



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

**Diseño de una maquina secadora de café orgánico para
mejorar la calidad del producto en el centro poblado
chiñama_kañaris**

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

AUTOR:

De La Cruz De La Cruz, Wilson (ORCID: 0000-0001-8740-8452)

ASESOR:

Dr. Carranza Montenegro, Daniel (ORCID: 0000-0001-6747 -6915)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Generación, Transmisión y Distribución

CHICLAYO – PERÚ

2020

Dedicatoria

A nuestro creador del cielo y de la tierra, por darme esas fuerzas para seguir luchando y concluir la universidad.

A mi enamorada por ayudarme motivarme a seguir adelante y culminar y cumplir las metas trazadas

Agradecimiento

Agradezco especialmente a nuestro señor todo poderoso, porque ha sido el forjador de nuestro camino y sobre todo por guiarnos en sabiduría y conocimiento para poder culminar la carrera universitaria.

A mis padres, por brindarme su amor y darme sabios consejos y apoyo incondicional hemos logrado, llegar hasta aquí con espíritu de humildad, honestidad y deseo de superación.

Finalmente agradecerle a la universidad cesar vallejo Chiclayo y a los asesores Msc. Fredy Dávila Hurtado. Dr. Daniel Carranza Montenegro, Dr. William Fernando Villarreal Albitres, quienes fueron nuestros motores a lo largo del desarrollo de la investigación y guía constante hicieron de mí una persona perseverante, logrando así culminar con éxito la carrera universitaria.

Índice de contenidos

Dedicatoria	1
Agradecimiento	2
Índice de contenidos	3
Índice de tablas	4
Índice de Gráficos y Figuras.....	5
Índice de Abreviaturas.....	6
Resumen	8
Abstract	9
I. INTRODUCCIÓN	10
II. MARCO TEÓRICO	12
III. METODOLOGÍA.....	19
3.1. Tipo y diseño de investigación	19
3.2. Variables y Operacionalización	19
3.3. Población y muestra.....	20
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	20
3.5. Procedimiento	21
3.6 Método de análisis de datos	21
3.7. Aspectos éticos	21
IV. RESULTADOS	22
4.4 Realizar una evaluación económica del proyecto mediante los indicadores VAN y TIR.....	44
V. DISCUSIÓN	47
VI. CONCLUSIONES.....	49
VII. RECOMENDACIONES.	50
REFEENCIAS	51
Anexos	53

Índice de tablas

Tabla 1 Obtención de beneficio de café en Piura.....	16
Tabla 2 Obtención de beneficio de café en Piura.....	16
Tabla 3 Producción de café en el centro oblado Chiñama en el año 2019	23
Tabla 4 Diagnostico de proceso de café	16
Tabla 5 Porcentaje de humedad del café	20
Tabla 6 Costo de maquina	44
Tabla 7 Actividades y costos	45
Tabla 8 VAN y TIR	46

Índice de Gráficos y Figuras

Figura 1 Secado en patios.....	17
Figura 2 Secado en gaveta	17
Figura 3 Secado en techo de vidrio.....	18
Figura 4 Centro poblado de chinama	22
Figura 5 Almacigo o semillas de café.....	23
Figura 6 Cultivo de café orgánico.....	24
Figura 7 Secado de café en el centro poblado Chiñama -cañarís.....	17
Figura 8 Secado de café en tablas de madera en el distrito cañarís.....	17
Figura 9 determinar la humedad mediante la audición ¡Error! Marcador no definido.	
Figura 10 Porcentajes de producción por zonas en el Perú.....	20
Figura 11 Diseño del tambor	27
Figura 12 diseño del tambor.....	29
Figura 13 Diseño del tambor	32
Figura 14 Motor reductor.....	37
Figura 15 Motor reductor.....	38

Índice de Abreviaturas

Q	=	<i>Flujo de calor [w]</i>
$^{\circ}K$	=	<i>grados kelvin</i>
C_{pc}	=	<i>calor específico del café</i>
H	=	<i>altura [m]</i>
H_c	=	<i>coeficiente de trasmisión de calor por convección</i>
K	=	<i>coeficiente de conductividad</i>
L_t	=	<i>longitud del tambor</i>
M_x	=	<i>momento flector del eje</i>
r	=	<i>radio</i>
V_a	=	<i>flujo de aire recomendable</i>
W	=	<i>peso total [kg]</i>
d	=	<i>diámetro</i>
v_c	=	<i>volumen del cilindro</i>
R	=	<i>resistencia</i>
v	=	<i>voltios</i>
i	=	<i>intensidad</i>
x_1	=	<i>contenido de humedad inicial del producto [%]</i>
x_f	=	<i>contenido de humedad final [%]</i>
c_s	=	<i>capacidad del secador</i>
t_s	=	<i>temperatura de secado</i>
m_{ai}	=	<i>masa de agua inicial</i>
Q_t	=	<i>calor teórico</i>
C_{pc}	=	<i>calor específico del café</i>
Q_s	=	<i>calor sensible del café</i>
Q_l	=	<i>calor latente</i>
μ	=	<i>viscosidad dinámica</i>
V_a	=	<i>velocidad de flujo recomendable</i>
M_{as}	=	<i>masa de aire seco</i>

V_{as}	=	<i>volumen del aire seco</i>
P	=	<i>perímetro de circunferencia</i>
M	=	<i>masa</i>
v	=	<i>velocidad</i>
Q_o	=	<i>calor operacional</i>
M_t	=	<i>momento torsor del eje</i>
F_{tc}	=	<i>factor de concentraciones tensión</i>
ρ_a	=	<i>densidad del aire</i>
σ_{rt}	=	<i>esfuerzo límite de rotura</i>
σ_{eq}	=	<i>esfuerzo límite de fluencia de material</i>
d_p	=	<i>diámetro primitivo</i>
z	=	<i>números de dientes</i>
p	=	<i>paso entre dientes</i>

Resumen

En la presente tesis se diseñó una maquina secadora de café orgánico, que tenga la finalidad de reducir la humedad del café a una humedad final de 12% y trabajar a una temperatura no mayor de 55°C, con la finalidad de no malograr el grano del café.

El desarrollo se enfocó en los diferentes parámetros que constituye la secadora cilíndrica vertical tipo guardiola, dicha maquina trabajará con aire caliente mediante un horno a base de biomasa del mismo producto: Es decir la cascara de café, madera seca, paja de trigo etc.

Esto será quemado mediante un horno y será trasladado el aire caliente mediante un ventilador centrifugo, donde llegará a la estructura cilíndrica revestida de una lámina perforada y al mismo tiempo lleva una aleta que se encargará de distribuir uniformemente el café dentro la cámara.

El cilindro rotatorio este accionado mediante un motor eléctrico con poleas mediante fajas que esto estará accionado mediante un eje y piño reducción de velocidad que está ubicado en la parte posterior del cilindro donde ira soldado con la finalidad de ser conducido por el motor eléctrico.

En conclusión, tenemos que la maquina secadora de café tipo guardiola de 1300 kg logra un secado uniforme en un periodo de 12 horas reduciendo la humedad a 12%, mejorando así la eficiencia y la producción, en el centro poblado menor Chiñama - cañaris.

Palabras clave: diseñó, reducir la humedad

Abstract

In this thesis, an organic coffee drying machine was designed, which has the purpose of reducing the humidity of the coffee to a final humidity of 12% and working at a temperature not higher than 55 ° C, in order not to spoil the grain. of the coffee.

The development focused on the different parameters that make up the vertical Guardiola cylindrical dryer, this machine will work with hot air through a biomass-based oven of the same product: that is, the coffee husk, dry wood, wheat straw, etc.

This will be burned by means of an oven and the hot air will be transferred by means of a centrifugal fan, where it will reach the cylindrical structure covered with a perforated sheet and at the same time it will have a flap that will be in charge of distributing the coffee uniformly into the chamber.

The rotary cylinder is powered by an electric motor with pulleys by means of belts that this will be powered by a speed reduction shaft and pinion that is located at the back of the cylinder where it will be welded in order to be driven by the electric motor.

In conclusion, we have that the 1300 kg Guardiola type coffee drying machine achieves uniform drying in a 12-hour period, reducing humidity to 12%, thus improving efficiency and production, in the smaller town center Chiñama -cañaris.

Keywords: design, reduce humidity

INTRODUCCIÓN

El café es un producto de mucho interés en nuestro país, posicionando a través de los años como mejores productores de café orgánico. Siendo un país con bastante café de exportación, por lo tanto, es muy importante desarrollar sistemas que mejoren la calidad del producto a nuestros hermanos cafetaleros.

Esta investigación, se proyectara en las dificultades que se presentan en las etapas de secado de café, generalmente el tiempo de cosecha es en época de lluvias en los meses de abril, mayo, junio donde se acumulan mayor granos húmedos de café, debido a estas circunstancias, perjudica bastantes a los agricultores ya que su producto es desvalorizado por motivo que el secado tarda mucho tiempo, es una desventaja para el agricultor estar por 6 a 7 días estar pendiente de su producto caso contrario el café crea hongos ,mal olor en las semillas perjudicando la calidad del café orgánico.

La realidad problemática se localizó en el centro poblado menor de Chiñama distrito de cañarís, en nuestros pequeños agricultores de café orgánico de la (Asociación mama huaca), es inevitable ya que el tiempo de cosecha concuerda con la época de lluvia donde el café demora mucho tiempo en secado y eso hace que el café pierda valor en el mercado internacional, debido a la necesidad de los hermanos cafetaleros se realizó un análisis donde ellos pretenden tener un producto de buena calidad.

Este proyecto de investigación tiene como objetivo general: Diseñar una maquina secadora de café orgánico que permita mejorar la calidad del producto en centro poblado Chiñama, y los siguientes objetivos específicos:

En ese sentido se propuso los siguientes objetivos específicos:

- Diagnosticar el proceso de secado en el centro poblado Chiñama cañarís.
- Determinar los parámetros del diseño del proceso de secado del café en el centro poblado Chiñama.
- Dimensionar los componentes electromecánicos de la máquina secadora de café, haciendo uso de un software AutoCAD.
- Realizar una evaluación económica del proyecto mediante los indicadores VAN y TIR.

I. MARCO TEÓRICO

Según pilar tenemos muchas áreas de cultivo de café ubicadas en todo el vértice oriental de los andes, es la zona más adecuado para el cultivo del café orgánico; sin embargo, estos lugares están considerado también como la más crítica por motivo que la época de lluvia concuerda con la cosecha de café y el secado natural bajo sol es lento y eso perjudica a los agricultores ya que su producto crea hongos o llamada oxidación que son cruciales para determinar la calidad del producto, dicha fase genera mal olor al grano del café. Debido las consecuencias encontramos que los agricultores no cumplen las expectativas técnicas, así poder competir con los demás compañeros cafetaleros. En conclusión, que un producto 15% su rendimiento es homologado y 12% mejora el rendimiento del producto. (Pilar Castro, 2004 pág. 74)

Así mismo el instituto del café de costa rica asimismo menciona los siguientes. La justificación técnica fue aprovechar la energía solar disponible para aumentar la temperatura del aire y reducir su humedad relativamente del café, el resultado fue exitoso porque se logró disminuir del 60% del espacio requerido para secar el café en comparación con el método en patios de concretos y un aumento de 58% de la disponibilidad de energía para el secado. (Camacho Fonseca, 2015, p. 110)

El diseño mecánico, es una tarea muy compleja que requiere de mucha responsabilidad y ética de trabajo profesional, requiere de un proceso iterativo con muchas fases iterativas y siempre presente el factor de diseño y el factor de seguridad. (Nisbett, 2012, pág. 4)

El diseño consiste en una serie de pasos adecuados que tiene como finalidad solucionar un problema.

La identificación de la necesidad que puede ser realizado por diseñador, luego hacer una investigación preliminar es la fase muy importante que nos llevara a solucionar el problema se debe dedicar mucho tiempo y energía suficiente para encontrar una gran solución. (NORTON, 2009)

Para el presente desarrollo de investigaciones mencionaremos los diversos elementos que forman una maquina secadora de café. Las cadenas y la fajas “Son los principales elementos flexibles de transmisión de potencia, las cadenas trabajan con catalinas y Las bandas trabajan con poleas” (Mott, 2006 pág. 284)

Trasmisión por poleas mediante fajas

N° de rpm de polea

N°de rpm de polea mayor

D=diámetro de polea mayor

d= diámetro de polea menor

R= relación

$$R = \frac{D}{d} = \frac{n}{N}$$

$$D = \frac{d \times n}{N}$$

$$d = \frac{D \times N}{n}$$

$$d = \frac{D \times N}{n}$$

$$N = \frac{d \times n}{D}$$

$$n = \frac{D \times N}{d}$$

Engranajes, son ruedas dentadas que sirve para trasmitir movimiento entre dos ejes de una máquina. Los dientes de un engranaje conductor encajan con precisión con los dientes del engranaje conducido, los dientes del impulsor empujan a los dientes del impulsado.

Dónde: $i = \frac{D1}{D2}$ $i = \frac{N2}{N1}$

$$D1 * N1 = D2 * N2$$

D1 No de dientes del piñón motriz

D2 No de dientes del piñón conducido

N1 velocidad de giro eje piñón motriz

N2 velocidad de giro eje piñón conducido

Hablaremos del flujo perpendicular de aire caliente en el secador rotatorio, donde los granos caen en forma de lluvia a través de un flujo gaseoso de aire caliente que se mueve lentamente, con frecuencia dando lugar a un arrastre no deseado de las partículas finas. El flujo del aire caliente es transversal. (Caballero Cava, 2016, pág. 12)

El diseño tendrá un tambor cilíndrico de acero inoxidable que contiene las propiedades mecánicas excelentes a altas temperaturas en comparación con otros materiales, Su buena ductilidad, elasticidad y dureza combinados muestran una buena resistencia al desgaste producido por roce, abrasión, golpes y elasticidad esta ventaja permite utilizar el tambor de acero inoxidable en un sin fin de proyectos, emplearemos las fórmulas mencionadas en el cuadro. (ACERINOX, 2017, pág. 3)

volumen del cilindro	flexión del cilindro
$v = \pi r^2 h$	$\delta = \frac{W}{L}$
V: volumen	δ : flexión
r: radio	W: peso
h: altura.	L: longitud.

En el presente diseño se empleará mucho la resistencia eléctrica que fue descubierto por el señor Georg Ohm, en el año 1827 fue muy reconocido por su investigación, estudio la relaciones existe entre la intensidad de una corriente, su fuerza electromotriz y la resistencia.

En el sistema internacional de unidades es el ohmio (Ω), para su medición en las practicas ay diversos métodos que mencionare, el uso de un óhmetro su magnitud es recíproca y la conductancia medida en siemens, En el cuadro explicaremos la fórmula de la ley de ohm.

Fórmula de la ley de Ohm
$R = \frac{V}{I}$
R: resistencia en ohmios.
V: diferencia de potencial en voltios.
I: intensidad de corriente en amperios

El objetivo de la abundancia de aire caliente en el secado, es disminuir la cantidad de agua de un producto para posteriormente pueda estar almacenado por largos periodos conservando sus propiedades físicas y características, así mismo tenemos que tomar en cuenta la temperatura del bulbo seco es la mezcla de aire y vapor de agua en las condiciones del sistema.

Temperatura del bulbo húmedo indica el equilibrio dinámico entre la transferencia de calor y la transferencia de masa. (CESAR, 2018)

Beneficio del café uniformes y de alta calidad, este proceso está conformado por varias etapas, primeramente, seleccionar el café luego procede al despulpado donde se realiza la separación grano de la pulpa que cubre al pergamino, luego el proceso de fermentación donde eliminaremos el mucilago baba adherido al pergamino, se efectúa en fosas de 1.5 metros de profundidad donde permanecerá de 14 a 20 horas sumergidos. Para luego ser expuesto al siguiente proceso.

El lavado esto se elimina resto de mucilago quedado en el café y los granos en mal estados llamado vano, el proceso de secado donde puede ser al rayo del sol o maquina industrial donde la temperatura esencial es no mayor a 60°. (Morales Aguirre, 2014 pág. 24) Y otros.

Hablaremos de las características del grano del café en el Perú y sus propiedades físicas del café, en la región Cajamarca, Lambayeque la producción se encuentra un 43% por motivos del clima, tenemos algunos resultados en los cuadros.

Tabla 1 Obtención de beneficio de café en Piura

Tiempo de secado	5 días	40/h
humedad		12%
cantidad	20 sacos	1000kg
obreros		5
Área	15mx15m	225m
Tipo de sacado	Sobre manta de Polipropileno	

Fuente (cubas .2018)

Tabla 2 Obtención de beneficio de café en Piura

Tiempo de secado	6 días	48 horas
Humedad		12%
Cantidad	20 sacos	1000kg
Obreros		5
Área	20mx20m	400m ²
Tipo de secado	Sobre mantas de Polipropileno	

Fuente: Propia

En el cuadro se explica el tiempo que se demora para secar el café en el centro poblado Chiñama distrito de cañarís para eso mencionaremos los diferentes métodos de secado de café que se utiliza en la región Lambayeque.

Secado en patio este método es más utilizado por agricultores por su baja inversión inicial consiste en tender mantas de polipropileno en un espacio adecuado donde procedemos derramar el café húmedo y luego desparramar los sencillos donde el sol pueda calentar, sin embargo, este método no es suficiente por motivos que el periodo de cosecha coinciden con el tiempo de lluvia y eso no es favorable para el agricultor



Figura 1 Secado en patios

Fuente: propia

El siguiente método de secado es en gavetas de madera donde el agricultor invierte su tiempo para diseñar la gaveta y así proceder al secado del café, igual es un poco más adecuado, pero no favorable por motivo del clima para el secado de su producto.



Figura 2 Secado en gaveta

Fuente: propia

El método solar parabólico esta echa con una estructura de cemento, madera y plástico el secado se obtiene en 72 horas igual demora mucho tiempo solo entre sus ventajas de este método tenemos, cuando llueve no se corre el riesgo que el grano del café se humedezca.



Figura 3 Secado en techo de vidrio

Fuente:(jesus.13)

Existen muchos tipos de elementos mecánicos que es realizado para el secado del café lo más comunes son el secador de tipo Guardiola y de columna vertical en ambos se ha hacen pasar aire caliente a través de sus depósitos de café con un solo propósito de acelerar el tiempo de secado y aumentar la producción.

Es un proceso de secado de alimentos se basa en transferencia de energía y masa que se da entre el producto y el aire circulante, mencionaremos los principales elementos que conforman en la transferencia de energía:

Convección es el modo de transferencia de energía que provoca el desplazamiento de masa de algún líquido o gas, tenemos radiación térmica se encarga de transferir calor por radiación cuando transita por medio de ondas electromagnética, de forma continua por toda materia cuya temperatura este por arriba de cero. (hernandez, 2015, pág. 28)

Conducción es el encargado de transferir calor a través de medios sólidos al estar sometidos a altas temperaturas, se produce una vibración molecular y choques entre ellos conforme avanza la temperatura.

Siendo requisito previo al diseño y construcción de la maquina secadora de café los parámetros o variables operativas ya mencionados .se plantea la siguiente pregunta de investigación:

Se plantea la siguiente pregunta de investigación:

¿Cómo mejorar la calidad del café en el centro poblado Chiñama distrito de cañarís mediante el diseño de un secador rotativo?

Esta investigación se justifica con la determinación de los parámetros del diseño de la maquina secadora de café orgánico, tomaremos en cuenta el proceso actual del secado del grano del café, las condiciones actuales de trabajo y la capacidad actual de producción así permitirá determinar los materiales adecuados para el diseño de la máquina, el proyecto realizado ayudará al crecimiento social a futuro a los pobladores del centro poblado Chiñama.

II. METODOLOGÍA

2.1. Tipo y diseño de investigación

❖ Tipo de investigación

Es aplicada ya que los conocimientos adquiridos en esta investigación es dar solución a un problema práctico y descriptivo, en el centro poblado Chiñama cañarís.

❖ Diseño de la investigación

Es no experimental ya que esta investigación no se pretende variar las variables siendo los fenómenos observados en la forma como se va desarrollando. Su principal característica se centra en la población, así mismo son aquellos que analizan cambios a través del tiempo. (Hernandez Sampieri, 2014 pág. 165)

2.2. Variables y Operacionalización

❖ Variable independiente

Diseño de una maquina secadora

❖ Variable Dependiente

Mejorar la calidad del café.

La presente tabla se detalla en el anexo 01 con los fines de conservar la presente investigación.

2.3. Población y muestra

❖ Población

La población está comprendida por el total de café orgánico existente en el centro poblado Chiñama cañaris, provincia de Ferreñafe.

❖ Muestra

Será el café en el centro poblado Chiñama, cañaris.

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.4.1 Técnicas

Para la realización de este trabajo de investigación se utilizó 2 técnicas fundamentales, la observación, entrevista, documentos.

❖ Observación

Consiste en diagnosticar y examinar las diferentes condiciones a la que va ser sometido el café pergamino a la maquina secadora de café

❖ Entrevista

Se realizará un conjunto de preguntas dirigidas a los cafetaleros con el fin de conocer los factores que afecten su producto y calidad, sin modificar el entorno ni el fenómeno, permitiendo que las respuestas tengan objetividad y esta dirigidas a una muestra representativa o al conjunto total de la población estadística e

n estudio. (Lopez Roldan, 2015 pág. 8)

3.4.2. Instrumentos

Ficha de entrevista

Se realizó una ficha con preguntas a los pobladores para saber la producción y maquina par el secado de café es eficiente.

Ficha de control de diseño

Este instrumento permitió evaluar el diseño de la maquina secadora de café

2.5. Procedimiento

Para el presente informe de investigación, se obtenido información y datos de manuales de fabricantes, fichas técnicas de dicha maquina secadora.

Los cálculos para la obtención de la carga térmica, se determinó por medio de diferentes materiales que lo constituye a la maquina secadora de café.

3.6 Método de análisis de datos

Se procedió a sintetizar los resultados y presentar de manera dinámica la información obtenida, utilizando el método descriptivo, a fin de describir de manera detallada cada uno de los resultados obtenidos y la información obtenida fue presentada sin la omisión de algún resultado.

3.7. Aspectos éticos

El investigador admite el compromiso a respetar la autenticidad de los resultados logrados, así mismo la veracidad de la información en el centro poblado Chiñama-cañarís y el respeto a la privacidad de proteger la identidad de los moradores que participen en la investigación.

III. RESULTADOS

4.1 Diagnosticar el proceso de secado en el centro poblado menor de Chiñama-cañarís.

El Distrito andino de Cañarís fue creado el 17 de febrero de 1951, por Ley 11590. Es el segundo distrito más alto de la provincia de Ferreñafe región Lambayeque con una altitud de 2,162 m.s.n.m, con una extensión territorial de 284,88 km².



Figura 4 Centro poblado de chinama

Fuente: propia

Límites del distrito de cañarís:

- ✓ Por el norte: con el distrito de tipito
- ✓ Po Sur: con el distrito de picsi y Lambayeque
- ✓ Por el este: con el distrito de mesones muro
- ✓ Por el o este: con el distrito de pueblo nuevo

El presente trabajo de investigación trata de un diseño de una maquina secadora de café orgánico para mejorar la calidad del producto. Ubicado en el centro poblado Chiñama distrito de cañarís provincias de Ferreñafe departamento de Lambayeque.

El cual cuenta con 120 hectáreas de café orgánico cultivado, los agricultores realizan la cosecha una vez al año y dura solo 6 meses empieza en el mes de abril y termina el mes de septiembre en la siguiente tabla se mencionará detalladamente la cantidad de café por mes.

Tabla 3 Producción de café en el centro oblado Chiñama en el año 2019

Mes	Total, de quintales en año 2019	Total, en kilogramos
abril	15	840kg
mayo	30	1,680kg
junio	50	2,800kg
julio	80	4,480kg
agosto	150	8,400kg
septiembre	150	8,400kg
Total, de café	475 quintales	26,600kg

Fuente: propia

4.1.1 Factores que afectan la calidad del café orgánico durante el secado

La calidad del café depende de muchos factores que van desde el cultivo (fertilización, suelo, clima), cosecha y prácticas aplicadas para obtención del café pergamino seco.

Almacigo o semillas

Esta etapa es primordial para el agricultor consiste en hacer una mezcla del guano de ganado vacuno, ovinos etc.

Luego hacer una mezcla con la tierra prepara para luego embolsar la semilla durante 6 meses estar pendiente del café orgánico en la imagen se mostrada adecuadamente.



Figura 5 Almacigo o semillas de café

Fuente: propia

Cultivo del café

Este proceso consiste en seleccionar las semillas adecuadas para luego ser sembrado en la chacra haciendo hoyos de 30cm² por 25 de profundidad

El cual mesclaras los guanos de ganado vacuno ovino, caso contrario guano de isla con la tierra extraída de dicho hoyo.



Figura 6 Cultivo de café orgánico.

Fuente: propia

Pasaremos a diagnosticar el proceso de secado del grano de café en el centro poblado Chiñama para ello se llevó a cabo una serie de proceso para realizar el secado adecuado del grano del café mencionaremos cada uno de ellas.

1) Recolección

Este proceso trata de recolectar los cerezos maduros en forma manual y no mesclar con los cerezos caído, verdes ni tampoco los cerezos secos.

2) Selección

Después de la cosecha de nuevo haces otra clasificación del café en mal estado mediante, un cilindro o tinas llenas de agua por densidad el café en mal estado flote es un método de los agricultores.

3) Despulpado

Este proceso se trata de separación del grano y la pulpa que cubre al pergamino mediante una maquina despulpadora manual, mediante una manizuela girando rápidamente mediante un rodillo con dientes de aluminio separa la pulpa del pergamino luego sigue el siguiente proceso de fermentación.

4) fermentación

Consiste en eliminar el mucilago al grano del café ya en pergamino, esto proceso se da mediante posas o noques de madera de 1mt de profundidad donde el café permanece por 20 a 24 horas y procede la siguiente etapa.

5) Lavado

Realizamos el lavado del café con el fin de eliminar el resto del mucilago que queda en el grano del café.

6) Escurrido

Una vez realizado el lavado procede a colocar el café en un sitio donde se deja 1 horas para ser escurrido el agua.

7) secado

El proceso de secado empieza con una humedad de 60 % es colocado en mantas polipropilenos o en tablas de maderas, piedras adecuadas que son utilizado por muchos de nuestros agricultores por 6 a 8 días dependiendo del clima, hasta tener el producto adecuado para la exportación con humedad del 12%

4.1.2 Descripción de los diferentes procesos del café antes de ser secado

Tabla 4 Diagnostico de proceso de café

cafetos		Experimentación en campo en el centro poblado chiñama-kañaris			
Proceso	Recolección	Selección	Despulpado	Fermentación	
					
Proceso	Lavado	Escurrido	Secado	Ensacado	
					

Fuente: propia

El secado en patios es el más típico en el centro poblado Chiñama por motivo que es más rentable para el agricultor, el cual consiste en poner los granos de café húmedos durante varios días expuesto al rayo del sol, sobre mantas de polipropileno, el cual tiene una duración de 7 a 8 días por el motivo de las condiciones climatológicas en el centro poblado Chiñama

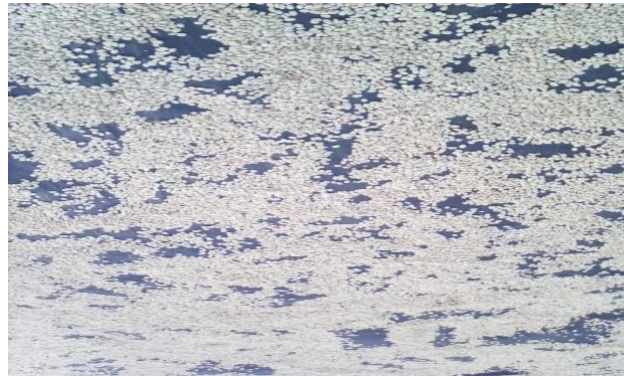


Figura 7 Secado de café en el centro poblado Chiñama -cañarís

Fuente: propia

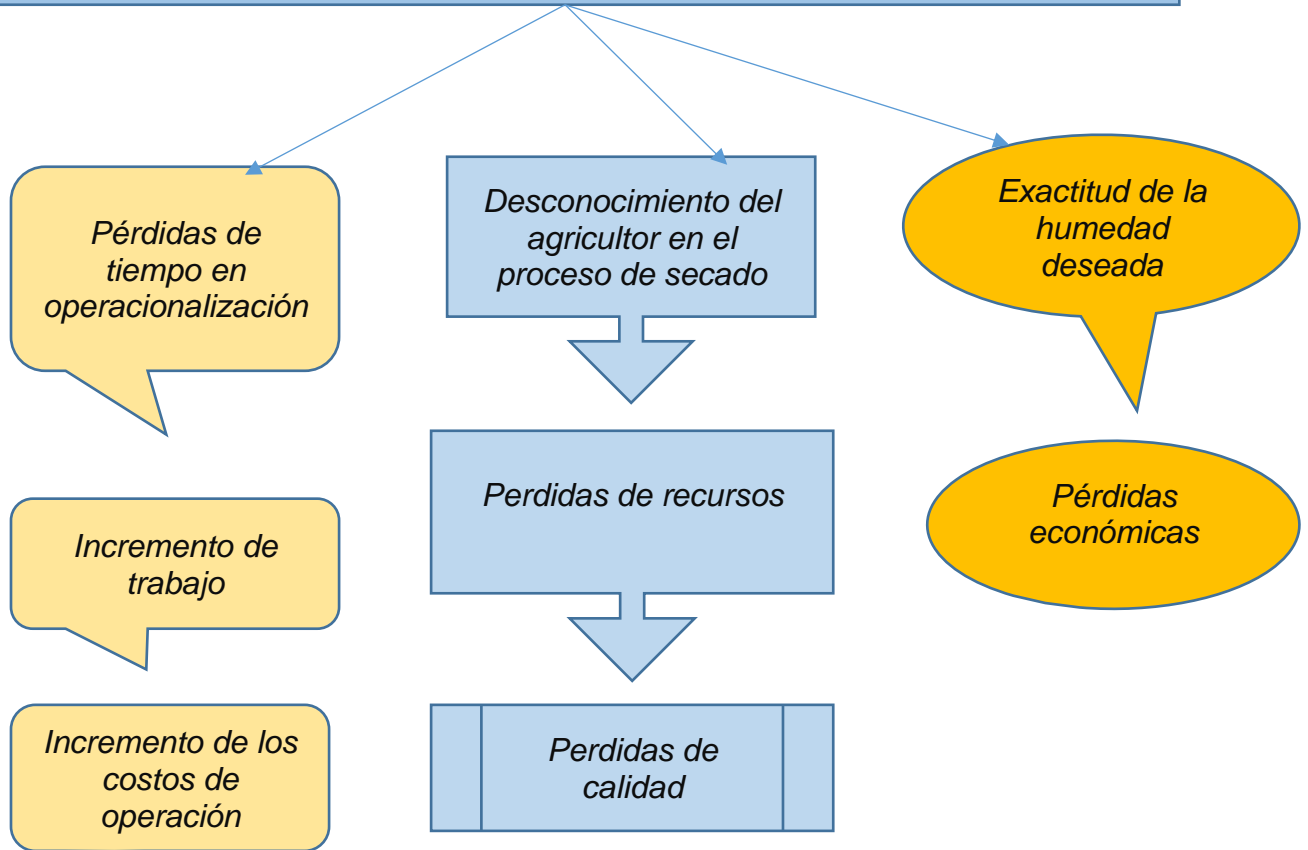
Secado en tablas de madera o piedras este método también es empleado en el distrito Kanaris por los agricultores de café igual no es favorable.



Figura 8 Secado de café en tablas de madera en el distrito cañarís

Fuente: propia

Evaluación del proceso de secado del café en el centro poblado Chiñama



4.1.3 Técnicas del agricultor empíricamente en el centro poblado Chiñama

Estas técnicas ayudan al agricultor para verificar su producto si está un promedio de 12 % de humedad.

Vista:

Consiste en ver el color que sea amarillo pálido se determina que está un promedio del 12% de humedad



Figura 9: determinar la humedad mediante la visión

Fuente: propia

Tacto:

Consiste en coger un grano de café y tratar de partirlo en dos y si lo logras es porque le falta secar.



Figura 10: determinar la humedad mediante el tacto
Fuente: propia

Oído:

Consiste en coger varios granos de café frotar con las dos manos si tiene el sonido de hojas secas.



Figura 10: determinar la humedad mediante la audición
Fuente: propia

4.1.4 Según estudios de “Ana café”

El porcentaje de humedad del café pergamino después del proceso de lavado es el 55% de humedad, complicado para el agricultor en el proceso de secado del café.

Tabla 5 Porcentaje de humedad del café

% Humedad	Peso total	Material de café (Lbs.)	Agua (Lbs)	Etapa de secado
55	100	45	55	Café lavado escurrido
50	90	45	45	Seco superficial
30	64.28	45	19.28	Grano blando y blanco
15	52.94	45	7.94	Grano oscuro y consistente
10	50	45	5	Café pergamino seco

Fuente: (Ana café .23)

Actualmente en centro poblado menor de Chiñama el agricultor cultiva 850 kg de café seco por hectáreas y el tiempo de secado del grano es de 7 a 8 días la cantidad de humedad del café se determina de forma empírica utilizando los sentidos, vista, tacto y oídos los cuales no dan resultados certeros.

4.1.5 Estado actual del porcentaje de la producción de café en la zona del Perú

Actualmente según Infocafés las zonas de producción se divide en tres cada una con sus respectivas regiones, zona norte corresponde un 43%, zona centra 34% zona sur 23%. El porcentaje de humedad del café en el distrito de cañarís está en un 12%

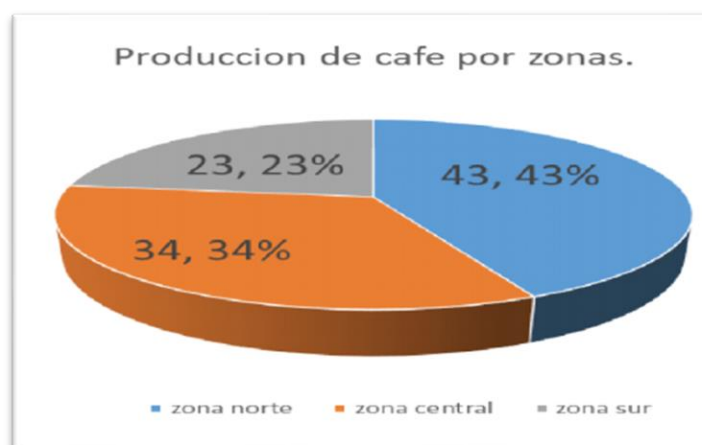


Figura 9 Porcentajes de producción por zonas en el Perú.

Fuente:(Infocafes.25)

4.2 Determinar los parámetros del diseño del proceso de café en el centro poblado Chiñama

Para calcular los parámetros térmicos del secador rotativo es necesario saber cuatro puntos primordiales, humedad inicial del café, humedad final del café, capacidad de la maquina secadora y por último la temperatura que debe trabajar la máquina.

X1 humedad inicial del café	= 60%
XF humedad final del café	= 12%
Cs capacidad del secador	=1300kg
Ts temperatura de secado	= 55°c
Densidad del café seco	=0,357 kg /dm3
Densidad del café húmedo	= 0,8173 kg/dm3
Densidad del café escurrido	= 687.17 kg/m3

Cálculo de la cantidad de agua inicial del café en el tambor rotativo

$$Mai = X1 \times Cs$$

Mai = Masa de agua inicial

X1 = humedad inicial

Cs = capacidad del secador

$$Mai = 0.6 \times 1300$$

$$Mai = 780 \text{ kg}$$

Cálculo de cantidad de café seco final en el tambor rotativo

$$\text{Materia seca final} = \text{masa total} - \text{masa agua inicial}$$

$$\text{Materia seca final} = 1300 \text{ kg} - 780 \text{ kg}$$

$$\text{Materia seca final} = 520 \text{ kg}$$

Cálculo de cantidad de agua final del café en tambor rotativo

El proceso de secado se llevará hasta una humedad final del 12 % de humedad

$$\text{Masa de agua final} = \frac{\text{humedad final del café} \times \text{masa seca de café}}{1 - \text{humedad final del café}}$$

$$\text{Masa de agua final} = \frac{0.12 \times 520}{1 - 0.12}$$

$$\text{Masa de agua final} = 70.91 \text{ kg}$$

Cálculo de la cantidad agua retirada en el proceso de secado (agua evaporada)

$$\text{masa de agua retirada} = \text{masa de agua} - \text{masa de agua final}$$

$$\text{masa de agua retirada} = 780 \text{ kg} - 70.91 \text{ kg}$$

$$\text{masa de agua retirada} = 709.09 \text{ kg}$$

Cálculo de la cantidad de café al final del proceso de secado

$$\text{Masa de café final seco} = \text{masa seca de café} + \text{masa de agua final}$$

$$\text{Masa de café final seco} = 520 \text{ kg} + 70.91 \text{ kg}$$

$$\text{Masa de café final seco} = 590.91 \text{ kg}$$

Cálculo de la cantidad de calor teórico en la cámara de secado

$$Q_t = \text{flujo de aire caliente} \times \text{area de la camara de secado}$$

Tenemos que:

Según la organización de las naciones unidas para la alimentación se recomienda

un flujo de aire caliente que oscila entre 0.12 y 0.25 $\frac{m^3/s}{m^2}$

Para efectos de cálculo se está considerando como:

Flujo de aire caliente que oscila entre $0.25 \frac{m^3/s}{m^2}$

Teniendo un área de cámara de secado de 13.9 m²

Entonces:

$$Q_t = 0.25 \times 13.9$$

$$Q_t = 3.475 \frac{m^3}{s}$$

$$Q_t = 3.475 \frac{m^3}{s} \times \frac{3600 s}{1h}$$

$$Q_t = 12510 \frac{m^3}{h}$$

Cálculo del calor específico del café

Según Montoya nos da conocer, que la humedad del grano del café que se encuentra entre los rangos de humedad de 11% a 45% el valor de M para una temperatura de 55°C es:

$$C_{pc} = 1.3556 + 5.7859 \times M$$

C_{pc}: calor específico del café (kJ /kg k)

M: contenido de humedad decimal de base secado.

M = 0.12 bulbo seco

Luego:

$$C_{pc} = 1.3556 + 5.7859(0.12)$$

$$C_{pc} = 2.049 \frac{KJ}{kg k}$$

Cálculo del calor necesario para el proceso de secado:

Calcular la temperatura del café 25°C temperatura ambiente 55°C dentro el tambor rotativo.

Q sensible del café = masa del café seco final en el tambor x (t2 -t1) x Cpc.

$$Q \text{ sensible del café} = 520 \text{ kg} (328.15 \text{ k} -298.15 \text{ k}) 2.049 \text{ kJ/kg k}$$

$$Q \text{ sensible del café} = 31964.4 \text{ kJ}$$

$$Q \text{ sensible del café} = 7639.67 \text{ kcal}$$

Cálculo del calor sensible para elevar la temperatura del agua del café en el tambor del secador:

Elevar la temperatura del agua del café dentro del cilindro del secador (25°a 55°c)

Q sensibleH2O= masa de agua retirada x (t2 -t1) x calor específico H2O

$$Q \text{ sensibleH2O} = 709.09 \text{ kg} (55^\circ\text{c} -25^\circ\text{c}) \left(\frac{1 \text{ k cal}}{\text{kg } ^\circ\text{c}} \right)$$

$$Q \text{ sensibleH2O} = 21272.7 \text{ k cal.}$$

Luego calculamos el calor latente de la vaporización del agua

Q latente = masa agua retirada x calor latente del H2O

$$Q \text{ latente} = 709.09 \text{ kg} \times 539.4 \text{ kcal/kg}$$

$$Q \text{ latente} = 382483.15 \text{ kcal}$$

Q total = Q sensible del café +Q sensible h2o + Q latente

$$Q \text{ total} = 7639.67 \text{ kcal} + 21272.7 \text{ k cal} +382483.15 \text{ kcal}$$

$$Q \text{ total} = 411395.52 \text{ kcal.}$$

Cálculo de la Temperatura y tiempo de calentamiento del café.

Se determinará la cantidad de agua evaporada por la cantidad de aire seco.

Humedad específica 60°c = 13 gramos de agua por 1k/g de aire seco

Peso específico del aire a 60°c = 1.29kg/m³

Capacidad del ventilador = 4800 m³/h

Cantidad de agua en el secador = 709090gr H₂O

Luego hallaremos la masa de aire seco:

$$Mas = \frac{\text{cant.de agua en el secador (1kg aire seso)}}{\text{humedad espesifca a 60°c}}$$

$$Mas = \frac{709090 \text{ gr H2O(1kg)}}{13\text{grH2O}}$$

$$Mas = 54545.38 \text{ kg aire seco}$$

Hallar el volumen del aire seco

$$Vas = \frac{54545.38 \text{ Kg de aire seco}}{1.29 \text{ kg/m}^3}$$

$$Vas = \frac{55209\text{kgkg aire seco(1m}^3)}{1.29\text{kg/m}^3}$$

$$Vas = 42283.24 \text{ m}^3$$

Calculando el tiempo de la maquina con el ventilador seleccionado:

$$t = \frac{Vas}{\text{capacidad del ventilador}}$$

$$t = \frac{42283.24 \text{ m}^3}{4800 \text{ m}^3/\text{h}}$$

$$t = 8.81 \text{ h}$$

$$\therefore t = 9 \text{ horas}$$

Para evaporar los 709.09 kg de agua a una temperatura de bulbo seco 60°, inyectando 4800 m³/h de aire seco se demora un tiempo aproximado de 9 horas.

4.3. Dimensionar los componentes electromecánicos de la máquina secadora de café, haciendo uso de un software AutoCAD

Cálculos estructurales y equipos que conforman el secador cilíndrico horizontal tipo guardiola

Cálculo del volumen total del tambor rotativo.

Para poder calcular tenemos que saber las dimensiones del material a utilizar en el cilindro rotativo, radio 0.6 m y de longitud de 3.00 m. luego restaremos la dimensión del eje el cual es 0.44 m^3

$$V \text{ cilindro} = \pi r^2 L$$

$$V \text{ cilindro} = 3.1416 \times 0.6^2 \times 3$$

$$V \text{ cilindro} = 3.39 \text{ m}^3$$

$$V \text{ cilindro} = 3.39 \text{ m}^3 - 0.44 \text{ m}^3$$

$$V \text{ cilindro} = 2.95 \text{ m}^3$$

Cálculo del volumen total del tambor rotativo.

Para poder calcular tenemos que saber las dimensiones del material a utilizar en el cilindro rotativo, radio 0.6 m longitud de 3.00 m. luego restaremos la dimensión del eje el cual es 0.44mm

$$\text{Volumen del cilindro} = \pi r^2 L$$

$$V c = 3.14 (0.60^2) (3.0m)$$

$$V c = 3.39 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen Total cilindro} = 3.39 \text{ m}^3 - 0.44 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen Total cilindro} = 2.96 \text{ m}^3$$

Se tiene que la capacidad total del secador tiene un volumen de 2.95 m^3

Calcular del volumen total de café en el cilindro:

$$V = \frac{1}{\text{densidad del cafe escurrido}}$$

$$V = \frac{1}{687.17}$$

$$V = 1.45 \times 10^{-3} \frac{kg}{m^3}$$

Luego remplazamos con la cantidad de café a secar 1300 kg para determinar el volumen total.

$$\text{Volumen total de cafe} = 1.45 \times 10^{-3} \frac{m^3}{kg} \times 1300 \text{ kg}$$

$$\text{Volumen total de cafe} = 1.45 \times 10^{-3} \frac{m^3}{kg} \times 1300 \text{ kg}$$

$$\text{Volumen total de cafe} = 1.89 \text{ m}^3$$

Se desprende que este volumen de café de 1.89 m³ corresponde al 64% de la capacidad del tambor.

Diseño del tambor y selección del espesor de la plancha

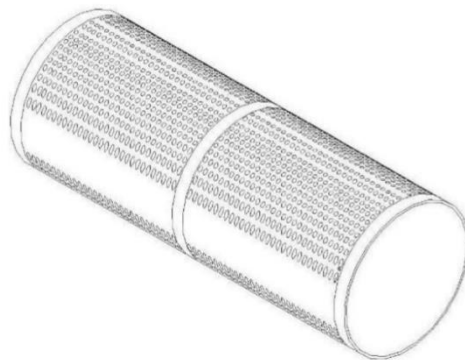


Figura 10 Diseño del tambor

Fuente: propia

Cálculo de flexión del cilindro rotativo

$$d = \frac{w}{L}$$

$$d = \frac{1300kg}{3.00m} = d = 433.3 \text{ kg/m}$$

$$d = 4246.34 \text{ N/m}$$

Selección del material del tambor secador

El material del cilindro rotativo de la maquina secadora de café es de acero inoxidable AISI 304, características que lo diferencian de los demás.

- Susceptible a la corrosión
- Tiene 18% de cromo y 8% de níquel
- es un material fácil de desinfectar
- es ideal para para el diseño de tanques de, ollas, sartenes etc.
- Densidad del acero inoxidable AISI 304 densidad de 8.0 g/ m^3

Para lo cual tenemos que:

$$\text{Densidad} \quad \rho = \frac{m}{v} = m = p \cdot v$$

$$m = (0.8 \text{ gr}) \frac{\text{gr}}{\text{cm}^3} \times (L_t \times p \times e) \text{m}^3 \dots \dots \dots (1)$$

$L_t = \text{longitud del tambor}$

$p = \text{perimetro de circunferencia}$

$e = \text{espesor del plancha}$

Cálculo del perímetro de la plancha del cilindro del secador

$$p = 2\pi r$$

$$P = 2(3.1416) \times 60 \text{cm}$$

$$p = 376.9 \text{ cm}$$

$$p = 377 \text{ cm}$$

Remplazando tenemos..... (1)

$$m = \left(0.8 \frac{\text{gr}}{\text{cm}^3} \right) (300 \times 377 \times e) \text{ m}^3$$

$$m = \left(8.0 \frac{\text{gr}}{\text{cm}^3} \right) (300 \times 377 \times e) \text{ cm}^3$$

$$m = 904800 \text{ gr} \times e$$

Luego se multiplica por la gravedad para el espesor de la plancha.

$$w = 904.8 \text{ kg} \times 9.8 \text{ x e}$$

$$w = 8867.04 \text{ kg x e} \dots(2)$$

Cálculo de la fuerza de impacto de semillas al momento del giro

Parámetros que debemos considerar para hallar el esfuerzo sobre las paredes del cilindro.

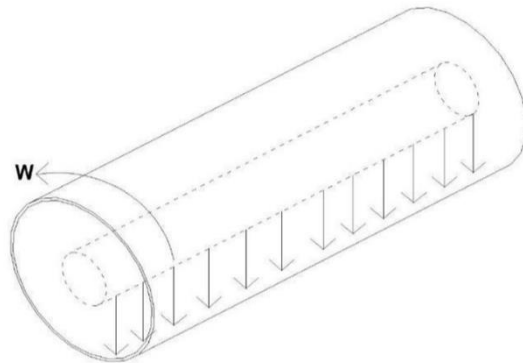


Figura 11 diseño del tambor

Fuente: propia

Hallando la velocidad de impacto:

$$v = \sqrt{2xgxh}$$

$$v = \sqrt{2x9.8x0.9}$$

$$v = 4.2 \frac{m}{s}$$

Hallando la energía cinética:

$$E = \frac{mv^2}{2}$$

$$E = \frac{1300 \times 4.2^2}{2}$$

$$E = 11466 \text{ Joule}$$

Dónde tenemos:

v=velocidad de impacto

E=energía cinética

m =masa = 1300 Kg

h =altura = 0.9 mts de diámetros

Fuerza media de impacto tenemos la siguiente formula considerando la distancias recorridas de 0.01m.

$$F = \frac{E}{d} = \frac{11466}{0.01} = 1146.6 \text{ KN}$$

Cálculo del espesor de la plancha del cilindro horizontal

Para el esfuerzo de las paredes del cilindro el límite de influencia a 500c°a 800c°

Por su buena resistencia a la corrosión, y soldabilidad utilizaremos el acero AISI 304 equivale a 68 N/mm².

$$68 \frac{N}{mm^2} = \frac{1146.6 \times 1000 \text{ N}}{3000 \text{ mm} \times e}$$

$$e = \frac{1146.6 \times 1000 \text{ mm}}{3000 \times 68}$$

$$e = \frac{1146.6 \times 1000 \text{ mm}}{3000 \times 68}$$

$$e = 5.62 \text{ mm}$$

Siendo así el peso de la plancha de acero inoxidable será reemplazando en (2)

$$w = 8867.04 \text{ kg} \times e$$

$$w = 8867.04 \text{ kg} \times 0.0562$$

$$w = 498.33 \text{ kg de acero inoxidable}$$

Selección del ventilador

$$m = \frac{Q \text{ operacion}}{cp \times \Delta T}$$

$$Q \text{ operacion} = 2256356 \text{ kJ}$$

Tiempo de secado 16 horas

$$Cp. = 1.008 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} = \text{aire a } 328^\circ\text{k}$$

$$\rho = 1.068 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = \text{aire a } 328^\circ\text{k}$$

Calor necesario por hora

$$Q = \frac{2256356 \text{ kJ}}{16 \text{ h}} = 141022.25 \frac{\text{kJ}}{\text{h}}$$

Convirtiendo a segundos tenemos

$$Q = 39172.84 \frac{\text{J}}{\text{s}}$$

Luego hallaremos la masa del flujo total de aire se puede determinar la velocidad de ventilación del ventilador.

$$m = \frac{141022.25 \frac{\text{kJ}}{\text{h}}}{1.008 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \times 35^\circ\text{k}}$$

$$m = 3997.23 \text{ kg/h}$$

Hallando la Velocidad de ventilación del aire

$$\rho = \frac{m}{v} = v = \frac{m}{\rho}$$

$$v = \frac{3997.23 \frac{\text{kg}}{\text{h}}}{1.068 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}}$$

$$v = 3742.72 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

Luego convirtiendo a segundo nos queda:

$$v = 1.04 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

CBD



Turbina de alta calidad y gran robustez, equilibrada dinámicamente según ISO 21940-11

Figura 12 Diseño del tambor

Fuente: catálogo SODECA

Cálculo del eje del secador rotativo

Para poder diseñar el eje del secador rotativo se ha considerado la carga total que soportara el secador y cálculos de los momentos de flexión y torsión.

$$\tau_{mt} = \frac{\pi \cdot d^3 \cdot m \cdot t}{16 \left[1 - \left(\frac{d_o}{d} \right)^4 \right]}$$

Donde tenemos que:

Mt: momento torsor del árbol (n.mm)

d: diámetro del árbol (mm)

do: diámetro interior de la selección del árbol (mm)

e: esfuerzo tangencial admisible según ciclos de carga del momento torsor.

En general la proporción en arboles huecos $\frac{d}{d_o} =$ este entre 0.4 y 0.6

$$d \geq \frac{16 \cdot m \cdot t}{3 \sqrt{\pi \left[1 - \left(\frac{d_o}{d} \right)^4 \right] E}}$$

$$E = 0.30 \times \sigma_{ft} \times f_{ct}$$

Dónde:

σ_{ft} : esfuerzo límite de fluencia del material MPa

σ_{rt} : esfuerzo límite de rotura del material MPa

f_{ct} : factor de concentración de tensiones se considera 1.

$$E: 0.30 \times \sigma_{ft} \times f_{ct}$$

$$E: 0.30 \times 206 \times 1$$

$$E: 61.8 \text{ MPa}$$

Resistencia a la tracción AISI 304 en MPa donde la resistencia es 510MPa y límite de influencia es 206 MPa.

Para hallar el momento flector tenemos que identificar la masa del café que es 1300kg, masa del tambor cilíndrico vertical

Despejando el momento torsor

$$M_t = F \times d \times \text{sen } \theta$$

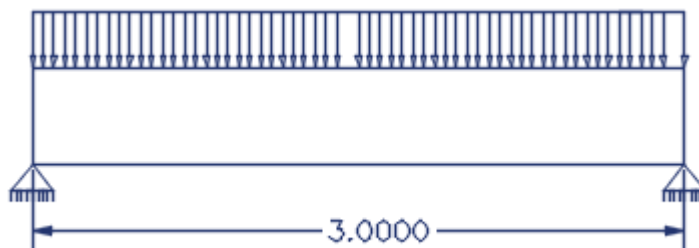
$$M_t = 20034.042 \text{ N} \times 3 \text{ m} \times 1$$

$$M_t = 60102.13 \text{ Nm}$$

Luego hallaremos el diámetro:

$$d \geq \frac{16 t}{3 \sqrt{\pi [1 - (\frac{d}{d_0})^4] E}} = 185 \text{ mm}$$

Análisis de esfuerzo en el eje



$$\Sigma Fy = 0$$

$$RA - 68.108 \text{ KN} + Rb = 0$$

$$RA + Rb = 68.108 \text{ KN} \dots (I)$$

$$\Sigma MA = 0$$

$$-64.108 (1.6) + Rb (3) = 0$$

$$Rb = 34.10 \text{ KN} \dots (II)$$

Reemplazamos (II) en (I)

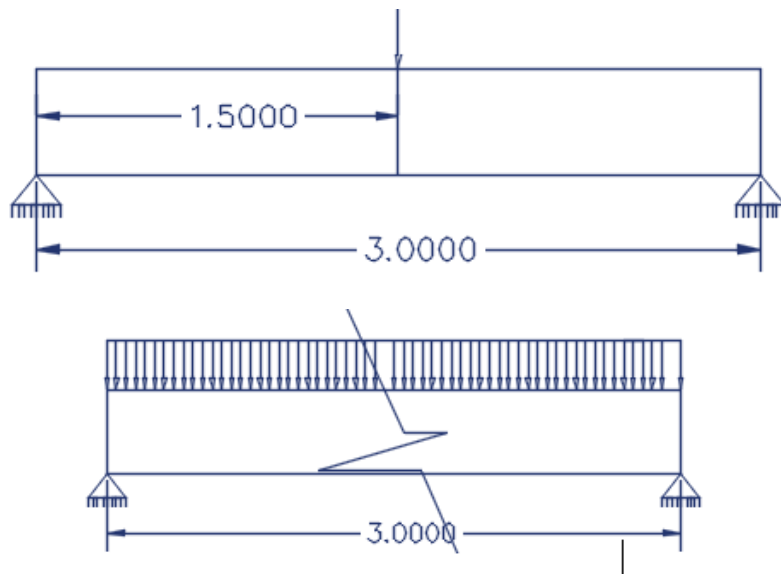
$$RA + Rb = 64.108 \text{ KN}$$

$$RA + 34.10 = 64.108 \text{ KN}$$

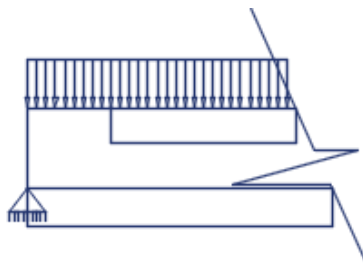
$$RA = 30.008 \text{ KN}$$

$$RA = -30.78 \text{ KN}$$

$$W = 64.108 \text{ KN}$$



Para lo cual tenemos que:



$$\Sigma M_i = 0$$

$$-32.49(x) + 64.108(x)(x/2) + M_{k1} = 0$$

$$M_{k1} = 32.49(x) - 32.054(x^2)$$

Evaluando $0.0m \leq x \leq 3m$

$$X = 0.0; M_{k1} = 0.0 \text{ KN.m}$$

$$X = 3.2m; M_{k1} = -191.016 \text{ KN.m}$$

$$\Sigma F(Y) = 0$$

$$32.05 - 62.105x - Q_{k1} = 0$$

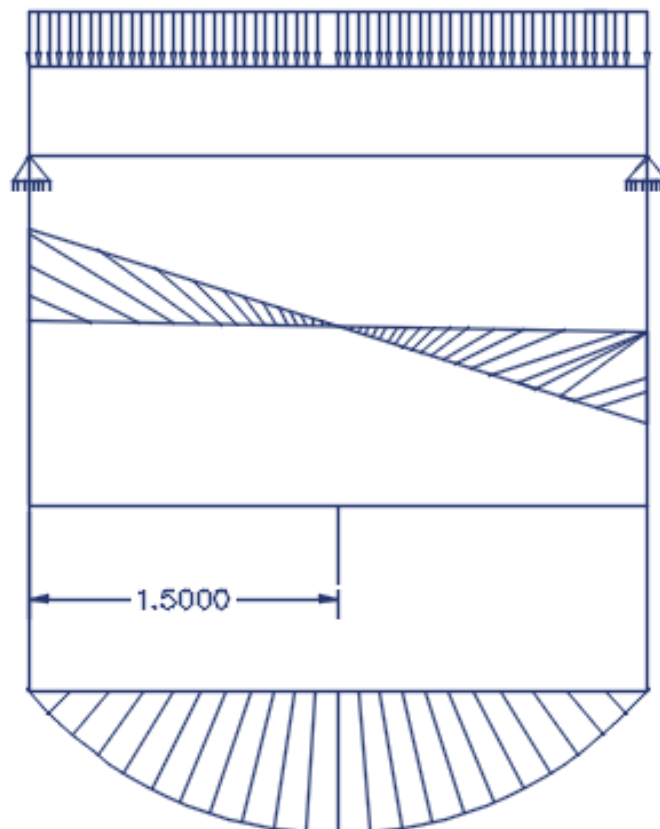
$$Q_{k1} = -62.105x + 32.05$$

Evaluando $0.0m \leq x \leq 3m$

$$X = 0.0; Q_{k1} = 32.05 \text{ KN.m}$$

$$X = 3m; Q_{k1} = -154.27 \text{ KN.m}$$

Diagrama cortante y momento flector



El momento máximo ocurre cuando la gráfica del cortante pasa por cero.

$$Q_{k1} = -62.105x + 32.05x^2$$

$$0 = -62.105x + 32.05x^2$$

$$x = 1.93 \text{ m}$$

$$M_{k1} = 32.49x - 32.054x^2$$

$$M_{k1} = 32.49(1.93) - 32.054(1.93^2)$$

$$M_{k1} = 62.70 - 119.39$$

$$M_{k1} = -56.69 \text{ KN} \cdot \text{m}$$

$$Max = \frac{\omega l^2}{8}$$

$$Max = \frac{59.69 \times 3^2}{8}$$

$$M_{max} = 67.15 \text{ KN}$$

Cálculo y selección del motor reductor

Con la finalidad de encontrar un factor de seguridad el cual evitará la existencia de posibles fallas y conllevar a un buen funcionamiento, se calculará la potencia del motor cuando este en reposo pues es ahí donde se necesitaba mayor potencia para el arranque. Para seleccionar un motor-reductor es necesario conocer el par torsor en el eje y la velocidad con la cual se desea trabajar. En nuestro caso vamos a operar a una velocidad de 10 rpm y el par torsor se calcula a continuación teniendo:

Inercia del cilindro de secado = 2.27 kg/m²

Inercia del café = 256.39 kg/m²

Inercia de la fibra de vidrio = 3.73 kg/m²

Sumatoria de las inercias:

$$\sum I = 2.27 + 256.39 + 3.73$$

$$\sum I = 262.39 \text{ kg/m}^2$$

Ecuación de la conservación de la energía

$$Jm = \frac{262.39 \times 10}{1800} = 145 \frac{kg}{m^2}$$

Admitiendo una aceleración uniforme se tiene que:

$$Ta = 145 \times \frac{188.5}{0.5}$$

$$Ta = 546.65 Nm$$

Por el factor de seguridad = 1.2 entonces:

$$Ta = 546.65 \times 1.2 Nm$$

$$Ta = 655.98 Nm$$

Motor reductor de 5.5 kW con una potencia de 7.5 hp Polyfix Revoluciones por minuto de 1445 rpm



Figura 13 Motor reductor

Fuente: catalogo POLYFIX FR

Cálculos y diseño para la selección de piñones y fajas

El proyecto requiere disminuir la velocidad, mediante engranajes que van conectado en la maquina secadora a través de un motor reductor

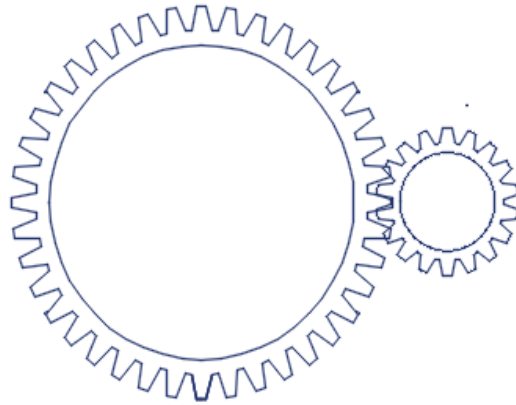


Figura 14 engranajes

Fuente propia

Cálculo del diámetro de los piñones

Dp= diámetros primitivos

$$Dp = \frac{p}{\text{sen} \left(\frac{180^\circ}{z} \right)}$$

Dónde:

P: es el paso entre dientes en 3,35mm

Z: es número de dientes

Se determina de la siguiente manera, rueda del piñón 12 dientes:

$$Dp1 = \frac{p}{\text{sen} \left(\frac{180^\circ}{z} \right)} \quad Dp1 = \frac{13,35mm}{\text{sen} \left(\frac{180^\circ}{12} \right)} = 51mm$$

Rueda del piñón 60 dientes:

$$Dp1 = = \frac{13,35mm}{\text{sen} \left(\frac{180^\circ}{60} \right)} = 255mm$$

Cálculos de la potencia corregida (pc)

La potencia corregida se obtiene a través de la potencia transmitida (p), se calcula a través de la siguiente expresión.

$$P_c = k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot P$$

Donde

$$K_1 = \frac{12}{z_1} = k_1 = \frac{12}{12} = 1$$

$$P_c = k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot p$$

$$P_c = 1 \times 1 \times 1 \times 1.8 \times 1 \times 5.59 = 10 \text{kw}$$

Selección del tipo de cadena

Potencia corregida cálculo (pc = 10kw)

Velocidad del giro del piñón 25rpm

Con estos resultados seleccionaremos la cadena tipo 24B paso 38,1

Se utiliza la siguiente formula

$$\frac{L}{P} = \frac{Z_1 + Z_2}{2} + (Z_2 - Z_1) \frac{B}{\pi} + 0.0102 \times \cos(BX) \frac{2}{P}$$

Dónde:

L: longitud total de la cadena en mm

P: paso de la cadena en mm

Z1: número de dientes del piñón

Z2: número de diente de la rueda mayor

0102: distancia entre centros de la rueda

B: ángulo de contacto, en radiales.

R2 YR1: los radiales respectivos de la rueda mayor y piñón

L /P: resultado de la cantidad de eslabones de la cadena

Se obtiene la siguiente formula

$$B = \text{sen}^{-1} \left(\frac{R_2 - R_1}{0102} \right)$$

$$B = \text{sen}^{-1} \left(\frac{191 - 94.5}{0102} \right)$$

$$B = 4.43 \times \frac{\pi}{180} = 0.077 \text{ rad}$$

Luego remplazamos para calcular la longitud de la cadena

$$\frac{L}{P} = \frac{Z_1 + Z_2}{2} + (Z_2 - Z_1) \frac{B}{\pi} + 0102 \times \text{COS } B \times \frac{2}{p}$$

$$\frac{L}{P} = \frac{12 + 60}{2} + (12 - 60) \frac{0.077 \text{ rad}}{\pi} + 1250 \times \text{COS } 0.077 \times \frac{2}{38.1}$$

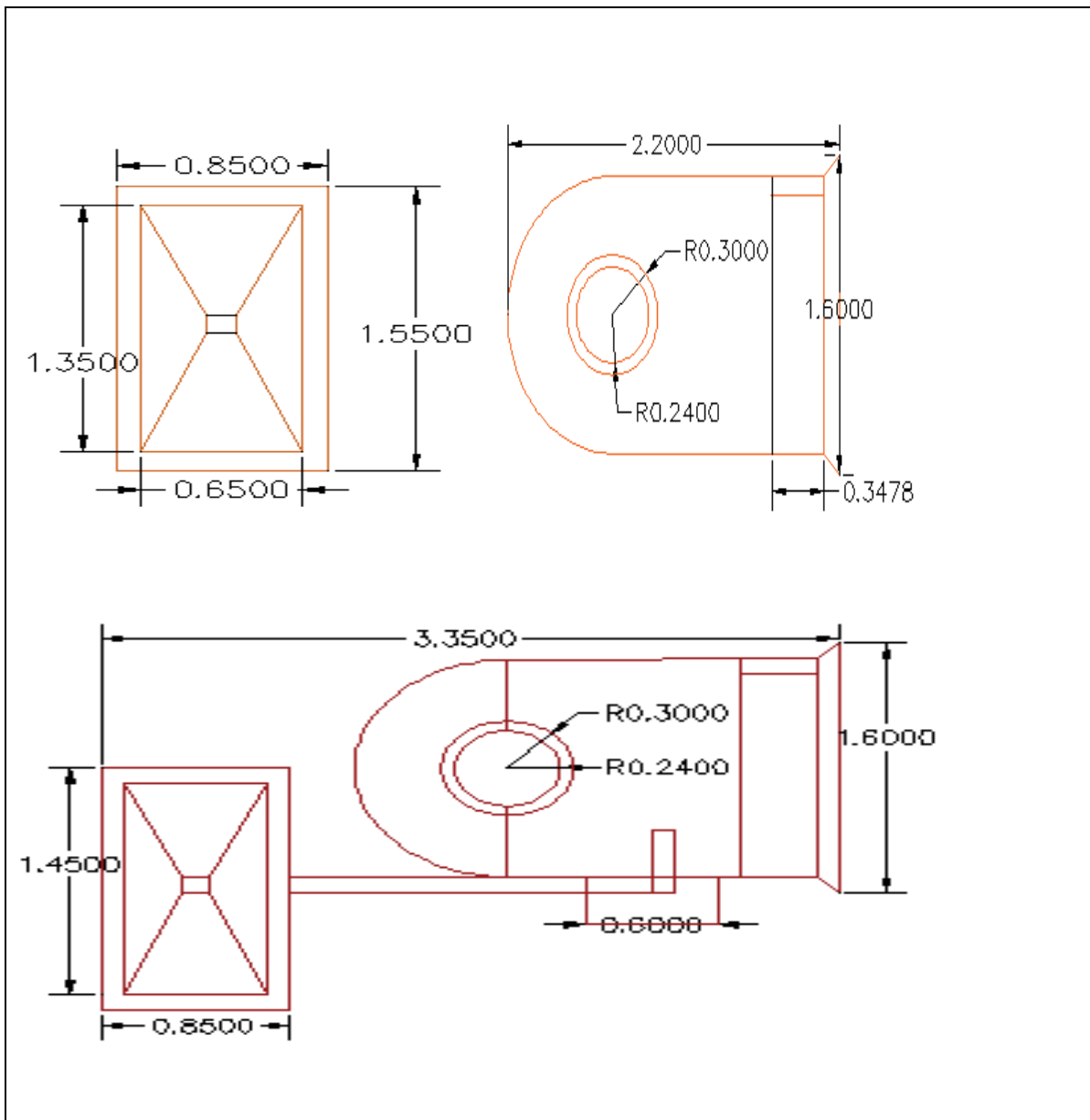
$$\frac{L}{P} = 128$$

La longitud total (L) se obtiene multiplicando el número de eslabones por el paso:

$$L = 128 \times 38.1$$

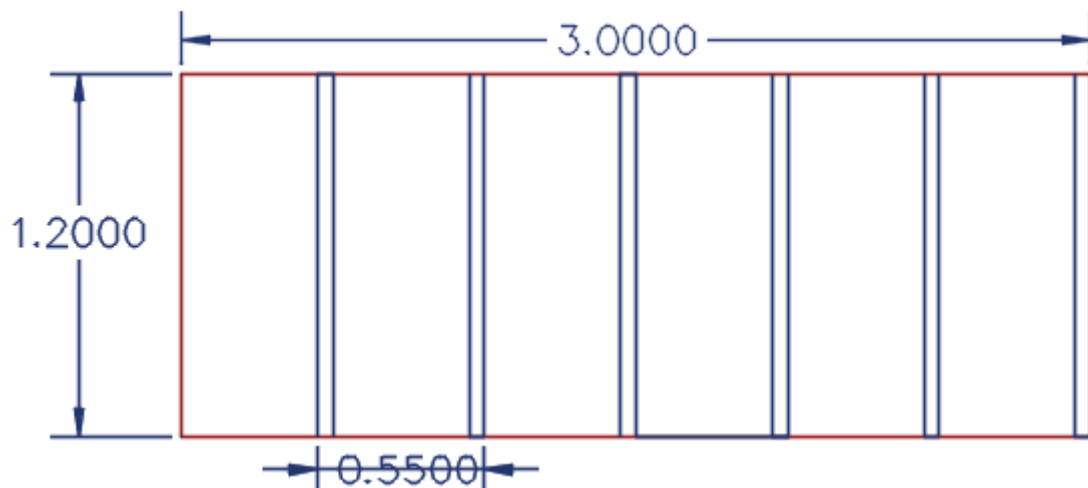
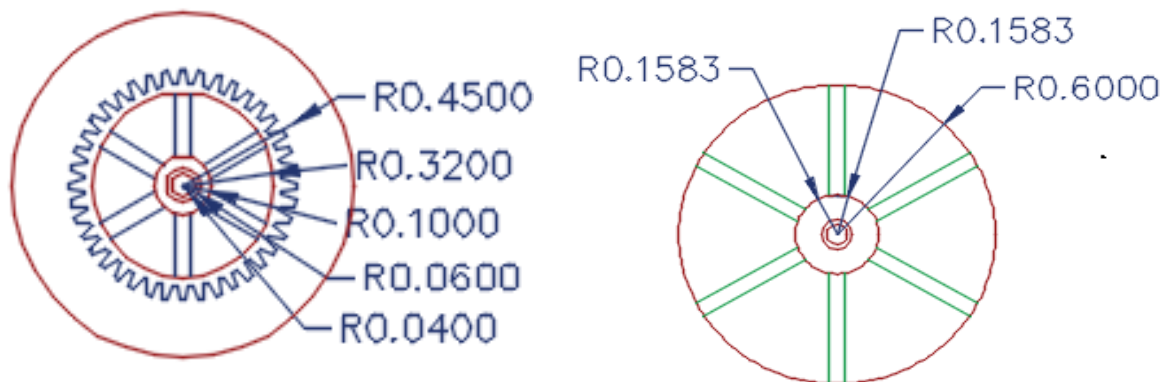
$$L = 4876.8 \text{ mm}$$

PLANOS REALIZADOS EN EL SOFTWARE AUTOCAD



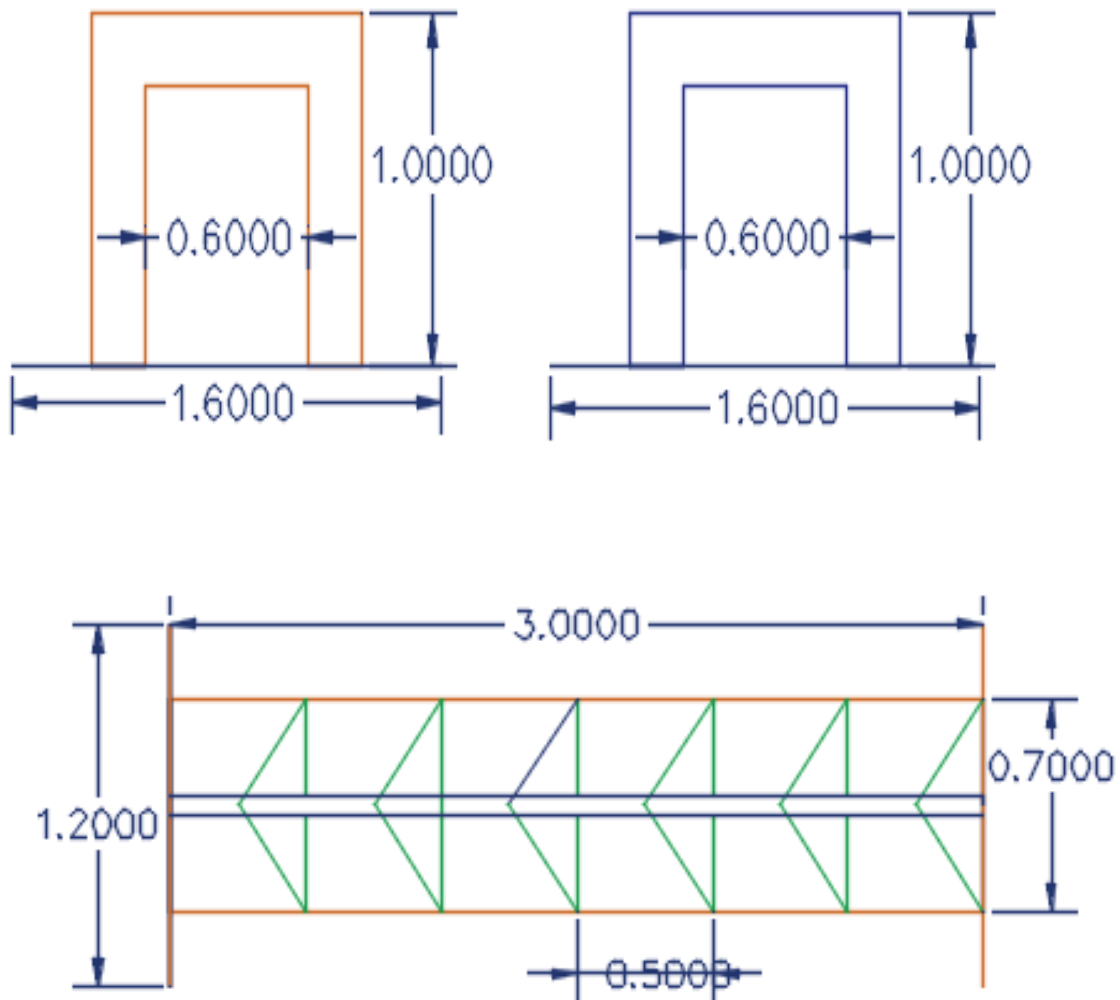
			<i>TÍTULO</i>	
			<i>PARTES DE CILINDRO EXTERIOR</i>	
			<i>Dibujado</i>	<i>Wilson de la cruz de la cruz</i>
			Escala 1:20	P 01

Fuente: Elaboracion propia



		<i>TÍTULO</i>	
		<i>PARTES DE CILINDRO EXTERIOR</i>	
		<i>Dibujado</i>	<i>Wilson de la cruz de la cruz</i>
		Escala 1:20	P 02

Fuente: Elaboracion propia



		<i>TÍTULO</i>	
		<i>PARTES DE CILINDRO EXTERIOR</i>	
	<i>Dibujado</i>	<i>Wilson de la cruz de la cruz</i>	
	Escala 1:20		P 03

Fuente: Elaboracion propia

4.4 Realizar una evaluación económica del proyecto mediante los indicadores VAN y TIR.

La evaluación económica se realizó de la siguiente manera.

A) Costo de componentes de la máquina

Tabla 6 Costo de maquina

COSTO DE MÁQUINA	
Tambor maquinado	S/5,500.00
Eje maquinado	S/4,000.00
Resistencia eléctrica	S/5,200.00
Aislante térmico	S/2,500.00
Aros maquinado x 3	S/9,500.00
Rodajes skf	S/3,000.00
Ventilador	S/6,500.00
Moto reductora 5.5 KW	S/12,500.00
Piñones	S/2,000.00
Cadena	S/1,500.00
Total	S/52,200.00

Fuente: elaboración propia

B) Costo de transporte, ensamblaje e instalación

El transporte de material se está estimando un monte de **S/2,000.00**, mientras que la fabricación y montaje de la máquina secadora de café se está proyectando un monto estimado de **S/10,500.00**

Realizando la suma correspondiente del costo de componentes de la máquina, transporte y costos de fabricación de tiene una inversión de **S/64,700.00**

Inversión = S/64,700.00

C) Ingresos del proyecto

En los ingresos económicos del proyecto se está considerando la venta total del café orgánico en los meses de abril, mayo y junio meses donde las condiciones climatológicas hacen que los granos capten la mayor humedad, pues al contar con la maquina secadora de café ya no será necesario esperar 7 días para el secado y se aprovechará toda la cosecha, pues se obtendrá un producto de buena calidad que garantiza la venta a un costo del mercado actual.

En los 3 meses mencionados se tiene una producción de 95 quintales que se venden a 500 soles el quintal obteniendo así un monto de S/.47,500.00, de dicho monto se realiza el pago a los trabajadores, compra de abono y demás actividades necesarias para la cosecha del café, estos egresos representan un 30% del monto total de la venta que corresponden a S/14,250.00

Los ingresos se del proyecto es:

$S/.47,500.00 - S/14,250.00 = \mathbf{S/33,250.00}$

Ingresos = S/33,250.00

d) Egresos del proyecto

En los egresos económicos del proyecto se están considerando los costos de mantenimientos preventivos por trimestre, que consiste en verificar los rodamientos, limpieza del cilindro, engrasar las cadenas, engrasar los engranajes etc.

También se está considerando consumo de electricidad en soles durante 12 horas por 26 días de trabajo durante tres meses donde el precio del KWh es de S/. 0.89. Pago mensual a 4 operarios de la secadora a 50 soles el día.

Tabla 7 Actividades y costos

ACTIVIDAD	COSTO
Consumo electrico	S/4,581.72
Pago de operario	S/5,200.00
Mantenimiento trimestral	S/2,000.00
EGRESOS TOTAL	S/11,781.72

Fuente: propia

Egresos = S/11,781.72

E) Proyección del VAN Y TIR

Los indicadores VAN y TIR se realizaron en el software Excel, donde el indicador VAN tiene que ser mayor a cero, la TIR tiene que ser mayor a la tasa de interés quien según la Superintendencia de Banca, Seguros y AFP (SBS) indica que la tasa de interés para este año esta alrededor del 12 %.

Los indicadores proyectados se muestran a continuación.

Tabla 8 VAN y TIR

PERIODO (AÑOS)	INVERSIÓN	INGRESOS	EGRESOS	FLUJO NETO EFECTIVO
0	S/64,700.00			-S/64,700.00
1		S/33,250.00	S/11,781.72	S/21,468.28
2		S/33,250.00	S/11,781.72	S/21,468.28
3		S/33,250.00	S/11,781.72	S/21,468.28
4		S/33,250.00	S/11,781.72	S/21,468.28
5		S/33,250.00	S/11,781.72	S/21,468.28
TASA DE INTERES ANUAL				12.00%
VAN				S/12,688.34
TIR				20%

Fuente: elaboración propia

Como se puede ver los indicadores VAN y TIR resultan valores aceptables que hacen viable la ejecución del presente proyecto en un periodo de 5 años.

IV. DISCUSIÓN

En el presente trabajo de investigación Se tiene que la capacidad total del secador tiene un volumen de 2.95 m³, de la cual se desprende que este volumen de café de 1.89 m³ corresponde al 64% de la capacidad del tambor, sus dimensiones radio 0.6 m y de longitud de 3.00 metros en tal sentido el material de fabricación del tambor secador es de acero inoxidable AISI 304, características que lo diferencian de los demás, es susceptible a la corrosión, tiene 18% de cromo y 8% de níquel, es un material fácil de desinfectar, es ideal para para el diseño de tanques de, ollas, sartenes etc. Tiene una densidad del acero inoxidable AISI 304 densidad de 8.0 g/ m³, Para el esfuerzo de las paredes del cilindro el límite de influencia a 500c°a 800c°.

En el diseño no solo se busca que los elementos no fallen debido a la flexión sino que incluso se introduce un parámetro de diseño estético, en este caso la deflexión no puede exceder la milésima parte de la longitud del elemento estudiado. Para un cilindro hueco de 2,14 metros de longitud y 0,6 metros de radio conformado por láminas de acero inoxidable AISI 304 de 1,27 milímetros (Calibre 18) de espesor los resultados obtenidos para la deflexión se mantuvieron por debajo del valor límite de diseño por lo cual se considera que no fallará.

Se obtuvo los resultados de los parámetros de diseño como son la humedad inicial del café siendo este el 60% y la humedad final del café igual al 12%, la cantidad de café seco dando como resultado 520 kg, se determinó que se obtiene 709.09 kg de agua evaporada en un tiempo de secado 16h y con un 12% de humedad final del café, el cual cumple con los estándares de humedad para almacenamiento y exportación, Se obtuvo como resultado que el volumen total del tambor rotativo es de 2.95 m³ para lo cual desprende que este volumen de café de 1.89 m³ corresponde al 64% de la capacidad del tambor, siendo construido de acero inoxidable AISI 304, la fuerza de impacto de semillas al momento del giro es de 1146.6 KN, el espesor de la plancha es de 5.62 mm teniendo un peso de 498.33 kg de acero inoxidable, el ventilador seleccionado es marca SODECA para este caudal le corresponde el modelo: CBD-2828-4m 3/4 HE, el motor reductor es de 5.5 kW con una potencia de 7.5 hp Polyfix FR revoluciones por minuto de 1445 rpm. El secador rotativo con todas sus piezas y ensamblado costara un precio de

64,700.00 soles. Para la evaluación económica se consideró un valor total de inversión de 59477 soles el cual ser en un periodo de evaluación de 5 años con una tasa del 12%, y nos dio como resultado un VNA 12,688.34 y un TIR 20% con lo que se concluye que el proyecto es económicamente viable, por lo que apoya a los descrito por Cubas (2018, p. 87), donde concluye que Se obtuvo los resultados de los parámetros térmicos dentro del secador rotativo a través del uso de fórmulas de la termodinámica dando como resultado 741.57 kg de gua evaporada en un tiempo de secado 18 h, 49 min. y como resultado un 11% de humedad final del café, el cual cumple con los estándares de humedad para almacenamiento y exportación. El secador estará conformado por piezas de acero inoxidable diseñadas y seleccionadas de fichas técnicas de los fabricantes los cuales son tambor, rodamientos, aros, eje, gabinete de resistencias eléctricas, moto reductor, cadena, piñones, ventilador centrifugo. El consumo total eléctrico del sistema será 18.16 KW, y una duración de trabajo por tanda de 18 h, 49 min. El secador rotativo con todas sus piezas y ensamblado costara un precio de 59477 soles. Para la evaluación económica se consideró un valor total de inversión de 59477 soles el cual ser en un periodo de evaluación de 3 años con una tasa del 40%, y nos dio como resultado un VNA 98,052.47 y un TIR 157% con lo que se concluye que el proyecto es económicamente viable

Según (Carvajal, 2007)nos manifiesta que el proceso de secado mediante una maquina secadora rotativa a base de energía con biomasa se logró con éxito, la humedad deseada de 11%mediante una temperatura de secado de 50°C, en un tiempo de 18 horas, sin embargo, mi diseño se enfocara él lo principal del objetivo de cuidar el medio ambiente por esos motivos mi diseño está a base de resistencias eléctrica, y el tiempo de secado es en 16 horas con una humedad de 12% .

Según (Ramires, 2015) confirma de reducir la humedad mediante una cámara de secado sin perjudicar el grano de café de 53 % hasta un 12% de humedad requerida por el por el Instituto de costa rica del café (ICAFFE) ,con el resultado estoy de acuerdo porque con mi diseño logre disminuir la humedad de 60% a 12 % sin ningún inconveniente en el grano del café ni exponerlo a la contaminación del medio ambiente.

V. CONCLUSIONES

En cuando al objetivo 01 Se concluye que en el centro poblado Chiñama distrito de cañaris provincias de Ferreñafe departamento de Lambayeque cuenta con 120 hectáreas de café orgánico cultivado, los agricultores realizan la cosecha una vez al año y dura solo 6 meses empieza en el mes de abril y termina el mes de septiembre.

En relación al objetivo 02: Se obtuvo los resultados de los parámetros de diseño como son la humedad inicial del café siendo este el 60% y la humedad final del café igual al 12%, la cantidad de café seco dando como resultado 520 kg, se determinó que se obtiene 709.09 kg de gua evaporada en un tiempo de secado 16h y con un 12% de humedad final del café, el cual cumple con los estándares de humedad para almacenamiento y exportación

En relación al objetivo 03: Se obtuvo los resultados de los parámetros de diseño como son la humedad inicial del café siendo este el 60% y la humedad final del café igual al 12%, la cantidad de café seco dando como resultado 520 kg, se determinó que se obtiene 709.09 kg de gua evaporada en un tiempo de secado 16h y con un 12% de humedad final del café, el cual cumple con los estándares de humedad para almacenamiento y exportación

En relación al objetivo 04: Se obtuvo como resultado que el volumen total del tambor rotativo es de 2.95 m³ para lo cual desprende que este volumen de café de 1.89 m³ corresponde al 64% de la capacidad del tambor, siendo construido de acero inoxidable AISI 304, la fuerza de impacto de semillas al momento del giro es de 1146.6 KN, el espesor de la plancha es de 5.62 mm teniendo un peso de 498.33 kg de acero inoxidable

El secador rotativo con todas sus piezas y ensamblado costara un precio de 64,700.00 soles. Para la evaluación económica se consideró un valor total de inversión de 59477 soles el cual ser en un periodo de evaluación de 5 años con una tasa del 12%, y nos dio como resultado un VNA 12,688.34 y un TIR 20% con lo que se concluye que el proyecto es económicamente viable.

VI. RECOMENDACIONES.

1. Se recomienda que la maquina secadora rotativa tipo guardiola sea adquirida por los hermanos agricultores del Centro Poblado Chiñama cañaris. cuentan con 120 hectáreas de café orgánico cultivado.
2. Para el diseño se empleó una humedad de 60%, así mismo se consideró una temperatura ambiente de 25°C se recomienda hacer una prueba para determinar el tiempo de secado y eso depende mucho del lugar donde lo realizas
3. Se recomienda. Alos hermanos cafetaleros seguir luchando por equiparse de nuevas tecnologías que les permitan mejorar su producción y dejar atrás los procesos antiguos realizados así entrar en competencia con los demás agricultores de otra región.
4. Se recomienda elaborar un plan de mantenimiento trimestral para el secador rotativo que tiene una capacidad de 1300kgasi mismo tener un personal que este pendiente en la operación para evitar daños en la máquina.

REFERENCIAS

- Camacho Fonseca, Stanley . 2015,.** *DISEÑO DE UN SECADOR PARA CAFÉ MEDIANTE EL CALENTAMIENTOS DEL AIRE EN DOS ETAPAS UTILIZANDO ENERGÍA SOLAR.* costa rica : ciudad universitaria rodrigo de facio, 2015,. 110.
- HERNÁNDEZ MARTIN, ZENAIDA. 2012.** *Método de análisis de datos.* España : Universidad de la Rioja, 2012. ISBN 9788461575794.
- OBLITAS VERA, HÉCTOR RENATO. 2016.** *“DISEÑO DE UNA MÁQUINA SECADORA DE ARROZ TIPO TORRE PARA.* peru : FACULTAD DE INGENIERÍA, 2016.
- ACERINOX. 2017,.** *MANUAL DE DISEÑO PARA ACERO INOXIDABLE ESTRUCTURAL.* ESPAÑA : UNIVERSITAT POLITECNICA DE CATALUNYA, 2017,.
- Bernabe Oreyano, Sirley. 2016.** *plan regional de accion ambiental 2016-2021.* chiclayo : gobierno regionla de lambayeque, 2016.
- Budynas, Et al. 2008.** *DISEÑO EN INGENIERÍA MECÁNICA DE SHIGLEY.* Octava. D.F. : McGraw-Hill, 2008.
- Budynas, Richar. 2008.** *ISBN 978-607-15-0771-6.* mexico : univercidad centro americana, 2008.
- Caballero Cava, Jose Arturo. 2016,.** *diseño de una secadora de cacao para almacenaje con capacidad de 2 toneladas.* peru : pontifica universidad catolica del peru, 2016,.
- Camacho Fonseca, Stanley. 2015.** *diseño de una secadora para cafe mediante el calentamiento del aire en dos etapas utilizando energia solar.* costa rica : ciudad univercitaria rodrigo facio, 2015.
- Castro, Pilar. 2004,.** *café de especialidad :alternativas para el sector cafetalero peruano.* peru : programa magister en administracion, 2004,.
- CESAR, CUBAS ARBILDO JULIO. 2018.** *DISEÑO DE UN SECADOR ROTATIVO DE 1.5 TON.PARA DESHIDRATAR SEMILLAS DE CAFE EN LA ZONA NORTE DEL PERU.* PERU : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO, 2018. 20. 7.
- Conde Rojas, Cesar Orlando. 2016.** *diseño de una secadora de cafe atraves de un sistema de aire forzado.* ecuaador : universidad de lojas, 2016.
- cordova, brenda celilia espinoza lenis y jhonatan david vega. 2015.** *E-INGENIERÍA DE UN SECADOR ROTATORIO DIDÁCTICO PARA EL LABORATORIO DE OPERACIONES UNITARIAS”. Ecuador : UNIVERSIDAD ESTATAL DE GUAYAQUIL, 2015.*
- GARCIA DOMENIQUE, Jairo Roberto. 2017.** *Diseño de un Sistema de iluminación led con Celdas Solares autónomas para áreas Externas de la U.C.S.M.* Arequipa : Universidad Catolica Santa Maria, 2017.
- Henao Arismendy, Juliana. 2015.** *evaluacion del proceso de secado de cafe y su realacion ccon las propiedades fisicas,composicion quimica y calidad en taza.* colombia : universidad de colombia, 2015.
- hernandez, Oscar ramires. 2015,.** *DISEÑO DE UN SECADOR PARA CAFE MEDIANTE EL CALENTAMIENTO DEL AIRE EN DOS ETAPAS UTILIZANDO ENERGIA SOLAR.* COSTA RICA : FACULTAD DE INGENIERIA, 2015,.
- Hernandez Sampieri, Roberto. 2014.** *metodologia de la investigacion.* mexico : ISBN: 978-1-4562-2396-0, 2014.
- Hernandez Sampieri, Roberto. 2014.** *Metodologia de la envestigacion.* mexico : ISBN: 978-1-4562-2396-0, 2014.

—. 2014. *metodologia de la emvestigacion*. mexico : ISBN: 978-1-4562-2396-0, 2014.

HERNANDEZ SAMPIERI, Roberto, FERNANDEZ COLLADO, CARLOS y BAPTISTA, LUCIO PILAR. 2014. *Metodologia de la investigacion*. Mexico : Mac Graw Hill, 2014. 978-1-4562-2396-0.

Lopez Roldan, Pedro. 2015. *metodologia de la investigacion social cuantitativa*. españa : univercidad autonoma de barcelona, 2015.

Morales Aguirre, mario alberto y otros. 2014. *ANÁLISIS DEL PROCESO DE BENEFICIADO HÚMEDODE CAFÉ EN FRAIJANES, GUATEMALA*. Guatemala : UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR, 2014.

MORENO MARTIN, ALEJANDRO. 2016. *Dimensionado de una instalación fotovoltaica para una Vivienda Rural Aislada*. Madrid : Universidad Carlos III, 2016.

Mott, Robert L. 2006. *Diseño de Elementos de Máquinas*. México D.F. : PEARSON EDUCACIÓN, 2006.

Nisbett, Richard G. Budynas y J. Keith. 2012,. *diseño en ingenieria mecanica de Shingley*. mexico : Marcela Imelda Rocha Martínez, 2012, . 4.

Norton, Robert L. 2009. *Diseño de Maquinaria*. México D.F. : Mc Graw Hill / INTERAMERICANA EDITORES, 2009.

NORTON, ROBERTO L. 2009. *DISEÑO DE MAQUINARIA*. MEXICO D.F. : MCGRAW HILL/ INTERAMERICANA EDITORES, 2009.

OSCAR RAMIRES, STANLEY CAMACHO Y. 2015. *DISEÑO DE UN SECADOR OARA CAFE MEDIANTE EL CALENTAMIENTO DEL AIRE EN DOS ETAPAS UTILIZANDO ENERGIA SOLAR*. COSTA RICA : UIVERSIDAD DE COSTA RICA, 2015. 47.

Pilar Castro, Delia Laca. 2004. *CAFÉ DE ESPECIALIDAD: ALTERNATIVA PARA EL SECTOR CAFETALERO PERUANO**. peru : PROGRAMA MAGÍSTER EN ADMINISTRACIÓN, 2004.

Stanley Camacho Fonseca. 2015. *DISEÑO DE UN SECADOR PARA CAFÉ MEDIANTE EL CALENTAMIENTOS DEL AIRE EN DOS ETAPAS UTILIZANDO ENERGÍA SOLAR*. mexico : ciudad universitaria rodrigo facio, 2015.

Anexos

ANEXO 1. MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Indicadores	Escala de medición	Instrumentos
Independiente	El diseño es un proceso innovador y altamente iterativo. También es un proceso de toma de decisiones, que en ocasiones deben tomarse con muy poca información. para satisfacer una necesidad específica o resolver un problema particular, seguro, confiable, competitivo, útil, que pueda fabricarse. (Budynas, 2008 pág. 5)	Diseño mecánico que corresponde a mejorar la calidad del producto en menos tiempos, por medios de diferentes componentes que incorporan el diseño de la secadora.	potencia	watts	Guía de observación software AUTO CAD
Diseño de una maquina secadora de café.			Velocidad angular	rad/s]	
			Flujo de calor	[J / s]	

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 4: Operacionalización de variable Dependiente.

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Indicadores	indicadores	Escala medición
Dependiente	La calidad del café representa un punto muy importante para su aceptación en el mercado nacional e internacional, el nivel de humedad relativa final es 12%. el café solo debe estar cultivado con productos orgánicos y el rendimiento en taza debe ser mayor de 70 puntos, requisitos indispensables para la pre venta del café internacional.	La calidad del café depende de muchísimos factores, que incluyen no sólo la especie y variedad cultivada, sino también del lugar del cultivo, el modo de recolección, los procesos de post cosechan o beneficio, el tipo de comercialización y el empaque, y el transporte a su destino final.	Humedad	12%	hidrómetro
Mejorar la calidad del café	(VASQUEZ CORONEL, 2019 pág. 86)				

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 03 Características técnicas de los rodamientos

Selección del tamaño del rodamiento

Los rodamientos de la clase de rendimiento SKF Explorer han sido sometidos, entre otras cosas, a mejoras en los materiales y en la fabricación que requieren factores ajustados para calcular las capacidades de carga dinámica de acuerdo con la norma **ISO 281**.

Capacidades de carga estática

La capacidad de carga estática básica, según se define en la norma **ISO 76**, corresponde a una tensión de contacto calculada en el centro de mayor contacto entre los elementos rodantes y el camino de rodadura. Los valores de tensión de contacto son los siguientes:

- **4 600 MPa** para rodamientos de bolas autoalineables
- **4 200 MPa** para todos los demás rodamientos de bolas
- **4 000 MPa** para todos los rodamientos de rodillos

La carga máxima que puede actuar sobre un rodamiento se debe utilizar en el momento de calcular la carga estática equivalente del rodamiento. Para obtener más información sobre los valores recomendados para el factor de seguridad y cómo calcularlo, consulte *Selección del tamaño del rodamiento utilizando la capacidad de carga estática* (→ página 87).

Selección del tamaño del rodamiento utilizando las fórmulas de la vida útil

Vida nominal

La vida nominal de un rodamiento según la normativa **ISO 281** es

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

Anexo 05 Características técnicas del acero

SAE/AISI 1008 Y 1010



ACERO

Tabla de medidas · Medidas en mm									
Diámetro del eje d_{LW}		Referencia	Peso kg/m	Longitud ⁵⁾ $L_{m\acute{a}x}$	Materiales ¹⁾		Tolerancia Clase "L" μm	Redondez t_1 μm	Paralelismo $t_2^{2)}$ μm
					Acero bonificado	Acero resistente a la corrosión ⁴⁾ X 46 Cr 13			
pulgada	mm								
1/4	6,35	WZ 04	0,25	4 000	●	–	-13-25	4	5
3/8	9,525	WZ 06	0,56	4 000	●	●	-13-25	4	6
1/2	12,7	WZ 08	0,99	4 000	●	●	-13-25	5	8
5/8	15,875	WZ 10	1,55	4 000	●	●	-13-25	5	8
3/4	19,05	WZ 12	2,24	4 000	●	●	-13-25	6	9
7/8	22,22	WZ 14	3,05	4 000	●	–	-13-25	6	9
1	25,4	WZ 16	3,97	4 000	●	●	-13-25	6	9
1 1/8	28,575	WZ 18	4,11	4 000	●	–	-13-25	7	11
1 1/4	31,75	WZ 20	6,22	4 000	●	●	-13-25	7	11
1 3/8	34,95	WZ 22	7,51	4 000	●	–	-15-28	7	11
1 1/2	38,1	WZ 24	8,95	4 000	●	●	-15-28	7	11

Color de identificación: Blanco

Acabados

- Acabado en Frio (A.F.)
o Estirado en frio (E.F.)
o Trefilado

Perfiles

- Redondo
o Barra-Semiflecha
o Rollo-Alambre
 - Pulido
 - Recocido Industrial
(Horno con atmosfera controlada)



COMPOSICIÓN QUIMICA

SAE/AISI	CARBONO %C	MANGANESO %Mn	FOSFORO %P	AZUFRE %S
1008	0.20 max.	0.30/0.50	0.04 max.	0.05 max.

Anexo 06 Características de las poleas

Polea Trapecial SPZ-Z-3V (Para Taper-Lock)																	
Ø primitivo de (mm)	Nº Canales	Casquillo Cónico		Forma S/fig.	M (mm)	L (mm)	Z (mm)	U (mm)	Ø primitivo de (mm)	Nº Canales	Casquillo Cónico		Forma S/fig.	M (mm)	L (mm)	Z (mm)	U (mm)
		Tipo	Ø eje min/max d (mm)								Tipo	Ø eje min/max d (mm)					
40	2	1210	12-32	10	-	26	2	48	100	2	2012	15-50	4	110	31	3	153
	3	1210	12-32	10	-	26	14	48		3	2012	15-50	5	110	31	9	153
	4	1210	12-32	10	-	26	26	48		4	2517	18-65	5	120	46	6	153
											5	2517	18-65	5	120	46	18
80	1	1210	12-32	1	75	26	10	-	200	1	2012	15-50	4	110	31	15	173
	2	1210	12-32	10	-	26	2	53		2	2012	15-50	4	110	31	3	173
	3	1210	12-32	10	-	26	14	53		3	2012	15-50	6	110	31	4,5	173
	4	1210	12-32	10	-	26	26	53		4	2517	18-65	6	120	46	3	173
									5	2517	18-65	6	120	46	9	173	
132	1	1610	12-42	4	90	26	10	105	300	1	2517	18-65	7	120	46	30	603
	2	1610	12-42	5	90	26	2	105		2	2517	18-65	7	120	46	18	603
	3	2012	15-50	2	-	31	9	105		3	2517	18-65	3	120	46	3	603
	4	2012	15-50	2	-	31	21	105		4	3020	25-75	9	146	51	1	603
	5	2517	18-65	2	-	46	18	105		5	3020	25-75	9	146	51	6,5	603
355	2	3020	25-75	3	146	51	3,5	315	500	2	3535	45-90	7	178	91	28	670
	3	3020	25-75	9	146	51	6	315		3	3535	45-90	7	178	91	9	670
	4	3535	45-90	7	178	91	9	315		4	3535	45-90	7	178	91	9	670
	5	3535	45-90	8	178	91	10	315		5	4040	55-100	8	215	101	-	670
	6	3535	45-90	8	178	91	29	315		6	4040	55-100	8	215	101	19	670
8	3535	45-90	9	178	91	33,5	315	8	5050	70-125	9	267	126	16	670		
500	2	3020	25-75	3	146	51	3,5	460	700	3	4040	55-100	7	215	101	38	958
	3	3535	45-90	7	178	91	28	460		4	4040	55-100	7	215	101	19	958
	4	3535	45-90	7	178	91	9	460		5	4040	55-100	8	215	101	-	958
	5	3535	45-90	8	178	91	10	460		6	4040	55-100	8	215	101	19	958
	6	4040	55-100	8	215	101	19	460		8	5050	70-125	9	267	126	16	958
8	4040	55-100	9	215	101	28,5	460										
560	2	3020	25-75	7	146	51	7	520	1000	3	4040	55-100	7	215	101	38	1208
	3	3535	45-90	7	178	91	28	520		4	4040	55-100	7	215	101	19	1208
	4	3535	45-90	7	178	91	9	520		5	4040	55-100	8	215	101	-	1208
	5	3535	45-90	8	178	91	10	520		6	5050	70-125	7	267	126	19	1208

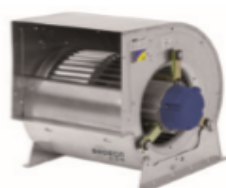
Anexo 07: Ficha técnica del ventilador



Características técnicas



CBD



Turbina de alta calidad y gran robustez, equilibrada dinámicamente según ISO 21940-11

Ventiladores centrífugos de doble aspiración con motor directo y turbina con álabes hacia delante

Ventilador:

- Envoltorio en chapa de acero galvanizado
- Turbina con álabes hacia delante, en chapa de acero galvanizado
- Se suministra con pies soporte PSB

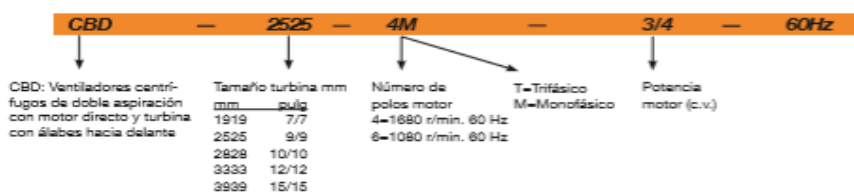
Motor:

- High efficiency (HE) motores para cumplimiento de ErP 2015
- Motores cerrados con protector térmico incorporado, clase F, con rodamientos a bolas, protección IP54
- Motor Multitensión, diseño especial válido para: 220/380V 60Hz, 254/440V 60Hz, 265/460V 60Hz, 277/480V 60Hz
- Temperatura máxima del aire a transportar: -20°C + 80°C

Acabado:

- Anticorrosivo en chapa de acero galvanizado

Código de pedido



Características técnicas

60Hz

Modelo	Velocidad máxima (r/min)	Equivalencia Pulgadas	Intensidad máxima admisible (A)		Potencia instalada (kW)	Caudal máximo (m³/h)	Nivel sonoro dB(A)	Peso aprox. (Kg)
			220-277V	380-480V				
CBD-1919-4M 1/5/HE	1478	7/7	1,40		0,15	1520	59	7
CBD-1919-6M 1/10/HE	984	7/7	0,85		0,07	1230	53	7
CBD-2525-4M 1/2/HE	1584	9/9	3,30		0,37	2800	66	13,2
CBD-2525-4M 3/4/HE	1572	9/9	4,50		0,55	3600	70	14
CBD-2525-6M 1/5/HE	1020	9/9	1,50		0,15	2200	60	11,5
CBD-2525-6M 1/3/HE	996	9/9	2,20		0,25	2700	62	12,7
CBD-2828-4M 1/2/HE	1584	10/10	3,30		0,37	2800	66	15,7
CBD-2828-4M 3/4/HE	1572	10/10	4,50		0,55	3950	70	16,5
CBD-2828-6M 1/3/HE	996	10/10	2,20		0,25	3200	62	15,2
CBD-2828-6M 3/4/HE	1080	10/10	4,50		0,55	3600	64	21
CBD-3333-6T 1 1/2/HE	1080	12/12	6,60	3,80	1,1	7800	75	24,5
CBD-3333-6M 3/4/HE	1020	12/12	5,00		0,55	4900	64	23
CBD-3333-6M 1/HE	1020	12/12	6,00		0,75	6000	71	24
CBD-3939-6T 3/HE	1068	15/15	10,90	6,30	2,2	11900	75	39

Anexo 08 Ficha técnica del motor reductor

POLYFIX FER



CARACTERÍSTICAS

- Engranajes fabricados en aceros de cementación, cementados y con flanco de diente rectificadas.
- Caja de fundición de hierro con nervaduras interiores.
- Piñón de entrada autoportado para montaje directo de motores normalizados IEC.
- Bajo nivel del ruido.
- Rodamientos ampliamente dimensionados.
- Amplia gama de relaciones de transmisión disponibles.
- Carga inicial de lubricante
- Entrega inmediata.

CODIGO DE PEDIDO

PIM	4	2	20	PAM BS	B3	Motor	
Modelo	Tamaño	Nº Tramos	Relación	Entrada	Salida	Postcódigo	Accesorios
FR Polyfix®	4	2	5	Eje hueco PAM BS	Montaje con patas F Montaje con Bnda	B3	Motor Motor c/freno Motor espec.
	4	3	7.5			B8	
	6	2	10			B6	
	6	3	12.5			B7	
	7	2	15			V1	
	7	3	20			V2	
	8	2	25				
	8	3	30				
	9	2	40				
	9	3					

Modelo	Tamaño	Relación nominal								
		5	7.5	10	12.5	15	20	25	30	40
RR	42	4	3.5	2.6	2.5					
RR	43					2	1.5	1.2	1	0.75
RR	62	7.5	7.5	6.2	5.5	4				
RR	63						3.5	2.6	2.3	1.8
RR	72	15	12.5	10	9	7	6			
RR	73							4.6	4	3
RR	82	24	20	22	18	15	12			
RR	83							10	8	6
RR	92	50 ¹	43 ¹	36	34	30				
RR	93						24	20	17	12

Nota: Las potencias están indicadas en Hp.
 Los valores indicados son para motor normalizado de 1500 rpm.
 Consulte sobre la vinculación disponible para motor REC.
¹ Disponible también como Reductor.

TABLA DE RELACIONES EXACTAS

Modelo	Tamaño	Relación nominal								
		5	7.5	10	12.5	15	20	25	30	40
RR	42	5.43	7.27	10.92	12.01					
RR	43					14.36	19.15	24.46	33.41	41.97
RR	62	5.16	7.99	10.82	12.25	15.95				
RR	63						19.68	26.64	30.16	39.27
RR	72	5.15	7.36	9.89	12.17	15.98	20.16			
RR	73							26.06	29.89	38.43
RR	82	5.04	7.03	10.22	11.51	14.69	19.64			
RR	83							24.52	28.77	36.95
RR	92	5.82	6.94	9.37	13.01	14.75				
RR	93						19.57	23.82	27.33	35.70



Anexo :09 Características del acero inoxidable entre normas

ACERO INOXIDABLE			SERIE 300 -						
			Acero al Cromo Níquel						
TIPO ASTM (AISI)			301	302	303	304	304 L	321	
DESIGNACIÓN	COMPOSICIÓN QUÍMICA		C% 0,15 Máx. Mn% 2,00 Máx. Si% 1,00 Máx. Cr% 16,0018,00 Ni% 6,008,00	C% 0,15 Máx. Mn% 2,00 Máx. Si% 1,00 Máx. Cr% 17,0019,00 Ni% 8,0010,00	C% 0,15 Máx. Mn% 2,00 Máx. Si% 1,00 Máx. Cr% 17,0019,00 Ni% 8,0010,00 S% 0,15 Min,	C% 0,08 Máx. Mn% 2,00 Máx. Si% 1,00 Máx. Cr% 18,0020,00 Ni% 8,0010,50	C% 0,030Máx. Mn% 2,00 Máx. Si% 1,00 Máx. Cr% 18,0020,00 Ni% 8,0012,00	C% 0,08 Máx. Mn% 2,00 Máx. Si% 1,00 Máx. Cr% 17,0019,00 Ni% 9,0012,00 Ti%>5xC%0,07	
	PESO ESPECÍFICO	(g/cm ³)	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	
	MÓDULO DE ELASTICIDAD	(N/mm ²)	193.000	193.000	193.000	193.000	193.000	193.000	
	ESTRUCTURA		AUSTENÍTICO	AUSTENÍTICO	AUSTENÍTICO	AUSTENÍTICO	AUSTENÍTICO	AUSTENÍTICO	
PROPIEDADES FÍSICAS	CALOR ESPECÍFICO A 20C	(J/Kg K)	500	500	500	500	500	500	
	CONDUCTIBILIDAD TÉRMICA (W/m K)	a 100 C	16	16	16	16	16	16	
		a 150 C	21	21	21	21	21	21,5	
	COEFICIENTE DE DILATACIÓN TÉRMICO MEDIO (x 10 ⁶ C ⁻¹)	0100 C	16,92	17,28	17,3	17,30	17,30	16,74	
		0300 C	17,10	17,82	17,8	17,80	17,80	17,10	
		0500 C	18,18	18,36	18,4	18,40	18,40	18,54	
		0700 C	18,72	18,72	18,7	18,80	18,80	19,26	
	INTERVALO DE FUSIÓN	(C)	13981420	13981420	13981420	13981454	13981454	13981427	
	PROPIEDADES ELÉCTRICAS	PERMEABILIDAD TÉRMICA EN ESTADO SOLUBLE RECOCIDO		AMAGNÉTICO 1,02	AMAGNÉTICO 1,008	AMAGNÉTICO 1,008	AMAGNÉTICO 1,008	AMAGNÉTICO 1,008	AMAGNÉTICO 1,008
		CAPACIDAD DE RESISTENCIA ELÉCTRICA A 20C	(μΩm)	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72
PROPIEDADES MECÁNICAS A 20º	DUREZA BRINELL	RECOCIDO HB	135185	135185	130180	130150	125145	130185	
		CON DEFORMACIÓN EN FRÍO HB	210330	180330	180330	180330	-	-	
	DUREZA ROCKWELL	RECOCIDO HRB	7592	7090	7090	7088	7085	7088	
		CON DEFORMACIÓN EN FRÍO HRC	2541 1/4 DURO-DURO	1035	-	1035	-	-	
	RESISTENCIA A LA TRACCIÓN CON DEFORMACIÓN EN FRÍO Rm(N/mm ²)	RECOCIDO	590750 87 01200	560720 680 1180	530700 -	500700 7001180	500680 -	520700 -	
		1/4 DURO-DURO							
	ELASTICIDAD CON DEFORMACIÓN EN FRÍO Rp (0,2)(N/mm ²)	RECOCIDO	215340 500900	205340 340900	205340 350900	195340 340900	175300 -	205340 -	
		1/4 DURO-DURO							
		RECOCIDO Rp(1) (N/mm ²) MÍNIMO	225	245	255	235	215	245	
	ALARGAMIENTO 50mm.	A(%)	6555 258 1/4 DURO-DURO	6050 5010	6050 -	6550 5010	6550 -	6040 -	
ESTRICCIÓN		RECOCIDO Z (%)	7060	7555	Min. 50	7560	7560	6550	
RESILIENCIA	KCU (J/cm ²)	130	160	Min. 100	160	160	120		
	KVL (J/cm ²)	140	180	-	180	180	130		
PROPIEDADES MECÁNICAS EN CALIENTE	ELASTICIDAD DIFERENTES TEMPERATURAS	a 300 C	-	-	-	125	115	150	
		Rp(0,2) (N/mm ²)	-	-	-	97	98	135	
		a 400 C	-	-	-	93	88	120	
		a 500 C	-	-	-	-	-	-	
		a 300 C	-	-	-	147	137	186	
		Rp(1) (N/mm ²)	-	-	-	127	117	161	
	a 400 C	-	-	-	107	108	152		
	a 500 C	-	-	-	-	-	-		
	LÍMITE DE FLUENCIA	a 500 C	-	-	-	68	58,5	102	
		a 600 C	-	-	-	42	38	64	
a 700 C		-	-	-	14,5	10,5	16,5		
a 800 C		-	-	-	4,9	3,9	5,8		

Anexo 10: Ficha técnica de velocidades máximas en cadenas

Anexo nº 5.- Tabla de velocidades máximas en cadenas

<i>Vitesse maximale de la chaîne.</i>		
Pas mm	Vitesse de rotation tr/min	Vitesse linéaire m/s
9,525	10 000	30
12,7	7 000	28
15,875	5 000	24
19,05	4 000	24
25,4	2 500	18
31,75	1 600	16
38,1	1 300	16
44,45	1 000	14
50,8	700	11
63,5	500	10
76,2	400	9,5

<i>Pression conventionnelle maximale dans les articulations (en MPa).</i>				
p (mm)	9,525-12,7	15,875 19,05-25,4	31,75-38,1 44,45-50,8	63,5-76,2
N (tr/min) (1)				
10	64	51	45	38
25	57	45	39	33
50	48	39	34	29
75	44	35	30	26
100	39	31	27	23
150	35	28	24	21
200	33	26	23	19
250	31	25	22	18
300	30	24	21	17
400	28	22	19	16
500	27	21	18	
750	24	19	17	
1 000	22	18	15	
1 500	20	16		
2 000	17	14		
2 500	15	12		
3 000	14	11		
4 000	10			
5 000	7			

(1) N : vitesse de rotation d'un pignon de 19 dents.