mano mediante pernos ubicados en puntos estratégicos con la geometría fija más adecuada y más próxima a la

geometría real. Las fuerzas se aplican de la misma manera que se aplican a las aspas de la placa, la fuerza se calcula como $3057.6N$.

Cargas Asignadas



El mallado se lo hará de manera automática mediante la opción planteada.



Malla Aplicada

Resultados

Tensión Equivalente en escala del VON Mises

Según los resultados dados de las Tensiones producidas, en la escala de VON Mises es aceptable, en vista que se puede distinguir la zona donde se produce una mayor tensión, la cual es en la parte central de la cuchilla con un valor mínimo de $2,971e+007$ (N/m^2) despreciable en la cosecha.

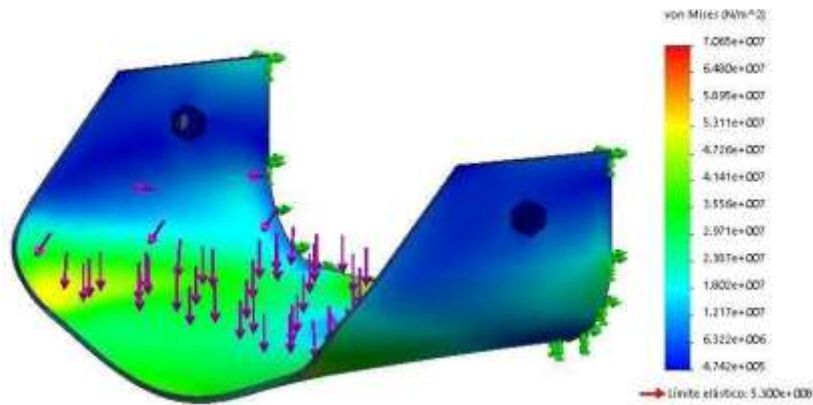


Figura 7 Análisis de resultados de tensiones VON Mises N/m²- Cuchilla

Deformación Total

Mediante los resultados dados en base a la deformación máxima es aceptable en vista que se puede distinguir que la zona central de la cuchilla, sufre mayor deformación, la cual es mínima de $5,937e+005$ despreciable en la cosecha.

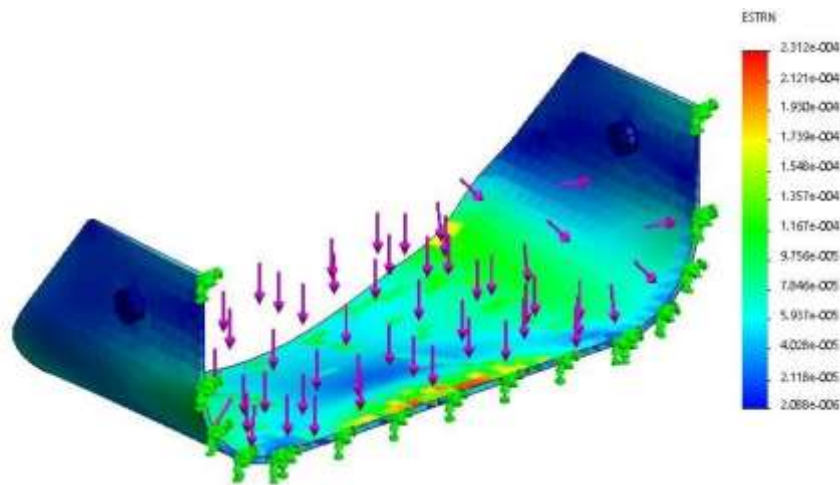


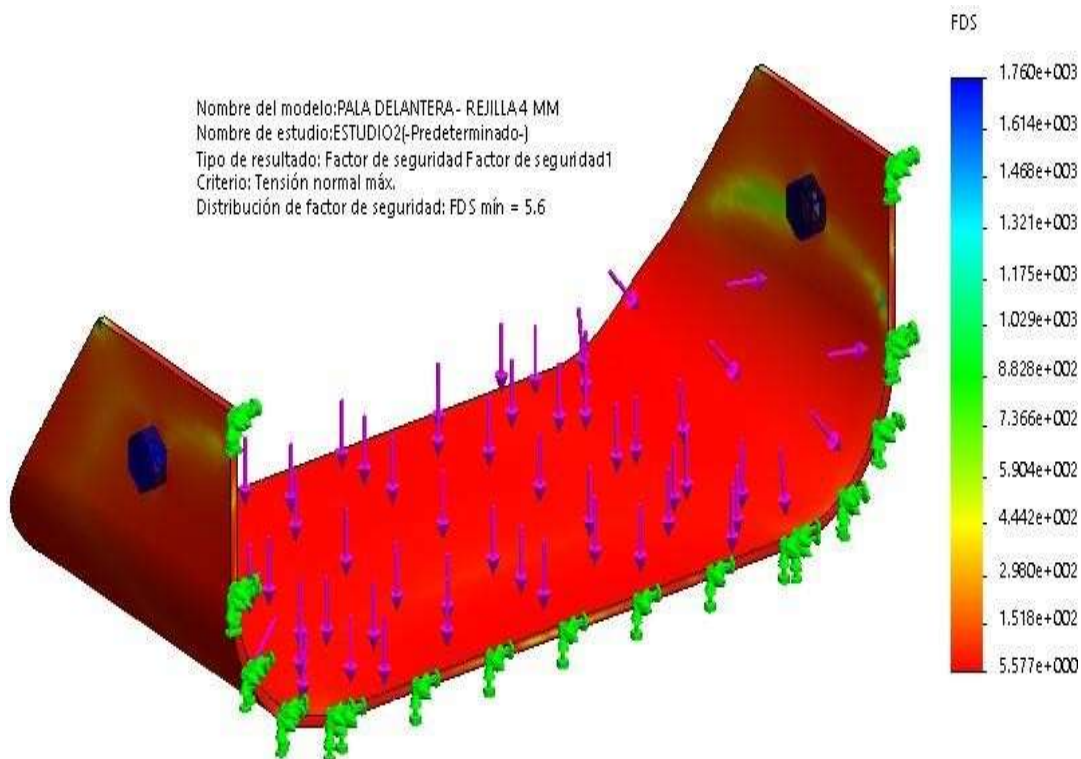
Figura 8 Análisis de resultados de deformación – Cuchilla

Coefficiente de seguridad

Una vez dados los resultados del factor de seguridad, en base a criterios como es la tensión normal máxima, se puede concluir que la

Figura 4 Factor de seguridad basándonos en el criterio normal máximo – Cuchilla

misma es aceptable, por ser mayor a 1, como es un factor de seguridad mínimo de 5,60.



Análisis de la rejilla y excavadora de papas



Dimensión de la rejilla y cuchilla

Profundidad de la Rejilla:

La profundidad está determinada por las medidas dadas por el tractor de empuje Yuantong DF-15L, por lo que el tamaño máximo es de 650 mm para que pueda cosecharse correctamente sin inconvenientes durante el arado.

Ancho operativo de la rejilla:

Se basa en función del ancho dado del Motocultor, por lo que se toma como dimensión 390mm de anchura.

Por lo que se concluye que las dimensiones de la rejilla son: 390x650 mm

Material

Los materiales se seleccionarán en función de la resistencia, la disponibilidad en el mercado y el costo, de forma similar a las hojas.

Resistencia

Los materiales se seleccionarán en función de la resistencia, la disponibilidad en el mercado y el costo, de manera similar a la lámina de metal.

Disponibilidad en el mercado

La disponibilidad del mercado es un factor importante en la selección de materiales, por lo que se utilizará acero al carbono, fácilmente disponible en los mercados locales, provinciales y nacionales, por ejemplo, aceros estructurales y estructurales.

Costo

Se debe tener en cuenta que los aceros al carbono, son los más económicos que se pueden adquirir en el mercado. En base a estos parámetros como son: la resistencia, disponibilidad en el mercado y costo, se ha elegido el: Acero al Carbono AISI 1045, el cual es muy fácil de trabajar, utilizado para la fabricación de partes de Maquinaria, Herramientas Agrícolas, etc.

Calculo de la fuerza de corte

La carga principal que debe soportar el arado, es la fuerza requerida para traccionar la herramienta, la cual, tal como en el caso de la cuchilla, dependerá de las características del suelo, tomándose como parámetros el ancho y profundidad de trabajo.

Para obtener la fuerza de corte se procede de la siguiente manera:

$$F = CL * b(m) * l(m)$$

Dónde:

CL = Coeficiente de Labranza en Kgf/dm^2 .

b = Profundidad de la rejilla igual a 650 mm = 0,65 m

l = Ancho Operativo de la cuchilla, igual a 390 mm = 0,39 m

Se debe tener presente que la papas no soportan suelos compactos, ya que el mismo se debe encontrar suelto en el entorno de las raíces y tubérculos deseados, con un buen drenaje o va a ver problemas con el desarrollo de la misma, por lo que el valor del Coeficiente de Labranza CL máximo recomendado para Tierra Suelta es 40 Kgf/dm^2 .

Reemplazando en la ecuación se tiene la fuerza de corte es:

$$F = 40 \left(\frac{Kgf}{dm^2} \right) * 0,65 (m) * 0,39 (m) * \frac{(10 dm)^2}{1 m^2} = 1 014 Kgf * \frac{9,8 N}{1 Kgf} = 9937,2N$$

Esta carga será aplicada en la rejilla, para la cual se comprobará la resistencia de la misma.

Solución de Análisis:

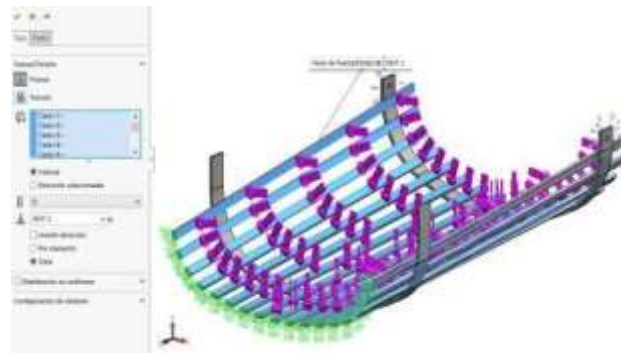
Para obtener la solución deseada primeramente se debe agregar el sistema al Método de Elementos Finitos.

Por lo que se procede a seleccionar el Estudio a realizar, el cual es un Estudio Estático.



Estudio estático – Rejilla

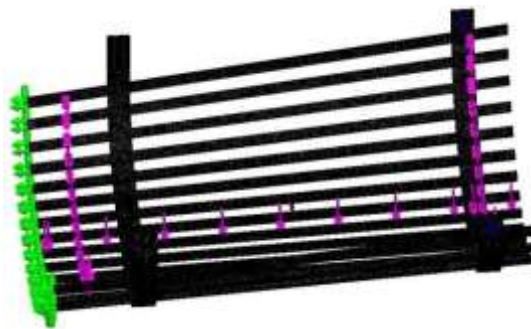
Las conexiones se hacen en forma manual mediante pernos ubicados en los puntos estratégicos, al igual que las sujeciones con Geometría Fija más adecuada, donde se colocan las Fuerzas de manera real cómo actúan en la rejilla con un valor calculado de 9937,2 N.



Cargas Asignadas

El mallado se lo hará de manera automática mediante la opción planteada.

Malla Aplicada



Resultados:

Tensiones Equivalentes en escala:

Según los resultados dados de las tensiones producidas, en la escala

de VON Mises es aceptable, en vista que se puede distinguir la zona donde se produce una mayor tensión, es en la parte inferior de la rejilla con un valor mínimo de $5,180e+008$ (N/m^2), despreciable en la cosecha.

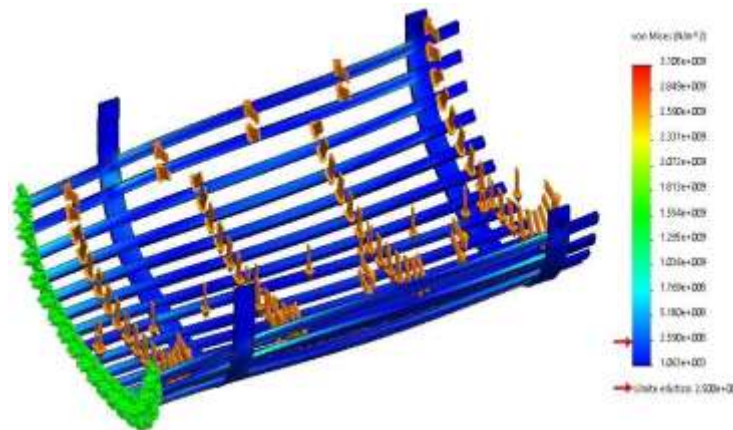


Figura 9 Análisis de resultados de tensiones según la escala de VON Mises (N/m^2)

Deformación Total:

Mediante los resultados dados en base a la deformación máxima es aceptable en vista que se puede distinguir la zona inferior, como la parte donde se da una mayor deformación en la rejilla, la cual es mínima de $1,079e+003$ despreciable en la cosecha.

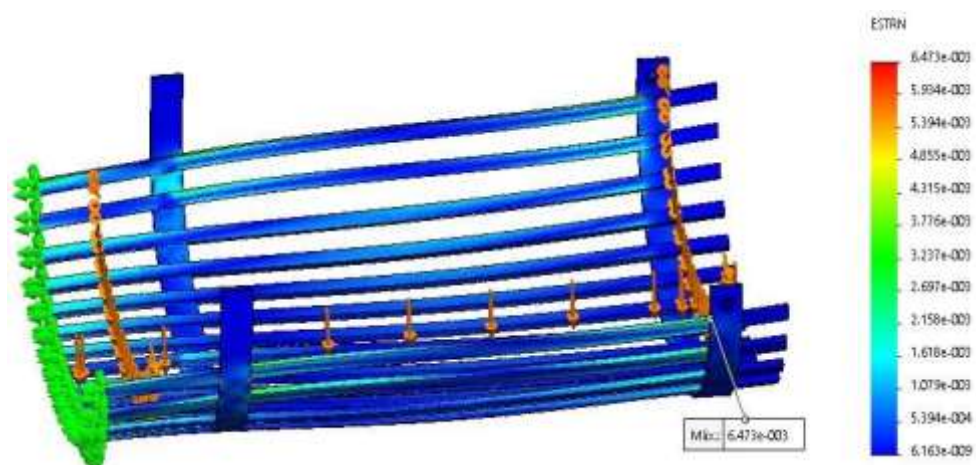


Figura 5 Análisis de resultados de deformación – Rejilla

Coefficiente de Seguridad:

Una vez dados los resultados del factor de seguridad, en base a criterios como es la tensión normal máxima, se puede concluir que la misma es aceptable, por ser mayor a 1, como es un factor de seguridad mínimo de 4,60.

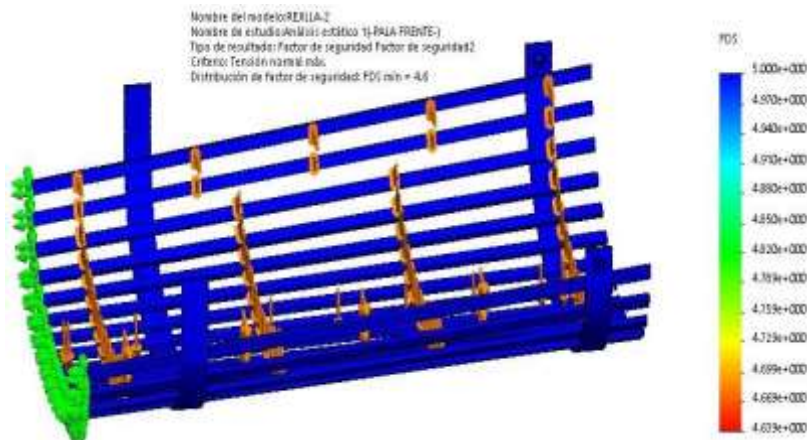


Figura 6 Factor de seguridad basándonos en el criterio normal máximo – Rejilla

Separación de platinas en la rejilla:

Para dimensionar la separación existente entre las platinas que conforman la rejilla, se procede a basarse en el tamaño de las papas, centrándose en las de menor diámetro que es de 30 mm, que según la norma INEN 1516: 2012 las categorías del tubérculo son:

Tamaño de la papa:

Tabla 7

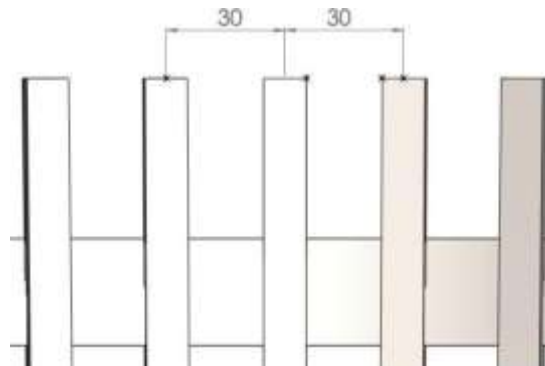
Categorías del Tubérculo

| TIPO - CATEGORÍA | DIAMETRO (MM) |
|--------------------|-----------------------|
| GRADO NO. 1 | 65 EN ADELANTE |
| GRADO NO. 2 | 45 - 64 |
| GRADO NO. 3 | 30 - 44 |

Fuente: (INEN, 2012)

Por lo expuesto anteriormente, se da que la separación más apropiada que deben tener las placas de la rejilla entre si es de 30 mm

División de la rejilla



Concertadores de esfuerzos de la rejilla:

Los posibles puntos, donde se hallan la mayor parte de esfuerzos concentrados, mediante la utilización del software CAD-CAE en la rejilla son 8 puntos los cuales son: Figura 34.

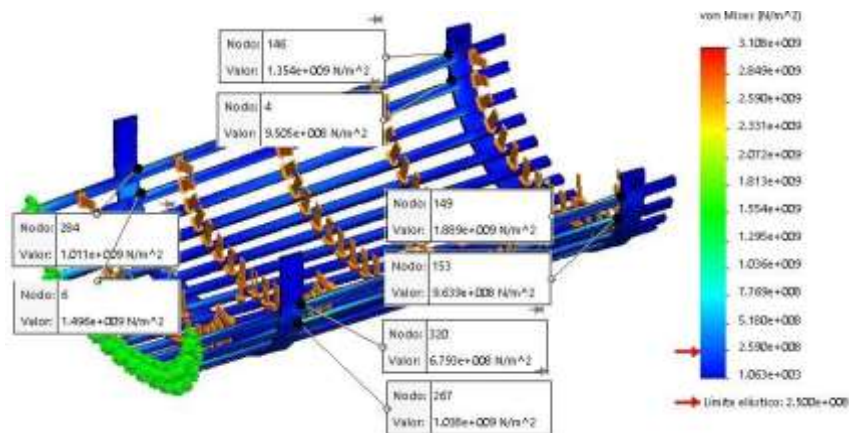


Figura 72 Concentradores de esfuerzo en la rejilla.

En conclusión, se puede demostrar que la mayor concentración de tensiones se encuentra en la parte superior izquierda (nodo 149), donde la mayor tensión es $1,889e 009 \text{ (N/m}^2\text{)}$, la cual aumenta con el tiempo debido a la abrasión y reduce la tensión del material. propiedades en el campo.

La solución fue colocar una tabla semicircular hecha de un material más duradero para ayudar a que la barra encajara y reducir el esfuerzo de enfocar en el lugar designado.

Soporte de la Cuchilla

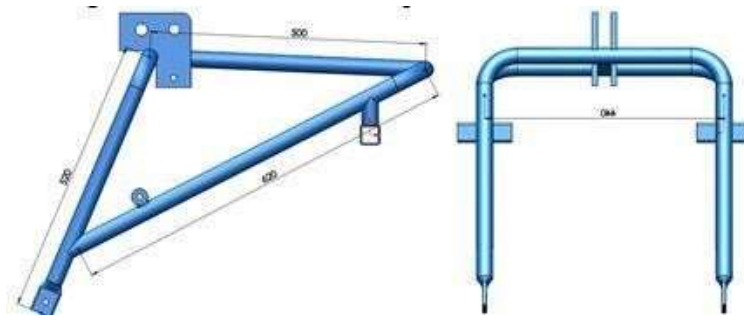


Figura 83 Dimensiones del soporte de la cuchilla

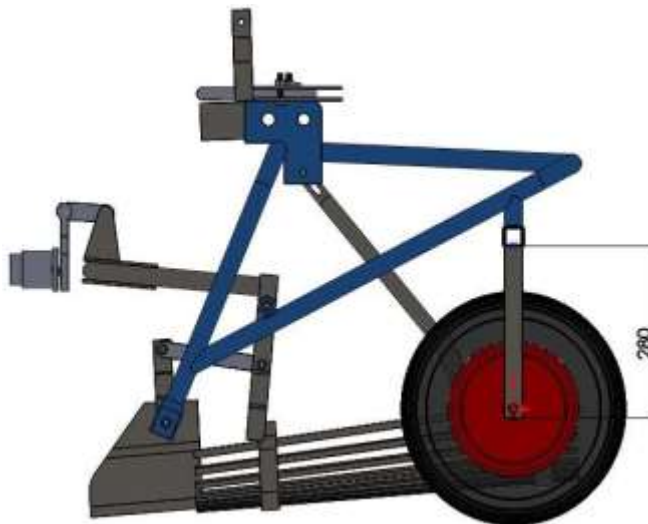


Figura 14 Dimensiones de los sujetadores de ruedas del apero

Tabla 3*Presupuesto detallado del mecanismo de cosechado**Fuente: Propia*

| PRESUPUESTO DEL MECANISMO DE COSECHADO - Estructura | | | |
|--|-----------------|-------------------|--------------------|
| Estructura | Cantidad | Costo unit | Subtotal s/ |
| plancha de acero de 3 mm de x 2000 x 4000 | 1 | 1200 | 1200 |
| tubo cuadrado de 2.5 pulg x 200 mm de longitud | 1 | 50 | 50 |
| Plancha de acero 2mmx10mmx1m | 2 | 25 | 50 |
| TOTAL | | | 1300 |

| PRESUPUESTO DEL MECANISMO DE COSECHADO - Accesorios | | | |
|--|-----------------|-------------------|--------------------|
| Accesorios | Cantidad | Costo unit | Subtotal s/ |
| Llantas | 2 | 200 | 400 |
| Chumacera | 2 | 15 | 30 |
| Acople mecánico | 1 | 200 | 200 |
| TOTAL | | | 630 |

| PRESUPUESTO DEL MECANISMO DE COSECHADO - consumibles | | | |
|---|-----------------|-------------------|--------------------|
| Consumible | Cantidad | Costo unit | Subtotal s/ |
| Soldadura | 1Kg | 90 | 90 |
| Disco de corte 4 pulg. | 2 | 10 | 20 |
| Disco de desbaste 4 pulg. | 2 | 10 | 20 |
| TOTAL | | | 130 |

| PRESUPUESTO DEL MECANISMO DE COSECHADO – Mano de Obra | | | |
|--|-----------------|-----------------------|--------------------|
| MANO DE OBRA | CANTIDAD | COSTO UNIT | SUBTOTAL S/ |
| Mano de obra manufactura | 1 | 1200 | 1200 |
| Mano de obra de pintura | 1 | 120 | 120 |
| TOTAL | | | 1320 |

| PRESUPUESTO DEL MECANISMO DE COSECHADO - Resumen | |
|---|------------------|
| Resumen | MONTOS S/ |
| Estructura | 1300 |
| Accesorios | 630 |
| Consumible | 130 |

| | |
|---------------------|-------------|
| Mano de obra | 1320 |
| Otros | 200 |
| Subtotal | 3580 |
| IGV 18% | 644.4 |
| TOTAL | S/. 4224.40 |

La inversión económica inicial requerida para construir el mecanismo cosechador de papas es de S/. 4224.40, este monto comprende el costo de la estructura, los accesorios, consumibles y mano de obras.

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones:

- El procedimiento de diseño según norma VDI 2221 permitió determinar el diseño conceptual para el mecanismo cosechador de papas según requerimiento de cosecha del tubérculo en los cultivos ubicados en zonas rurales.
- Para el dimensionamiento del sistema extractor de papas se determinó una fuerza de corte de 3.057 KN considerando un coeficiente de labranza máximo para la tierra suelta con un valor de 40 Kgf/dm², esto permitió establecer el dimensionamiento de la cuchilla de corte la que se validó con software de simulación CAE, obteniendo un factor de seguridad de 5.60, aceptable.
- El sistema estructural de soporte soportará 3093.38 Kgf que incluye el peso de los componentes y de un operador; su validación con software CAE para determinar su funcionalidad basado en criterio de resistencia mecánica nos arrojó un resultado de 3.2 como factor de seguridad, lo que indica que resistirá las cargas solicitadas.

Recomendaciones:

- El estudio de la incorporación del uso de materiales alternativos como fibra de carbono o polímeros como propuesta de utilización en el diseño y fabricación de piezas sometidas a desgaste sería una de las recomendaciones para esta investigación.
- Utilizar dinamómetros para determinar las fuerzas de arrastre para la extracción de los tubérculos con herramientas artesanales (yunta).

REFERENCIAS

REFERENCIAS

- Albaidamaquinas. (2013). *Albaidamaquinas*. Obtenido de <http://albaidamaquinas.com/minirroll-ultraso/>
- CHAINS, C. D. (2015). *GRAUPE, S.A. - CADENAS JORESA*.
- Chiclayo.infoinfo. (2016). *chiclayo.infoinfo*. Obtenido de <https://chiclayo.infoinfo.com.pe/busqueda/sacos>
- cip-trujillo.org. (04 de 04 de 1999). *cip-trujillo.org*. Obtenido de http://www.cip-trujillo.org/multimedia/documentos_normativos/pdf/cetica.pdf
- CORP, T. D. (2018). *TOUGU DENKI INDUSTRY CORP*. Obtenido de <http://www.tougu.com.tw/es/introduction.php?Key=2>
- COS.T.A. (2013). Obtenido de COS.T.A: <http://www.costaimpanti.com/costaimpanti/esp/accoppiati-tessuti-film-pelli/film-e-tessuti/macchine-accoppiati.html>
- Emmanuel Awuah, J. Z. (May de 2022). Parametric analysis and numerical optimisation of Jerusalem artichoke vibrating digging shovel using discrete element method. *Soil and Tillage Research*, 219.
- FAOSTAT, R. o. (s.f.). *Food and Agriculture Organization of the United Nations*. Obtenido de <https://www.fao.org/faostat/en/#home>
- G.S. Saqib, M. W. (2018). Vibratory diggers for harvesting sweet potatoes in cloddy soils. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 34(1), 53-61.
- GARRIDO. (2018). *sales@garridousa.com*. Obtenido de <http://www.garridousa.com/website/esp/?p=machine-info&id=177>
- Hawkins, W. E. (2003). *The Plastic Film and Foil Web Handling Guide*. United States of America: Library of Congress Cataloging-in-Publication Data.
- Hotset. (2017). RESISTENCIAS Y EQUIPOS CALEFACTORES hotset. 46.
- Ibrahim Issa Mohamed Issa, Z. Z.-K. (March de 2020). Design, ANSYS analysis and performance evaluation of potato digger harvester. *International Agricultural Engineering Journal*, 29(1).
- Ingemecanica. (12 de Marzo de 2019). *Ingemecanica, ingenieria, consultoria y Formación*. Obtenido de <https://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn127.html>
- International, A. (2017). *standards.globalspec.com*. Obtenido de <http://standards.globalspec.com/std/709086/asme-ansi-b106-1m>
- Kang, W. W. (2017). Developing a small commercial vibrating potato digger - Assessment of kinematic design parameters. *Applied Engineering in Agriculture*, 21, 807-811.

Machine desing specialists powell engineering, I. (2012). *http://www.powellengineering.com*. Obtenido de http://www.powellengineering.com/specialty-unwind-rewind-configurations.html#surface_driven2

machinery, A. c. (2014). *Advanced converting machinery*. Obtenido de <http://jusasl.com/adh-ecoline/>

Mani Nagar, A. G. (s.f.). *Viva Engineering*. Obtenido de <https://www.indiamart.com/vivaengineering/slitting-machine.html>

MERLIN, L. (2016). Obtenido de http://www.leroyermerlin.es/productos/herramientas/soldadura/soldadura_de_llama/como-elegir-equipos-de-soldadura.html

mtorres40. (s.f.). *mtorres40*. Obtenido de <http://www.mtorres.es/es/content/tgr>

N G Bayboboev, J. M. (2021). Design of small potato diggers. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*.

Nisbett, R. G. (2008). *Diseño en ingeniería mecánica de shigley*. México, D. F.: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.

Nisbett, R. G. (2008). *Diseño en ingeniería mecánica de Shigley*. México: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.

Norsac. (2016). *Norsac*. Obtenido de <http://www.norsac.com.pe/nuestra-historia/>

Pasaban. (2017). *Pasaban*. Obtenido de <http://www.pasaban.com/en-UK/file/34/unwinders>

PPETROQUIM Tecnología y Servicios de Polipropileno. (2019). Obtenido de <http://www.petroquim.cl/petroquim/>

Procomsac. (6 de 2018). *Procomsac*. Obtenido de http://www.procomsac.com.pe/website/quienes_somos.php

Quiminet.com. (2019). *Quiminet.com informacion y negocios segundo a segundo*. Obtenido de <https://www.quiminet.com/articulos/propiedades-del-polipropileno-2671066.htm>

Rajvanshi, S. (22 de Enero de 2017). *Engineer Gallery*. Obtenido de <http://www.engineersgallery.com/paper-cutting-and-rewinding-machine-mechanical-project/>

Rollsformingmachines. (2017). *rollsformingmachines*. Obtenido de <http://es.rollsformingmachines.com/accessories-equipment/52166233.html>

Spring, L. (2017). Serie 23 Catálogo de Productos. *RESORTES DE CATÁLOGO & HECHOS A LA MEDIDA*, 171.

uss.edu.pe/uss. (2017). *uss.edu.pe/uss*. Obtenido de http://www.uss.edu.pe/uss/Descargas/1025/Archivos/MV1_1_Codigo_Etica_V3.pdf

Uzbekistan, R. o. (s.f.). Obtenido de <https://stat.uz/uz/>

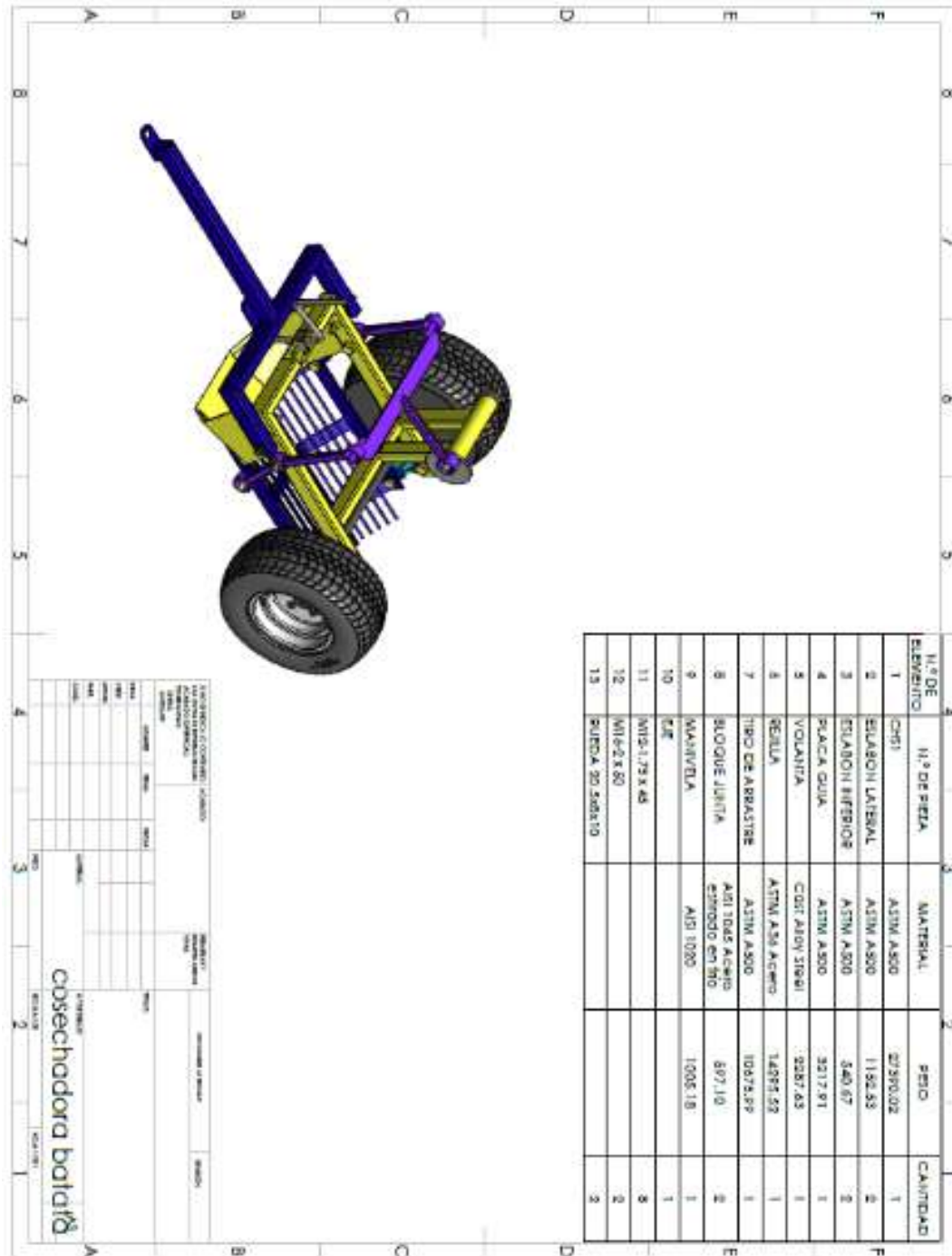
world, S.-E.-D. t. (2018). CATALAGÓ SEW EURODRIVE -Driving the world. 702.

ANEXOS

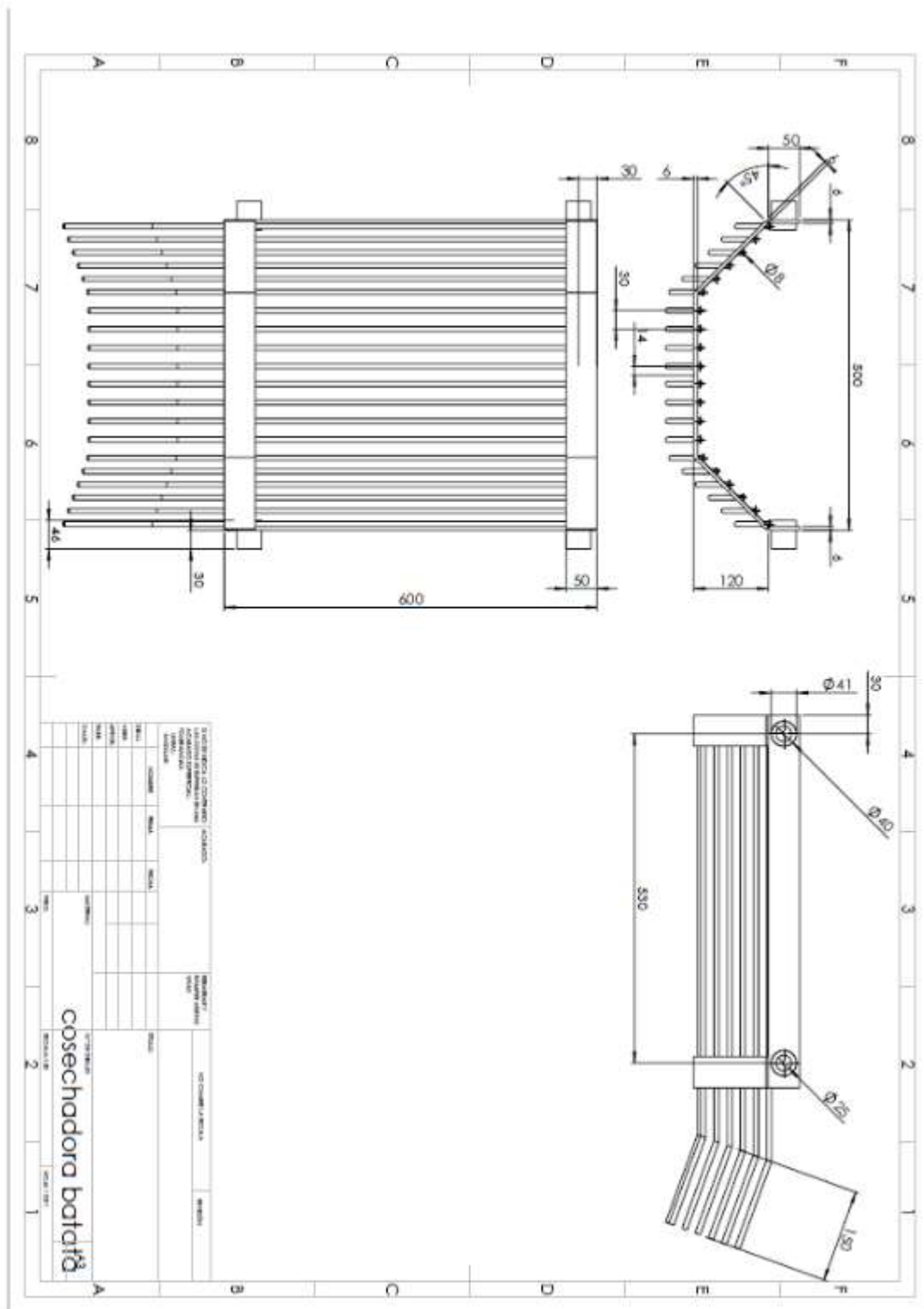
ANEXOS

Anexo N° 01: Planos del prototipo de cosechadora

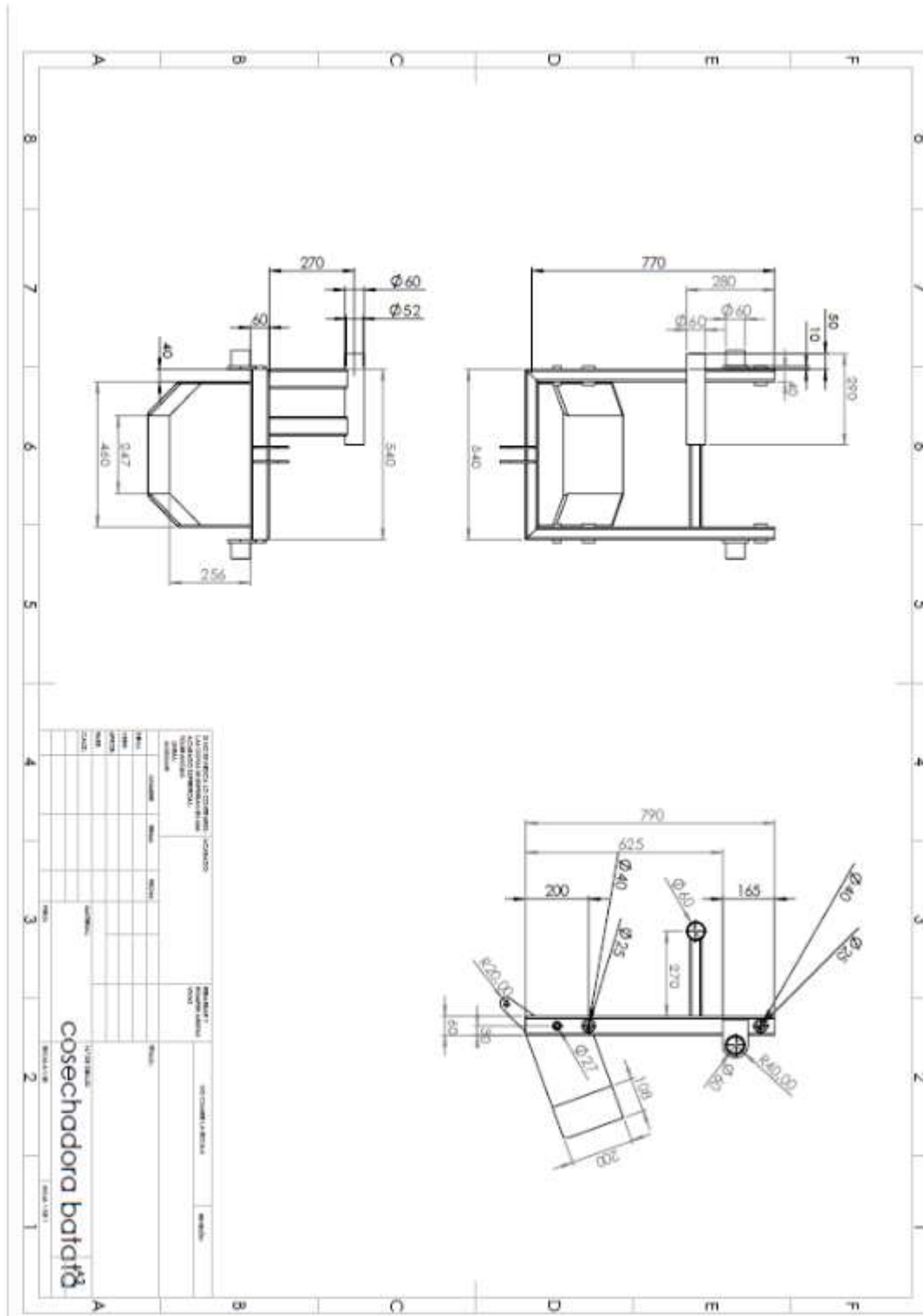
Anexo 1.1.: Plano de montaje



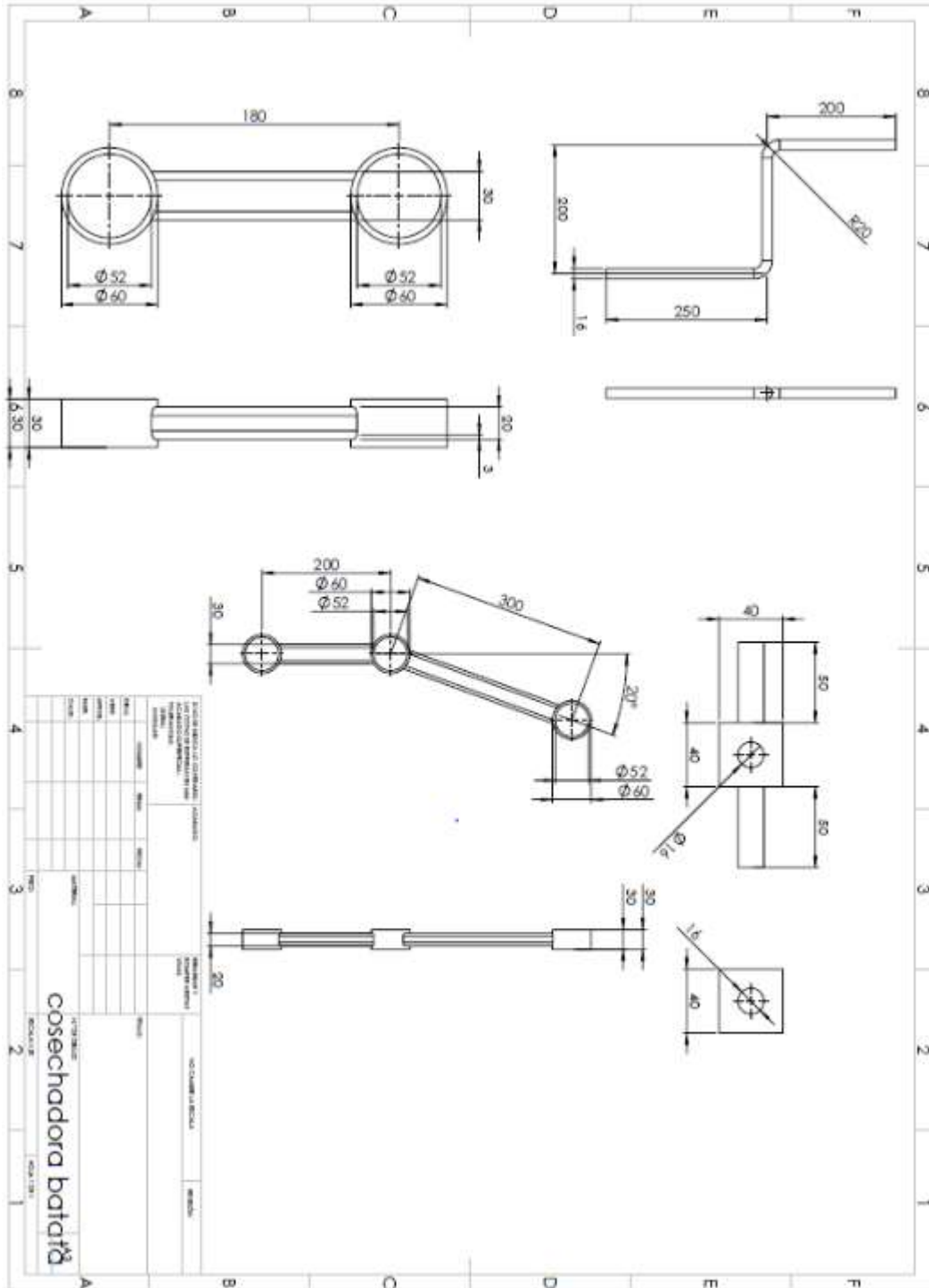
Anexo 1.2.: Plano de estructura soporte



Anexo 1.4.: Plano soporte de criba



Anexo 1.5.: Plano soporte de articulación



Anexo N° 02 CÓDIGO DE ÉTICA DEL COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ (CIP).



CÓDIGO DE ETICA DEL CIP

**APROBADO EN LA III SESIÓN ORDINARIA DEL CONGRESO NACIONAL DE CONSEJOS
DEPARTAMENTALES DEL PERÍODO 1998 - 1999
EN LA CIUDAD DE TACNA 22, 23 Y 24 ABRIL 1999**

Fuente: (cip-trujillo.org, 1999)

Anexo N° 03 CÓDIGO DE ÉTICA DE INVESTIGACIÓN DE LA UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN (USS).



Fuente: (uss.edu.pe/uss, 2017)

Anexo N° 04 CATALOGO DE TUBERÍA DE ACERO AL CARBONO

EN 10255 serie media M (DIN 2440)

| DIN | Paso nominal | ø exterior mm | Espesor mm | Diámetro exterior tolerancia | | Peso del tubo negro Kg/m | Peso del tubo galvanizado Kg/m |
|-----|--------------|---------------|------------|------------------------------|---------|--------------------------|--------------------------------|
| | | | | Máx. mm | Mín. mm | | |
| 10 | 3/8 | 17,2 | 2,3 | 17,5 | 16,7 | 0,84 | 0,89 |
| 15 | 1/2 | 21,3 | 2,6 | 21,8 | 21,0 | 1,21 | 1,27 |
| 20 | 3/4 | 26,9 | 2,6 | 27,3 | 26,5 | 1,56 | 1,64 |
| 25 | 1 | 33,7 | 3,2 | 34,2 | 33,3 | 2,41 | 2,51 |
| 32 | 1 ¼ | 42,4 | 3,2 | 42,9 | 42,0 | 3,10 | 3,23 |
| 40 | 1 ½ | 48,3 | 3,2 | 48,8 | 47,9 | 3,56 | 3,71 |
| 50 | 2 | 60,3 | 3,6 | 60,8 | 59,7 | 5,03 | 5,22 |
| 65 | 2 ½ | 76,1 | 3,6 | 76,6 | 75,3 | 6,42 | 6,67 |
| 80 | 3 | 88,9 | 4,0 | 89,5 | 88,0 | 8,36 | 8,73 |
| 100 | 4 | 114,3 | 4,5 | 115,0 | 113,1 | 12,20 | 12,68 |
| 125 | 5 | 139,7 | 5,0 | 140,8 | 138,5 | 16,60 | 17,21 |
| 150 | 6 | 165,1 | 5,0 | 166,5 | 163,9 | 19,80 | 20,52 |



ACEROS AL CARBONO

SUMINISTRO LAMINADO Y TREFILADO

SAE 1020

Descripción: Acero de bajo carbono, blando, responde bien al trabajo en frío y al tratamiento térmico de cementación. Tiene un alto índice de soldabilidad, y por su alta tenacidad y baja resistencia mecánica es adecuado para elementos de maquinaria y usos convencionales de baja exigencia.

Usos: Se utiliza en ejes, cadenas, remaches, tornillos, pernos, sujetadores, engranajes, piñones, piezas de maquinaria, pasadores de baja resistencia, prensas y levas.

SAE 1020

| Composición química (%) | |
|-------------------------|-------------|
| C | 0,18 - 0,23 |
| Mn | 0,30 - 0,60 |
| P | 0,04 Máx. |
| S | 0,05 Máx. |

| Tratamiento térmico Valores en °C. | |
|---------------------------------------|----------------|
| Forjado | 820 - 1100 |
| Normalizado | 870 - 890 |
| Revenido | 150 - 180 |
| Recocido | 650 - 700 |
| Templado | Agua 820 - 850 |
| Cementación | 900 - 950 |

| Propiedades mecánicas Laminado en caliente | |
|---|-----------------------------|
| Resistencia a la tracción | 40 - 45 kgf/mm ² |
| Límite de fluencia | 27 kgf/mm ² |
| Elongación | 20% |
| Reducción de área | 50% |
| Maquinabilidad | 72% |
| Dureza (HB) | 110 - 140 |

Formas: Redonda, cuadrada y hexagonal



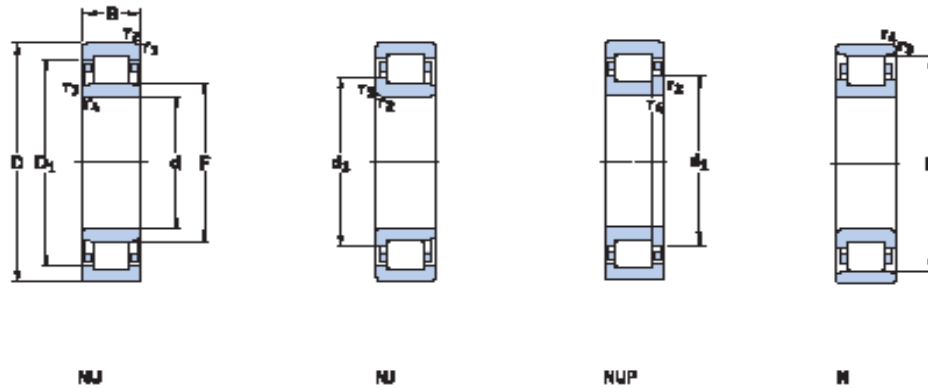


TABLA DE PESOS DE ACERO EN KILOS POR METRO

| Medida | | Forma | | | Medida | | Forma | | |
|---------|-------|---------|-----------|----------|---------|--------|----------|-----------|----------|
| Pulgada | mm | Redondo | Hexagonal | Cuadrado | Pulgada | mm | Redondo | Hexagonal | Cuadrado |
| 3/16 | 4,76 | 0,14 | 0,15 | 0,18 | 3.1/8 | 79,39 | 38,81 | 42,79 | 49,41 |
| 1/4 | 6,35 | 0,25 | 0,27 | 0,32 | 3.1/4 | 82,55 | 42,25 | 46,34 | 53,83 |
| 5/16 | 7,94 | 0,39 | 0,44 | 0,51 | 3.1/2 | 88,90 | 49,00 | 53,74 | 62,44 |
| 3/8 | 9,53 | 0,57 | 0,63 | 0,78 | 3.3/4 | 92,25 | 56,25 | 61,69 | 71,67 |
| 7/16 | 11,11 | 0,75 | 0,82 | 0,96 | 4 | 101,60 | 64,00 | 70,19 | 81,55 |
| 1/2 | 12,70 | 1,00 | 1,10 | 1,27 | 4.1/4 | 107,90 | 71,80 | 79,12 | 91,40 |
| 9/16 | 14,29 | 1,27 | 1,39 | 1,61 | 4.3/8 | 111,13 | 76,07 | 83,88 | 96,66 |
| 5/8 | 15,88 | 1,56 | 1,71 | 1,99 | 4.1/2 | 114,30 | 82,00 | 89,93 | 104,50 |
| 11/16 | 17,46 | 1,89 | 2,07 | 2,41 | 4.3/4 | 120,65 | 90,25 | 98,98 | 115,00 |
| 3/4 | 19,05 | 2,25 | 2,47 | 2,87 | 5 | 127,00 | 100,00 | 109,70 | 127,42 |
| 13/16 | 20,64 | 2,62 | 2,89 | 3,34 | 5.1/2 | 139,70 | 121,50 | 133,30 | 154,80 |
| 7/8 | 22,23 | 3,06 | 3,36 | 3,85 | 6 | 152,40 | 144,00 | 157,94 | 183,48 |
| 15/16 | 23,81 | 3,52 | 3,86 | 4,48 | 6.1/4 | 158,75 | 158,70 | 174,10 | 202,40 |
| 1 | 25,40 | 4,00 | 4,38 | 5,08 | 6.1/2 | 165,10 | 169,00 | 185,35 | 215,34 |
| 1.1/8 | 28,58 | 5,06 | 5,55 | 6,45 | 7 | 177,80 | 196,00 | 214,97 | 249,74 |
| 1.1/4 | 31,75 | 6,25 | 6,85 | 7,97 | 7.1/2 | 190,50 | 225,00 | 246,77 | 286,69 |
| 1.3/8 | 34,93 | 7,56 | 8,29 | 9,66 | 8 | 203,20 | 257,00 | 280,77 | 326,19 |
| 1.7/16 | 36,51 | 8,21 | 9,05 | 10,46 | 8.1/2 | 215,90 | 284,00 | 311,30 | 361,20 |
| 1.1/2 | 38,10 | 9,00 | 9,86 | 11,47 | 9 | 228,60 | 324,00 | 355,35 | 412,84 |
| 1.5/8 | 41,28 | 10,42 | 11,43 | 13,28 | 9.1/2 | 241,30 | 357,10 | 391,70 | 455,00 |
| 1.3/4 | 44,45 | 12,56 | 13,77 | 16,00 | 10 | 254,00 | 400,00 | 438,71 | 509,68 |
| 1.7/8 | 47,63 | 14,06 | 15,42 | 17,92 | 10.1/2 | 266,70 | 452,00 | 495,70 | 575,90 |
| 2 | 50,80 | 16,00 | 17,55 | 20,39 | 11 | 279,40 | 496,10 | 533,10 | 619,40 |
| 2.1/8 | 53,98 | 18,06 | 19,81 | 23,02 | 11.1/2 | 292,10 | 519,40 | 568,90 | 661,40 |
| 2.1/4 | 57,15 | 20,25 | 22,21 | 25,80 | 12 | 304,80 | 576,00 | 631,74 | 733,93 |
| 2.3/8 | 60,33 | 22,56 | 24,75 | 28,75 | 13 | 330,20 | 675,00 | 741,00 | 860,00 |
| 2.1/2 | 63,50 | 25,00 | 27,42 | 31,85 | 14 | 355,60 | 784,00 | 859,87 | 998,97 |
| 2.5/8 | 66,68 | 27,56 | 30,23 | 35,12 | 16 | 406,40 | 1.024,00 | 1.123,09 | 1.304,77 |
| 2.3/4 | 69,85 | 30,25 | 33,18 | 38,54 | 18 | 457,20 | 1.296,00 | 1.421,42 | 1.651,35 |
| 3 | 76,20 | 36,00 | 39,48 | 45,87 | 20 | 508,00 | 1.600,00 | 1.754,84 | 2.038,71 |

Anexo N° 6CATALOGO DE RODAMIENTOS SKF

5.1 Rodamientos de una hilera de rodillos cilíndricos d 15 – 25 mm



| Dimensiones principales | Capacidad de carga dinámica estática | | | | Carga límite de fatiga P_e | Velocidades nominales | | Masa | Designaciones Rodamiento con Jaula estándar | Jaula estándar alternativa ¹⁾ |
|-------------------------|--------------------------------------|------|------|------|------------------------------|-----------------------|-------------------------|---------------|---|--|
| | d | D | B | C | | C_0 | Velocidad de referencia | | | |
| mm | mm | mm | mm | kN | kN | r. p. rev. | r. p. rev. | kg | — | — |
| 15 | 25 | 11 | 12,5 | 10,2 | 1,22 | 22 000 | 26 000 | 0,047 | NJ 202 ECP | PHA |
| | 35 | 11 | 12,5 | 10,2 | 1,22 | 22 000 | 26 000 | 0,048 | NJ 203 ECP | PHA |
| 17 | 40 | 12 | 17,2 | 14,3 | 1,73 | 19 000 | 22 000 | 0,068 | NJ 205 ECP | PHA |
| | 40 | 12 | 17,2 | 14,3 | 1,73 | 19 000 | 22 000 | 0,07 | NJ 203 ECP | PHA |
| | 40 | 12 | 17,2 | 14,2 | 1,73 | 19 000 | 22 000 | 0,072 | NUP 205 ECP | PHA |
| | 40 | 12 | 17,2 | 14,3 | 1,73 | 19 000 | 22 000 | 0,068 | N 205 ECP | PH |
| 40 | 16 | 23,8 | 21,6 | 2,45 | 19 000 | 22 000 | 0,087 | NJ 208 ECP | — | |
| | 16 | 23,8 | 21,5 | 2,45 | 19 000 | 22 000 | 0,093 | NJ 203 ECP | — | |
| | 16 | 23,8 | 21,6 | 2,45 | 19 000 | 22 000 | 0,097 | NUP 208 ECP | — | |
| 47 | 14 | 24,4 | 20,4 | 2,55 | 15 000 | 20 000 | 0,12 | NJ 305 ECP | — | |
| | 14 | 24,4 | 20,4 | 2,55 | 15 000 | 20 000 | 0,12 | NJ 303 ECP | — | |
| | 14 | 24,4 | 20,4 | 2,55 | 15 000 | 20 000 | 0,12 | N 305 ECP | — | |
| 20 | 47 | 14 | 25,1 | 22 | 2,75 | 16 000 | 19 000 | 0,11 | NJ 204 ECP | ML_PHA |
| | 47 | 14 | 25,1 | 22 | 2,75 | 16 000 | 19 000 | 0,11 | NJ 204 ECP | ML_PHA |
| | 47 | 14 | 25,1 | 22 | 2,75 | 16 000 | 19 000 | 0,12 | NUP 204 ECP | ML_PHA |
| | 47 | 14 | 25,1 | 22 | 2,75 | 16 000 | 19 000 | 0,11 | N 204 ECP | — |
| | 47 | 16 | 29,7 | 27,5 | 3,45 | 16 000 | 19 000 | 0,14 | NJ 204 ECP | — |
| | 47 | 16 | 29,7 | 27,5 | 3,45 | 16 000 | 19 000 | 0,14 | NJ 204 ECP | — |
| | 52 | 15 | 35,5 | 26 | 3,25 | 15 000 | 18 000 | 0,15 | * NJ 204 ECP | — |
| | 52 | 15 | 35,5 | 26 | 3,25 | 15 000 | 18 000 | 0,15 | * NJ 204 ECP | — |
| 52 | 15 | 35,5 | 26 | 3,25 | 15 000 | 18 000 | 0,16 | * NUP 204 ECP | — | |
| 52 | 15 | 35,5 | 26 | 3,25 | 15 000 | 18 000 | 0,16 | * N 204 ECP | — | |
| 52 | 21 | 47,5 | 36 | 4,8 | 15 000 | 18 000 | 0,21 | * NJ 204 ECP | — | |
| | 21 | 47,5 | 36 | 4,8 | 15 000 | 18 000 | 0,22 | * NJ 204 ECP | — | |
| | 51 | 21 | 47,5 | 36 | 4,8 | 15 000 | 18 000 | 0,21 | * NUP 204 ECP | — |
| | 51 | 21 | 47,5 | 36 | 4,8 | 15 000 | 18 000 | 0,21 | * NUP 204 ECP | — |
| 25 | 47 | 12 | 14,2 | 13,2 | 1,4 | 14 000 | 16 000 | 0,083 | NJ 105 | — |
| | 52 | 15 | 26,5 | 27 | 3,35 | 14 000 | 16 000 | 0,13 | NJ 205 ECP | J, ML_PHA |
| | 52 | 15 | 26,6 | 27 | 3,35 | 14 000 | 16 000 | 0,14 | NJ 205 ECP | J, ML_PHA |
| | 52 | 15 | 26,6 | 27 | 3,35 | 14 000 | 16 000 | 0,14 | NUP 205 ECP | J, ML_PHA |
| 52 | 15 | 26,6 | 27 | 3,35 | 14 000 | 16 000 | 0,13 | N 205 ECP | — | |

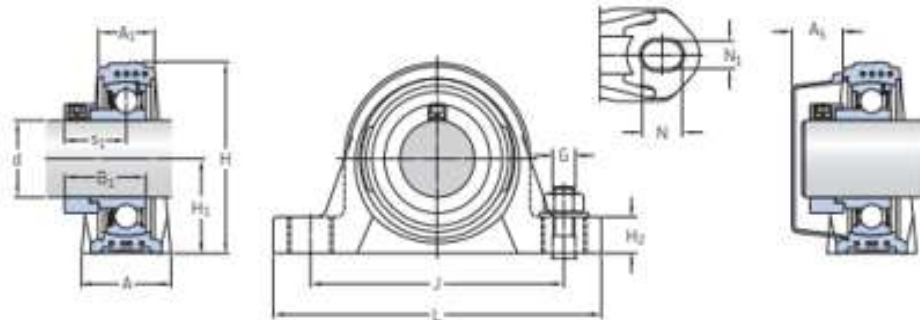
¹⁾ Al montar rodamientos con una jaula estándar alternativa, el surto de la jaula estándar debe sustituirse por el surto de la jaula alternativa. Por ejemplo, NJ... ECP pasa a ser NJ... ECHL (para la velocidad admisible → página 608).

* Rodamientos SKF Explorer

Anexo N° CATALOGO DE CHUMACERAS SKF - Para los rodillos guidores y tensores

Unidades de rodamientos Y SKF E2 con soporte de pie de material compuesto con anillo de fijación excéntrico, para ejes métricos

d 20 - 40 mm



Dimensiones

| d | A | A ₁ | B ₁ | H | H ₁ | H ₂ | J | L | N | N ₁ | G | s ₁ | A _c |
|----|----|----------------|----------------|------|----------------|----------------|-----|-----|------|----------------|-----|----------------|----------------|
| mm | | | | | | | | | | | | | |
| 20 | 32 | 21 | 31 | 64 | 33,3 | 16 | 96 | 126 | 17,6 | 12,4 | M10 | 23,9 | 18,5 |
| 25 | 32 | 22 | 30,9 | 70,5 | 36,5 | 16 | 105 | 134 | 17,6 | 12,4 | M10 | 23,4 | 18 |
| 30 | 40 | 25 | 35,6 | 82 | 42,9 | 19 | 121 | 159 | 21,4 | 14,4 | M12 | 26,6 | 20 |
| 35 | 45 | 27 | 38,8 | 93 | 47,6 | 19 | 126 | 164 | 21,4 | 14,4 | M12 | 29,3 | 22 |
| 40 | 48 | 30 | 43,6 | 99 | 49,2 | 19 | 136 | 176 | 21,4 | 14,4 | M12 | 33,1 | 23,5 |

| Capacidad de carga básica dinámica | Carga límite estática | Carga límite de fatiga | Velocidad límite | Masa | Designación del soporte | Designación del rodamiento | Designación adecuada de la tapa lateral | Designación de la unidad |
|---------------------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------|------|----------------------------|-------------------------------|--|-----------------------------|
| C | C ₀ | P _L | r. p. m. | kg | - | - | - | - |
| kN | kN | kN | r. p. m. | kg | - | - | - | - |
| 12,7 | 6,55 | 0,28 | 8 500 | 0,26 | SYK 504 | E2.YET 204 | ECY 204 | SYK 20 FE |
| 14 | 7,8 | 0,335 | 7 000 | 0,31 | SYK 505 | E2.YET 205 | ECY 205 | SYK 25 FE |
| 19,5 | 11,2 | 0,475 | 6 300 | 0,50 | SYK 506 | E2.YET 206 | ECY 206 | SYK 30 FE |
| 25,5 | 15,3 | 0,655 | 5 300 | 0,69 | SYK 507 | E2.YET 207 | ECY 207 | SYK 35 FE |
| 30,7 | 19 | 0,8 | 4 800 | 0,86 | SYK 508 | E2.YET 208 | ECY 208 | SYK 40 FE |

Anexo N° 8 CATÁLOGO SPROCKETS (PIÑONES) ACERO EN EXISTENCIA NO. 60 – PASO 3/4"

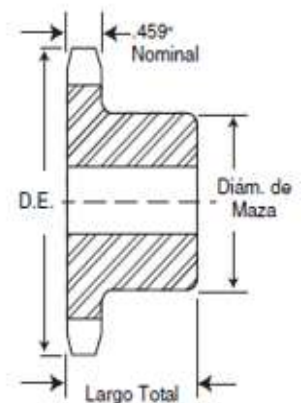
Sencillo - Tipo B

Sencillo - Tipo A

| No. de Dientes | Número de Parte | Diámetro Exterior | Tipo | Barreno (Pulg.) | | Maza (Pulg.) | | Peso Aprox. (lb) | Tipo | Número de Parte | Barreno Piloto | Peso Aprox. (lb) |
|----------------|-----------------|-------------------|------|-----------------|----------------|--------------|-------------|------------------|------|-----------------|----------------|------------------|
| | | | | Piloto | Barreno Máximo | Diámetro | Largo Total | | | | | |
| 8 | 60B8 | 2.260 | B | 3/8 | 3/8 | 1 1/2* | 1 1/4 | .54 | | | | |
| 9 | 60B9 | 2.510 | B | 3/8 | 3/8 | 1 1/2* | 1 1/4 | .64 | | | | |
| 10 | 60B10 | 2.760 | B | 3/8 | 1 1/8 | 1 1/2* | 1 1/4 | .99 | A | 60A10 | 3/8 | .44 |
| 11 | 60B11 | 3.000 | B | 3/8 | 1 1/8 | 2 1/2* | 1 1/4 | 1.16 | A | 60A11 | 3/8 | .54 |
| 12 | 60B12 | 3.250 | B | 3/8 | 1 1/8 | 2 1/2* | 1 1/4 | 1.47 | A | 60A12 | 3/8 | .68 |
| 13 | 60B13 | 3.490 | B | 3/8 | 1 1/8 | 2 1/2* | 1 1/4 | 1.66 | A | 60A13 | 3/8 | .80 |
| 14 | 60B14 | 3.740 | B | 3/8 | 1 1/8 | 2 1/2* | 1 1/4 | 2.00 | A | 60A14 | 3/8 | .94 |
| 15 | 60B15 | 3.980 | B | 3/8 | 1 1/8 | 2 1/2* | 1 1/4 | 2.51 | A | 60A15 | 3/8 | 1.08 |
| 16 | 60B16 | 4.220 | B | 3/8 | 2 | 3 1/2* | 1 1/4 | 2.81 | A | 60A16 | 3/8 | 1.24 |
| 17 | 60B17 | 4.460 | B | 3/8 | 2 | 3 1/2* | 1 1/4 | 3.22 | A | 60A17 | 3/8 | 1.44 |
| 18 | 60B18 | 4.700 | B | 3/8 | 2 | 3 1/2* | 1 1/4 | 3.72 | A | 60A18 | 3/8 | 1.62 |
| 19 | 60B19 | 4.950 | B | 3/8 | 2 | 3 1/2* | 1 1/4 | 3.92 | A | 60A19 | 3/8 | 1.84 |
| 20 | 60B20 | 5.190 | B | 3/8 | 2 1/8 | 3 1/2* | 1 1/4 | 4.63 | A | 60A20 | 3/8 | 2.12 |
| 21 | 60B21 | 5.430 | B | 3/8 | 2 1/8 | 4 | 1 1/4 | 5.00 | A | 60A21 | 3/8 | 2.28 |
| 22 | 60B22 | 5.670 | B | 3/8 | 2 1/8 | 4 | 1 1/4 | 5.25 | A | 60A22 | 3/8 | 2.48 |
| 23 | 60B23 | 5.910 | B | 3/8 | 2 1/8 | 4 | 1 1/4 | 5.48 | A | 60A23 | 3/8 | 2.68 |
| 24 | 60B24 | 6.150 | B | 3/8 | 2 1/8 | 4 | 1 1/4 | 5.78 | A | 60A24 | 3/8 | 3.00 |
| 25 | 60B25 | 6.390 | B | 3/8 | 2 1/8 | 4 | 1 1/4 | 6.13 | A | 60A25 | 3/8 | 3.34 |
| 26 | 60B26 | 6.630 | B | 3/8 | 2 1/8 | 4 | 1 1/4 | 6.38 | A | 60A26 | 3/8 | 3.54 |
| 27 | 60B27 | 6.870 | B | 3/8 | 2 1/8 | 4 | 1 1/4 | 6.72 | A | 60A27 | 3/8 | 3.96 |
| 28 | 60B28 | 7.110 | B | 3/8 | 2 1/8 | 4 | 1 1/4 | 6.88 | A | 60A28 | 3/8 | 4.14 |
| 29 | 60B29 | 7.350 | B | 3/8 | 2 1/8 | 4 | 1 1/4 | 7.28 | A | 60A29 | 3/8 | 4.40 |
| 30 | 60B30 | 7.590 | B | 3/8 | 2 1/8 | 4 | 1 1/4 | 7.58 | A | 60A30 | 3/8 | 4.78 |
| 31 | 60B31 | 7.830 | B | 3/8 | 2 1/8 | 4 | 1 1/4 | 7.72 | A | 60A31 | 3/8 | 5.24 |
| 32 | 60B32 | 8.070 | B | 3/8 | 2 1/8 | 4 | 1 1/4 | 8.26 | A | 60A32 | 3/8 | 5.52 |
| 33 | 60B33 | 8.300 | B | 1 | 2 1/8 | 4 | 1 1/4 | 8.42 | A | 60A33 | 3/8 | 5.86 |
| 34 | 60B34 | 8.540 | B | 1 | 2 1/8 | 4 | 1 1/4 | 8.80 | A | 60A34 | 3/8 | 6.16 |
| 35 | 60B35 | 8.780 | B | 1 | 2 1/8 | 4 | 1 1/4 | 9.04 | A | 60A35 | 3/8 | 6.78 |
| 36 | 60B36 | 9.020 | B | 1 | 2 1/8 | 4 | 1 1/4 | 9.60 | A | 60A36 | 3/8 | 6.82 |
| 37 | 60B37 | 9.260 | B | 1 | 2 1/8 | 4 | 1 1/4 | 10.24 | A | 60A37 | 3/8 | 7.52 |
| 38 | 60B38 | 9.500 | B | 1 | 2 1/8 | 4 1/2 | 1 1/4 | 10.84 | A | 60A38 | 3/8 | 7.84 |
| 39 | 60B39 | 9.740 | B | 1 | 2 1/8 | 4 1/2 | 1 1/4 | 11.36 | A | 60A39 | 3/8 | 8.28 |
| 40 | 60B40 | 9.980 | B | 1 | 2 1/8 | 4 1/2 | 1 1/4 | 11.50 | A | 60A40 | 3/8 | 8.56 |
| 41 | 60B41 | 10.220 | B | 1 | 2 1/8 | 4 1/2 | 1 1/4 | 12.14 | A | 60A41 | 3/8 | 9.10 |
| 42 | 60B42 | 10.460 | B | 1 | 2 1/8 | 4 1/2 | 1 1/4 | 12.74 | A | 60A42 | 3/8 | 9.84 |
| 43 | 60B43 | 10.700 | B | 1 | 2 1/8 | 4 1/2 | 1 1/4 | 13.00 | A | 60A43 | 3/8 | 9.74 |
| 44 | 60B44 | 10.940 | B | 3/4 | 2 1/8 | 4 1/2 | 1 1/4 | 13.88 | A | 60A44 | 3/8 | 10.76 |
| 45 | 60B45 | 11.180 | B | 3/4 | 2 1/8 | 4 1/2 | 1 1/4 | 13.98 | A | 60A45 | 3/8 | 11.08 |
| 46 | 60B46 | 11.420 | B | 3/4 | 2 1/8 | 4 1/2 | 1 1/4 | 14.60 | A | 60A46 | 3/8 | 11.50 |
| 47 | 60B47 | 11.650 | B | 3/4 | 2 1/8 | 4 1/2 | 1 1/4 | 15.00 | A | 60A47 | 3/8 | 12.32 |
| 48 | 60B48 | 11.890 | B | 3/4 | 2 1/8 | 4 1/2 | 1 1/4 | 15.82 | A | 60A48 | 3/8 | 12.42 |



TIPO A



- Piñón conductor.
- Piñón conducido.
- Catarinas conductoras.



Planchas Gruesas

> DESCRIPCIÓN

Son productos de acero plano laminado en caliente, con espesores de 6,0 a 50,0 mm, anchos de 1220 a 2400 mm, longitudes de 2400 a 12 000 mm.

> DOCUMENTOS DE REFERENCIA

- ASTM A5/ASME-19 Standard specification for general requirements for rolled structural steel bars, plates, shapes, and sheet piling
- ASTM A36-01 Standard specification for carbon structural steel
- ASTM A131/4131M-01 Standard specification for structural steel for ship
- ASTM A572-01 Standard specification for high-strength low-alloy Columbium-Vanadium structural steel
- ASTM A709-04a Standard specification for structural steel for bridges
- SIDER-ETP-02 Composición química de aceros fabricados en SIDERPERU.

> NORMAS TÉCNICAS

| Categoría de Acero | Norma (Especificación) | Características y Usos |
|-----------------------------------|---|--|
| Comercial | Similar a SAE - 1009 | Calentado en equipos, maquinarias y piezas de equipos marinos |
| Estructural | ASTM A36 | Características de puente, estructuras industriales, edificios, arcos y puentes de estructuras en general |
| Alta resistencia y alta absorción | ASTM A572-01 Grupo 50 ASTM A709 G. 50 | Este acero es utilizado para el fin de obtener placas de propiedades mecánicas. Es usado en estructuras industriales, puentes, edificios, torres y en puentes estructurales en general |
| Naval | ASTM A131-01 Grupo A | Embarcaciones navales y aplicaciones estructurales. Las planchas de alta resistencia, pueden suministrarse con un nivel de calidad superior por el Depto. Registro al Shipping y maquinarias del puerto. |

Ver también los estándares y especificaciones generales de acero en ASTM A6.

> COMPOSICIÓN QUÍMICA

| Categoría | Espesor | Norma (Especificación) |
|-----------------------------------|--|-------------------------------|
| Comercial | e | 005 |
| Estructural A36 | e <= 18 mm e > 18 mm | ASTM A36-1 ASTM A36-2 |
| Alta Resistencia y Alta Absorción | e <= 12,5 mm 12,5 mm < e <= 32 mm 32 mm < e <= 50 mm | 17 BP-1 17 BP-2 17 BP-3 |
| Naval | e <= 20 mm 20 mm < e <= 50 mm | 19E-1 19E-2 |

La composición química de los aceros está dada en SIDER-ETP-02.





3 PROPIEDADES MECÁNICAS

| Categoría de Acero | R | F | W _k | Doblado a 180° | |
|---|----------------------------|-----------------------|----------------|--------------------------------------|--------------|
| | MPa (ksi)* | MPa (ksi)* | Le = 200mm | Diámetro (mm) | Señales |
| General | --- | --- | --- | 1,5 s | longitudinal |
| Estructural | 400 - 450 (40,0 - 50,0) | 270 min (25,5 min) | 10 min | 1,5 s | longitudinal |
| Estructural de Alto Resistencia y Bajo Alargamiento | 450 min (45,0 min) | 395 min (35,2 min) | 16 min | 1,5 s; te ≤ 25 mm 2 s; te > 25 mm | longitudinal |
| Naval (A 131) | 400 - 520 (40,0 - 53,0) | 235 min (24,0 min) | 21 min (*) | --- | --- |

R: Resistencia a la tracción; F: Límite de Fluencia; W_k: Puntos de elongación; Le: longitud estándar de la probeta en ensayo; s: aspecto.

(*) - Para el caso de planchas con fluencia High Yield el alargamiento se refiere por defecto de modo al aspecto correspondiente a la especificación de la flange.

3 CARACTERÍSTICAS DIMENSIONALES Y DE FORMA

Dimensiones nominales (mm)

| Ancho | Espesor | | | | | | | | | | | | | | | | longitud |
|-------|---------|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|---|---|---|--|----------|
| | 6,0 | 8,0 | 9,0 | 9,5 | 12,0 | 12,5 | 16,0 | 20,0 | 25,0 | 32,0 | 38,0 | 50,0 | | | | | |
| 1200 | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | | |
| 1500 | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | | 2400 (*) |
| 1800 | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | | |
| 2000 | - | - | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | | 6000 |
| 2400 | - | - | - | - | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | | 12000 |

(*) longitud solo en categoría general

Nota 1.- Se fabrican otras dimensiones previa consulta

Nota 2.- Se suministran laminas en categoría general y estructural en anchos 1220 y espesor 6,0 mm

Tolerancia en el espesor (%)

| Espesor (e) | Ancho (a) | | | |
|---------------|-------------|------------------|------------------|-------------------------|
| | a <= 1200 | 1200 < a <= 1800 | 1800 < a <= 2400 | a >= 2400 |
| 6 <= e <= 10 | | + 0,8 | - 0,3 | |
| 12 | | + 0,8 | - 0,3 | - 0,9 - 0,3 |
| 14 <= e <= 16 | + 0,8 | - 0,3 | | + 0,9 - 0,3 |
| 20 | + 0,8 | - 0,3 | | + 0,9 - 0,3 - 1,0 - 0,3 |
| 22 | + 0,9 | - 0,3 | | + 1,0 - 0,3 - 1,1 - 0,3 |
| 25 | + 0,9 - 0,3 | | + 1,0 - 0,3 | 1,2 - 0,3 |
| 28 | + 1,0 - 0,3 | | + 1,1 - 0,3 | - 1,3 - 0,3 |
| 32 | + 1,2 - 0,3 | | + 1,3 - 0,3 | 1,5 - 0,3 |
| 35 | + 1,3 - 0,3 | | + 1,4 - 0,3 | 1,6 - 0,3 |
| 38 | + 1,4 - 0,3 | | + 1,5 - 0,3 | 1,7 - 0,3 |
| 50 | | + 1,6 - 0,3 | + 2,0 - 0,3 | 2,3 - 0,3 |

Tolerancia en el Ancho y longitud (mm)

Para espesores nominales 90 mm: + 13 - 0

Para espesores iguales a 50 mm: + 16 - 0

Corbata permitida, mm: longitud en milímetros/500

El ancho se aplica en planchas con canales, canales y vigas dobles



Anexo N° 10 FICHA TÉCNICA DE PERFILES ESTRUCTURALES CUADRADOS Y RECTANGULARES DE ACERO ASTM A36.



Ficha del Producto

TUBOS CUADRADOS

Propiedades

Utilizados en diferentes aplicaciones e Industrias: Automotriz y de autopartes (carrocería y rodados), Agroganadera (maquinaria e implementos agrícolas, avícolas y ganaderos), Artículos del hogar (muebles, iluminación, juegos infantiles), Sellado de vías (alumbrado, soportes), Equipo hospitalario, Aparatos de gimnasia, Construcción (rejas, portones, columnas), Muebles (sillas, mesas, repisas).

Propiedades Mecánicas

Lamina Caliente

Fabricada bajo norma: ASTM A36

Dimensiones, Espesores y Pesos

| Dimensiones Nominales (A x B) | | Espesor (E) | | Peso | | | Resaca por Rosquete | Aguja por Rosquete | Referencias |
|-------------------------------|---------------|-------------|--------|--------|---------|----------|---------------------|--------------------|-------------|
| mm (") | ulg (") | mm | Ag (m) | Último | Ag/Peso | Últ/Peso | | | |
| 13 x 13 | 1/2 x 1/2 | 1,30 | 0,48 | 0,32 | 3,87 | 6,53 | 180 | 514,82 | |
| 19 x 19 | 3/4 x 3/4 | 1,90 | 0,68 | 0,46 | 4,58 | 8,99 | 180 | 733,88 | |
| 19 x 19 | 3/4 x 3/4 | 1,90 | 0,65 | 0,37 | 3,12 | 7,24 | 180 | 817,26 | |
| 19 x 19 | 3/4 x 3/4 | 1,90 | 1,03 | 0,46 | 4,13 | 11,46 | 180 | 1100,82 | |
| 25 x 25 | 1 x 1 | 2,50 | 0,68 | 0,40 | 3,37 | 11,84 | 100 | 524,92 | |
| 25 x 25 | 1 x 1 | 2,50 | 1,13 | 0,75 | 4,48 | 14,74 | 100 | 448,43 | |
| 38 x 38 | 1 1/2 x 1 1/2 | 3,80 | 1,23 | 0,90 | 8,00 | 37,44 | 100 | 799,88 | |
| 38 x 38 | 1 1/2 x 1 1/2 | 3,80 | 1,18 | 0,77 | 4,89 | 33,19 | 100 | 489,09 | |
| 38 x 38 | 1 1/2 x 1 1/2 | 3,80 | 1,44 | 0,94 | 8,41 | 38,99 | 100 | 847,34 | |
| 38 x 38 | 1 1/2 x 1 1/2 | 3,80 | 1,48 | 1,13 | 10,12 | 32,31 | 100 | 1012,10 | |
| 38 x 38 | 1 1/2 x 1 1/2 | 3,80 | 1,67 | 1,24 | 11,25 | 34,78 | 100 | 1134,54 | |
| 38 x 38 | 1 1/2 x 1 1/2 | 3,80 | 1,38 | 0,93 | 8,33 | 38,34 | 100 | 833,41 | |
| 38 x 38 | 1 1/2 x 1 1/2 | 3,80 | 1,73 | 1,17 | 10,41 | 32,95 | 100 | 1040,20 | |
| 38 x 38 | 1 1/2 x 1 1/2 | 3,80 | 2,24 | 1,39 | 13,38 | 27,36 | 100 | 1328,21 | |
| 38 x 38 | 1 1/2 x 1 1/2 | 3,80 | 2,28 | 1,34 | 13,74 | 30,33 | 100 | 1275,79 | |
| 38 x 38 | 1 1/2 x 1 1/2 | 3,80 | 2,73 | 1,63 | 16,37 | 34,09 | 100 | 1437,19 | |
| 38 x 38 | 1 1/2 x 1 1/2 | 3,80 | 1,67 | 1,22 | 11,28 | 34,49 | 100 | 1128,27 | |
| 50 x 50 | 2 x 2 | 5,00 | 2,23 | 1,27 | 14,00 | 30,54 | 100 | 1284,72 | |
| 50 x 50 | 2 x 2 | 5,00 | 2,78 | 1,87 | 14,49 | 34,79 | 100 | 1448,58 | |
| 50 x 50 | 2 x 2 | 5,00 | 3,09 | 2,08 | 18,34 | 40,88 | 100 | 1834,32 | |
| 50 x 50 | 2 x 2 | 5,00 | 3,47 | 2,44 | 21,82 | 48,32 | 100 | 2182,41 | |
| 50 x 50 | 2 x 2 | 5,00 | 4,48 | 3,23 | 28,82 | 43,54 | 100 | 2882,32 | |
| 71 x 71 | 2 7/8 x 2 7/8 | 7,10 | 2,61 | 1,75 | 18,44 | 34,30 | 42 | 427,32 | |
| 71 x 71 | 2 7/8 x 2 7/8 | 7,10 | 3,26 | 2,19 | 19,54 | 43,12 | 42 | 621,23 | |
| 71 x 71 | 2 7/8 x 2 7/8 | 7,10 | 3,89 | 2,60 | 20,54 | 51,51 | 42 | 981,51 | |
| 71 x 71 | 2 7/8 x 2 7/8 | 7,10 | 5,13 | 3,44 | 26,75 | 42,79 | 42 | 1391,52 | |
| 71 x 71 | 2 7/8 x 2 7/8 | 7,10 | 4,27 | 4,27 | 40,77 | 89,68 | 42 | 1702,57 | |
| 92 x 92 | 3 1/2 x 3 1/2 | 9,10 | 4,29 | 2,86 | 22,72 | 54,77 | 25 | 443,76 | |
| 92 x 92 | 3 1/2 x 3 1/2 | 9,10 | 5,11 | 3,44 | 28,48 | 47,45 | 25 | 747,18 | |
| 92 x 92 | 3 1/2 x 3 1/2 | 9,10 | 5,38 | 4,71 | 40,28 | 60,82 | 25 | 1027,33 | |
| 92 x 92 | 3 1/2 x 3 1/2 | 9,10 | 6,82 | 5,92 | 32,86 | 114,43 | 25 | 1329,49 | |



NORMA DE FABRICACION ASTM A36 Gr B
Propiedades Químicas
 Carbono: 0,25% máx
 Silicio: 0,35% máx
 Manganeso: 1,35% máx
 Fósforo: 0,035% máx
 Azufre: 0,035% máx
Propiedades Mecánicas
 Resistencia a la Tracción: 400 MPa
 Límite de Fluencia: 217 MPa
Tolerancias
 -Dimensiones: Tubos 443,2mm (17,45 in)
 Tubos 443,2mm a 886,4mm (17,45 in)
 Tubos 886,4mm a 1329,6mm (34,79 in)
 -Espesor de la pared (E)

** Medidas reales / ** Medidas nominales

Lamina Fría

Fabricada bajo norma: BS 6391 S275 S235

| Dimensiones Nominales (A x B) | | Espesor (E) | | Peso | | | Resaca por Rosquete | Aguja por Rosquete | Referencias |
|-------------------------------|---------------|-------------|--------|--------|---------|----------|---------------------|--------------------|-------------|
| mm (") | ulg (") | mm | Ag (m) | Último | Ag/Peso | Últ/Peso | | | |
| 13 x 13 | 1/2 x 1/2 | 0,70 | 0,28 | 0,19 | 1,67 | 3,69 | 180 | 331,48 | |
| 13 x 13 | 1/2 x 1/2 | 0,60 | 0,32 | 0,21 | 1,91 | 4,22 | 180 | 344,55 | |
| 13 x 13 | 1/2 x 1/2 | 0,90 | 0,36 | 0,24 | 2,15 | 4,75 | 180 | 367,61 | |
| 13 x 13 | 1/2 x 1/2 | 1,20 | 0,48 | 0,32 | 2,87 | 6,53 | 180 | 514,82 | |
| 19 x 19 | 3/4 x 3/4 | 0,70 | 0,40 | 0,27 | 2,38 | 5,24 | 180 | 428,10 | |
| 19 x 19 | 3/4 x 3/4 | 0,60 | 0,45 | 0,30 | 2,72 | 5,59 | 180 | 489,28 | |
| 19 x 19 | 3/4 x 3/4 | 0,90 | 0,51 | 0,34 | 3,06 | 6,74 | 180 | 550,41 | |
| 19 x 19 | 3/4 x 3/4 | 1,20 | 0,69 | 0,46 | 4,08 | 8,99 | 180 | 733,88 | |
| 25 x 25 | 1 x 1 | 0,70 | 0,52 | 0,36 | 3,13 | 6,90 | 100 | 313,20 | |
| 25 x 25 | 1 x 1 | 0,60 | 0,60 | 0,40 | 3,58 | 7,89 | 100 | 357,94 | |
| 25 x 25 | 1 x 1 | 0,90 | 0,67 | 0,45 | 4,03 | 8,88 | 100 | 402,69 | |
| 25 x 25 | 1 x 1 | 1,20 | 0,89 | 0,60 | 5,37 | 11,84 | 100 | 534,92 | |
| 32 x 32 | 1 1/4 x 1 1/4 | 0,70 | 0,68 | 0,45 | 4,06 | 8,95 | 100 | 406,18 | |
| 32 x 32 | 1 1/4 x 1 1/4 | 0,60 | 0,77 | 0,52 | 4,44 | 10,23 | 100 | 454,18 | |
| 32 x 32 | 1 1/4 x 1 1/4 | 0,90 | 0,67 | 0,58 | 5,22 | 11,21 | 100 | 522,20 | |
| 32 x 32 | 1 1/4 x 1 1/4 | 1,20 | 1,14 | 0,78 | 6,94 | 15,35 | 100 | 694,27 | |
| 38 x 38 | 1 1/2 x 1 1/2 | 0,70 | 0,61 | 0,54 | 4,86 | 10,71 | 100 | 485,71 | |
| 38 x 38 | 1 1/2 x 1 1/2 | 0,60 | 0,93 | 0,62 | 5,55 | 12,24 | 100 | 555,10 | |
| 38 x 38 | 1 1/2 x 1 1/2 | 0,90 | 1,04 | 0,70 | 6,24 | 13,77 | 100 | 624,49 | |
| 38 x 38 | 1 1/2 x 1 1/2 | 1,20 | 1,39 | 0,93 | 8,33 | 18,36 | 100 | 833,41 | |



NORMA DE FABRICACION ASTM A315
Propiedades Químicas
 Carbono: 0,12% máx
 Manganeso: 0,35% máx
 Fósforo: 0,045% máx
 Azufre: 0,045% máx
Propiedades Mecánicas
 Resistencia a la Tracción: 270 MPa (mín)
Tolerancias
 -Dimensiones: Tubos: 1/2 (12,7) a 1 1/2 (38,1) mm
 1 1/2 (38,1) a 2 1/2 (63,5) mm
 2 1/2 (63,5) a 3 1/2 (88,9) mm
 -Espesor de la pared: ±10% del espesor nominal

** Medidas reales / ** Medidas nominales

Lamina Galvanizada/Superfina

Fabricada bajo norma: ASTM A453M C3 Tipo B Z180/N130CC E16

| Dimensiones Nominales (A x B) | | Espesor (E) | | Peso | | | Resaca por Rosquete | Aguja por Rosquete | Referencias |
|-------------------------------|---------------|-------------|--------|--------|---------|----------|---------------------|--------------------|-------------|
| mm (") | ulg (") | mm | Ag (m) | Último | Ag/Peso | Últ/Peso | | | |
| 19 x 19 | 3/4 x 3/4 | 1,20 | 0,69 | 0,46 | 4,13 | 9,10 | 180 | 743,23 | |
| 19 x 19 | 3/4 x 3/4 | 1,50 | 0,88 | 0,58 | 5,15 | 11,25 | 180 | 926,70 | |
| 19 x 19 | 3/4 x 3/4 | 1,80 | 1,03 | 0,69 | 6,17 | 13,40 | 180 | 1110,17 | |
| 25 x 25 | 1 x 1 | 1,25 | 0,91 | 0,61 | 5,44 | 11,99 | 100 | 543,76 | |
| 25 x 25 | 1 x 1 | 1,50 | 1,13 | 0,76 | 6,78 | 14,95 | 100 | 677,99 | |
| 25 x 25 | 1 x 1 | 1,80 | 1,35 | 0,91 | 8,12 | 17,91 | 100 | 812,22 | |
| 50 x 50 | 2 x 2 | 1,20 | 1,89 | 1,27 | 11,34 | 25,00 | 100 | 1134,04 | |
| 50 x 50 | 2 x 2 | 1,50 | 2,36 | 1,58 | 14,14 | 31,17 | 100 | 1413,98 | |
| 50 x 50 | 2 x 2 | 1,80 | 2,81 | 1,89 | 16,83 | 37,11 | 100 | 1683,16 | |
| 71 x 71 | 2 7/8 x 2 7/8 | 1,25 | 2,64 | 1,77 | 13,85 | 34,94 | 42 | 644,59 | |
| 71 x 71 | 2 7/8 x 2 7/8 | 1,50 | 3,29 | 2,21 | 19,75 | 43,54 | 42 | 820,90 | |
| 71 x 71 | 2 7/8 x 2 7/8 | 1,80 | 3,93 | 2,64 | 23,56 | 51,95 | 42 | 980,68 | |
| 92 x 92 | 3 1/2 x 3 1/2 | 1,50 | 4,34 | 2,91 | 26,01 | 57,38 | 25 | 550,34 | |
| 92 x 92 | 3 1/2 x 3 1/2 | 1,80 | 5,14 | 3,47 | 30,95 | 68,23 | 25 | 773,71 | |



Propiedades Químicas
 Carbono: 0,054-0,08
 Manganeso: 0,025-0,035
 Fósforo: 0,030-0,040
 Azufre: 0,020-0,030
Propiedades Mecánicas

** Medidas reales / ** Medidas nominales

TUBOS RECTANGULARES

Uso y Aplicaciones

Utilizados en diferentes aplicaciones e Industrias: Automotriz y de autopartes (carrocera y rodados), Agropecuaria (maquinaria e implementos agrícolas, avícolas y ganaderos), Artículos del hogar (muebles, iluminación, juegos infantiles), Señalización vial (alumbrado, soportes), Equipo hospitalario, Aparatos de gimnasia, Construcción (rejillas, portones,

Tipos de Material

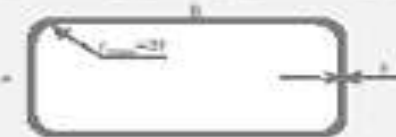
Lamina Caliente

Fabricada bajo norma: ASTM A36

Dimensiones, Espesores y Pesos

| Dimensiones Exteriores (A x B) | | Espesor (E) | | Peso | | | Peso por Pieza | Eje por Pieza |
|--------------------------------|-----------|-------------|------|------|----------|----------|----------------|---------------|
| mm | mm | mm | mm | kg/m | kg/Pieza | kg/Pieza | | |
| 25 x 38 | 1 x 1-1/2 | 1,20 | 1,15 | 0,77 | 4,39 | 15,17 | 100 | 1033,64 |
| 25 x 50 | 1 x 1-1/2 | 1,20 | 1,40 | 0,95 | 5,71 | 18,79 | 100 | 1175,59 |
| 25 x 50 | 1 x 2 | 1,20 | 1,20 | 0,93 | 5,33 | 18,34 | 100 | 1142,59 |
| 25 x 50 | 1 x 2 | 1,20 | 1,70 | 1,17 | 70,41 | 22,95 | 100 | 1611,32 |
| 25 x 100 | 2 x 4 | 1,20 | 3,44 | 2,31 | 20,44 | 40,30 | 40 | 820,47 |
| 50 x 100 | 2 x 4 | 1,80 | 4,11 | 2,74 | 24,44 | 54,34 | 40 | 794,34 |
| 50 x 100 | 2 x 4 | 2,00 | 0,41 | 3,04 | 22,44 | 21,34 | 40 | 1219,34 |
| 50 x 100 | 2 x 4 | 3,17 | 2,17 | 4,83 | 43,04 | 94,09 | 40 | 1721,70 |

NORMA DE FABRICACION ASTM A36 de B
 Propiedades Químicas
 Carbono: 0.26% max
 Silicio: 0.35% max
 Manganeso: 0.35% max
 Fósforo: 0.035% max
 Azufre: 0.035% max
 Propiedades Mecánicas
 Resistencia a la Tracción: 400 MPa
 Límite de Fluencia: 217 MPa
 Soldabilidad
 -Dimensiones Soleras
 Tubos 443.0mm (17.44")
 Tubos 443.0mm a 886.0mm (30.48")
 Tubos 443.0mm a 1329.0mm (52.70")



⁽¹⁾ medida Bruto ⁽²⁾ medida Nominal

Lamina Frío

Fabricada bajo norma: JS G3141 SPCC 50

| Dimensiones Exteriores (A x B) | | Espesor (E) | | Peso | | | Peso por Pieza | Eje por Pieza |
|--------------------------------|-----------|-------------|------|------|----------|----------|----------------|---------------|
| mm | mm | mm | mm | kg/m | kg/Pieza | kg/Pieza | | |
| 25 x 38 | 1 x 1-1/2 | 0,70 | 0,68 | 0,46 | 4,10 | 9,03 | 100 | 415,02 |
| 25 x 38 | 1 x 1-1/2 | 0,80 | 0,78 | 0,53 | 4,68 | 10,24 | 100 | 470,48 |
| 25 x 38 | 1 x 1-1/2 | 0,90 | 0,86 | 0,59 | 5,17 | 11,39 | 100 | 479,29 |
| 25 x 38 | 1 x 1-1/2 | 1,20 | 1,15 | 0,77 | 4,39 | 15,17 | 100 | 1033,64 |
| 25 x 50 | 1 x 2 | 0,70 | 0,61 | 0,54 | 4,84 | 10,71 | 100 | 709,37 |
| 25 x 50 | 1 x 2 | 0,80 | 0,73 | 0,62 | 5,25 | 12,24 | 100 | 833,65 |
| 25 x 50 | 1 x 2 | 0,90 | 1,04 | 0,70 | 6,24 | 13,77 | 100 | 776,73 |
| 25 x 50 | 1 x 2 | 1,20 | 1,20 | 0,93 | 8,33 | 18,34 | 100 | 1142,59 |

NORMA DE FABRICACION ASTM A36 de B
 Propiedades Químicas
 Carbono: 0.12% max
 Manganeso: 0.35% max
 Fósforo: 0.035% max
 Azufre: 0.035% max
 Propiedades Mecánicas
 Resistencia a la Tracción: 370 MPa (53ksi)
 Soldabilidad
 -Dimensiones Soleras
 1050x6 (35.00")
 510x18 (30.00")
 1190x17 (35.00")



⁽¹⁾ medida Bruto ⁽²⁾ medida Nominal

Lamina Galvanizada/SuperDyma

Fabricada bajo norma: ASTM A653M CS Tipo B Z185HGDCC K18

| Dimensiones Exteriores (A x B) | | Espesor (E) | | Peso | | | Peso por Pieza | Eje por Pieza |
|--------------------------------|-----------|-------------|------|------|----------|----------|----------------|---------------|
| mm | mm | mm | mm | kg/m | kg/Pieza | kg/Pieza | | |
| 25 x 38 | 1 x 1-1/2 | 1,20 | 1,14 | 0,76 | 4,76 | 15,39 | 100 | 1041,00 |
| 25 x 38 | 1 x 1-1/2 | 1,20 | 1,40 | 0,97 | 6,70 | 19,18 | 100 | 1304,00 |
| 25 x 50 | 1 x 2 | 1,20 | 1,41 | 0,95 | 6,44 | 18,61 | 100 | 1264,00 |
| 25 x 50 | 1 x 2 | 1,20 | 1,70 | 1,18 | 10,01 | 23,17 | 100 | 1770,00 |

Propiedades Químicas
 Carbono: 0.030-0.08
 Manganeso: 0.03%
 Fósforo: 0.005 %
 Azufre: 0.003%
 Propiedades Mecánicas
 Límite de Fluencia: 225/280 MPa

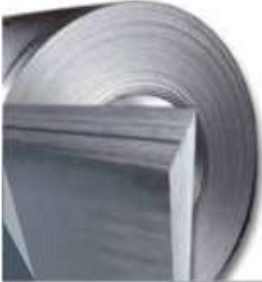


⁽¹⁾ medida Bruto ⁽²⁾ medida Nominal

productos planos

Planchas y Bobinas Laminadas en Caliente

Planchas y Bobinas LAC



| DIMENSIONES NOMINALES | |
|---|---|
| PLANCHAS LAC Calidad Estructural PDLAC A36 (mm) | BOBINAS LAC Calidad ASTM A36 (mm) |
| 1.5 x 1.200 x 2.400 | 1.8 x 1.200 |
| 1.8 x 1.200 x 2.400 | 1.9 x 1.200 |
| 1.9 x 1.200 x 2.400 | 2.0 x 1.200 |
| 2.0 x 1.200 x 2.400 | 2.2 x 1.200 |
| 2.2 x 1.200 x 2.400 | |
| 2.3 x 1.200 x 2.400 | |
| 2.5 x 1.200 x 2.400 | |
| 2.8 x 1.200 x 2.400 | |
| 2.9 x 1.200 x 2.400 | |
| 4.0 x 1.200 x 2.400 | |
| 4.4 x 1.200 x 2.400 | |
| 4.5 x 1.200 x 2.400 | |
| 5.9 x 1.200 x 2.400 | |

NORMAS TÉCNICAS:

Estructural : ASTM A36

PRESENTACIÓN:

Planchas: Las planchas se comercializan en unidades

Bobinas: Se presentan en calidad estructural. Las bobinas se entregan con peso mínimo de 5 TM aproximadamente, enzunchadas longitudinalmente y transversalmente.

USOS:

Se usa en la fabricación de tubos y perfiles plegados. Asimismo, luego de su corte en planchas, se emplea en la construcción de silos, carrocerías y construcción en general.

PROPIEDADES MECÁNICAS:

- Estructural
- Límite de Fluencia mínimo = 25.50 kg/mm² (250 MPa)
- Resistencia a la Tracción = 40.80-56.10 kg/mm² (400 - 550 MPA)
- Alargamiento en 50 mm = 20.0% mínimo