UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
SEDE VIÑA DEL MAR – JOSÉ MIGUEL CARRERA

REPARACIÓN Y PROPUESTAS DE MEJORAMIENTO A ENSILADORA

Trabajo de Titulación para optar al Título de Técnico Universitario en MECÁNICA INDUSTRIAL

Alumno:
Patricia María Bahamondes Olguín
Joshep Michell Botau Gamboa

Profesor Guía:
Ing. José Carvallo Basaez

2017

RESUMEN

KEYWORDS: RESTAURACIÓN / MANTENIMIENTO / ENSILADORA / MANUAL DE USO

Dentro del mundo de la ganadería una de las tareas más pesadas para los agricultores o campesinos era el poder alimentar al ganado, y no de cualquier manera, ni con cualquier cosa sino con el alimento adecuado para que este pudiera crecer sano y a futuro pudiera transformarse en una herramienta de trabajo eficiente. Para esto la gente estaba varias horas trabajando en el alimento del ganado y siendo muy agotador el poder alimentar a toda la variedad de animales que se poseía.

La máquina intervenida es una máquina antigua, casi una de las primeras que llegaron a nuestro país, es por esto que no se poseen muchos registros del equipo y ya no se fabrican máquinas de este modelo. Las máquinas actuales son más sofisticadas y cumplen unas mayores cantidades de labores agrícolas, facilitando así aún más el trabajo del agricultor.

En primera instancia para conocer más de la maquina se removieron la mayor cantidad de partes posibles para comenzar con la restauración y a su vez poder identificarlos o asociarlos a alguna pieza más actual. Luego de remover las partes se pulieron y pintaron para así volver las piezas a su estado natural y poder volver operativa la máquina. Cabe mencionar que no todas las partes se pudieron restaurar, teniendo que ser fabricadas o compradas, esto último condicionado a que si en la actualidad existía esta pieza o alguna similar que cumpliera su función. Los elementos de sujeción fueron los que sí o sí se cambiaron, ya que se tuvieron que cortar o no se encontraban en condiciones como para seguir cumpliendo su función.

Para finalizar ya con la máquina restaurada y funcionando se analizó detalladamente las mejoras que se le podría realizar a la máquina para que esa cumpla su función de mejor manera y mucho mas eficiente.

ÍNDICE

RESUMEN
SIGLAS Y SIMBOLOGÍA
INTRODUCCIÓN 1
OBJETIVOS 3

CAPÍTULO 1: DATOS TÉCNICOS Y ANTECEDENTES GENERALES DEL EQUIPO 5

1. ANTECEDENTES Y DATOS TÉCNICOS 6
1.1. HISTORIA DE LAS MÁQUINAS AGRÍCOLAS 7
1.2. ANTECEDENTES DE LA CREACIÓN 8
1.3. MÁQUINA AGRÍCOLA “ENSILADORA’’ 10
1.4. FUNCIONAMIENTO 12
1.5. PARTES DEL EQUIPO 14

CAPÍTULO 2: ESTADO ACTUAL Y PLAN DE REPARACIÓN DEL EQUIPO 25

2. PLAN DE REPARACIÓN DEL EQUIPO 27
2.1. ESTADO ACTUAL DEL EQUIPO 27
2.1.1. Diagnóstico de los componentes 27
2.1.2. Diagnóstico general del equipo 33
2.2. PLAN DE TRABAJO 34
2.3. PROCESO DE RESTAURACIÓN 36

CAPÍTULO 3: PROPUESTAS DE MEJORAS AL EQUIPO, MANUAL DE USO Y PLAN DE MANTENIMIENTO 43

3. PROPUESTAS DE MEJORAS AL EQUIPO 45
3.1. MEJORAS 45
3.1.1. Propuesta 1: Fuente de energía 45
3.1.2. Propuesta 2: Cambios en las cuchillas y en las aspas de elevación 48
3.1.3. Propuesta 3: Modificación en el ducto salida del producto 49
3.2. MANUAL DE USO 51
3.3. PLAN DE MANTENIMIENTO 52
3.3.1. Sistema de transmisión 52
3.3.2. Sistema de alimentación 54
3.3.3. Sistema de picado 55

3.3.4. Carcasa externa 56

CONCLUSIÓNY RECOMENDACIONES 59
BIBLIOGRAFÍA 61
ANEXOS 63
Anexo A: Transporte de la máquina en carreteras y vías públicas 65
Anexo B: Como alimentar la ensiladora 66
Anexo C: Afilado de las cuchillas 66
Anexo D: Anomalías y soluciones 68
Anexo E: Carta gantt del plan de trabajo 69
Anexo F: Ficha técnica del tractor modelo ford 3000 70
Anexo G: Catálogo motor seleccionado 71
Anexo H: Como seleccionar el espesor de la correa. 72

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - 1. Proceso productivo. 9
Figura 1 - 2. Máquina a intervenir 10
Figura 1 - 3. Características en las que sale una caña de azúcar o de choclo después del proceso de repicado. 11
Figura 1 - 4. Esquema de funcionamiento vista 1. 12
Figura 1 - 5. Esquema de funcionamiento vista 2. 13
Figura 1 - 6. Carcasa protectora de cuchillos y parte móvil. 15
Figura 1 - 7. Polea plana. 15
Figura 1 - 8. Sistema de trasferencia de potencia. 16
Figura 1 - 9. Esquema transmisión de potencia del tractor a la máquina. 17
Figura 1 - 10. Cadena cinemática del equipo. 17
Figura 1 - 11. Cadena cinemática del equipo. 18
Figura 1 - 12. Sistema de transmisión. 18
Figura 1 - 13. Sistema de trasferencia de potencia. 19
Figura 1 - 14. Cinta transportadora 19
Figura 1 -15. Rodillo impulsor externo. 20
Figura 1 - 16. Rodillo interno. 20
Figura 1 - 17. Cuchillas y aspas 21
Figura 1 - 18. Tubo de evacuación 21
Figura 1 - 19.Estructura base de la máquina. 22
Figura 1 - 20. Estado en el que se encontraba la máquina. 23

Figura 2 - 1. Condiciones del equipo. 27
Figura 2 - 2. Polea plana. 28
Figura 2 - 3. Ejemplo del estado de una de las ruedas. 28
Figura 2 - 4. Cinta transportadora. 29
Figura 2 - 5. Rodillo impulsor externo. 30
Figura 2 - 6. Ruedas dentadas y cadena que permiten el movimiento de la cinta y el rodillo externo. 30
Figura 2 - 7. Rodillo impulsor interno. 31
Figura 2 - 8. Cuchillas y aspas de expulsión, respectivamente. 31
Figura 2 - 9. Tubo de evacuación y unión tubo - carcasa, respectivamente. 32
Figura 2 - 10. Estructura base o estructura inferior. 33
Figura 2 - 11. Extracto de carta gantt del plan de trabajo. 35
Figura 2 - 12. Plan de restauración. 36
Figura 2 - 13. Proceso de restauración de las ruedas. 37
Figura 2 - 14. Proceso de restauración de la carcasa. 37
Figura 2 - 15. Proceso de restauración de tubo de evacuación. 37
Figura 2 - 16. Proceso de restauración de la carcasa que cubren las cuchillas. 38
Figura 2 - 17. Antes y después de la carcasa de la máquina. 38
Figura 2 - 18. Estado final de la máquina restaurada. 39
Figura 2 - 19. Conexión ensiladora – tractor mediante correa plana. 39
Figura 2 - 20. Equipo en funcionamiento. 40
Figura 2 - 21. Costos de insumos utilizados 41
Figura 3 - 1. Esquema transmisión de potencia del tractor a la máquina 47
Figura 3 - 2. Pros y contra de las propuestas de mejoras. 50
Figura 3 - 3. Orden de trabajo para la lubricación sistema de trasmisión. 54
Figura 3 - 4. Orden de trabajo para verificar el estado del cardan y tubo de expulsión. 57
Figura 3 - 5. Orden de trabajo para la verificación del estado de la carcasa y ruedas. 58

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 - 1. Características técnicas de la máquina 11
Tabla 1 - 2. Costos del alimento 14
Tabla 2 - 1. Resumen diagnostico general del equipo 34
Tabla 3 - 1. Características técnicas del motor seleccionado 46
Tabla 3 - 2. Actividad de mantenimiento al sistema de transmisión. 53
Tabla 3 - 3. Actividad de mantenimiento al sistema de alimentación. 55

Tabla 3 - 4. Actividad de mantenimiento al sistema de picado. 56
Tabla 3 - 5. Actividad de mantenimiento a la carcasa externa. 56

SIGLAS Y SIMBOLOGÍA

A. SIGLAS

Rae : Real academia española.

Rpm : Revoluciones por minuto.

% : Porcentaje.

B. SIMBOLOGÍA

cm : Centímetros.

Hp : Caballos de fuerza (Horse power).

kW : Kilowatt.

mm : Milímetros.

m/s : Metros por segundos, esto es definido como la distancia en un tiempo determinado.

Rad/s : Radianes por segundo, el radian por segundo es definido como el cambio de la orientación de un objeto, en radianes por cada segundo.

Π : Es la relación entre la longitud de una circunferencia y su diámetro. El valor de “pi” truncado a sus cuatro primeros decimales es de 3,1415.

HH : Hora hombre.

INTRODUCCIÓN

En los sectores rurales siempre ha sido un gran desafío el poder alimentar a los animales, tales como caballos, vacas, entre otros, los cuales son muy difíciles de mantener en cuanto a la alimentación ya que estos deben recibir el alimento adecuado para que sus dueños puedan hacer uso de estos animales para el trabajo agrícola y para hacer uso de sus productos como leche, entre otros.

Para poder lograr este propósito se han utilizado diferentes métodos y máquinas desde ya mucho tiempo, es más, en los lugares rurales del país es posible encontrar máquinas industriales sofisticadas o adaptadas para realizar dicha labor como es la ensiladora.

Gehl es una empresa la cual desde hace ya más de 50 años se encarga de la fabricación de máquinas agrícolas, las cuales reemplazan las labores que tenían los agricultores, que muchas veces resultaba tan pesada comolo es la recolección, el sembrar la tierra, etc. En primera instancia la HexelbankDesensiladora, la cual fue la primera ensiladora lanzada al mercado, revolucionó la manera en la cual los agricultores hacían el alimento para su ganado, derivando así las tareas que eran propias de los humanos a una simple máquina.

En esta oportunidad uno de estos equipos antiguos será sometido a una evaluación, para así poder restaurarlo de la mejor manera y volverlo operativo nuevamente, ya que el producto que esta máquina debería estar generando está siendo comprado a diferentes proveedores lo cual genera problemas en cuanto al tiempo de obtención del producto. Esta máquina se encuentra inhabilitada ya que se dejó de utilizar y ha estado mucho tiempo inactiva por lo que muchas de sus partes y piezas no se encuentran en perfectas condiciones para realizar las tareas correspondientes.

Con los conocimientos adoptados ya en el presente siglo, se realizará una restauración para así incorporarla a terreno con el fin de cumplir sus funciones, dejando parámetros de trabajo para que esta máquina pueda ser utilizada por cualquier agricultor que desee generar alimento para su ganado.

OBJETIVOS

Objetivo general.

- Reparar ensiladora que se encuentra en desuso y averiada, dejándola en condiciones óptimas de funcionamiento y entregando un manual de uso y mantenimiento, para recuperar la funcionalidad inicial del equipo.

Objetivos específicos.

- Describir datos técnicos y antecedentes generales del equipo.
- Establecer estado actual de las partes y plan de reparación del equipo.
- Proponer mejoras al diseño, manual de uso y plan de mantenimiento del equipo.

CAPÍTULO 1: DATOS TÉCNICOS Y ANTECEDENTES GENERALES DEL EQUIPO

1. ANTECEDENTES Y DATOS TÉCNICOS

1.1. HISTORIA DE LAS MÁQUINAS AGRÍCOLAS

Hasta a mediados del siglo XVIII el grano se cosechaba de forma manual con una hoja afilada y de igual forma se separaba la semilla de la cabeza y de los tallos, haciendo uso de un rastrillo con el que batían la cosecha o se trillaba con caballos.

La llegada de la revolución industrial permitió el desarrollo de máquinas más complejas, con las cuales los métodos de cultivo dieron un gran paso.

La cosecha la efectuaba una máquina con ruedas la cual hacia una siega continua, la separación del grano a su vez la hacía una máquina trilladora que realizaba el trabajo con mayor rapidez que una persona.

Al comienzo de este proceso de cambios en la agricultura la energía que necesitaban estas máquinas para funcionar era suministrada a través de animales domésticos, principalmente por caballos. Con el transcurso del tiempo la tracción animal fue cambiada por tracción mecánica, producto de la aparición de las máquinas a vapor. En la agricultura los tractores, que poseían un motor de vapor, asumieron el control del trabajo pesado ya que fueron equipados con una polea que podía accionar máquinas fijas a través de un juego de correas.

En comparación a las máquinas actuales, las máquinas de vapor tenían poca potencia pero de acuerdo a su tamaño y la relación de transmisión que existía en los engranes proporcionaban el remolque suficiente para el trabajo esperado.

Con el paso del tiempo las máquinas agrícolas no cambiaron su forma de trabajo, es decir, seguían siendo equipos fijos que funcionaban a través de un tractor, ya sea por un toma fuerza o por una correa. Lo que si cambio fue la forma en la cual el tractor obtenía su potencia, la nueva generación de estos equipos presentaba un motor de combustión interna el cual era alimentado por gasolina o diésel, dando un aumento a la potencia y a la velocidad con la que podían trabajar las máquinas fijas.

Basándose en estos motores en la actualidad se han construido maquinarias que no dependen de un tractor para obtener su potencia y ya no son equipos fijos, es decir, van realizando su tarea y a la vez se van moviendo por el campo de cultivo, estas tienen su propia cabina de conducción y solo se necesita de una persona para poder operar en todo el área de trabajo, como por ejemplo una trilladora móvil.

1.2. ANTECEDENTES DE LA CREACIÓN

En la actualidad, las máquinas agrícolas siguen siendo de gran importancia, ya sean máquinas sofisticadas o máquinas antiguas ya que son aquellas que ayudan a que los alimentos lleguen a los hogares para ser consumido por las personas y además ayudan a que los animales puedan tener el alimento correspondiente como lo hace la máquina mencionada anteriormente. Estas máquinas agilizan el proceso agrícola en donde hacen que trabajar la tierra ya no sea tan duro para los agricultores, sino que todo se hace a través de maquinarías, reduciendo al máximo los tiempos de recolección y cosecha de alimentos.

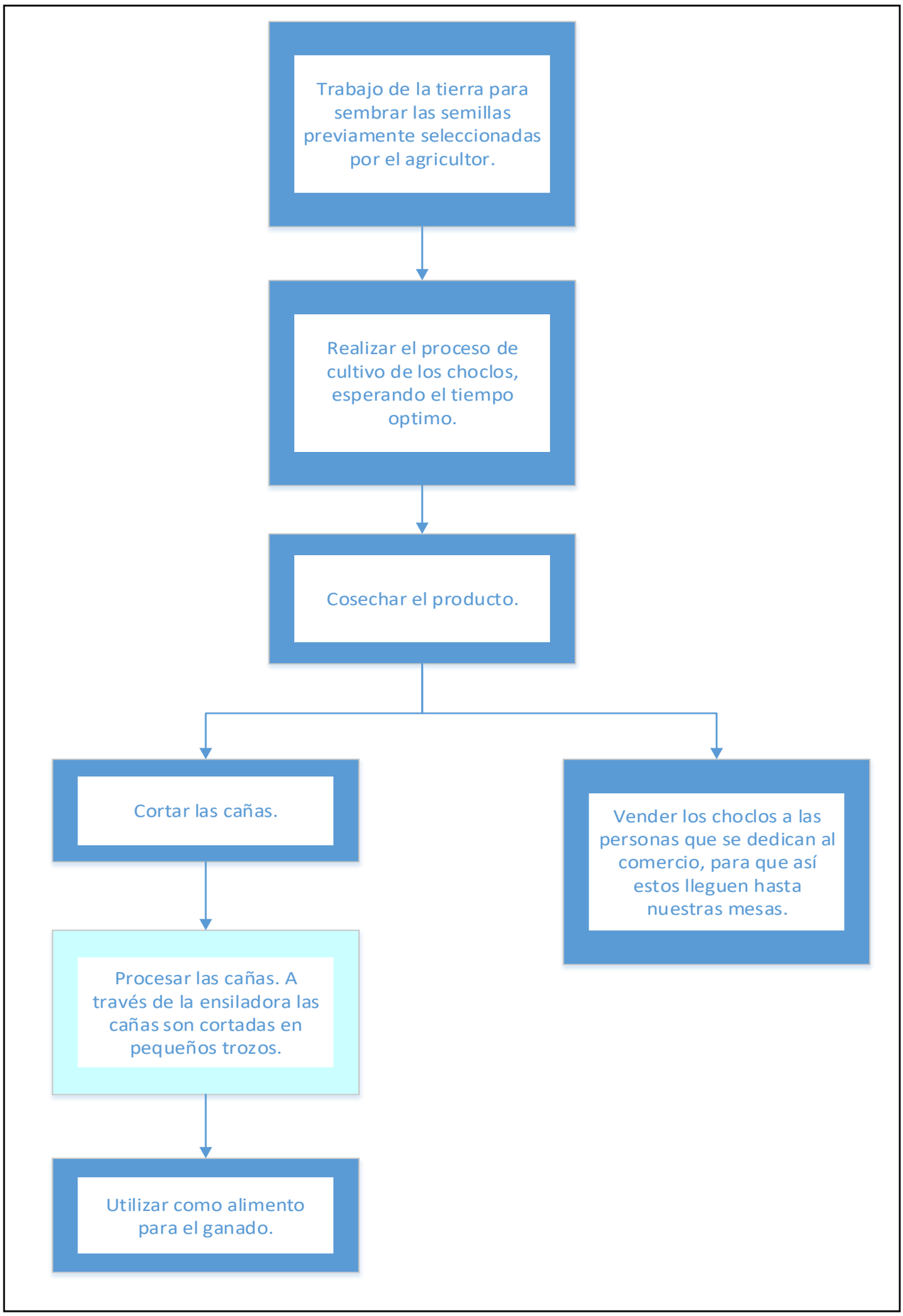
Las ensiladoras se fabricaron, ya que el ganado no está adaptado para comer plantas grandes y menos cuando éstas son de tallo grueso como king-grass, sorgo, maíz, caña de azúcar y otras similares, esto se debe a una cosa neta del organismo y por su falta de piezas dentales en algunos casos, como el vacuno.

Por tal motivo se requiere que estas plantas sean previamente picadas antes de ser suministradas como alimento fresco, realizar este proceso con machete no es satisfactorio, porque no se logra dividir en partículas pequeñas y consume mucho tiempo para el ganadero. Es por ello que se desarrollaron máquinas que realizan esta labor con gran eficiencia y productividad, tanto dentro de instalaciones (por ejemplo: lecherías, cebaderos, etc.), o en el campo al aire libre.

Como se podrá apreciar a continuación, esta máquina ocupa una gran importancia dentro del proceso agrícola tanto para los animales como para las personas.

El esquema que se muestra a continuación de la producción de choclo y como las cañas son aprovechadas.

En la figura 1 – 1 se puede apreciar como es el proceso productivo del choclo del cual se extraen las cañas las que son la materia prima que se procesa en la ensiladora.



Fuente: Creación propia basándose en proceso productivo agrícola.

Figura 1 - 1. Proceso productivo.

1.3. MÁQUINA AGRÍCOLA "ENSILADORA''

Esta máquina es de propiedad de una familia de la zona rural de Villa Alemana, siendo en esta en donde se encuentra en la actualidad, su ubicación específica es en una parcela en el sector de la Rinconada en Peña Blanca, en la zona rural. Hacia interior de la V región, aún existen máquinas antiguas para poder trabajar la tierra y realizar todos los procesos que esto conlleva. En estos lugares aun prefieren realizar el trabajo de forma manual y no utilizar las máquinas disponibles.

La ensiladora tiene como principal función repicar en partículas pequeñas las plantas destinadas a la alimentación del ganado, como forraje verde, éstas generalmente se suministran enteras a la máquina. El material procesado es lanzado por un tubo de descarga en el cual se coloca un recipiente, un saco para su posterior almacenaje. También se le conoce en Cuba como "picadora" o por el nombre incorrecto de "molino de forraje".

Aunque en la actualidad existen máquinas que hacen el trabajo agrícola casi en un 100%, son de un elevado valor y comúnmente se aleja del presupuesto de los agricultores de la región, es por esta misma razón que es difícil ver el uso de estas máquinas, y son reemplazadas por equipos antiguos, que realizan la parte más difícil del proceso, combinados con el trabajo de las personas.

En la figura 1 – 2 se aprecia la máquina a intervenir, después que se le realizo una limpieza y un retiro de escombros y en la figura 1 – 3 se expondrá como es el estado final en el que sale materia prima luego de ser procesada.

Fuente: Creación propia, foto de terreno el 12/05/2016

Figura 1 - 2. Máquina a intervenir

.

Fuente: Creación propia, haciendo uso de producto existente en la parcela.

Figura 1 - 3. Características en las que sale una caña de azúcar o de choclo después del proceso de repicado.

Esta máquina tiene ciertas características técnicas, alguna de las cuales son proporcionadas por la fuente de potencia, en este caso del tractor el que se utilizó en esta ocasión fue un tractor marca Ford modelo 3000, la ficha técnica de este equipo se encuentra en los anexos. En la tabla 1 – 1 se dan a conocer estas características otorgadas por la fuente de potencia y las características propias del equipo

Tabla 1- 1 Características técnicas de la máquina

Potencia del tractor	Frecuencia de rotación del toma fuerza	Frecuencia de trabajo del equipo	Productividad	Cantidad de cuchillas	Tamaño de obtención de partículas
40 Hp	540 Rpm	324 Rpm	0,5 – 1,5 t/h	8	0,5 – 5 Cm

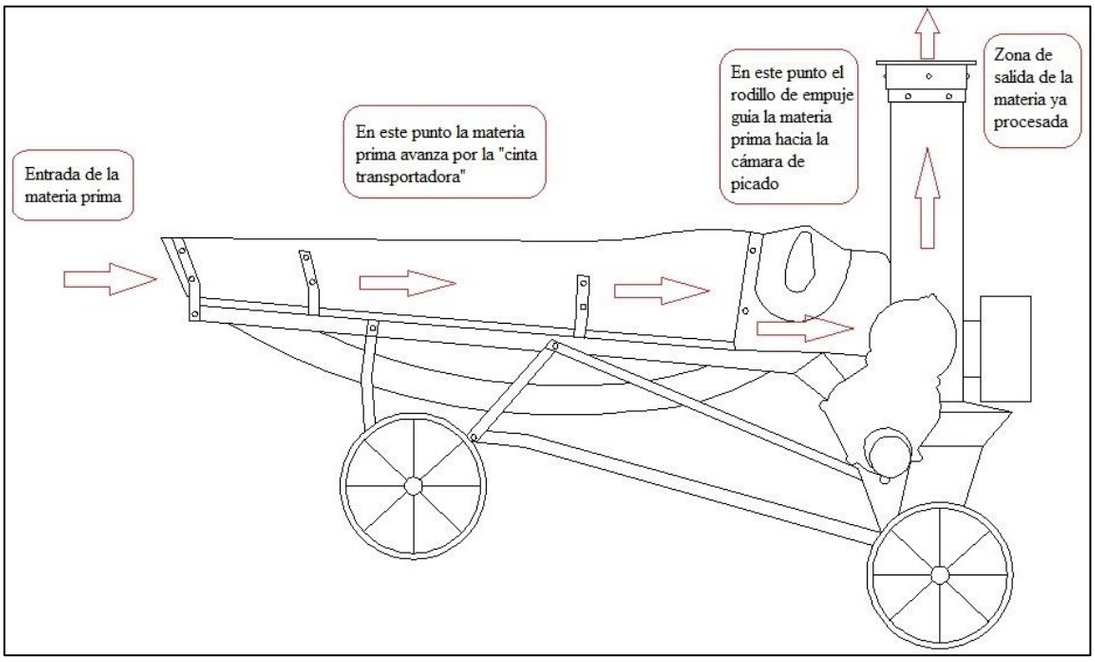
Fuente: Creación propia basada en características técnicas de la máquina

1.4. FUNCIONAMIENTO

La máquina es accionada, en este caso, por un sistema de transmisión a través de una correa y dos poleas, una de ellas se ubica en la máquina y la otra se une al toma fuerza del tractor. Consta de una estructura metálica, en cuyo extremo se encuentra una bandeja de entrada con una cinta transportadora la cual guía la materia prima hacia el centro de este cuerpo metálico donde se encuentra un rotor dotado de cuchillas, que van cortando el material y aspas que levantan los trozos ya picados para que estos sean tomados por una especie de ventilador que los lanza hacia el exterior por medio de un tubo de descarga.

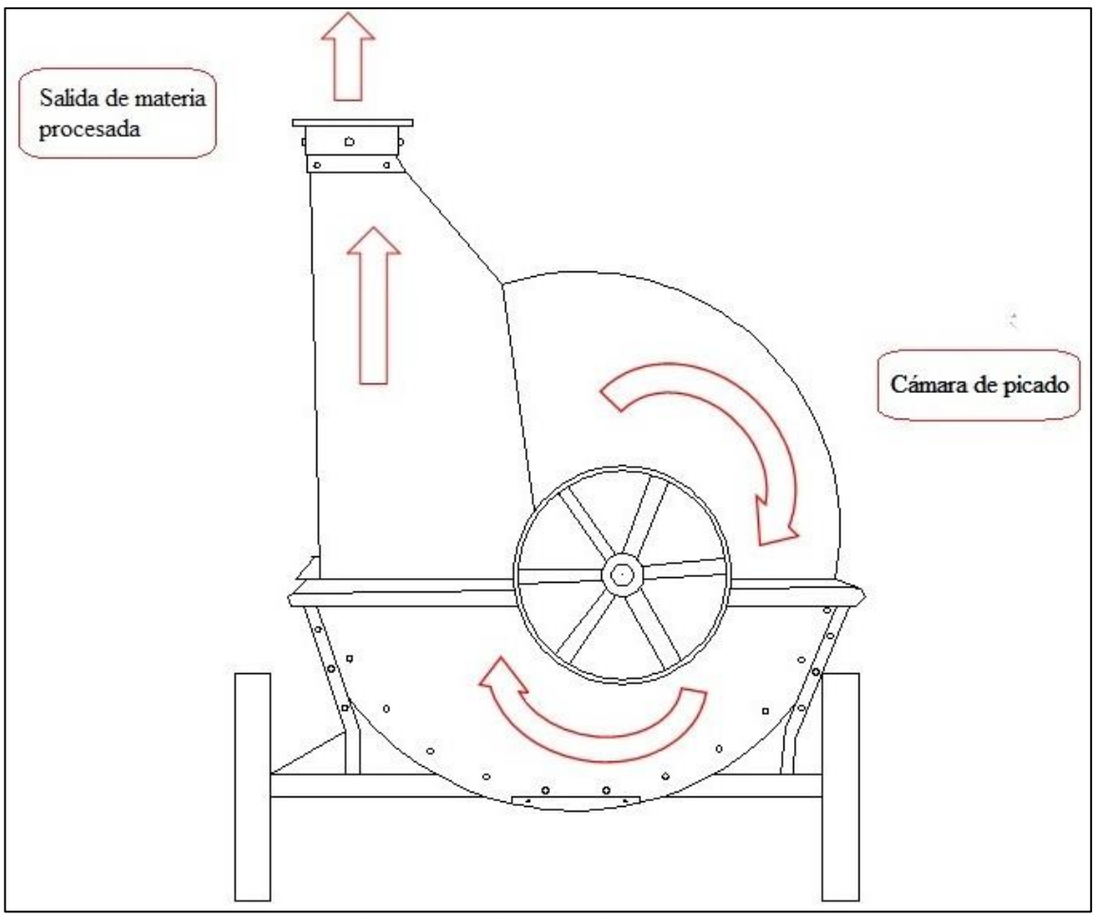
Esta máquina posee cuatro ruedas que permiten su movimiento por las instalaciones ganaderas, para ser llevada de un lugar a otro, este equipo se conecta al tractor por medio de una 'lanza de remolque' la que viene incluida en la ensiladora. Luego de llegar al sitio de trabajo se desconectan ambos elementos y el tractor pasa a ser quien suministra la energía para el funcionamiento de esta, como antes ya se mencionó.

En la figura 1 – 4 y 1 – 5 se apreciara la máquina en dos vistas, a través de las cuales se dará a conocer como es el funcionamiento del equipo.



Fuente: Creación propia basándose en funcionamiento del equipo.

Figura 1 - 4.Esquema de funcionamiento vista 1.



Fuente: Creación propia basándose en funcionamiento del equipo.

Figura 1 - 5.Esquema de funcionamiento vista 2.

Se debe destacar que este tipo de funcionamiento es el que la máquina posee, ya que puede que las máquinas actuales tengan pequeños cambios pero todos siguiendo la misma línea de producción.

El buen funcionamiento de este equipo es esencial en la vida de los agricultores, ya que al no producir ellos mismos este alimento deben comprarlo a otros proveedores, generalmente, teniendo un valor de $50.000 pesos la tonelada de alimento, con un tiempo estimado de entrega de 5 días. Por ende al restaurar este equipo se optimizaría el tiempo de obtención del alimento, ya que la máquina demora aproximadamente unas 3 horas en picar una tonelada. El alimento sin procesar tienen un costo estimado de $80.000 pesos, el cual al ser picado son alrededor de 2 toneladas, el tiempo de funcionamiento del tractor y la máquina costara alrededor de $40.000 pesos las 6 horas de trabajo, teniendo así el alimento disponible cuando la persona estime conveniente.

En la tabla 1 – 2 se dan a conocer estos costos, los cuales fueron otorgados por las personas que utilizan este equipo.

Tabla 1 -2 Costos del alimento

	Alimento procesado comprado a proveedores.	Alimento procesado con el equipo restaurado.
Valor alimento sin procesar	-	$40.000 por tonelada
Valor del tiempo de trabajo del tractor.	-	$20.000 por 3 horas
Tiempo de entrega	5 días	3 horas por tonelada
Valor alimento procesado	$50.000 por tonelada	$60.000 por tonelada

Fuente: Creación propia basada en datos otorgados por los agricultores

La restauración de este equipo no genera una ganancia en cuanto a dinero, pero si se genera un beneficio en relación al tiempo de obtención del producto final, ya que al comprarlo se debe esperar 5 días para que el producto llegue y si se quiere apresurar esa entrega se debe pagar un costo extra. En cambio al tener la ensiladora en funcionamiento el producto final solo se tarda 3 horas en estar listo, siendo en ambos casos la misma cantidad.

Desde el comienzo lo que buscaban los agricultores era optimizar el tiempo de obtención del alimento procesado, por esto se busca restaurar el equipo así se tendrá el producto cuando se necesite sin necesidad de preocuparse por la larga espera.

1.5. PARTES DEL EQUIPO

Carcasas protectoras: Son las piezas formadas de láminas de metal que protegen al operador con respecto a los órganos en movimiento (cuchillos, cinta transportadora etc.). Estas corresponden específicamente a las tapas de metal que cubren el sitio donde se ubican los cuchillos.

En la figura 1 – 6 se muestra la carcasa protectora del rodete principal, donde van los elementos cortantes y las aspas de elevación.

Fuente: Creación propia, foto de terreno el 12/05/2016

Figura 1 - 6. Carcasa protectora de cuchillos y partes móviles.

Fuente de energía: Lo que transmite la energía a la ensiladora es una polea plana que se acciona por medio de una correa conectada al tractor, la que trasmite la potencia necesaria para el trabajo.

En la figura 1 – 7 se muestra la polea plana de la máquina a la cual se conectará la correa.

Fuente: Creación propia, foto de terreno el 12/05/2016

Figura 1 - 7. Polea plana.

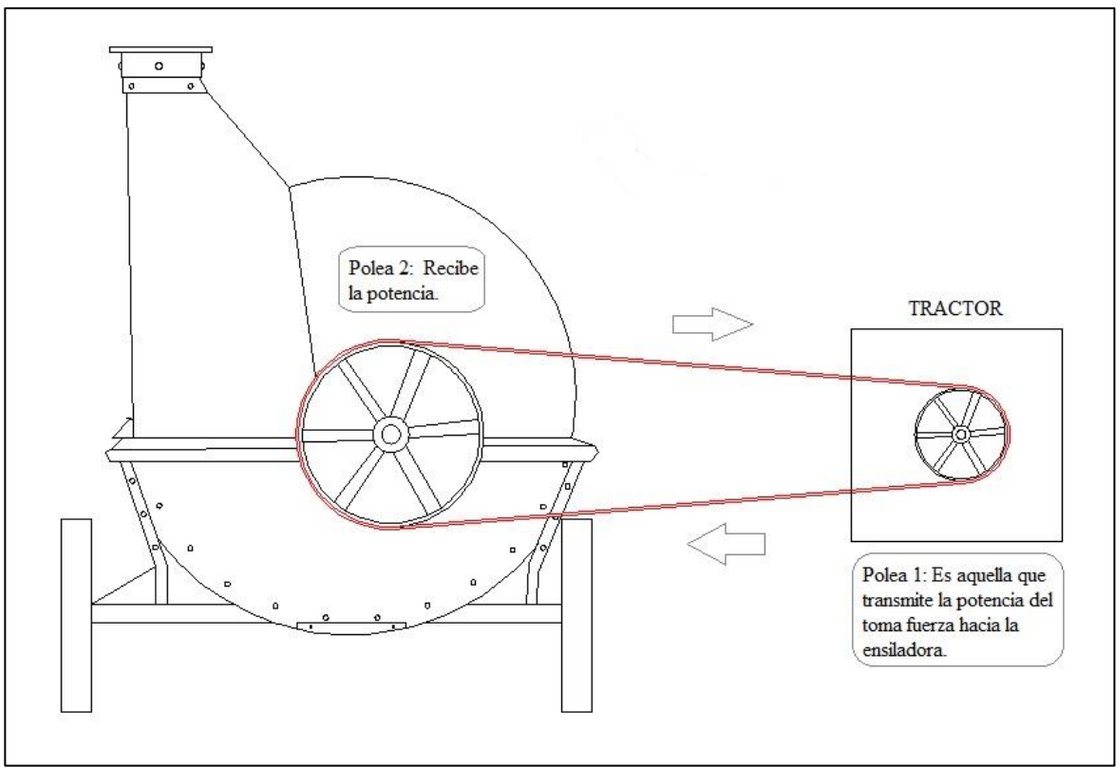
Esta polea está unida al rodete principal, una especie de placa, sobre la cual van las cuchillas y las aspas de elevación por medio de un eje que posee un buje, a su vez este eje se ubica en un descanso que se encuentra fijo a la carcasa de la máquina.

Sistema de transmisión de potencia: La potencia que llega a la máquina es transmitida desde la polea hasta las diferentes partes, por medio de un sistema de engranajes rectos que llevan el movimiento hasta un cardan y a unas cadenas las cuales producen la rotación de la cinta trasportadora y del rodillo impulsor. En la figura 1 – 8 se aprecian las ruedas dentadas que forman parte del sistema de transmisión principal.

Fuente: Creación propia, foto de terreno el 12/05/2016

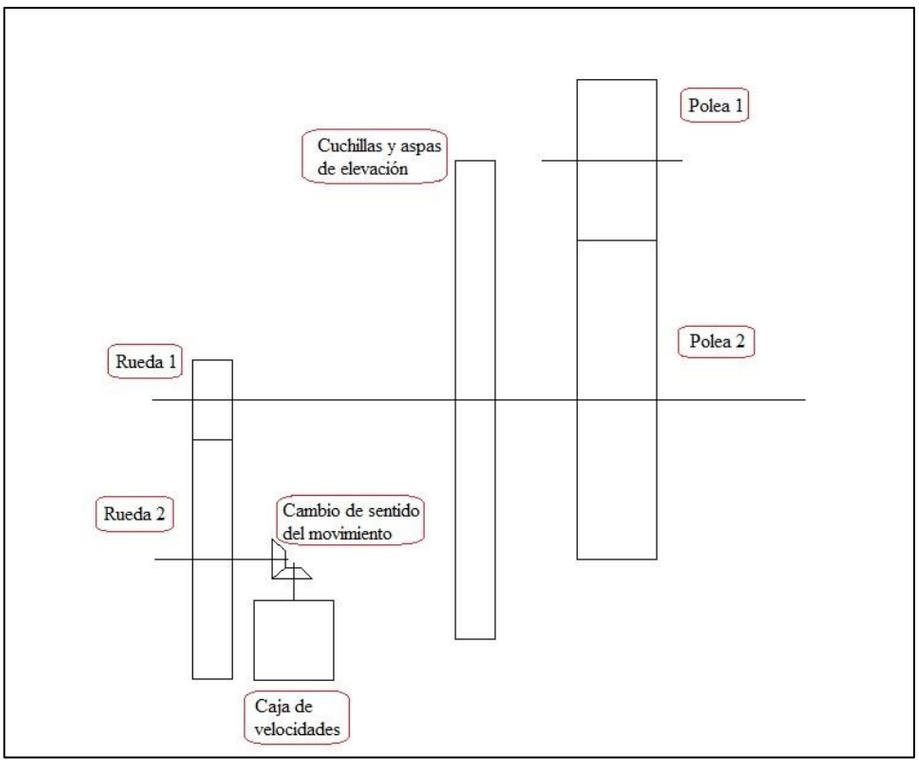
Figura 1 -8. Sistema de trasferencia de potencia.

Este sistema de transmisión recibe su potencia por medio de un eje cuadrado que va conectado a la parte inferior de la carcasa y el eje que conecta la polea con el rodete de las cuchillas, la potencia sale de este juego de ruedas dentadas por medio de otro eje que se conecta a un cardan el cual se une al rodillo interno y desde ahí se dirige al par de ruedas dentadas que le dan el movimiento al rodillo externo y a la cinta transportadora. Las imágenes expuestas a continuación corresponden a la cadena cinemática de la máquina.



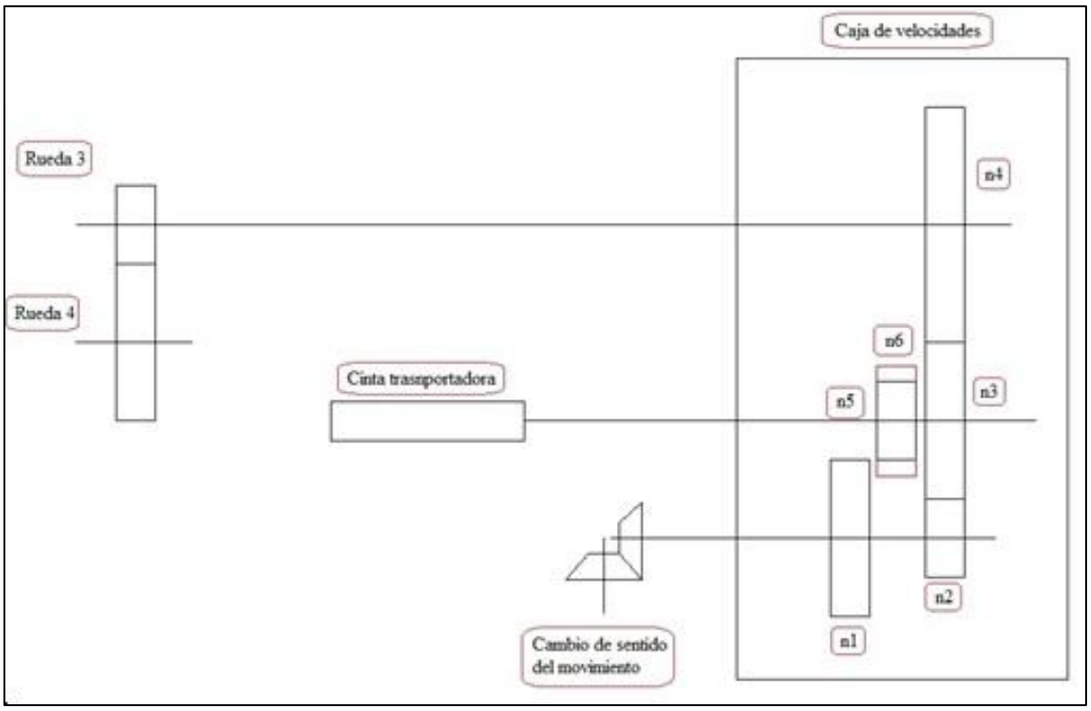
Fuente: Creación propia basado en esquema de funcionamiento

Figura 1 - 9. Esquema transmisión de potencia del tractor a la máquina.



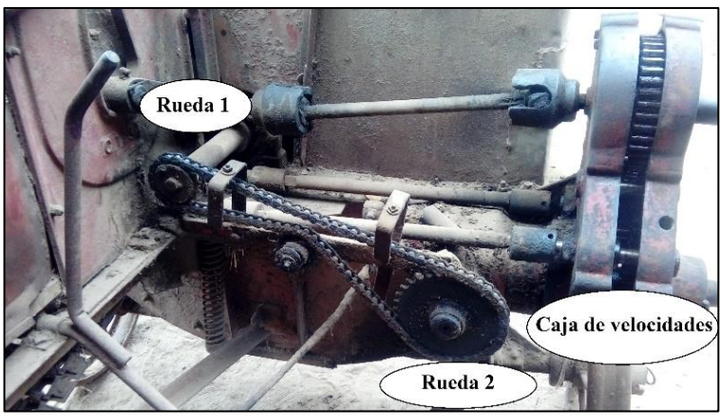
Fuente: Creación propia basada en la transmisión de la máquina.

Figura 1 - 10. Cadena cinemática del equipo.



Fuente: Creación propia basada en la transmisión de la máquina.

Figura 1 - 11. Cadena cinemática del equipo.



Fuente: Creación propia, foto de terreno el 12/05/2016

Figura 1 - 12. Sistema de transmisión.

Fuente: Creación propia, foto de terreno el 12/05/2016

Figura 1 - 13. Sistema de trasferencia de potencia.

Bandeja de alimentación: Es una pieza formada por planchas de acero, situada en la entrada de la caja que contiene los cuchillos a una altura conveniente para la comodidad del trabajador. El elemento a picar se coloca sobre la bandeja y a través del movimiento de la polea que alimenta la máquina se genera el movimiento de la cinta transportadora que se ubica en esta bandeja. En la figura 1 -14se muestra de forma clara como es esta parte del equipo.

Fuente: Creación propia, foto de terreno el 12/05/2016

Figura 1 - 14. Cinta transportadora

Rodillo impulsor externo: Se encuentra al final de la cinta transportadora, es un rodillo que va girando en el mismo sentido de la cinta y es aquel que empuja las cañas hacia los cuchillos que están en movimiento. Posee unas especies de puntas para sostener la caña mientras es empujada, este rodillo se mueve por medio de un par de ruedas dentadas que reciben la potencia por medio de un rodillo interno. La figura 1 – 15 muestra como es este rodillo.

Fuente: Creación propia, foto de terreno el 12/05/2016

Figura 1 -15. Rodillo impulsor externo.

Rodillo impulsor interno: Este se encuentra detrás del rodillo externo, es de un tamaño menor y no posee estas púas de arrastre, más bien cumple la función de transmitir la potencia desde el sistema de transmisión principal hasta el par de ruedas dentadas, que se mencionó anteriormente en el rodillo externo, y entregar la potencia a este rodillo de empuje y a la cinta transportadora ubicada en la bandeja de entrada.

Este rodillo se encuentra unido a una “manilla” la cual posee dos posiciones, la cual cambia el sentido de giro del rodillo y por ende el sentido de giro de la cinta transportadora. En la figura 1 - 16 se muestra la forma de este rodillo de menor tamaño.

Fuente: Creación propia, foto de terreno el 12/05/2016

Figura 1 - 16. Rodillo interno.

Cuchillas: Estás se encuentran después del rodillo interno y van cubiertas por una tapa removible. Son de gran tamaño y van cortando porciones de las cañas, entre las cuchillas hay unas paletas o aspas para la expulsión del elemento picado. Estas cuchillas y aspas ven unidas a una placa circular visible en la figura 1 – 17.

Fuente: Creación propia, foto de terreno el 12/05/2016

Figura 1 - 17. Cuchillas y aspas

Tubo de evacuación: Una vez que las cañas son cortadas, estas son expulsadas fuera de la máquina a través de este tubo. Con la misma potencia que giran las cuchillas, las paletas planas elevan el elemento picado y sale por el tubo. Este tubo se une a la máquina por un extremo de esta, el cual esta visible en la figura 1 – 18

Fuente: Creación propia, foto de terreno el 12/05/2016

Figura 1 - 18.Tubo de evacuación

En la imagen expuesta anteriormente se muestra una parte de la máquina a la cual va conectado el tubo de evacuación (imagen de la derecha) esta se ubica en la parte superior de la máquina (imagen de la izquierda), este tubo es de una forma curva que guía el alimento ya picado hacia el recipiente, saco o algún implemento que se utilice para almacenar el forraje mientras éste es distribuido a los animales o vendido según sea la utilidad que tenga.

Estructura base: Esta máquina es del tipo estática, pero para ser transportada de un lugar a otro posee cuatro ruedas de las cuales dos son orientables, es decir, permiten girar la máquina hacia la derecha o hacia la izquierda, estas van unidas a una “lanza” que al conectarla a otro vehículo permite mover el equipo. Sobre esta estructura van todas las otras partes.

En la figura 1 – 19 se ve como es la estructura base o inferior de la máquina, aunque no se parecía la lanza de arrastre.

Fuente: Creación propia, foto de terreno el 12/05/2016

Figura 1 - 19.Estructura base de la máquina.

En la figura 1 – 20 se puede apreciar el estado en el cual se encontraba la máquina, se puede ver claramente que no se encuentra en un estado óptimo como para ser utilizada y además está llena de basura y escombros los cuales fueron retirados pero aun así las condiciones de la máquina la hacen estar inoperativa.

Fuente: Creación propia, foto de terreno el 12/05/2016

Figura 1 -20. Estado en el que se encontraba la máquina.

CAPÍTULO 2: ESTADO ACTUAL Y PLAN DE REPARACIÓN

2. PLAN DE REPARACIÓN DEL EQUIPO

2.1. ESTADO ACTUAL DEL EQUIPO

El equipo actualmente no se encuentra en las condiciones óptimas de funcionamiento, como se apreció en el capítulo anterior, la máquina a intervenir se encontraba con basura y escombros los cuales fueron retirados por completo para poder trabajar en esta y así poder generar un diagnóstico del estado de las partes anteriormente mencionadas. En la figura 2 - 1 se podrá apreciar la máquina y sus condiciones actuales.

Fuente: Creación propia, foto de terreno el 11/11/2016

Figura 2 - 21.Condiciones del equipo.

2.1.1. Diagnóstico de los componentes

A continuación se dará a conocer los componentes y sus respectivos estados.

2.1.1.1. Sistema de transmisión

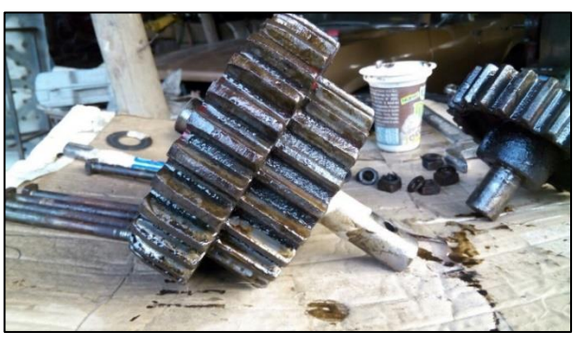
El sistema de transmisión de la máquina consta de varios elementos, los cuales se detallaran a continuación.

- Polea plana: Esta polea es la que ayuda a que las aspas cortantes giren de tal forma que corte las cañas en el tamaño necesario para el consumo de los animales. La polea está en buen estado, solo se deben retirar los residuos y lubricarla para que esta pueda girar sin ningún problema y así pueda transmitir la potencia correspondiente. Se podrá apreciar la polea en la figura 2 – 2.

Fuente: Creación propia, foto de terreno el 11/11/2016

Figura 2 - 22.Polea plana.

- Ruedas dentadas: Estas ruedas son las que reciben la potencia de la polea y la distribuyen a la máquina, este sistema consta de 5 ruedas de diferentes tamaños y transmiten la potencia hacia la correa transportadora y el rodillo impulsor. Las ruedas están en buen estado, estas no presentan daños ni picaduras en sus dientes lo cual le permitirá transmitir la potencia de manera correcta, solo se le tendrá que realizar una limpieza en los ejes y en los dientes para luego lubricarlas, así se logrará que el giro de estas sea fluido y no tengan problemas. Se presenta un estado de las ruedas en la figura 2 – 3.



Fuente: Creación propia, foto de terreno el 11/11/2016

Figura 2 - 23. Ejemplo del estado de una de las ruedas.

2.1.1.2. Bandeja de alimentación

Este se encuentra compuesta por dos elementos principales, que son aquellos que permiten que la materia prima llegue hasta las cuchillas para ser procesadas.

- Cinta transportadora: El movimiento de esta se genera por medio de un par de ruedas dentadas adicionales al sistema de transmisión principal, que se mencionó anteriormente, la primera rueda recibe la potencia directa del sistema de transmisión. Estas ruedas se encuentran unidas por medio de una cadena la cual hace girar la segunda rueda y esta a su vez hace que la cinta transportadora comience a girar y realizar su función.La cinta está en buen estado ya que al trabajar el sistema de transmisión esta se mueve de forma fluida y sin interrupciones. En consecuencia cumple su función, a pesar de su deterioro por el desuso, los componentes de esta se encuentran en su totalidad. En la figura 2 – 4 se presenta el estado de la cinta transportadora.

Fuente: Creación propia, foto de terreno el 11/11/2016

Figura 2 - 24. Cinta transportadora.

- Rodillo impulsor externo: Este al igual que la cinta recibe su movimiento de las ruedas dentadas adicionales y la cadena que las une. Este rodillo está sujeto a revisión, ya que las puntas de apoyo y empuje para la materia prima se encuentran dobladas y en algunas de estas faltan los elementos de sujeción (pernos, golillas y tuercas) a pesar de esto el rodillo gira sin problema, al igual que la cinta. En la figura 2 – 5 se puede apreciar el rodillo y las condiciones que este tenía.

Fuente: Creación propia, foto de terreno el 11/11/2016

Figura 2 - 25. Rodillo impulsor externo.

Las ruedas que permiten el movimiento poseen dos tamaños diferentes, apreciables a simple vista, la rueda a la que le llega la potencia del sistema de transmisión principal es la de menor diámetro y menor número de dientes, la rueda más grande es aquella que se encarga de transmitir el movimiento a la cinta transportadora y al rodillo impulsor externo. En la figura 2 – 6 se aprecia el elemento antes mencionado.

Fuente: Creación propia, foto de terreno el 11/11/2016

Figura 2 - 26. Ruedas dentadas y cadena que permiten el movimiento de la cinta y el rodillo externo.

- Rodillo impulsor interno: Este recibe su movimiento por medio de un cardán que se encuentra unido al sistema de transmisión principal, este transmite la potencia del cardán hacia la primera rueda dentada que le permite realizar la transmisión del movimiento al rodillo externo y a la cinta trasportadora. Este rodillo está en buen estado, solo esta corroído por las condiciones ambientales, este gira sin ningún inconveniente lo que a la vez indica que el cardán se encuentra en buen estado. En la figura 2 – 7 se mostrará el rodillo interno de la máquina y el estado de este.

Fuente: Creación propia, foto de terreno el 11/11/2016

Figura 2 - 27. Rodillo impulsor interno.

2.1.1.3. Elementos cortantes

Esta parte de la máquina se compone solo de las cuchillas y las aspas de expulsión. Ambas en general se encuentran en buen estado en cuanto a su funcionamiento ya que se movían sin ningún problema, el estado de las aspas era bueno, sólo presentaban un deterioro por el no uso y las cuchillas en sí se encuentran deterioradas por el desuso y perdieron el filo. Estos elementos presentan todos sus componentes de sujeción, de los cuales algunos se encuentran totalmente inutilizables. En la figura 2 – 8 se puede apreciar las cuchillas y aspas de elevación que tiene el equipo.

Fuente: Creación propia, foto de terreno el 11/11/2016

Figura 2 - 28. Cuchillas y aspas de expulsión, respectivamente.

2.1.1.4. Estructura externa

Esta se compone de varias partes que serán expuestas a continuación indicando el estado de cada una de ellas.

- Tubo de evacuación: El estado en el que se encuentra el tubo en sí es bueno para el funcionamiento, este se encuentra unido a la carcasa protectora por medio de elementos de sujeción, los cuales no se encuentran en su totalidad y los que hay se encuentran en mal estado. En la figura 2 – 9 se apreciaran las partes mencionadas anteriormente.

Fuente: Creación propia, foto de terreno el 11/11/2016

Figura 2 - 29. Tubo de evacuación y unión tubo - carcasa, respectivamente.

- Carcasa protectora: Ya que esta parte se encuentra por toda la máquina hay lugares de esta que se encuentran en un buen estado y hay otros lugares que se encuentran en un estado de mayor deterioro, esta carcasa se encuentra en buen estado para el funcionamiento del equipo. Los elementos que van unidos a esta carcasa, como los elementos de sujeción, son los que presentan problemas ya sea porque se encuentran en un mal estado o porque simplemente no se encuentran en el lugar adecuado.

- Estructura base: Esta parte aunque no afecta de una manera directa en la producción es de gran importancia ya que como se mencionó anteriormente es la que se encarga de mantener la máquina fija al piso y a su vez es aquella que permite el movimiento de esta de un sitio a otro. El estado de la estructura es bueno ya que se verificó moviendo la máquina y esta no presentó problemas, solo se debe realizar una

mantención o un cambio a ciertos componentes pequeños pero de poca importancia como pasadores, pernos, etc. Además una parte de esta estructura esta echa de madera, la cual deberá ser cambiada por no estar en las condiciones apropiadas. En la figura 2 – 10 se apreciara lo antes mencionado.

Fuente: Creación propia, foto de terreno el 11/11/2016

Figura 2 - 30. Estructura base o estructura inferior.

2.1.2. Diagnostico general del equipo

Luego de analizar cada una de las partes del equipo se puede decir que este se encuentra en un buen estado, ya que los componentes presentan deterioro por desuso no por una falla o avería que perjudique en demasía la máquina.

Esta máquina se encontró expuesta al polvo y a condiciones adversas del clima por un periodo largo de tiempo. Estas condiciones climáticas hicieron que el equipo presentara un deterioro externo, produciendo en su superficie una capa de corrosión lo cual hace que la materia prima que se procesará podría verse “contaminada” con esta, además que esta capa hace que la máquina estéticamente se vea mal y no sea atractiva para ser utilizada. Por ende cabe mencionar que en el estado actual en el cual se encuentra no debe ser utilizada, ya que hay elementos que deben ser cambiados.

A pesar de que en la mayoría de sus componentes se encuentren en buenas condiciones de uso.

A continuación se presenta una tabla resumen de cada uno de los componentes inspeccionados anteriormente en donde A significa buen estado, B que está sujeto a reparaciones y C que se tendrá que ser cambiado ya que no se puede reparar.

Tabla 2- 1 Resumen diagnostico general del equipo

PARTES	A	B	C
POLEA PLANA	•		
RUEDAS DENTADAS	•		
CINTA TRANSPORTADORA	•		
RODILLO IMPULSOR EXTERNO		•	
RODILLO IMPULSOR INTERNO	•		
CUCHILLAS		•	
ASPAS DE ELEVACION	•		
TUBO DE EVACUACION	•		
CARCASA PROTECTORA	•		
ESTRUCTURA BASE		•	
PERNOS			•
TUERCAS			•
GOLILLAS			•
CHAVETAS PARTIDAS			•
PASADORES			•
A = Buen estado.			
B = sujeto a reparación.			
C = Mal estado, no se puede reparar.			

Fuente: Creación propia basada en el diagnóstico del equipo

Nota: Es necesario recordar que cada una de estas partes a pesar de estar en buen estado deben ser pulidas, para eliminar la corrosión y pintadas para protegerlas de las condiciones ambientales.

2.2 PLAN DE TRABAJO

Para la restauración del equipo se utilizarán una serie de procesos con el fin de que esta máquina se conserve en un buen estado y en óptimas condiciones para desempeñar sus funciones agrícolas, lo antes mencionado corresponde a la definición de mantenimiento, en donde la RAE lo define como un conjunto de operaciones y cuidado necesarios para que instalaciones, maquinas, etc., puedan seguir funcionando de una manera adecuada

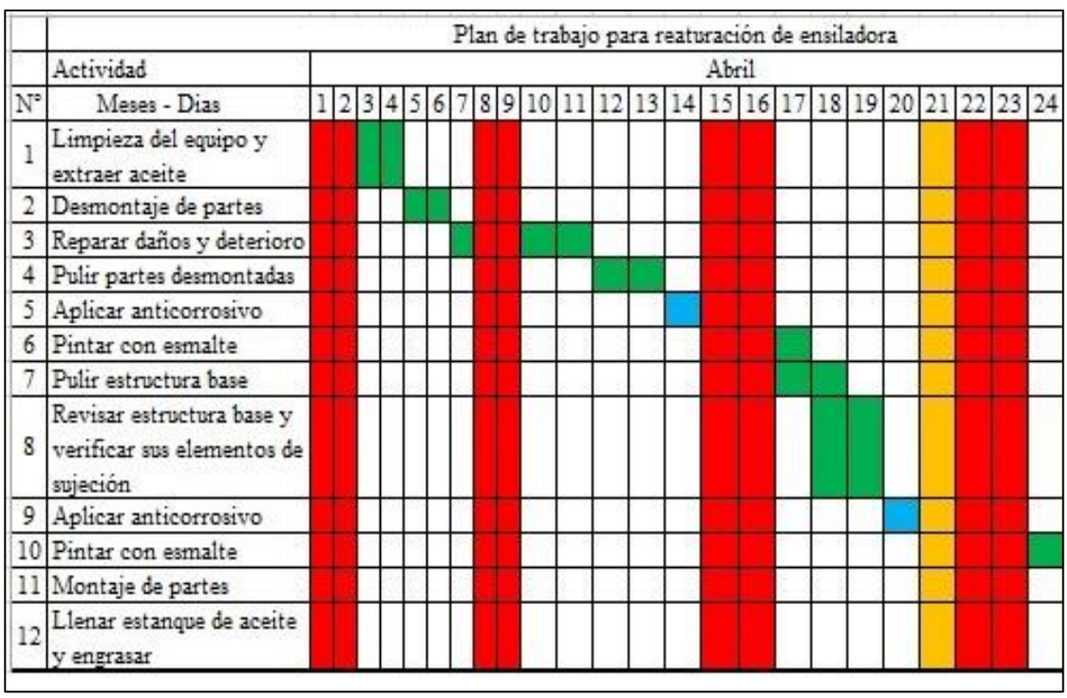
Para el siguiente plan de trabajo se utilizará en una primera instancia un mantenimiento de tipo correctivo, el cual busca reparar y/o poner en funcionamiento algún elemento que lo necesite. En este caso el mantenimiento correctivo es el apropiado

para el equipo, ya que este presenta inactividad productiva y piezas en mal estado las cuales deben ser reparadas o cambiadas según el estado de estas.

Para finalizar con la restauración de la máquina se realizará un mantenimiento de tipo preventivo, este tipo de mantenimiento busca mantener al equipo operativo interviniéndolo durante ciclos de tiempo garantizando un buen funcionamiento, manteniendo una mejor confiabilidad del equipo y conservándolo de la mejor manera. Este tipo de mantenimiento puede llevar a cabo el cambio de alguna pieza desgastada, algún cambio de aceite o lubricante, entre otras cosas, ya que este debe evitar los fallos del equipo antes de que estos ocurran.

Este mantenimiento permitirá que el equipo este óptimo para trabajar previniendo así fallos en este que impidan la producción de alimento para los animales.

En la figura 2 – 11 se mostrara un extracto de la carta Gantt del proceso de trabajo. La carta Gantt completa se adjuntara en los anexos.



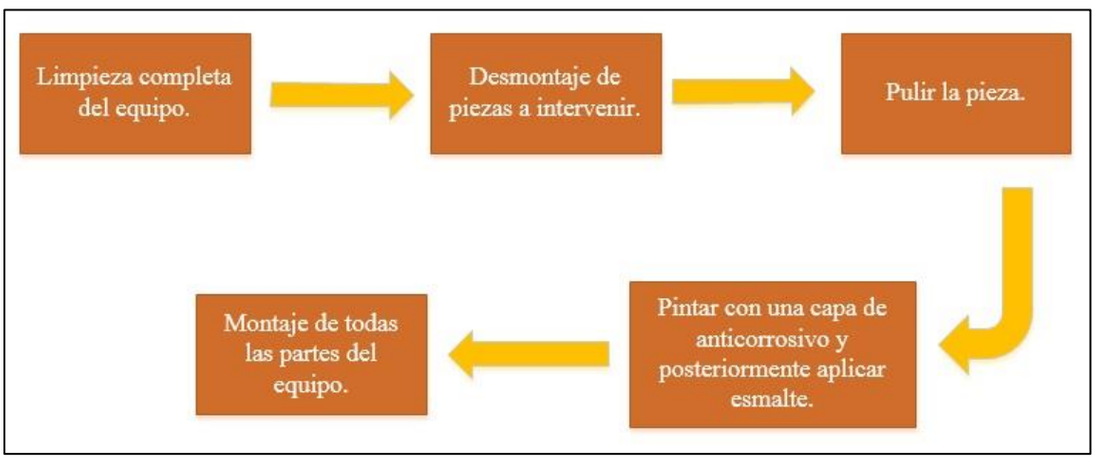
Fuente: Creación propia basándose en los días de trabajo dedicados en la máquina.

Figura 2 - 31. Extracto de carta Gantt del plan de trabajo.

2.3 PROCESO DE RESTAURACIÓN

Esta operación de restauración de la máquina comenzó con el desmontaje de las piezas principales de esta, en donde fueron removidas las piezas que eran más accesibles y más fácil de desmontar, lo primero que se hizo luego de desmotar la pieza fue limpiar todo el óxido que estas tenían encima, para esto se utilizó un esmeril angular con un disco de traslape para poder remover todas las impureza que este poseía, para poder limpiar las partes difíciles de alcanzar se utilizó una escobilla de acero. Luego de limpiar las piezas estas serán pintadas de color negro con un anticorrosivo.

A continuación en la figura 2 - 12 se mostrará un esquema el cual resume el proceso de restauración que se les hizo a cada pieza de la máquina.



Fuente: Creación propia basándose en los pasos seguidos para la restauración.

Figura 2 - 32. Plan de restauración.

A continuación se mostrará una seguidilla de imágenes de las piezas a las cuales se les aplico esta metodología, en donde se puede apreciar un antes y un después de sus condiciones superficiales. Agregando de igual forma unas imágenes del equipo ya restaurado por completo.

Fuente: Creación propia, foto de terreno el 10/05/2017

Figura 2 - 33. Proceso de restauración de las ruedas.

Fuente: Creación propia, foto de terreno el 10/05/2017

Figura 2 - 34. Proceso de restauración de la carcasa.

Fuente: Creación propia, foto de terreno el 10/05/2017

Figura 2 - 35. Proceso de restauración del tubo de evacuación.

Fuente: Creación propia, foto de terreno el 10/05/2017

Figura 2 - 36. Proceso de restauración de la carcasa que cubren las cuchillas.

Fuente: Creación propia, foto de terreno el 16/06/2017

Figura 2 - 37. Antes y después de la carcasa de la máquina.

Fuente: Creación propia, foto de terreno el 16/06/2017

Figura 2 - 38. Estado final de la máquina restaurada.

Fuente: Creación propia, foto de terreno el 21/06/2017

Figura 2 - 39. Conexión Ensiladora – tractor mediante correa plana.

Fuente: Creación propia, foto de terreno el 21/06/2017

Figura 2 - 40. Equipo en funcionamiento.

Luego de la restauración de este equipo se observó que el caudal de salida de la ensiladora es de 1 tonelada cada 3 horas, lo que correspondería a 0,33 toneladas por cada hora de trabajo. Cuando la máquina no estaba operativa para obtener 1 tonelada de alimento se debía tener una espera de 5 días aproximadamente, ya que al tener que ser comprada a otros proveedores el tiempo estimado dependía de la disponibilidad de la máquina y de la persona que transportaba el alimento a domicilio por ende se llega a la conclusión que con la máquina operativa es mucho mejor conseguir el alimento optimizando horas de trabajo y días de espera.

En la figura 2 – 21 se exponen los costos de los insumos utilizados en el proceso de restauración.

Producto	Cantidad	Valor [$]
Aceite SAE 140	5 Lts.	10000
Discos de traslape 4 1/2"	2	3890
Discos de traslape 7"	1	4550
Aguarras	2 Lts.	3600
Diluyente	2 Lts.	3800
Anticorrosivo Negro	1 [1/4 galon]	5290
Esmalte Rojo	2 [1/4 galon c/u]	13800
Logo de la marca	2 logos	10000
Pernos, tuercas y golillas	-	22460
Pasadores y esparragos para tractor	4	8500
Gasto de luz app	-	15000
	Total	100890

Fuente: Creación propia basándose en los gastos

Figura 2 - 41. Equipo en funcionamiento.

Además a estos costos se debe agregar el valor de la HH trabajada, haciendo referencia a un sueldo mínimo que en abril del 2017 era de $264.000, por lo tanto la hora de trabajo se encuentra en $1.650, considerando alrededor de 152 horas para la restauración el valor de la hora hombre total es de $250.800, al ser dos personas las que trabajaron en esta restauración el valor total de la HH final es de $501.600.

Con estos datos el valor total de la restauración es de $602.490.

CAPÍTULO 3: PROPUESTAS DE MEJORAS AL EQUIPO, MANUAL DE USO Y PLAN DE MANTENIMIENTO

3. PROPUESTAS DE MEJORAS AL EQUIPO

3.1. MEJORAS

Como se ha mencionado anteriormente, este equipo es de una antigüedad considerable, por lo cual algunas de sus partes pueden ser modificadas para optimizar el tiempo de trabajo y hacer de este un equipo más eficiente.

Es por esto que se pretende encontrar mejoras para ser implementadas en un futuro.

3.1.1. Propuesta 1: Fuente de energía

En el capítulo 1, donde se dieron a conocer las partes del equipo, se dijo que esta máquina funciona conectada a un tractor, el cual le entrega la potencia para trabajar, esto genera un desgaste en los componentes del tractor ya que se encuentra en funcionamiento por todo el periodo de trabajo del equipo.

Para evitar este desgaste innecesario las soluciones factibles seria cambiar este tractor por un motor eléctrico o un motor de combustión interna dependiendo de la disponibilidad que exista en el lugar de trabajo. En este caso un motor eléctrico sería la mejor opción ya que en el lugar que se ubica esta máquina existen fuentes eléctricas cercanas.

La selección de este elemento se realiza bajo las siguientes condiciones:

- Las RPM promedio que entrega el toma fuerza de un tractor son alrededor de 540 RPM.
- La fuente de energía eléctrica de la propiedad es con un sistema trifásico por ende el motor podrá ser de estas características.

La elección del motor se hará desde un catálogo y se calculará la relación de transmisión que existirá entre el motor y la polea plana que es la encargada de entregar la potencia a la máquina. La relación de transmisión que existe inicialmente entre la polea del tractor y de la ensiladora es de 0.6.

Según los HP que proporciona en promedio el toma fuerza del tractor, alrededor de 40 HP, se seleccionara un motor con unas RPM similar a las entregadas por el toma fuerza (540 RPM) para mantener un diámetro de polea conductora de potencia similar a la que utiliza el tractor (300 [mm]) y de igual forma mantener una relación de trasmisión cercana a 0.6.

Con las rpm del motor seleccionado se podrá determinar el diámetro de la polea conductora de potencia para que a la ensiladora lleguen las rpm necesarias para que esta trabaje en óptimas condiciones.

Según lo expuesto anteriormente se seleccionara un motor que presenta las siguientes características.

Tabla 3- 1 Características técnicas del motor seleccionado.

Potencia	Frecuencia de rotación del rotor	Marca	Modelo
40 Hp o 29,44 kW	735 RPM	WEG.	W22

Fuente: creación propia basándose en datos obtenidos de catálogo. Véase catalogo en anexos.

Ya que este motor tiene un elevado peso su traslado resultará ser bastante complejo y por su alta potencia la forma de trabajo que debe tener es estática, creando una base sólida sobre la que se pueda anclar el motor de forma segura para evitar un problema en el arranque de este. Con lo que se puede concluir que al hacer el cambio de fuente de energía cambiaría la forma de trabajo de la ensiladora, está ya no podría ser trasladada por el campo para realizar su labor sino que estaría estática en el lugar que se ubique el motor. Además del elevado peso del motor el costo es igualmente elevando, teniendo como valor referencial $1.199.656 + IVA.

Con los valores obtenidos anteriormente se realizara un cálculo sencillo para poder determinar el diámetro de la polea conductora de potencia. Se determinó que las RPM de la máquina para la realización de cálculos será de 324, ya que esta es la frecuencia de trabajo del equipo originalmente. El cálculo expuesto a continuación corresponde a una relación de transmisión básica y sencilla.

- Donde: x = corresponde al diámetro de la polea conductora de potencia, las 735 RPM son las revoluciones del motor, los 500 [mm] es l diámetro de la polea conducida y 324 RPM es la frecuencia promedio a la que trabaja la máquina.

$$735\ RPM * \frac{x}{500\ [mm]} = 324\ RPM$$

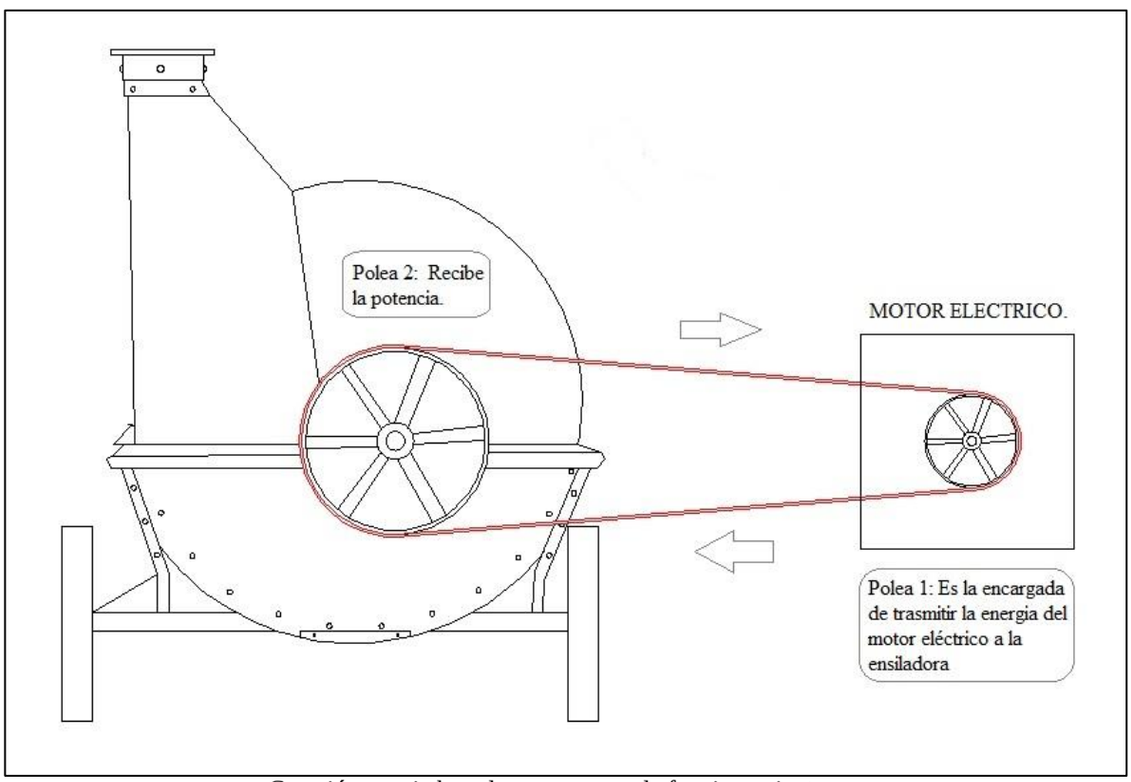
$$x = 220.41[mm]$$

El cálculo arrojo un valor de 220.41 [mm] para el diámetro de la polea conductora, esta polea se ubica directamente a la salida del motor y por medio de una correa plana se transmite a la máquina. Con este diámetro de polea la relación de trasmisión será de 0.45 aproximadamente.

Ya que la potencia que proporciona el motor eléctrico es igual a la potencia que entrega el toma fuerza del tractor, la correa que se utilizara es la misma que utiliza la ensiladora en la actualidad

Si llegara a existir un cambio de variable, ya sea la frecuencia o la velocidad, se debe seleccionar un espesor de correa nuevo, el ancho esta se debe conservar igual que la correa original de la máquina, ya que este ancho es el adecuado para la polea que posee el equipo. Estos cálculos se encuentran en los anexos.

En la imagen 3 – 1 queda expuesto el esquema de trasmisión de potencia del motor eléctrico a la ensiladora.



Creación propia basada en esquema de funcionamiento

Figura 3 - 42. Esquema transmisión de potencia del tractor a la máquina

3.1.2. Propuesta 2: Cambios en las cuchillas y en las aspas de elevación

El número de cuchillas que posee la máquina en el rodete de sujeción central es de 8, estas cuchillas están ubicadas a una separación determinada igual en todo el rodete esta distancia es relativamente grande, estas cuchillas pueden llegar a fallar o en un caso más extremo a romperse por la presencia de algún elemento de gran dureza valla entremedio de la materia prima, como podría ser una piedra.

Las mejoras que se pueden realizar en las cuchillas podrían ser las siguientes:

3.1.2.1. Agregar cuchillas del mismo tamaño

Al agregar cuchillas del mismo tamaño entremedio de las cuchillas ya existentes se podría evitar la sobre exigencia de la máquina cuando la materia prima a picar es de dimensiones o de dureza mayor a la que se acostumbra.

De igual forma si una de las cuchillas que existe llegara a romperse con la presencia de estos nuevos elementos cortantes se evitará que la máquina trabaje de forma excesiva, que es lo que pasaría en estos momentos si se rompe una de las cuchillas.

3.1.2.2. Agregar cuchillas de un tamaño menor

Así como se mencionó anteriormente las cuchillas presentan una separación considerable una de la otra, en este espacio se podrían colocar unas cuchillas de un tamaño menor para que así al momento de ser procesadas las cañas estas sufran una especie de repicado, quedando de un tamaño menor la materia resultante.

El resultado de esto sería cañas picadas a menor tamaño o más fino según el orden de las aspas, este producto fino es más utilizado que el que entrega actualmente la máquina ya que al ser de menor tamaño se le puede suministrar al ganado de todas las edades.

3.1.2.3. Cambiar tamaño de las aspas de elevación

Las aspas de elevación cumplen la función de sacar la materia ya procesada de la cámara de picado, estas aspas son de un tamaño menor al que deberían tener por lo cual no se alcanza a sacar todo el material de la cámara, el cual debe ser extraído de la máquina de forma manual una vez terminado todo el proceso.

La solución a este inconveniente seria cambiar todas las aspas existentes en el equipo por unas más largas o en su defecto agregar un par de aspas de mayor tamaño en las separaciones.

El material para la fabricación de estas cuchillas y aspas sería un acero para herramientas, específicamente un acero rápido, ya que las propiedades que este posee son adecuadas para el trabajo que realizará. Es común encontrarlo en piñones, cuñas, ejes, tornillos, partes de maquinaria, herramientas agrícolas y remaches.

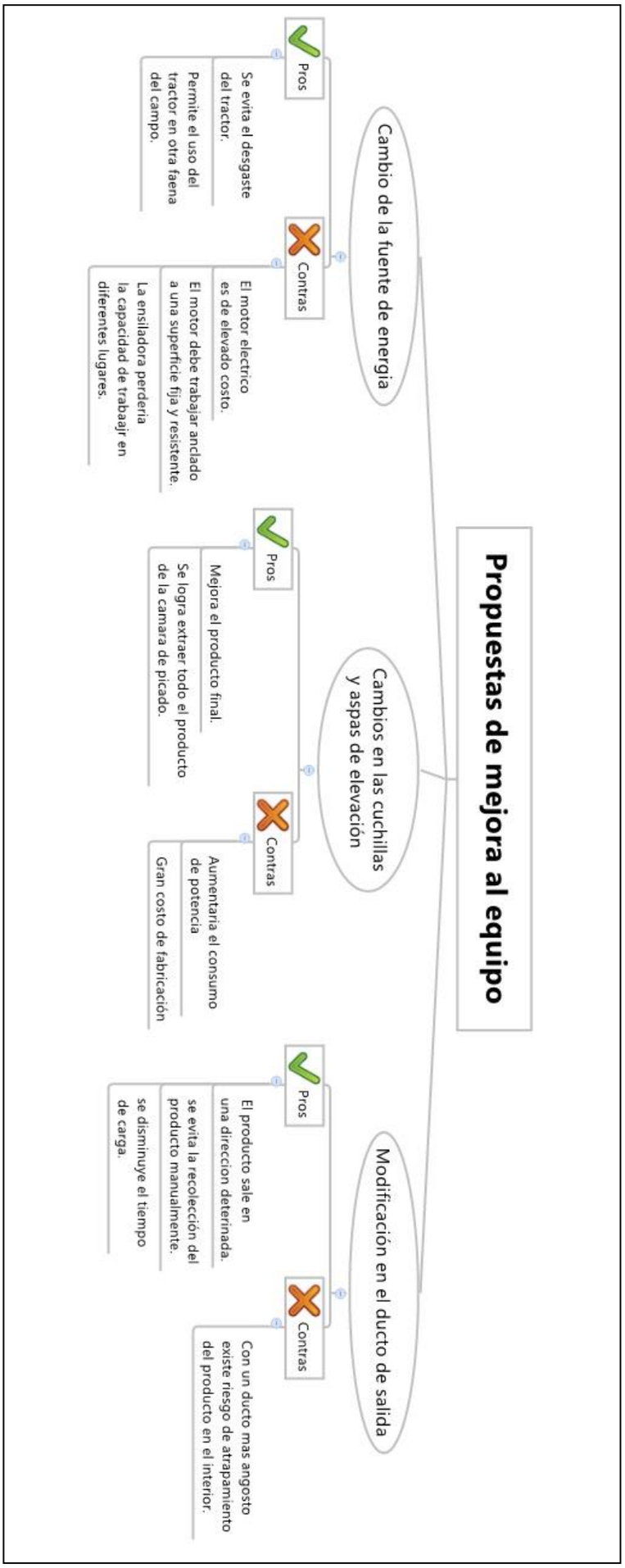
3.1.3. Propuesta 3: Modificación en el ducto salida del producto

Como se ha mencionado la forma en la que es expulsada la materia prima de la máquina es por medio de un tubo de evacuación que va conectado a la carcasa del equipo, este tubo dirige dicha materia prima ya procesada lejos de la máquina pero no de una forma definida, es decir, las cañas picadas salen en cualquier dirección lo cual provoca que se genere un trabajo extra al ir ordenando de manera manual el producto.

Dentro de las posibles soluciones que podría tener este inconveniente seria colocar un depósito de un tamaño considerable a la salida de este tubo para que las cañas vayan cayendo dentro y a medida que dicho estanque se va llenando cambiarlo por un segundo contenedor o bien ir retirando el producto del interior del depósito a medida que este se llena.

Una segunda posible solución sería la de cambiar la forma del tubo en sí para darle una dirección definida a la salida de las cañas, ya que este tiene una abertura relativamente grande lo que hace que el producto salga en todas direcciones, el hecho de colocar un tubo más cerrado o con una abertura menor haría que se controlará la salida, además de cambiar el tubo se le debería agregar una especie de “manga” de plástico o algún elemento flexible que permita llevar la salida de la materia prima ya procesada hasta el lugar que el agricultor u operador estime conveniente.

En la figura 3 – 2 se presenta un esquema de los principales pros y contras de las propuestas de mejora mencionadas anteriormente.



Fuente: creación propia basándose en las posibles mejoras

Figura 3 - 43. Pros y contra de las propuestas de mejoras.

3.2. MANUAL DE USO

1. Las ensiladoras fueron desarrolladas exclusivamente para picar forrajes para alimentación animal.
2. Alimente la máquina de manera que sus manos no ultrapasen la parte superior de la boquilla de alimentación, al fin de evitar el contacto con los rodillos recolectores.
3. No utilice la ensiladora para ramas de árboles u otros materiales rígido
4. Para mayor seguridad, fije la ensiladora a una superficie plana y rígida.
5. Nunca intente ajustar o arreglar componentes con la ensiladora en movimiento.
6. No deje la ensiladora en algún lugar donde pueda ser accionada por niños o personas no preparadas para hacerlo.
7. Las ensiladoras poseen un mecanismo que tracciona el producto para ser picado. Introduzca a penas la un extremo del producto y deje que el equipo se encargue de tirarlo.
8. Siempre que la ensiladora estuviere sin uso deje la caja de selección de velocidades en neutro.
9. Evite la formación de acumulación de grasa, aceite o suciedad en la máquina.
10. No accione la ensiladora sin las capas o estructuras de protección.
11. Ropas holgadas y cabello largo pueden ser atrapados por mecanismos en movimiento. Por eso, jamás aproxímese u opere la máquina en estas condiciones.
12. Al desplazar la máquina sin que esta esté en proceso de cosecha, baje la boquilla de descarga (salida).
13. Jamás deje que personas no habilitadas operen la máquina ni tampoco el tractor.
14. No permita que niños o extraños acérquense de la máquina cuando en operación o durante maniobras.
15. Jamás haga el cambio de los engranajes del conjunto de corte con la máquina prendida.
16. Jamás quite las calcomanías de máquina.
17. Mantenga la máquina siempre en perfecto estado de conservación.
18. Realice el acoplamiento de la máquina en local plano y nivelado, pues esto facilita el procedimiento y lo vuelve más seguro.
19. En pasajes estrechos asegúrese que el espacio es suficiente para el desplazamiento sin interferencias.

20. Nunca pare adelante o coloque las manos en el tubo de descarga cuando la máquina está en operación.
21. No transporte personas y/u otros objetos sobre la máquina.
22. Nunca opere la ensiladora sin el tornillo de la tolva de alimentación, como se muestra la figura abajo.
23. Use siempre Equipos de Protección para operaciones y mantenimiento de la máquina.
    - Guantes de protección
    - Protector auricular
    - Gafas de seguridad
    - Zapatos de seguridad
    - Ropa apropiada

3.3. PLAN DE MANTENIMIENTO

A continuación se entregara un pequeño plan de mantenimiento para este equipo, ya que no posee alguno para poder mantener de mejor manera cada una de sus piezas.

Con este plan de mantenimiento propuesto se busca evitar fallas en el equipo y evitar grandes pérdidas de dinero al tener que comprar un repuesto importante por no realizarle un adecuado mantenimiento, y también perdida de dinero en tener que buscar otra fuente de generación de alimento para el ganado, por lo general esta máquina es utilizada una vez a la semana dependiendo la producción que se desee para alimentar a los animales por lo tanto las revisiones deben hacerse una vez por semana antes de ocupar el equipo.

3.3.1. Sistema de transmisión

Para mantener el sistema de transmisión en un buen estado se debe:

- Mantener una buena lubricación, así se evita algún tipo de roce que pueda romper o dañar algún diente y esto cause la perdida de transmisión.
- Se debe verificar cuando se llene de aceite, este sea puro, ya que si posee algún elemento esto provocaría de igual manera algún tipo de

daño en las ruedas dentadas como el picado de dientes, el rallado de dientes, entre otras cosas, por lo tanto se volverían más frágiles y pudiendo romperse con facilidad.

- Se debe verificar que la polea este centrada con el eje, y además que el eje y los descansos no presente desgastes para que esta pueda realizar un giro adecuado y no comience a vibrar, para que esto pueda funcionar sin inconvenientes se debe engrasar el eje.
- Revisar la tensión de la correa de alimentación para que esta realice un buen giro y transporte la materia prima de manera correcta y eficiente.

En la tabla 3 -2 se podrá apreciar la actividad a realizar y el tiempo en que debe realizarse para que este sistema funcione de la mejor manera.

Tabla 3 - 2. Actividad de mantenimiento al sistema de transmisión.

Actividad	**Tiempo**
Revisar nivel de aceite	1 vez a la semana
Verificar que la polea este centrada con el eje	Cada vez que se utilizara
Verificar y engrasar los 10 puntos de engrase	1 vez a la semana
Revisar la tensión de la correa de alimentación	Cada vez que se utilizara

Fuente: creación propia basándose en las actividades de mantención al equipo

En la figura 3 – 3 se aprecia un ejemplo de orden de trabaja la lubricación del sistema de trasmisión

Orden de trabajo

Fecha (A-M-D):

Plan de Tareas: Plan de Mantenimiento sistema de transmisión ensiladora

Tarea: Lubricación sistema de transmisión

Tipo de Tarea: Lubricación Prioridad: Media
Tiempo de Paro del Activo: 00:30:00
Duración Estimada: 00:30:00

Realizada por: _____

Aprobada por: _____

Fecha (A-M-D)	Una vez a la semana	
Operador del equipo.	1- Reunir EPP. herramientas e instrumentos detallados en la OT. 2- Equipar EPP 3- Verificar Nivel de aceite 4- Posicionar embudo en boquilla de relleno de aceite 5- Rellenar hasta el nivel correspondiente. 6- Verificar condición de la grasa en los 10 puntos de engrase de la máquina. 7- Rellenar grasera 8- Posicionar grasera en punto de engrase 9- Aplicar grasa nueva hasta que se elimine la grasa contaminada. 10- Orden y limpieza del área de trabajo	
Embudo		
Aceite SAE 140		
Grasera		
Grasa EP2 de litio		
Overol		
Zapatos de seguridad		
Guantes de cabritilla		

Observaciones:

Fuente: creación propia basándose en ficha de orden de trabajo del software Fracttal.

Figura 3 - 44. Orden de trabajo para la lubricación del sistema de trasmisión.

3.3.2. Sistema de alimentación

Para mantener el sistema de alimentación en un buen estado se debe:

- Se debe verificar el apriete de los pernos que posee la cinta transportadora y así tener la certeza de que no se dañara ninguna celda que posee esta.
- Se debe verificar que estas celdas no posean daños graves ya que al momento de trabajar estas pueden romperse y cortarse.
- Para el rodillos externo, debemos asegurarnos que las celdas con puntas de estas estén lo más derechas posibles y procurando que estas estén en buen estado sin ningún tipo de corrosión para que al poder empujar la materia prima no sufran fisuras y puedan realizar perfectamente su función.

- El rodillo interno es el más importante, ya que al no estar en un estado óptimo puede llegar a estancarse la materia prima provocando un acumulamiento y pudiendo así provocar algún sobrecalentamiento en el equipo pudiendo causar algún tipo de accidente.
- Para la cadena que se encuentra a un costado con dos ruedas dentadas se debe procurar que estas no posean impurezas ambientales, tales como polvo, piedras, tierra, etc. Además se debe revisar la tensión de la correa y ver cómo está el estado de las ranuras para que esta pueda girar de manera correcta y poder hacer girar los rodillos correspondientes.

En la tabla 3 – 3 se podrá apreciar la actividad a realizar y el tiempo en que debe realizarse dicha actividad para que este sistema funcione de la mejor manera.

Tabla 3 - 3. Actividad de mantenimiento al sistema de alimentación.

Actividad	**Tiempo**
Verificar el apriete de los pernos	1 vez a la semana
Verificar que las celdas de la cinta no presenten daños	cada vez que se utilizará
Asegurarse de que el rodillo impulsor no presente corrosión y sus puntas no estén dobladas	cada vez que se utilizará
Revisar que el rodillo interno pueda girar problemas	cada vez que se utilizará
Revisar que la cadena externa no presente impurezas	cada vez que se utilizará
Revisar tensión de cadena externa	cada vez que se utilizará

Fuente: creación propia basándose en las actividades de mantención al equipo.

3.3.3. Sistema de picado

Para mantener el sistema de picado en un buen estado se debe:

- Se debe realizar el apriete de los pernos que esta parte del sistema posee, así nos aseguramos de que no exista algún tipo de vibración o desalineamiento que pueda provocar alguna fisura o daño interno.

- Se debe realizar un paro en la producción y así poder asegurarse de que las cuchillas poseen el filo correspondiente y que no presentan algún tipo de picadura o daño.
- Las aspas de elevación se deben revisar y en su defecto enderezar o arreglar para que puedan levantar la materia picada de la manera correspondiente.

En la tabla 3 - 4 se podrá apreciar la actividad a realizar y el tiempo en que debe realizarse dicha actividad para que este sistema funcione de la mejor manera.

Tabla 3 - 4. Actividad de mantenimiento al sistema de picado.

Actividad	**Tiempo**
Verificar apriete de tuercas	1 vez a la semana
Realizar afilado de cuchillas	6 meses
Revisar estado de aspas para que estas puedan elevar la materia prima	1 mes

Fuente: creación propia basándose en las actividades de mantención al equipo.

3.3.4. Carcasa externa

La carcasa es parte fundamental de la máquina esta no debe presentar ningún tipo de daño ni perdidas por agujeros, es por esto que debe realizarse una buena revisión en el momento que corresponda debiendo revisar también el estado de las ruedas y el cardan de este para que toda la estructura externa no presente ningún tipo de inconvenientes. En la tabla 3 – 5 se podrá apreciar la actividad a realizar y el tiempo en que debe realizarse dicha actividad.

Tabla 3 - 5. Actividad de mantenimiento a la carcasa externa.

Actividad	**Tiempo**
Revisar que la carcasa no presente daños	2 veces al mes
Revisar ruedas	2veces al mes
Revisar cardán	Cada vez que se use
Revisar estado del tubo de expulsión	Cada vez que se use

Fuente: creación propia basándose en las actividades de mantención al equipo

En la figura 3 – 4 y 3 – 5 se darán a conocer las órdenes de trabajo que se deben realizar para llevar a cabo la mantención de la carcasa externa. Estas figuras se crearon en base a las órdenes de trabajo del programa Fracttal.

Orden de trabajo

Fecha (A-M-D):

Plan de Tareas: Plan de Mantenimiento ensiladora

Tarea: Revisar estado de cardan y tubo de expulsión

Tipo de Tarea: Inspección Prioridad: Media
Tiempo de Paro del Activo: 00:30:00
Duración Estimada: 00:30:00

Realizada por: _____

Aprobada por: _____

Fecha (A-M-D)	Cada vez que se utilice el equipo	
Operador del equipo.	1- Reunir EPP. herramientas e instrumentos detallados en la OT. 2- Equipar EPP 3- Verificar el estado del cardan 4- En caso de mal estado notificar el cambio del cardan 5- Verificar estado del tubo de expulsión 6- Reapretar los pernos si es necesario 7- Verificar que el tubo no tenga algún objeto en su interior. 8- Orden y limpieza del área de trabajo	
Set de llave punta – corona de 8 [mm] a 22 [mm]		
Linterna		
Overol		
Zapatos de seguridad		
Guantes de cabritilla		

Observaciones:

Fuente: creación propia basándose en ficha de orden de trabajo del software Fracttal.

Figura 3 - 45. Orden de trabajo para verificar el estado del cardan y tubo de expulsión.

Orden de trabajo

Fecha (A-M-D):

Plan de Tareas: Plan de Mantenimiento ensiladora

Tarea: Revisar estado de carcasa exterior y ruedas.

Tipo de Tarea: Inspección Prioridad: Media
Tiempo de Paro del Activo: 00:45:00
Duración Estimada: 00:45:00

Realizada por: _____

Aprobada por: _____

Fecha (A-M-D)	Cada vez que se utilice el equipo	
Operador del equipo.	1- Reunir EPP, herramientas e instrumentos detallados en la OT. 2- Equipar EPP 3- Verificar el estado de las ruedas 4- Posicionar el pasador en el lugar correcto 5- Verificar el estado de la carcasa externa y estructura base 6- Reapretar los pernos si es necesario 7- Verificar que no tenga algún objeto atrapado en alguno de sus componentes. 8- verificar que la bandeja de alimentación se encuentre posicionada sobre las ruedas que la hacen girar. 9- Si no se encuentra en su lugar, colocar sobre las ruedas determinadas. 10-verificar estado de las soldaduras de la estructura base. 11- Orden y limpieza del área de trabajo	
Set de llave punta – corona de 8 [mm] a 22 [mm]		
Llave Francesa		
Maseta de goma		
Linterna		
Overol		
Zapatos de seguridad		
Guantes de cabritilla		

Observaciones:

Fuente: creación propia basándose en ficha de orden de trabajo del software Fracttal.

Figura 3 - 46. Orden de trabajo para la verificación del estado de la carcasa y ruedas.

CONCLUSIÓNY RECOMENDACIONES

Bajo la problemática presentada se elaboraron tres objetivos específicos, los cuales eran necesarios para lograr solucionar la problemática que este equipo presentaba y así volverlo operativo para que pudiera cumplir su labor agrícola.

En primera instancia se buscó presentar el equipo el cual no era muy conocido, ya que se trata de una máquina de la época del 1960, por lo tanto no se poseía tanta información actualizada, además que Gehl dejo de hacer estas máquinas para reemplazarlas por unas más sofisticadas, es por esto que bajo el conocimiento del dueño del equipo y lo recopilado se logró exponer cada parte con su función específica y además un pequeño trozo de la historia de estas para conocer la importancia que tienen en el mundo agrícola y ganadero. Fue de primordial ayuda el conocimiento del dueño y único operador de esta máquina, ya que al no poseer demasiada información era difícil comprender todo el funcionamiento de tan simples conexiones y ensambles de piezas las cuales estaban debajo de un montón de escombros que se tuvieron que retirar.

Luego de conocer cada una de las partes de la máquina se comenzó con el análisis de estas para ver en qué estado se encontraban, ya que al estar demasiado tiempo bajo los escombros y sin utilizar, muchas de sus piezas y partes no se encontraban en un buen estado, una de las dificultades fue entender cómo se transmitía la potencia con tan solo unos fierros desgastados, por lo tanto se tuvo que investigar y preguntar al operador más sobre este tipo de máquinas para poder comprender de mejor manera cada una de sus partes y saber así cuales necesitaban un mayor cuidado y una restauración de manera urgente.

Ya con toda la información recopilada y todas las piezas analizadas se evaluó la posibilidad de realizar diferentes tipos de mantenimientos al equipo, logrando así usar un mantenimiento correctivo en el momento, para luego dejar determinado un mantenimiento preventivo para que esta máquina se mantuviera en las mejores condiciones y poder hacer uso de ella en cualquier circunstancia. Además se facilitó un pequeño manual de mantenimiento el cual puede ayudar a lo mencionado anteriormente y se realiza un manual de uso para que así el equipo pueda ser utilizado por cualquier persona que lo necesite sin tener que consultar al dueño, este manual es muy importante dentro del mundo de la agricultura y ganadería ya que es una máquina poco vista en estos tiempos pero muy útil para la alimentación de los animales.

Para finalizar se propusieron unas mejoras al equipo para que este pudiera realizar sus funciones de una mejor manera y adaptándola a una máquina más actual con un motor independiente y con una serie de cambios en lo que es su sistema de picado y su almacenamiento por nombrar algunas de las propuestas presentadas.

BIBLIOGRAFÍA

1. ManitouAmericas, Inc. GehlHistory. [En línea] < http://www.gehl.com/about-us/history> [consulta: 05 Diciembre 2016].

2. ManitouAmericas, Inc. Gehl. [en línea] <http://www.gehl.com/> [consulta: 12 Enero 2017].

3. JF Máquinas agrícolas Ltda. Manual técnico de operaciones. [En línea] http://terramak.com.mx/manualoperacion/opjfmodelomaxxium.pdf [consulta: 10 Enero 2017]

4. Sigdotek, una empresa sigdokopper. [en línea] http://www.sigdotek.cl/frames/NHA_rev/pasteria/790.asp [consulta: 20 Julio 2016]

ANEXOS

ANEXO A: TRANSPORTE DE LA MÁQUINA EN CARRETERAS Y VÍAS PÚBLICAS

- El transporte de la máquina con el tractor no debe ser realizado en vías públicas y carreteras. Esta práctica debe limitarse para dentro de las propiedades y zonas rurales.
- Consulte el departamento de tránsito sobre las reglas y leyes en vigor para su región, caso haya necesidad de recorrer carreteras con la máquina acoplada al tractor. Solicite orientaciones, permisos y autorizaciones por escrito.
- Desplace siempre el tractor a velocidad compatible con las condiciones del terreno o carretera.
- Prenda la ensiladora en la carrocería del camión usando cuerdas y coloque calzos bajo de las ruedas (en el modelo sobre ruedas), según el dibujo abajo.

Esta es La forma en la cual se transporta el equipo a través del campo, esto es por medio de la lanza de la ensiladora, conectada al tercer punto del tractor

ANEXO B: COMO ALIMENTAR LA ENSILADORA

Coloque el producto en el tubo de alimentación de la manera más continua posible y en cantidad compatible con la capacidad de la máquina y de la boca de entrada. De preferencia débase colocar el nuevo producto por encima de las hojas finales del producto anterior, para que la máquina tenga cantidad de producto más constante entrando en los rollos y cuchillas. De esta forma ella siempre va hacer un picado uniforme y en el tamaño correspondiente.

ANEXO C: AFILADO DE LAS CUCHILLAS

Es una de las operaciones más importantes en el mantenimiento de la máquina, tanto para su buen desarrollo, como para la durabilidad de las cuchillas y contra cuchillas. El afilado debe ser hecho de modo a garantizar el mantenimiento de las características y de la temple de acero, conforme ha salido de fábrica.

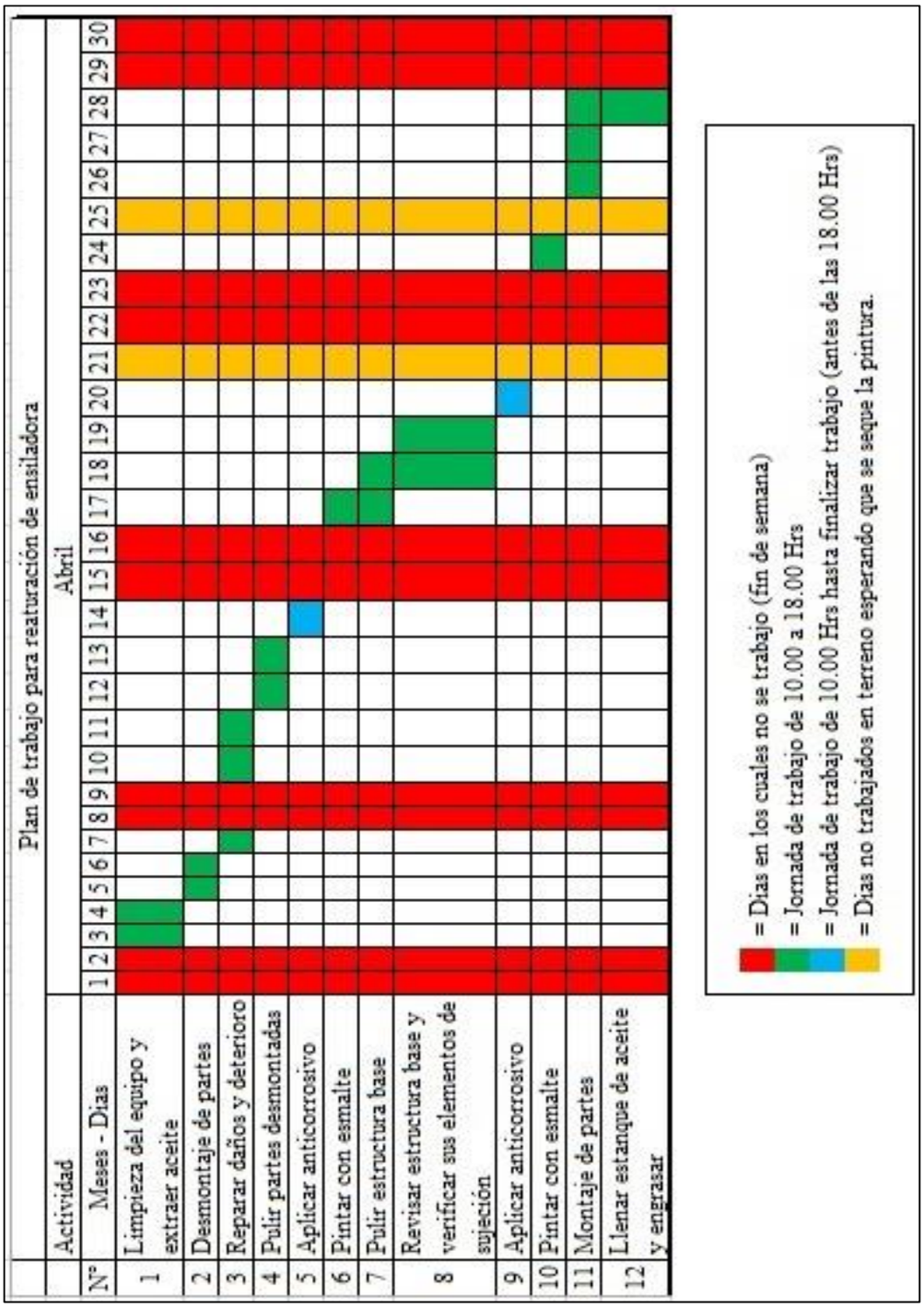
- Siempre use el EPP adecuado para esta operación.
- El tractor debe estar desactivado, los frenos y con el cardán desvinculados dela toma de potencia del tractor.
- Las cuchillas tienen bordes afilados Por lo tanto, el operador debe usar guantes de mango largo para minimizar el riesgo de corte.

a) Abra el compartimiento del rotor.
b) Con un calzo de madera trabe el rotor para evitar que este gire durante la remoción de los tornillos.
c) Afloje los tornillos que fijan las cuchillas y sáquelas.
d) Saque el juego completo de cuchillas.
e) Afile cada una en esmeril apropiado, evitando calentamiento excesivo y alteraciones en el color del filo.
f) No enfrié con agua cuchillas calentadas. Esto puede provocar hendiduras.
g) Afile toda la superficie chaflanada, pero solamente el filo de corte. Mantenga el ángulo de corte.
h) Recoloque una cuchilla de cada vez en el rotor, no olvidando que el mismo debe quedar trabado con un calzo de madera apropiado.
i) Coloque los tornillos y tuercas sin apretarlos. Disloque la cuchilla para junto de la contra
j) cuchilla, dejando entre ellas la mínima holgura posible.
k) Apriete las tuercas de manera uniforme.
l) Gire manualmente y con mucho cuidado el rotor para cerciorarse de que ninguna cuchilla está tocando en la contra cuchilla.

ANEXO D: ANOMALÍAS Y SOLUCIONES

Anormalidades	Causas	Solución
X Rollos no jalan adecuadamente el material	X Poca presión en los resortes de los rollos	X Aumentar presión de los resortes
X El material picado está desfibrado, no habiendo sido correctamente cortado	X Filo de navaja no está bueno	X Afilar las cuchillas
	X Contra cuchilla gastada	X Vire o reemplace la contra cuchilla
X Atascamiento de la máquina	X Cuchillas con poco hilo	X Afilar las cuchillas
	X Rotación inadecuada del rotor	X Verificar y ajustar la rotación conforme tabla de rotaciones
	X Exceso de material	X Controlar mejor la alimentación del tubo de salida, no colocando material en exceso
X Patinaje de correas	X Correas muy flojas	X Tensar las correas
X Exceso de vibración de la ensiladora	X Cuchillas desbalanceadas	X Al afilar las cuchillas, hacer un afilado uniforme en todas
		X Pesar las cuchillas para cerciorarse de que todas tienen el mismo peso
		X Al reemplazar las cuchillas, siempre reemplazar el conjunto completo

ANEXO E: CARTA GANTT DEL PLAN DE TRABAJO



ANEXO F: FICHA TÉCNICA DEL TRACTOR MODELO FORD 3000

Capacidad:	
Combustible:	13 galones [49,2 L]
Sistema hidráulico:	6,3 gal [23,8 L]

Enganche de 3 puntos :	
Tipo trasero:	yo
Elevación trasera (a 24 "/ 610 mm):	1700 lbs [771 kg]

Toma de fuerza (PTO) :	
TDF trasera:	la transmisión *
	vivir *
	independiente *
RPM trasera:	540
	540/1000 (Select-O-Speed)

Dimensiones y neumáticos :	
Distancia entre ejes:	75,8 pulgadas [192 cm]
Peso:	3700 a 6940 libras
Neumático delantero:	5,50-16
Llanta trasera:	12,4-28
	Dimensiones y neumáticos ...

Ford 3000 accesorios :
Cargador front-end
Todos los accesorios 3000 ...

Ford 3000 Potencia:	
Motor:	47 CV [35.0 kW]
Barra de tracción (reclamada):	33 CV [24,6 kW]
Diesel PTO (reclamado):	38 CV [28,3 kW]
Gasolina PTO (reclamado):	37 CV [27,6 kW]
Barra de tracción (probada):	35,43 CV [26,4 kW]
PTO (probado):	40,63 CV [30,3 kW]
	Detalles de la prueba de potencia ...

Mecánico:	
Chasis:	4x2 2WD
Bloqueo diferencial:	Parte trasera mecánica *
Gobierno:	manual
	ayuda de la energía *
Frenos:	Zapato de expansión mecánico
Taxi:	Abrir la estación del operador. Cabina de lona opcional.

Hidráulica:	
Tipo:	Centro abierto
Capacidad:	6,3 gal [23,8 L]
Presión:	2500 psi [172,4 bar]
Caudal de la bomba:	5 gpm [18,9 lpm]
Flujo de dirección:	4,25 gpm [16,1 lpm]
Prensa de dirección:	600 psi [41,4 bar]

ANEXO G: CATÁLOGO MOTOR SELECCIONADO

Potencia		Carcasa	Full Load Torque (kgfm)	Corriente con rotor trabado Il/ In	Par con rotor trabado Tl/Tn	Break-down Torque Tb/Tn	Momento de Inercia J (kgm²)	Tiempo máximo con rotor trabado (s)		Peso (kg)	Nivel de ruido dB (A)	400 V							
												RPM	% de la potencia nominal						Corriente nominal In (A)
													Rendimiento			Factor de potencia			
kW	HP							Caliente	Frío				50	75	100	50	75	100	
VIII Polos																			
0,12	0,16	71	0,177	2,2	2,1	2,0	0,0008	84	185	10,7	41	660	37,8	38,5	39,0	0,37	0,45	0,53	0,838
0,18	0,25	80	0,252	2,8	2,2	2,4	0,0020	29	64	12,6	42	695	36,2	44,1	45,5	0,45	0,53	0,62	0,921
0,25	0,33	80	0,355	3,8	2,1	2,2	0,0027	27	59	13,0	42	685	46,0	50,0	50,5	0,45	0,56	0,66	1,08
0,37	0,5	90S	0,526	3,0	1,9	1,8	0,0038	32	70	15,4	43	685	50,6	55,0	55,8	0,44	0,55	0,64	1,50
0,55	0,75	90L	0,794	3,3	1,9	2	0,0058	25	55	16,5	43	675	58,0	60,0	60,0	0,43	0,56	0,66	2,00
0,75	1	100L	1,04	3,5	1,8	2,4	0,0077	33	73	23,8	50	705	63,5	64,0	64,5	0,42	0,53	0,62	2,71
1,1	1,5	100L	1,53	4,0	1,7	2,3	0,0116	27	59	28,5	50	700	65,0	65,5	70,0	0,45	0,57	0,66	3,44
1,5	2	112M	2,09	4,2	2,2	2,2	0,0174	26	57	33,4	46	700	73,7	75,4	73,5	0,48	0,61	0,70	4,21
2,2	3	132S	3,02	6,1	2,5	2,8	0,0592	22	48	55,3	48	710	75,8	78,0	77,1	0,55	0,68	0,77	5,35
3	4	132M	4,14	6,1	2,2	2,6	0,0715	18	40	65,0	48	705	78,5	80,1	79,0	0,55	0,68	0,76	7,21
4	5,5	160M	5,41	4,7	2	2,1	0,0878	17	37	101	51	720	79,5	82,0	81,5	0,52	0,65	0,72	9,84
5,5	7,5	160M	7,44	4,7	2	2,1	0,1141	16	35	110	51	720	82,0	83,2	83,0	0,52	0,65	0,73	13,1
7,5	10	160L	10,1	4,9	2,2	2,2	0,1492	16	35	130	51	720	84,0	85,5	85,0	0,52	0,65	0,73	17,4
9,2	12,5	180M	12,4	6,3	2	2,4	0,2037	10	22	156	51	725	86,0	86,5	86,0	0,64	0,76	0,82	18,8
11	15	180L	14,8	6,4	2,1	2,4	0,2444	10	22	175	51	725	85,0	85,8	86,0	0,67	0,78	0,84	22,0
15	20	200L	20,2	4,6	1,9	2	0,3341	22	48	205	53	725	86,5	87,0	87,5	0,58	0,70	0,76	32,6
18,5	25	225S/M	24,5	6,4	1,8	2,4	0,6183	18	40	339	56	735	87,4	87,9	88,4	0,66	0,77	0,82	36,8
22	30	225S/M	29,2	6,4	1,8	2,4	0,7214	16	35	358	56	735	87,9	88,4	88,9	0,69	0,79	0,83	43,0
30	40	250S/M	39,8	6,9	1,9	2,4	1,06	13	29	433	56	735	88,7	89,2	89,7	0,67	0,78	0,83	58,2
37	50	280S/M	48,7	5,0	1,6	2	1,81	26	57	575	59	740	89,1	89,6	90,1	0,64	0,75	0,79	75,0
45	60	280S/M	59,2	5,4	1,7	2	2,26	21	46	617	59	740	89,5	90,0	90,5	0,64	0,75	0,79	90,8
55	75	315S/M	72,4	5,3	1,6	2	3,66	30	66	745	62	740	89,8	90,3	90,8	0,65	0,76	0,80	109
75	100	315S/M	98,7	5,3	1,6	2	4,76	30	66	913	62	740	90,0	90,5	91,0	0,66	0,76	0,80	149
90	125	315S/M	118	5,8	1,8	2,1	5,67	26	57	982	62	740	90,7	91,2	91,7	0,66	0,76	0,80	177
110	150	315L	145	5,8	1,8	2,1	6,93	24	53	1180	68	740	91,1	91,6	92,1	0,64	0,75	0,80	215
132	180	315L	174	6,2	2	2,2	8,75	23	51	1290	68	740	94,0	94,5	94,6	0,63	0,74	0,79	255
150	200	355M/L	196	7,0	1,5	2	13,8	35	77	1571	70	745	91,8	92,0	92,5	0,64	0,75	0,80	293
160	220	355M/L	209	6,2	1,4	2,2	13,8	48	106	1571	70	745	91,8	92,3	92,8	0,62	0,74	0,79	315
185	250	355M/L	242	6,0	1,4	2,1	15,9	46	101	1653	70	745	92,3	92,8	93,3	0,64	0,75	0,80	358
200	270	355M/L	261	6,2	1,5	2,2	18,4	44	97	1725	70	745	92,3	92,8	93,3	0,63	0,74	0,79	392
220	300	355M/L	288	6,3	1,4	2,1	19,9	42	92	1839	70	745	92,3	92,8	93,3	0,64	0,75	0,80	425

Motor seleccionado con color rojo.

ANEXO H: COMO SELECCIONAR EL ESPESOR DE LA CORREA.

Como se mencionó en el trabajo si es que cambia alguna de las, ya sea frecuencia o velocidad de rotación el espesor de la correa se debe modificar.

Manteniendo la misma potencia (40 HP) la forma para seleccionar el nuevo espesor de la correa es el siguiente.

El valor de las RPM influye directamente en el diámetro de la polea conductora que se ubica directamente a la salida del motor eléctrico, por ende con una relación de transmisión sencilla se puede determinar el nuevo diámetro.

Esta correa plana debe ser seleccionada según la velocidad lineal a la que trabaja el equipo. Esta velocidad lineal se determinara con el cálculo expuesto a continuación. En este caso se usaran los valores de las RPM que posee el motor eléctrico seleccionado y el ancho de la polea conductora que se calculó utilizando esa misma frecuencia.

Las RPM deben ser transformadas a velocidad angular [rad/s], esto se logra de la siguiente manera:

$$W = \frac{735 \ * 2\pi}{60} \quad \rightarrow \quad 76.97 \ rad/s$$

Una vez que se tiene este valor se procede a determinar la velocidad lineal haciendo uso de la siguiente formula:

- $V = W * r$

Dónde: V = velocidad lineal.

W = velocidad angular.

r = radio de la polea conductora.

*reemplazando:

$$V = 76.97 * 0.22041 \, m$$

$$V = 16.97 \, m/s$$

En la práctica se recomiendan velocidades mayores a 30 m/s ya que las flexiones a la que se somete la correa al pasar sobre las poleas influye sobre la vida útil de estas y a mayor velocidad lineal mayor son las flexiones alas que se somete por ende disminuye la vida útil.

Como se mencionó anteriormente el espesor de la correa plana es seleccionada con el valor obtenido en el cálculo anterior mediante la siguiente tabla.

Columna A	Diámetro de polea (cm)		
Velocidad lineal m/s	espesor de correa pequeño<7mm	espesor medio 7-9 mm	espesor grande 9-14 mm
V<12	6-10	10-20	20-50
Fila B 12<V<20	7-11	11-22	22-55
20<V<30	9-13	13-25	25-60

En este caso como el valor del diámetro de la polea era conocido (alrededor de 22 [cm]) se utilizó la tabla para determinar el espesor de la correa.

Según los datos obtenidos del valor de la velocidad lineal y del diámetro de la polea conductora se debe buscar el espesor de la correa a utilizar, en este caso corresponde a un espesor de 9 a 14 [mm]. Para determinar este valor se debe identificar en qué intervalo de la “columna A” de la tabla se encuentra la velocidad lineal calculada, en este caso el valor es de 16,97 [m/s], por ende se ubicara en el segundo intervalo (12 < V < 20). Luego de identificar el intervalo se debe seleccionar que espesor de correa se utilizara, esto se hace según el diámetro de la polea en cm. En este caso corresponde a 22.041 [cm], este valor se debe ubicar en alguno de los intervalos existentes en la “Fila B”, como el diámetro de la polea sobrepasa los 22 [cm] este pertenecerá al último intervalo de la fila (22 – 55 [cm]), perteneciendo así a los espesores grandes.