



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE MECÁNICA

CARRERA INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA SEMBRADORA DE
TRACCIÓN MIXTA PARA SEMILLAS DE QUINUA**

Trabajo de Titulación

Tipo: Propuesta Tecnológica

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO AUTOMOTRIZ

AUTORES:

NESTOR WILFRIDO MISE PALOMO

PABLO ANDRES CARRILLO FLORES

Riobamba-Ecuador

2020



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE MECÁNICA

CARRERA INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA SEMBRADORA DE
TRACCIÓN MIXTA PARA SEMILLAS DE QUINUA**

Trabajo de Titulación

Tipo: Propuesta Tecnológica

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO AUTOMOTRIZ

AUTORES: NESTOR WILFRIDO MISE PALOMO

PABLO ANDRES CARRILLO FLORES

DIRECTOR: Ing. EDISON PATRICIO ABARCA PEREZ

Riobamba-Ecuador

2020

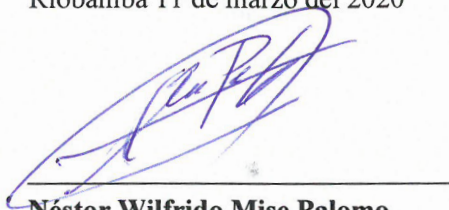
©2020, Néstor Wilfrido Mise Palomo y Pablo Andrés Carrillo Flores

Se autoriza la reproducción total o parcial con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento incluyendo cita bibliográfica del documento siempre y cuando se reconozca el derecho de autor.

Nosotros, Néstor Wilfrido Mise Palomo y Pablo Andrés Carrillo Flores, declaramos que el presente Trabajo de Titulación es de nuestra autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autores asumimos la responsabilidad legal y académica de este Trabajo de Titulación; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo

Riobamba 11 de marzo del 2020



Néstor Wilfrido Mise Palomo

Cedula de identidad: 050328643-7

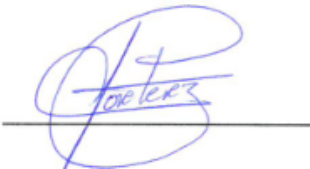




Pablo Andrés Carrillo Flores

Cedula de identidad: 180477405-5

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE MECÁNICA
CARRERA INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

El Tribunal del Trabajo de Titulación certifica que: El Trabajo de Titulación Tipo: Propuesta Tecnológica; **DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA SEMBRADORA DE TRACCIÓN MIXTA PARA SEMILLAS DE QUINUA**, realizado por los señores **NÉSTOR WILFRIDO MISE PALOMO Y PABLO ANDRÉS CARRILLO FLORES**, ha sido minuciosamente revisado por los miembros del tribunal del Trabajo de Titulación, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales en tal virtud el tribunal autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Ing. José Francisco Pérez Fiallos PRESIDENTE DEL TRIBUNAL		2020-11-03
Ing. Edison Patricio Abarca Pérez DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN		2020-11-03
Ing. Marcelo Édison Castillo Cárdenas ASESOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN		2020-11-03

DEDICATORIA

Esta tesis está dedicada a mis padres Néstor Mise y María Palomo quienes con su amor y paciencia y me han permitido llegar a cumplir hoy un sueño más, gracias por el esfuerzo y valentía que me han mostrado a través de los años que me han inspirado para salir adelante.

A mis hermanas Nancy, Amparo y Ana por su cariño y apoyo incondicional, durante todo mi tiempo de estudiante, por estar conmigo en todo momento gracias. A toda mi familia porque con sus consejos y palabras de aliento me hicieron una mejor persona y de una u otra forma me acompañan en todos mis sueños y metas

Néstor Wilfrido Mise Palomo

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi gratitud a Dios, por todas las bendiciones que ha llegado a mi vida y a toda mi familia por estar siempre presentes.

Asimismo, agradezco infinitamente a mi tío Fabián Mise que con sus palabras y consejos que me han ayudado a ser una mejor persona y aprender de la importancia del trabajo. Mi profundo agradecimiento a todas las autoridades y personal que hacen la ESPOCH por confiar en mí, abrirme las puertas y permitirme realizar todo el proceso investigativo dentro de su establecimiento educativo.

Finalmente quiero expresar mi más grande y sincero agradecimiento a mi padre el Sr. Néstor Wilfrido Mise que gracias al pude cumplir mi sueño, por sus consejos y paciencia por enseñarme el valor del trabajo y por estar ahí cuando más lo necesite

Néstor Wilfrido Mise Palomo

Primero cuán importante es para mí poderles expresar que nada esto no se hubiera logrado sin la bendición de Dios quien con su mano me guio para lograr esto.

A mis padres por su apoyo moral, económico e incondicional por su perseverancia para impulsarme a lograr lo imaginable.

A mis hermanos por ser partícipe de esto tan grande e importante para mí un logro más familia.

A mi Tutor doy las gracias por su tiempo, dedicación y esmero sin eso nada fuera posible.

Pablo Andrés Carrillo Flores

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	xi
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xiii
RESUMEN.....	xiv
SUMMARY	xv
INTRODUCCIÓN	1

CAPÍTULO I

1. MARCO REFERENCIAL	1
1.1. Antecedentes	1
1.2. Justificación	1
1.3. Objetivos	1
1.3.1. <i>Objetivo general</i>	1
1.3.2. <i>Objetivos específicos</i>	2

CAPÍTULO II

2. Marco teórico.....	3
2.1. Generalidades	3
2.2. Principio de funcionamiento de una sembradora	3
2.2.1. <i>Etapa preoperacional</i>	4
2.2.2. <i>Fertilización y abonamiento</i>	5
2.2.3. <i>Estudio de tierra</i>	6
2.2.4. <i>Preparación del terreno</i>	6
2.2.5. <i>Tipos de preparación de terrenos</i>	7
2.2.6. <i>Proceso de preparación del terreno</i>	7
2.2.7. <i>Abono orgánico</i>	9
2.3. Diseño mecánico	9
2.4. Metodología para el diseño de una maquina sembradora de quinua.....	10
2.5. Consideraciones básicas para el diseño.....	10

CAPÍTULO III

3. CONCEPCIÓN DEL DISEÑO	12
--------------------------------	----

3.1. Técnicas artesanales de siembra	12
3.1.1. <i>Al voleo</i>	12
3.1.2. <i>Por golpe</i>	12
3.1.3. <i>Por surcos</i>	13
3.2. Alternativas de diseño para la siembra de semillas de quinua	13
3.3. (Alternativa 1) Siembra por azada o espeque	13
3.3.1. <i>(Alternativa 2) Sembradora de punta o matraca</i>	14
3.3.2. <i>(Alternativa 3) Máquina con dosificación automática</i>	15
3.3.2.1. <i>Funcionamiento</i>	15
3.4. Consideraciones de diseño	17

CAPÍTULO IV

4. Cálculos y diseño para la construcción y selección de elementos mecánicos	20
4.1. Dimensiones externas	20
4.2. Peso estructural	20
4.3. Diagrama completo de partes principales de la sembradora	23
4.4. Peso total de la sembradora	24
4.5. Diseño de la máquina sembradora	24
4.5.1. <i>Cálculo de coeficiente de fricción entre suelo – Ruedas</i>	24
4.5.2. <i>Cálculo del eje en la rueda 3</i>	25
4.5.3. <i>Factor de modificación de la condición superficial (Ka)</i>	30
4.5.4. <i>Factor de modificación del tamaño (Kb)</i>	30
4.5.4.1. <i>Factor de carga (kc)</i>	30
4.5.4.2. <i>Factor de temperatura (kd)</i>	30
4.5.4.3. <i>Factor de confiabilidad (ke)</i>	30
4.5.4.4. <i>Factor de efectos varios (kf)</i>	30
4.5.4.5. <i>Límite de fatiga de la probeta de ensayo (Se')</i>	30
4.5.4.6. <i>Límite de fatiga del elemento en cuestión (Se)</i>	30
4.5.4.7. <i>Cálculo para el factor de seguridad según el criterio de Goodman</i>	31
4.5.4.8. <i>Resistencia del suelo</i>	31
4.5.5. <i>Cálculo de velocidad de desplazamiento de la sembradora</i>	31
4.5.6. <i>Fuerza de empuje</i>	32
4.5.7. <i>Tensión</i>	33
4.5.8. <i>Fuerzas que actúan sobre la maquina sembradora</i>	33
4.5.9. <i>Cálculo de capacidad de tolva</i>	34
4.5.9.1. <i>Análisis mediante software CAE (ANSYS)</i>	35

4.5.9.2. Soporte principal (Chasis).....	35
4.5.10. Cargas y momentos en el chasis mediante ANSYS 18.2.....	36
4.5.11. Eje ruleta	37
4.6. Diseño de la punta de arado	38
4.6.1. Cargas y momentos de la punta de arado	38
4.6.2. Análisis total	39

CAPÍTULO V

5. RESULTADOS.....	42
5.1. Análisis de resultados.....	42
5.2. Rendimiento en la siembra	42
5.2.1. Siembra con sembradora automática	42
5.2.2. Siembra manual	43
5.2.2.1. Ahorro de semilla	44
5.2.3. Análisis de Costos	47
5.2.4. Costos directos	47
5.2.4.1. Costo de mano de obra	49
5.2.4.2. Costo de acabados	49
5.2.5. Análisis Costo – beneficio	50
5.3. Operación y Mantenimiento general	52
5.3.1. Operación	52
5.4. Mantenimiento general.....	52
5.4.1. Notas importantes.....	53
CONCLUSIONES.....	53
RECOMENDACIONES.....	54
BIBLIOGRAFIA	
ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2-1: Tipos de semillas de quinua.....	5
Tabla 2-2: Descripción del terreno ubicado en el Cantón Guamote	7
Tabla 2-3: Características del terreno para la siembra de quinua.....	8
Tabla 3-1: Lista de requisitos para el diseño de la máquina	17
Tabla 4-1: Esquema de diseño de elementos mecánicos.....	21
Tabla 4-2: Elementos de la sembradora de quinua.....	23
Tabla 4-3: Resumen de fuerzas de la máquina.....	34
Tabla 4-4 Lista de materiales	36
Tabla 4-5: Esfuerzos	37
Tabla 4-6: Static Structural	37
Tabla 4-7: Resultados de la punta de arado	39
Tabla 5-1: Resultados de siembra con máquina y manualmente	44
Tabla 5-2: Tiempo de siembra con sembradora automática y manualmente	45
Tabla 5-3: Rendimiento por hectárea	46
Tabla 5-4: Lista de materiales para la construcción de la máquina.....	47
Tabla 5-5: Costo de utilización de maquinaria.....	48
Tabla 5-6: Costo de mano de obra	49
Tabla 5-7: Costo de acabado	49
Tabla 5-8: Costo directo total.....	50
Tabla 5-9: Costo-Beneficio	51
Tabla 5-10: Frecuencia de mantenimiento	53

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 2-1: Partes principales de una sembradora de quinua.....	4
Ilustración 2-2: Tipos de semillas de quinua.....	¡Error! Marcador no definido.
Ilustración 2-3: Visita a los terrenos destinados a la quinua	6
Ilustración 2-4: Terrenos de COPROBICH sector Guamote.....	8
Ilustración 2-5: Abono orgánico.....	9
Ilustración 3-1: Al voleo	12
Ilustración 3-2: Por golpe	12
Ilustración 3-3: A chorro continuo	13
Ilustración 3-4: Instrumento de siembra manual	14
Ilustración 3-5: Sembradora de punta.....	15
Ilustración 3-6: Sembradora con dosificación automática.....	16
Ilustración 4-1: Esquema general	23
Ilustración 4-2: a) Vista frontal de la sembradora, b) Vista posterior de la sembradora a tracción mixta.....	24
Ilustración 4-3: a) Fuerzas normales en las ruedas delanteras Fuerzas normales en las ruedas posteriores	25
Ilustración 4-4: Diagrama del eje de la rueda 3.....	26
Ilustración 4-5: Momento flector.....	26
Ilustración 4-6: Factores teóricos de concentración del esfuerzo K_t	27
Ilustración 4-7: Sensibilidad a la muesca “q”	27
Ilustración 4-8: Sensibilidad a la muesca “q cortante”	28
Ilustración 4-9: Factores teóricos de concentración del esfuerzo K_t	29
Ilustración 4-10: Diagrama de fuerzas.....	32
Ilustración 4-11: Diagrama de fuerzas de empuje	33
Ilustración 4-12: Diagrama de cuerpo libre de tensión.....	33
Ilustración 4-13: Tolva para semillas y abono.....	34
Ilustración 4-14: Planos de la Tolva para semillas y abono	34
Ilustración 4-15: Planos del chasis	36
Ilustración 4-16: Simulación de deformación del chasis	36
Ilustración 4-17: Simulación del sistema de dirección	37
Ilustración 4-18: Diseño de la punta de arado	38
Ilustración 4-19: Simulación de la punta de arado- Deformación	39
Ilustración 4-20: Diseño de la punta de arado	40
Ilustración 4-21: Diseño de la punta de arado	40

Ilustración 4-22: factor de seguridad	41
Ilustración 5-1: Área de terreno de Guamote	43
Ilustración 5-2: Semillas y Abono	43
Ilustración 5-3: Semillas y Abono	45
Ilustración 5-4: Descripción de porcentaje en dos tipos de siembra.....	46

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A: TUBO ESTRUCTURAL REDONDO

ANEXO B: TUBO ESTRUCTURAL RECTANGULAR

ANEXO C: PLANCHA PL

ANEXO D: ACERO AISI 4340

ANEXO E: CLASIFICACIÓN DE TEXTURA DEL SUELO

ANEXO F: CATÁLOGO DE CATALINAS

ANEXO G: CATÁLOGO DE CADENA

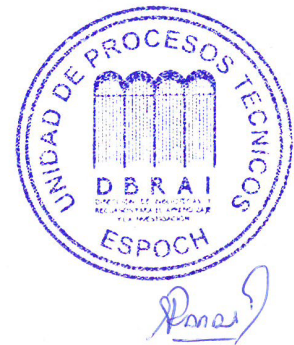
ANEXO H: HOJA DE MANTENIMIENTO DE SEMBRADORA

RESUMEN

El presente proyecto dio a conocer los preparativos previos realizados por los agricultores del sector de Colta en la provincia de Chimborazo antes de la siembra en la cual se reflejó la urgencia de un diseño y construcción de una máquina sembradora con dosificación automática de semilla de quinua y abono, la misma que permitió cubrir la necesidad de un incremento en la producción en esta comunidad. Se analizó una alternativa para el diseño de una sembradora de quinua, basándose en la necesidad, costo y el tipo de suelo de las mismas. De la cual se seleccionó las características más adecuadas mediante el método de criterios de ponderación, según su desempeño y desarrollo. Se realizó el diseño mecánico de la máquina considerando los ejes y esfuerzos combinados, su velocidad, capacidad de tolva, relación de transmisión, empuje, peso, selección de cadena, selección de catalinas que se usaran en la transmisión de movimiento, por medio de análisis estáticos y dinámicos se comprobó que los ejes seleccionados y accesorios de acople como chavetas y rodamientos son los correctos, con una simulación de esfuerzos y deformación de los elementos estructurales mediante el software ANSYS Y SOLIDWORKS. Se analizó los resultados obtenidos de acuerdo con los objetivos establecidos, tomando en cuenta el beneficio logrado en cuanto a la optimización de tiempo, esfuerzo, costo, ahorro de semilla y abono. La máquina realizó un ahorro de tiempo considerable, puesto que con la sembradora automática con dosificador se tiene un tiempo de 10 min y manualmente tenemos 30 min por hectárea, mientras que con respecto a la semilla dio como resultado un ahorro del 53 % lo que económicamente resultó muy significativo.

Palabras clave: <DISEÑO MECÁNICO> <MÁQUINA SEMBRADORA>
<DOSIFICACIÓN AUTOMÁTICA> <QUINUA> <PRODUCCIÓN> <ANSYS
(SOFTWARE)> <TOLVA>.


1677-DBRA-UPT-2023



SUMMARY

This project revealed the preliminary preparations carried out by farmers in Colta canton, Chimborazo province before sowing. This phase highlighted the pressing requirement for designing and fabricating a sowing apparatus equipped with automatic dispensing capabilities for quinoa seeds and fertilizer. This technological solution effectively addressed the imperative to enhance production within the community, fulfilling the need for increased yield. An alternative for the design of a quinoa planter was analyzed, taking into consideration factors such as necessity, cost, and soil type. This assessment encompassed automotive elements to determine the optimal solution. From which the most suitable characteristics were chosen using the method of weighted criteria, based on their performance and development, akin to automotive selection processes. The mechanical design of the machine was carried out, taking into account the axles and combined forces, speed, hopper capacity, transmission ratio, thrust, weight, chain selection, and sprocket selection to be used in the motion transmission. Through static and dynamic analyses, it was verified that the selected axles and coupling accessories, such as keyways and bearings, are appropriate. This verification included stress and deformation simulations of structural components using ANSYS and SOLIDWORKS software, resembling standard procedures in automotive engineering. The results were analyzed following the established objectives, considering the achieved benefits in terms of time optimization, effort reduction, cost efficiency, and savings in seed and fertilizer. This analysis closely mirrors performance assessments common in the automotive domain. The machine achieved a significant time saving, as the automatic planter with a dispenser takes only 10 minutes per hectare, compared to the manual method which takes 30 minutes. Furthermore, in terms of seed usage, there was a 53% reduction, resulting in a highly significant economic impact. This scenario aligns with the automotive principle of efficiency gains and resource optimization.

Keywords: <MECHANICAL DESIGN> <SEEDER MACHINE> <AUTOMATIC DOSING>
<QUINOA> <PRODUCTION> <ANSYS (SOFTWARE)> <HOPPER MACHINE>


Lic. Patricia Pilar Moyota Amaguaya Mgs.

060361101-3

INTRODUCCIÓN

En el pasado el ser humano optaba por la siembra ancestral, debido a que no existía maquinaria de tipo manual. Desde el punto de vista moderno la siembra es uno de los puntos más importantes y que más influencia tiene en el éxito final de un cultivo.

Para el cultivo de la quinua, no únicamente es importante el número de plantas por unidad de superficie por lo que existe la distancia entre plantas tanto entre líneas como dentro de la misma línea, lo que el agricultor considera importante.

Se debe colocar las semillas a una distancia exacta en el terreno para disminuir el desperdicio en la cantidad de semilla utilizada en la siembra. Con este método de siembra en línea permite esperar incrementos importantes en la producción gracias a un uso eficiente de las disponibilidades de agua, luz y nutrientes para las plantas, también se consigue disminuir las necesidades de mano de obra y optimizar las condiciones para la cosecha. El tiempo y esfuerzo de trabajo son los dos puntos importantes para el agricultor. Para la realización de una siembra con “precisión” se debe contar con una sembradora apropiada, pero también son factores de máxima importancia las condiciones del terreno sobre el que se va a depositar la semilla (preparación del lecho de siembra) y la compatibilidad entre la sembradora y la semilla que se va a utilizar.

Para la siembra de quinua se necesita una altura entre los 2000 y 3500 msnm, considerando el ideal entre 2200 y 3000 msnm. En la germinación, encañado, floración y llenado del grano, la quinua debe contar con buenas condiciones de para su desarrollo

CAPÍTULO I

1. MARCO REFERENCIAL

1.1. Antecedentes

En la actualidad una cantidad creciente de personas optan por abandonar el trabajo agrícola, los más jóvenes exploran nuevos sectores en los cuales puedan laborar y evitar el gran esfuerzo que demanda el sector agrícola.

Si bien existe una gran cantidad de maquinaria agrícola, es demasiado costosa, además la mayoría de pequeños productores no tiene más que una hectárea de terreno, lo que contratar o adquirir maquinaria resulta un gasto excesivo.

En el cultivo de cereales, la siembra de semillas por los pequeños productores resulta un trabajo demasiado tedioso y fatigoso. El uso de maquinaria puede paliar estas secuelas, pero no está disponible o resulta demasiado costosa.

Por tanto, resulta que la siembra es demasiado tardía y agotadora. Para contrarrestar estos factores se plantea el diseño y construcción de una sembradora de quinua y otros cereales que sea práctica, económica y portátil, de tal forma que disminuya el tiempo de siembra.

1.2. Justificación

La sembradora es una máquina-herramienta necesaria para impulsar el desarrollo de los pequeños productores. Se ha determinado que una sembradora manual es la más indicada como parte del apoyo al proyecto de vinculación *DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO DE PRODUCCIÓN, TRANSFORMACIÓN, COMERCIALIZACIÓN Y PROMOCIÓN DE CONSUMO DE LA QUINUA Y SUS DERIVADOS*, que mantiene la ESPOCH con el sector de productores de quínoa de la provincia de Chimborazo. La mayoría de los pequeños productores requieren una máquina cuya eficiencia sea de 0.08 ha/hora a diferencia del método manual que apenas es de 0.03 ha/hora. Además, la sembradora manual requerida debe tener una adecuada ergonomía de tal forma que reduzca el esfuerzo físico del operario. El presente trabajo parte de esta necesidad y de cómo fomentar el desarrollo agroeconómico de la provincia de Chimborazo.

1.3. Objetivos

1.3.1. *Objetivo general*

- Diseñar y construir una máquina sembradora para semillas de quinua de tracción mixta

1.3.2. Objetivos específicos

- Obtener datos concluyentes de los suelos que se utilizan para sembrar quinua en la provincia de Chimborazo mediante investigaciones prácticas para optimizar el diseño.
- Identificar las posibles alternativas de diseño en función de los requerimientos y especificaciones técnicas, de tal forma que se pueda evaluar las ventajas y desventajas de cada una, y de esta manera seleccionar la más eficiente que permita identificar aquella que se ajuste mejor a las necesidades de los usuarios.
- Diseñar analíticamente la sembradora aplicando las teorías de falla mecánica que posibilite estimar a priori la geometría y sección transversal de los elementos más comprometidos mecánicamente.
- Modelar un prototipo virtual de la sembradora mediante software CAD que faculte posteriormente simular y validar el diseño mediante un software CAE.
- Construir la sembradora mediante los resultados obtenidos en el diseño para ulteriormente realizar las pruebas en campo respectivas.

CAPÍTULO II

2. Marco teórico

2.1. Generalidades

El presente proyecto de titulación se realiza con el propósito de argumentar los beneficios que presenta una máquina sembradora de tracción mixta para quinua con dosificador de semillas y abono, para el agricultor de la empresa COPROBICH, donde mediante de la siembra de quinua sus agricultores van a mejorar sus condiciones de vida. Esta máquina permitirá optimizar el trabajo, esfuerzo y dinero a los agricultores.

Este diseño en mención consiste en una siembra de semillas de quinua que sea capaz de ser impulsada mediante la fuerza del motocultor o la fuerza de una persona, con un dosificador capaz de cumplir con las expectativas de siembra para el agricultor de la empresa.

La construcción de la máquina sembradora de quinua empieza con el diseño y dimensionamiento de los elementos mecánicos. La máquina contará con elementos mecánicos de tracción como la rueda delantera, la cual mediante una catalina y cadena transmitirá movimiento al eje que accionará los discos dosificadores de semilla.

Una vez listo un plano se realizarán los respectivos cálculos, seguido de las fases de trabajo u hojas de fabricación, se construirá cada elemento mecánico, para luego ensamblar completamente la máquina con los elementos mecánicos y accesorios adicionales

Para mejorar la calidad de vida laboral de los agricultores de la empresa COPROBICH se ha emprendido el diseño de una máquina que, por las características del terreno en el sector, pueda cumplir con las expectativas de los agricultores.

La facilidad para la siembra de semillas de quinua en las diferentes partes del terreno requiere una profundidad de 1 a 2 cm (Cuichán & Manyá, 2016).

En la provincia de Chimborazo existen muchos campesinos que siembran en superficies irregulares como cerros o terrenos de superficie inclinada. La siembra en este tipo de terreno cuya inclinación supera los 40° se realiza por medio de herramientas manuales debido al difícil acceso de maquinaria; la herramienta manual como: pala, pico y azadón; representa un gran esfuerzo físico y largas jornadas de trabajo para el agricultor.

En el presente trabajo de titulación se diseñará y construirá una sembradora para semillas de quinua solucionando los problemas antes expuestos, para reducir el tiempo y esfuerzo de sembrado así aumentar la productividad.

2.2. Principio de funcionamiento de una sembradora

En base a la implementación de estudios realizados en otros países donde se dedican a sembrar quinua tales como Perú y Bolivia, se diseña y construye una máquina sembradora de quinua que se accione al aplicar una fuerza externa de empuje, producida por el operario, transmitiendo así el movimiento a la sembradora, de tal forma que la rueda delantera

transfiera movimiento al eje motriz del sistema. Una sembradora manual a demás consta de una barrenadora en la parte delantera, que va ejecutando el surco previo al depósito de las semillas.

Principales partes:

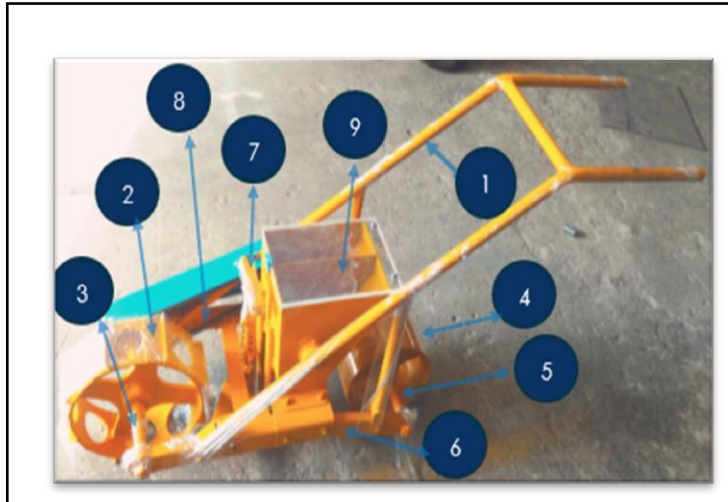


Ilustración 2-1:Partes principales de una sembradora de quinua

Fuente: (Cuichán & Manya, 2016)

1. Brazos de empuje
2. Rueda posterior (motriz)
3. Eje delantero (motriz)
4. Rueda posterior
5. Eje posterior
6. Brazos guía
7. Barrenadora
8. Sistema piñón-cadena
9. Tolva (sistema de dosificación automática)

La sembradora manual funciona a través de una fuerza de empuje, en el cual acciona un mecanismo que permite el depósito de la semilla en el surco creado por la barrenadora, en el cual se deposita una cierta cantidad de semillas con fertilizante cada 50cm entre depósito y depósito de semilla a través del mecanismo en la rueda trasera se cierra el surco.



2.2.1. Etapa preoperacional

La semilla de quinua es uno de los granos más importante de los Andes, ya que según estudios realizados posee un equilibrio de:

- Proteínas
- Grasas
- Carbohidratos

Tiene dos variedades que son sembradas en los diferentes países de los Andes como: Bolivia, Perú, Ecuador, Chile y Colombia, en la siguiente tabla se detalla los dos tipos de semilla. (Cuichán & Manya, 2016)

Tabla 2-1: Tipos de semillas de quinua

	Tunkahuan <ul style="list-style-type: none">•Altitud 2400 a 3400 msnm•Clima Lluvia de 500 a 800 mm de precipitación•Temperatura 7 a 17 °C•Suelo franco, franco arenoso, negro andino, con buen drenaje
	Ingapirca <ul style="list-style-type: none">•Altitud 3000 a 3800 msnm•Clima Lluvia de 500 a 800 mm de precipitación•Temperatura 7 a 17 °C•Suelo franco, franco arenoso, negro andino, con buen drenaje

Fuente: (INIAP, 1992)

Para la siembra se recomienda el uso de semilla certificada, no es necesario limpiar ni lavar la semilla, y si la siembra se lo realiza mediante máquina, es recomendable utilizar de 9 a 12 kg/ha de semilla (INIAP, 1992).

2.2.2. Fertilización y abonamiento

La quinua es una planta exigente en nutrientes, principalmente de nitrógeno, calcio, fósforo, potasio, por ello requiere un buen abonamiento y fertilización adecuada, los niveles a utilizar dependerá de la riqueza y contenido de nutrientes de los suelos donde se instalará la quinua, de la rotación utilizada y también del nivel de producción que se desea obtener (FAO, 2016).

En suelos de baja fertilidad, se recomienda aplicar 80-40-30 kg/ha de NPK (3 qq de 10-30-10, 3 qq de urea y 0,5 qq de muriato de potasio, se debe aplicar el 50% de (N) y el total de (P) y (K) a la siembra y el otro 50% de (N) a la deshierba a los 60 días (INIAP, 1992).

Se puede aplicar de 5 a 10 t/ha de abono orgánico, como alternativa a la fertilización química, incorporado al suelo antes de la siembra.

La aplicación de la materia orgánica debe efectuarse junto con la preparación de suelos de tal manera que pueda descomponerse y estar disponible para el cultivo. Así mismo esta facilitará la retención de la humedad, mejorará la estructura del suelo, formando estructuras

esferoidales, facilitará la aireación del suelo y favorecerá el desarrollo de la flora microbiana que permitirá la pronta humificación.

En el caso de la fertilización, se aplicará la fuente de nitrógeno fraccionado en dos partes en la sierra, la mitad a la siembra y la otra después del primer deshierbo, mientras que en la costa será mejor fraccionar en tres partes. Esto permitirá un mejor aprovechamiento del nitrógeno y evitará pérdidas por lixiviación, volatilización por las altas temperaturas y la facilidad de percolación de los suelos, mientras que el fósforo y el potasio todo a la siembra (FAO, 2016).

2.2.3. Estudio de tierra

Una de las partes importantes en la siembra de quinua es la preparación del terreno. Una buena preparación del suelo generará una germinación de la semilla y éxitos rotundo en el desarrollo del cultivo. La siembra y fertilización son parámetros que influyen directamente en la producción y la productividad del cultivo de quinua.



Ilustración 2-2: Visita a los terrenos destinados a la quinua

Realizado por: Mise Néstor y Carrillo Pablo, 2019

Según datos proporcionados por la empresa COPROBICH, la siembra puede realizarse a chorro continuo o golpes distanciados de 40 a 50 cm. También se puede sembrar en hileras sin realizar surcos, siempre y cuando el suelo no tenga problemas y esté bien preparado.

2.2.4. Preparación del terreno

La preparación de suelos para la quinua es una labor importante, que determinará el éxito futuro de la instalación del cultivo, por ello, esta debe efectuarse con el esmero necesario, en la época oportuna, con los implementos adecuados y utilizando tecnologías, formas y características propias para el cultivo, dado el tamaño reducido de la semilla y dependiendo del tipo de suelo a ser utilizado.

Si la siembra se efectuara en un suelo nuevo o virgen se debe roturar con un arado de vertedera o de discos de tal manera que la parte externa quede enterrada en el suelo, esta labor debe efectuarse al finalizar las lluvias.

Esta tarea puede realizarse con tractor, yunta o con herramientas manuales como azadones, en esta fase de preparación es necesaria una labor de arado y una o dos de rastra para mullir o desmenuzar el suelo, si la siembra es manual o con sembradora manual se recomienda surcar.

Cuando el cultivo se realiza en sitios con exceso de humedad la siembra se debe hacer al costado o en el lomo del surco, pero si el cultivo es en zonas con escasez de agua, es conveniente sembrar al fondo del surco (INIAP, 1992).

2.2.5. Tipos de preparación de terrenos

Existen dos tipos de preparación de terrenos:

- a) Preparación de terrenos en Guamote
- b) Preparación de terrenos que fueron sembrados con otros cultivos
 - El procedimiento que se sigue es el siguiente:
 - Se realiza el arado con discos, de manera anticipada y entre los meses de julio y agosto.
 - Pasar la rastra en forma cruzada. Una semana antes debió realizarse el “doble arado” con discos, pasado de rastra, nivelación, surcado y estar listo para la siembra (Agrocalidad, 2015).

2.2.6. Proceso de preparación del terreno

Para la preparación del terreno, se deben seguir los siguientes pasos:

a) Selección del terreno

Consiste en realizar una selección adecuada del terreno con condiciones de altitud, clima, temperatura, suelo y pH para sembrar quinua (Agrocalidad, 2015).

En los campos de la empresa COPROBICH ubicados en el Cantón Guamote se recopiló los siguientes datos:

Tabla 2-2: Descripción del terreno ubicado en el Cantón Guamote

Altitud	2750 m s. n. m
Clima	templado
Temperatura	10-20 C
Suelo	suelo arenoso
pH	7

A continuación, se describe el terreno en el sector Guamote donde se realiza la siembra de quinua



Ilustración 2-3: Terrenos de COPROBICH sector Guamote

Realizado por: Mise Néstor y Carrillo Pablo, 2019

b) Planificación de actividades

Trata de planificar actividades agrícolas una vez seleccionado el terreno.

c) Análisis de suelo

Se debe realizar el análisis químico del suelo, previa toma de muestras, para conocer las condiciones del terreno a preparar.

En la tabla 2-3 se evidencia los tipos de semillas utilizadas en los Andes.

Tabla 2-3: Características del terreno para la siembra de quinua

CARACTERÍSTICA	VAR. DE SEMILLA INGAPIRCA	VAR. DE SEMILLA TUNKAHUÁN
Altitud (m.s.n.m)	3000 a 3600	2200 a 3400
Altitud óptima (m.s.n.m)	3200 a 3400	2600 a 3100
Temperatura °C)	6 a 12	8 a 16
Luminosidad	Tolera nubosidad	Requiere más luz
Precipitación (mm/año)	400 a 800	600 a 1200
Tolerancia a sequía	Tolerante	Ligeramente susceptible
Exceso de humedad	Susceptible	Tolerante
Granizadas	Tolerante	Tolerante
Heladas	Tolerante	Ligeramente tolerante
Suelos (pH)	5,3 a 7	5,3 a 7
Suelos, textura	Franco arenoso	Franco arcilloso
Suelos (encharcamiento)	Susceptible	Susceptible

Realizado por: Néstor Mise y Pablo Carrillo, 2019

Fuente: (INIAP, 1992)

2.2.7. *Abono orgánico*

El abono orgánico incorpora nutrientes y microorganismos a los cultivos, es la razón por la cual en la parroquia de Guamote y Colta elaboran su propio abono orgánico con los siguientes ingredientes

- 20 sacos de estiércol (si es variado mejor)
- 40 litros de agua
- 10 sacos de tierra negra



Ilustración 2-4: Abono orgánico

Fuente: (Agrocalidad, 2015)

2.3. **Diseño mecánico**

Diseñar es formular un plan para satisfacer una necesidad específica o resolver un problema particular, en el caso de la presente investigación la necesidad es mejorar la productividad del proceso de sembrado de semillas de quinua en la empresa COPROBICH mediante el diseño y construcción de una sembradora que sea tanto impulsada con esfuerzo humano y mediante motor de combustión interna. El diseño debe ser funcional, seguro, confiable, competitivo, útil, que se pueda fabricar y comercializar.

- Es importante que el diseñador empiece por identificar exactamente una alternativa satisfactoria, con objeto de escoger la mejor opción, partiendo de este punto se forma una estrategia para la optimización. Luego, se desarrollan las tareas siguientes.
- Invención de diferentes soluciones.
- Por medio del análisis y de pruebas de simulación, se observa el desempeño de cada alternativa, conserve las alternativas satisfactorias y deseche las que no lo son.
- Elegimos la mejor alternativa que satisfaga todas las necesidades que nos planteamos en el principio
- Implementamos el diseño

Las herramientas de la ingeniería (como las matemáticas, la estadística, la computación, las gráficas y el lenguaje) se combinan para formar un plan, que, al llevarse a cabo, se crea un producto, seguro, confiable, competitivo, que se puede fabricar y comercializar, sin importar quien lo use (Shigley, Mischke, & Budynas, 2003)

2.4. Metodología para el diseño de una maquina sembradora de quinua

Para el diseño de comienzo hasta la parte final, siempre tomaremos en cuenta la necesidad y una solución para hacer algo al respecto. Después de muchas pruebas realizadas para determinar la mejor opción que satisfagan la necesidad de manera óptima.

Las consideraciones básicas para el diseño son: (Shigley, Mischke, & Budynas, 2003)

Reconocimiento de la realidad

Definición del problema.

- Síntesis
- Análisis y optimización.
- Evaluación
- Presentación.
- Tamaño
- Confiabilidad
- Control
- Fricción
- Facilidad de uso
- Lubricación
- Comercialización
- Costo
- Mantenimiento

2.5. Consideraciones básicas para el diseño

En todo diseño se deben tomar siempre algunas consideraciones, ya que estas pueden afectar la configuración del sistema total. Además, algunas de estas propiedades tienen que ver de manera directa con las dimensiones, el material, el procesamiento y la unión de los elementos del sistema.

Estas consideraciones son pruebas que nos indican, de una forma técnica que piezas cumplen con las exigencias del diseño, entre las más importantes están: (Shigley, Mischke, & Budynas, 2003)

- Resistencia/esfuerzo
- Ruido

- Distorsión/deflexión/rigidez
- Estilo
- Corrosión
- Seguridad

CAPÍTULO III

3. CONCEPCIÓN DEL DISEÑO

3.1. Técnicas artesanales de siembra

Actualmente los agricultores practican diversas formas de siembra, como se verá a continuación:

3.1.1. *Al voleo*

Es un método de siembra directo en el que se intenta que las semillas se distribuyan lo más uniformemente posible sobre todo el terreno. Esta siembra realizada al azar requiere gran cantidad de semillas y mano de obra (Cuichán & Manya, 2016).



Ilustración 3-1: Al voleo

Fuente: (Agronomía general, 2016)

3.1.2. *Por golpe*

Este método es utilizado con la finalidad de no desperdiciar tanta semilla como en el caso de la siembra al voleo. Consiste en depositar semilla cada 5 o 10 cm a lo largo de la hilera. Utilizan herramientas hechas artesanalmente como, por ejemplo, una lata con hoyos en la parte inferior por donde pase la semilla (Cuichán & Manya, 2016).



Ilustración 3-2: Por golpe

Fuente: (FAO, 2016)

3.1.3. *Por surcos*

Previamente se debe colocar el fertilizante en el fondo del surco a chorro continuo y taparlo. Luego se coloca la semilla al fondo del surco a chorro continuo y se tapa con una capa bien fina de tierra. Las semillas son colocadas manualmente o con un pequeño dispositivo para sembrar hortalizas. Por ejemplo, un tubo con un orificio por donde fluiría la semilla cuando el agricultor introduzca uno de sus lados en el interior del surco. (Cuichán & Manyá, 2016)



Ilustración 3-3: A chorro continuo

Fuente: “ (FAO, 2016)

3.2. **Alternativas de diseño para la siembra de semillas de quinua**

La siembra de quinua requiere de diversos parámetros. Por ello, se han diseñado y fabricado diferentes modelos de sembradoras especializadas en la quinua, cada una enfocada en mejorar el rendimiento y calidad de la producción. A continuación, describiremos algunos modelos y prototipos existentes.

3.3. **(Alternativa 1) Siembra por azada o espeque**

Esta característica de siembra se difiere del instrumento de labranza. Su desarrollo consiste del traslado en cualquier dirección de la azada en el terreno por parte del operario el cual controla la profundidad el instrumento a la cual depositara la semilla, la misma que cae a través de una cobertura de residuos hacia el suelo (Cuichán & Manyá, 2016).

Elementos principales

- Macana de hierro fundido
- Cuerda de agarre
- Punta de enclavamiento



Ilustración 3-4: Instrumento de siembra manual

Fuente: (Cuichán & Manyá, 2016)

Ventajas

- Fácil acceso a cualquier terreno
- Fácil control de la siembra regular o irregularmente
- Rapidez
- Mayor versatilidad y manejo del instrumento.
- Económico
- Desventajas
- Alta imprecisión entre surcos de siembra
- Desperdicio de semilla
- Distribución de semilla inestable
- Deterioro del suelo.
- Mayor impacto de bacterias en la semilla
- Inapropiada profundidad de anidado para la semilla.
- Mayor tiempo y esfuerzo de trabajo

3.3.1. (Alternativa 2) Sembradora de punta o matraca

Es desarrollada para acelerar la siembra de manera continua, consiste en dos brazos hasta la altura del pecho unido por una bisagra y una punta de enclavamiento. La punta penetra en el suelo y al cierre de los brazos en forma de “V” la parte inferior se abre y libera la semilla en el suelo. Continuamente una nueva semilla es recargada al igual que el fertilizante (AGROCALIDAD, 2015).



Ilustración 3-5: Sembradora de punta

Fuente: (Cuichán & Manyá, 2016)

Elementos principales (refiérase a la figura 3-5)

- Brazo metálico de agarre
- Punta de penetración
- Tolvas de abono y semilla por separado
- Bisagra para una junta en posición “V”
- Cadena de control de apertura

Ventajas

- Acelerar el proceso de siembra
- Mayores hectáreas sembradas por hora de trabajo.
- Menor esfuerzo y tiempo de trabajo.
- Ahorro de semilla y fertilizante
- Sembrar y fertilizar al mismo tiempo.
- Siembra controlada

Desventajas

- Deterioro de brazos por un alto grado de fuerza de apertura y cierre.
- Deterioro de puntas por trabajos en suelos húmedos o arcillosos
- El alto golpe de cierre provoca el daño de la bisagra.
- La dosificación de semilla no es controlada en su totalidad por el dosificador
- Rompimiento brusco de las bisagras por un excesivo golpe.

3.3.2. (Alternativa 3) Máquina con dosificación automática

3.3.2.1. Funcionamiento

La sembradora consiste en un sistema de una rueda de tracción, en la cual está el eje motriz que transmite movimiento mediante un sistema piñón – cadena, con un piñón conductor de

Z=16 y un piñón conducido de Z=30 de paso 40 que es conducido con una cadena del mismo paso, esta es conectada a un eje dosificador que mediante dos discos dosificadores distribuye la semilla y el abono hacia el suelo. Posee un sistema de enclavamiento que penetra en el suelo para que sea depositada la semilla y continuamente el abono (Cuichán & Manyá, 2016).



Ilustración 3-6: Sembradora con dosificación automática

Realizado por: Mise Néstor y Carrillo Pablo, 2019

Elementos principales (refiérase a la figura 3-6)

- Estructura base
- Rueda delantera y posterior
- Sistema piñón – cadena
- Discos dosificadores
- Barrenadora
- Tolva de almacenamiento de semilla y abono
- Brazos de empuje

Ventajas

- Ahorro de tiempo, esfuerzo y dinero
- Fácil acceso a cualquier campo
- Alto ahorro de semilla y abono
- Anidamiento automático de la semilla
- Mayores hectáreas sembradas por hora
- Fácil manejo
- Correcto lineamiento entre surcos
- Mejor diseño didáctico
- Fácil mantenimiento
- Fácil cierre de surco

Desventajas

- Sistema no automatizado
- Mayor cuidado en la preparación del terreno
- Grado medio de suciedad en su traslado

3.4. Consideraciones de diseño

La siguiente lista de exigencias fue desarrollada siguiendo las nociones del estado de la tecnología y además las necesidades planteadas como objetivos de la presente tesis. Se presentarán una serie de exigencias y características que deberá cumplir la máquina para su correcto funcionamiento y diseño.

Tabla 3-1:Lista de requisitos para el diseño de la máquina

LISTA DE EXIGENCIAS		Edición: Rev.2
PROYECTO:	DISEÑO DE UNA MÁQUINA SEMBRADORA DE QUINUA	Fecha: 27/07/19
		Revisado: P.Abarca
CLIENTE:	EMPRESA COPROVICH	Elaborado: C.P.M. N
Deseo (D) Exigencia (E)	Descripción	Responsable
E	Función: Realizar la siembra de las diversas clases de semillas de quinua con una capacidad de 01 Ha/h	C.P.M. N
E	Geometría: Las dimensiones de la máquina deberán ser las necesarias para una buena distribución de las semillas y marcha sobre el terreno.	C.P.M. N
E	Cinemática: La velocidad de trabajo de la máquina deberá permitir obtener el flujo de semilla requerido El movimiento de las partes mecánicas de la máquina no deberá dañar la salida de la semilla.	C.P.M. N

E	<p>Fuerzas: La máquina deberá tener suficiente estabilidad y rigidez de modo que no impida el funcionamiento a plena carga de trabajo</p> <p>La máquina deberá soportar las cargas de modo que no se produzcan deformaciones perjudiciales en su desempeño.</p>	C.P.M. N
E	<p>Energía: El tipo de energía a usar en la máquina provendrá del motocultor</p>	C.P.M. N
D	<p>Energía: La energía utilizada en la máquina no deberá afectar aspectos ambientales</p>	C.P.M. N
E	<p>Materia: La materia prima empleada serán granos de quinua, de mayor consumo en el departamento de COPROBICH, y abono.</p>	C.P.M. N
E	<p>Señales: Los indicadores que poseerá la máquina deben ser de fácil entendimiento para el operador.</p>	C.P.M. N
E	<p>Seguridad: La máquina debe contar con sistemas de protección para el operario antes, durante y después de la siembra de la semilla.</p>	C.P.M. N
E	<p>Ergonomía: La posición de los dispositivos (regulación, ajuste y desarticulación) y la máquina en general estarán a la altura de una fácil maniobrabilidad de acorde a las exigencias ergonómicas para el operario.</p>	C.P.M. N
D	<p>Fabricación:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Los materiales para utilizar en los componentes de la máquina deben estar disponibles en el mercado nacional. • Las piezas de la máquina serán de forma sencilla para su fácil reproducción en cualquier taller local. 	C.P.M. N
E	<p>Montaje: La máquina será de fácil montaje y desmontaje.</p>	C.P.M. N
D	<p>Transporte: La máquina será lo más liviana posible para un fácil transporte.</p>	C.P.M.N.

E	<p>Mantenimiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> • La frecuencia de mantenimiento deberá ser aproximadamente cada 6 meses. <p>Los componentes de la máquina van a ser de fácil reemplazo (compra o fabricación).</p>	C.P.M. N
E	<p>Terreno: La máquina trabajará sobre un terreno que ya ha sido trabajado (arado y rastrado).</p>	C.P.M. N
E	<p>Plazos: Se entregará el informe técnico final el 15/09/19.</p>	C.P.M. N

Analizando las ventajas y desventajas de cada una de las alternativas se tomó la decisión de escoger la alternativa numero 3 ya que, debido a su ergonomía, se facilita la siembra ya que no se desperdicia la semilla de quinua y además el esfuerzo que realiza el operario es mínimo con la cual cuidamos y hay un aumento considerable de la producción ya que se ahorra tiempo y dinero que es una ganancia considerable en terrenos de gran extensión.

CAPÍTULO IV

4. Cálculos y diseño para la construcción y selección de elementos mecánicos

4.1. Dimensiones externas

Se ha considerado el dimensionamiento de la máquina tomando en cuenta lo siguiente:

- La altura promedio de una persona adulta
- La distancia entre surcos

Se ha considerado las estaturas de las personas entre 1.65 a 1.75 metros.

Los datos tomados para el dimensionamiento vienen dados por la medición desde el suelo hasta el torso del operario.

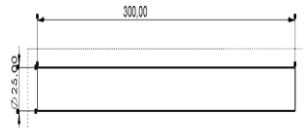
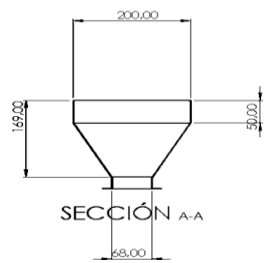
Teniendo en cuenta estos datos las medidas son: 60 cm de ancho por 70 centímetros de alto

4.2. Peso estructural

El peso de la máquina está en función del diseño y dimensionamiento de los elementos principales y sus accesorios, son materiales existentes en el mercado nacional. En la Tabla 4-1 se presenta a manera de resumen los pesos y dimensiones de cada uno de los componentes de la máquina mediante un software CAE.

Tabla 4-1: Esquema de diseño de elementos mecánicos

Denominación	Descripción	Cantidad	Dimensiones	Esquema	Materiales	Peso (kg)
Brazos de empuje	Elementos que empujan la máquina mediante una fuerza externa hecha por el operario, el material seleccionado es	1	Ø 25.4 x 2		tubo redondo de Ø 25.4 x 2 mm (ver anexo 1) y tubo cuadrado de 20 x 40 mm (ver anexo 2).	1.6 kg
Base principal	base en la cual se alojan todos los elementos y se sujetan a la misma, esta posee una punta la cual nos ayuda a abrir la tierra en la parte delantera y una barredora para cerrar la tierra en la parte posterior	1	60 x 40 cm		tol de acero de 5 mm de espesor	20 kg
Ruedas	objeto mecánico que tiene forma de disco y que se instala en un eje para que gire a su alrededor	4	Ø 12,5		ruedas de carretilla de 12.5 cm	5 kg
Ejes para rueda trasera	El eje trasero es el encargado de accionar los mecanismos principales mediante la fuerza aplicada por el operador	1	Ø 25.4 x 2		acero AISI 1020 se selecciona según cálculos un eje de Ø 25.4 x 400 mm (ver anexo 4)	1,7 kg

Denominación	Descripción	Cantidad	Dimensiones	Esquema	Materiales	Peso (kg)
Eje para dosificación	Elemento acoplado a un lado de las tolvas que hará girar a los dosificadores con la fuerza de giro que recibe de la rueda trasera mediante un sistema piñón-cadena	1	Ø 25.4		acero AISI 1020 Ø 25.4 x 300 mm (ver anexo 4)	1.7 kg
Tolva	Depósito para las semillas de quinua y abono	2			acero laminado al caliente (norma ASTM) A56, de 2 mm de espesor con un peso de 1 (ver anexo 3)	2 kg
Accesorios	Incluye catalina, chumacera y cadena					5 kg
Total						38.36

Realizado por: Mise Néstor y Carrillo Pablo, 2019

4.3. Diagrama completo de partes principales de la sembradora

Tabla 4-2: Elementos de la sembradora de quinua

1	Soporte principal (chasis)
2	Eje dosificador
3	Dosificadores
4	Tolvas
5	Piñón
6	Ruedas
7	Punta de arado
8	Cadena A
9	Cadena B

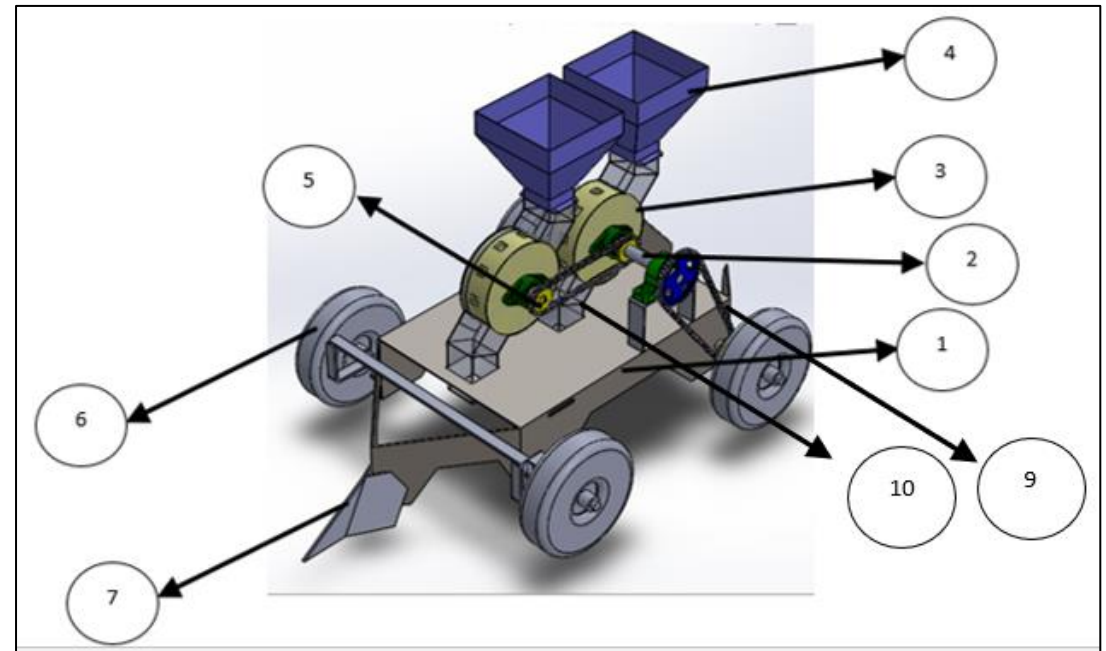


Ilustración 4-1: Esquema general

Realizado por: Mise Néstor y Carrillo Pablo, 2019

4.4. Peso total de la sembradora

Su peso total está dado por la suma de todos sus elementos:

Peso total = 38.36 kg

4.5. Diseño de la máquina sembradora

4.5.1. Cálculo de coeficiente de fricción entre suelo – Ruedas

A continuación, se muestra el diagrama de cuerpo libre en la sembradora:

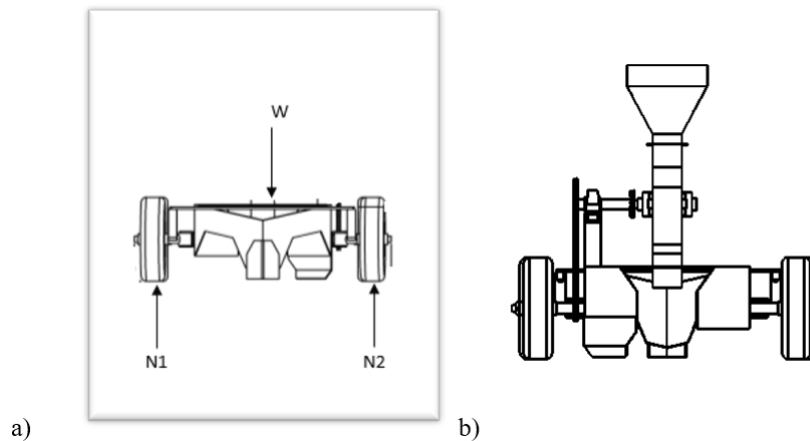


Ilustración 4-2: a) Vista frontal de la sembradora, b) Vista posterior de la sembradora a tracción mixta

Realizado por: Mise Néstor y Carrillo Pablo, 2019

Donde:

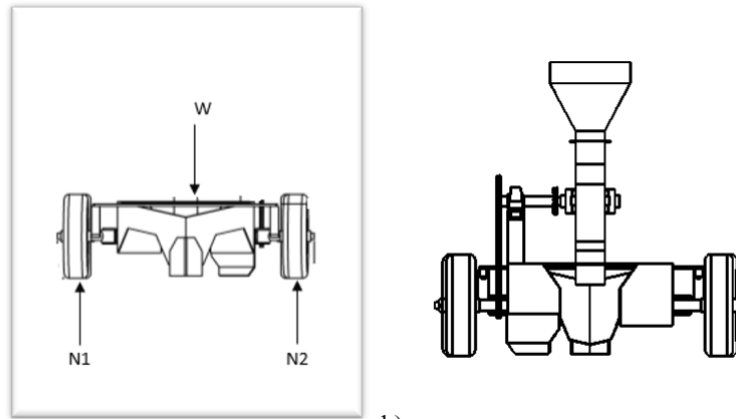
- W = peso total de la sembradora
- N = Fuerza normal que ejerce el piso sobre las ruedas delanteras y posteriores respectivamente

La Fuerza de arrastre necesaria es generada por el operario, una persona puede ejercer una fuerza de empuje de 30 kg por cada extremidad superior. (Ramos, Laffita, & García, 2012)

El coeficiente de fricción entre el suelo – goma oscila entre (μ), 0.575 y 0.620

(Ramos, Laffita, & García, 2012)

El peso ejercido por las diferentes partes de la sembradora genera una normal (N) en las ruedas delanteras y posteriores respectivamente:



a) Fuerzas normales en las ruedas delanteras Fuerzas normales en las ruedas posteriores

Realizado por: Mise Néstor y Carrillo Pablo, 2019

Para el cálculo de las normales N1, N2, N3 y N4, cada rueda fue pesada mediante una balanza de donde se obtuvieron los siguientes datos:

Ruedas delanteras:

$$N1 = N2 = 4.62 \text{ N}$$

Por tanto, la fuerza de rozamiento en las ruedas delanteras es:

$$Fr1 = Fr2 = \mu \times N = (0.575)(4.62 \text{ N}) = 2.65 \text{ N}$$

Ruedas posteriores:

Las ruedas posteriores tienen una normal diferente ya que en una se acopla el sistema de distribución.

$$N3 = 5.07 \text{ N}, \quad N4 = 4.45 \text{ N}$$

Por tanto, la fuerza de rozamiento en las ruedas posteriores respectivamente es:

$$Fr3 = \mu \times N = (0.575)(5.07 \text{ N}) = 2.91 \text{ N}$$

$$Fr4 = \mu \times N = (0.575)(4.45 \text{ N}) = 2.55 \text{ N}$$

4.5.2. Cálculo del eje en la rueda 3

El torque generado en esta rueda viene dado por:

$$T = F_r \times \frac{d_{llanta}}{2} = 2.9 \text{ N} \times \frac{250 \text{ mm}}{2}$$

$$T = 0.3625 \text{ Nm}$$

La fuerza en la cadena 1 viene dado por:

$$F_{cad} = \frac{T}{r_{piñon}} = \frac{0.3625 \text{ Nm}}{0.0255 \text{ m}}$$

$$F_{cad} = 14.21 \text{ N}$$

Cálculo del momento flector máximo en el eje:

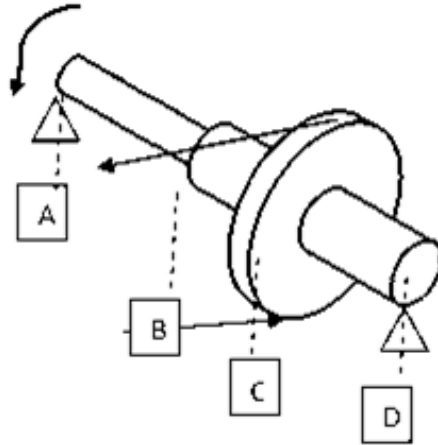


Ilustración 4-4: Diagrama del eje de la rueda 3

Realizado por: Mise Néstor y Carrillo Pablo, 2019

$$\begin{aligned} \sum M_A &= 0 \\ -F_{cad} \times 135 \text{ mm} + R_D \times 170 \text{ mm} &= 0 \\ R_D &= 11.2889 \text{ N} \\ \sum F_y &= 0 \\ -R_A + F_{cad} - R_D &= 0 \\ R_A &= 2.921 \text{ N} \end{aligned}$$

El diagrama de momento flector del eje se define como:

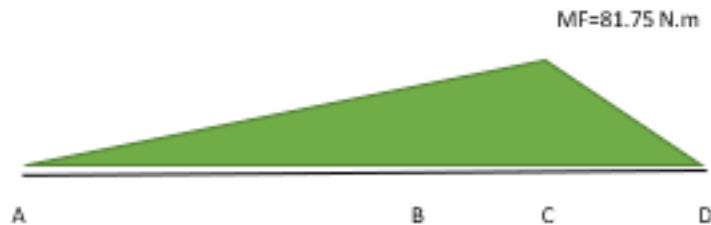


Ilustración 4-5: Momento flector

Realizado por: Mise Néstor y Carrillo Pablo, 2019

Observando en el diagrama de momento flector de la Ilustración, el máximo momento flector se tiene en la sección C, pero en la sección B, existe un cambio de sección lo que resulta en una concentración de esfuerzos, por tanto la sección en B se considera como crítica.

- Análisis de la flexión.

La flexión en el eje ocasionará un esfuerzo normal completamente reversible.

Cálculo de el esfuerzo normal por flexión máximo y mínimo respectivamente:

$$\begin{aligned} \sigma_{fmax} &= \frac{M_B \times C}{I} = \frac{M_B \times \frac{d}{2}}{\frac{\pi \times d^4}{64}} = \frac{78.5 \times \frac{0.014}{2}}{\frac{\pi \times (0.014)^4}{64}} = 287.36 \text{ MPa} \\ \sigma_{fmin} &= -287.36 \text{ MPa} \end{aligned}$$

Cálculo de la amplitud del esfuerzo y el esfuerzo medio nominales

$$\sigma_{fa} = \frac{\sigma_{fmax} - \sigma_{fmin}}{2} = 287.36 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{fm} = \frac{\sigma_{fmax} + \sigma_{fmin}}{2} = 0$$

Cálculo del factor de concentración de esfuerzo reducido para la flexión

De la figura

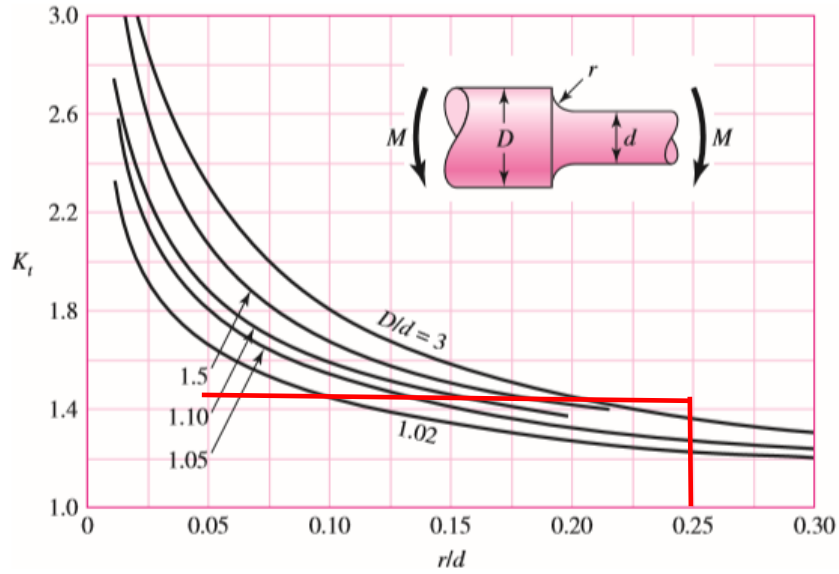


Ilustración 4-6: Factores teóricos de concentración del esfuerzo K_t

Fuente: (Shigley, Mischke, & Budynas, 2003)

donde $k_t = 1.46$

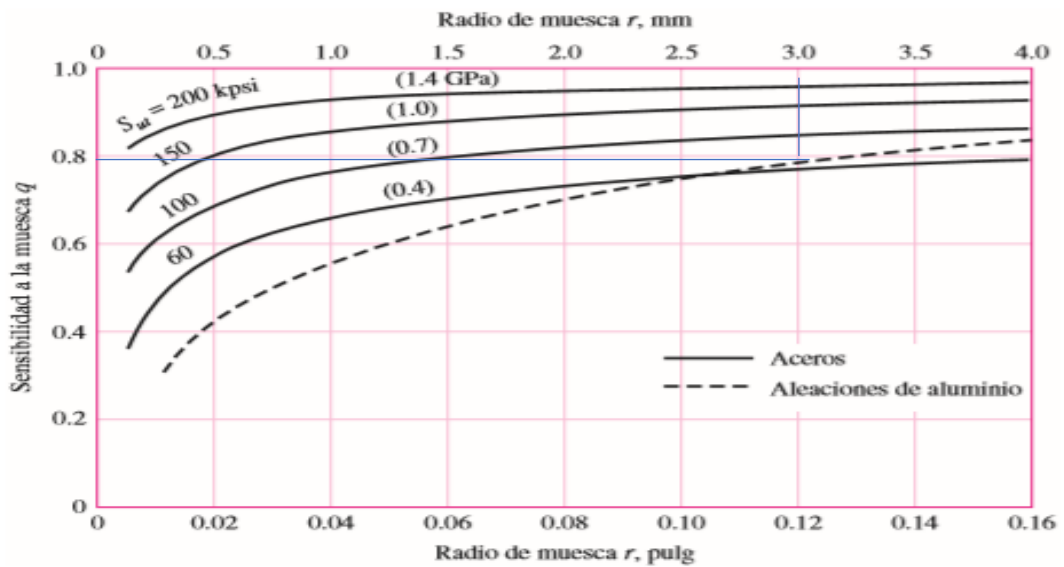


Ilustración 4-7: Sensibilidad a la muesca “q”

Fuente: (Shigley, Mischke, & Budynas, 2003)

Donde $q = 0.79$

$$K_F = 1 + q(kt - 1)$$

$$K_F = 1 + 0.79(1.46 - 1)$$

$$K_F = 1.363$$

- Analisis de la torsion

La torsion en el eje 1 resulta un poco complejo determinar como fluctuara, pero se puede estimar aproximadamente que seria una torsion constante, cualquier margen de error se procurara compensarlo en el factor de seguridad.

Al apreciar que el comportamiento del esfuerzo cortante por torsion seria constante, el esfuerzo maximo y minimo son iguales:

$$\tau_{\max} = \tau_{\min} = \frac{T \times r}{J} = \frac{T \times \frac{d}{2}}{\frac{\pi \times d^4}{32}} = \frac{0.3625 \times \frac{0.014}{2}}{\frac{\pi \times (0.014)^4}{64}} = 0.195 \text{ MPa}$$

Calculo de la amplitud del esfuerzo y el esfuerzo medio nominales

$$\tau_a = \frac{\tau_{\max} - \tau_{\min}}{2} = 0 \text{ MPa}$$

$$\tau_m = \frac{\tau_{\max} + \tau_{\min}}{2} = 0.195 \text{ MPa}$$

Cálculo del factor de concentración de esfuerzo reducido para la torsión

Para un radio del filete $r = 0.04$ pulg y la resistencia ultima $S_{ut} = 440$ MPa, se tiene una sensibilidad a la muesca $q_{\text{cortante}} = 0.94$, como se muestra en la figura 4-8

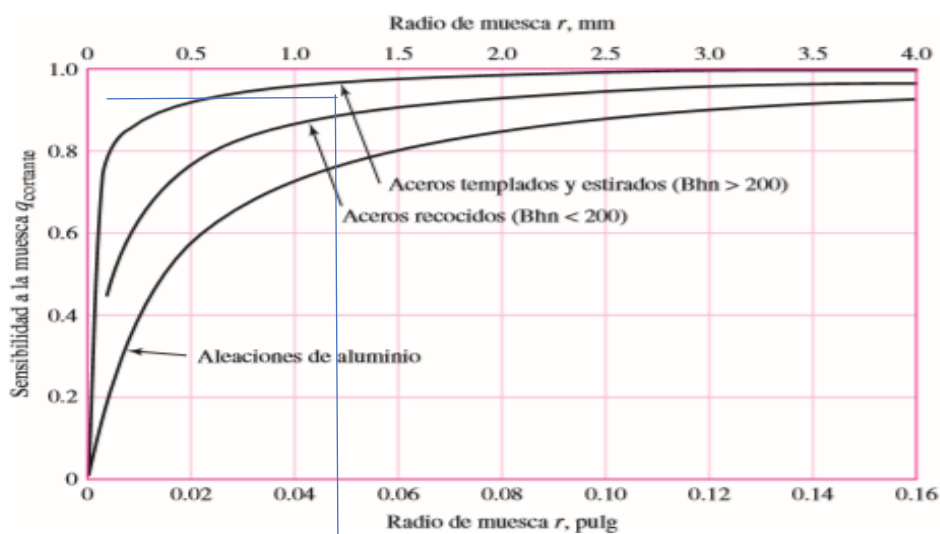


Ilustración 4-8: Sensibilidad a la muesca “q cortante”

Fuente: (Shigley, Mischke, & Budynas, 2003)

Para las fracciones $r/d = 4/14 = 0.28$ y $D/d = 25/14 = 1.78$, el factor de concentración de esfuerzos para la torsión resulta $k_{ts} = 1.22$, como se muestra en la figura 4-9

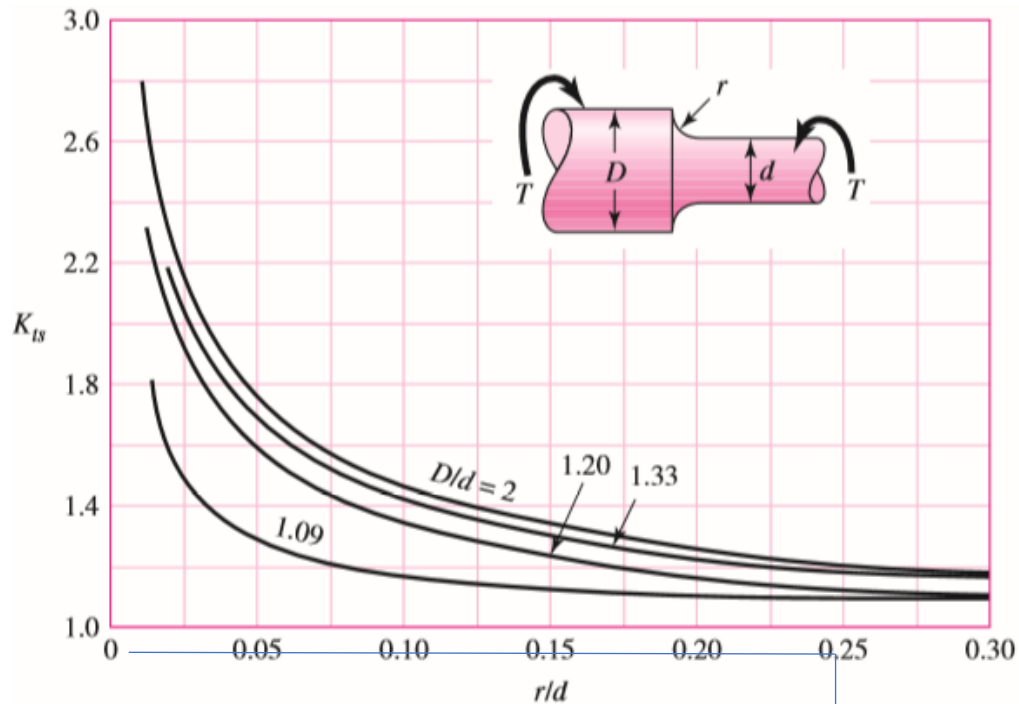


Ilustración 4-9: Factores teóricos de concentración del esfuerzo K_t

Fuente: (Shigley, Mischke, & Budynas, 2003)

El factor de concentración de esfuerzos reducido para la torsión viene dado por:

$$K_{Fs} = 1 + q_{cortante}(k_{ts} - 1)$$

$$K_{Fs} = 1 + 0.94(1.22 - 1)$$

$$K_{Fs} = 1.2068$$

Cálculo del esfuerzo amplitud equivalente y el esfuerzo medio equivalente.

Cálculo para fuerzas equivalentes

$$\sigma'_a = \left\{ \left[(K_F)_{flexion} (\sigma_a)_{flexion} + \frac{(K_F)_{axial} (\sigma_a)_{axial}}{0.85} \right]^2 + 3 \left[(K_{Fs})_{torsion} \times (\sigma_a)_{torsion} \right]^2 \right\}^{1/2}$$

$$\sigma'_a = \{ [(1.3634)(287.36 \text{ MPa})]^2 + 3[1.2068 \times 0]^2 \}^{1/2}$$

$$\sigma'_a = 391.78 \text{ MPa}$$

$$\sigma'_m = \left\{ \left[(K_F)_{\text{flexion}} (\sigma_m)_{\text{flexion}} + \frac{(K_F)_{\text{axial}} (\sigma_m)_{\text{axial}}}{0.85} \right]^2 + 3 \left[(K_{Fs})_{\text{torsion}} \times (\sigma_m)_{\text{torsion}} \right]^2 \right\}^{\frac{1}{2}}$$

$$\sigma'_m = \{ [(1.30)(0)]^2 + 3[1.2068 \times 0.195 \text{MPa}]^2 \}^{1/2}$$

$$\sigma'_m = 0.407596 \text{ MPa}$$

Cálculo del límite de fatiga corregido

4.5.3. Factor de modificación de la condición superficial (K_a)

Para el eje previamente maquinado y con una resistencia a la tensión $S_{ut} = 440 \text{ MPa}$, según la tabla 4-11 y la ecuación 12.... el factor k_a se define como:

$$k_a = a S_{ut}^b = 4.51(440)^{-0.265} = 0.9336$$

4.5.4. Factor de modificación del tamaño (K_b)

Para el eje giratorio con diámetro $d = 14 \text{ mm}$, según la ecuación 13..... k_b se define como:

$$k_b = \left(\frac{d}{7.62} \right)^{-0.107} = \left(\frac{14}{7.62} \right)^{-0.107} = 0.93$$

4.5.4.1. Factor de carga (k_c)

Tomando en cuenta que el eje está expuesto a cargas combinadas $k_c = 1$

4.5.4.2. Factor de temperatura (k_d)

Puesto que la temperatura de operación será en condiciones normales (20°C), y según la tabla 4-14..... $k_d = 1$

4.5.4.3. Factor de confiabilidad (k_e)

Se espera una confiabilidad del 90% por tanto, según la tabla 4-15...., $k_e = 0.897$

4.5.4.4. Factor de efectos varios (k_f)

$k_f = 1$

4.5.4.5. Límite de fatiga de la probeta de ensayo (S_e')

$$S_e' = 0.5 S_{ut}$$

$$S_e' = 0.5(440 \text{ MPa})$$

$$S_e' = 220 \text{ MPa}$$

4.5.4.6. Límite de fatiga del elemento en cuestión (S_e)

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

$$S_e = 0.9336 \times 0.88 \times 1 \times 1 \times 0.814 \times 1 \times 220 \text{ MPa}$$

$$Se = 146.55 \text{ MPa}$$

4.5.4.7. Cálculo para el factor de seguridad según el criterio de Goodman

Reemplazando datos en la tabla 4-16... el factor de seguridad que protege sobre la fatiga viene dado por

$$n_f = \frac{1}{\frac{\sigma'_a}{Se} + \frac{\sigma'_m}{S_{ut}}}$$

$$n_f = \frac{1}{\frac{373.56 \text{ MPa}}{146.55 \text{ MPa}} + \frac{0.407596 \text{ MPa}}{440 \text{ MPa}}}$$

$$n_f = \frac{1}{2.54 + 0.0009263}$$

$$n_f = 0.39$$

4.5.4.8. Resistencia del suelo

La resistencia del suelo está dada por una fuerza de reacción frente a la acción de enclavamiento y arrastre. Este arrastre es tomado considerablemente como un punto de partida entre el empuje que realiza el operario y la resistencia al avance que genera el suelo. Debido al tipo de terreno según estudios anteriores, la superficie tiene una dureza alrededor de 37 kgf (Cuichán & Manyá, 2016).

Una humedad media medida en los páramos de Colta nos da un tipo de terreno ideal para nuestro diseño ya que en este sector es muy difícil ingresar debido a la pendiente que supera los 45° de inclinación.

4.5.5. Cálculo de velocidad de desplazamiento de la sembradora

Los siguientes datos serán con los que trabaja la sembradora.

- Peso de la maquina: de 33.6 kg
- Superficie de terreno lineal: 80 metros
- Área total de terreno = 5.000 m²
- Tiempo estimado de siembra: 5 min
- Velocidad de la sembradora

$$v = \frac{e}{t}$$

$$v = \frac{80 \text{ m}}{300 \text{ s}}$$

$$v = 0.266 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Aceleración de la sembradora

$$a = \frac{vf - vi}{tf - ti}$$

$$a = \frac{0.266 - 0}{300 - 0}$$

$$a = 0.008 \text{ m/s}^2$$

4.5.6. Fuerza de empuje

La fuerza de empuje es generada por el operario al dirigir la sembradora sobre el terreno, ha esto se le suma una reacción que genera la superficie sobre la cual se desplaza con una aceleración.

- Diagrama de cuerpo libre de la máquina

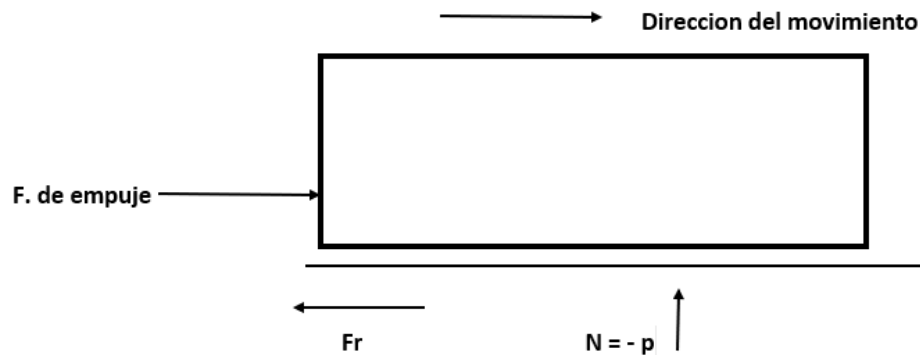


Ilustración 4-10: Diagrama de fuerzas

Realizado por: Mise Néstor y Carrillo Pablo, 2019

En donde:

F_e = fuerza de empuje

μ = coeficiente de fricción

F_d = fuerza dinámica

F_t = fuerza total

Modelo de cálculo de la fuerza de empuje:

$$F_t = m \times a$$

$$F_d = \mu(-m \times g)$$

$$F_t = F_e - F_d$$

$$F_e = (m \times a) + \mu(-m \times g)$$

$$F_e = m(a - \mu \times g)$$

Fuente: (Larburu Arrizabalaga, 2001)

$$F_e = 5.46 \text{ kg} \times \left(0.008 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} - \left(0.60 \times 9.8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right)\right)$$

$$F_{\text{empuje}} = 32.06 \text{ N}$$

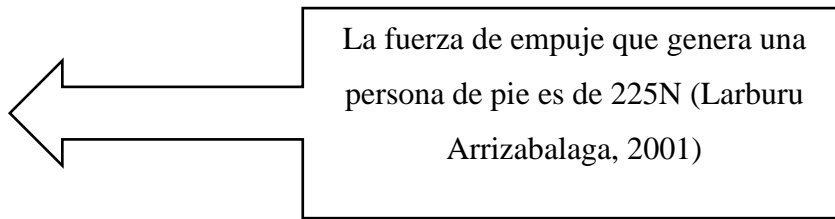


Ilustración 4-11: Diagrama de fuerzas de empuje

Realizado por: Mise Néstor y Carrillo Pablo, 2019

4.5.7. Tensión

Esta tensión es ejercida por la persona hacia la sembradora, está provista desde el terreno hasta la altura de la cintura, la misma que se genera el movimiento sobre la superficie con un ángulo de inclinación

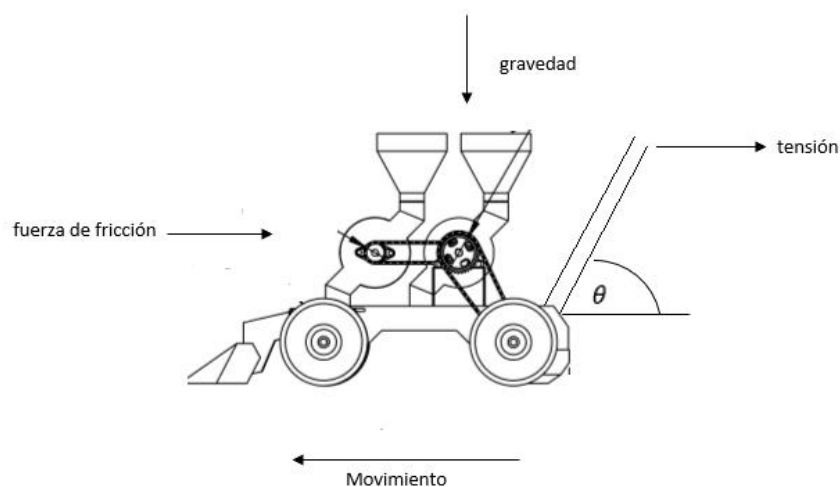


Ilustración 4-12: Diagrama de cuerpo libre de tensión

Realizado por: Mise Néstor y Carrillo Pablo, 2019

Remplazando en la ecuacion 1

$$FT \times \cos (78.5) = 98N + (56.6 \times 1 \text{ m/s}^2)$$

$$FT = \frac{98 \text{ N} + 56.6 \text{ N}}{\cos (78.5)}$$

$$FT = 391.96 \text{ N}$$

4.5.8. Fuerzas que actúan sobre la maquina sembradora

Las fuerzas que actúan, cuando la maquina está en movimiento son las siguientes:

- Fuerza De Tensión (FT)
- Fuerza de Empuje (FE)
- Fuerza de rozamiento 1, 2, 3, 4
- Fuerza de la normal total (FNT)

Tabla 4-3: Resumen de fuerzas de la máquina

Fuerza	Magnitud
Fuerza De Tensión (FT)	38.6 kg
Fuerza de Empuje (FE)	391.96 N

Realizado por: Mise Néstor y Carrillo Pablo, 2019

4.5.9. Cálculo de capacidad de tolva

Para el cálculo de la capacidad entre semilla y abono de la tolva se consideró los siguientes parámetros:

- División homogénea entre semilla y abono
- Diseño estructural
- Dimensiones de la tolva

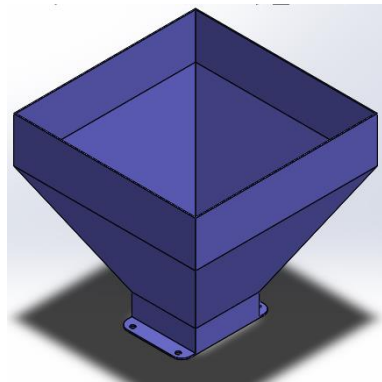


Ilustración 4-13: Tolva para semillas y abono

Realizado por: Mise Néstor y Carrillo Pablo, 2019

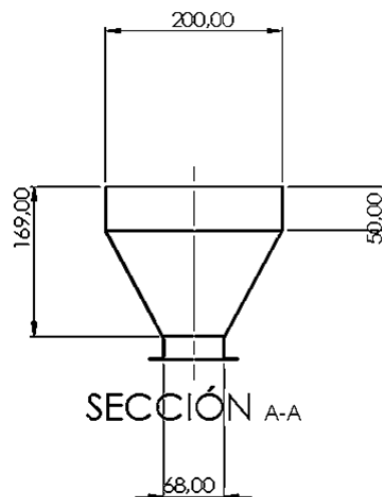


Ilustración 4-14: Planos de la Tolva para semillas y abono

Realizado por: Mise Néstor y Carrillo Pablo, 2019

- Área del cuadrado

$$A1 = 16.9\text{cm} \times 20\text{cm}$$

$$A1 = 338\text{cm}^2$$

- **Área del rectángulo**

$$A2 = 20\text{ cm} \times 5\text{cm}$$

$$A2 = 100\text{ cm}^2$$

- **Área del rectángulo**

$$A3 = \frac{6.6\text{cm} \times 11.9\text{ cm}}{2}$$

$$A3 = 39.27\text{ cm}^2$$

- **Área total**

$$AT = A1 + A2 - A3$$

$$AT = 33 + 100 - 39.27$$

$$AT = 362.46\text{ cm}^2$$

VOLUMEN

Para el volumen se debe multiplicar el ancho del deposito

$$VT = 362.46 \times 20$$

$$VT = 7249.2\text{ cm}^3$$

con el volumen que obtuvimos a través de fórmulas podemos determinar la capacidad

$$7249.2\text{cm}^3 = \frac{1\text{m}^3}{10000\text{cm}^3} 1 = 0.0072492$$

$$0.0072492\text{m}^3 = \frac{1000\text{ lt}}{1\text{ m}^3} = 7.25\text{lt}$$

$$7.25\text{lt} = \frac{1\text{kg}}{1\text{ lt}} = 7.25\text{kg}$$

La capacidad para nuestra tolva es de 7.25 kg

En el diseño hemos dividido en 2 tolvas diferentes cada una separada y con un sistema de distribución propio

4.5.9.1. *Análisis mediante software CAE (ANSYS)*

4.5.9.2. *Soporte principal (Chasis)*

Para el diseño del chasis tomamos en cuenta características especiales ya que aquí va montado todos los elementos.

Estos elementos generan un esfuerzo en la parte superior del chasis especialmente en su centro de gravedad por lo que debemos tomar en cuenta los 3 factores importantes:

- Ligereza
- Resistencia
- Dureza

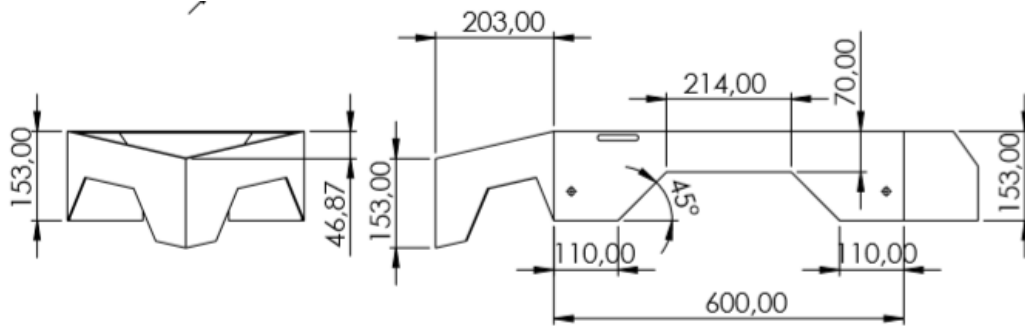


Ilustración 4-15: Planos del chasis

Realizado por: Mise Néstor y Carrillo Pablo, 2019

4.5.10. Cargas y momentos en el chasis mediante ANSYS 18.2

En el chasis se sejarán diversos momentos ca que al estar conectados los ejes al chasis se generan esfuerzos de cortes que tienen que ser analizados para el mejor funcionamiento de la sembradora

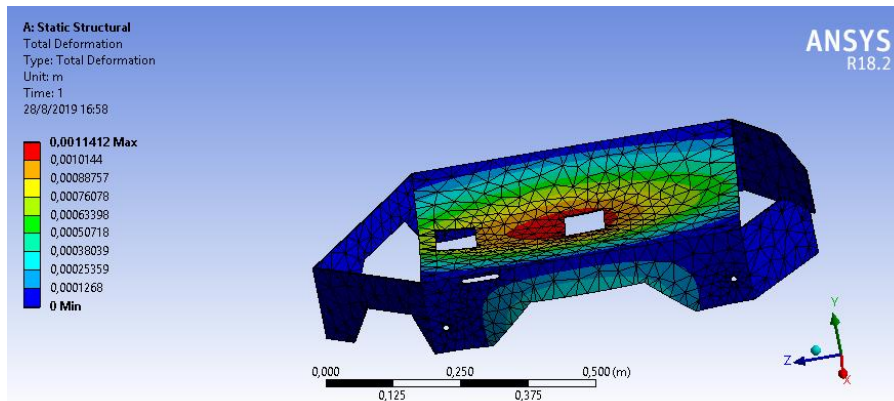


Ilustración 4-16: Simulación de deformación del chasis

Realizado por: Mise Néstor y Carrillo Pablo, 2019

La simulación en ANSYS ha arrojado como resultado que las deformaciones máximas ocurrirán en el centro de gravedad debido al esfuerzo generado por los accesorios incorporados sobre el

Tabla 4-4 Lista de materiales

Material	Iron A-36	
General	Mass Density	7860 kg/m ³
	YieldStrength	250 MPa
	Ultimate Tensile Strength	400 MPa
Stress	Young'sModulus	220 GPa
	Poisson's Ratio	0,4 ul
	ShearModulus	95,7692 GPa
PartName(s)	chasis	

4.5.11. Eje ruleta

El eje ruleta es el eje más crítico debido a que en él se alojan 2 catalinas y un cambio de sección

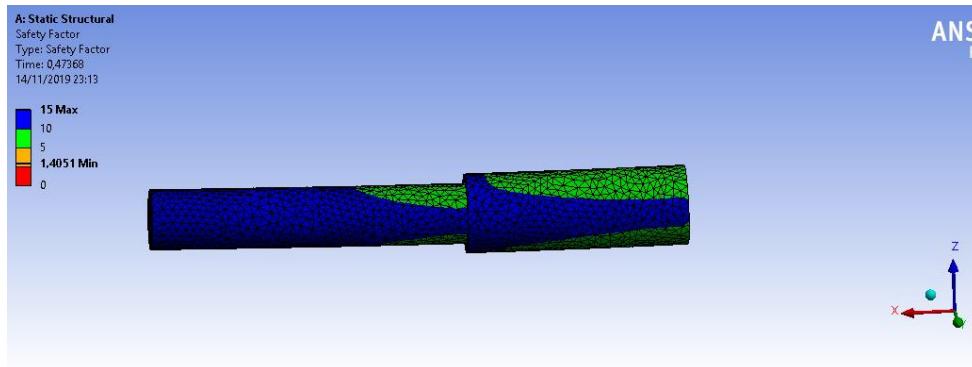


Ilustración 4-17: Simulación del sistema de dirección

Realizado por: Mise Néstor y Carrillo Pablo, 2019

El análisis arroja un factor de seguridad que nos indica que el eje no se deformara a menos que sea expuesto a presiones extremas

Tabla 4-5: Esfuerzos

Results		
Minimum	0, m	67092 Pa
Maximum	6,3148e-004 m	1,7792e+008 Pa
Minimum Occurs On	Part 1	
Maximum Occurs On	Part 1	

Tabla 4-6: Static Structural

Object Name	<i>Safety Factor</i>
State	Solved
Scope	
Scoping Method	Geometry Selection
Geometry	All Bodies
Definition	
Type	Safety Factor
By	Time
Display Time	Last
Calculate Time History	Yes

Identifier	
Suppressed	No
Integration Point Results	
Display Option	Averaged
Average Across Bodies	No
Results	
Minimum	4,4051
Minimum Occurs On	Part 1
Information	
Time	1, s
Load Step	1
Substep	1
Iteration Number	1

Realizado por: Mise Néstor y Carrillo Pablo, 2019

4.6. Diseño de la punta de arado

La punta de arado es un accesorio de gran importancia en para la sembradora para lo cual la hemos diseñado de tal forma que abra los surcos, enviando la tierra hacia los lados y provocando un espacio para que la semilla sea implantada a una profundidad adecuada

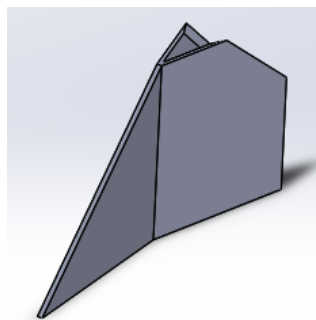


Ilustración 4-18: Diseño de la punta de arado

Realizado por: Mise Néstor y Carrillo Pablo, 2019

4.6.1. Cargas y momentos de la punta de arado

La zona crítica para cualquier arado es la punta ya que es la que rompe el surco por lo tanto esta debe ser resistente a la fuerza, además debe tener un ángulo de entrada para reducir el esfuerzo de empuje que se le aplicara, sin mencionar que sus soportes deben estar bien definidos al chasis para que la profundidad sea la deseada

Tabla 4-7: Resultados de la punta de arado

Object Name	Safety Factor
State	Solved
Scope	
Scoping Method	Geometry Selection
Geometry	All Bodies
Definition	
Type	Safety Factor
By	Time
Display Time	Last
Calculate Time History	Yes
Identifier	
Suppressed	No
Integration Point Results	
Display Option	Averaged
Average Across Bodies	No
Results	
Minimum	4,19494
Minimum Occurs On	Part 1
Information	
Time	1, s
Load Step	1
Substep	1
Iteration Number	1

Realizado por: Mise Néstor y Carrillo Pablo, 2019

Como se esperaba la zona critica es la punta que es la que recibe el mayor impacto de la sembradora, pero sin mayores repercusiones ya que la fuerza que necesita para deformarse es superior a la fuerza con la que va a trabajar

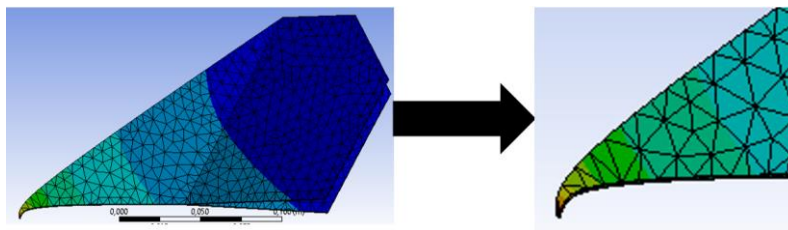


Ilustración 4-19: Simulación de la punta de arado- Deformación

Realizado por: Mise Néstor y Carrillo Pablo, 2019

4.6.2. Análisis total

Se analizará el diseño total ensamblado para comprobar las partes de mayor riesgo en la maquina y ratificar el diseño

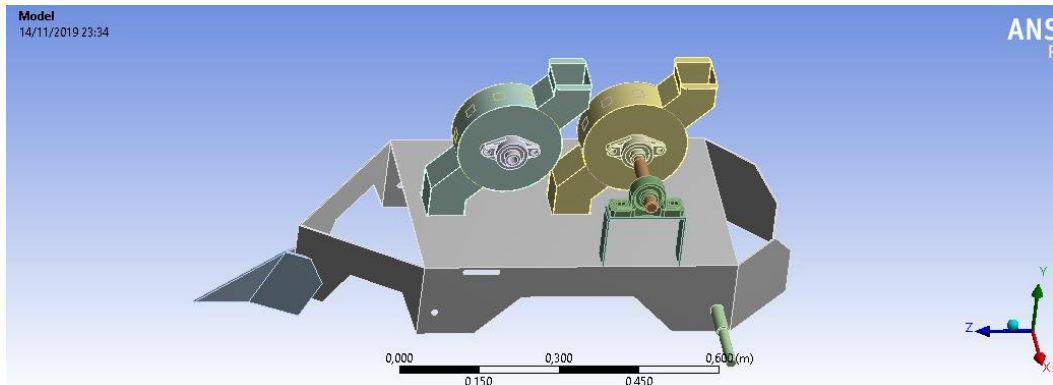


Ilustración 4-20: Diseño de la punta de arado

Realizado por: Mise Néstor y Carrillo Pablo, 2019

Aquí ratificamos que la zona de mayor riesgo es la punta de arado que es la que penetrara el suelo por lo que su esfuerzo es mayor.

La parte azul representa las zonas de mayor seguridad, por ende, a excepción de la punta de arado el diseño es correcto ya que no hay deformaciones

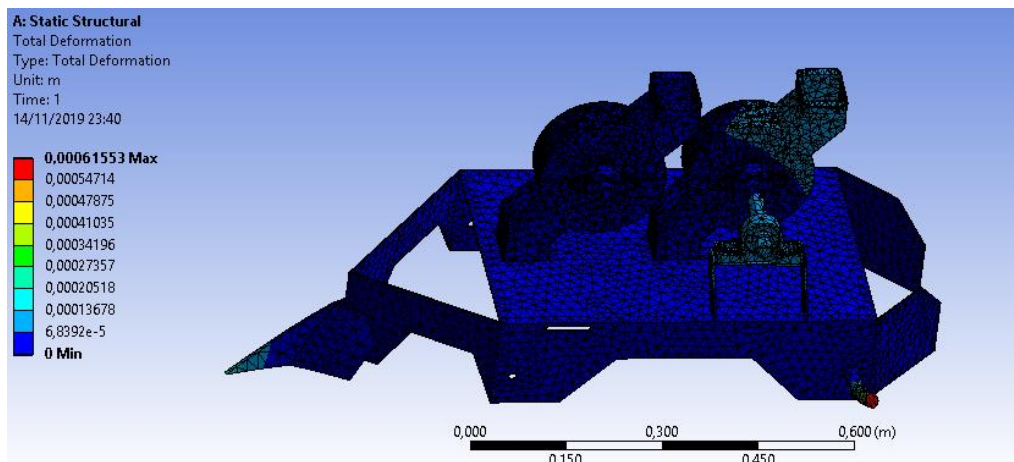


Ilustración 4-21: Diseño de la punta de arado

Realizado por: Mise Néstor y Carrillo Pablo, 2019

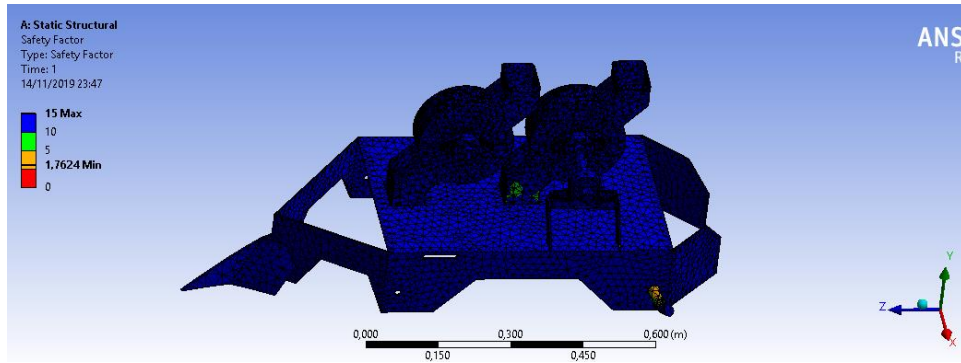


Ilustración 4-22: factor de seguridad

Realizado por: Mise Néstor y Carrillo Pablo, 2019

El factor de seguridad es >1 por lo tanto el diseño es aceptable y se puede proceder a la fabricación.

CAPÍTULO V

5. RESULTADOS

5.1. Análisis de resultados

Una vez concluido el presente proyecto para la construcción de la sembradora automática de quinua y abono se logra obtener los resultados observando su funcionamiento y desempeño en el terreno. Los resultados obtenidos se reflejan en factores de tiempo, minimizar el esfuerzo del operario, costo, desempeño y ahorro tanto de la semilla de quinua y el abono.

5.2. Rendimiento en la siembra

El rendimiento previo mediante una siembra manual imponía un mayor esfuerzo y pérdida de tiempo, al implementar la maquina sembradora se logró obtener de manera eficaz la optimización de recursos como abono, semilla y tiempo.

5.2.1. Siembra con sembradora automática

El rendimiento por hectárea está dado por los siguientes datos: Semillas con la sembradora = 6 por surco

Distancia entre surcos (Ds)= 30 cm Longitud recorrida (Lr)= 60 m Número de surcos realizados.

$$N. \text{ surcos} = \frac{Lr}{Ds}$$

$$N. \text{ surcos} = \frac{60 \text{ m}}{0.30 \text{ m}} = 200$$

X = 200 (Número de surcos)

Si se deposita 8 semillas por surcos tenemos que: Semilla utilizada = 200 x 8

Semilla utilizada = 1600 unidades

El peso de las 8 semillas en el surco es de = 0,04 gramos

$$0.04 \text{ gr} = \frac{1 \text{ kg}}{1000 \text{ gr}} = 0.0004 \text{ kg}$$

Si se tiene 1600 unidades en semilla de quinua, el uso de la misma en 60 m seria:

Peso total= N. surcos x Peso de 8 semillas

Peso total= 200 surcos x 0.0004 kg

El peso total en 60 m lineales es de 0.08 kg



Ilustración 5-1: Área de terreno de Guamote

Realizado por: Mise Néstor y Carrillo Pablo, 2019

El terreno de 60 m se encuentra dividido en secciones de 1,5 m cada una para realizar la siembra.

Número de secciones para siembra es $\frac{60\text{ m}}{1.5\text{ m}} = 40$

Se tiene en total:

40 secciones x 0.08 kg = 3.2 kg

Para el terreno con la máquina sembradora se utilizaría 3,2 kg de semilla de quinua.

5.2.2. *Siembra manual*

Semillas sembradas a mano = 15 por surco Distancia entre surcos = 30 cm

Longitud recorrida = 60 m Número de surcos realizados

N. surcos = $\frac{60\text{ m}}{0.30\text{ m}} = 200$

X = 200 (Número de surcos)

Si se deposita 15 semillas por surcos tenemos que: Semilla utilizada = 200 x 15

Semilla utilizada = 3000 unidades

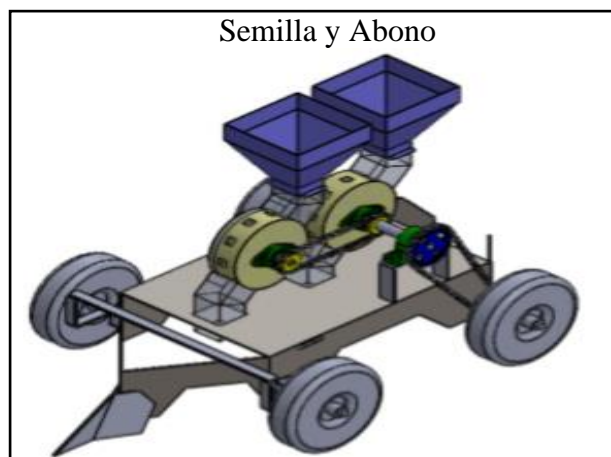


Ilustración 5-2: Semillas y Abono

Realizado por: Mise Néstor y Carrillo Pablo, 2019

El peso de las 15 semillas en el surco es de = 0,085 gramos

$$0.085 \text{ gr} = \frac{1 \text{ kg}}{1000 \text{ gr}} = 0.00085 \text{ kg}$$

Si se tiene 3000 unidades en semilla de quinua, el uso de la misma en 60 m seria:

Peso total = 200 surcos x 0.00085 kg

El peso total en 60 m es de 0.17 kg

El terreno de 60 m, se encuentra dividido en secciones de 1,5 m cada una para realizar la siembra.

Se tiene en total:

$$\text{Numero de secciones para siembra} = \frac{60 \text{ m}}{1.5 \text{ m}} = 40$$

40 secciones x 0.17 kg = 6.8 kg

Para la siembra del terreno se utilizaría 6,8 kg de semilla de quinua.

Fuente propia: (Shigley, Mischke, & Budynas, 2003)

5.2.2.1. Ahorro de semilla

Por lo tanto, se tiene que:

- Se utiliza 3,2 kg de semilla de quinua utilizando la sembradora automática con dosificador, en una hectárea de 60 m² dividida en 40 secciones.
- Se utiliza 6,8 kg de semilla de quinua sembrando manualmente en una hectárea de 60 m² dividida en 40 secciones

El ahorro obtenido con la sembradora con dosificador de semilla de abono es de:

$$\text{Ahorro de semilla} = 6.8 \text{ kg} - 3.2 \text{ kg} = 3.6 \text{ kg}$$

Con un porcentaje de:

$$\text{Ahorro \%} = \frac{\text{Siembra manual}}{\text{Siembra con dosificador}} = \frac{3.2 \text{ kg}}{6.8 \text{ kg}} = 0.53\%$$

Como resultado el ahorro generado por la máquina sembradora es del 53 %

Tabla 5-1: Resultados de siembra con máquina y manualmente

Funcionamiento	HECTÁREA (m)	Kg	kg
Automático	60	3,2	8
Manual	60	6,8	13,6
Automático	100	5,3	12
Manual	100	11,3	22,6

Realizado por: Mise Néstor y Carrillo Pablo, 2019

Las pruebas fueron realizadas con máquina y manualmente

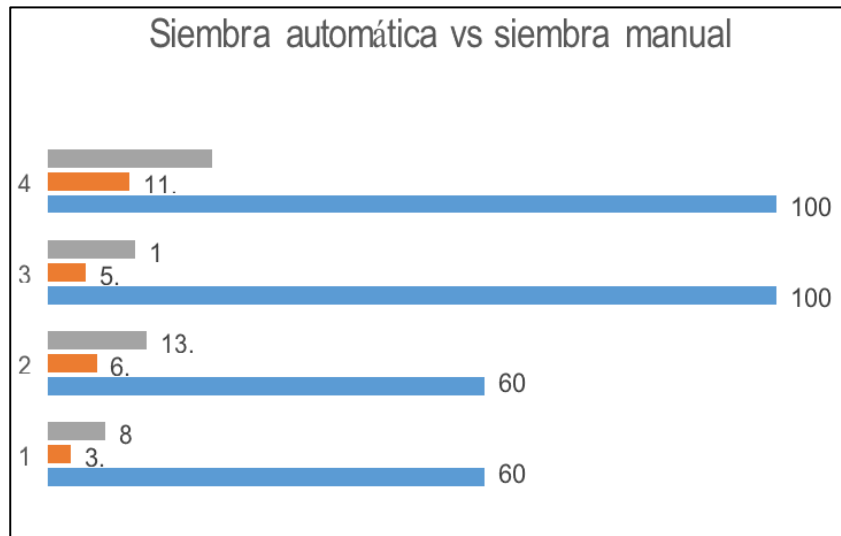


Ilustración 5-3: Semillas y Abono

Realizado por: Mise Néstor y Carrillo Pablo, 2019

Los valores expresados nos demuestran un ahorro considerable de semilla de quinua y abono.

De igual manera el tiempo es un factor sumamente importante, el ahorro del mismo incrementa la productividad, así como el mejor desempeño de las horas de trabajo del agricultor. En la tabla 5-2, se evidencia la prueba de tiempo con sembradora y manualmente

Tabla 5-2: Tiempo de siembra con sembradora automática y manualmente

	HECTÁREA (m)	TIEMPO (min)
AUTOMATICO	60	10
MANUAL	60	30

Realizado por: Mise Néstor y Carrillo Pablo, 2019

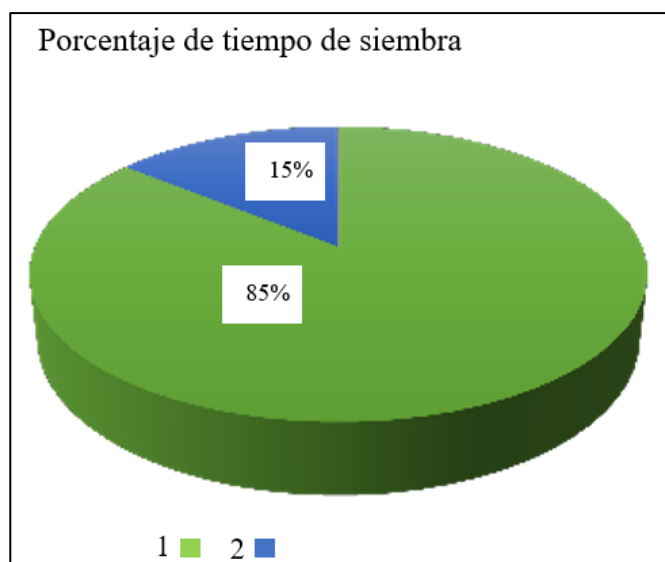


Ilustración 5-4: Descripción de porcentaje en dos tipos de siembra

Realizado por: Mise Néstor y Carrillo Pablo, 2019

El ahorro de tiempo es considerable, puesto que con la sembradora automática con dosificador se tiene un tiempo de 10 min y manualmente tenemos 30 min.

Como resultado se logró minimizar el tiempo en un 72 %

Tabla 5-3: Rendimiento por hectárea

RENDIMIENTO POR HECTÁREA			
Sin sembradora			
Dimensiones de terreno	Cantidad de semilla	Cantidad de abono	Tiempo
60 m ²	6,8 kg	13,6 kg	30 min
100 m ²	11,3 kg	22,6 kg	60 min
150 m ²	16,95 kg	33,9 kg	90 min
200 m ²	22,6 kg	45,2 kg	120 min
Con sembradora			
60 m ²	3,2 kg	8 kg	10 min
100 m ²	5,3 kg	12 kg	15 min
150 m ²	7,95 kg	18 kg	20 min
200 m ²	10,6 kg	25 kg	30 min

Realizado por: Mise Néstor y Carrillo Pablo, 2019

El operario además adopta una postura adecuada para la siembra debido al empuje de la máquina de manera erguida, minimizando el esfuerzo de trabajo

5.2.3. *Análisis de Costos*

El análisis se lo realiza tomando en cuenta todos los elementos y mecanismos utilizados durante el proceso de fabricación, montaje y puesta en marcha.

5.2.4. *Costos directos*

Son los costos los cuales representan todos los gastos fijos necesarios en implementos como: materiales y accesorios para la construcción de la máquina

Tabla 5-4: Lista de materiales para la construcción de la máquina

LISTA DE MATERIALES PARA MAQUINA SEMBRADORA						
Ítem	Descripción	Cantidad	Dimensiones (mm)	Material	Costo (USD)	Total (USD)
1	Eje delantero	1	ø30 x 400	Acero 4340	\$10,96	\$10,96
2	Eje posterior	1	ø30 x 400	Acero 4340	\$ 10,96	\$ 10,96
3	Eje dosificador	1	ø20 x 300	Acero 4340	\$ 8,90	\$ 8,90
4	Rodamiento CMB	4	62054 ø i = 20 ; e = 52	6205	\$ 6,50	\$ 26,00
5	Rodamiento CMB	6	61806 ø i = 20; e = 45	6205	\$ 5,40	\$ 32,40
6	Brazo guía	2	SEGÚN PLANOS	ASTM A500	\$ 12,50	\$ 25,00
7	Rueda de torsión	1	SEGÚN PLANOS	ASTM A568	\$ 39,26	\$ 39,26
8	Rueda posterior	1	SEGÚN PLANOS	ASTM A568	\$ 31,49	\$ 31,49
9	Plantilla dosificación	2	ø120 x 30	ASTM D5147	\$ 12,00	\$ 24,00
10	Catalina Z:16	1	40B16T	AISI 1045	\$ 5,53	\$ 5,53
11	Catalina Z:30	1	40B30T	AISI 1045	\$ 14,76	\$ 14,76
12	Cadena	1	ANSI N40	ANSI 304	\$ 20,68	\$ 20,68
13	Candado para cadena	1	ANSI N40	ANSI 304	\$ 1,10	\$ 1,10
14	Brazo de empuje	1	SEGÚN PLANOS	ASTM A500	\$ 8,50	\$ 8,50
15	Barrenadora	1	SEGÚN PLANOS	ASTM A568	\$ 19,50	\$ 19,50
16	Apoyo de tolva	1	SEGÚN PLANOS	ASTMA568	\$ 8,70	\$ 8,70
17	Apoyo de barrenadora	1	SEGÚN PLANOS	ASTM A568	\$ 6,50	\$ 6,50

18	Tolva	1	SEGÚN PLANOS	ASTM A568	\$ 60,00	\$ 60,00
19	Bocines para tolva	2	ø70 x 50	AISI 1018	\$ 8,38	\$ 16,76
20	Bocines rueda de torsión	2	ø60 x 50	AISI 1018	\$ 7,49	\$ 14,98
21	Bocines rueda posterior	2	ø60 x 50	AISI 1018	\$ 7,49	\$ 14,98
22	Seguros exteriores	2	E-51	DIN 471	\$ 2,50	\$ 5,00
23	Seguros exteriores	2	E-54	DIN 471	\$ 2,94	\$ 5,88
24	Seguro interior	4	I-46	DIN 472	\$ 1,52	\$ 6,08
25	Seguro interior	4	I-48	DIN 472	\$ 1,70	\$ 6,80
26	Prisionero	14	M8 x 15	DIN 913	\$ 0,15	\$ 2,10
27	Tuerca hexagonal	4	M8 X 1,25	DIN 439	\$ 0,25	\$ 1,00
28	Arandela plana	14	M8	DIN 125	\$ 0,10	\$ 1,40
29	Pernos	14	M8 X 50	DIN 912	\$ 0,39	\$ 5,46
30	Pasador	1	ø6 x 50	DIN 7	\$ 0,65	\$ 0,65
31	Tapa de tolva	1	250 x 220	Acrílico	\$ 20,00	\$ 20,00
32	Tapa de catalinas	1	SEGÚN PLANOS	ASTM A500	\$ 80,00	\$80,00
33	Manubrios	2	ø25 x 100	Caucho	\$ 2,50	\$ 5,00
					TOTAL 540.33	

Realizado por: Mise Néstor y Carrillo Pablo, 2019

Tabla 5-5: Costo de utilización de maquinaria

COSTO DE UTILIZACIÓN DE MAQUINARIA			
Máquina / Herramienta	Tarifa /hora	Tiempo utilizado (horas)	Total
Fresadora	\$ 10,00	6	\$ 60,00
Suelda (MIG)	\$ 12,00	10	\$ 120,00
Suelda oxiacetilénica	\$ 15,00	5	\$ 75,00
Dobladora de tubos	\$ 5,00	1	\$ 5,00
Torno	\$ 8,00	12	\$ 96,00
TOTAL			\$ 356,00

Realizado por: Mise Néstor y Carrillo Pablo, 2019

5.2.4.1. Costo de mano de obra

Tabla 5-6: Costo de mano de obra

COSTO DE MANO DE OBRA			
Máquina/ Herramienta	Tarifa /hora	Tiempo Utilizado (horas)	Total
Fresadora	\$ 5,00	6	\$ 30,00
Suelda (MIG)	\$ 8,00	10	\$ 80,00
Suelda oxiacetilénica	\$ 10,00	5	\$ 50,00
Dobladora	\$ 2,00	1	\$ 2,00
Torno	\$ 3,00	12	\$ 36,00
TOTAL			\$ 198,0

Realizado por: Mise Néstor y Carrillo Pablo, 2019

5.2.4.2. Costo de acabados

Tabla 5-7: Costo de acabado

COSTO DE ACABADO	
DESCRIPCIÓN	COSTO
Pintura máquina	\$ 60,00
Pintura carcasa	\$ 20,00
Acople tapa para tolva	\$ 20,00
TOTAL	\$ 100,00

Realizado por: Mise Néstor y Carrillo Pablo, 2019

COSTO DIRECTO TOTAL = Costo de materiales + Costo de utilización de maquinaria
+ Costos de mano de obra + Costo de acabados

Tabla 5-8:Costo directo total

COSTO DIRECTO TOTAL	
TIPO DE COSTO	VALOR
Costo de materiales	\$ 540,33
Costo de maquinaria	\$ 356,00
Costo de mano de obra	\$ 208,00
Costo de acabado	\$ 100,00
COSTO TOTAL	\$ 1.204,33

Realizado por: Mise Néstor y Carrillo Pablo, 2019

5.2.5. Análisis Costo – beneficio

La máquina tiene un costo inicial de \$1204,33, y posee un tiempo de empleo estimado dentro de la siembra de quinua de 5 años al cabo de los cuales se logrará obtener un salvamento de \$150.

Los costos de operación y mantenimiento son de \$50 al año y se estima que la sembradora promueva el desempeño y crecimiento en el aprovechamiento de la siembra de quinua con un ingreso que ascienda a los \$600 anuales

La tasa mínima atractiva de retorno con base en la sembradora sería:

$$TR = \frac{\text{Suma actual de inversion original}}{\text{inversion original}} = \frac{1204.33+600}{1204.33} \times 100\%$$

$$TR = 66\%$$

Flujo de efectivo neto = entradas de efectivo – salida de efectivo

$$\text{Flujo de efectivo neto} = \$600 - \$120$$

$$\text{Flujo de efectivo neto} = \$ 480 \text{ (Tarquín, 2000)}$$

Este flujo es el cual se tendrá anualmente por la producción de quinua El flujo del valor anual neto respecto a la sembradora será:

$$VAN = I \frac{R 1 - 1 + i 1^{-n}}{i}$$

Donde:

- I = Inversión inicial
- R = Flujo de caja constante
- i = costo de rentabilidad que se da al proyecto n = número de periodos

$$VAN = -1204.33 \frac{480 \cdot 1 - 1 + 600 \cdot 1^{-5}}{600}$$

$$VAN = \$ 957.67 \text{ (Blank \& Tarquin, 2000)}$$

El proyecto de la sembradora con respecto a su valor anual neto con base en objetivos de desarrollo anual es viable.

Tabla 5-9: Costo-Beneficio

COSTO – BENEFICIO						
ITEM/ AÑOS	0	1	2	3	4	5
Inversión	\$ 1.204,33					
Costo de Mantenimiento		\$120,00	\$120,00	\$120,00	\$120,00	\$120,00
Salvamento						\$ 100,00
Costo total	\$ 1.204,33	\$50,00	\$50,00	\$50,00	\$50,00	\$ 50,00
Beneficios		\$600,00	\$600,00	\$600,00	\$600,00	\$ 600,00
Costo – Beneficio	(\$ 1.204,33)	\$480,00	\$480,00	\$ 480,00	\$480,00	\$ 480,00
VAN	\$ 957,67					
TIR	66%					

Realizado por: Mise Néstor y Carrillo Pablo, 2019

- Con el análisis se demuestra que la maquina obtiene anualmente una Tasa interna de retorno del 66 %, la cual genera una recuperación total de la inversión inicial en el primer año
- El valor anual neto dentro del primer año nos indica que después de una serie de pagos con respecto al costo de mantenimiento logramos obtener un costo positivo de margen de recuperación.
- El costo – beneficio demuestra que el año inicial no genera ganancias puesto que se implementa la inversión inicial, mientras tanto que a partir del primer año de trabajo por parte de la sembradora de quinua genera ganancias de:

$$\text{Factor de recuperación en el primer año} = 957.67 + 480$$

Valor neto en el primer año = 1437.67

Ganancia en el primer año = Valor neto en el primer año – Inversión inicial
Ganancia el primer año = 1437,67 – 1204,33

Ganancia el primer año = 233,34 \$

$$\% \text{ costo – beneficio} = \frac{\text{Valor real neto}}{\text{Valor estimado de ganancia}}$$

$$\% \text{ costo – beneficio} = \frac{233.4}{480} \times 100$$

% costo – beneficio = 48.61 %

Referencia: (Blank & Tarquin, 2000)

5.3. Operación y Mantenimiento general

5.3.1. Operación

Previo al funcionamiento se debe efectuar las siguientes observaciones:

- Verificar la profundidad a la cual trabajara la barrenadora
- Verificar la alineación de catalinas
- Revisar la cantidad de semilla de quinua
- Revisar la cantidad de abono

5.4. Mantenimiento general

- Se debe tomar más énfasis en el desplazamiento de la sembradora puesto que el terreno no es estable y está lleno de impurezas que pueden dañar la máquina. (Ver anexo H)
De igual manera tomar en cuenta ciertas características de mantenimiento como:
- Limpieza por la acumulación de polvo e impurezas en las catalinas y cadena.
- Limpieza de plantillas para dosificar la quinua y el abono
- Verificar que la barrenadora se encuentre a la altura adecuada.
- Limpieza de rueda de tracción y posterior una vez concluido el periodo de siembra
- Limpieza del tubo dosificador por donde cae la semilla y el abono

Hay que tomar también en cuenta el desgaste de elementos como rodamientos, catalinas y cadena ya que de esto va a depender el tiempo de mantenimiento o reparación de los accesorios acoplados.

Se recomienda que la acción de mantenimiento sea:

- Preventivo: de 3 a 6 meses
- Correctivo: de 2 años aproximadamente, dependiendo del periodo de uso para la siembra de quinua.

Es recomendable la siguiente frecuencia de tiempo en el mantenimiento:

Tabla 5-10: Frecuencia de mantenimiento

FRECUENCIA DE MANTENIMIENTO			
ITEM	ACTIVIDAD	APLICACIÓN	TIEMPO
1	Lubricación de cadena	MANUAL	120 horas
2	Lubricación de catalinas	MANUAL	480 horas
3	Limpieza de dosificadores	MANUAL	8 horas
4	Limpieza de tolva	MANUAL	8 horas

Realizado por: Mise Néstor y Carrillo Pablo, 2019

5.4.1. Notas importantes

- Verificar el ajuste previo de todos los elementos y su perfecto estado
- Utilizar las herramientas apropiadas para ajustar o cambiar partes de la máquina
- El fabricante no garantiza el perfecto funcionamiento de la máquina si el operario ha modificado su diseño.

CONCLUSIONES

- Para el diseño y construcción de la máquina sembradora se elaboró planos de fabricación y montaje con la finalidad de disminuir esfuerzo del agricultor del tiempo se redujo en un 72 % y costo en el ahorro de semilla de quinua y abono en un 52,9%
- El operario obtuvo mayor rapidez al momento de sembrar con un periodo de ahorro de 20 minutos por cada hilera de 60 metros.
- El factor de recuperación costo - beneficio se logra obtener en el primer año con un 48% y un beneficio anual de incremento continuo
- El peso de la máquina de 44 kg no limita el acceso a terreno del operario si se encuentra en una difícil sección geográfica
- Es una máquina con fácil mantenimiento por el acople de sus elementos y su estructura, lo cual hace que sea fácil la revisión y su mantenimiento periódico

RECOMENDACIONES

- Se recomienda disminuir la longitud del tubo dosificador de semilla y abono para evitar que se entierre y se tape durante la siembra.
- Se recomienda utilizar otro tipo de plantillas dosificadoras para distintas semillas.
- Se recomienda el cambio de una tolva con mayor capacidad para la siembra de semillas más grandes con mayor capacidad para la dosificación
- Se recomienda construir de un material más ligero las ruedas para un mejor desplazamiento dentro del terreno
- Se recomienda colocar una hilera en V en la rueda posterior para un mejor tapado de la siembra.
- Si se utiliza un abono orgánico se recomienda utilizar un dosificador más grande o a su vez un previo abonamiento del suelo
- El operario debe estar al tanto de todas las funciones que cumple la máquina sembradora.
- Difundir en otros sectores y parroquias este tipo de maquinaria que beneficiara a su producción local

BIBLIOGRAFIA

1. **AGROCALIDAD.** Agrocalidad. Obtenido de <http://www.agrocalidad.gob.ec/>, 13 de Abril de 2015.
2. **AGRONOMIA GENERAL.** Agronomía general. Obtenido de <http://agronomigeneral.blogspot.com/2016/03/siembra-voleo.html>, 13 de Marzo de 2016.
3. **BLANK, L., & TARQUIN, A.** Ingeniería Económica. Colombia, 2000.
4. **Cuichán, D. X., & Manya Galarza, L. F.** Diseño y construcción de una máquina sembradora con dosificación automática para semilla de quinua y abono con una capacidad de 20 kg/h. Universidad Politécnica Salesiana sede , Quito, 2016.
5. **CIRNMA.** Manual del productor de quinua. Lima, 1997.
6. **FAO.** Guía de cultivo de la quinua. Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, 2016.
7. **INIAP.** INIAP-INGAPIRCA E INIAP-TUNKAHUAN dos variedades de quinua de bajo contenido de saponina. Ecuador: Estación Experimental “Santa Catalina”, 1992.
8. **LARBURU ARRIZABALAGA, N.** Máquinas prontuario : técnicas, máquinas herramientas. Madrid: Paraninfo, 2001.
9. **SHIGLEY, J., MISCHKE, C. R., & BUDYNAS, R. G.** Diseño en ingeniería mecánica de SHIGLEY (octava ed.). MEXICO: mcgraw-hill/interamericana editores, s.a, 2008.
10. **UNIVERSIDAD AGRARIA DE LA HABANA.** (03 de julio de 2012). scielo. Obtenido de scielo: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2071-00542012000300006
11. **BARRIGA, B. (2006).** Curso: Proyecto Mecánico 1. Lima.
12. **HERRANDINA, P.** Mecanización Agrícola. Lima: Cooperación Técnica del Gobierno Suizo, 1993.
13. **ITACAB.** Manual de transferencia de Tecnologías Apropriadas. Lima, 1993.


14. **MILACHAY, Y.** Cálculo del momento de inercia. Recuperado el 27 de mayo de 2015, de <http://es.slideshare.net/kurtmilach/clculo-de-momento-de-inercia>
15. **MUJICA, A.** Selección de variedades de Quinua en Chapingo, México. Chapingo, 1983.
16. **MUJICA, A.** Agronomía del cultivo de la quinua. Recuperado el 30 de octubre de 2013, de <http://www.rlc.fao.org/es/agricultura/produ/cdrom/contenido/libro03/cap2.htm>
17. **ORGÁNICA, S.** Blog de siembra al voleo. Recuperado el 30 de octubre de 2013, de <http://siembraorganicadmf.blogspot.com/p/tipos-de-siembra.html>
18. **ORTIZ CAÑAVATE, J.** Técnica de la mecanización agrícola. Madrid: Mundi- Prensa, 1989.
19. **PERALTA, P.** Sembradora coreana de quinua. Recuperado el 05 de septiembre de 2013, de Página Siete: <http://www.fmbolivia.tv/sembradora-coreana-de-quinua-hace-el-trabajo-de-10-personas/>, 2012.
20. **PEREYRA, P.** Manual laboratorio Física 1. Lima: PUCP, 2009.
21. **SHANGAI.** Shangai-504 4WD tractor. Recuperado el 30 de octubre de 2013, de <http://spanish.alibaba.com/product-gs/shanghai-504-4wd-tractor-221647693.html>
22. **TAPIA.** La Quinua y la Kañiwa. Bogotá: IICA, 1979.
23. **TIMTAA.** Máquinas agrícolas. Recuperado el 14 de septiembre de 2013, de http://www.timtaa.com/index.php?option=com_content&view=article&id=26&Itemid=3
24. **UNAD.** Fuentes de potencia del tractor. Recuperado el 25 de mayo de 2015, de http://datateca.unad.edu.co/contenidos/356014/Modulo_356014/leccin_3fuentes_de_potencia_del_tractor.html
25. **UNALM.** Manual del cultivo de la quinua. Lima, 2013.
26. **UNOCANC.** Producción orgánica de cultivos andinos. Recuperado el 25 de septiembre de 2013, de Capítulo 8: Producción orgánica de quinua: http://www.mountainpartnership.org/fileadmin/user_upload/mountain_partnership/docs/1_produccion_organica_de_cultivos_andinos.pdf



Anexos

Anexo A. Tubo estructural redondo

REDONDO




DIPAC[®]
PRODUCTOS DE ACERO

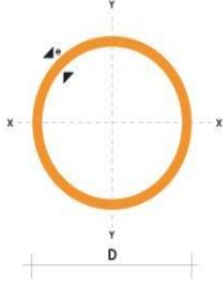
TUBO ESTRUCTURAL REDONDO

Especificaciones Generales


Norma	ASTM A-500
Recubrimiento	Negro o galvanizado
Largo normal	6.00m
Otros largos	Previa Consulta
Dimensiones	Desde 7/8" hasta 3"
Espesor	Desde 1.50mm a 3.00mm



DIAMETRO	ESPESOR	PESO	AREA	I	W	i
pulgadas	mm	kg/m	cm ²	cm ⁴	cm ³	cm
7/8"	1.50	0.77	0.98	0.53	0.47	0.73
1"	1.50	0.88	1.13	0.81	0.64	0.85
1 1/4"	1.50	1.12	1.43	1.63	1.03	1.07
1 1/2"	1.50	1.35	1.72	2.89	1.52	1.30
1 3/4"	1.50	1.59	2.02	4.67	2.10	1.52
2"	1.50	1.82	2.32	7.06	2.78	1.74
2 1/2"	1.50	2.29	2.92	14.05	4.42	2.19
3"	1.50	2.76	3.52	24.56	6.45	2.64
1"	2.00	1.15	1.47	1.01	0.80	0.83
1 1/4"	2.00	1.47	1.87	2.08	1.31	1.05
1 1/2"	2.00	1.78	2.27	3.71	1.95	1.29
1 3/4"	2.00	2.09	2.67	6.02	2.71	1.50
2"	2.00	2.41	3.07	9.14	3.60	1.73
2 1/2"	2.00	3.03	3.86	18.29	5.76	2.18
3"	2.00	3.66	4.66	32.11	8.43	2.62
2"	3.00	3.54	4.51	12.92	5.09	1.69
2 1/2"	3.00	4.48	5.70	26.15	8.24	2.14
3"	3.00	5.42	6.90	46.29	12.15	2.59




Anexo B. Tubo estructural rectangular



DIPAC[®]

PRODUCTOS DE ACERO



TUBO ESTRUCTURAL RECTANGULAR

Especificaciones Generales

Norma: ASTM A-500


Recubrimiento: Negro o galvanizado

Largo normal: 6.00m

Otros largos: Previa Consulta

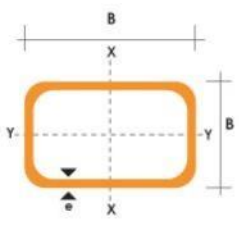
Dimensiones: Desde 12.00mm x 25.00mm a 40.00mm x 80.00mm

Espesor: Desde 2.00mm a 3.00mm




RECTANGULAR


DIMENSIONES			AREA		EJES X-X			EJES Y-Y		
A mm	B mm	ESPESOR mm	PESO Kg/m	AREA cm ²	I cm ⁴	W cm ³	i cm	I cm ⁴	W cm ³	i cm
20	40	1,2	1,09	1,32	2,61	1,30	1,12	0,88	0,88	0,83
20	40	1,5	1,35	1,65	3,26	1,63	1,40	1,09	1,09	0,81
20	40	2,0	1,78	2,14	4,04	2,02	1,37	1,33	1,33	0,79
25	50	1,5	1,71	2,10	6,39	2,56	1,74	2,19	1,75	1,02
25	50	2,0	2,25	2,74	8,37	3,35	1,75	2,80	2,24	1,01
25	50	3,0	3,30	4,14	12,56	5,02	1,74	3,99	3,19	0,99
30	50	1,5	1,88	2,25	7,27	2,91	1,80	3,32	2,21	1,21
30	50	2,0	2,41	2,94	9,52	3,81	1,80	4,28	2,85	1,21
30	50	3,0	3,30	4,21	12,78	5,11	1,74	5,66	3,77	1,16
30	70	2,0	3,03	3,74	22,20	6,34	2,44	5,85	3,90	1,25
30	70	3,0	4,48	5,41	30,50	8,71	2,37	7,84	5,23	1,20
40	60	1,5	2,29	2,91	14,90	4,97	2,26	7,94	3,97	1,65
40	60	2,0	3,03	3,74	18,08	6,13	2,22	9,81	4,90	1,62
40	60	3,0	4,48	5,41	25,31	8,44	2,16	13,37	6,69	1,57
30	70	1,5	2,34	2,91	18,08	5,17	2,49	4,76	3,17	1,28
30	70	2,0	2,93	3,74	22,20	6,34	2,44	5,85	3,90	1,25
30	70	3,0	4,25	5,41	30,50	8,71	2,37	7,84	5,23	1,20
40	80	1,5	2,76	3,74	31,75	7,94	2,91	10,77	5,39	1,70
40	80	2,0	3,66	4,54	37,32	9,33	2,87	12,70	6,35	1,67
40	80	3,0	5,42	6,61	52,16	13,04	2,81	17,49	8,75	1,63
50	100	2,0	4,52	5,74	74,94	14,99	3,61	25,65	10,26	2,11
50	100	3,0	6,71	8,41	106,34	21,27	3,56	35,97	14,39	2,07
50	150	2,0	6,17	7,74	207,45	27,66	5,18	37,17	14,87	2,19
50	150	3,0	9,17	11,41	298,35	39,78	5,11	52,54	21,02	2,15



Anexo C. Plancha PL



DIPAC
PRODUCTOS DE ACERO



PLANCHAS PL

REDUCCION DE FRACCIONES DE PULGADAS A MILIMETROS		
PULGADAS	MILIMETROS	PULGADAS
1/128	= 0.20	25/64 = 9.92
1/64	= 0.40	13/32 = 10.32
3/128	= 0.60	27/64 = 10.72
1/40	= 0.64	7/16 = 11.11
1/32	= 0.79	29/64 = 11.51
1/25	= 1.02	15/32 = 11.91
3/64	= 1.19	31/64 = 12.30
1/20	= 1.27	1/2 = 12.70
1/16	= 1.59	33/64 = 13.10
5/64	= 1.98	17/32 = 13.49
3/32	= 2.38	35/64 = 13.89
7/64	= 2.78	9/16 = 14.29
1/8	= 3.18	37/64 = 14.68
9/64	= 3.57	19/32 = 15.08
5/32	= 3.97	39/64 = 15.48
11/64	= 4.37	5/8 = 15.88
3/16	= 4.76	41/64 = 16.27
13/64	= 5.16	21/32 = 16.67
7/32	= 5.56	43/64 = 17.07
15/64	= 5.95	11/16 = 17.46
1/4	= 6.35	45/64 = 17.86
17/64	= 6.75	23/32 = 18.26
9/32	= 7.14	47/64 = 18.65
19/64	= 7.54	3/4 = 19.05
5/16	= 7.94	49/64 = 19.45
21/64	= 8.33	25/32 = 19.84
11/32	= 8.73	51/64 = 20.24
23/64	= 9.13	13/16 = 20.64
3/8	= 9.53	53/64 = 21.03
27/32	= 21.43	
55/64	= 21.83	
7/8	= 22.23	
57/64	= 22.62	
29/32	= 23.02	
59/64	= 23.42	
15/16	= 23.81	
61/64	= 24.21	
61/32	= 24.61	
63/64	= 25.00	
1	= 25.40	
11/10	= 27.00	
11/8	= 28.60	
18/16	= 30.20	
11/4	= 31.70	
15/16	= 33.30	
13/8	= 34.90	
17/16	= 36.50	
11/2	= 38.10	
19/10	= 39.70	
15/8	= 41.30	
111/16	= 42.90	
13/4	= 44.40	
113/16	= 46.00	
17/8	= 47.60	
115/16	= 49.20	
2	= 50.80	

DIMENSIONES EN (mm)			PESOS	
ANCHO	LARGO	ESPESOR	KG	
1220	2440	2	46.74	
1220	2440	3	70.10	
1220	2440	4	93.47	
1500	2440	4	114.92	
1220	2440	5	116.84	
1500	2440	5	143.66	
1800	2440	5	172.39	
1220	2440	6	140.21	
1500	2440	6	172.39	
1800	2440	6	206.86	
1220	2440	8	186.94	
1500	2440	8	229.85	
1800	2440	8	275.82	
1220	2440	10	233.68	
1500	2440	10	287.31	
1800	2440	10	344.77	
1220	6000	12	689.54	

METODO PRACTICO PARA CALCULAR PESO DE LAS PLANCHAS DE ACERO

NOMENCLATURA

L = Largo (mm)
A = Ancho (mm)
E = Espesor (mm)
Peso = Kg.

$$\text{Peso} = \frac{L \times A \times E \times 7.85}{1,000.00}$$

Ejemplo: $(L = 1220\text{mm} \times A = 2440 \text{ mm} \times E = 1.0\text{mm}) \times 7.85 = 23.368 \text{ Kg}$

Propiedades

El acero A36, tiene una densidad de 7860 kg/m³ (0.28 lb/in³). El acero A36 en barras, planchas y perfiles estructurales con espesores menores de 8 plg (203,2 mm) tiene un límite de fluencia mínimo de 250 MPA (36 ksi), y un límite de rotura mínimo de 400 MPA (58 ksi). Las planchas con espesores mayores de 8 plg (203,2 mm) tienen un límite de fluencia mínimo de 220 MPA (32 ksi), y el mismo límite de rotura.

Anexo D. Acero AISI 4340



705=AISI 4340

Acero bonificado para maquinaria

GENERALIDADES: 705 es un acero al molibdeno más cromo y níquel. El molibdeno tiene una solubilidad limitada y es un buen formador de carburos. Ejerce un fuerte efecto sobre la templabilidad y de manera semejante al cromo, aumenta la dureza y resistencia a alta temperatura de los aceros. Menos susceptibles al fragilizado debido al revenido que los demás aceros aleados para maquinaria. Al combinarse con níquel y cromo soporta altas exigencias de resistencia y tenacidad en secciones grandes. Su contenido de níquel le da más templabilidad, lo mismo que la resistencia en caliente.

705 combina alta resistencia mecánica (la mayor del mercado) con buena tenacidad. Este acero en forma standard es suministrado bonificado, por lo que no se requeriría luego un tratamiento trémico, sin embargo, si se desea mejores propiedades, puede ser templado al aceite. Susceptible de temple por inducción y también puedes someterse a tratamiento de nitrurado.

ANÁLISIS TÍPICO %

	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo
705	0.36	0.25	0.70	--	--	1.40	1.40	0.20
AISI 4340	0.35-0.40	0.20-0.35	0.60-0.80	0.04	--	1.65-2.00	0.70-0.90	0.20-0.30

EQUIVALENCIAS

AISI/SAE	4340
DIN	34CrNiMo6
W.Nr	1.6582
JIS	SNCM1
AFNOR	35NCD6

PROPIEDADES MECÁNICAS EN CONDICIÓN DE SUMINISTRO

Resistencia a la tracción	90-110kg/mm ²
Esfuerzo de cedencia	70kg/mm ²
Resistencia al impacto, kU	aprox. 20 J
Elongación, A5	min 12%
Reducción de área, Z	min 45%
Dureza	270-330HB

De acuerdo a DIN 17200 resp. SEW 550. Tolerancia DIN 1013 resp. DIN 7527 / 6

Nota: Estas propiedades se garantizan hasta Ø250 mm. Medidas mayores, favor consultarnos.

APLICACIONES:


- Partes de gran resistencia para la industria automotriz, como:**
 - ejes
 - cardanes
 - cigüeñales
 - ejes de leva
 - tornillería de alta resistencia
- Partes para la construcción de maquinaria de trabajo pesado como:**
 - árboles para trituradoras
 - ejes de transmisión de grandes dimensiones
 - engranajes de temple por llama, inducción o nitruración
 - barras de torsión
 - portaherramientas
- Aplicaciones donde se requiere resistencia a la fatiga, como:**
 - En la construcción de equipo pesado para camiones, aviones, equipos militar, etc.




Anexo E. Clasificación de textura del suelo

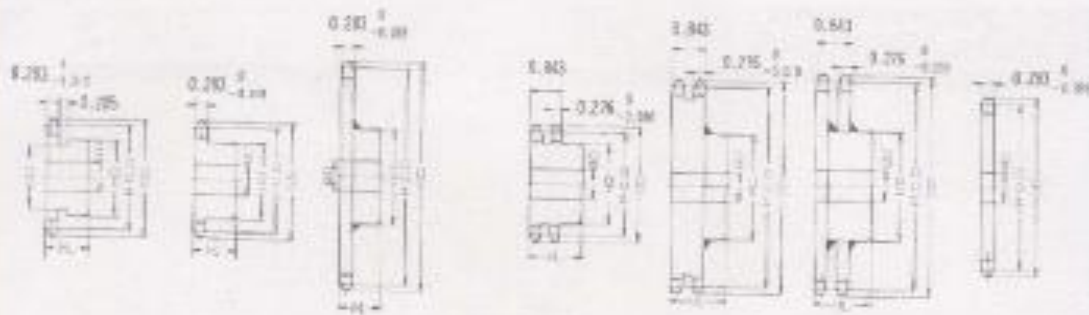
Clasificación de la Textura del Suelo					
Deficiencia de humedad Pulgadas/Pie	Granular/Gruesa (arena francosa)	Moderadamente gruesa (franco arenosa)	Textura Media (franco)	Textura Fina (franco arcillosa)	Deficiencia de humedad Pulgadas/Pie
	(Capacidad de campo)	(Capacidad de campo)	(Capacidad de campo)	(Capacidad de campo)	
0.0	Deja un contorno de humedad en la mano cuando se le comprime	Deja un contorno de humedad en la mano. Forma una cinta corta	Deja un contorno de humedad en la mano. Forma una cinta de aprox. 1 pulgada	Deja un contorno de humedad en la mano. Forma una cinta de aprox. 2 pulgadas	0.0
0.2	Se ve húmeda	Forma una bola dura			0.2
0.4	Forma una bola débil		Forma una bola maleable. Deja manchas en los dedos cuando se le frota	Deja manchas en los dedos y forma una cinta fácilmente	0.4
0.6	Se pone ligeramente pegajosa	Forma una buena bola		Forma una cinta gruesa	0.6
0.8	Muy seca y suelta. Se desliza entre los dedos	Forma una bola débil	Forma una bola dura	Deja manchas en los dedos	0.8
1.0	Punto de Marchitamiento			Forma una buena bola	1.0
		Se pone pegajosa pero no forma una bola	Forma una buena bola	Se puede hacer una bola pero no una cinta. Se forman terrones pequeños	
1.2			Forma una bola débil		1.2
1.4		Punto de Marchitamiento		Los terrones se desmoronan	1.4
1.6					1.6
1.8				Punto de Marchitamiento	1.8

Anexo F. Catálogo de catalinas



NK 40 ANSI(ASA) STANDAR SPORCKETS





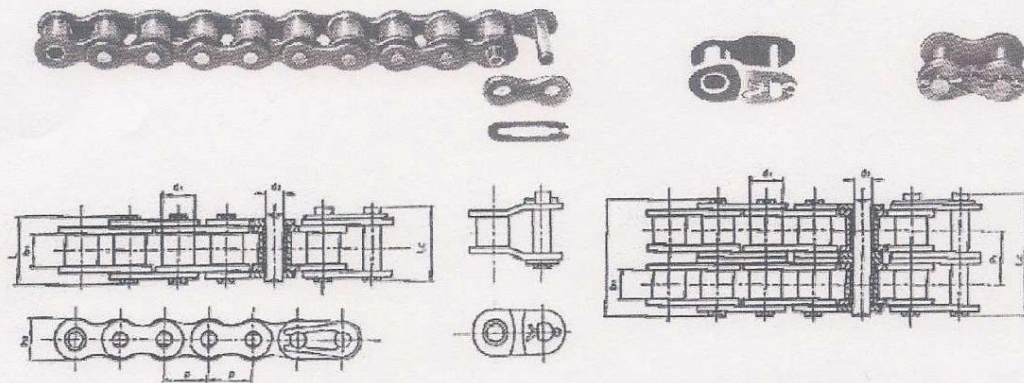
No. of Teeth	Pitch Dia. (P.C.D)	Outer Dia. (O.D)	SINGLE B TYPE				SINGLE B TYPE				SINGLE ATYPE			No. of Teeth	
			Stock	Nom.	H.D	H.	Stock	Min.	H.D	H.	Stock	Approx. H.D	Approx. H.		
9	1.462	1.87	0.35	0.93	1.102	0.988	0.11								9
10	1.610	1.84	0.35	0.71	1.283	0.995	0.14								10
11	1.778	2.09	0.43	0.70	1.417	0.995	0.19								11
12	1.952	2.17	0.43	0.97	1.375	0.995	0.22								12
13	2.089	2.33	0.53	0.79	1.457	0.995	0.23								13
14	2.247	2.48	0.55	0.95	1.494	0.995	0.26								14
15	2.435	2.63	0.55	1.10	1.571	0.995	0.34								15
16	2.563	2.81	0.55	1.16	1.685	0.995	0.43								16
17	2.721	2.88	0.55	1.26	1.728	0.995	0.48								17
18	2.879	3.14	0.58	1.30	1.824	0.995	0.51								18
19	3.032	3.28	0.55	1.37	1.841	0.995	0.60								19
20	3.190	3.48	0.59	1.77	2.038	0.995	0.78								20
21	3.388	3.82	0.59	1.99	2.792	0.995	0.85								21
22	3.513	3.78	0.59	2.01	2.593	0.995	0.85								22
23	3.677	3.88	0.59	2.01	3.091	0.995	1.00								23
24	3.831	4.19	0.59	1.99	2.480	0.995	0.94								24
25	3.989	4.28	0.59	1.95	2.460	0.995	0.88								25
26	4.148	4.42	0.59	1.83	2.480	0.995	0.92								26
27	4.307	4.57	0.59	1.80	2.480	0.995	0.94								27
28	4.486	4.74	0.59	1.82	2.480	0.995	1.09								28
29	4.624	4.88	0.59	1.85	2.480	0.995	1.00								29
30	4.783	5.08	0.59	1.85	2.480	0.995	1.10								30
31	4.952	5.29	0.59	1.77	2.677	1.102	1.25								31
32	5.101	5.28	0.59	1.77	2.677	1.102	1.25								32
33	5.260	5.51	0.59	1.77	2.677	1.102	1.38								33
34	5.419	5.67	0.59	1.77	2.677	1.102	1.35								34
35	5.578	5.88	0.59	1.77	2.677	1.102	1.45								35
36	5.737	6.02	0.67	1.77	2.677	1.102	1.59								36
37	5.896	6.18	0.67	1.77	2.677	1.102	1.58								37
38	6.068	6.34	0.67	1.77	2.677	1.102	1.80								38
39	6.214	6.59	0.67	1.77	2.677	1.102	1.65								39
40	6.373	6.88	0.67	1.77	2.677	1.102	1.79								40
41	6.532	6.81	0.71	1.89	2.874	1.280	2.08								41
42	6.691	6.97	0.71	1.89	2.874	1.280	2.05								42
43	6.850	7.18	0.71	1.89	2.874	1.280	2.10								43
44	7.009	7.29	0.71	1.89	2.874	1.280	2.17								44
45	7.168	7.48	0.71	1.89	2.874	1.280	2.35								45
46	7.327	7.69	0.71	1.89	2.874	1.280	3.45								46
47	7.486	8.23	0.71	1.89	2.874	1.280	2.40								47
48	7.645	8.88	0.71	1.89	2.874	1.280	2.80								48
49	7.804	9.64	0.71	1.89	2.874	1.280	3.40								49
50	7.963	10.03	0.79	2.17	3.288	1.280	4.18								50
51	8.122	10.61	0.79	2.17	3.288	1.280	4.80								51
52	8.281	11.19	0.79	2.17	3.288	1.280	4.80								52
53	8.440	11.78	0.79	2.17	3.288	1.280	4.80								53
54	8.599	12.37	0.79	2.17	3.288	1.280	4.80								54
55	8.758	12.96	0.79	2.17	3.288	1.280	4.80								55
56	8.917	13.55	0.79	2.17	3.288	1.280	4.80								56
57	9.076	14.14	0.79	2.17	3.288	1.280	4.80								57
58	9.235	14.73	0.79	2.17	3.288	1.280	4.80								58
59	9.394	15.32	0.79	2.17	3.288	1.280	4.80								59
60	9.553	15.91	0.79	2.17	3.288	1.280	4.80								60

Anexo G. Catálogo de cadena



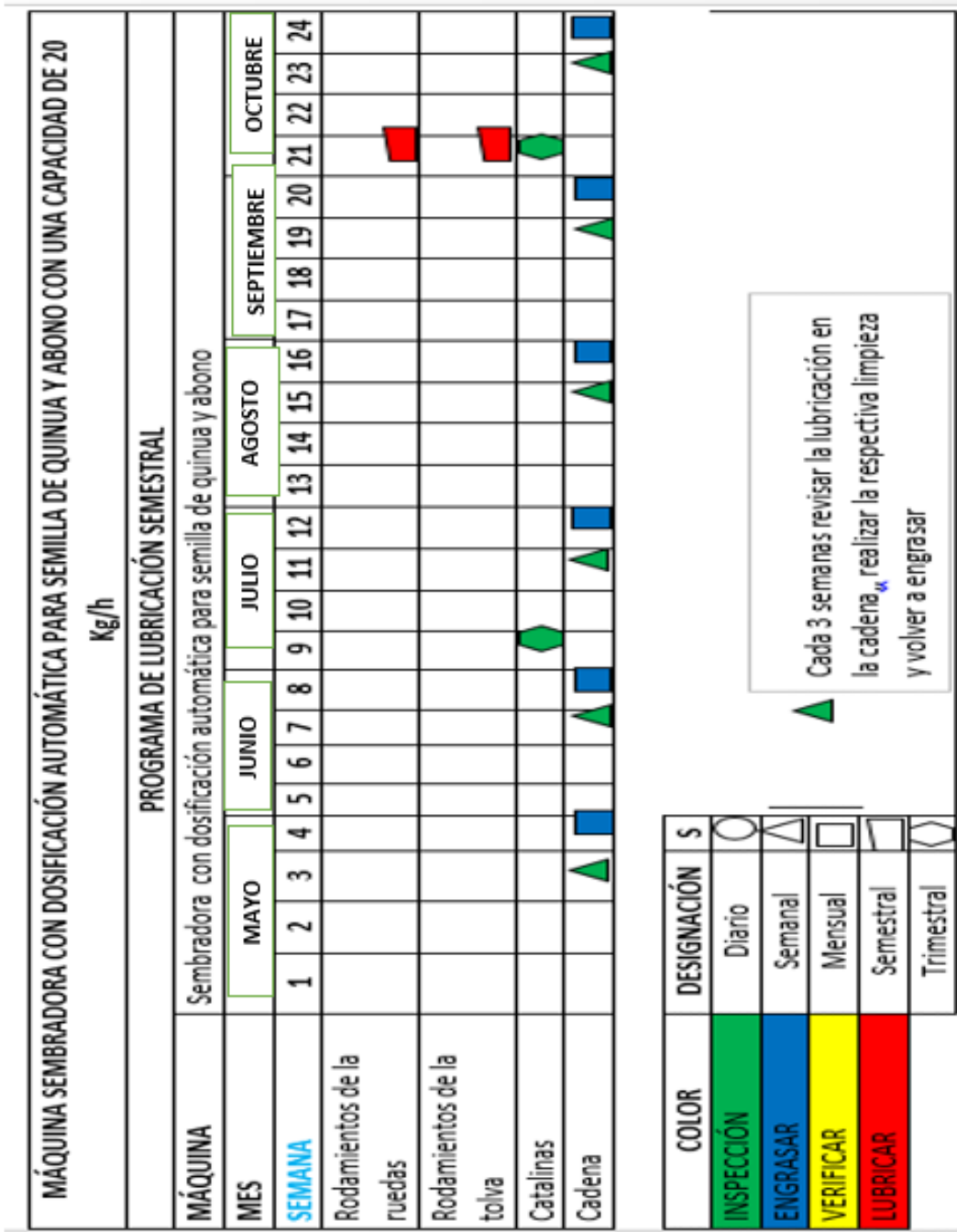
ROLLER CHAINS ANSI B29. 1-1975

Rollenkettens DIN 8188
 Chainnes à rouleaux ISO/R606
 Cadenas de rodillos ISO/R606



Chain		Pitch	width between inner plates		Roller diameter	Pin diameter		Pin length		Transverse pitch		Breaking load		weight			
Rollenkemen		Teilung	Innere Breite		Roller-Ø	Bolzen-Ø		Bolzenlänge		Mittenabstand		Bruchast		Gewicht			
Chaîne		Pas	Largeur entre plaques intérieures		Diamètre du rouleau	Longueur de l'axe		Longueur de l'axe		Entre-axes transversal		Charge de rupture		Poids			
Cadena		Paso	Ancho entre placas interiores		Diámetros del rodillo	Diámetros del perno		Longitud del perno		Paso transversal		Carga de ruptura		Peso			
ANSI Nº.	DIN ISO Nº.	P		W max		R max		D max		L max		C					
		in	mm	in	mm	in	mm	in	mm	in	mm	Lg	Kg	Lb/ft	Kg/m		
25		1/4	6.35	0.125	3.18	0.130	3.30	0.091	2.31	0.339	8.80		900	450	0.09	0.14	
35		3/8	9.525	0.188	4.78	0.200	5.08	0.141	3.59	0.510	12.95		2420	1100	0.22	0.33	
40	08A	1/2	12.70	0.313	7.95	0.312	7.92	0.156	3.97	0.691	17.45		4200	1950	0.41	0.62	
41	085	1/2	12.70	0.251	6.38	0.306	7.77	0.141	3.59	0.567	14.40		2640	1200	0.27	0.41	
50	10A	5/8	15.875	0.375	9.53	0.400	10.16	0.200	5.09	0.859	21.75		7040	3200	0.71	1.06	
60	12A	3/4	19.05	0.500	12.70	0.489	11.91	0.234	5.96	1.059	26.80		9650	4400	1.01	1.50	
80	16A	1	25.40	0.625	15.88	0.625	16.87	0.312	7.94	1.390	35.30		16500	7500	1.88	2.50	
100	20A	1 1/4	31.75	0.750	19.05	0.760	19.05	0.375	9.54	1.800	43.15		25300	11500	2.65	3.80	
120	24A	1 1/2	38.40	1.000	25.40	0.875	22.22	0.437	11.11	2.122	53.90		35200	16000	3.76	5.80	
140	28A	1 3/4	44.45	1.000	25.40	1	25.40	0.500	12.71	2.303	58.50		45100	20500	5.10	7.80	
160	32A	2	50.80	1.250	31.75	1.125	28.57	0.562	14.29	2.742	69.65		60400	27000	6.38	9.50	
200	40A	2 1/2	63.50	1.250	38.10	1.562	39.67	0.781	19.85	3.398	86.30		99000	45000	11.02	16.40	
25-2		1/4	6.35	0.125	3.18	0.130	3.30	0.091	2.31	0.691	15.00	0.252	6.40	1760	800	0.18	0.28
35-2		3/8	9.525	0.188	4.78	0.200	5.08	0.141	3.59	0.907	23.05	0.398	10.10	3970	1800	0.42	0.64
40-2		1/2	12.70	0.313	7.95	0.312	7.92	0.156	3.97	1.254	39.85	0.587	14.40	7050	3200	0.80	1.20
50-2	08A-2	5/8	15.875	0.375	9.53	0.400	10.16	0.200	5.09	1.569	31.85	0.713	18.10	10700	4860	1.36	2.02
60-2	10A-2	3/4	19.05	0.500	12.70	0.489	11.91	0.234	5.96	1.957	49.70	0.898	22.80	15500	7040	2.02	3.00
80-2	12A-2	1	25.40	0.625	15.88	0.625	16.87	0.312	7.94	2.543	64.60	1.154	29.30	27300	12400	3.38	5.02
100-2	16A-2	1 1/4	31.75	0.750	19.05	0.760	19.05	0.375	9.54	3.108	78.95	1.409	35.80	41000	18600	5.12	7.84
120-2	20A-2	1 1/2	38.40	1.000	25.40	0.875	22.22	0.437	11.11	3.903	99.30	1.787	45.40	59500	27000	7.38	10.98
140-2	24A-2	1 3/4	44.45	1.000	25.40	1	25.40	0.500	12.71	4.228	107.40	1.925	48.90	80700	36600	9.36	13.92
160-2	28A-2	2	50.80	1.250	31.75	1.125	28.57	0.562	14.29	5.045	128.15	2.303	58.50	104900	47800	12.58	18.72
200-2	32A-2	2 1/2	63.50	1.500	38.10	1.562	39.67	0.781	19.85	6.217	157.90	2.819	71.80	164000	74400	21.40	31.84

Anexo H. Hoja de mantenimiento de sembradora





epoch

**Dirección de Bibliotecas y
Recursos del Aprendizaje**

UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS Y ANÁLISIS
BIBLIOGRÁFICO Y DOCUMENTAL

REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y
BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 24 / 11 / 2023

INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)
Nombres – Apellidos: NESTOR WILFRIDO MISE PALOMO PABLO ANDRES CARRILLO FLORES
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: MECÁNICA
Carrera: INGENIERÍA AUTOMOTRIZ
Título a optar: INGENIERO AUTOMOTRIZ
f. Analista de Biblioteca responsable: Lcdo. Holger Ramos, MSc.

1677-DBRA-UPT-2023

