



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
MECÁNICA ELÉCTRICA

“Optimización De Los Parámetros De Operación De Una
Despulpadora Lamper Para Mejorar La Calidad Del Grano
Despulpado De Café Lonya Grande-Utcubamaba, 2020”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Mecánico Electricista

AUTOR:

Oblitas Olivera, Juan Huber (ORCID: 0000-0002-1216-9140)

ASESOR:

Dr. Villareal Albitres, William Fernando (ORCID: 0000-0003-1743-6014)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Modelamiento y simulación de sistemas electromecánicos

CHICLAYO-PERÚ

2020

Dedicatoria

A, Dios, por protegerme día a día, por permitirme
Gozar de salud y bendiciones,
A mí madre por su inmenso amor a mi padre por
Su apoyo incondicional
Asimismo, a mi hermano, familiares y amigos que
Me animaron a seguir adelante y cumplir mis metas.

Juan Huber Oblitas Olivera

Agradecimiento

A la Universidad Cesar Vallejo Filial Chiclayo por haber aceptado ser parte de ella y abierto las puertas de su seno científico para poder estudiar mi carrera

Agradezco a las personas que me han proporcionado toda la información necesaria para elaborar este trabajo.

Juan Huber Oblitas Olivera

Índice de contenidos

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice De Tablas	vi
Índice de figuras	viii
Índice de abreviaturas	ix
Resumen	x
Abstract	xi
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Realidad Problemática	1
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	4
1.3 JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO	4
1.4 HIPÓTESIS	5
1.5 OBJETIVOS	5
II. TEORÍAS RELACIONADAS	7
III. MÉTODO	16
3.1 Tipo y Diseño de investigación	16
3.2 Variables, Operacionalización	16
3.3 Población, muestra y muestreo	17
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	17
3.5 Procedimiento	19
3.6 Métodos de análisis de datos	19
3.7 Aspectos éticos	19
IV. RESULTADOS	20

4.1	Cuantificación de las pérdidas debido a las fallas que presenta la despulpadora Lamper.	20
4.2	Cuantificación de las partes significativas más importantes para un mejor trabajo de los parámetros de la despulpadora para aumentar la calidad del grano de café.	25
4.3	Mejora de los parámetros de operación de la despulpadora Lamper en el despulpado e café.	29
4.4	Determinar las mejoras del despulpado de café con él la maquina optimizada.....	38
V.	DISCUSIÓN.....	41
VI.	CONCLUSIONES.....	45
VII.	RECOMENDACIONES	46
	REFERENCIAS.....	47

Índice De Tablas

Tabla 1.- Grados de madures del café. Fuente: (Instituto Interamericano de Cooperacion para la Agricultura, 2010).....	10
Tabla 2.- Fuerza de desprendimiento para cosechar el fruto de café. Fuente: (Evaluacion de las Propiedades Fisicas y Mecanicas del Fruto de Cafe Durante su Desarrollo y Maduracion, 2012).....	11
Tabla 3.- Recopilación de los riesgos que presenta mala calidad en el grano para el despulpado.....	20
Tabla 4.- Café cerezo ingresado a la máquina para cada muestra.	21
Tabla 5.- Grano de café pilado de la máquina por hora.	22
Tabla 6.- Tabla de grano mordido o trozado que reduce la calidad del café..	23
Tabla 7.- Grano no despulpado en la bandeja de pulpa.....	24
Tabla 8.- Porcentajes de café por fallas en la maquina despulpadora Lamper.	24
Tabla 9.- Problemas en la despulpadora.....	25
Tabla 10.- Referencia de la tolva y rodillo de pilado. Fuente: Propia	26
Tabla 11.- Medidas en milímetros de granos que fueron mordidos durante el pilado.....	27
Tabla 12.- Medidas en milímetros de granos que no se despulparon durante el pilado.....	27
Tabla 13.- Conteo de los datos según su aparición de la tabla 11.	28
Tabla 14.- Conteo de los datos según su aparición de la tabla 12.	28
Tabla 15.- Interpolación de la tabla para capacidad básica pasante.....	30
Tabla 16.- Capacidad básica pasante por piso de la zaranda.....	31
Tabla 17.- factores utilizados como factores de corrección.....	31
Tabla 18.- Factor de densidad especifica aparente.....	31
Tabla 19.- Interpolación del factor de cibrado por luz de malla.	31
Tabla 20.- factor de cibrado por luz de malla.	32
Tabla 21.- Secciones para ambos pisos de la zaranda.....	33
Tabla 22.- Medidas de la zaranda.	34
Tabla 23.- Perdidas en la despulpadora lamper.....	38
Tabla 24.- Régimen de producción con la capacidad promedio.....	38

Tabla 25.- Porcentaje de granos que no se tomaron en cuenta durante el proceso.	38
Tabla 26.- Porcentaje de granos mordidos según muestras tomadas.	39
Tabla 27.- Porcentaje de granos que no se tomaron en cuenta durante el proceso.	39
Tabla 28.- Porcentaje de granos mordidos según muestras tomadas.	39
Tabla 29.- Producción que reduce la calidad del café.....	39
Tabla 30.- Producción sin despulpar que no se vende.....	40

Índice de figuras

Figura 1.- Formas del café. Fuente: (Instituto Interamericano de Cooperacion para la Agricultura, 2010)	10
Figura 2.- Cantidad de café con cascara o cerezo que ingreso a la maquina durante el estudio. Fuente: Propia	22
Figura 3.- Grano de café despulpado que sale de la máquina para cada muestra. Fuente: Propia.....	23
Figura 4.- Grano de café mordido por muestra durante el análisis. Fuente: Propia.....	23
Figura 5.- Grano no despulpado según cada muestra. Fuente: Propia.....	24
Figura 6.- Detalle donde se desarrolla el despulpado. Fuente: Propia.....	26
Figura 7.- propuesta de zaranda para despulpadora Lamper 300 kg/h. Fuente: Propia.....	29
Figura 8.- Acople de la zaranda a la tolva del mismo ancho. Fuente: Propia.	33
Figura 9.- Eje del piñón para el eje excéntrico. Fuente: Propia	34
Figura 10.- Posición de la distancia que se quiere lograr con el eje excéntrico. Fuente: Propia.....	35
Figura 11.- Eje excéntrico para mover la zaranda. Fuente: Propia	35
Figura 12.- soporte móviles que sujeta la zaranda. Fuente: Propia	36
Figura 13.- Distancia de la varilla para movimiento de la zaranda. Fuente: Propia.....	36
Figura 14.- Varilla de conexión entre el eje excéntrico y la zaranda. Fuente: Propia.....	37
Figura 15.- Zaranda acoplada a la despulpadora. Fuente: Propia	37

Índice de abreviaturas

S	:	Superficie de la zaranda
T	:	Tonelaje para la zaranda
B	:	Capacidad básica pasante
Fc	:	Factores de corrección adimensionales
Fop	:	Factores de operación adimensionales
fd	:	Factor de densidad específica aparente
fr	:	Factor de rechazo
fs	:	Factor de semitamaño
fe	:	Factor de rendimiento
fa	:	Factor de cibrado por vía húmeda
fi	:	Factor de inclinación
fo	:	Factor de área libre
ρ	:	Densidad

Resumen

Esta investigación tuvo como objetivo “**optimizar los parámetros de operación de la despulpadora Lamper para mejorar la calidad del grano despulpado de café**”, los datos se tomaron por medio de observación directa y análisis de documentos donde se determinó que el despulpado se realiza mediante la fricción entre un cilindro giratorio y una camiseta fija, el parámetro que determina la mala calidad del grano teniendo granos sin despulpar y granos mordidos es debido que durante el proceso la distancia entre el cilindro y la camiseta es fija por lo que se requiere una selección del grano antes del ingreso al despulpado, mediante medidas en muestra aleatorias tomadas de manera no probabilística se determinó los indicadores de 6.81% para los granos mordidos y de 1.48% para los granos sin despulpar que se podrían recuperar al implementar una zaranda a la despulpadora Lamper.

Palabras clave: Despulpadora, granos mordidos, granos sin despulpar.

Abstract

This research aimed to optimize the operating parameters of the Lamper pulper to improve the quality of the pulped coffee bean, the data were taken through direct observation and analysis of documents where it was determined that the pulping is carried out by friction between a rotating cylinder and a fixed shirt, the parameter that determines the poor quality of the grain having unpulped grains and bitten grains is due to the fact that during the process the distance between the cylinder and the shirt is fixed, so a selection of the grain is required before entrance to the pulping, by means of random sample measurements taken in a non-probabilistic manner, the indicators of 6.81% were determined for bitten grains and 1.48% for unpulped grains that could be recovered by implementing a screen to the Lamper pulper..

Keywords: Pulper, bitten kernels, unpulped kernels.

I. INTRODUCCIÓN

1.1 Realidad Problemática

Internacional

El café se encuentra en el mundo como el segundo producto más comercializado sólo superado por el petróleo. Aproximadamente existen 125.000.000 de personas viven por la producción del café incluyendo entre ellos una cantidad de 25.000.000 productores en pequeña escala. Lo que establece que el café así como sus subproductos son de los productos con mayor interés social y económico (Bedri, 2018).

Los cultivos de café tienen hoy en día una gran importancia, destacando en 80 países tropicales y subtropicales a nivel mundial, colocando al café como un artículo comercializado y principal del mundo y para el mundo, superior a mucho como el carbón, carne y el trigo ser y el azúcar. Es por ello que el grano de café es de exportación y genera divisas para el país. El café en el mercado mundial la calidad del grano es el factor primordial para del cliente, además de implicar el aroma, sabor, acidez y consistencia del mismo, es por ello que indicamos que para obtener la primera calidad, el cuidado y atención mediante los procesos de la cosecha y poscosecha, tales como el proceso de secado y almacenamiento, esto ha tenido un gran desarrollo pues se ha generado un nivel alto de comercialización de granos de café verde; convirtiendo a la industria cafetalera y denominándola mercado de cafés especiales, los cuales en su totalidad son controlados y aceptado en base a las tazas o calidad de la taza de café de esta forma se podría comercializado dándole un precio justo dentro del mercado del café. Se recalca que para dar solución a los problemas de calidad en el café de diferentes países, se debe realizar una amplia investigación en el trabajo de cosecha y poscosecha, para perseverar la calidad del grano (Diaz Hernandez, 2016 pág. 20).

En el vecino país cafetero desde luego que nos referimos a Colombia, país muy desarrollado gracias a su agroindustria, gran parte de sus habitantes lo ocupan en zonas rurales, es por ello que su principal actividad se basa en la venta y consumo de cosechado en sus tierras, muchos productos son sembrados en suelos colombianos pero no todos tienen la dicha de ser reconocidos como el café nacional, el cual sobresale a nivel internacional no solo por su original sabor, sino también por la calidad del grano y el olor penetrable de café. Según las estadísticas del mercado internacional de café Colombia tiene una alza de los precios de este producto, es por ello que los caficultores se han visto en la necesidad de aumentar la producción, uno de los sectores donde se incrementó hectáreas sembradas es en la primavera Municipio de Nocaima departamento de Cundinamarca, sin embargo al aumentar la producción de este producto genero una demanda en cuanto a máquinas para realizar el trabajo de los procesos del grano de café de acuerdo al nivel de productividad, con el objetivo de mejorar la producción y poner en un nivel estadístico del 90% de calidad en el grano del café, es así que nos hace mención de una de las maquinas empleadas en este proceso tal y como es la maquina despulpadora de grano de café (Díaz Hernandez, 2016 pág. 21).

Nacional

En nuestro Perú la cosecha y pos cosecha se va vuelto parte fundamental de la calidad y el crecimiento de la comercialización en cuanto a granos de café nos referimos, el presente estudio nos hace mención la evaluación que se realizó en cuanto al rendimiento y perfiles de taza en 3 zonas productoras de café, en las cuales al inicio los granos de café cerezo fueron sometidos a un beneficio de humedad y a el proceso de secado en secadores solares. El análisis físico y sensorial de ejecución en el laboratorio de control de calidad de cafés especiales seleccionadas por las cooperativas de la agencia agraria Los Valles de Sandia (CECOVASA Ltda.), en este tipo de pruebas para determinar la calidad del grano producido también se toma en cuenta la operatividad de las maquinas ya

que de ello también depende el alto nivel de calidad y bajo tiempo de producción (Jarata Quipe, 2015 pág. 15).

En la región sierra, departamento de Puno los cultivos de café, es la representación agrícola principal para las 5000 familias peruanas, ya que de esta actividad depende el estado económico y desarrollo de cada familia de esta ciudad del Perú; así como la provincia de Satipo Región Selva de nuestro país, zona donde se produce café ya que este cultivo está ocupando el primer lugar en producción agrícola y siendo la principal fuente de sustento para ellos, así mismo nos indica que el mercado consumidor de café es más exigente cada día ya que se busca la calidad del producto y no la cantidad del producto a consumir, es donde se busca las alternativas de que cada vez se obtenga un buen producto, pues así se busca satisfacer al público, ya que la calidad tiene un costo más elevado, las máquinas y equipos para estos procesos son indispensable, actualmente no se determina aun exactamente la influencia de la altitud procedencia del café Orgánico en base a características organolépticas en taza, por lo cual se ve en la necesidad de estudiar y comprobar métodos (Jarapa Quispe, 2015 pág. 12).

Local

En el distrito de Lonya grande la producción de café se realiza con mayor frecuencia con medianos y pequeños agricultores los cuales utilizan maquinara de fabricación casera o llamadas hechizas que disponen en muchos casos de mecánicos cercanos que las construyen a base de su conocimiento empírico del proceso de despulpado de café y mantienen solamente el parámetro de producción sin orientarse a evaluar el resultado del grano en consideración de producto que sera analizado para determinar su calidad. Estas despulpadoras no consideran parámetros de operación relacionados con la calidad del grano como producto por lo que la fabricación o el diseño se establecen a medida del mecánico dejando de lado la experiencia del análisis de laboratorio por el conocedor del producto.

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Si se realiza la optimización de los parámetros de operación de una despulpadora Lamper se podrá mejorar la calidad del grano despulpado de café en Lonya Grande-Utcubamba?

1.3 JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

La justificación técnica radica en que se realizó un estudio de las operaciones de la despulpadora de grano de café así mismo de las condiciones en las que se encuentra, para sugerir si debe recibir un mantenimiento de esta forma se busca mejorar o desarrollar adecuadamente el proceso de despulpado para así obtener calidad del grano y mayor producción en menor tiempo.

Se justificó socialmente pues de acuerdo al estudio que se ejecutó en el presente trabajo al ser puesto en marcha se generara un producto de mejor calidad para los consumidores, por lo cual las organizaciones cafetaleras y caficultores optaran por tener en cuenta los parámetros de operatividad al implementar el proceso del café con una maquina despulpadora, buscando también su mejor producción y calidad.

En el aspecto económico se justificó por que si se obtiene una mejor calidad del producto se podrá valorizar el grano de café en un precio justo cubriendo los costos realizados en su proceso, así mismo el estudio de los parámetros es una metodología que ayudara a evitar la pérdida del producto con un buen manejo de la maquina despulpadora esto es un empuje a la economía del caficultor o cafetaleras ya que se aprovecha su comercialización de cada grano de café procesado, además de que la máquina de no tener un buen manejo de operatividad constante reparación o mantenimiento esto tendrá una pérdida económica, es por ello el estudio de estos parámetros para la maquinas despulpadora.

La justificación ambiental se dio debido a que al seleccionar la maquina despulpadora con el sistema de despulpado adecuado para que al generar el proceso no se realice con la maquina utiliza líquidos tóxicos o sustancias contaminantes para desempeñar su trabajo ya que se atendería contra el medio ambiente y la salud humana pues se recuerda que este tipo de maquina procesa un producto para consumo público en general, ya que si algún componente de esta estaría fabricado de un material con minerales tóxicos seria insalubre para los consumidores afectando el mercado de café a nivel nacional.

1.4 HIPÓTESIS

Si se determinan de los parámetros de operación de una despulpadora Lamper entonces se podrá optimizar la calidad del grano de café despulpado

1.5 OBJETIVOS

GENERAL

Optimizar los parámetros de operación de la despulpadora Lamper para mejorar la calidad del grano despulpado de café.

ESPECÍFICOS

- a) Cuantificar las pérdidas debido a las fallas que presenta la despulpadora Lamper.
- b) Cuantificar las partes significativas más importantes para un mejor trabajo de los parámetros de la despulpadora para aumentar la calidad del grano de café.

- c) Determinar la interrelación de los parámetros de operación más apropiados para mejorar la calidad del grano despulpado.
- d) Determinar la granulometría del grano del café separando los parámetros óptimos.

II. TEORÍAS RELACIONADAS

Hernández (2015), en su tesis “Diseño de una despulpadora de café”, para obtener el título de Ingeniero Mecánico; en su trabajo de investigación hace mención que se realizó el diseño de una maquina despulpadora de café, debido a las necesidades que se tenía en las fincas del Departamento de Cundinamarca-Colombia, seguidamente llevar a cabo los estudios de estas mismas necesidades, buscando y planteando una solución que pues sería generar una mayor producción y disminuir los defectos y problemas que en el proceso de secado se puedan dar. Así mismo se tomó en cuenta el estudio de los parámetros técnicos, requerimientos y limitaciones de la máquina, además de los avances, técnicas empleadas en el mundo de la producción de café.

Sustainable Commodity Assistance Network (2014) en su revista “La despulpadora de café y sus cuidados”, nos indica que hoy en día la caficultura a nivel internacional se ha ido desarrollando en los métodos y sistemas para los procesos en cuanto al grano de café, producto que es muy consumido y requerido hoy en día, más aun si se obtiene un alta calidad de ello, es por ello que la caficultura se ha visto en la necesidad y de mejorar mediante la implementación o diseño de máquinas que mejoren el proceso y brinde una mejor producción, rentabilidad en este caso se sobresalta la maquina despulpadora de café; al realizar sus estudios de parámetros de operación los cuales son fundamentales ya que de ello depende del rendimiento para una mayor y mejor producción, es decir si una despulpadora no está bien calibrada pues se echa a perder gran cantidad de los granos de café, pues esta máquina es la que se encarga después de hacer el despulpado del grano determina la cantidad de este según el tiempo indicado para cada equipo, pues si está en una adecuada operación retirara la pulpa del grano en perfección manteniéndolos intactos, el objetivo de esta revista es dar a conocer ante un buen estudio de parámetros de operación y un mantenimiento adecuado tendrá una larga vida útil y mayor producción de la mano con la calidad de este grano el café.

Báez (2015) en su proyecto de investigación “Diseño y construcción de un prototipo de máquina despulpadora de café para el proyecto Café de Quito impulsando por la agencia metropolitana de promoción económica” para obtener el título de Ingeniero Mecánico, nos indica que para el buen proceso de despulpado se toma en cuenta de cómo se debe tener una recolección y clasificación de los granos de café, además de cómo se debe de tratar al café antes de este proceso, es por ello que se tiene en cuenta el grado óptimo de maduración del grano de café ya que hay algunos granos que no alcanzan la madurez adecuada teniendo así como consecuencia el sabor y olor del café, siguiendo con otro parámetro tenemos al fruto defectuoso el cual debe ser apartado al momento de recibir la fruta, ya que se busca no dañar la calidad de la taza de café, este es un requisito que influye mucho para poder realizar el despulpado, ya que dentro de los parámetros estudiados en la operación de la despulpadora es remover el exocarpio correctamente y sin perjudicar al grano de café, este proceso debe realizarlo al momento de la recolección del café. Todo ello con el principal objetivo de tener un producto de calidad en menor tiempo posible de producción.

Jotagallo (2014) en su trabajo de investigación denominado “Manual técnico de funcionamiento e instalación y estudios de las despulpadoras”, para instruir a los compradores de las maquinas despulpadoras “Vetagallo”, describe los tipos de despulpadora y despulpado que se pueden encontrar, detallándolos e identificando cuál de ellos es el más utilizado hoy en día en la caficultura, resalta a la maquina despulpadora de tambor de forma horizontal, cuyos parámetros de estudio nos dice que está compuesta de metal cilíndrico de 20 a 30 cm de diámetro, cuenta con una placa despulpadora con o sin ranuras deben estar a un ángulo de 45°, ya que en este tipo de maquina debido al tambor el cual ejerce la presión necesaria para que el grano de café sea dirigido al pechero, donde están los canales para el desalojo del grano es en estos donde se debe tener muy en cuenta la operación ya que si no están bien ajustados dañaran el café, por otro lado la despulpadora de forma vertical en su rotación cuenta con un cilindro

angosto cubierto con una manga de cobre o de metal, esta se vuelve muy angosta mientras la pulpa se va desplazando. Es la gran dificultad de que conforme desciende el grano de café se vuelve más angosto lo que procede a quitarle la pulpa pero y generando con ello la desventaja de solo despulpar grano de café de 0.25Ton/h a 16Ton/h. Así mismo se conoce de dos tipos de despulpado los cuales se involucran en la operatividad de la maquina despulpadora, en el presente trabajo de investigación se indica que el despulpado seco es aquel que requiere de corrientes de agua sobre la máquina despulpadora, ya que es el agua que mantiene contacto con la pulpa, pero se debe tener en cuenta el siguiente parámetro para la maquina pues esta requiere del mínimo caudal en el lugar del despulpado; mientras que el despulpado húmedo es primordial que el grano de café haya estado en tanques de agua previamente, es por ello que este proceso es más utilizado para el diseño y trabajo de las maquinas despulpadoras.

Estudio del proceso de despulpado.

Al realizar el estudio de este proceso se elabora una abreviada inducción de saber cómo llevar a cabo la recolección y clasificación del café, así mismo se debe conocer el tratamiento antes de proceder al despulpado.

➤ **Grado óptimo de maduración del grano de café.**

En la siguiente tabla mostraremos los aspectos de calificación y diferencia entre los granos de café que no maduran de una forma adecuada y las consecuencias que se tiene en el olor y sabor del grano de café.

Tabla 1.- Grados de madures del café.

Fruto "verde cele"	Fruto "verde sazón"	Fruto "maduro"
El fruto es revejido, mal formado de color negro, tiene una película plateada adherida, el grano al ser tostado es	Grano difícil de diferenciar procedente del maduro, la película plateada	El grano tiene buen aspecto y coloración uniforme. La película plateada se desprende fácilmente. En grano

liso de coloración parcialmente adherida, tostado tiene coloración amarillenta y el grano tostado es liso uniforme es oscuro y parcialmente o rugoso en porciones rugoso cuando procede manchado. variables, su coloración de zonas altas y más es dispareja. claro y liso si es en zonas lluviosas de menor altitud.

Aspecto en la taza de café	Aspecto en la taza de café	Aspecto en la taza de café
La taza de café es amarga fácil de detectar en cualquier mezcla	La taza de café es amargada y es objetable si hay más del 10% de café normal.	La taza de café es buena y tiene condiciones de aroma, cuerpo y acidez, según la zona de procedencia.

Fuente: (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, 2010)



Figura 1.- Formas del café. Fuente: (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, 2010)

La separación del grano de café en estado defectuoso es importante ya que con ello se busca evitar el mucílago, denominado también despulpado el cual es un requisito para ello pues tiene la función como un lubricante y permite que el despulpado se realice.

Propiedades físicas y mecánicas del café

Estas propiedades son dependientes de la maduración del café la fuerza de tracción es mucho menos en frutos más maduros, además que el

diámetro característico se basa en tres dimensiones ortogonales del grano que permite realizar una diferenciación entre los frutos pintones, verdes, maduros y sobre maduros. La fuerza y firmeza en la fractura decrecen con referencia a la maduración del fruto. Las deformaciones del fruto hasta la ocurrencia de la fractura de la cascara durante el proceso de maduración tiene una variación dependiente del área de contacto con el equipo que se esté utilizando para su fractura ya sea placas paralelas o un punzón. Los frutos de acuerdo a su maduración (224 días para frutos pintones y 231 días para frutos maduros) requieren menos energía para alcanzar la ruptura de la pulpa (cascara) del grano. Los granos requieren mucha más fuerza cuando se usa placas paralelas para su fractura que cuando se utiliza un punzón. (Evaluación de las Propiedades Físicas y Mecánicas del Fruto de Café Durante su Desarrollo y Maduración, 2012)

Tabla 2.- Fuerza de desprendimiento para cosechar el fruto de café.

DDA	Estado	Tonalidad	Ft (N)		CV (%)
182	Inmaduro	Verde	10.55	b*	29.94
189	Inmaduro	Verde	11.27	bc	29.8
196	Inmaduro	Verde	12	cd	30.3
203	Inmaduro	Verde	12.62	de	23.96
210	Inmaduro	Verde	13.45	e	20.82
217	Inmaduro	Verde - Amarillo	13.07	e	24.47
224	Pintón	Verde - Amarillo - Naranja - Rojiza	10.48	b	22.04
231	Maduro	Rojo	10.77	b	23.51
238	Sobre maduro	Rojo - Violeta	6.33	a	23.18

Fuente: (Evaluación de las Propiedades Físicas y Mecánicas del Fruto de Café Durante su Desarrollo y Maduración, 2012).

Definición de despulpado.

Determinamos al proceso de despulpado como la operación de quitado de cascara del fruto; se produce este proceso a través del estrujamiento entre superficies en movimiento rotativo, siendo efectuado el proceso el día que se recolectó el café.

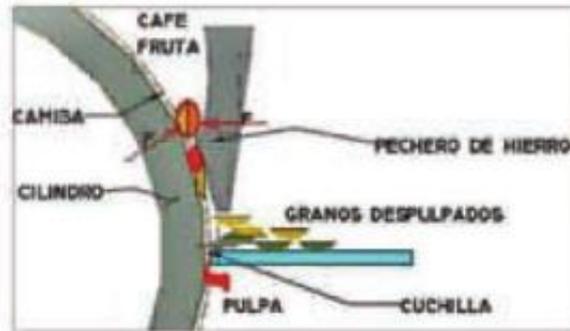


Figura 1. Despulpado. Fuente: J.N. Wintgens, 2004

Tipos de despulpado como parámetros de estudio en la operación de una despulpadora.

Se detallaran los diferentes tipos de despulpados.

Despulpado seco; este proceso debe ser suministrado de corrientes de agua sobre la maquina despulpadora, pues mediante el agua es que tiene contacto con la pulpa, pero se tiene en cuenta que esta máquina se opone al requerir de una nivel minoritario de caudal de agua en donde se realiza el despulpado.

Despulpado húmedo; se es necesario que el grano de café sea puesto antes del proceso en recipientes de agua, es por ello que este proceso destaca en práctica para los caficultores ya que es el más común y adecuado para el trabajo de las maquinas despulpadoras.

Equipos para despulpar café.

Por lo general se emplean despulpadoras de tambor las cuales serán definidas a continuación:

➤ Despulpadoras de tambor horizontal.

Conformada por un cilindro de material metálico de 20 a 30 cm como diámetro del cilindro, además de una placa despulpadora con o sin ranura deben estar dispuesta con un ángulo de 45° , los granos de café deben ser puestos desde la parte superior del cilindro, ya que el tambor

ejerce la presión necesaria para que el grano vaya dirigido al pechero donde por medio de sus canales se desalojara el grano de café, ojo que se debe estar seguro de haber ajustado los canales para evitar que se dañe el grano de café.

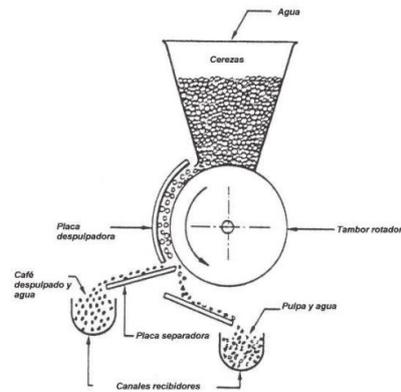


Figura 2. Despulpadora de tambor horizontal. Fuente: J.N. Wintgens, 2004

Partes de una despulpadora horizontal:



Figura 3. Tolva de una despulpadora de café. Fuente: (Báez Villacis, 2015 pág. 27)



Figura 4. Tambor o cilindro. Fuente: (Báez Villacis, 2015 pág. 27)



Figura 5. Polea. Fuente: (Báez Villacis, 2015 pág. 28)

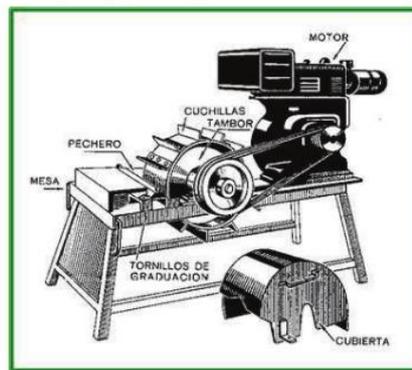


Figura 6. Cuchillas para despulpar. Fuente: (Báez Villacis, 2015 pág. 28).



Figura 7. Chumacera acoplada al eje de tambor. Fuente: (Báez Villacis, 2015 pág. 28).



Figura 8. Rodamiento acoplado al eje de tambor. Fuente (Báez Villacis, 2015 pág. 29).



Figura 9. Engranajes. Fuente: (Báez Villacis, 2015 pág. 29).



Figura 10. Pechero. Fuente: (Báez Villacis, 2015 pág. 29).

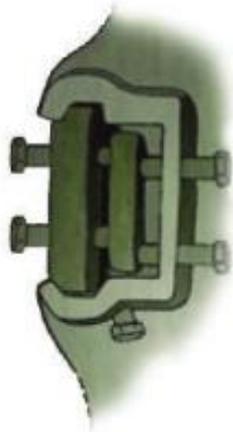


Figura 11. Regulador de pechero. Fuente: (Báez Villacis, 2015 pág. 30).



Figura 12. Eje alimentador. Fuente: (Báez Villacis, 2015 pág. 30).

III. MÉTODO

3.1 Tipo y Diseño de investigación

El Tipo de investigación se estableció como sigue:

- En cuanto a los resultados la tesis es del tipo aplicada ya que los resultados obtenidos se podrán usar de manera inmediata para solucionar el problema que origina esta investigación.

El diseño de la investigación se determinó en dos aspectos:

- Respecto a la manipulación de las variables la tesis es del tipo no experimental ya que las variables no se manipularán en ningún momento.
- Según la toma de datos la tesis es descriptiva ya que establecerá la realidad tal y cual se encuentre sin alterar por ninguna manera esta para entenderla.

3.2 Variables, Operacionalización

Variable independiente

Mejorar la clasificación del grano de café.

Variable dependiente

Mejorar la calidad del grano molido y sin despulpar de café.

3.3 Población, muestra y muestreo

La población es el universo del cual se tomarán los datos para esta investigación la población fue igual a la muestra y esta fue:

- Características físicas y funcionales de la maquina despulpadora

El muestreo que se tuvo en cuenta fue el no probabilístico debido a que la investigación se desarrolló dentro de un contexto ajustado en cuanto al tiempo y recursos.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas de recolección de datos.

Las técnicas que se utilizaron para poder adquirir los datos fueron:

Observación directa

Esta técnica se utilizó para poder establecer las características físicas de la maquina despulpadora Lamper debido a que los planos que se hicieron para ver el funcionamiento de esta no se encuentran en el mercado. Además, se realizó mediciones a la producción de grano para determinar el producto de café que ingresa a la máquina, el producto de café que se sale de la máquina, el producto del café que sale sin despulpar y el producto del café que sale mordido. También se utilizó para establecer las medidas promedio del tamaño de los granos de café que no se despulparon y de los granos de café que mordieron.

Análisis de documentos

Esta técnica de recolección de datos se utilizó para determinar en la documentación existente las fallas que presenta el grano de café cuando es despulpado. Y los datos de cálculo como los factores de corrección para el desarrollo de la zaranda para la máquina.

Técnicas	Instrumentos	Objetivo
Observación directa	Ficha para geometría de la maquina	Para registrar las medidas de la máquina.
	Ficha para producción	Para registrar la cantidad de granos de café que ingresa a la máquina, que sale de la máquina, que se despulpa completamente, que no se despulpa y la cantidad de granos que salen mordidos
	Ficha para tamaño del grano	Determino los parámetros sobre los cuales trabaja la despulpadora (Producción, Tiempo, Peso, Fuerzas)
Análisis de documentos	Ficha de análisis de documentos	Se utilizó para recoger data de antecedentes o manuales que tengan información referente a la despulpadora.

Validez

La validez de los instrumentos se dio por la aprobación de un especialista en el área, esta consecuencia viene establecida desde el proyecto de investigación donde se propuso esta validación y fue aceptada por el jurado especialista que reviso el proyecto.

Confiabilidad:

La confiabilidad también se determinó desde la propuesta de investigación donde se estableció que la confiabilidad de los datos se determinó por medio de una declaración jurada que se dispondrá en el informe de investigación.

3.5 Procedimiento

Para la adquisición de datos se realizó el siguiente procedimiento:

- Por medio de una ficha de análisis de documentos registro las fallas que existen en el despulpado de la documentación revisada.
- Por medio de la ficha de observación directa se determinó las pérdidas que se generaban por mal despulpado, así como el grano maltratado tomándose del proceso productivo durante cuatro días en tres periodos durante la operación de la máquina.

3.6 Métodos de análisis de datos

Los métodos que se utilizó fueron estadísticos, específicamente estadística descriptiva donde se estableció la descripción de la realidad tal y cual es.

3.7 Aspectos éticos

Se mantuvo en reserva la información que puedo causar un conflicto de intereses dentro de la investigación, y se tuvo en cuenta el consentimiento de los involucrados para poder utilizar la información que sea brindada. Se respetó los derechos de autor de los textos de cualquier publicación de las que se utilizaron, citándolos dentro del informe del proyecto.

IV. RESULTADOS

4.1 Cuantificación de las pérdidas debido a las fallas que presenta la despulpadora Lamper.

El despulpado del café es una de las etapas que interfiere en la producción o pilado de café en Lonya Grande donde se establece la base de este proyecto se utilizan en el comercio general de pequeños productores la maquina despulpadora Lamper la cual establece su tamaño de acuerdo a su capacidad. Lamentablemente esta despulpadora, aunque es la más común en este mercado cuenta con algunas restricciones en cuanto a su diseño ya que se establecen muchas pérdidas o exceso de trabajo por parte del personal durante el despulpado.

Las fallas que presentan por si los procesos de despulpado en un pilado de café se establecen o se presentan por el equipo de trabajo Solidaridad donde estableces que durante el despulpado aparecen fallas que pueden ser tratadas.

Tabla 3.- Recopilación de los riesgos que presenta mala calidad en el grano para el despulpado.

Riesgo Físico	Defecto en tasa	Causa	Medidas para prevenir o minimiza
Granos mordidos o cortados	Fermento, vinagre, Stinker No se aprecian	Falta de control en el despulpado	Despulsar antes de 12 horas de recolección
		Falta de aseo en la despulpadora	Limpiar los equipos y áreas de beneficio
		Falta de calibración de la maquina	Evaluar la calibración de la maquina
			Ajustar la máquina de acuerdo al café cereza
Falta de mantenimiento	Imprimir planes de mantenimiento		
Granos sin despulsar	No registra	Mala calibración de la maquina	Revisar el depósito de pulpa para ver si cae café bueno

Fuente: (Equipo de trabajo Proyecto Solidaridad, 2009 pág. 17)

Por lo tanto, según el objetivo de la investigación que se presenta en este informe las fallas establecidas como mecánicas se establecen:

- Granos mordidos o cortados
- Granos no despulpados

Ambas fallas se cuantificaron estableciendo el motivo de cada una por falta de calibración en la máquina. Para realizar esta cuantificación se seleccionó una maquina Lamper 2 ½ de 300 kg por hora de producción. Durante el procesamiento de 4 días se registró la producción de la maquina con lo cual se estableció las categorías de café para venta y café no despulpado. Las medidas se tomaron en tres instancias debido a que el proceso se realiza durante aproximadamente 6 horas diarias se tomaron las muestras la primera hora, la tercera hora y la quinta hora de funcionamiento. Así se estableció de manera manual la selección del café en tres tipos café quebrado o mordido, café sin despulpar y café óptimo.

Tabla 4.- Café cerezo ingresado a la máquina para cada muestra.

Muestra	Día (kg)			
	1	2	3	4
1	267	264	267	240
2	267	270	261	261
3	261	273	273	243

Fuente: Propia

En la tabla 4 se muestra el café que ingresa a la máquina para ser despulpado es decir el café con cascara que se conoce como café cerezo, como se puede apreciar hasta este momento en ninguna de las muestras se logró la producción ideal de la máquina.

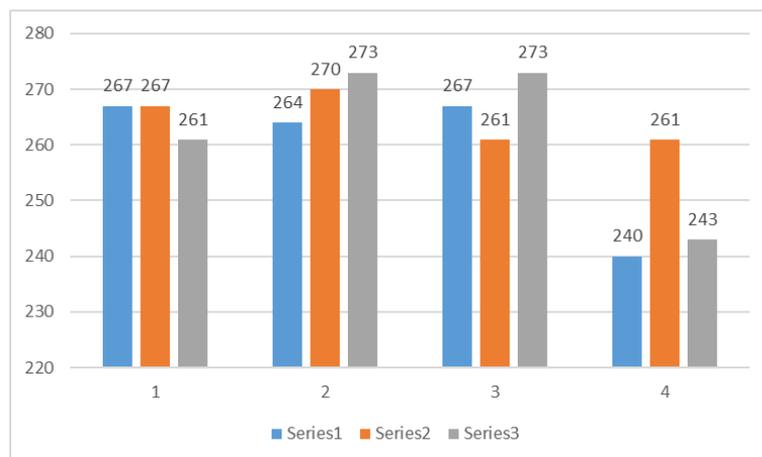


Figura 2.- Cantidad de café con cascara o cerezo que ingreso a la maquina durante el estudio. Fuente: Propia

Se pudo pesar la producción debido a que se separó el grano y la pulpa en depósitos diferentes durante el proceso de muestreo y se pesó por separado teniendo así la productividad de la maquina al sumar ambos pesos.

Tabla 5.- Grano de café pilado de la máquina por hora.

Muestra	Día (kg)			
	1	2	3	4
1	163	156	160	142
2	155	157	159	162
3	162	167	164	148

Fuente: Propia

La tabla 5 muestra el producto que sale de la maquina es decir el grano despulpado que se tubo por hora.

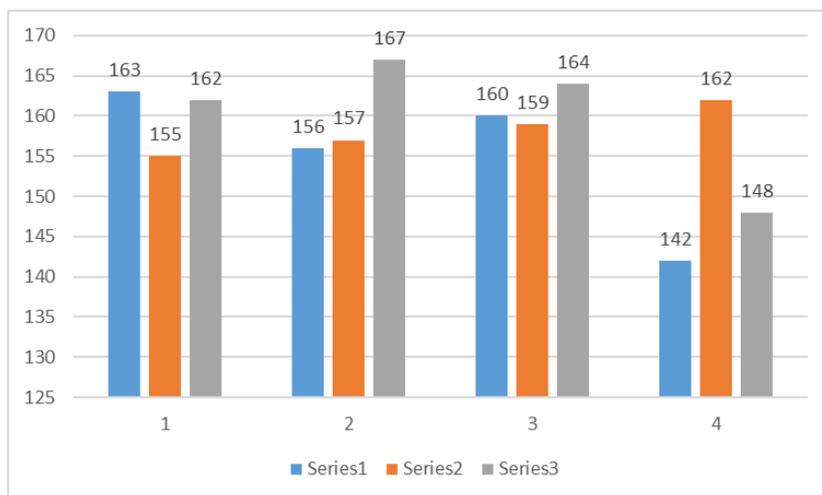


Figura 3.- Grano de café despulpado que sale de la máquina para cada muestra. Fuente: Propia

De este producto se realizó manualmente la separación del grano mordido o cortado.

Tabla 6.- Tabla de grano mordido o trozado que reduce la calidad del café.

Muestra	Día (kg)			
	1	2	3	4
1	20	19	19	16
2	19	19	19	16
3	19	17	18	18

Fuente: Propia

Se muestra en forma de grafico para su mejor comprensión:

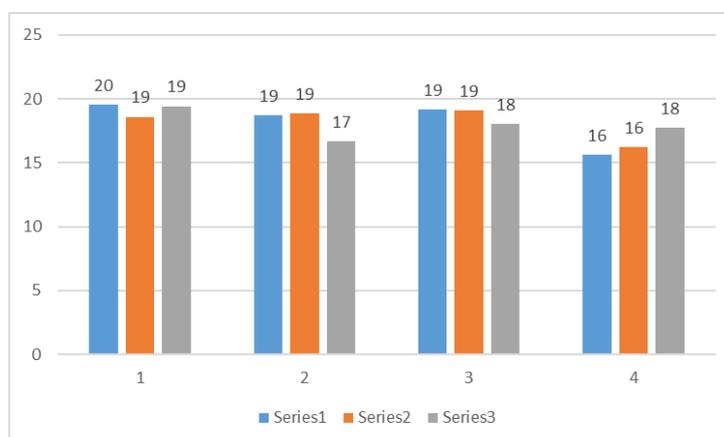


Figura 4.- Grano de café mordido por muestra durante el análisis. Fuente: Propia

Con respecto al residuo de pulpa se revisó también por medio manual y se recogió todo el grano que no fue despulpado y paso a la bandeja de la pulpa teniendo así.

Tabla 7.- Grano no despulpado en la bandeja de pulpa.

Muestra	Día (kg)			
	1	2	3	4
1	4	3	5	3
2	6	3	5	3
3	5	4	4	4

Fuente: Propia

Se muestra en forma de grafico para su mejor comprensión:

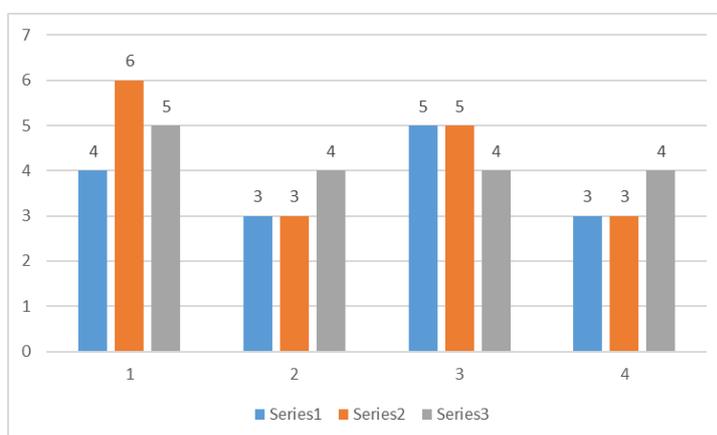


Figura 5.- Grano no despulpado según cada muestra. Fuente: Propia

Considerando los porcentajes con referencia del café que se utilizó para las pruebas se tuvo.

Tabla 8.- Porcentajes de café por fallas en la maquina despulpadora Lamper.

	Mínimo	Máximo	Promedio
Grano mordido	6%	7%	7%
Grano sin despulpar	1%	2%	2%

Fuente: Propia

Según lo mencionado se determina que el parámetro de operación que perjudica la calidad del grano de café es la distancia es el tamaño del fruto de café, la maquina no está condicionada para la variación del tamaño.

4.2 Cuantificación de las partes significativas más importantes para un mejor trabajo de los parámetros de la despulpadora para aumentar la calidad del grano de café.

Como se determinó en el primer objetivo las fallas que presenta este tipo de despulpadoras debido a su simple están definidas en:

- Frutos mordidos entre un 6% a 7%
- Frutos sin despulpar 1% a 2%

El problema se radia en:

Tabla 9.- Problemas en la despulpadora.

Problema	Promedio	Causa
Grano mordido	7%	Frutos grandes
Grano sin despulpas	2%	Frutos pequeños

Fuente: Propia

En otras palabras, la despulpadora presenta estos problemas debido a que no tiene una etapa de selección antes del proceso del pilado.

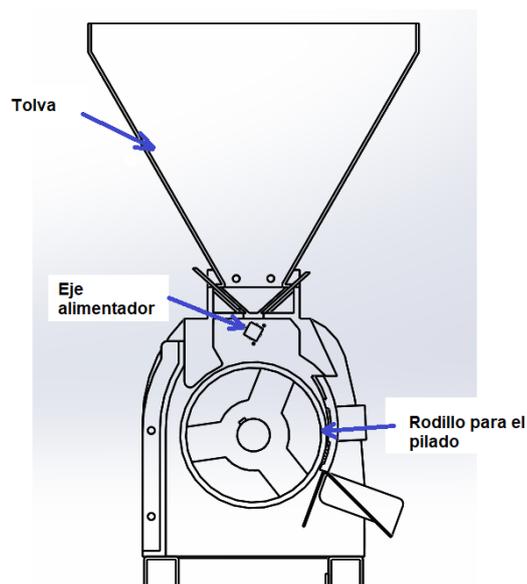


Tabla 10.- Referencia de la tolva y rodillo de pilado. Fuente: Propia

Como se puede apreciar la tolva alimenta al rodillo de forma directa solo cuenta con un eje de distribución para que el grano se esparza de manera longitudinal, la distancia del cilindro y la camiseta donde se logra la fricción es estable durante todo el proceso de pilado.

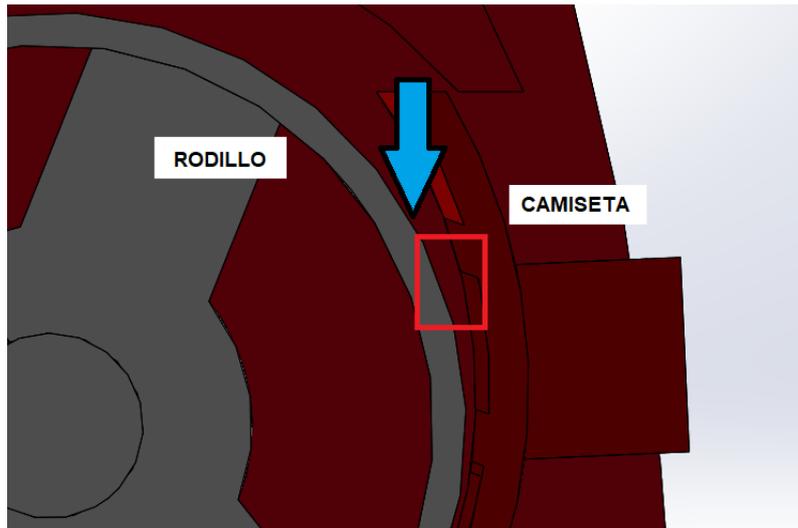


Figura 6.- Detalle donde se desarrolla el despulpado. Fuente: Propia

Como se muestra en la figura 2 el cilindro frota el grano contra la camiseta de la máquina y genera por medio de esta fricción que la pulpa se desprenda así se logra el despulpado, ahora este modelo de despulpadora no tiene una forma de controlar dicha apertura durante el proceso e pilado, aunque si se puede calibrar antes de empezar a pila para el tipo de grano que tienen así que normalmente se utiliza un promedio así de los granos que se tomaron para la muestra se determinó las medidas pro medio de un pie de rey de los granos que terminaron mordidos y de los que no fueron pilados.

Se realizaron las medidas de 15 granos en cada etapa del muestreo teniendo un total por cada característica 60 datos:

Tabla 11.- Medidas en milímetros de granos que fueron mordidos durante el pilado.

Grano mordido	Medida (mm)			
	1	2	3	4
1	22	23	19	20
2	20	21	21	22
3	22	23	21	22
4	19	23	22	21
5	21	21	24	20
6	22	23	22	20
7	21	21	20	19
8	20	22	22	20
9	22	20	23	22
10	20	23	19	22
11	21	19	21	21
12	22	21	19	20
13	19	20	21	20
14	19	21	23	19
15	19	22	19	22

Fuente: Propia

Y los granos que no se despulparon:

Tabla 12.- Medidas en milímetros de granos que no se despulparon durante el pilado.

Grano sin despulpar	Medida (mm)			
	1	2	3	4
1	12	11	13	13
2	12	12	12	9
3	11	12	13	12
4	12	13	12	13
5	12	13	12	11
6	12	11	12	12
7	12	11	13	13
8	12	13	14	12
9	9	13	11	12
10	13	12	11	11
11	12	11	12	11
12	12	12	13	12
13	13	12	12	13
14	12	11	12	11
15	12	12	13	13

Fuente: Propia

Se realiza el conteo de los datos o la repetición de ellos según como han aparecido en ambas tablas (tabla 11 y tabla 12).

Tabla 13.- Conteo de los datos según su aparición de la tabla 11.

Medidas (mm)	Cantidad
19	11
20	12
21	14
22	15
23	7
24	1

Fuente: Propia

Descartando las medidas de 24 mm debido a que se presentaron de manera muy fugas se obtiene un promedio de 20.9 mm debido de manera aproximada ya que la medida de milímetros es muy pequeña se tendrá un promedio de 21 mm para el grano que se muerde a la hora del despulpado y debe ser retirado durante el proceso.

Para los granos medidos que no fueron despulpados:

Tabla 14.- Conteo de los datos según su aparición de la tabla 12.

Medidas (mm)	Cantidad
9	2
10	0
11	12
12	29
13	16
14	1

Fuente: Propia

Del mismo modo las medidas de 9 y 14 no se toman en cuenta por no ser valores constantes así se genera el promedio de 12.07 mm al igual que con los granos mordidos se toma el más cercano superior por lo que se determinan que los granos de 13 mm deberán también ser retirados durante el proceso.

Por lo tanto, durante el proceso de pilado los granos superiores a 21 mm e inferiores a 13 mm deben ser retirados para recalibrar la posición del rodillo con la camiseta.

4.3 Mejora de los parámetros de operación de la despulpadora Lamper en el despulpado de café.

El parámetro de operación de la máquina que se debe mejorar es la selección del grano antes del ingreso a la máquina, de acuerdo a lo establecido en los dos objetivos precedentes se determinó que la despulpadora requiere un dispositivo de selección antes del ingreso a la tolva, la aplicación de una zaranda soluciona el problema y es oportuna para como un sub proceso del pilado.

La zaranda propuesta se determina de dos pisos debido a que requiere dos filtros el primero para el grano por encima los calibrados es decir granos de 21 mm a más y el segundo para granos de 12 mm a menos. Se calcula la capacidad de las zarandas:

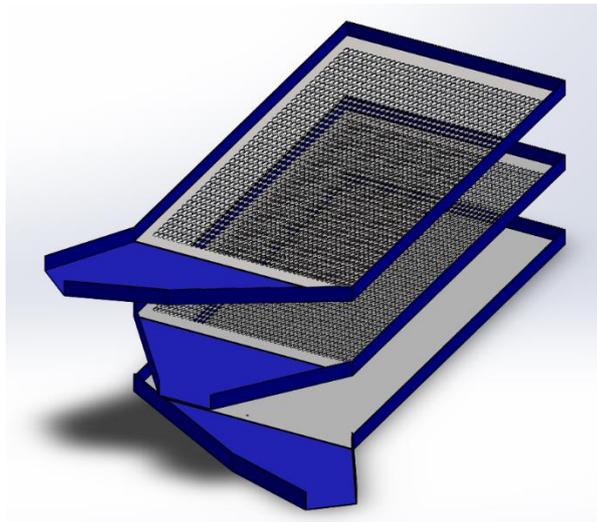


Figura 7.- propuesta de zaranda para despulpadora Lamper 300 kg/h. Fuente: Propia

El diseño se establece con tres salidas así se podrá separa el grano antes de ingresar al despulpado y poder evitar los granos mordidos que son separados por la primera criba y los granos no despulpados que son

separados por la segunda criba, esta zaranda es un diseño para mejorar el parámetro de operación de la maquina en cuanto a la selección del grano optimizando así el proceso de la despulpadora y la posición de la zaranda debe ser al ingreso de los granos.

El cálculo se desarrolló en base a la superficie requerida por la zaranda:

$$S = \frac{T}{B f_c} f_{op}$$

Dónde:

- S : Superficie de la zaranda
- T : Tonelaje para la zaranda
- B : Capacidad básica pasante
- Fc : Factores de corrección adimensionales
- Fop : Factores de operación adimensionales

La capacidad básica pasante se determina por interpolación debido a que la tabla anexada en el cálculo de zaranda no tienen luz de malla de 21 y 12 por lo que se interpolan los valores:

Tabla 15.- Interpolación de la tabla para capacidad básica pasante.

Luz de Malla	Carbón	Cubico	Redondeado
mm			
10	10.8	14.4	18.6
12	12.16	16.16	20.92
12.5	12.5	16.6	21.5
20	16.5	22	29
21	17.10	22.80	29.88
25	19.5	26	33.4

Fuente: Propia

Como lo menciona en el anexo 05 para materiales naturales la debe tomarse como material redondeado así la capacidad básica pasante para cada luz de malla:

Tabla 16.- Capacidad básica pasante por piso de la zaranda.

Piso	Luz de la malla	B
1	21	29.88
2	12	20.92

Fuente: Propia

Lo factores de corrección que se tomaron en cuenta según la documentación anexada fueron:

Tabla 17.- factores utilizados como factores de corrección.

fd	Factor de densidad especifica aparente
fr	Factor de rechazo
fs	Factor de semitamaño
fe	Factor de rendimiento
fa	Factor de cibrado por vía húmeda
fi	Factor de inclinación
fo	Factor de área libre

Fuente: (Flores Zabala, y otros, 2018)

El factor de densidad especifica aparente se calcula en base a la densidad del grano el café en cascara o cerezo tiene una densidad de 712 kg/m³ (Muñoz Moreno, y otros, 2016).

$$f_d = \frac{\rho}{1.6}$$

Se tiene:

Tabla 18.- Factor de densidad especifica aparente.

fd	0.445	
ρ	712	kg/m ³
	0.712	tn/m ³

Fuente: Propia

El factor de cibrado por vía húmeda también se interpolo debido a que los factores no aparecen para la luz de malla que se seleccionó.

Tabla 19.- Interpolación del factor de cibrado por luz de malla.

Luz de Malla	Factor de cibrado
mm	
11.2	1.35
12	1.32
12.5	1.3
20	1.12
21	1.12
22.4	1.13

Fuente: Propia

Así para cada luz de la malla se tendrá:

Tabla 20.- factor de cibrado por luz de malla.

Luz de Malla	fa
12	1.32
21	1.12

Fuente: Propia

El factor de inclinación depende de los grados de inclinación que tiene la zaranda se tomó la inclinación de zarandas para café de procesos más grandes que varía entre 1 a 5 grados por lo que se tomó 0.83 según la tabla obedece a factores de 0°, esto dará una flexibilidad para poder movilizar la zaranda hasta 5 grados.

El factor por área libre se determinó como de 20% como criterio de diseño esto da un factor de área libre de 0.4, teniendo el factor de corrección como el producto de todos los factores establecidos:

$$f_c = f_d f_{dr} f_s f_e f_a f_i f_o$$

Considerando que la maquina trabaja bajo condiciones normales de trabajo sin se toma un factor de operación de 1.2 así se calcula la sección de ambos pisos de la zaranda:

Tabla 21.- Secciones para ambos pisos de la zaranda.

	Piso 1	Piso 2	Unidad
S	0.17272047	0.19550398	m ²
T	0.3	0.279	ton/h
B	29.88	20.92	ton/m ² h
fd	0.45	0.45	valores adimensionales
fr	0.84	0.84	
fs	0.5	0.5	
fe	1	1	
fa	1.12	1.32	
fi	0.83	0.83	
fo	0.4	0.4	
fop	1.2	1.2	

Fuente: Propia

El tonelaje se determina de la producción que debe tener la despulpadora que es de 300 kg/h que es lo que ingresa al piso uno de la zaranda, debido a que en este piso se quedarán los frutos superiores a 21 mm se debe reducir al porcentaje de frutos que se quedan en esta malla como se mencionó en el título 4.1 este será del 7% así que se estima que el 93% pasa al segundo piso de la zaranda.

Considerando que esta zaranda es un acople a la despulpadora se establece que no debe ser más ancha que la tolva donde se acopla:

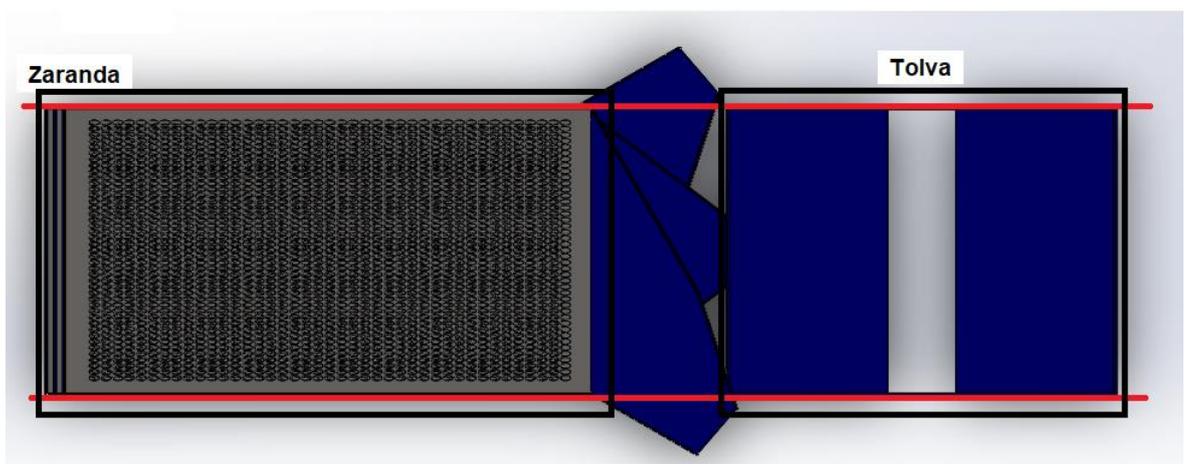


Figura 8.- Acople de la zaranda a la tolva del mismo ancho. Fuente: Propia

Teniendo el ancho de la tolva definido se tiene las dimensiones de la zaranda:

Tabla 22.- Medidas de la zaranda.

Medida	Piso 1	Piso 2	Unidad
Ancho	0.43	0.43	m
Largo	0.40	0.45	m

Fuente: Propia

El movimiento se lograra agregando un eje excéntrico unido a engranaje piñón que permite el movimiento del eje alimentador, el movimiento sera de 52 mm ya que este simula el movimiento que deberían realizar dos personas al sacudir la zaranda (Arias Sanchez, y otros, 2016).

Considerando el diámetro del eje de la polea:

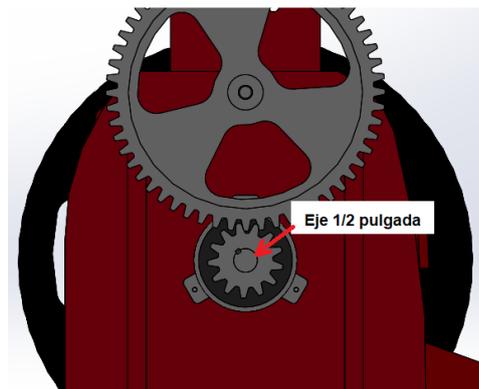


Figura 9.- Eje del piñón para el eje excéntrico. Fuente: Propia

Mediante el software de diseño SolidWorks se determinan las dimensiones del eje excéntrico según el eje donde se instalará y la distancia que se a determinado de movimiento de la zaranda.

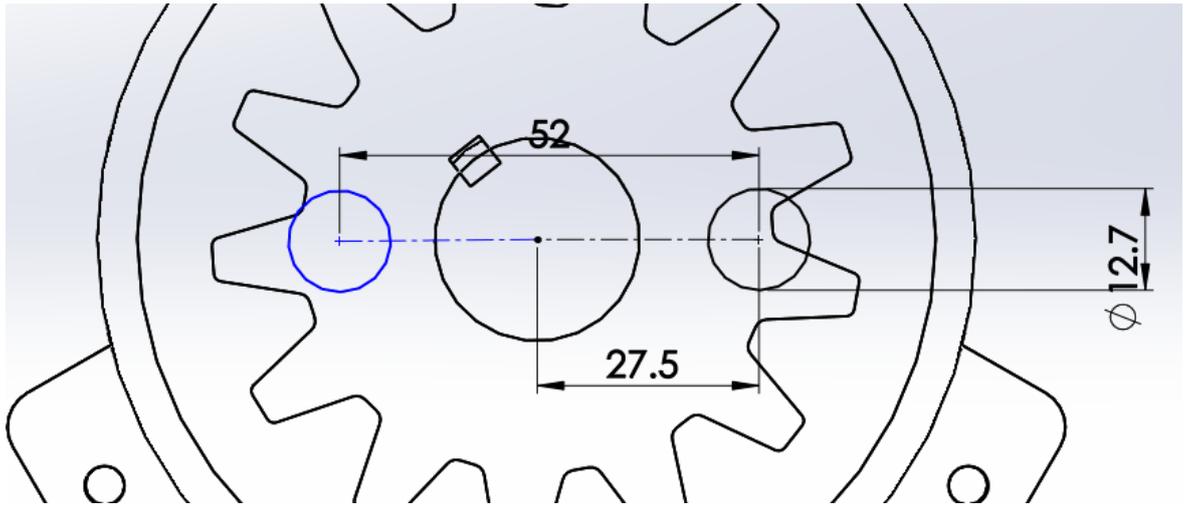


Figura 10.- Posición de la distancia que se quiere lograr con el eje excéntrico. Fuente: Propia

Es todo lo que se requiere para determinar el eje exentrico:

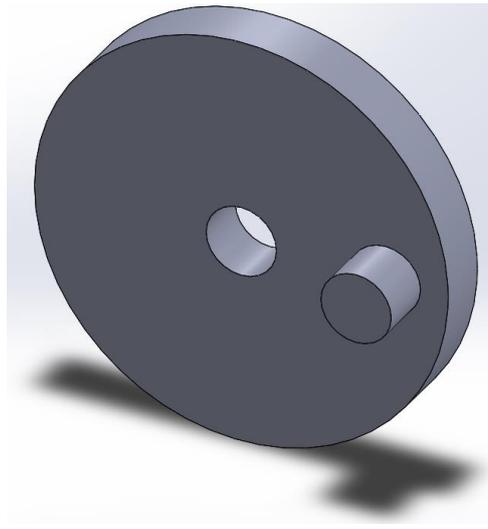


Figura 11.- Eje excéntrico para mover la zaranda. Fuente: Propia

Este eje mueve una varilla que sujeta la soportes sobre soportes móviles.

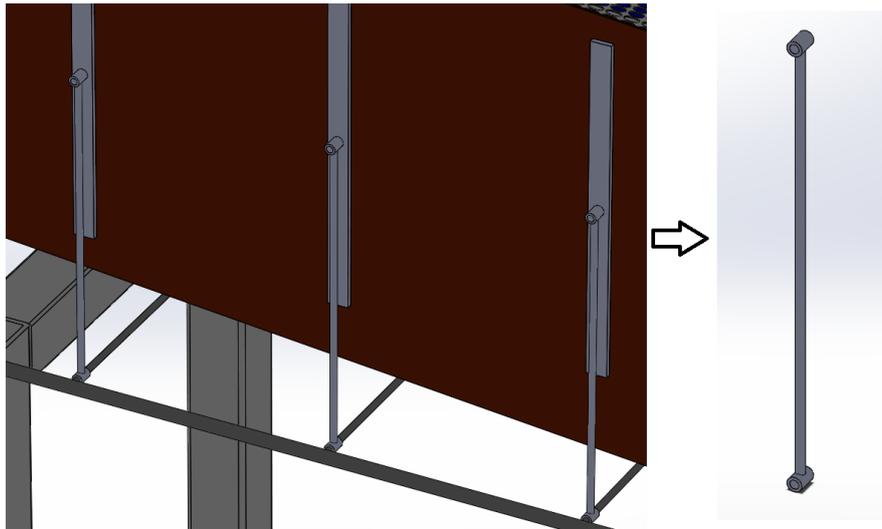


Figura 12.- soporte móviles que sujeta la zaranda. Fuente: Propia

La varilla que se mencionó proporcionar la conexión entre el eje excéntrico y la zaranda tiene la misma configuración, pero la distancia es mayor y se determinó mediante al modelado de toda la maquina en el software mencionado y las herramientas de medición que tiene dicho software.

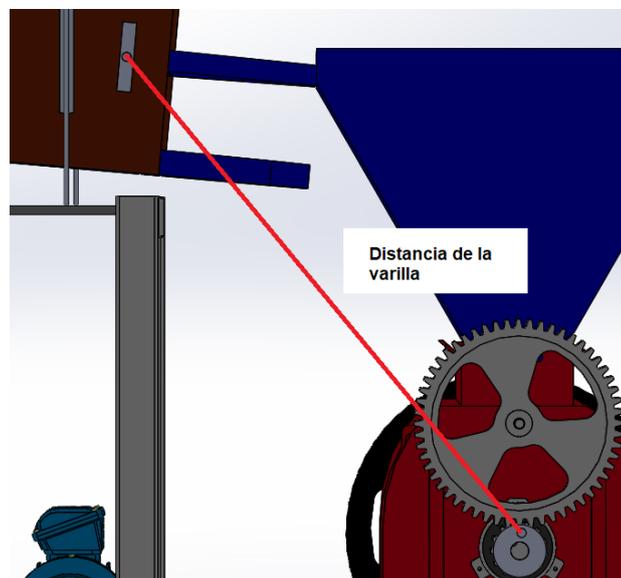


Figura 13.- Distancia de la varilla para movimiento de la zaranda. Fuente: Propia

La varilla para el movimiento que une a la zaranda con el eje excéntrico sera.

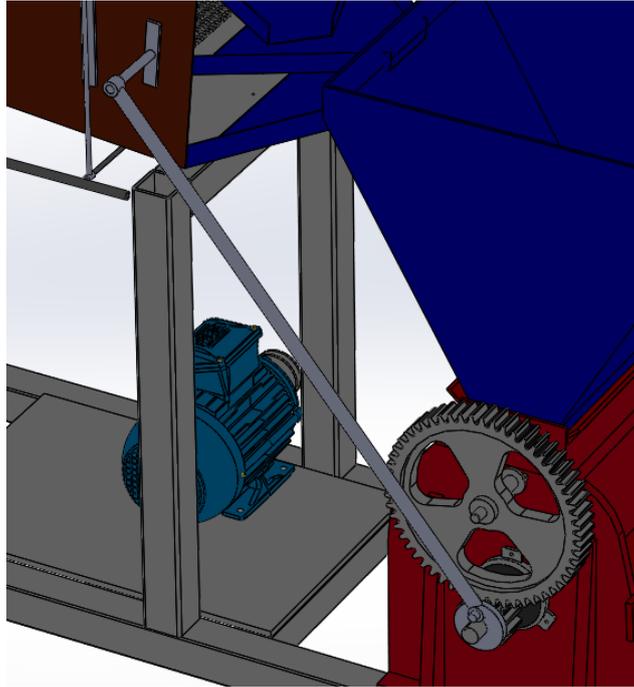


Figura 14.- Varilla de conexión entre el eje excéntrico y la zaranda. Fuente: Propia

El acople de la zaranda a la despulpadora sería como se muestra:

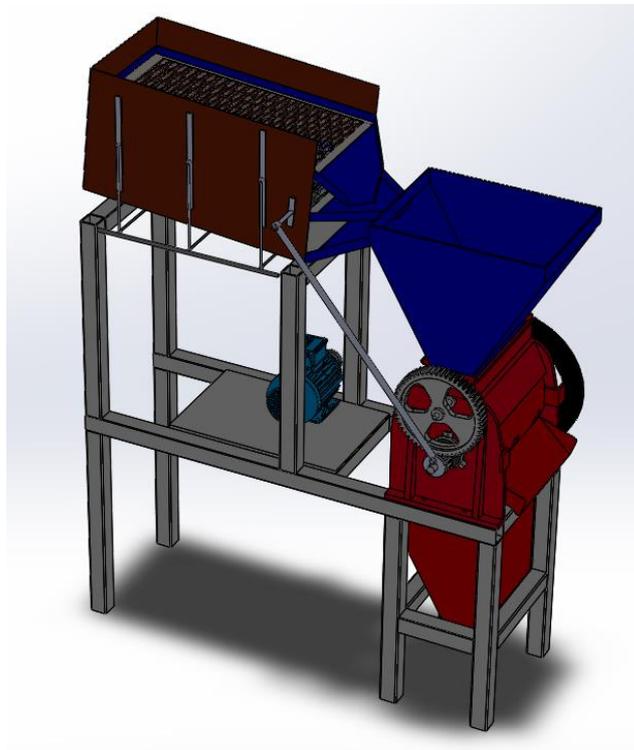


Figura 15.- Zaranda acoplada a la despulpadora. Fuente: Propia

4.4 Determinar las mejoras del despulpado de café con él la maquina optimizada

En este objetivo se determina los resultados de colocar la zaranda a la despulpadora. Según los análisis del muestreo que se realizó se determinó que de toda la producción:

Tabla 23.- Perdidas en la despulpadora Lamper.

	Promedio
Grano mordido	7%
Grano sin despulpar	2%

Fuente: Propia

La despulpadora como se menciona trabaja durante 6 horas, aunque según las especificaciones es de 300 kg/h, la producción diaria según el promedio de la tabla 4 sería de 262.25 kg/h, considerando que se trabaja de lunes a domingo mientras existe producto se establece los siguientes regímenes de producción considerando un mes completo de labores.

Tabla 24.- Régimen de producción con la capacidad promedio.

Producción promedio	159.25	kg/h
Tiempo de trabajo	6	h/día
Producción al día	955.5	kg/día
Producción semanal	6688.5	kg/semana
Producción mensual	200655	kg/mes

Fuente: Propia

Esta producción resulta como ideal siempre y cuando se trabaje todo el mes, primero con el análisis del grano mordido, según las muestras de la tabla 11 se determina el promedio de granos que se podrán despulpar al retirar el porcentaje de granos que no se tomaron en el análisis.

Tabla 25.- Porcentaje de granos que no se tomaron en cuenta durante el proceso.

Muestras consideradas	59	98.3%
Muestras no consideradas	1	1.7%
Total	60	100.0%

Fuente: Propia

Por lo que las pérdidas por granos mordidos deben reducirse al 98.3% de la afirmación que se tiene:

Tabla 26.- Porcentaje de granos mordidos según muestras tomadas.

Grano mordido	7%
Muestras consideradas	98.3%
	6.81%

Fuente: Propia

Considerando los granos sin despulpar de la tabla 12 se retiran el porcentaje de granos no tomados en cuenta para el diseño:

Tabla 27.- Porcentaje de granos que no se tomaron en cuenta durante el proceso.

Muestras consideradas	57	95.0%
Muestras no consideradas	3	5.0%
Total	60	100.0%

Fuente: Propia

Por lo que las pérdidas por granos sin despulpar deben reducirse al 95% de la afirmación que se tiene:

Tabla 28.- Porcentaje de granos mordidos según muestras tomadas.

Grano sin despulpar	2%
Muestras consideradas	95.0%
Muestras no consideradas	1.48%

Fuente: Propia

Con estos porcentajes se determina la producción que se recupera que ya al no tener la zaranda esta se perdería o le bajaría la calidad al café. Los granos mordidos reducen la calidad del café despulpado estos son del orden de:

Tabla 29.- Producción que reduce la calidad del café.

Producción mensual	200655	kg/mes
Grano mordido	6.81%	

Total	13657	kg/mes
-------	-------	--------

Fuente: Propia

Los granos que no son despulpados reducen la producción del café en el orden de:

Tabla 30.- Producción sin despulpar que no se vende.

Producción mensual	200655	kg/mes
Grano sin despulpar	1.48%	
Total	2966	kg/mes

Fuente: Propia

V. DISCUSIÓN

La presente investigación se generó para establecer una optimización en la maquina despulpadora Lamper, para esto se tomó como objeto de estudio una despulpadora Lamper de 300 kg/h, según la información recogida de la documentación existente sobre el tema del despulpado los factores más comunes en cuanto a este proceso es la aparición en el producto de granos mordidos y granos sin despulpar debido a que una de las características para la compra del café es la simetría del grano los granos mordidos reducen la calidad del producto de la despulpadora mientras que los granos no despulpados reducen la producción de la maquina ya que este grano no se puede vender como café despulpado.

Para cuantificar las fallas en la máquina que se tomó para el estudio se desarrolló un muestreo no probabilístico de acuerdo al régimen de trabajo de la empresa donde se tomó la máquina, esta trabaja durante 6 horas por lo que se tomó 3 muestras durante 4 días la primera dificultad que se encontró fue que la maquina realmente no produce la capacidad nominal, en primera instancia el café cerezo que ingresa a la maquina lo hace con un flujo másico de 262.25 kg/h, y el café despulpado tiene un promedio de 159.25 kg/h esto obedece realmente a solo el 53% de la capacidad nominal del producto esto es debido a que la maquina Lamper es una máquina que se fabrica de manera “hechiza” es de decir sin ningún sustento de diseño de ingeniería solo practico por lo que es consistente a que existan fallas como esta.

La producción que se menciona también cuenta con el producto sin despulpar y el producto mordido, para poder determinar la cantidad de granos sin despulpar y mordidos se apartó la producción durante la muestra mediante tendiendo una lona sobre la zona donde cae el producto, debido a que la pulpa cae en otra dirección fue fácil pesarla, los productos mordidos se seleccionaron con la ayuda del personal que labora en el pilado, de la misma forma se seleccionó el grano sin despulpar este debido a la práctica del personal fue separado de manera

más rápida. Después se pesó cada grano seleccionado y se descontó del peso total del grano despulpado. Con este procedimiento se cuantifico todas perdidas en el producto despulpado esto se debe a que debe a que la despulpadora Lamper no tiene como calibrar de manera automática la selección del grano que va a ingresar así con la variación de los tamaños del grano de café cerezo o en cascara se producen estas fallas,

Se determinó los tamaños del grano que no puede despulpar y los que salen como mordidos bajando la calidad del producto, para esto también se realizó un muestreo de cada muestra tomada para registra el peso se selección 15 granos al azar tanto del grano no despulpado como del grano mordido y se midió los diámetros de cada grano teniendo así 60 datos por tipo de defecto que se presenta en el producto, de estos se separaron los datos que apareció una o dos veces solamente y se generó un promedio de los restantes, así se determinó de qué tamaño serán los granos que deben separarse para poder determinar las mejoras que se realizaron a la máquina.

El parámetro que se debe mejorar para poder optimizar el producto es la selección del grano de café cerezo por tamaño, la maquina se rige a despulpar el grano por medio de fricción el grano al entrar por la tolva se distribuye por un eje de distribución que expande el grano a lo ancho del cilindro de fricción que raspa el grano contra una camiseta estacionaria dentro de la maquina dividiendo el grano en sus dos semillas y arrojando por la fuerza centrífuga la pulpa hacia atrás y la semilla por los costados de la despulpadora. Debido a esto la distancia entre el rodillo y la camiseta debe ser de acuerdo a el tamaño del grano, y aunque esta distancia se puede regular el problema es que esta regulación no se logra de manera automática se tiene que, para el proceso para regular dicha distancia, así que la manera de optimizar dicha maquina o el proceso en dicha maquina es seleccionar el grano de manera automática antes de ingresar a la despulpadora.

Para el diseño de la zaranda se toma la capacidad nominal de la maquina es decir a 300 kg/h debido que la baja producción puede deberse a aspectos que no se tomaron en cuenta en esta investigación, esta se determina con dos pisos en el superior que se nombra como piso 1 se diseña para retirar los granos de mayor tamaño es decir lo que al ingresar a la despulpadora se muerden, mientras que en el piso inferior nombrado como piso 2 se retendrán los granos pequeños que no se podrían despulpar, estos granos separados en ambos pisos tienen salidas independientes ya al terminar la producción se pueden despulpar calibrando aun tamaño óptimo la separación del cilindro con la camiseta. Al final se cuantifico generando un indicador para granos sin despulpar y un indicador para granos mordidos en la despulpadora Lamper de 300 kg/h, se determinó un mes de trabajo bajo las estipulaciones que tiene la empresa a la cual pertenece la maquina con la que se generó la toma de datos, esto es semanas de 6 horas diarias de lunes a domingo durante las temporadas de producción o mientras exista producto que despulpar, así se determinó que si un mes se trabaja bajo este régimen se estaría recuperando 13 657 kg de granos de café mordidos y 2 966 kg/mes de café sin despulpar.

De la misma manera que **Hernández (2015)**, en su tesis “Diseño de una despulpadora de café”, se determinó el diseño de la zaranda según los requerimientos de la empresa a diferencia de él en la investigación que se presenta en este informe no se pretende mejorar la producción directamente sino mejorar u optimizar el proceso de despulpado de la maquina Lamper, esta máquina al ser hechiza o fabricada de manera artesanal sin ningún protocolo de pruebas presenta una gran gama de oportunidades para su mejora.

En consistencia con lo que se menciona en la investigación de la revista “La despulpadora de café y sus cuidados”, el café es un producto apreciado a nivel internacional por lo que la demanda del mismo es progresiva debido a esto se tiene que conseguir o fabricar tecnología que mejora los proceso de pilado, esto en general se desarrolla de manera

artesanal debido a que a nivel nacional los pequeños productores abundan y el aumento de información sobre las tecnologías para la producción de pilado de café se vuelve cada vez más fácil de obtener, las maquinas se empiezan a fabricar en pequeños talleres con base muy precisa en las experiencias del personal que ha trabajado con maquinarias extranjeras de manera directa durante el funcionamiento o mantenimiento de las mismas y entiende el funcionamiento de cada una así se fabrican a modo empírico sin tener una base sólida de los parámetros de funcionamiento por lo que no se logran las características deseadas de manera concreta.

Con los resultados de la investigación de este informe se concuerda completamente la investigación de **Báez (2015)** en titulada “Diseño y construcción de un prototipo de máquina despulpadora de café para el proyecto Café de Quito impulsando por la agencia metropolitana de promoción económica”, en donde establece que la preselección del grano es uno de los subprocesos más importantes antes de ingresar dicho grano al pilado ya que esta selección establece que los granos pilados tengan un estándar de tamaño para una mejora en la calidad del grano.

Al igual que la investigación de **Jotagallo (2014)** en su trabajo denominado “Manual técnico de funcionamiento e instalación y estudios de las despulpadoras”, se concuerda que la falla principal en las despulpadoras de rodillo en la cuales se usa la fricción de un rodillo contra una pechera o camiseta estática es la variación en el tamaño del grano que ingresa al proceso de pilado ya que no tiene forma de variar la distancia entre estos dos componentes los granos e mayor tamaño serán mordidos durante el despulpado mientras que los granos de menor tamaño no podrán ser despulpados así la maquina se pierde la calibración debido a los granos de mayor tamaño y baja la producción y calidad del grano despulpado.

VI. CONCLUSIONES

- Se determina que la maquina tiene una producción de 159.25 kg/h y un promedio de ingreso del grano de 262.25, en la producción del grano pilado se evidencia aparte del grano despulpado correctamente que entre el 6% y 7% de granos salen mordidos, mientras que entre el 1% y 2% salen sin despulpar.
- Se determinar que el parámetro que lleva a que sucedan las fallas por granos mordidos y granos sin despulpar es la falta de selección del café por tamaño antes del ingreso a la maquina debido a que se estipulo que los granos del café cerezo superiores a 21 mm de tamaño salen mordidos y los que son inferiores a 12 mm salen sin despulpar.
- Se determina que la mejora del parámetro se obtiene agregando una zaranda a la despulpadora esta se establece con dos pisos el primero con una luz de maya de 21 mm donde se separa el grano de café cerezo de mayor tamaño no y el segundo piso que está colocado por debajo con una luz de maya de 12 mm separara los granos de menor tamaño, la producción de la zaranda se tomó al igual que la nominal de la despulpadora 300 kg/h, y se determinó un eje excéntrico con una que se sujetara al eje de distribución de la tolva en la despulpadora para generar un movimiento lineal de la zaranda de 52 mm.
- Se determinó las mejoras de la despulpadora en una recuperación del grano perdido con un 6.81% delos granos mordidos y un 1.48% para los granos sin despulpar eso haría que se recuperen en un mes de trabajo un total de 13657 kg/mes de granos mordidos y 2966 de granos sin despulpar.

VII. RECOMENDACIONES

- Se debe llevar un registro detallado del funcionamiento de la máquina para posibles mejoras o análisis.
- Se debe consolidar un proceso de calibración según el grano de la zona de producción para reducir los tiempos durante el ajuste del cilindro de fricción con la camiseta estática para el despulpado.
- Se debe considerar un ajuste entre cilindro y camiseta de manera automática.
- Ejecutar un prototipo para determinar la consistencia del diseño.

REFERENCIAS

Alberto, Piscoya Caton Junior. 2018. *Diseño de una máquina desmucilagadora automatizada para café con capacidad de 500kg/h.* Ingeniería Mecánica y Eléctrica, Universidad Señor de Sipán . Pimentel : s.n., 2018. pág. 218, Tesis .

Alejandra, Salamanca Romero Claudia. 2015. *Métodos Estadísticos para evaluar la calidad del café.* Ciencias Experimentales , Universitat de Girona . Girona : s.n., 2015. pág. 168 , Proyecto de tesis para programa de Doctorado en Ciencias Exxperimentales y Sostenibilidad .

Andrea, Boyacá Vásquez Licett. 2018. *Estudio exploratorio de la obtención de café verde mediante beneficio Honey y la determinación de su calidad en taza.* Ingeniería y Ciencias, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá : s.n., 2018. pág. 134, Tesis.

Anthony, Chavarrita Catrejon Roly. 2018. *Diseño de una máquina desmucilagadora automatizada para café con capacidad de 500kg/h.* Ingeniería Arquitectura y Urbanismo , Universidad Señor de Sipán . Pimentel : s.n., 2018. pág. 218 , Tesis .

Antonio, Diaz Hernandez Dewin. 2016. *Diseño de una Despulpadora de café.* Ingeniería , Fundación Universidad de América . Bogotá : s.n., 2016. pág. 170, Tesis .

Báez Villacis, Juan Carlos. 2015. *Diseño y Construcción de un Prototipo de Máquina Despulpadora de Café para el Proyecto "Café de Quito" Impulsado por la Agencia Metropolitana de Promoción Económica (Conquito).* Facultad de Ingeniería Mecánica, Escuela Politécnica Nacional. Quito : s.n., 2015. pág. 184, Tesis Pregrado.

Camacho Fonseca, Stanley. 2015. *Diseño de un secador para café mediante el calentamiento del aire etapas utilizando energía solar.* Escuela de Ingeniería Mecánica , Universidad de Costa Rica. Santa María de Dota : s.n., 2015. pág. 146, Trabajo final de graduación .

Caranqui, Mora. 2015. *Diseño de un secador rotatorio.* Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción , Escuela Superior Politécnica del Litoral . Guayaquil : s.n., 2015. pág. 114, Tesis final para graduación.

Carlos, Báez Villacís Juan. 2015. *Diseño y construcción de un prototipo de máquina despulpadora de café para el proyecto café quito impulsado por la agencia metropolitana.* Ingeniería Mecánica, Escuela Politécnica Nacional . Quito : s.n., 2015. pág. 184, Tesis .

Cesar, Cubas Arbildo Julio. 2018. *Diseño de un secador rotativo de 1.5 Ton. para deshidratar semillas de café en la zona norte del Perú.* Ingeniería , Universidad César Vallejo. Chiclayo : s.n., 2018. pág. 130, Tesis .

Díaz Hernandez, Dewin Antonio. 2016. *Diseño de una Despulpadora de café.* Facultad de Ingeniería , Fundación Universidad de América . Bogotá : s.n., 2016. pág. 170, Proyecto de grado para el título de Ingeniero Mecánico .

Díaz Hernandez, Dewin Antonio. 2016. *Diseño de una Despulpadora de café.* Facultad de Ingeniería , Fundación Universitaria de América . Bogotá : s.n., 2016. pág. 170, Proyecto integral de grado para obtener el título de Ingeniero Mecánico.

Dynamic modeling of coffee beans dryer. **Christian Zuluaga-Bedoya, Lina M. Gomez. 2015.** Colombia : IEEE, 14 de October de 2015, 2015 IEEE 2nd Colombian Conference on Automatic Control (CCAC), pág. 187.

Enrique, Betanco Velásquez Wilver. 2015. *Calidad física-organoléptica del café en el manejo orgánico y manejo convencional.* Ingeniería Agronómica , Universidad Nacional Agraria . Managua : s.n., 2015. pág. 57.

Euselmar, Vásquez Gonzales Guiyer. 2016. *Efectos del proceso beneficio humedo de café sobre la sostenibilidad hídrica de la microcuenca la suiza, chiapas.* Ingeniería, El Colegio de la Frontera Norte. Monterrey : s.n., 2016. pág. 135, Tesis .

Gustavo, Castelán Acosta. 2016. *Propuesta de Automatización del proceso para obtencion del cafe Tostado y molido.* Ingeniería Mecánica y Eléctrica , Instituto Politécnico Nacional . México : s.n., 2016. pág. 135, Tesis .

Instituto Interamericano de Cooperacion para la Agricultura. 2010. *Guía Técnica para el Beneficiado de Cafe Proyegido bajo una Indicación Geografica o Denominacion de Origen.* [ed.] Nelson Omar Fúnez, Guillermo Canet y Armando Garcia . s.l. : Litografía Impresa, 2010.

Iván, Chúga Chamorro Jefferson. 2018. *Evaluación de parámtros tiempo, temperatura y variedad de café arábica coffea arábica castillo y típica en el*

proceso de tostado. Ingenierías de Ciencias Agropecuarias y Ambientales , Universidad Técnica del Norte . Ibarra : s.n., 2018. pág. 168, Tesis .

Jarapa Quispe, Ermilio. 2015. *Caracterización Organoléptica en taza del café orgánico Variedad caturra según su altitud*. Escuela profesioanl de Ingeniería Agroindustrial , Universidad Nacional del Altiplano . Puno : s.n., 2015. pág. 72.

Jarata Quipe, Ermilio. 2015. *Evaluación de perfiles de taza en tres zonas Productoras de café Variedad Catimor en el valle del distrito de ayapata-carabaya*. Escuela profesional de Ingeniero. Puno : s.n., 2015. pág. 72, Tesis .

Jordi, Besora Magem. 2017 . *Secador Solar de Café. Secador Solar de Café*. Cajamarca : Economía Solidaria y Sostenibilidad Ambiental, 2017 , pág. 30 .

Oscar, Ramirez Hernández. 2015. *Diseño de un secador para café mediante el calentamiento del aire en dos etapas utilizando energía solar*. Ingeniería , Universidad de Costa Rica . Costa Rica : s.n., 2015. pág. 146, Proyecto de Tesis .

Pablo, Parra Rosero. 2017. *Modelación de un proceso de secado de cacao utilizando una cámara rotatoria cilíndrica y flujo de aire caliente*. Ingeniería , Universidad de Piura . Piura : s.n., 2017. pág. 233, Tesis para grado de Doctor en Ingeniería .

Pilar, García Salazar Nora del. 2014. *Influencia de la pulpa y agua de despulpado del café (coffe arábica)*. Ingeniería y Ciencias Agrarias , Universidad Nacional Toribio Rodriguez de Mendoza de Amazonas . Chachapoyas : s.n., 2014. pág. 61, Tesis .

Ramírez Hernández, Oscar. 2015. *Diseño de un secador para café mediante el calentamiento del aire en dos etapas utilizando energía solar*. Escuela de Ingniería Mecánica , Universidad de Costa Rica . Santa maría de Dota : s.n., 2015. pág. 146, Trabajo final de graduación .

Teresa, Gonzáles Escalante. 2018. *Los pequeños productores de café en chiapas y el desarrollo de capacidades locales a partir del proceso de integración al comercio justo*. Ingeniería , El Colegio de la Frontera . Tijuana : s.n., 2018. pág. 160 , Tesis .

ANEXOS

ANEXO N° 03: MATRIZ DE OPERACIONALIDAD DE VARIABLES

Variables independientes	Definición Conceptual	Definición Operacional	Indicador	Escala de Medición
		Establecer condiciones de operación	Acción 1/acción 2 /acción 3/ acción 4	Ordinal
Mejorar la clasificación del grano de café	Determinar cómo opera de manera física la maquina despulpadora para entender su funcionamiento.	Rediseñar la máquina para poder clasificar los granos de café	Granos por encima del promedio Granos por debajo del promedio	Razón Razón
Variables dependientes	Definición Conceptual	Definición Operacional	Indicador	Escala de Medición

Mejorar la calidad del grano mordido y sin despulpar de café	Aumentar las condiciones de calidad del grano de café según las pruebas de laboratorio.	Granos sin despulpar	kilogramos	Razón
		Granos mordidos	kilogramos	Razón

ANEXO N° 4.- INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Ficha para geometria de la maquina	
Pieza	
Medidas:	
Bosquejo	

Ficha para Producción

Muestra	Dia (kg)			
	1	2	3	4
1				
2				
3				

Ficha para tamaño del grano

Grano mordido	Medida (mm)			
	1	2	3	4
1				
2				
3				
4				

5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
Grano sin despulpar	Medida (mm)			
	1	2	3	4
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				

ANEXO N° 05: TABLAS PARA CÁLCULO DE LA ZARANDA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Ingeniería Mecánica – FIM
Proyecto de Máquinas

Capacidad Básica (B)

Los valores de la capacidad básica han sido obtenidos de forma separada para materiales naturales (redondeados), materiales triturados (cúbicos) y para carbón.

Las condiciones bajo las que se ha obtenido esta capacidad es:

- Densidad aparente del producto: 1,6 ton/m³
- Malla de alambre de acero
- Área libre de malla: 50%
- Posición de la malla: Primera.
- Inclinación de la criba: 20°.
- El rechazo del producto de alimentación: 25%
- Porcentaje de partículas inferiores a la mitad de la luz en el producto de alimentación: 40%
- Rendimiento de cribado: 94%

Bajo estas condiciones se obtuvo la siguiente tabla:

Tabla 7. Capacidad Básica

Capacidad Básica B (Ton/m ² .h)			
Luz de Malla (mm)	Carbón	Cúbico	Redondeado
0,5	2,0	2,7	3,5
0,8	2,6	3,4	4,4
1,0	2,8	3,7	4,9
1,3	3,1	4,1	5,5
2,0	4,0	5,3	7,1
4,0	6,0	8,0	10,5
5,6	7,5	10,0	13,0
6,3	8,1	10,8	14,0
8,0	9,4	12,5	16,0
10,0	10,8	14,4	18,6
12,5	12,5	16,6	21,5
16,0	14,3	19,0	25,1
20,0	16,5	22,0	29,0
25,0	19,5	26,0	33,4
31,5	22,5	30,0	37,9
40,0	26,0	34,7	42,5
50,0	29,3	39,0	47,4
63,0	33,0	44,0	52,0
80,0	36,8	49,0	57,0
100,0	42,0	56,0	63,0
120,0	47,3	63,0	68,0



Factores de Corrección (f_c)

Como se mencionó antes, la capacidad básica ha sido calculada bajo unas condiciones muy concretas. Es por ello que surge la necesidad de aplicar unos factores de corrección a la capacidad básica (B) que nos permitirán obtener un valor de la capacidad que se ajuste a nuestras condiciones de operación. Los factores se desarrollan a continuación.

1. Factor de densidad específica aparente (f_d)

Para los valores de densidad aparente (ρ_a) distintos a $1,6 \text{ ton/m}^3$, el factor de densidad será:

$$f_d = \frac{\rho_a}{1,6}$$

2. Factor de Rechazo (f_r)

El factor de rechazo es cuantas partículas están por encima de la dimensión de la malla. Para corregir el valor se tiene la siguiente tabla:

Tabla 8. Factor de Rechazo.

Porcentaje de rechazo %	Factor de Rechazo (f_r)
0	1,10
5	1,08
10	1,06
15	1,04
20	1,02
25	1,00
30	0,98
35	0,96
40	0,94
45	0,92
50	0,90
60	0,88
70	0,86
80	0,84



3. Factor de Semitamaño (f_s)

El factor de semitamaño es el contenido de partículas que son inferiores a la mitad de la luz de la malla. Para corregir esta condición se tiene la siguiente tabla:

Tabla 9. Factor de Semitamaño.

Porcentaje de semitamaño (%)	Factor de semitamaño (f_s)
0	0,50
5	0,55
10	0,60
15	0,65
20	0,72
25	0,77
30	0,85
35	0,92
40	1,00
45	1,10
50	1,20
55	1,30
60	1,45
65	1,60
70	1,75
75	1,95
80	2,20
85	2,55
90	3,00
95	3,65

4. Factor de Rendimiento, E (f_e)

Los valores del coeficiente de eficiencia o rendimiento para rendimientos usuales son los siguientes:

Tabla 10. Factor de Rendimiento.

Rendimiento (%)	Factor de eficiencia (f_e)
98	0,60
96	0,85
94	1,00
92	1,05
90	1,12
85	1,26
80	1,41



5. Factor de Cribado por vía Húmeda (f_a)

Para cribados por vía húmeda (Humedad mayor al 9%) hay que introducir un nuevo factor de corrección cuyo valor dependerá de la luz de la malla.

Tabla 11. Factor de cribado por vía húmeda.

Luz de la malla (mm)	Factor de cribado por vía húmeda (f_a)
< 0,50	1,00
1,00	1,42
1,25	1,70
2,00	2,20
4,00	2,50
5,60	2,35
6,30	2,25
8,00	2,00
10,00	1,42
11,20	1,35
12,50	1,30
14,00	1,25
16,00	1,20
20,00	1,12
22,40	1,13
31,50	1,06
40,00	1,03
50,00	1,00

6. Factor de Abertura de Malla (f_m)

Este factor va a depender del tipo de abertura que posea la malla (cuadrada, rectangular y redonda) tomando como valor los que se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 12. Factor de abertura de malla.

Tipo de abertura	Factor de Abertura de Malla (f_m)
Cuadrada	1,00
Redonda	0,80
Rectangular	1,20

7. Factor de Lajosidad (f_l)

Se consideran lajas aquellas partículas cuya longitud es 3 veces a cualquiera de las otras dos dimensiones.

La presencia de lajas puede hacer disminuir la capacidad de la criba es por eso que se debe reconocer el porcentaje de lajas que forman parte de la alimentación y aplica el factor de corrección correspondiente. Se usa la siguiente tabla:



Tabla 13. Factor de lajas.

% Lajas	Factor de Lajosidad (f_l)
< 5	1,00
10	0,95
20	0,85
30	0,80
40	0,75
50	0,70
60	0,65
70	0,60
80	0,55

8. Factor de Posición del Paño (f_p)

Las telas o paños inferiores no aprovechan toda su superficie útil en la operación de cribado debido a las trayectorias de las partículas, por ello habrá que introducir un factor de corrección que tenga en cuenta la posición relativa de la superficie de cribado:

Tabla 14. Factor de posición del paño.

Piso	Factor de posición del Paño (f_p)
Primer	1,0
Segundo	0,9
Tercer	0,8
Cuarto	0,7

9. Factor de Inclinación (f_i)

Para corregir la inclinación de la criba a diseñar se usa la siguiente tabla:

Tabla 15. Factor de inclinación.

Inclinación de la criba ($^\circ$)	Factor de inclinación (f_i)
0	0,83
5	0,87
10	0,94
15	0,96
20	1,00

10. Factor de Área Libre (f_a)

El Área Libre representa la superficie útil de cribado, sin tener en cuenta la superficie ocupada por los alambres. Por lo tanto, a medida que aumenta el área libre, lo hace



en la misma medida la capacidad. Este valor se puede encontrar en los catálogos de las cribas. El factor se corrige con la siguiente tabla:

Tabla 16. Factor de área libre.

Superficie Libre %	Factor de Área Libre (f_a)
15	0,30
20	0,40
25	0,50
30	0,60
35	0,70
40	0,80
45	0,90
50	1,00
55	1,10
60	1,20
65	1,30
70	1,40
75	1,50

Factor de Servicio (f_{op})

Como la operación de cribado no va a ser perfecta. Se incrementa el valor de la superficie de cribado en un 20% para operaciones normales ($f_{op} = 1,20$) y en un 40 % para operaciones dificultosas ($f_{op} = 1,40$).

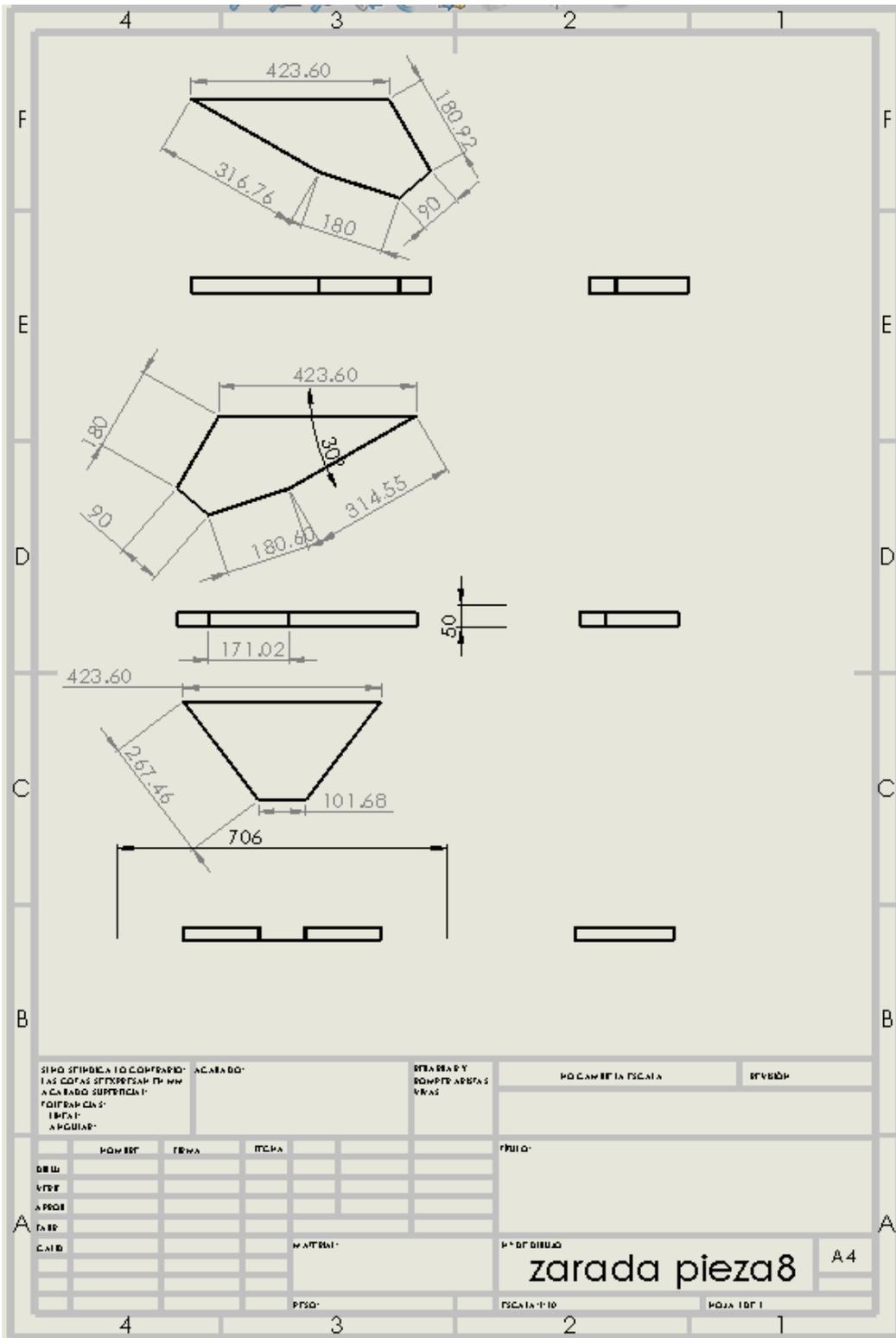
Cálculo de las cribas

En el diseño de esta zaranda vibratoria se considera dos pisos. En el primer piso se rechazará los elementos de mayor dimensión al ajonjolí. Luego, en el segundo piso se filtrarán los elementos residuales de menor dimensión del ajonjolí.

En el diseño se a considerado usar mallas de poliuretano ya que es un cribado a condiciones mayores del 9% de humedad.

Para cada piso se dimensionará la superficie de cribado. Cabe resaltar que la superficie de cribado mayor será la superficie base para el diseño. El diseño se hará en base a las dimensiones de las cribas que nos ofrece el fabricante.

En la siguiente tabla se muestran las características del tipo de mallas a usar para el primer y segundo piso.



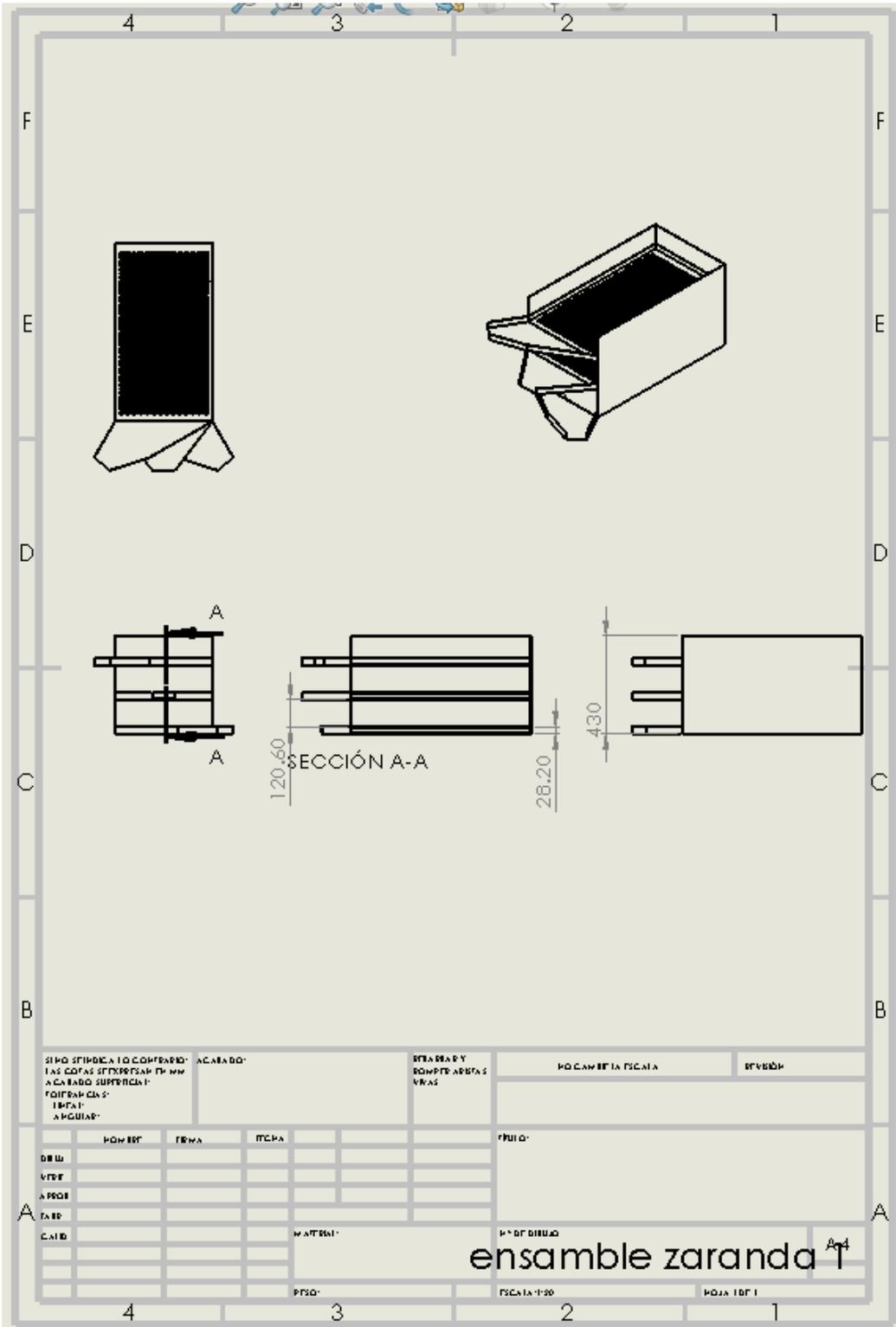
SI NO SE INDICA LO CONTENDRAN LAS COTAS SE ENTENDEN QUE SON A CABALLO SUPERIOR		ACABADO:		ESTRIBOS Y BOMPTE ARRIBA		NO CANTONERA ESCALA		ELEVACIÓN	
CONDICIONES: TIPO: ANGULAR:									
DE DIB.	HOYER	TERMA	ITCPA	PISO:					
VERE									
A PROF.									
DATE									
CALIB.				MATERIA:		Nº DE DIBUJO		A4	
				PISO:		ESCALA 1:10		HOJA 1 DE 1	

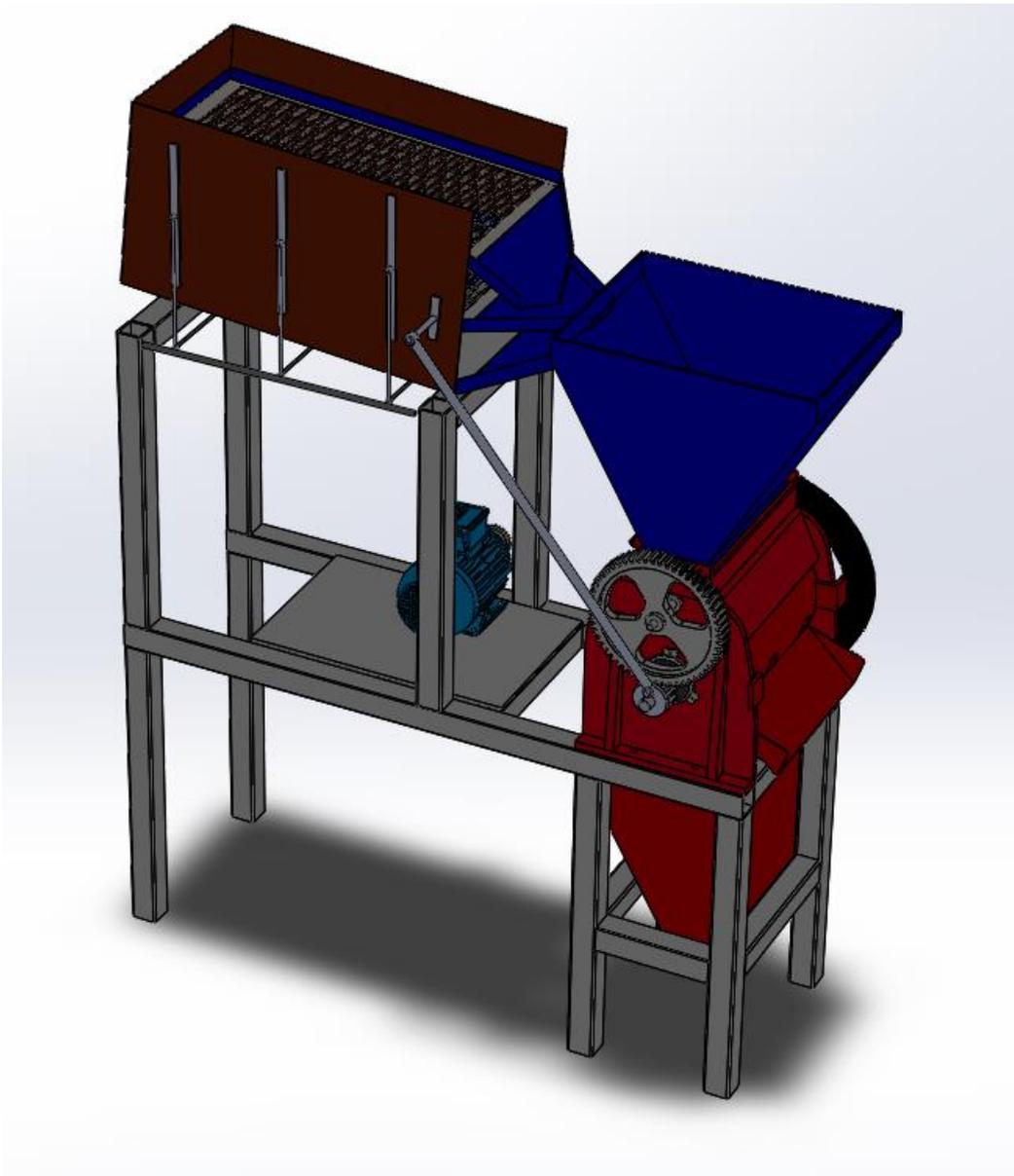
zarada pieza8

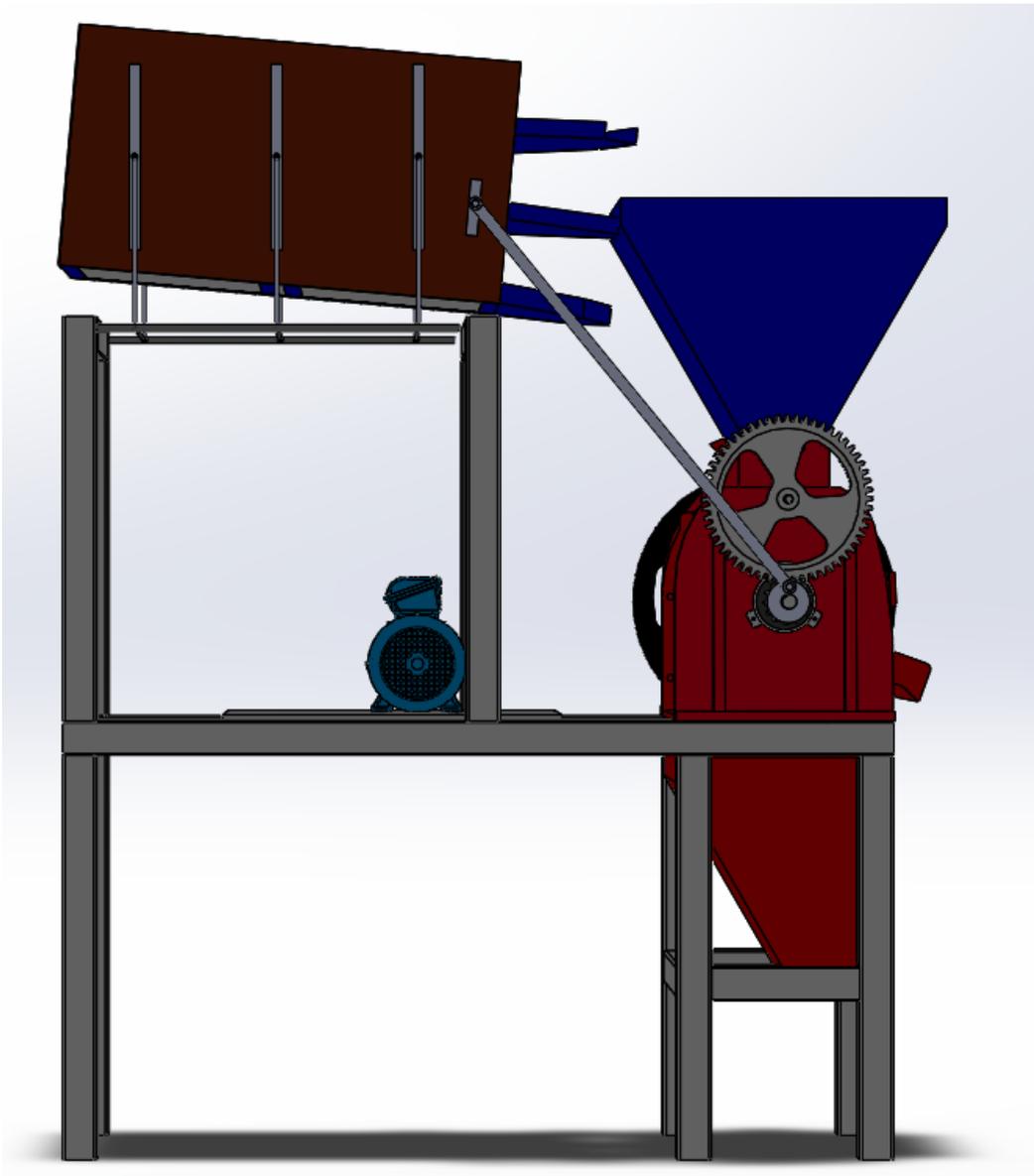
A4

ESCALA 1:10

HOJA 1 DE 1









Declaratoria de Originalidad del Autor / Autores

Yo (Nosotros), JUAN HUBER OBLITAS OLIVERA estudiante(s) de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA y Escuela Profesional de INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO, declaro (declaramos) bajo juramento que todos los datos e información que acompañan al Trabajo de Investigación / Tesis titulado: "OPTIMIZACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE OPERACIÓN DE UNA DESPULPADORA LAMPER PARA MEJORAR LA CALIDAD DEL GRANO DESPULPADO DE CAFÉ LONYA GRANDE-UTCUBAMABA, 2020", es de mi (nuestra) autoría, por lo tanto, declaro (declaramos) que el Tesis:

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

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

Apellidos y Nombres del Autor	Firma
JUAN HUBER OBLITAS OLIVERA DNI: 46012524 ORCID 0000-0002-1216-9140	Firmado digitalmente por: OOLIVERAJH el 28 Jul 2020 18:44:57

Código documento Trilce: 43792