

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y DE ENERGÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA



**“DISEÑO DE EQUIPOS DE PRODUCCIÓN
PARA CUBRIR UNA DEMANDA DE 500
KG/H DE PURÉ DE PALTA”**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO MECÁNICO**

JOSÉ RODÓRICO SÁNCHEZ HUAMÁN

Callao, diciembre, 2017

PERÚ

DEDICATORIA

El presente trabajo va dedicado a quienes hacen posible que la ingeniería se convierta en herramienta de solución día a día

AGRADECIMIENTO

Agradecer a todos aquellos quienes permitieron el desarrollo del presente trabajo. De manera muy especial a Dios por las oportunidades brindadas en el camino, las bendiciones de encontrar a muchas personas buenas de quienes he aprendido un montón, iniciando con mis padres don José y doña Luz a quienes agradezco con el corazón emocionado por su amor, entrega y paciencia hacia mí y nuestra familia, decirles que el presente trabajo es nuestro, el último trabajo de investigación como bachiller, para iniciar otros, como colegiado en Ingeniería, de la misma manera por la bendición de cada uno de mis hermanas y hermanos, quienes me dieron el respaldo durante toda la carrera y antes de ella, con sus consejos, su ejemplo en valores y responsabilidad. también agradecer a mis familiares y amigos, hoy colegas con muchos de ellos quienes compartimos sueños, trabajos juntos además de sonrisas y conocimientos.

Aprovechar en agradecer a quien me fue mi asesor el Ingeniero Emiliano Loayza, con quien iniciamos, conversamos, revisamos y culminamos el presente informe de Tesis.

Finalmente, el agradecimiento a mi querida facultad de ingeniería mecánica y de energía, donde se incrementó ese amor por la ingeniería, aquella que es responsable y brinda soluciones.

ÍNDICE

ÍNDICE.....	1
RESUMEN.....	6
ABSTRACT.....	7
1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	8
1.1 Identificación del problema	8
1.2 Formulación del problema	10
1.2.1 Problema general.....	10
1.2.2 Problemas Específicos.....	10
1.3 Objetivos de la investigación	10
1.3.1 Objetivo General	10
1.3.2 Objetivos Específicos	10
1.4 Justificación	11
1.4.1 Justificación Tecnológica	11
1.4.2 Justificación económica	11
1.4.3 Justificación legal	11
1.5 Importancia.....	11
2 MARCO TEÓRICO.....	13
2.1 Antecedentes del estudio.....	13
2.2 Marco Teórico.....	17
2.2.1 La palta	17
2.2.2 Presentaciones de la Palta.....	19
2.2.3 Líneas de puré de palta y guacamole	20
2.2.4 Mezclador de fluidos alimentarios pastosos.....	22
2.2.5 Diseño de ejes	25
2.2.6 Sistemas de transporte de fluidos	27
2.2.7 Tanques de almacenamiento	29

2.2.8	Diseño de tanques bajo la norma (ASME, 2015)	30
2.2.9	Dosificadores	30
2.2.10	El acero inoxidable en la industria alimentaria (Sifuentes, 2017) 31	
2.3	Definiciones de términos.....	34
2.3.1	Definición de términos básicos.....	34
3	VARIABLES E HIPÓTESIS	36
3.1	Variables de la investigación	36
3.1.1	Variable independiente.....	36
3.1.2	Variable dependiente	36
3.2	Operacionalización de las variables	36
3.3	Hipótesis	37
3.3.1	Hipótesis general.....	37
3.3.2	Hipótesis específicas.....	38
4	METODOLOGÍA.....	39
4.1	Tipo de la investigación	39
4.2	Diseño de la investigación	39
4.2.1	Parámetros básicos de investigación	39
a)	Demanda de producción	40
b)	Tipo de producto	40
c)	Condiciones de producción	40
4.2.2	Etapas de la investigación.....	40
a)	Diseño el homogeneizador.....	40
b)	Diseño de la bomba positiva de pistón.....	40
c)	Diseño del tanque de almacenamiento	40
d)	Diseño de la bomba dosificadora	40
a)	Diseño de la mezcladora	41
4.2.3	Detalles de la investigación.....	63
4.3	Población y Muestra	63

4.4	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	63
4.5	Procedimiento de recolección de datos	64
4.6	Procesamiento estadístico y análisis de datos	64
5	RESULTADOS	65
6	DISCUSIÓN DE RESULTADOS	66
6.1	Contrastación de hipótesis con resultados	66
6.2	Contrastación de resultados con otros estudios similares	66
7	CONCLUSIONES.....	67
8	RECOMENDACIONES	68
9	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	69
9.1	Bibliografía.....	69
	ANEXOS.....	73
	MATRIZ DE CONSISTENCIA.....	74

INDICE DE FIGURAS

FIGURA N° 01	13
FIGURA N° 02	19
FIGURA N° 03	20
FIGURA N° 04	23
FIGURA N° 05	24
FIGURA N° 06	25
FIGURA N° 07	25
FIGURA N° 08	29
FIGURA N° 9	29
FIGURA N° 10	31
FIGURA N° 11	33
FIGURA N° 12	43
FIGURA N° 13	45
FIGURA N° 14	46
FIGURA N° 15	46
FIGURA N° 16	48
FIGURA N° 17	49
FIGURA N° 18	50
FIGURA N° 19	51
FIGURA N° 20	53
FIGURA N° 21	54
FIGURA N° 22	55
FIGURA N° 23	56
FIGURA N° 24	57
FIGURA N° 25	58
FIGURA N° 26	59
FIGURA N° 27	60
FIGURA N° 28	61
FIGURA N° 29	61
FIGURA N° 30	62

INDICE DE TABLAS

TABLA N° 01	27
TABLA N° 02	42
TABLA N° 03	44
TABLA N° 04	65

RESUMEN

La presente investigación se elabora por la necesidad de contar con equipos de producción de una empresa agroindustrial que elabora puré de palta, delimitándose el proceso desde el mezclado hasta el dosificado de puré de palta. Esta investigación es del tipo tecnológica y de nivel aplicada no experimental. Se persigue como objetivo el diseñar equipos de producción para cubrir una demanda de 500 kg/h de puré de palta. La hipótesis general plantea que si se diseñan los equipos de producción entonces se cubrirá la demanda de 500kg/h de puré de palta. Se usaron técnicas documentales y empíricas, como manuales, bibliografía especializada y entrevistas con expertos del diseño de equipos de producción alimentaria, bajo los instrumentos de fichas bibliográficas, de trabajo y guías de entrevistas. Los resultados de diseño para cada uno de los 4 componentes son: para el diseño del mezclador; un motor reductor de 5HP a 40 rpm con un eje de 2 pulgadas, con el sistema de agitado por cintas; para la bomba positiva aplicada para productos pastosos alimentarios con un pistón y de dimensiones de carrera de 200mm y diámetro de 4pulgadas, se transporta el producto a un tanque de alimentación de 600mm de diámetro sometido a presión de vacío para reducir la cantidad de burbuja de aire en el dosificado del puré de palta el cual lleva en su interior un agitador de paletas en el tanque de ¼ de pulgada de espesor de acuerdo a los valores obtenidos por la norma ASME. Finalmente se diseñó el sistema de dosificado por bomba positiva con 4 posiciones para las capacidades de ½ kg, 1 kg, 2 kg y 3kg. Al contrastar la hipótesis, se da la respuesta que sí es posible el diseño de estos equipos y la cobertura correspondiente de la demanda.

Palabras Claves: Diseño de equipos, producción de 500 kg/h de puré de palta.

ABSTRACT

This research is based on the need to have production teams of an agro industrial company that produces avocado puree, delimiting the process from mixing to dosing of avocado puree. This research is of the technological type and of the non-experimental applied level. The objective is to design production equipment to meet a demand of 500 kg/h of avocado puree. The general hypothesis establishes that if the production equipment is designed then the demand for 500kg/h of avocado puree will be covered. Documentary and empirical techniques were used, such as manuals, specialized bibliography and interviews with experts in the design of food production equipment, under the instruments of bibliographic, work and interview guides. The design results for each of the 4 components were: for the design of the mixer; a 5HP reducer motor at 40 rpm with a 2-inch shaft, with the ribbon agitated system; for the positive pump applied for food pasty products with a piston and with stroke dimensions of 200mm and diameter of 4 inches, the product is transported to a feed tank of 600mm diameter under vacuum pressure to reduce the amount of air bubble in the dosage of the avocado puree which has inside a paddle stirrer in the tank, it is a ¼ inch thick according to the values obtained by the ASME standard. Finally, the positive pump dosing system with 4 positions was designed for the capacities of ½ kg, 1 kg, 2 kg and 3 kg. When testing the hypothesis, the answer is given that the design of these equipments and the corresponding coverage of the demand is possible.

Key words: Equipment designs, 500 kg/h of avocado puree production

1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Identificación del problema

La empresa industrias RESF SAC es una empresa de fabricación y mantenimiento de equipos para la industria alimentaria, la cual brinda sus servicios a diferentes empresas agroindustriales y alimentarias en el Perú, brindando mantenimientos preventivos y correctivos además de opciones de mejora en sus líneas de producción.

Uno de sus clientes ha venido trabajando en la producción, el comercio y exportación de palta, produciendo y exportando ésta en fruta y puré (guacamole en el contexto extranjero). La palta es un producto con gran demanda en el mercado europeo y asiático. El Perú es productor de palta de gran calidad, siendo ésta de gran demanda en el mercado nacional y extranjero. El puré de palta es una presentación casi nueva en el mercado nacional, sin embargo ya tiene una alta demanda en el mercado europeo y asiático.

Industrias RESF SAC en su continua presentación de mejoras a los procesos de producción, vió una oportunidad de mejora en el proceso de producción de puré de palta, presentando opciones de acuerdo a las demandas de producción, teniendo en cuenta que el puré de palta es de fácil oxidación (proceso en el cual se descompone la pulpa de la fruta debido a la exposición de la misma con el oxígeno del medio ambiente, cambiando las características organolépticas del producto). Por lo cual, presentó opciones de producción con altos estándares de calidad alimentaria, y tiempos cortos con la finalidad de minimizar los efectos de oxidación del producto.

Los procesos actuales en el Perú refieren a diseños de equipos independientes por cada uno de los componentes dentro de la línea de producción adecuados para la función específica dentro de la misma.

Para esta investigación el proceso de producción de puré de palta tiene la línea siguiente línea de producción industrial:

- Proceso de pulpeado de la palta (pasta)
- Sistema de transporte por bomba de desplazamiento positivo a tanques de almacenamiento
- Dosificado del puré de palta en sus bolsas
- Eliminación de burbujas de aire por sistema de vacío

Para este proceso, se desarrolló el diseño y la selección de los equipos que se necesitan, considerando los siguientes:

1. Diseño del mezclador horizontal con agitador de aspas regulables
2. Diseño de la bomba de desplazamiento positivo por pistón
3. Diseño de tanques de almacenamiento
4. Selección de bomba de vacío
5. Diseño de dosificador de puré de palta.

Estos diseños se enfocaron a partir del diseño mecánico de cada uno de los componentes y teniendo en cuenta las teorías de diseño de ejes, sistemas de agitación, tanques de almacenamiento, bombas, y dosificadoras como puntos principales.

Las investigaciones previas relacionadas al presente trabajo de investigación refieren a la factibilidad económica esencialmente en países como México y Estados Unidos por su alto consumo de palta y del guacamole, es decir no refiere a la línea de producción y sus componentes en sí, más bien le dan un mayor énfasis en la oportunidad económica que implementar una planta de puré de palta menciona.

Con el presente diseño de equipos de producción se cubrió la demanda de 500 kg/h de puré de palta.

1.2 Formulación del problema

En base a lo determinado en el punto anterior se formulan las siguientes preguntas:

1.2.1 Problema general

¿Cómo diseñar equipos de producción que permitan cumplir con una demanda de 500kg/h de puré de palta?

1.2.2 Problemas Específicos

- ¿Cómo dimensionar el mezclador y calcular la potencia del mezclado para homogenizar el puré de palta?
- ¿Cómo dimensionar a la bomba pistón adecuada para el traslado de puré de palta al tanque de almacenamiento?
- ¿Qué características y dimensiones debe de tener el tanque de almacenamiento?
- ¿Cómo dimensionar al equipos de dosificado para las diferentes cantidades de producto a envasar?

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 Objetivo General

Diseñar equipos de producción para obtener 500 kg/h de puré de palta

1.3.2 Objetivos Específicos

- Dimensionar la tina de mezclador y calcular la potencia del mezclador para homogenizar el puré de palta
- Dimensionar la bomba de pistón adecuada para el traslado de puré de palta al tanque de almacenamiento
- Diseñar el tanque de almacenamiento para obtener puré de palta sin globos de aire

- Dimensionar la bomba de dosificado para las diferentes cantidades de producto a envasar

1.4 Justificación

1.4.1 Justificación Tecnológica

El nuevo proceso de producción demandó que los equipos de esta línea productiva sean de vanguardia, es decir que permitieran cubrir la demanda además de garantizar la calidad del producto, es decir evitar la oxidación (la coloración pardea enzimático de la palta). Esta investigación logró desarrollar una nueva línea de producción de acuerdo a las necesidades de producción demandadas.

1.4.2 Justificación económica

El factor económico en el proceso de producción de palta refiere a los costos de producción, y almacenamiento frente a los costos de venta, por lo que se necesitó de esta nueva línea de producción. Esto permitió garantizar una nueva fuente de ingresos por el nuevo producto de puré de palta además de la reducción de costos de mantenimiento del fruto por la reducción de volúmenes de almacenamiento.

1.4.3 Justificación legal

El diseño de los equipos se realizó bajo las normas de fabricación para equipos involucrados a procesos alimentarios de acuerdo a lo establecido por DIGESA en el Perú, tomando en cuenta los estándares como DIN y ASME para este tipo de procesos.

1.5 Importancia

El diseño de la línea de producción de puré de palta nos permitió obtener un producto final, que tiene una alta demanda en el extranjero.

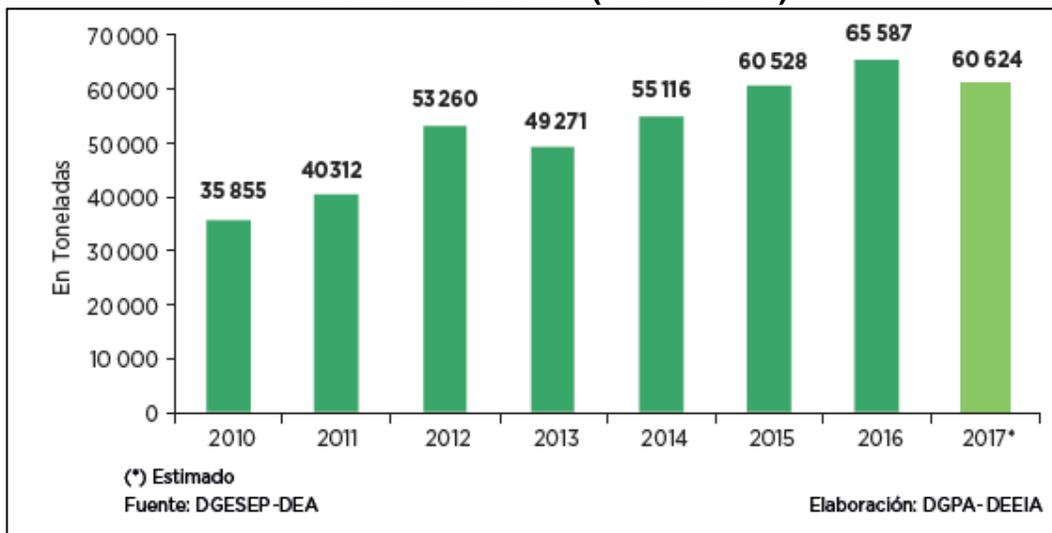
Su principal importancia se manifiesta en dar al mercado una mejora en el proceso productivo de puré de palta, además de tener una buena aceptación e innovador. Este nuevo proceso involucra la contratación de personal y el incremento de cultivo por parte de los productores, lo cual es un impacto directo en sus ingresos económicos.

2 MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes del estudio

La palta es uno de los principales frutos de exportación en el Perú (aguacate). El MINAGRI ha tomado bastante atención sobre este fruto y en su desarrollo, tal es así que en el boletín Perfil técnico N° 3 La Palta peruana, una coyuntura favorable (abril de 2017) nos muestra la evolución de exportación de este producto desde 2010 al 2017.

FIGURA N° 01
PERÚ: EVOLUCIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE PALTA
ENERO – MARZO (2010 – 2017)



Fuente: La palta peruana, una coyuntura favorable. MINAGRI

El mismo artículo menciona, el precio de la palta en abril de 2017 tenía un costo aproximado entre 3 y 3.20 Euros por kilogramo. (MINAGRI, 2017)

En lo referente a los meses de producción se sabe: “[...] en el Perú se puede producir palta durante todo el año; sin embargo, el grueso de la producción estacional se concentra entre los meses de abril a julio de cada año. En ese

sentido los mayores volúmenes de producción se esperan alcanzar recién en el segundo y tercer trimestre” (MINAGRI, 2017).

En una nota de diciembre de 2014 a la agencia agraria de noticias (agraria.pe) rescata las declaraciones de Augusto Cillóniz, gerente del proyecto Intipukio, en el V Simposio Internacional de la Palta “Sipa 2014” en la sede de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM). Señala: “Consumo per cápita de palta en Perú es el doble que en Estados Unidos”, “El consumo per cápita de palta en Perú asciende a 5 kilos, cifra que representa el doble de lo que se consume en Estados Unidos, mientras que en México que es el gran consumidor su promedio es de 8 kilos de palta por persona al año”. (León Carrasco, 2014)

En una publicación del diario Gestión de 2015, referente al VIII Congreso Mundial de la Palta en el Hotel Westin llevada del 13 al 18 de setiembre del mismo año señala: “Si bien la palta fuerte es la más demandada en el mercado interno, el 95% de lo que se consume en el exterior es palta hass, refiere Bosworth. [...] La palta hass es la palta que más consumo tiene a nivel mundial. Eso se debe a que resiste mejor el viaje en los barcos que a veces toma hasta 45 días” (gestión, 2015)

Toda la información presentada líneas arriba nos muestra la gran demanda de la palta en el mercado nacional e internación, por esto es necesario poder ver nuevas presentaciones con aceptación en el mercado tanto local y extranjero.

En el V Congreso mundial del aguacate se encuentra una investigación de J. A. Olaeta, de la Facultad de Agronomía Pontificia Universidad Católica de Valparaíso-Chile, menciona en su presentación “Industrialización del aguacate: Estado Actual y perspectivas futuras”, menciona lo siguiente: “El aguacate, presenta una variada posibilidad de usos como productos

industrializados entre otros: pulpas como base para productos untables, tanto frescas como refrigeradas o congeladas, mitades congeladas, y obtención de aceite, tradicionalmente para fines cosméticos, pero este último tiempo se ha incrementado la producción de aceite extra virgen para fines culinarios, teniendo un gran potencial futuro por sus propiedades”. (Olaeta, 2003)

Cabe añadir que Olaeta menciona también: “Dentro de las alternativas nombradas, el puré de aguacate congelado ha sido el que ha tenido un mayor volumen de producción al ser utilizado como base para productos untables constituyendo la base del Guacamole, muy popular en México, país con mayor consumo en el mundo, y ahora también en Estados Unidos y Europa como base de las comidas denominadas “Tex-Mex”. El aceite, constituye el segundo producto industrializado de aguacates, sin embargo el consumo de este está variando, desde un uso masivo como producto para cosmética a un uso de tipo culinario, ya que por sus cualidades están sustituyendo al aceite de oliva.” (Olaeta, 2003)

El puré de palta es una presentación de la palta con mucha demanda en algunos países como México, Estados Unidos y países europeos por lo cual se tiene la necesidad de tener empresas donde se elaboren procesos de producción, en muchos lugares como México y Estados Unidos desde finales del siglo pasado esto ha sido una práctica creciente, por lo cual se han planteado estudios de pre factibilidad de la implementación de estas plantas.

Una de ellas es el proyecto: “Guacamole, Una alternativa para la conservación. Industrialización y comercialización del aguacate.”, de la Universidad Autónoma Metropolitana de la facultad de ciencias biológicas y de la salud. La cual nos muestra un estudio de pre factibilidad, buscando validar el proyecto de guacamole industrializado. Nos muestra las diferentes opciones que han venido desarrollándose en el campo de la palta desde

finales del siglo pasado, mostrando su mercado en México, USA y Canadá. En su contenido también podemos observar la memoria de cálculo para los equipos como el mezclador (homogeneizador para el análisis nuestro), dándole una potencia de 6HP para el agitador, dimensiones del tanque de 0.75m de diámetro por 1.0m de alto, y con una bomba de 1.0 HP para la capacidad de 275Kg/hr. Mostrando así, que es posible el diseño de este equipo. (Cruz Dávila, Hernandez Reyes Ma, Montañó Morales, Monica, & Tiburcio Escobedo, 1994)

En septiembre de 2013 se realizó una investigación: “Factibilidad de una planta procesadora y comercializadora de pasta de aguacate (Persea Americana), en el Cantón Chone” en Ecuador, haciendo una evaluación técnica, financiera e industrial con valores positivos que indican que estas plantas son factibles, y muestra la necesidad de los equipos adecuados para la elaboración de pasta (en el caso de la presente tesis puré) (Vera & Zambrano, 2013)

En el Perú también se ha visto la necesidad de diseñar una línea de producción de puré de palta, en el departamento de Piura, “Diseño de la línea de producción para la elaboración y envasado de puré de palta en el departamento de Piura”, con la evaluación del trabajo se concluyó que la de mejor características para el puré de palta es la Hass, y siendo la más adecuada para las certificaciones necesarias. (Delgado Suárez, Díaz Ruíz, Espinoza Guzmán, Gerónimo Mendoza, & Juárez Bayona, 2013)

2.2 Marco Teórico

2.2.1 La palta

La palta es una fruta de características única, teniendo como principal característica de ser alta en grasas saludables, y otras como alta concentración de proteínas.

“La palta es una suave, cremosa y deliciosa fruta, con más de 20 vitaminas, minerales, además de otros nutrientes bajos en calorías, que proporciona gran energía a nuestro organismo. Por su versatilidad puedes crear un sin fin de combinaciones fáciles y rápidas de preparar”. (DANPER, 2017)

La palabra *avocado* usado en el inglés para esta fruta deriva del aguacate que tiene un significado de árbol de testículos por la forma de este fruto. Esta fruta es conocida como originaria de las montañas de México y América central siendo consumida por cerca de 10,000 años. En la cultura Inca este fruto fue encontrado bajo el nombre de *palta* esto a partir de una etnia amerindia llamado Los Palta de donde se cree se tomó el fruto y de ahí el nombre palta.

“The composition of an avocado is affected by the variety, ripeness, climatic growing conditions, light, temperature, soil, fertilization, and irrigation. Its pulp is 73.2% water, has a high oil content (14.7%), is rich in proteins and contains vitamin A and C, has a relatively low sugar content, and contains minerals such as calcium, magnesium, potassium, and phosphorus”. (Hui, y otros, 2017)

Variedades de palta

Fuerte: esta palta de color verde, proviene de la yema sacada de un árbol nativo de Atlixo (México) y tiene características intermedias entre la raza mexicana y guatemalteca, por lo que se considera un híbrido natural de estas dos razas. Los frutos presentan aspecto piriforme, de tamaño medio de 180 a 400 gr. Su largo medio es de 10 a 12 cm. y su ancho de 6 a 7 cm. La piel, ligeramente áspera, se separa con facilidad de la carne, variando su contenido de aceite entre 18 y 22%.

Hass: Es originaria de California. Sus frutos son de forma oval piriforme, de 200 a 300 gr., excelente calidad, piel gruesa, rugosa, se pela con facilidad y presenta color verde a oscuro violáceo cuando el fruto madura. La pulpa no tiene fibra y su contenido de aceite fluctúa entre 18 y 22%. La semilla es de tamaño pequeño, forma esférica y adherida a la pulpa. El fruto puede permanecer en el árbol un cierto tiempo después de alcanzar la madurez, sin perder su calidad. El árbol es muy sensible al frío y muy productivo.

Edranol: El árbol es de desarrollo medio. Los frutos son piriformes, piel rugosa de color verde y su peso oscila de 260 a 300 gr. La pulpa tiene buen sabor y un contenido de aceite de 22%.

Bacón: Originario de California y con buena resistencia al frío. El fruto es de forma oval, de tamaño medio, pesa entre 250 a 300 gr. y tiene piel fina verde brillante. El árbol es vigoroso, erecto, muy precoz y cargador.

Según COMEX Perú:

“Las exportaciones de palta crecieron un 29.7% en el 2016, cabe resaltar que los aumentos de 2011 a 2016 han sido en 146.2%. El Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI) calculó que en 2016 la producción de palta fue de 457,700 toneladas (20.2% más que 2015). Según la International

Trade Center (ITC), el año pasado el Perú fue el tercer mayor exportador de palta al mundo. (Peru21, 2017)”

Toda esta data muestra la gran aceptación de la palta peruana en el mercado extranjero.

2.2.2 Presentaciones de la Palta

Algunas presentaciones que se tienen en el mercado son:

- a. Frescos
 - Caja de fruto entero
 - Bolsa de plástico de fruto entero
- b. Congelados
 - Mitades
 - Cubitos
 - Pulpa de palta

**FIGURA N° 02
PRESENTACIONES DE LA PALTA**



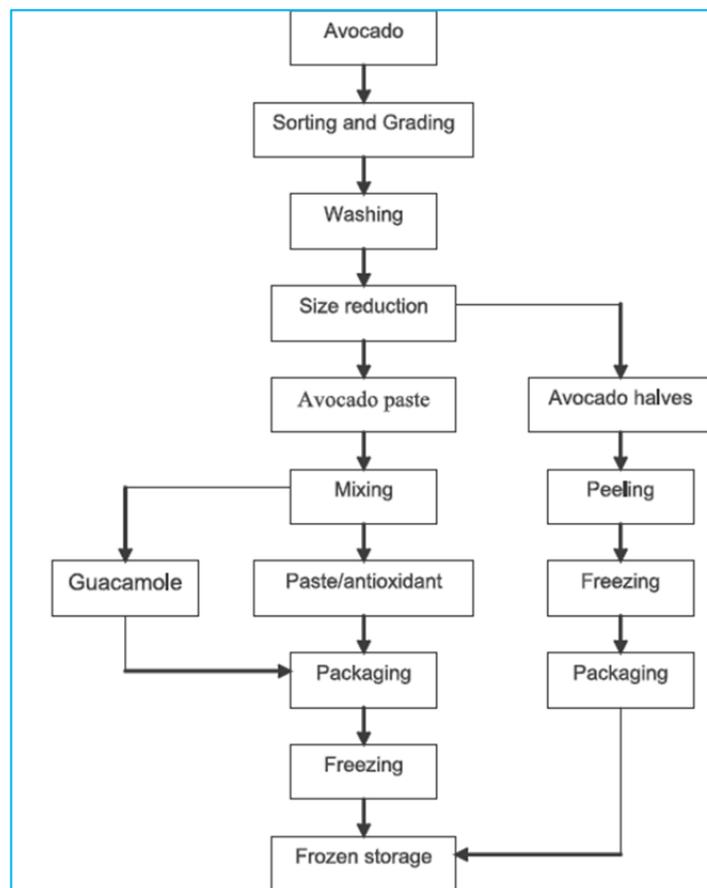
Fuente: Palta: mitades cubos y pulpa. (MIRSA, 2017)

2.2.3 Líneas de puré de palta y guacamole

Algunas prácticas usuales de producción del puré de palta se presentan mediante la siguiente propuesta: (Figura 03)

Este flujograma nos muestra el proceso de la palta con valor agregado para obtener sus 3 presentaciones de guacamole, puré de palta y en mitades o trozos. En nuestra opción del proceso de producción de palta nos enfocamos en el proceso desde la entrada de la palta en pulpa en el proceso mezclado hasta el envasado del puré.

FIGURA N° 03
FLUJOGRAMA PARA PURÉ DE PALTA Y MITADES



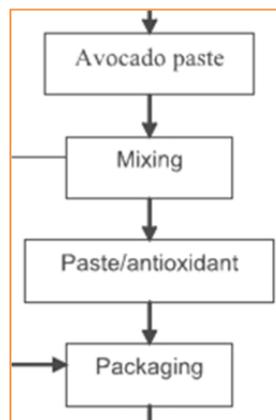
Fuente: Handbook of products manufacturing (Hui, y otros, 2017)

En este proceso de producción de puré de palta se tiene la línea siguiente línea de producción industrial:

- Proceso de pulpeado de la palta (pasta)
- Sistema de transporte por bomba de desplazamiento positivo a tanques de almacenamiento
- Dosificado del puré de palta en sus bolsas
- Eliminación de burbujas de aire por sistema de vacío

FIGURA N°3

FLUJOGRAMA PALTA EN PASTA



Fuente: Handbook of products manufacturing

Para este proceso, desarrollaremos el diseño y la selección de los equipos que se necesitan, considerando los siguientes:

1. Mezclador horizontal con agitador de aspas regulables
2. Bomba de desplazamiento positivo por pistón
3. Diseño de tanques de almacenamiento
4. Selección de bomba de vacío
5. Diseño de dosificador de puré de palta

Las variables de investigación de demanda y diseño se ven relacionadas en la teoría con las dimensiones necesarias de los equipos, y las necesidades

de energía para el proceso de producción, de manera que se pueda conseguir una relación entre lo que se necesita producir, se proyecta crecer y las capacidades de producción de los equipos.

Por ello en el presente trabajo se mostrará la teoría respectiva para los procesos mencionados en esta pequeña introducción de la parte teórica.

2.2.4 Mezclador de fluidos alimentarios pastosos

La mayoría de los fluidos alimentarios se comportan como fluidos no newtonianos, ya que su consistencia cambia con la velocidad de agitación, por ello debemos de prestar atención en el diseño de estos mezcladores para evaluar su rendimiento sin sobrecargar al motor.

Mezclado de líquidos de alta viscosidad y pastas

El flujo de un fluido dentro de una mezcladora por los siguientes números adimensionales:

- Número de Reynolds

$$Re = \frac{D^2 N \rho_m}{\mu_m} \dots\dots\dots \text{(Ecuación 2-i)}$$

- Número de Froude

$$Fr = \frac{DN^2}{g} \dots\dots\dots \text{(Ecuación 2-ii)}$$

- Número de potencia

$$P_0 = \frac{P}{\rho_m N^3 D^5} \dots\dots\dots \text{(Ecuación 2-iii)}$$

La relación de estos tres números es la siguiente:

$$P_0 = K(Re)^n (Fr)^m \dots\dots\dots \text{(Ecuación 2-iv)}$$

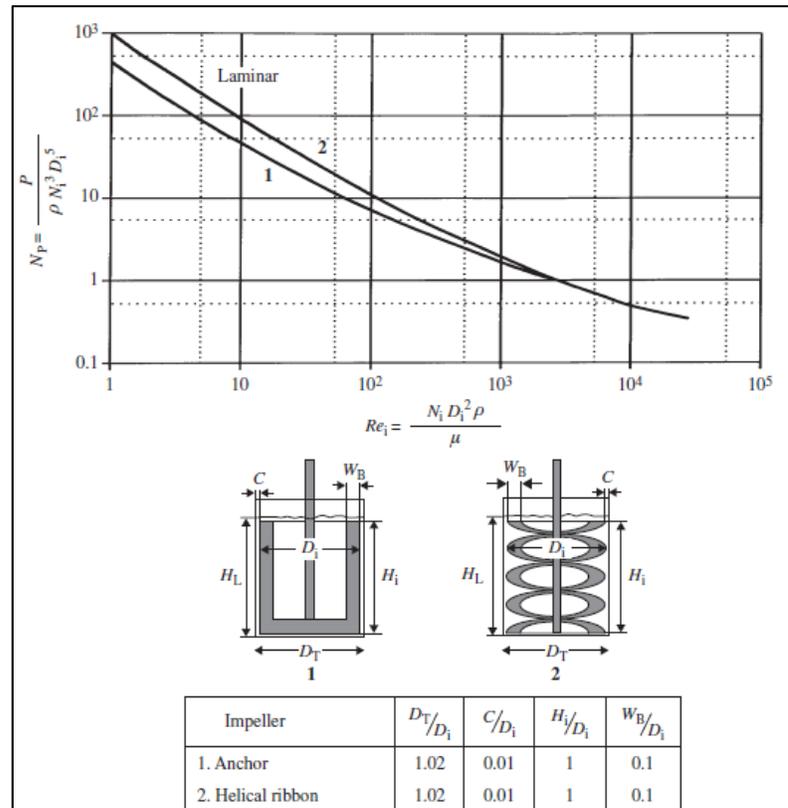
Donde k , m y n son factores relacionados con la geometría del agitador. Y obtenidos de forma experimental. (Fellows, 2000)

La potencia del agitador debe de obtenerse a partir del Número de Potencia

La selección adecuada y correcta del tamaño y tipo de homogeneizador depende del tipo y cantidad de alimento a mezclar, y la velocidad de operación necesaria para alcanzar los grados requeridos de mezcla con un mínimo consumo de energía.

Para la los casos de equipos de cinta o con rascadores, se tiene la siguiente curva:

FIGURA N° 04

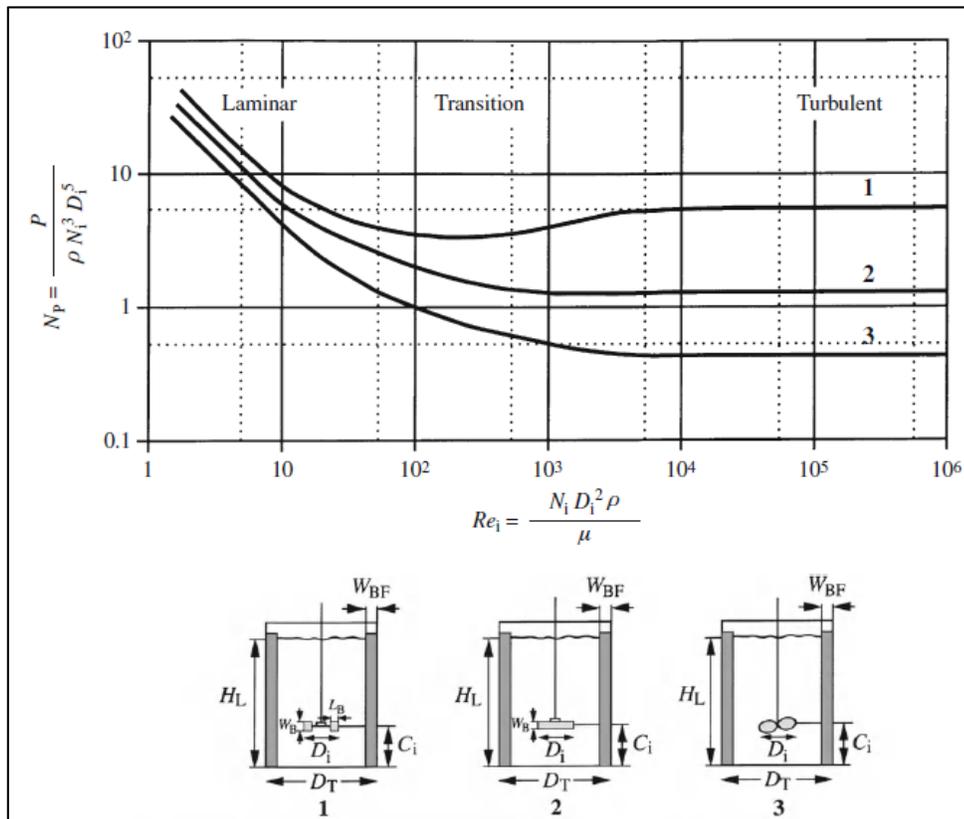


REQUISITOS DE POTENCIA DEL AGITADOR POR CINTA Y RASCADOR

Fuente: Correlación entre el número de Reynolds y el número de Potencia (Doran, 2013)

Para otros agitadores:

FIGURA N° 05
REQUISITOS DE POTENCIA DEL AGITADOR TIPOS TURBINA Y PROPULSOR



Fuente: Correlación entre el número de Reynolds y el número de Potencia

La acción del mezclador no tiene un efecto directo en la calidad nutricional ni en el tiempo de vida de los alimentos, sin embargo, si tiene un efecto indirecto al mezclar componentes y hacer que estos reaccionen juntos.

**FIGURA N° 06
MEZCLADOR HORIZONTAL**



Fuente: imagen de internet. (Directindustry, 2016)

- Se debe de tener en cuenta que las espas del mezclador cumplen una función importante para el agitado

**FIGURA N° 07
MEZCLADOR DE CINTAS**



Fuente: imagen tomada de internet. (Chavarini, 2016)

2.2.5 Diseño de ejes

Para el diseño de ejes existen diferentes métodos de cálculo, para la presente tesis se toma de referencia la que viene del código ASME, presentado en su inicio como "Código para proyectos de ejes de transmisión" y que a lo largo de la historia ha sido revisada y mejorada.

La siguiente ecuación viene dada por el código ASME: (Budynas, 2008)

Para un eje hueco que combina torsión, flexión y carga axial:

$$d^3 = \frac{16}{\pi S_s (1-K^4)} \sqrt{\left(K_b M_b + \frac{\alpha F_o d_o (1+K^2)}{8}\right)^2 + (K_t M_t)^2} \dots \dots \dots \text{(Ecuación 2-v)}$$

Donde:

- $K = d_i / d_o$ (diámetro interno/ diámetro externo)
- M_t : momento torsor
- M_b : momento de flexión
- S_s : esfuerzo permisible

Para un eje macizo con carga axial pequeña o nula, se reduce a:

$$d^3 = \frac{16}{\pi S_s} \sqrt{(K_b M_b)^2 + (K_t M_t)^2} \dots \dots \dots \text{(Ecuación 2-vi)}$$

Este código utiliza los esfuerzos cortantes para el cálculo de árboles, determinando la resistencia admisible de dos maneras:

- a) Multiplicando por 0,30 el valor del límite de fluencia en tracción del material (acero) del árbol, expresado en kg/cm².
- b) Multiplicando por 0,18 el valor de la resistencia a la ruptura en tracción del material (acero) del árbol expresado en kg/cm².

Se calcula la resistencia admisible aplicando ambas fórmulas de cálculo (a y b), tomando el menor valor de ellos para el cálculo del diámetro.

El Código ASME, utiliza los coeficientes de servicio llamados coeficientes de choque y fatiga, K_b , y K_t , en que:

K_b = "Coeficiente numérico combinando de choque y fatiga a aplicar en cada caso para multiplicar al momento torsor calculado o a la potencia".

K_t = "Coeficiente numérico combinado de choque y fatiga a aplicar en cada caso para multiplicar al momento flector calculado.

Teniendo los siguientes valores:

TABLA N° 01

TABLA DE VALORES DE COEFICIENTES DE SERVICIO “ K_b Y K_t ”

TIPO DE CARGA	K_b	K_t
Ejes fijos (esfuerzo de flexión sin inversión)		
- Carga aplicada gradualmente	1,0	1,0
- Carga aplicada repentinamente	1,5 a 2,0	1,5 a 2,0
Ejes giratorios (esfuerzos de flexión con inversión)		
- Carga constante o aplicada gradualmente	1,5	1,0
- Carga aplicada repentinamente, con choque ligero	1,5 a 2,0	1,0 a 1,5
- Carga aplicada repentinamente, con choque fuerte	2,0 a 3,0	1,5 a 3,0

Fuente: Elementos de máquinas: ejes y árboles de acuerdo a la norma ASME (Universidad Técnica Federico Santa María, 2017)

2.2.6 Sistemas de transporte de fluidos

Bombas de desplazamiento positivo

Las bombas de desplazamiento positivo funcionan con bajas capacidades y altas presiones en relación con su tamaño y costo (Ingenierocivilinfo, 2016).

Características generales de funcionamiento:

Las bombas de este tipo son bombas de desplazamiento que crean la succión y la descarga, desplazando el líquido con un elemento móvil. El espacio que ocupa el líquido se llena y vacía alternativamente forzando y extrayendo el líquido mediante movimiento mecánico.

El término “positivo”, significa que la presión desarrollada está limitada solamente por la resistencia estructural de las distintas partes de la

bomba y la descarga no es afectada por la carga a presión, sino que está determinada por la velocidad de la bomba y la medida del volumen desplazado.

Las bombas de desplazamiento positivo funcionan con bajas capacidades y altas presiones en relación con su tamaño y costo. Este tipo de bomba resulta el más útil para presiones extremadamente altas, para operación manual, para descargas relativamente bajas, para operación a baja velocidad, para succiones variables y para pozos profundos cuando la capacidad de bombeo requerida es muy poca.

- **Clases de Bombas de Desplazamiento Positivo**

Hay dos clases de bombas de desplazamiento positivo:

a) Las de pistón o reciprocantes, que desplazan el líquido por la acción de un émbolo o pistón con movimiento rectilíneo alternativo, o con movimiento de oscilación.

b) Las rotatorias, en las cuales, el desplazamiento se logra por el movimiento de rotación de los elementos de la bomba.

“Las bombas de desplazamiento positivo demuestran sus puntos fuertes, en comparación con las bombas centrífugas, esencialmente en el movimiento de medios de bombeo viscosos. También son la primera opción cuando el producto deba transportarse de un punto a otro con sumo cuidado. Este transporte cuidadoso es imprescindible en la industria alimentaria y de las bebidas, pero también en la fabricación de productos farmacéuticos y cosméticos, tan indispensable como unas bombas diseñadas siguiendo los fundamentos del Hygienic Design”. (Jung process systemes, 2017)

Por las aplicaciones alimentarias la mayoría de estas bombas se fabrican en acero inoxidable, con la capacidad de poder ser limpiados fácilmente y sin espacios muertos, adicional el acabado de las mismas tiene un $Ra < 0.8$ que garantiza no tener residuos que en el caso de materiales viscosos y alimentarios suele ser una ventaja.

FIGURA N° 08
BOMBA DE DESPLAZAMIENTO POSITIVO



Fuente: imagen gracias a Industrias RESF SAC

2.2.7 Tanques de almacenamiento

El almacenamiento en tanques es una técnica aceptada y frecuente en toda industria y de manera especial en la industria alimentaria ya sea porque se almacena el componente esencial o insumo que se transportará de un punto a otro, o por ser un punto previo al envasado.

Los tanques de almacenamiento pueden diseñarse para diferentes actividades y para cada una de ellas con las características técnicas y de materiales adecuadas para el correcto almacenamiento de fluidos de diferentes densidades.

FIGURA N° 9
TANQUE DE ALMACENAMIENTO



Fuente: imagen de internet. (Inmelcolsa, 2017)

2.2.8 Diseño de tanques bajo la norma (ASME, 2015)

Para el diseño de los equipos se deben de tener en cuenta los materiales y el tema de presión que soportará.

- **Por presión externa (vacío)**
- **Por presión interna**

Todo esto bajo la norma:

- ASME sección VIII división 1 (cálculos)
- ASME sección II parte D (materiales)

(León Estrada, 2001) Realiza un resumen y material de consulta que se basa en las normas ASME.

2.2.9 Dosificadores

Los dosificadores en la industria cumplen uno de los roles más importantes en el proceso de producción de productos, pues el llenado de productos con valores de peso determinados se llevan a cabo gracias a estos equipos.

Este cuenta con tres partes esencialmente:

- Tolva
- Sistema de dosificado
- Boquilla de dosificado

Estos varían de tamaño y hasta de forma de acuerdo al material y la cantidad a dosificar.

1. Tolva

Es aquí donde llega el producto de la línea de producción, ya sea mediante fajas transportadoras, tornillos, elevadores, etc. Su función principal es mantener alimentado al sistema de dosificado con el peso adecuado para llevar a cabo el dosificado.

2. Sistema Dosificador

Este sistema es el encargado de determinar la cantidad de producto que se tomará de la tolva para depositarlo en los envases de productos. Este sistema de dosificado se realiza por peso o por volumen, dependiendo de la exactitud y del producto, sea este polvo, grano, pasta, etc.

1. Boquilla

Este es el último componente del equipo dosificador, y es el encargado de que el producto se dirija hacia el envase a sellar con el producto, además de ello cumple la función de evitar que el operario entre en contacto directo con el producto y de esa manera evitar que este producto pueda contaminarse.

**FIGURA N° 10
SISTEMA DOSIFICADOR**



**Fuente: imagen de internet, Semi Automatic Liquid Filling Machine.
(imimg, 2017)**

2.2.10 El acero inoxidable en la industria alimentaria (Sifuentes, 2017)

El acero inoxidable está presente en una de las industrias de mayor importancia, como la de los alimentos, los beneficios que este brinda en todo el proceso son muy importantes para la producción de comestibles.

Este material se utiliza en la industria alimentaria porque es higiénico al presentar las siguientes características:

- Elevada resistencia a la corrosión.
- Superficie totalmente compactada.
- Elevada resistencia a choques y tensiones mecánicas.
- Elevada resistencia a variaciones térmicas.
- Ausencia de recubrimientos de fácil deterioro.
- No aporta partículas por desprendimiento.
- Óptima capacidad de limpieza y en consecuencia, elevado grado de eliminación de bacterias.

Los requisitos que deben cumplir los materiales en contacto con alimentos según la FDA (Food and Drug Administration) de USA.

- La maquinaria debe construirse con un material resistente a la oxidación como el AISI 304.
- El metal recubierto de Zinc es aceptado solo en algunas máquinas aunque no es aconsejable su uso, ya que no resiste debidamente la acción corrosiva de los productos alimenticios y de los detergentes empleados en la limpieza.
- Para la manipulación y preparación de productos alimenticios no es aceptable el empleo de recipientes o máquinas de hierro esmaltado o vitrificado.
- Los materiales plásticos y recubiertos de resina deben ser resistentes a la abrasión y al calor, tienen que ser indestructibles, no tóxicos y no deben ceder elementos al producto o a sus derivados.

En algunos países europeos además de ser específica que los materiales deben resistir temperaturas de al menos 130°C, la limpieza y desinfección, los ácidos inorgánicos y las bases o álcalis, los ácidos orgánicos del cloro y otros productos fuertemente oxidantes, los cuales,

de hecho, atacan a cualquier material a excepción del acero inoxidable. (ACvicol, 2017)

Así mismo, se prohíben los utensilios o contenedores de cobre con baño de Cadmio, de metal galvanizado o esmaltado. Hay antecedentes de envenenamiento por utensilios esmaltados por antimonio, debido a su astillado. El envenenamiento por Zinc puede resultar cuando se preparan alimentos o comidas ácidas en utensilios galvanizados.

Esto es muy importante ya que los fabricantes que deseen exportar deberán cumplir estos requisitos, adicionalmente, la tendencia internacional de estandarizar normas de fabricación tipo ISO están siendo ampliamente solicitadas.

¿Que hay sobre las bacterias?

Este aspecto si está contemplado a la hora de la producción utilizando acero inoxidable, por eso una de las referencias más interesantes entre todas las relativas a la facilidad de limpieza bacteriológica de los materiales destinados a aplicaciones industriales alimentarias es el trabajo de J.G Davis, el cual se resume en el cuadro siguiente:

**FIGURA N° 11
BACTERIAS SUPERVIVIENTES DESPUÉS DE LIMPIAR LAS
SUPERFICIES EN CONTACTO CON LECHE ENVEJECIDA**

BACTERIAS SUPERVIVIENTES DESPUÉS DE LIMPIAR LAS SUPERFICIES EN CONTACTO CON LECHE ENVEJECIDA	
SUPERFICIE	RECUENTO POR CONTACTO POR CM2
VIDRIO	0.4
ACERO INOXIDABLE	2.2
ESMALTE VÍTREO	2.3
ALUMINIO	4.0
POLIESTIRENO	8.9
ESMALTE	15.8
PLÁSTICO LAMINADO	26.2
MADERA	39.0
POLIESTILENO	48.5

Fuente: imagen de internet, (jnaceros, 2017)

El recuento por contacto representa el número de bacterias que quedan después de fregar con una solución de carbonato sódico al 0.25%. Otras investigaciones del Departamento del Estado de Michigan (USA) han demostrado que utilizando acero inoxidable tipo 304 no existe diferencia significativa entre acabados superficiales 2B, 3, 4 y 7 en lo que se refiere a la cantidad de bacterias sobrevivientes. (jnaceros, 2017)

2.3 Definiciones de términos

2.3.1 Definición de términos básicos

1. Acero inoxidable

Es una aleación de acero con cromo y níquel en pequeñas cantidades que evita que el metal se corroa, al formar una capa protectora (capa pasiva) que se genera entre por el contacto del cromo con el oxígeno.

2. Guacamole:

Salsa espesa que se prepara con palta hecha puré, al que se agrega cebolla, tomate y ají verde. (Varía su preparación según el lugar).

3. Proceso Batch

“La alimentación es cargada al comienzo de la operación en un recipiente y luego de un cierto tiempo el contenido del recipiente es removido o descargado. En este modo de operación, no hay transferencia de materia a través de las fronteras sistema (entendiendo por sistema cualquier porción arbitraria o completa de un proceso establecido por el ingeniero para el análisis). Esta operación también es llamada cerrada aunque no debe asociarse este término a que esté en contacto con la atmósfera, simplemente se los llama cerrados porque no hay ingreso de materia a ser procesada ni egreso de productos durante el tiempo en que ocurre la transformación. [...]” (Santis, 2017)

4. Dosificado

Proceso mediante el uso de un sistema (aparato o mecanismo) se logra separar un producto en unidades de volumen o masa menores según medidas propuestas.

5. Al vacío

Proceso por el cual se llega a retirar la presión atmosférica dentro de un espacio generando el llamado vacío, no presión.

6. Diseño de equipos

El diseño de equipos desde ingeniería refiere a poder calcular dimensiones de los equipos, capacidades de trabajo (fuerza, presión, calor, conductividad térmica, y eléctrica, par de trabajo, materiales, entre otros) que nos permite realizar una tarea de la manera más segura. Es decir, el diseño involucra el brindar la información y características de todos los requerimientos necesarios para que un equipo opere bajo las condiciones de trabajo solicitadas.

7. Kg/h de puré de palta

La demanda de producción de muchos alimentos se da por la cantidad de volumen o masa producida por tiempo, esto refiere a litros por segundo, kilogramos por minuto, y otros. Para el caso puntual de esta tesis refiere a la cantidad de masa que necesitamos cubrir en un lapso de 1h. Siendo quinientos kilogramos por hora.

3 VARIABLES E HIPÓTESIS

3.1 Variables de la investigación

3.1.1 Variable independiente

El diseño de los equipos refiere a los cálculos, dimensiones, características y otros que requieren ser descritas y obtenidas para una necesidad específica. Para nuestro contexto esta necesidad refiere a los equipos para el proceso de producción, por lo cual la variable independiente se define como:

Diseño de equipos de Producción

3.1.2 Variable dependiente

La necesidad de cumplir con un objetivo es la solución de todo problema. En este trabajo de investigación se necesita cubrir la demanda de producción (objetivo principal), entendiendo la demanda como la capacidad de trabajo a realizar o necesidad a cubrir, y esto se medirá con las dimensiones de producción además de la capacidad de salida de producto hacia el dosificado. Por lo cual la variable dependiente se define como:

500 kg/h de puré de palta

3.2 Operacionalización de las variables

Definición conceptual de las variables:

500 kg/h de puré de palta:

La capacidad de producción de 500 kg/h de puré de palta es la medida de cantidad de producto a cumplir al final del proceso, es decir que al cumplir con la esta demandada tras los procesos en los respectivos equipos dentro del proceso de producción y dosificado se medirá si cumple o no con la masa requerida de 500kg de puré de palta en una hora. Para medir

esto se debe de dosificar todo el producto dentro del tanque de almacenamiento, que es el que tiene los 500 kg.

Diseño de equipos de producción:

Refiere al dimensionamiento, características de los materiales, potencia de los equipos, flujo másico a trasladar, resistencia a la presión de fluidos, entre otras de acuerdo a las los característica propias de funcionamiento de cada equipo dentro del proceso de producción, que permiten logran la correcta integración de los equipos desde el mezclado, el traslado, almacenamiento, dosificado y envasado del producto. Para la medición de estos equipos se tendrá que revisar las dimensiones, materiales, motores, y de manera menor las mermas del producto en el proceso de producción.

VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADOR
Dependiente 500kg/h de puré de palta	Demanda	Producción (kg/h)
Independiente : Diseño de equipos de producción	Mezclador	volumen de producción
		potencia al eje
		rpm
	Bomba pistón	Flujo másico por minuto (kg/min)
		dimensiones (ØxL)
	Tanque de almacenamiento	dimensiones
		presión de vacío
		agitación
		diseño de tanque
	Bomba de dosificado	peso de producto final
dimensiones (ØxL)		

3.3 Hipótesis

3.3.1 Hipótesis general

- Si se diseña los equipos de producción entonces se cubrirá la demanda de 500kg/h de puré de palta.

3.3.2 Hipótesis específicas

- Si se dimensiona el mezclador y se calcula adecuadamente la potencia del mezclador entonces se podrá homogenizar el puré de palta.
- Si se dimensiona la bomba de pistón adecuada entonces se cumplirá con el traslado de puré de palta al tanque de almacenamiento.
- Si se diseña adecuadamente el tanque de almacenamiento entonces se obtendrá puré de palta sin globos de aire.
- Si se dimensiona adecuadamente la bomba de dosificado entonces se dosificará en cantidades demandadas de producto a envasar

4 METODOLOGÍA

4.1 Tipo de la investigación

El diseño mecánico-industrial es aquella que nos permite desarrollar la tecnología aplicada en favor de la resolución de los problemas y/o requerimiento actuales mediante la aplicación de leyes y conceptos que se han estudiado y desarrollado hasta la actualidad, es decir mediante los conceptos conocidos se genera tecnología mejorada (o nueva en el mejor de los casos) como solución ante una situación o problema.

Cabe mencionar que según (Montes, 2010) en su libro “Metodología de la investigación tecnológica” resalta que la investigación tecnológica tiene como propósito aplicar el conocimiento científico para solucionar diferentes problemas que beneficie a la sociedad. A partir de esto se define también del tipo Investigación tecnológica.

Además Ciro menciona que para el tipo de investigación aplicada tiene como propósito aplicar los resultados para diseñar tecnologías de aplicación inmediata para la solución de problemas de la sociedad.

4.2 Diseño de la investigación

El diseño de nuestra investigación, debido al hecho de ser tecnológica, cuenta con un método que se ajusta a nuestro proceso de producción y ello al diseño de las maquinas las cuales deben de cumplir con las características y funciones de producción, la cual viene de una linealidad de producción.

4.2.1 Parámetros básicos de investigación

Dentro de la presente investigación se debe de tener en cuenta el principal objetivo de cumplir con una producción de puré de palta, por lo

cual debemos de analizar demanda, su proceso, el producto en sí y sus características:

a) Demanda de producción

La demanda de producción a cubrir llega a ser de 500kg/h de puré de palta.

A partir de esta demanda se va a analizar el proceso de producción.

b) Tipo de producto

El tipo de producto es un producto alimentario, por lo cual debemos de considerar la calidad de los materiales bajo estándares y normas que rigen en la industria alimentaria a nivel nacional e internacional. Cabe mencionar que la palta es un fruto que es considerado pastoso en su presentación de puré.

c) Condiciones de producción

En el proceso de producción del puré de palta se tiene las consideraciones de:

- T° de trabajo: 10 ° C
- Área de trabajo 150m²

4.2.2 Etapas de la investigación

Al analizar el proceso de producción de puré de palta tenemos las siguientes etapas:

- a) Diseño el homogeneizador
- b) Diseño de la bomba positiva de pistón
- c) Diseño del tanque de almacenamiento
- d) Diseño de la bomba dosificadora

De acuerdo a lo planteado en las etapas de la investigación estas se desglosan según el detalle de cada una:

a) Diseño de la mezcladora

A1. Dimensiones de la tina del homogeneizador

A partir de la cantidad a agitar que es de 500 kg/h se dimensiona a la tina de agitado, teniendo los siguientes datos:

DATOS:

- Capacidad de tina: 500 kg
- Densidad del producto: 1040 kg/m³
- Largo: 1.50 m

A partir de esto el volumen de capacidad de diseño debe de ser:

Volumen del puré de palta:

$$V_{\text{puré}} = \frac{m_{\text{puré}}}{\rho_{\text{puré}}} = \frac{500}{1040} = 0.48m^3$$

De acuerdo al diseño los datos del volumen y el largo de la tina se determinan las dimensiones de la pared:

$$V = 0.48m^3 = AxL = \left(\frac{\pi R^2}{2} + 2R^2 \right) x 1.5$$

Despejando el radio se obtiene el valor del radio: R=0.3m

La altura del equipo refiere a dejar 1/3 de la altura total de espacio libre sobre el nivel de puré de palta.

Teniendo las siguientes dimensiones:

- L = 1.5m
- H = 0.9m
- R = 0.3m

A2. Determinar la potencia al eje y el diámetro del mismo

Para el cálculo de la potencia es necesario conocer los valores de viscosidad y densidad del puré de palta o un producto pastoso de similares características, y de acuerdo a la tabla que siguiente seleccionamos el siguiente:

TABLA N° 02
VISCOSIDADES APROXIMADAS A LOS PRODUCTOS COMUNES A
TEMPERATURA AMBIENTE DE 21°C

Viscosidades aproximadas de los productos comunes a temperatura ambiente de 21 °C (70 °F)	
Material	Viscosidad en centipoise
Aire	0,01 cps
Metanol	0,5 cps
Agua	1 cps
Leche	3 cps
Glicol etileno	15 cps
Vino	25 cps
SAE 10 Aceite de motor	85 a 140 cps
SAE 20 Aceite de motor	140 a 420 cps
SAE 30 Aceite de motor	420-650 cps
SAE 40 Aceite de motor	650 a 900 cps
Aceite Castrol	1.000 cps
Miel Karo	5.000 cps
Miel	10.000 cps
Chocolate	25.000 cps
Salsa de tomate	50.000 cps

Fuente: tablas de viscosidad, aplicaciones técnicas procesos productivos, 2008

- Viscosidad absoluta: 50Pa.s
- Densidad: 1035.5 kg/m³ (aqua-calc, 2017)

Calculamos el valor de Reynolds:

$$Re = \frac{D^2 N \rho}{\mu} = \frac{0.6^2 * \left(\frac{40}{60}\right) * 1035.5}{50} = 4.98$$

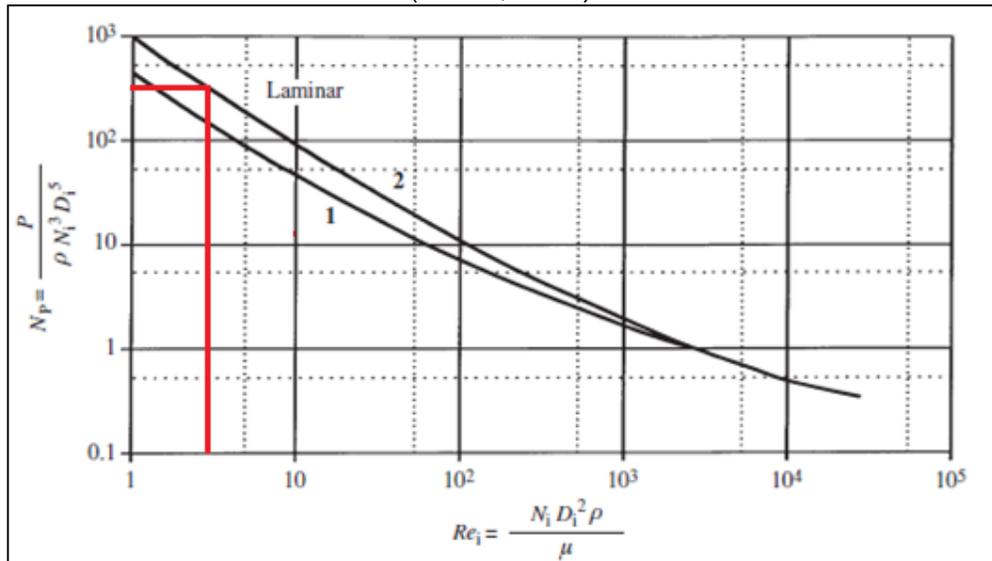
Este valor nos muestra que cae dentro de la región laminar, la cual aplica la fórmula:

$P = k\mu N^2 D^3$ (Ecuación a-i)

Tomando el valor de K respecto de la tabla adjunta: $k = 580$

A partir del cual el valor de la potencia es 3.74HP, tomando la eficiencia por rozamiento y mecánica (0.85), el valor es 4.40 HP, y seleccionando el valor comercial se selecciona un moto reductor de 5HP (40RPM).

FIGURA N° 12
Correlación entre el número de Reynolds y el número de Potencia
 (Doran, 2013)



Fuente: ASME SECCION VIII, División 1

Para el cálculo del diámetro del eje se debe de tener en cuenta las características del material, para nuestro análisis el acero inoxidable:

$$S_y = 227.5\text{MPa}$$

$$S_r = 558.4\text{MPa}$$

A partir de la norma ASME:

$$D^3 = \frac{16}{\pi \tau_d} \sqrt{(KsT)^2 + \left(\frac{1FD}{8}\right)^2}$$

Calculamos primero la resistencia admisible:

$$0.3 \times S_y = 0.3 \times 227.5 = 68.25$$

$$0.18 \times S_r = 0.18 \times 558.4 = 100.51$$

Utilizamos el menor 68.25

Al tener un eje chavetero se reduce en un 25%

$$\text{Por lo tanto } 68.25 \times 0.75 = 51.19$$

TABLA N° 03

TABLA DE VALORES DE COEFICIENTES DE SERVICIO

TIPO DE CARGA	Ks	Km
Ejes fijos (esfuerzo de flexión sin inversión)		
- Carga aplicada gradualmente	1,0	1,0
- Carga aplicada repentinamente	1,5 a 2,0	1,5 a 2,0
Ejes giratorios (esfuerzos de flexión con inversión)		
- Carga constante o aplicada gradualmente	1,5	1,0
- Carga aplicada repentinamente, con choque ligero	1,5 a 2,0	1,0 a 1,5
- Carga aplicada repentinamente, con choque fuerte	2,0 a 3,0	1,5 a 3,0

Fuente: Elementos de máquinas : ejes y árboles de acuerdo a la norma ASME (Universidad Técnica Federico Santa María, 2017)

Se toma Ks 1.5 y Km 1.0

Cálculo del Torque:

$$T = 7162000 \cdot (\text{HP}) / \text{rpm} = 7162000 \cdot (3.74) / 40 = 669,647.00$$

Reemplazando en la fórmula, se obtiene un diámetro de: 46.3 por lo cual se selecciona un estándar de 50mm ó 2 pulg.

A3. Selección del sistema de agitado

De acuerdo a la viscosidad del fluido se selecciona el sistema de agitado por cinta por ser un elemento muy viscoso. Teniendo las siguientes dimensiones:

- Diámetro externo: 58.9cm
- Luz : 6mm
- Ancho de cinta 6 cm
- Paso de hélice: 58.9cm

A4. Sistema de mantenimiento

El sistema de mantenimiento se considera de acuerdo a los requerimientos del diseño para la industria alimentaria, como las normas sanitarias de DIGESA, otras como CODEX, teniendo las consideraciones de diseño (Holah, 2000), este equipo se soportará en:

Chumaceras colocadas sobre la estructura rectangular, de soporte para los equipos como la moto reductor seleccionada de 5HP y 40 RPM además de sostener a la propia tina del mezclador.

**FIGURA N° 13
MOTOR REDUCTOR**



Fuente: Imagen referencial tomada de internet (Yingyi transmission, 2017)

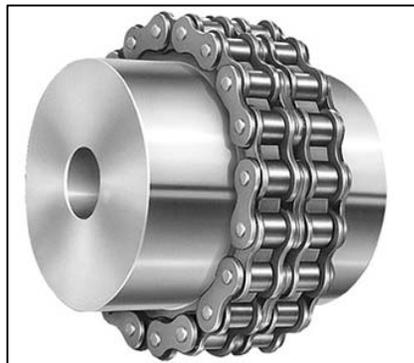
**FIGURA N° 14
CHUMACERA SANITARIA**



Fuente: Imagen referencial tomada de internet (tecnicadenas, 2017)

El motor reductor que transmite la energía al eje mediante una unión de cadena.

**FIGURA N° 15
MOTO REDUCTOR**



Fuente: Imagen tomada de internet (Lindis, 2017)

b) Diseño de la bomba positiva de pistón

B1. Dimensiones de la Bomba Positiva

De acuerdo a la necesidad de traslado se debe de tener en cuenta:

1. Tiempo de desplazamiento: 9min
2. Flujo másico: $500\text{kg}/(9\text{min}) = 0.926\text{kg/s}$

3. Capacidad de desplazamiento de la bomba= 3.70kg/ carrera

Carrera del pistón =0.2m

Volumen: $3.70/1040 = 3.56 \times 10^{-3} \text{ m}^3$

Diámetro aproximado = $\sqrt{V/(\pi * 0.2)}$ por lo cual el D = 150.6 mm

Medidas comerciales de tuberías en acero inoxidable. (tabla adjunta en los anexos)

6"	168,3	2,77	3,40	7,11	7,11	10,91	10,91	21,95
		11,47	14,04	28,69	28,69	43,21	43,21	80,43

- Tomamos de cédula 40S de 6"
- Quedando el diámetro interno de 154.08mm

De acuerdo a su diámetro interno se determina los valores finales de traslado:

- Masa trasladada: 3.878 kg/carrera (carrera de 4 segundos entre expandir y contraer)
- Tiempo final de traslado = 8min 47s.

B2. Sistema de accionamiento Neumático

Selección del sistema neumático:

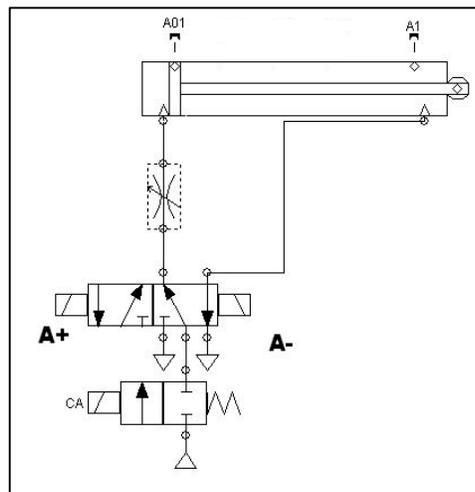
Cabe mencionar que se determinó que el sistema neumático debe de constar con 2 pistones:

PISTÓN 1: el cual cumple el rol de alimentación por succión del puré hacia el interior de su cilindro desde el mezclador y expulsión del puré de palta desde su cilindro interior hacia el tanque de almacenamiento.

PISTÓN 2: es el encargado de sincronizar la dirección de la boca de alimentación de la bomba positiva al mezclador durante la succión y movimiento de la boca en dirección al tanque para el traslado del mismo.

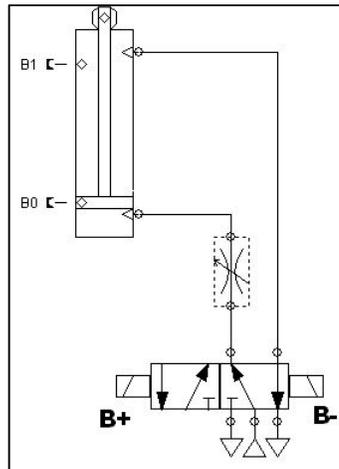
Adicional a estos se selecciona un sistema de mantenimiento para la lubricación y durabilidad de los pistones (adjunto el material de selección en los anexos).

FIGURA N° 16
PISTÓN 1: ALIMENTACIÓN Y EXPULSIÓN DEL PURÉ DE PALTA DENTRO DEL PISTÓN



Fuente: Elaborada por Rodrigo Carita para el presente trabajo de investigación

FIGURA N° 17
PISTÓN 2: DIRECCIÓN DE LA BOCA DE ALIMENTACIÓN AL
MEZCLADOR Y MOVIMIENTO DE LA BOCA EN DIRECCIÓN AL
TANQUE DE ALMACENAMIENTO



Fuente: Elaborada por Rodrigo Carita para el presente trabajo de investigación

B3. Sistema de mantenimiento

Se acuerdo a las características el sistema de mantenimiento debe de ser con piezas desacoplables:

Cabezal desacoplable:

Refiere a la cabeza giratoria por el cual fluye la pulpa del mezclador al pistón y del pistón a la tubería que lleva al tanque de alimentación.

Este cabezal es de teflón, por sus características de maquinado y por ser aceptados en la industria alimentaria.

**FIGURA N° 18
IMAGEN DE LA BOMBA POSITIVA**



Fuente: Imagen gracias a Industrias RESF SAC¹

c) Diseño del tanque de almacenamiento

C1. Dimensiones del tanque

De acuerdo a las características de vacío y bajo las recomendaciones de la norma ASME se obtendrá las dimensiones del tanque para equipos sometidos a presión externa (vacío), se obtiene las siguientes dimensiones:

- Diámetro del tanque: 700mm
- Diámetro de salida de pasta: 10mm

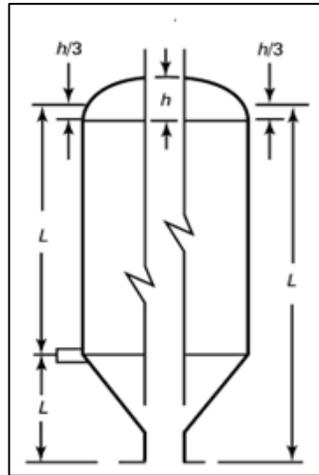
Según la figura adjunta como modelo de nuestro tanque tenemos las siguientes medidas:

- HT : altura total = 1.66m

¹ Esta imagen es de una bomba pistón diseñada para tareas similares de traslado de productos pastosos alimentarios.

- H1 : altura del cilindro = 0.88m
- H2 : altura del cono = 0.37m

**FIGURA N° 19
TANQUE CILINDRICO CON BASE CÓNICA²**



Fuente: ASME SECCION VIII, División 1

C2. Espesor de las paredes del tanque debido al vacío

De acuerdo a los cálculos basados en la norma ASME sección VIII, División 1:

1. Por presión interna:

P_{int} : (presión debido al producto en el interior) = 17.14 psi

Valores a conocer:

- P presión interna de diseño (PSI)
- R radio interior del recipiente (in)
- S valor de esfuerzo máximo permisible(lb/in²)
- E eficiencia de la junta
- t espesor mínimo requerido del recipiente (in)

² Imagen tomada de la norma ASME sección VIII, Div. 1, FIG UG-28.1

Datos:

- P 17.14 psi
- R 13.78 in
- S 35000 psi
- E 0.85
- t 0.06 in

Esfuerzo circunferencial:

$$t = \frac{PR}{SE-0.6P} \dots\dots\dots \text{(Ecuación a-ii)}$$

Reemplazando valores el espesor mínimo sale = 0.00794 in (0.202 mm)

$$P = \frac{SEt}{R+0.6t} \dots\dots\dots \text{(Ecuación a-iii)}$$

Reemplazando valores la presión máxima de resistencia es: 134.57 psi

Esfuerzo longitudinal

$$t = \frac{PR}{SE-0.6P} \dots\dots\dots \text{(Ecuación a-iv)}$$

Reemplazando valores el espesor mínimo sale = 0.00397in (0.101mm)

$$P = \frac{2SEt}{R+0.4t} \dots\dots\dots \text{(Ecuación a-v)}$$

Reemplazando valores la presión máxima de resistencia es: 270.356 psi

Por presión externa:

- A Factor (figura G de la sub parte 3 de la sección II, parte D)
- B Factor determinado de la carta de material o tabla en la sub parte 3 de la sección II parte D
- D_o diámetro exterior del cuerpo cilíndrico
- E módulo de elasticidad del material en la temperatura de diseño
- L longitud de diseño del recipiente entre líneas de soporte*

- P presión externa de diseño
- P_a valor calculado de presión externa de trabajo máximo permisible para un valor asumido de t
- R_o radio externo de cuerpo esférico
- t espesor mínimo requerido de cuerpo cilíndrico o tubo o cuerpo esférico
- t_s espesor nominal de cuerpo cilíndrico o tubo

Asumimos $t = \frac{1}{4}$ " (6.35mm)

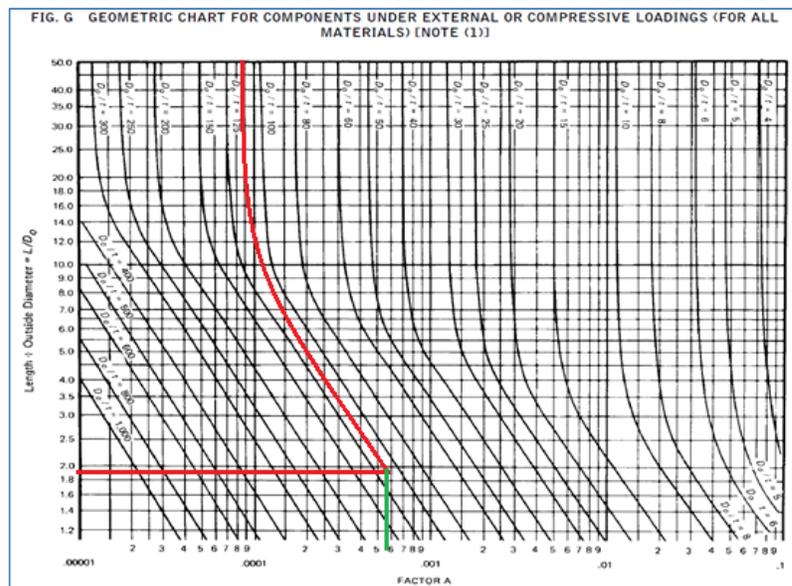
$L = HT + Ht/3$; donde Ht es la altura de tapa = 150mm

Datos			ratios	
L	1376.6992	mm	L/D_o	1.93166718
D_o	712.70	mm	D_o/t	112.23622

En la tabla siguiente:

FIGURA N° 20

CUADRO TABLA GEOMÉTRICA PARA COMPONENTES BAJO PRESIÓN EXTERNA O CARGAS DE COMPRESIÓN

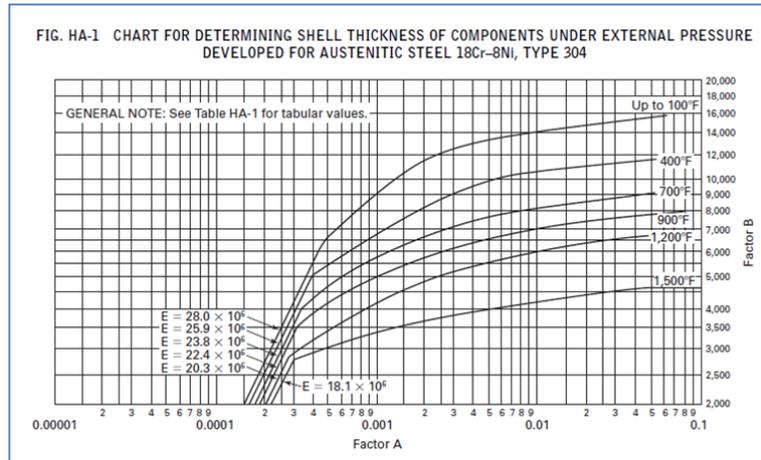


Fuente: ASME SECCION II

Sale el valor de A = 0.0006 (cayendo al lado izquierdo)

FIGURA N° 21

CUADRO PARA DETERMINAR EL ESPESOR DE PARED PARA COMPONENTES BAJO PRESIÓN EXTERNA PARA ACERO TIPO 304



Fuente: ASME SECCION II

Por lo cual procedemos con la ecuación: $P_a = \frac{2AE}{3\left(\frac{D_0}{t}\right)}$; saliendo $P_a =$

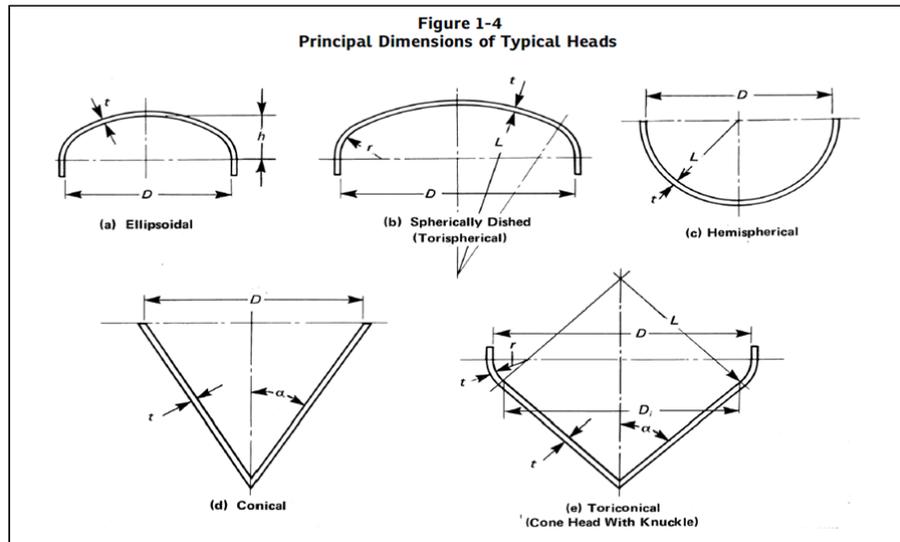
99.79 psi

Como $P_a > P$ (entonces el espesor es adecuado) $t = \frac{1}{4}$ "

Análisis de espesores de la tapa:

FIGURA N° 22

PRINCIPALES DIMENSIONES DE TAPAS TÍPICAS³



Fuente: ASME SECCION VIII, División 1

Se selecciona la tapa Toriesférica: (117)

En el lado cóncavo de la tapa

Como $t_s/L > 0.002$ entonces solo es necesario:

$$t = \frac{0.885PL}{SE-0.1P} \quad \text{or} \quad P = \frac{SEt}{0.885L+0.1t}$$

Reemplazando valores:

$$t=0.014 \text{ pul } \acute{o} \text{ } 0.35693586\text{mm}$$

$$P= 284.92 \text{ PSI}$$

En el lado convexo de la tapa

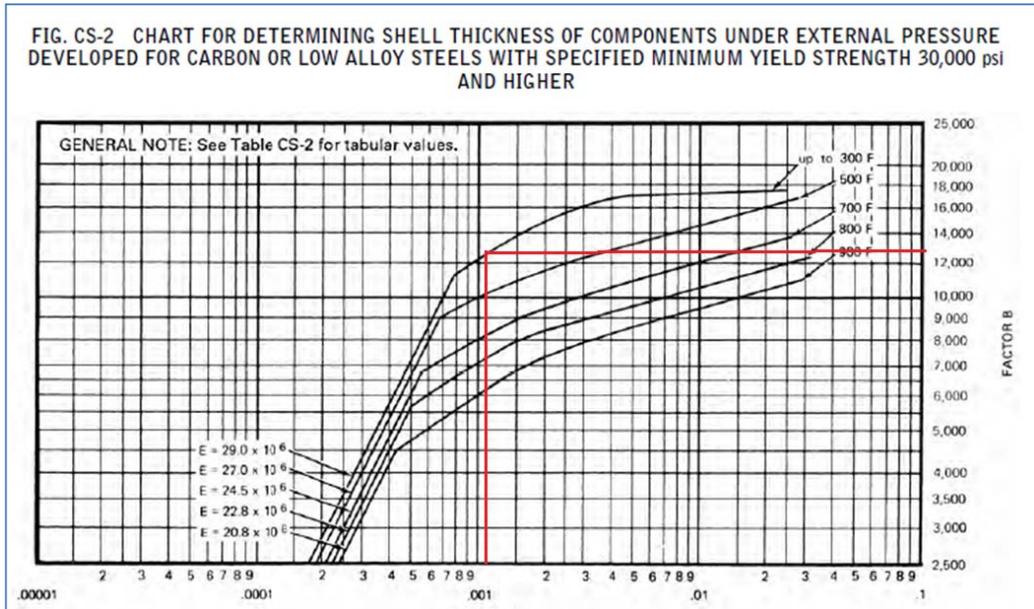
$$A = \frac{0.125}{R_0/t}$$

Reemplazando el valor de $A = 0.00112$

³ Tomado del ASME sección VIII, división 1

FIGURA N° 23

CUADRO PARA DETERMINER EL ESPESOR DE PARED DE COMPONENTS BAJO PRESION EXTERNA



Fuente: ASME SECCION II

Se obtiene un valor de B de 12500,

$$\text{Aplicando: } P_a = \frac{B}{\left(\frac{R_0}{t}\right)}$$

Reemplazando el valor de Pa= 112.37 PSI

Por lo tanto el valor de ¼” es adecuado para el diseño del equipo.

C3. Sistema de agitado y potencia al eje

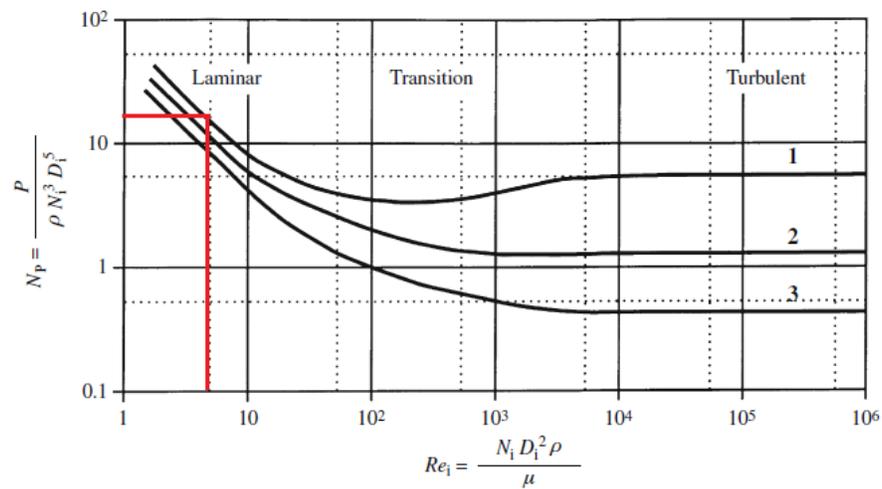
La necesidad de agitado para disminuir la cantidad de burbujas de aire requiere que nuestro sistema tenga un sistema de agitado, para lo cual se selecciona el sistema de agitado por paletas, esto debido a que solo se desea disminuir las burbujas generadas en el interior de la pasta (puré).

Los cálculos de potencia se realizan bajo el mismo principio del mezclador:

- Diámetro: 700mm
- RPM: 40
- Altura: 1240mm

El valor de Reynolds es: 6.77

FIGURA N° 24
REQUERIMIENTOS DE POTENCIA DEL AGITADOR



Fuente: tomado de (Doran, 2013)⁴

Obteniendo un valor de $N_p=33$

Reemplazando el valor de $P=2.21\text{HP}$

Con la eficiencia mecánica: $n=0.85$ entonces la potencia sale = 2.60 HP y seleccionando es 3HP

Del siguiente cuadro:

⁴ Cuadro tomado de (Doran, 2013) a través del cual se calcula la potencia del agitador de paletas

Se obtiene las medidas de diseño. Sin embargo nuestro diseño es horizontal y con agitadores de medida distinta para alcanzar al máximo el mayor volumen agitado.

FIGURA N° 25
CARACTERÍSTICAS DE SISTEMA DE AGITADO POR TURBINA Y PROPULSOR

Impeller	D_i/D_T	H_L/D_T	C_i/D_T	Baffles	
				W_{BF}/D_T	Number
1. Rushton turbine $W_B/D_i = 0.2, L_B/D_i = 0.25$	0.33	1	0.33	0.1	4
2. Pitched-blade turbine $W_B/D_i = 0.125$, 6 blades, 45°, downward pumping	0.33	1	0.33	0.1	4
3. Marine propeller 3 blades, pitch = D_i	0.33	1	0.33	0.1	4

Fuente: tomado de (Doran, 2013)⁵

Nuestro diseño no tendrá deflectores pues solo queremos eliminar las burbujas, pues el proceso de homogenizado se realizó en el mezclador.

C5. Sistema de Mantenimiento

Para un adecuado mantenimiento se toma las siguientes consideraciones:

1. Limpieza cada 3horas
2. Tapa des acoplable

⁵ Cuadro tomado de (Doran, 2013) a través del cual se calcula las dimensiones del agitador de paletas

FIGURA N° 26
IMAGEN DE TANQUE DE ALMACENAMIENTO



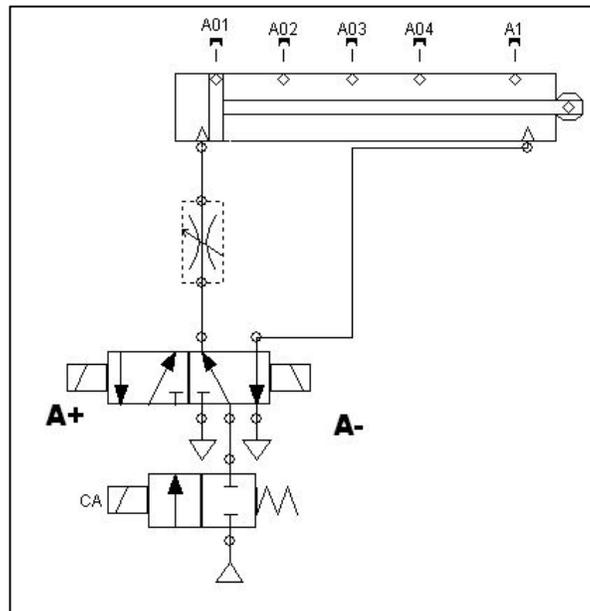
Fuente: Imagen obtenida gracias a Industrias RESF SAC.

d) Diseño de la bomba dosificadora

D1. Dimensiones de la bomba de dosificado

El sistema de dosificado nos refiere a las cantidades **a envasar de ½ kg, 1 kg y 2kg y 3 kg** para lo cual se dimensiona con las características de la bomba de desplazamiento positivo, sin embargo se tendrá 4 puntos de parada predefinidos para estas cantidad de masa definida mediante el siguiente esquema:

**FIGURA N° 27
PISTÓN 1**



Fuente: Elaborada por Rodrigo Carita para el presente trabajo de investigación

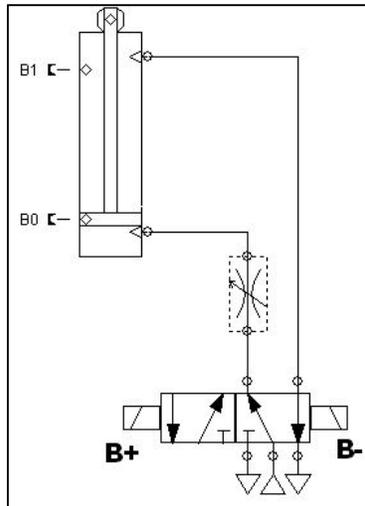
Las imágenes Pistón 1 y Pistón 2 , refieren a función que realizan los dos pistones dentro del proceso de dosificado.

Pistón 1: realiza el proceso de alimentación de puré de palta dentro del cilindro (interior de la bomba positiva) y en el desplazamiento la salida del producto del cilindro. De acuerdo a la configuración de nuestra bomba se determina 4 puntos distintos de carrera, los cuales refieren a la cantidad de producto a desplazar ($\frac{1}{2}$ kg, 1kg, 2kg, y 3kg)

Pistón 2 : la función realizada por este pistón refiere a la dirección del agujero de alimentación,; posición 1 el agujero es direccionado al tanque de alimentación para el ingreso del producto al interior de la bomba positiva; posición 2 el agujero indica hacia la parte inferior de la bomba donde se realizará el dosificado del producto en bolsas.

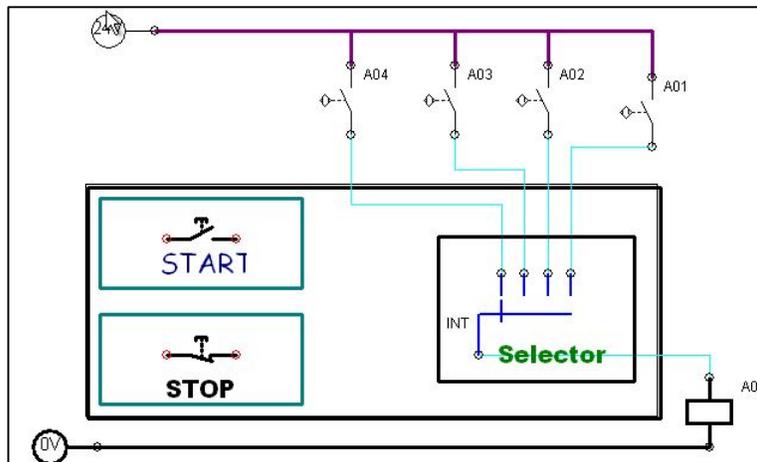
Sistema de mantenimiento: al igual que la bomba positiva será accionada por pistones neumáticos.

**FIGURA N° 28
PISTÓN 2**



Fuente: Elaborada por Rodrigo Carita para el presente trabajo de investigación

**FIGURA N° 29
ESQUEMA DE CONTROL**

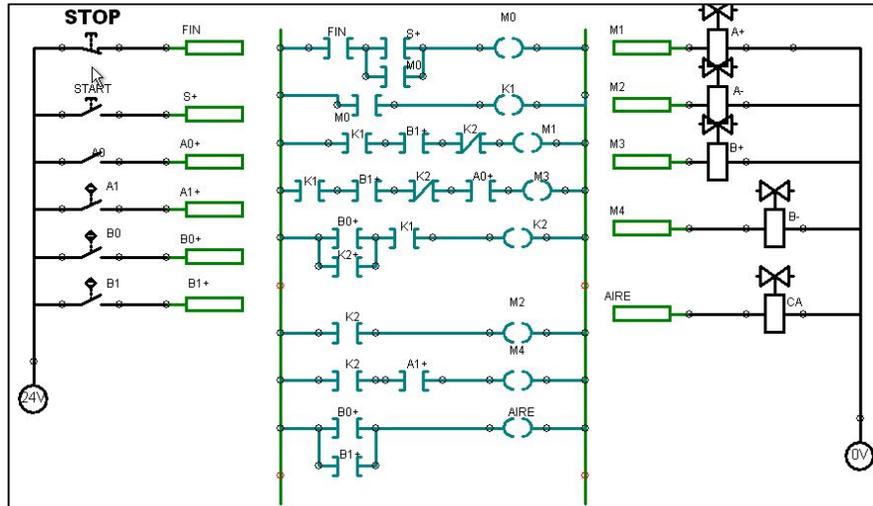


Fuente: Elaborada por Rodrigo Carita para el presente trabajo de investigación

Este es el esquema de control donde se refiere a los 4 volúmenes distintos a envasar a través de un selector.

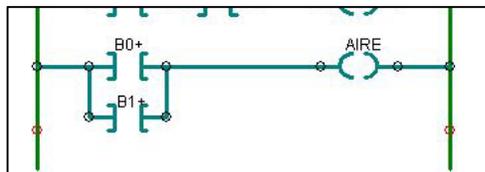
FIGURA N° 30

DIAGRAMA LADDER PARA LA BOMBA DE DOSIFICADO



Fuente: Elaborada por Rodrigo Carita para el presente trabajo de investigación

La siguiente línea refiere a la figura anterior, y es la línea de bloqueo de aire en el pistón A cuando haya llegado a su límite de carrera contraído (diferentes medidas) y seleccionado con el selector.



2. Sistema de mantenimiento

Es como el sistema de la bomba de desplazamiento positivo. Desmontable y para limpieza in situ.

4.2.3 Detalles de la investigación

4.3 Población y Muestra

Según Tamayo (1997) “Población es la totalidad del fenómeno a estudiar en donde las unidades de población poseen una característica común, la cual se estudia y da origen a los datos de la investigación” siendo para la presente investigación los equipos de la línea de producción de puré de palta:

- Mezclador y homogeneizador
- Bomba de desplazamiento positivo
- Tanque de almacenamiento
- Dosificadora
- Máquina selladora al vacío.

La muestra es un subconjunto representativo de la población, y el tamaño de la muestra depende de cuan preciso se quiere ser en el estudio llevado a cabo. En el presente trabajo el tamaño de muestra coincide con la población, por lo tanto la muestra es igual a la población.

4.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas documentales

Estas se basan en manuales y planos de equipos que se han diseñado para la producción de puré de palta en el mejor de los casos o diseñados para productos pastosos alimentarios de manera industrial. (estos se adjuntan en los anexos)

Técnica empírica

Entrevista

Esta se orienta a la entrevistas a ingenieros y técnicos quienes se encuentran relacionados en el proceso de la palta y a fabricantes de

equipos para la industria alimentaria que han estado involucrados en la fabricación y mantenimiento de los equipos relacionados con la palta y el puré de la misma.

4.5 Procedimiento de recolección de datos

Para la recolección de datos se ha tenido presente la siguiente data:

Procedimientos de empresas del rubro agroalimentario, que nos permiten diseñar los equipos de acuerdo a la necesidad de cada una de las partes del proceso. (Se adjuntan en anexos)

4.6 Procesamiento estadístico y análisis de datos

El trabajo presente cuenta con el diseño de los equipos bajo una demanda de producción, por lo cual su análisis se debe realizar bajo estos parámetros, es decir, se debe de realizar bajo volúmenes de producción. Midiendo la producción en intervalos de tiempos. No teniendo como parte de la misma un análisis estadístico.

5 RESULTADOS

Los resultados se resumen en el presente cuadro:

**TABLA N° 04
RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN**

	Dimensión	Indicador	Resultados
Indepeniente: Diseño de equipos de producción	Mezclador	Dimensiones :	1500x600x900x2m m
		Potencia al eje	5HP
		Diámetro del eje	2 pulg
		Agitación	3HP (40RPM) - por cintas
	Bomba piston	Flujo másico por minuto	58.17 kg/min
		Dimensiones	200xØ154mm
Tanque de almacenamiento	Dimensiones :	presión de vacío	Ø700x1240mm 14.68 PSI
		Agitación	3HP (40 RPM) - por paletas
Bomba de dosificado	Dimensiones (ØxL)	Diseño de tanque	1/4 pulg de espesor
		Peso de producto final	1/2 kg - carrera 1
			1 kg - carrera 2
			2 kg - carrera 3
4 kg - carrera 4			
		Dimensiones (ØxL)	200x154mm
Dependiente: 500kg/h de puré de palta	Demanda	Producción (kg/h): 500 kg/h	combinaciones de medidas para cubrir los 500kg/h

Resaltar que el material de los equipos es acero inoxidable 304, por las características mencionadas de que la maquinaria debe construirse con un material resistente a la oxidación como el AISI 304 según el FDA, además del precio menor comparativo frente al acero inoxidable 316.

6 DISCUSIÓN DE RESULTADOS

6.1 Contrastación de hipótesis con resultados

- Se verificó que con el diseño del equipo de mezclado se logró obtener la producción de puré de palta con las características solicitadas en calidad, mantenimiento y con la capacidad de volumen de 500kg de puré de palta.
- Se comprobó que las dimensiones de la nueva bomba de desplazamiento permite realizar el traslado del puré de palta de acuerdo a las características del producto y en el tiempo necesario para cumplir con la demanda de producción.
- Se validó que el diseño del tanque de almacenamiento fue bajo las norma ASME sección VIII división 1 que se utiliza para recipientes bajo presión externa (caso de vacío para el nuestro), el diseño de agitado nos permiten lograr la reducción de burbujas de aire que provocan la oxidación en el producto previo al dosificado
- Se validó que la bomba de dosificado con la característica de 4 volúmenes distintos de llenado nos ayuda a tener la producción de acuerdo a lo requerido y nos permite cumplir con las demandas de dosificado.

6.2 Contrastación de resultados con otros estudios similares

- No se han encontrado estudios similares, más allá de hacer propuestas de factibilidad económica del proceso de producción del puré de palta. entendiéndose que el presente trabajo difiere por ser de diseño de una parte de la línea de producción, y que se limita al producto de la palta, 500kg de producción por hora, y con el mantenimiento de los mismos es sitio.

7 CONCLUSIONES

- Se determinó que el diseño de los equipos dentro del proceso de producción de puré de palta, bajo los conceptos de diseño, cálculo y funcionalidad para cada uno de los equipos, nos permitieron llegar a cumplir con la demanda de producción requerida. El material principal de todos los equipos es el acero inoxidable 304, las dimensiones de los equipos están relacionados a la demanda (volumen y tiempo) y recomendaciones de diseño.
- Se consiguió determinar las dimensiones y requerimientos del mezclador bajo la teoría de fluidos viscosos, que refiere a la mayoría de productos alimentarios y de manera especial a las pastas, bajo el cual se seleccionó el sistema de agitado por cinta.
- Se logró el diseño de la bomba positiva tomando en cuenta las características del producto y las recomendaciones de los ingenieros y operadores de plantas de producción de puré de palta, siendo la bomba positiva de pistón la mejor opción.
- En función a lo requerido para el tanque de almacenamiento para la eliminación de burbujas creadas dentro del producto, se logró seleccionar el sistema de agitado adecuado y el espesor de las paredes del tanque se calcularon bajo la norma ASME sección VIII división 1.
- Finalmente se diseñó y dimensionó el sistema de dosificado mediante una bomba de pistón positiva, tomando en cuenta que para las demandas de masa por 1/2, 1, 2 y 3 kg el cual se limitó por un selector y 4 límites de carrera del pistón para el dosificado.

8 RECOMENDACIONES

El presente trabajo se limitó a desarrollar desde el proceso de mezclado al proceso de dosificado dentro del proceso de producción. Por lo tanto:

Se recomienda para el envasado el uso de bolsas de barrera. Para el almacenamiento del producto se recomienda hacerlo en almacenes con carga de frío a - 40° C, esto no es cubierto en la presente investigación, dejando el tema de almacenamiento a los que ven el tema de frío (congelado).

Se recomienda la supervisión constante y mantenimiento de los equipos cada 2 a 3 horas tiempo en el cual se llega a cumplir un ciclo de producción, se hace esta recomendación para evitar la introducción de impurezas o puré de palta de baja calidad.

9 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

9.1 Bibliografía

- ACvicol. (22 de julio de 2017). Obtenido de ACvicol - accesorios para vidrios: http://www.acvicol.com/sitio/contenidos_mo.php?it=2857
- aqua-calc. (20 de noviembre de 2017). Obtenido de <https://www.aqua-calc.com/page/density-table/substance/tomato-blank-sauce-coma-and-blank-canned-coma-and-blank-no-blank-salt-blank-added>
- ASME. (2015). 2015 ASME Boiler & Pressure Vessel Code. En A. S. Engineers, *SECTION VIII, Rules for Construction of Pressure Vessels* (pág. 815). New York: The American Society of mechanical Engineering.
- Budynas, R. G. (2008). *Diseño en Ingeniería Mecánica de Shigley*. Mexico: McGraw-Hill Interamericana.
- Carrasco, J. C. (03 de diciembre de 2014). Consumo per cápita de palta en Perú es el doble que en Estados Unidos. La Molina, Lima, Lima.
- Chavarini, E. E. (20 de junio de 2016). Obtenido de https://encrypted-tbn2.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcSWFlk-dRoaoDWXrTpmP7Dg_1KshbQYw4QDh7vzryVotts9xmd
- Cruz Dávila, M., Hernandez Reyes Ma, E., Montañó Morales, A., Monica, S. V., & Tiburcio Escobedo, R. A. (1994). *Guacamole: Una alternativa para la conservación. Industrialización y comercialización del Aguacate*. Iztapalapa, Mexico: Universidad Autonoma Metropolitana.
- DANPER. (24 de agosto de 2017). *DANPER*. Obtenido de <http://www.danper.com/es/productos-detalle/palta/>

- Delgado Suárez, A., Díaz Ruíz, D., Espinoza Guzmán, B., Gerónimo Mendoza, G., & Juárez Bayona, K. (2013). *Diseño de la línea de producción para la elaboración y envasado de puré de palta en el departamento de Piura*. Piura: repositorio institucional PIRHUA.
- Directindustry. (22 de junio de 2016). Obtenido de http://img.directindustry.es/images_di/photo-g/15545-2441023.jpg
- Doran, P. M. (2013). *Bioprocess Engineering Principle*. Massachusetts: ELSEVIER.
- Fellows, P. (2000). *Food Processing technology*. Abington Hall, Abington: Woodhead Publishing Limited.
- gestión, R. (05 de septiembre de 2015). *Perú es el segundo gran exportador de palta, ¿sabes cuánto es el consumo per cápita en nuestro país?* Obtenido de gestión.pe: <https://gestion.pe/economia/peru-segundo-gran-exportador-palta-consumo-per-capita-nuestro-pais-99185>
- Holah, J. (May de 2000). Food Processing equipment desing and cleanability. Chipping Campden, Gloucestershire, United Kingdom.
- Hui, Y. H., Chandan, R., Clark, S., Cross, N., Dobbs, J., Hurst, W., . . . Toldra, F. (2017). *Handbook of Food Products Manufacturing*. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- imimg. (30 de octubre de 2017). Obtenido de <https://4.imimg.com/data4/YK/DV/MY-4742125/semi-automatic-liquid-filling-machine-250x250.png>
- Ingenierocivilinfo. (07 de julio de 2016). Obtenido de www.ingenierocivilinfo.com/2011/11/bombas-de-desplazamiento-positivo.html

- Inmelcolsa. (08 de setiembre de 2017). Obtenido de <http://inmecolsa.com/2014/wp-content/uploads/2014/09/tanque-almacenamiento.jpg>
- jnaceros. (08 de setiembre de 2017). Obtenido de <http://www.jnaceros.com.pe/blog/wp-content/uploads/bacterias-acero-2.png>
- Jung process systmes. (08 de setiembre de 2017). *Jung process systmes*. Obtenido de <https://www.jung-process-systems.de/es/glosario-de-bombas/bombas-de-desplazamiento-positivo.html>
- León Carrasco, J. C. (03 de diciembre de 2014). *Agraria*. Obtenido de <http://agraria.pe/noticias/consumo-per-capita-de-palta-en-peru-es-el-doble-que-en-estad-7581>
- León Estrada, I. J. (2001). *Diseño y cálculo de recipientes a presión*. Lindavista: Inglesa (Ingeniería León SA).
- Lindis. (10 de agosto de 2017). Obtenido de <http://www.lindis.com/sites/default/files/Acoplamiento-Cadena.jpg>
- MINAGRI. (2017). La palta peruana, una coyuntura favorable. *Dirección General de políticas agrarias*, 5.
- MIRSA. (30 de octubre de 2017). Obtenido de <http://www.mirsa.pe/images/3paltas.jpg> con fecha 30/10/2017
- Montes, C. E. (2010). *Metodología de la investigación tecnológica*. Huancayo: Imagen Gráfica SAC.
- Olaeta, J. A. (2003). *Industrialización del aguacate: estado actual y perspectivas futuras*. Valparaíso: Facultad de Agronomía Pontificia Universidad Católica de Valparaíso.

- Peru21. (24 de abril de 2017). *Peru21*. Obtenido de <https://peru21.pe/economia/comex-peru-exportaciones-palta-crecieron-29-7-73813>
- Santis, K. d. (8 de setiembre de 2017). Obtenido de <http://www.monografias.com/trabajos100/procesos-industriales/procesos-industriales.shtml>
- Sifuentes, C. (22 de julio de 2017). *JN aceros*. Obtenido de <http://www.jnaceros.com.pe/blog/acero-inoxidable-introduccion/industria-alimentaria/>
- Tamayo y Tamayo, M. (1997). *El proceso de la investigación científica*. Mexico: Editorial Limusa.
- tecnicadenas. (10 de octubre de 2017). Obtenido de <http://www.tecnicadenas.com.mx/sites/default/files/chumaceras%20sanitarias%20de%20piso.jpg>
- Universidad Técnica Federico Santa María. (25 de octubre de 2017). Obtenido de <http://descom.jmc.utfsm.cl/proi/FUNDAMENTOS/EJESyARBOLES.doc>
- Vera, V., & Zambrano, S. (2013). *Factibilidad de una plante procesadora y comercializadora de pasta de aguacate (persea americana) en el Cantón Chone*. Calceta, Ecuador: Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.
- Yingyi transmission. (10 de agosto de 2017). Obtenido de <http://www.yygear.com/7-5HP-5-5KW-5500W-foot-mounted-gearmotor-gearbox-reducer-73.html>

ANEXOS

MATRIZ DE CONSISTENCIA
“DISEÑO DE EQUIPOS DE PRODUCCIÓN PARA CUBRIR LA DEMANDA DE 500 KG/H DE PURÉ DE PALTA”

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES E INDICADORES	METODOLOGÍA
<p>Problema General PG: ¿Cómo diseñar equipos de producción que permitan cumplir con una demanda de 500kg/h de puré de palta?</p>	<p>Objetivo General OG: • Diseñar equipos de producción para obtener 500 kg/h de puré de palta</p>	<p>Hipótesis General HG: • Si se diseña equipo de producción óptimos entonces se cubrirá la demanda de 500kg/h de puré de palta.</p>	<p>VARIABLES de la investigación</p> <p>Se ha definido una variable independiente y otra dependiente:</p>	<p>Tipo de investigación: Investigación Aplicada y Tecnológica</p> <p>Nivel de la investigación: Investigación aplicada</p>
<p>Problemas Específicos P1. ¿Cómo dimensionar el mezclador y calcular la potencia del mezclado para homogenizar el puré de palta? P2. ¿Cómo dimensionar a la bomba pistón adecuada para el traslado de puré de palta al tanque de almacenamiento? P3. ¿Qué características y dimensiones debe de tener el tanque de almacenamiento? P4. ¿Cómo dimensionar al equipos de dosificado para las diferentes cantidades de producto a envasar?</p>	<p>Objetivos Específicos O1. Dimensionar la tina del mezclador y calcular la potencia del mezclador para homogenizar el puré de palta O2. Dimensionar la bomba de pistón adecuada para el traslado de puré de palta al tanque de almacenamiento O3. Diseñar el tanque de almacenamiento para obtener puré de palta sin globos de aire O4. Dimensionar la bomba de dosificado para las diferentes cantidades de producto a envasar</p>	<p>Hipótesis Específicas H1. Si se dimensiona el mezclador y se calcula adecuadamente la potencia del mezclador entonces se podrá homogenizar el puré de palta. H2. Si se dimensiona la bomba de pistón adecuada entonces se cumplirá con el traslado de puré de palta al tanque de almacenamiento. H3. Si se diseña adecuadamente el tanque de almacenamiento entonces se obtendrá puré de palta sin globos de aire. H4. Si se dimensiona adecuadamente la bomba de dosificado entonces se dosificara en cantidades demandadas de producto a envasar</p>	<p>• INDEPENDIENTE: Diseño de equipos de producción</p> <p>• DIMENSIONES E INDICADORES: -Potencia del mezclador * Potencia al eje *RPM -Bomba de pistón *carreras por minuto *dimensiones -Selección de envasado y sellado *flujo másico por minuto *capacidad de sellado por minuto</p> <p>• DEPENDIENTE: 500 kg/h de puré de palta</p> <p>• DIMENSIONES E INDICADORES: Demanda: - Producción</p>	<p>Diseño de la investigación Diseño No Experimental</p> <p>Población Y Muestra Para fines de presente investigación, la muestra es igual a la población, debido a que se trata de un diseño</p> <p>Técnicas e instrumentos de recolección de datos - Técnica Documental - Técnica Empírica: Observación</p>

ANEXO 1 : Equipos de procesos alimentarios : Diseño y Limpieza

FOOD PROCESSING EQUIPMENT DESIGN AND CLEANABILITY

F-FE 377A/00 [May 2000]

This technical manual was prepared for FLAIR-FLOW EUROPE by:

John Holah
Campden and Chorleywood Food Research Association
(CCFRA)
Chipping Campden
Glos GL55 6LD
United Kingdom

For more information on the FLAIR-FLOW EUROPE dissemination system contact Ronan Gormley at Teagasc, The National Food Centre, Dunsinea, Castleknock, Dublin 15, Ireland.
Telephone: +353-1-8059500; Fax: +353-1-8059550;
E-mail: r.gormley@nfc.teagasc.ie
or visit website <http://www.exp.ie/flair.html>

This technical manual is one of five in the **RE-TU-ER** (ready-to-use European research) series produced by the FLAIR-FLOW EUROPE dissemination project. This project is funded under the EU FAIR and DNOVATION Programmes (contracts CT-97-3014 and INAMI 0520 respectively).



2000 Teagasc
The National Food Centre
Dunsinea, Castleknock
Dublin 15, Ireland

ISBN 1 84170 107 6

TITLE Food Processing Equipment Design and Cleanability

No responsibility is assumed by the publisher for any injury and/or damage to persons or property as a matter of product liability, negligence or otherwise, or from any use or operation of any methods, products, instructions or ideas contained in the materials herein.

Neither the European Commission nor any person acting on behalf of the Commission is responsible for the use which might be made of the information contained in this volume. Mention of any brand or firm names does not constitute an endorsement over others of a similar nature not mentioned.

FIGURE 1: HYGENIC AND UNHYGENIC SCREWED PIPE COUPLINGS (DIN 11851)

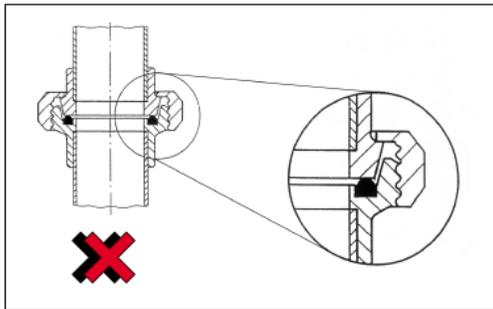
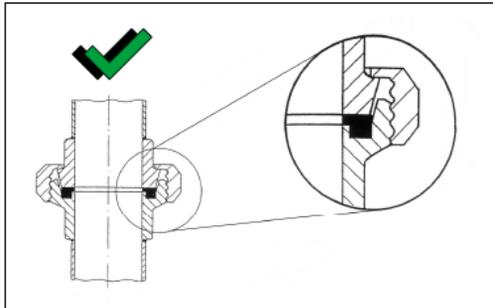


FIGURE 2: HYGENIC AND UNHYGENIC FLANGED JOINTS

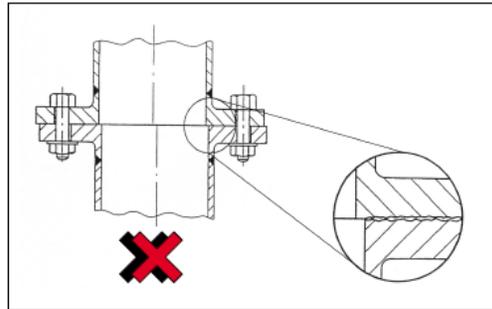
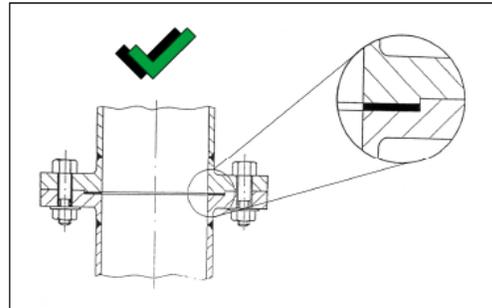


FIGURE 3: EXAMPLES OF UNHYGENIC FASTENERS. A = SOIL TRAP POINTS; B = METAL TO METAL; C = DEAD SPACES

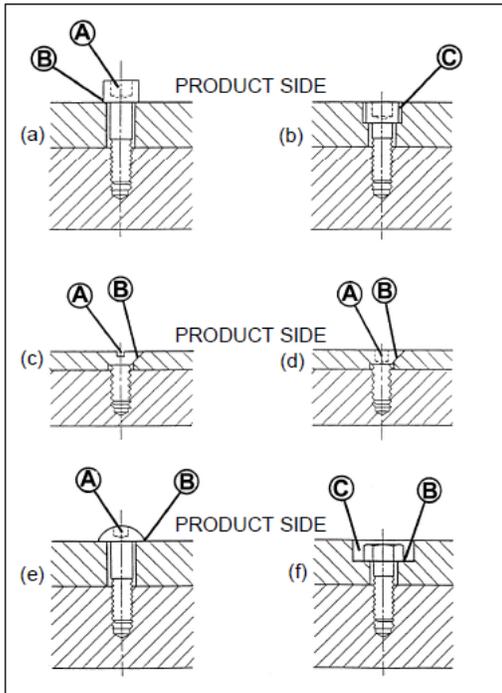


FIGURE 4: EXAMPLES OF HYGENIC FASTENERS

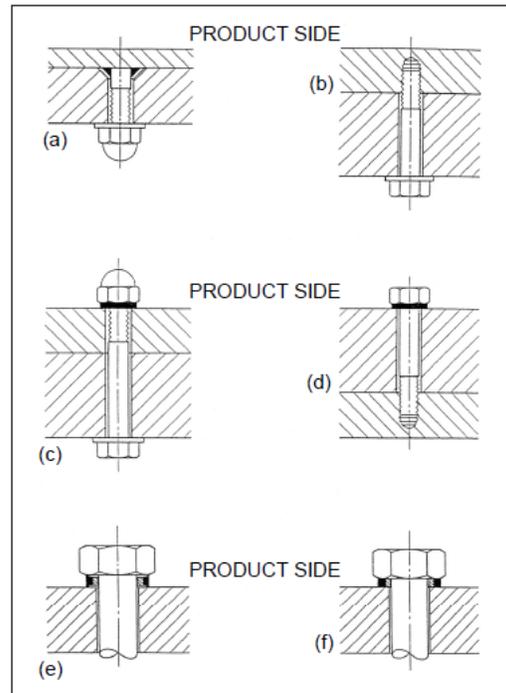


FIGURE 5: EQUIPMENT SHOULD BE SELF DRAINING OF PRODUCT AND CLEANING FLUIDS

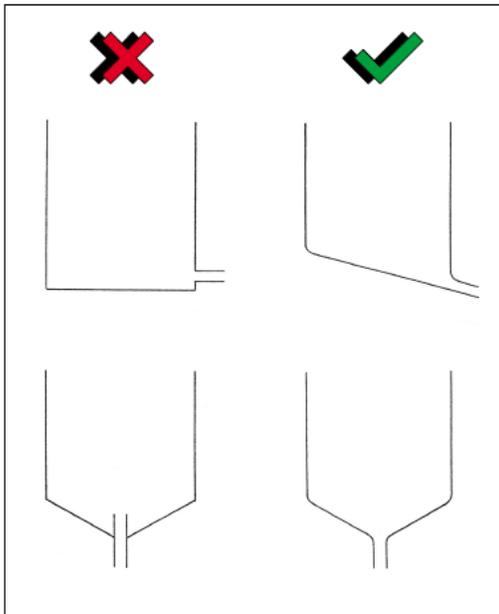


FIGURE 6: INTERNAL ANGLES AND CORNERS SHOULD BE RADIUSUED TO FACILITATE CLEANING

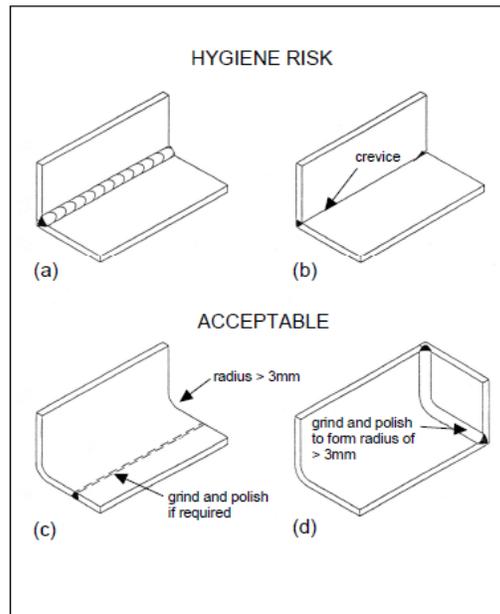


FIGURE 7: BEARINGS AND SHAFT SEALS TO INDICATE SEAL FAILURE AND OIL LEAKS

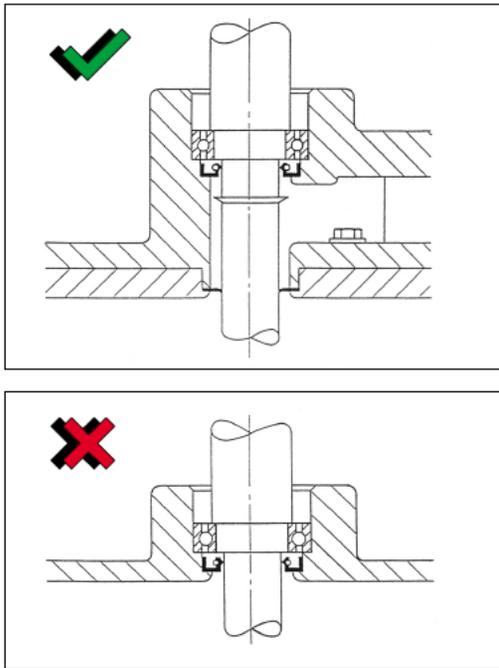


FIGURE 8: POOR POSITIONING OF INSTRUMENTATION TO CREATE DEAD LEGS

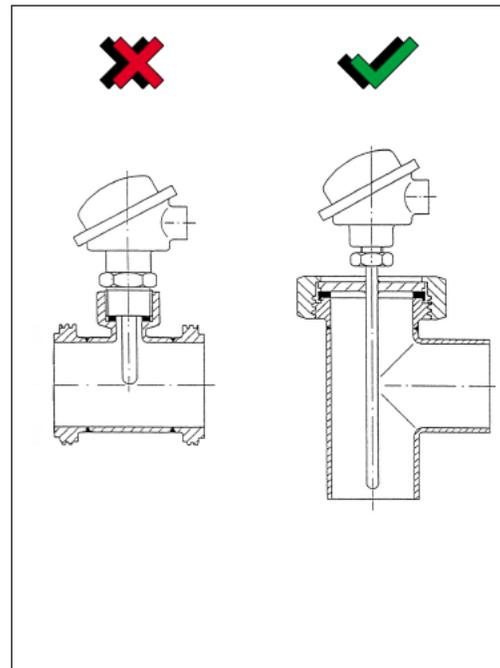


FIGURE 9: RUBBER CAPPED SWITCHES TO ALLOW EASY CLEANING

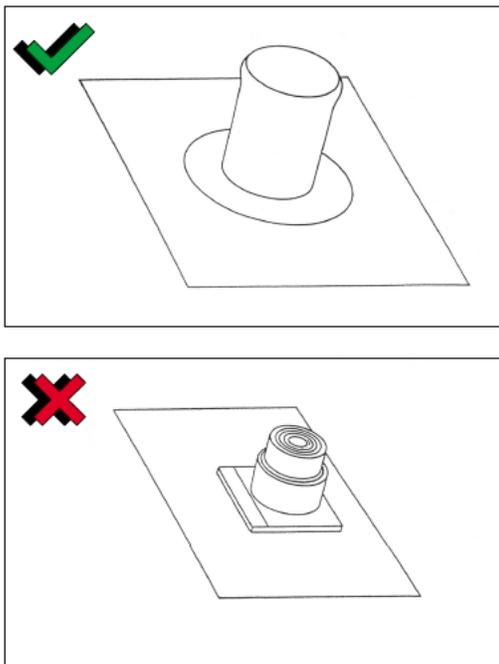
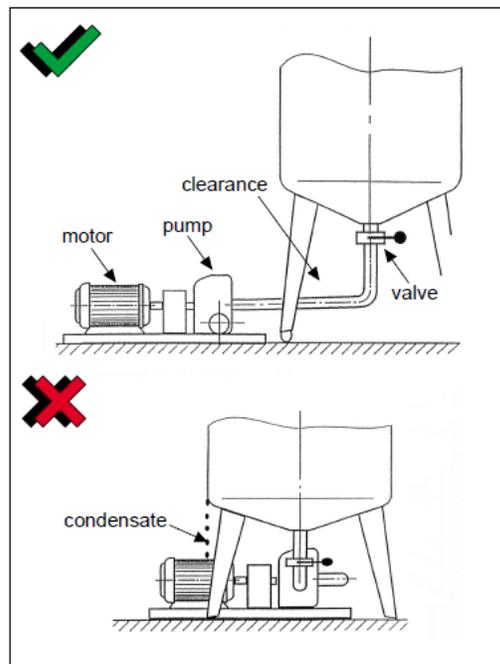


FIGURE 10: INSTALLATION OF EQUIPMENT TO PROVIDE EASE OF CLEANING AND SERVICING



ANEXO 2 : Propiedades Físicas y Mecánicas del Acero Inoxidable

PROPIEDADES FÍSICAS Y MECANICAS DEL ACERO INOXIDABLE

TIPO DE ACERO	301	302	303 MX	303 S#	304	304L	305	308	309	309S	310	310S	316	317	317L	321	347	348	
ANÁLISIS - % VALOR QUÍMICO MÁXIMO EXCEPTO DONDE MUESTRE EL MÍNIMO	Cromo	16-18	17-19	17-19	18-20	18-20	17-19	19-21	22-24	22-24	24-26	24-26	16-18	18-20	19-20	17-19	17-19	17-19	
	Níquel	6-8	8-10	8-10	8-10.5	8-10	10.5-13	10-12	12-15	12-15	19-22	19-22	10-14	11-15	11-15	9-12	9-13	9-13	
	Carbono	.15	.15	.15	.08	.03	.12	.08	.20	.08	.25	.08	.08	.03	.08	.08	.08	.08	.08
	Manganeso	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
	Silicio	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.5	1.5	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	Fósforo	.045	.045	.20	.045	.045	.045	.045	.045	.045	.045	.045	.045	.045	.045	.045	.045	.045	.045
	Azufre	.030	.030	.15 Min	.060	.030	.030	.030	.030	.030	.030	.030	.030	.030	.030	.030	.030	.030	.030
	Otros	--	--	--	.15 Min Se	--	--	--	--	--	--	--	--	Mo 2-3	Mo 3-4	Ti SXC Mín	CB+Ta 10XC Mín	Mo 3-4	Mo 3-4
	Esfuerzo de fluencia psi (0.2% Compensación)	40,000	40,000	35,000	35,000	33,000	38,000	35,000	45,000	45,000	45,000	45,000	45,000	39,000	40,000	40,000	35,000	40,000	40,000
	Esfuerzo último psi	110,000	90,000	90,000	84,000	81,000	81,000	85,000	85,000	95,000	95,000	95,000	95,000	81,000	90,000	90,000	90,000	95,000	95,000
Elongación % en 2" (100mm)	60	50	50	55	55	55	55	50	45	45	45	45	50	45	45	45	45	45	
Dureza: Brinell BHN	170	163	160	149	149	149	149	150	170	170	170	170	149	163	163	160	160	160	
Rockwell B	85	85	84	84	80	80	80	80	85	85	85	85	80	85	85	84	85	85	
Impacto Izod. Ft. - Ibs	110	110	80	80	110	110	110	110	110	110	90	90	110	110	110	110	110	110	
Creep - 1% flujo en 10,000 hrs	18,000	17,000	--	17,300	17,300	17,200	17,000	17,000	15,900	15,900	17,500	17,500	24,500	24,000	24,000	18,000	19,300	19,300	
Módulo elasticidad en tensión psi x10 6	28	28	28	28	28	28	28	28	29	29	29	29	28	28	28	28	28	28	
Resistividad eléctrica en microm a 68 ° F	72	72	72	72	72	72	72	72	78	78	78	78	74	74	74	72	73	73	
Permeabilidad magnética a 200H	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.01	1.02	1.02	1.02	1.02	1.01	1.01	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	
Max. temperatura de operac. - servicio intermitente* F	1500	1500	1400	1600	1600	1500	1700	1850	1850	1850	1900	1900	1600	1600	1600	1550	1550	1550	
Servicio continuo * F	1650	1650	1650	1700	1700	1650	1800	1950	1950	1950	2050	2050	1700	1700	1700	1650	1650	1650	
(In./In. x 10) 32 - 212 °F	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	8.3	8.3	8.0	8.0	8.9	8.9	8.9	9.3	9.3	9.3	
32 - 1200 ° F	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.0	10.0	9.7	9.7	10.1	10.3	10.3	10.7	10.6	10.6	
(B.T.U./ft. in.² F.in.) y	9.4	9.4	9.4	9.4	9.4	9.4	9.4	8.8	8.0	8.0	8.0	8.0	9.4	9.4	9.4	9.3	9.3	9.3	
932 ° F	12.4	12.4	12.4	12.4	12.4	12.4	12.4	12.5	10.8	10.8	10.8	10.8	12.4	12.4	12.4	12.8	12.8	12.8	

Tubos de acero inoxidable sin soldadura

Según ASTM A312

Dimensiones Schedule según ANSI B36.19 y BS6.10
Calidades: AISI 304, 304L, 316, 316L

NPS	(O.D.) mm	5S	10S	Std. 40S	40	XS 80S	80	XXS
1/8"	10.29		1.24	1.73	1.73	2.41	2.41	
			0.28	0.37	0.37	0.47	0.47	
1/4"	13.72		1.65	2.24	2.24	3.02	3.02	
			0.49	0.64	0.64	0.82	0.82	
3/8"	17.15		1.65	2.31	2.31	3.20	3.20	
			0.63	0.87	0.87	1.12	1.12	
1/2"	21.3	1.65	2.11	2.77	2.77	3.73	3.73	7.47
		0.81	1.02	1.29	1.29	1.64	1.64	2.59
3/4"	26.7	1.65	2.11	2.87	2.87	3.91	3.91	7.82
		1.03	1.30	1.71	1.71	2.23	2.23	3.69
1"	33.4	1.65	2.77	3.38	3.38	4.55	4.55	9.09
		1.31	2.13	2.54	2.54	3.29	3.29	5.53
1.1/4"	42.2	1.65	2.77	3.56	3.56	4.85	4.85	9.70
		1.67	2.73	3.44	3.44	4.53	4.53	7.88
1.1/2"	48.3	1.65	2.77	3.68	3.68	5.08	5.08	10.16
		1.93	3.16	4.11	4.11	5.49	5.49	9.69
2"	60.3	1.65	2.77	3.91	3.91	5.54	5.54	11.07
		2.42	3.99	5.52	5.52	7.60	7.60	13.65
2.1/2"	73.0	2.11	3.05	5.16	5.16	7.01	7.01	14.02
		3.75	5.34	8.77	8.77	11.59	11.59	20.72
3"	88.9	2.11	3.05	5.49	5.49	7.62	7.62	15.24
		4.59	6.56	11.47	11.47	15.51	15.51	28.11
3.1/2"	101.6	2.11	3.05	5.74	5.74	8.08	8.08	16.15
		5.25	7.53	13.78	13.78	18.92	18.92	34.56
4"	114.3	2.11	3.05	6.02	6.02	8.56	8.56	17.12
		5.93	8.50	16.32	16.32	22.66	22.66	41.66
5"	141.3	2.77	3.40	6.55	6.55	9.53	9.53	19.05
		9.61	11.74	22.10	22.10	31.44	31.44	58.31
6"	168.3	2.77	3.40	7.11	7.11	10.91	10.91	21.95
		11.47	14.04	28.69	28.69	43.21	43.21	80.43
8"	219.1	2.77	3.76	8.18	8.18	12.70	12.70	22.23
		15.00	20.27	43.20	43.20	65.63	65.63	109.57
10"	273.1	3.40	4.19	9.27	9.27	12.70	15.06	25.40
		22.95	28.20	61.22	61.22	82.80	97.27	157.51
12"	323.9	3.96	4.57	9.53	10.31	12.70	17.45	25.40
		31.72	36.54	75.01	80.94	98.95	133.88	189.82
14"	355.6	3.96	4.78	9.53	11.13	12.70	19.05	
		34.86	41.99	82.58	96.00	109.04	160.54	
16"	406.4	4.19	4.78	9.53	12.70	12.70	21.41	
		42.20	48.07	94.70	125.20	125.20	206.40	
18"	457.20	4.19	4.78	9.53	14.27	12.70	23.80	
		47.46	54.15	106.83	158.27	141.35	258.29	
20"	508.00	4.78	5.54	9.53	15.06	12.70	26.19	
		60.23	69.70	118.95	185.89	157.51	315.97	
24"	558.80	5.54	6.35	9.53	17.45	12.70	30.94	
		83.80	95.92	143.20	258.74	360.21	489.20	

Tubos de acero inoxidable sin soldadura

Tubos y Accesorios Inoxidables

Sumitomo Drive Technologies
Always on the Move

Hyponic[®]

Ángulo Recto Hipoidal
Motorreductor y reductor



CATÁLOGO 12.001.50.0075P

Trifásico, 1750 RPM

Dimensiones:	Tamaño de carcasa	Página	Tamaño de carcasa	Página
	1100	3.28	1400	3.34
	1200	3.30	1500	3.36
	1300	3.32	1600	3.38

5 HP
(3,7 kW)⁽¹⁾

Velocidad de salida RPM	Par de salida Nm	Factor de servicio	Clase AGMA	Carga radial (N)	Símbolo HP	Selección Tamaño de carcasa	Relación
350	86,4	1,00	I	2940	5	1521YA	5
		1,50	II	2940		1522YB	
250	120	1,00	I	3336	5	1521YA	7
		1,50	II	3336		1522YB	
175	172	1,00	I	3727	5	1521YA	10
		1,50	II	3727		1522YB	
146	207	1,00	I	3972	5	1521YA	12
		1,50	II	3972		1522YB	
117	259	1,00	I	4216	5	1521YA	15
		1,50	II	4216		1522YB	
87,5	345	1,00	I	4626	5	1521YA	20
		1,50	II	7339		1633YB	
70	432	1,00	I	4892	5	1521YA	25
		1,50	II	7739		1633YB	
58,3	518	1,00	I	8095	5	1632YA	30
		1,50	II	8095		1633YB	
43,8	691	1,00	I	8496	5	1632YA	40
		1,50	II	8496		1633YB	
35	864	1,00	I	8896	5	1632YA	50
		1,50	II	9163		1632YA	
29,2	1037	1,00	I	9163	5	1632YA	60

Velocidad de salida RPM	Par de salida Nm	Factor de servicio	Clase AGMA	Carga radial (N)	Símbolo HP	Selección Tamaño de carcasa	Relación
350	51,8	1,00	I	2940	3	1520YA	5
		1,67	II	2940		1521YB	
250	72,6	1,00	I	3336	3	1520YA	7
		1,67	II	3336		1521YB	
175	103	1,00	I	3727	3	1520YA	10
		1,67	II	3727		1521YB	
146	124	1,00	I	3972	3	1520YA	12
		1,67	II	3972		1521YB	
117	155	1,00	I	4216	3	1520YA	15
		1,67	II	4216		1521YB	
87,5	207	1,00	I	4626	3	1520YA	20
		1,67	II	4626		1521YB	
70	259	1,00	I	4892	3	1520YA	25
		1,67	II	4892		1521YB	
58,3	311	1,00	I	5159	3	1520YA	30
		1,67	II	8095		1632YB	
43,8	414	1,00	I	5560	3	1531YA	40
		1,67	II	8496		1632YB	
35	518	1,00	I	5827	3	1531YA	50
		1,67	II	8896		1632YB	
29,2	622	1,00	I	6049	3	1531YA	60
		1,67	II	9163		1632YB	
21,9	830	1,00	I	9652	3	1630YA	80
17,5	1037	1,00	I	9785	3	1630YA	100
14,6	1242	1,00	I	9785	3	1630YA	120
11,7	1480	0,95	-	9785	3	1631Y	150
8,75	1480	0,71	-	9785	3	1631Y	200
7,29	1480	0,59	-	9785	3	1631Y	240

3 HP
(2,2 kW)⁽¹⁾

ANEXO 5: Bombas de Vácuo (Marca BUSCH)

Bombas de vácuo rotativas de palhetas
Bombas de vacío rotativas de paletas
Rotary vane vacuum pumps



R 5
0010/0016 C

New!



R 5 0010 C

As bombas de vácuo R 5 0010/0016 C convencem em função de sua construção compacta, de seu flange de entrada móvel e regulável, pelo consagração do princípio de palhetas rotativas e por um alto padrão de qualidade. Um amplo programa de acessórios garante um ajuste otimizado para diversas aplicações.

Funcionamento seguro

O motor padrão flangeado permite um acionamento direto na bomba. Uma válvula de retenção intermitente na entrada da conexão impede a ventilação do recipiente em cima da bomba de vácuo ao se desligar a mesma.

Ecologicamente correta

Em função de um resfriamento a ar, circulação interna de óleo, separador de óleo que garante uma evacuação sem resíduos (padrão) e pelo funcionamento com baixo nível de ruído e de vibração.

Fácil manutenção

Sua construção compacta permite um acesso fácil nas unidades de serviço. Fora os serviços usuais, não está prevista outra manutenção.

Las bombas de vacío R 5 0010/0016 C convencen por su diseño compacto, su brida de aspiración orientable, su contrastada tecnología de paletas rotativas y la alta calidad de sus componentes. Un amplio rango de accesorios asegura una mejor adaptación a diferentes aplicaciones.

Fiável

Accionada directamente por medio de un motor estándar. Brida de aspiración con válvula antirretorno incorporada, la cual evita la entrada de aire en la cámara de vacío cuando la bomba se encuentra parada.

Protege el medio ambiente

Gracias a su sistema de refrigeración por aire, recirculación interna de aceite, separador de neblina en el escape y su bajo nivel sonoro y de vibraciones, esta bomba puede ser utilizada en cualquier ubicación.

De fácil mantenimiento

Su diseño compacto, refrigeración por aire y fácil manipulación permiten un mantenimiento rápido y simple con prolongados periodos entre servicios. Solo requiere el cambio rutinario de aceite y filtros.

R 5 0010/0016 C vacuum pumps convince by a compact design, variable pivoted inlet flange and by its proven rotary vane principle and its high quality standard. A wide range of accessories ensures best adaptation to different applications.

Reliable operation

Direct drive by a standard motor. The inlet flange with integrated check valve prevents air admittance into the vacuum chamber when the pump is switched off.

Environmentally safe

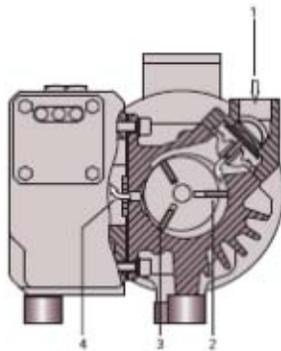
Air cooling, internal oil recirculation, integral oil separator for oil-free exhaust air, low vibration and low noise level allows this pump to be used in any environment.

Easy to service

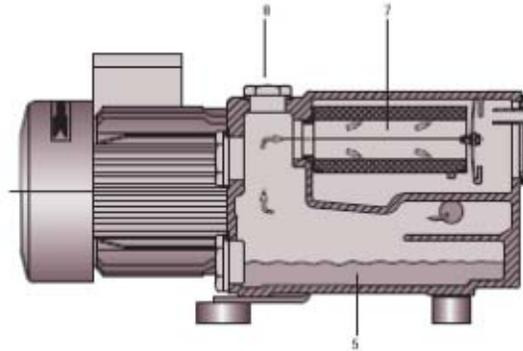
Compact design, air cooling and easy access allow rapid and simple servicing with long periods between services. No preventative maintenance apart from routine oil changes is required.

Bombas de vácuo rotativas de palhetas
Bombas de vacío rotativas de paletas
Rotary vane vacuum pumps

Princípio de funcionamento
Principio de funcionamiento
Principle of operation



- 1 Flange de entrada
- 2 Rotor
- 3 Palheta
- 4 Válvula de descarga
- 5 Reservatório de óleo
- 6 Tampa de saída
- 7 Filtro de saída
- 8 Plugue de entrada de óleo



- 1 Brida de aspiración
- 2 Rotor
- 3 Paleta
- 4 Válvula de escape
- 5 Cácter de aceite
- 6 Tapa de escape
- 7 Filtro de escape
- 8 Tapón de llenado de aceite

- 1 Inlet flange
- 2 Rotor
- 3 Vane
- 4 Exhaust valve
- 5 Oil sump
- 6 Exhaust cover
- 7 Exhaust filter
- 8 Oil fill plug

Princípio de funcionamento e de operação

Estas bombas de vácuo trabalham sob o princípio das palhetas rotativas. Um rotor (2) posicionado de forma excêntrica gira dentro da carcaça. A força centrífuga pressiona as palhetas (3) em movimento dentro das ranhuras do rotor, contra as paredes da carcaça. As palhetas dividem o espaço entre a carcaça e o rotor em câmaras em forma de arco. Quando as câmaras são conectadas ao flange de entrada, o gás é aspirado e mediante novas rotações comprimido para depois ser expelido para o separador de óleo. A diferença de pressão provoca continuamente a entrada de óleo nas câmaras. O óleo existente na carcaça é expelido para o separador juntamente com o ar aspirado. Estando dentro do separador ambos seguem para o filtro de saída (7), o qual, por sua vez, condensa o óleo com a ajuda da força gravitacional. O óleo se acumula no fundo do separador e recircula para a câmara de compressão.

Principio de funcionamiento

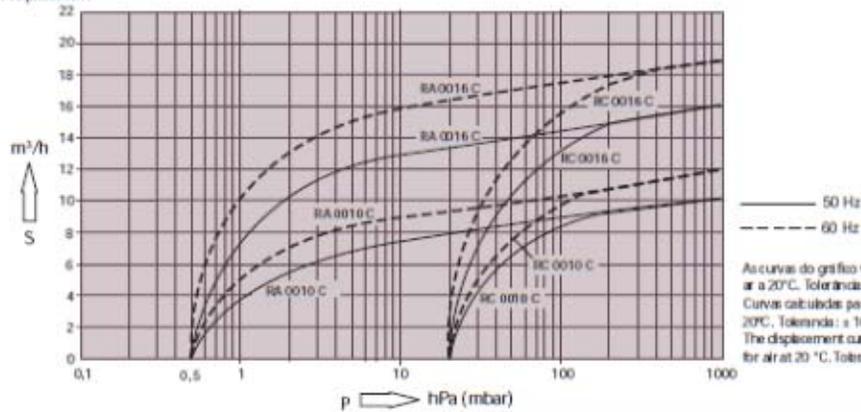
Estas bombas de vacío trabajan de acuerdo con el principio de paletas rotativas. Un rotor (2) gira excéntrico en el interior del cilindro. La fuerza centrífuga empuja las paletas (3), las cuales se deslizan en las ranuras del rotor contra la pared del cilindro. Las paletas separan el espacio entre el rotor y el cilindro en tres cámaras de volumen variable. Cuando las cámaras coinciden con la boca de aspiración el gas es aspirado, se comprime en la siguiente fase y la mezcla de gas y neblina de aceite es expulsada, a través de la válvula de escape, hacia el cárter de aceite donde se produce la separación del mismo por gravedad y por medio del filtro separador de escape (7). El aceite se acumula en el fondo del cárter y, por diferencia de presión, es inyectado de nuevo en las cámaras de compresión donde se repite el ciclo (Principio de recirculación).

Principle of operation

These vacuum pumps work according to the rotary vane principle. An eccentrically installed rotor (2) rotates in the cylinder. The centrifugal force of the rotation pushes the vanes (3), which glide in slots in the rotor, towards the cylinder wall. The vanes separate the sickle-shaped space between rotor and cylinder into chambers. When the chambers are connected with the inlet channel, gas is sucked in, compressed by the next rotation and pushed into the oil separator. Differential pressure constantly causes oil to be passed into the compression chambers. The oil and medium are then discharged into the oil separator and there separated from the exhaust air by gravity and the exhaust filter (7). Oil collects on the bottom of the oil separator and is passed into the compression chamber again (oil circulation).

Dados técnicos
Características técnicas
Technical data

Capacidade de aspiração
Caudal
Nominal displacement



As curvas do gráfico valem para ar a 20°C. Tolerância: ± 10%
Curvas calculadas para ar a 20°C. Tolerância: ± 10%
The displacement curves are valid for air at 20 °C. Tolerance: ± 10%

Dados técnicos Características técnicas Technical data			R 5 0010 C	R 5 0016 C
Capacidade nominal Caudal nominal Nominal displacement	50 Hz 60 Hz	m³/h	10 12	16 19
Vácuo final Vacío límite Ultimate pressure	RA RC	hPa (mbar)	0,5 20	0,5 20
Potência nominal do motor Potencia nominal del motor Nominal motor rating	50 Hz 60 Hz	3~√3~*/1~ kW	0,37/0,6/0,45 ~0,75/0,45	0,55/0,6/0,55 ~0,75/0,75
Rotação nominal do motor Velocidad nominal de rotación Nominal motor speed	50 Hz 60 Hz	min⁻¹	1500 1800	1500 1800
Nível sonoro (DIN EN ISO 2151) Nivel sonoro (DIN EN ISO 2151) Sound level (DIN EN ISO 2151)	50 Hz 60 Hz	dB(A)	49 52	53 55
Tolerância máx. de vapor de água Tolerancia máxima al vapor de agua Water vapour tolerance max.		hPa (mbar)	39	30
Capacidade de vapor de água Capacidad de vapor de agua Water vapour capacity		l/h	0,2	0,3
Temperatura operacional Temperatura de trabajo Operating temperature		°C	80	80
Quantidade de óleo Volumen de aceite Oil capacity		l	0,4	0,4
Peso aprox. Peso aprox. Weight approx.		kg	19	19

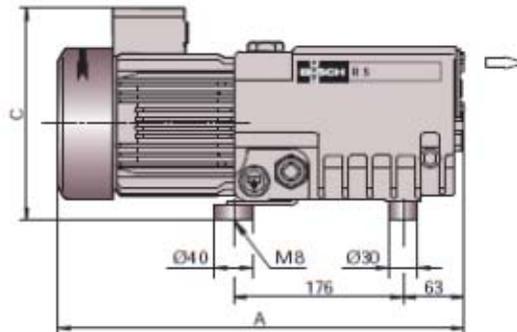
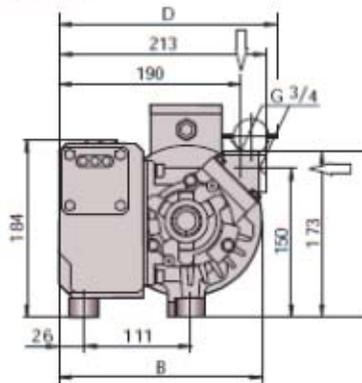
* Motor de múltipla tensão/Motor multi-voltage/multi-voltage motor

Bombas de vácuo rotativas de palhetas
 Bombas de vacío rotativas de paletas
 Rotary vane vacuum pumps



Dimensões
 Dimensiones
 Dimensions

R 5 0010/0016 C



Dimensões Dimensiones Dimensions	max. max. max.	A	B	C	D
R 5 0010 C	3-Motor (50/60 Hz)	422	212	234	-
R 5 0010 C	1-Motor (50/60 Hz)	398	204	244	242
R 5 0016 C	3-Motor (50/60 Hz)	422	212	234	-
R 5 0016 C	1-Motor (50/60 Hz)	422	212	253	251

Aplicações R 5 0010/0016 C	Aplicaciones R 5 0010/0016 C	Applications R 5 0010/0016 C
<ul style="list-style-type: none"> • Indústria de embalagens • Indústria alimentícia • Indústria de madeiras • Transporte pneumático • Transporte e equipamentos elevadores • Indústria plástica 	<ul style="list-style-type: none"> • Industria del embalaje • Industria alimentaria • Industria de la madera • Transporte neumático • Elevación y movimiento de cargas • Industria del plástico 	<ul style="list-style-type: none"> • Vacuum packaging • Food technology • Wood working • Pneumatic conveying • Transport and lifting systems • Plastics industry

Espana
 Busch Ibérica, S.A.
 Tel. +34 938 616 160
 busch@buschib.es

Brasil
 Busch do Brasil Ltda.
 Tel. +55 11 40161400
 vendas@buschdobrasil.com.br

Portugal
 Busch Ibérica, S.A. Sucursal em Portugal
 Tel. +351 234 648 070
 geral@buschib.pt



Busch – em escala mundial na indústria
Busch – en la industria de todo el mundo
Busch – all over the world in industry

www.busch-vacuum.com

Amsterdam Auckland Bangkok Barcelona Basel Birmingham Birmo Brussels Budapest Buenos Aires Copenhagen Dublin Gothenburg Helsinki Istanbul Johannesburg Kuala Lumpur Maunburg Melbourne Milan Monterrey Montreal Moscow New York Oslo Paris Porto Pune Santiago de Chile Sao Paulo Seoul Shanghai Singapore Taipei Tel Aviv Tokyo Vienna Warsaw

Right & drawings technical/Right & modificaciones técnicas/Technical change reserved.

09/10/1

Unidades de mantenimiento, serie D, polímero
Funcionalidad

FESTO



Funciones básicas de la
preparación del aire comprimido

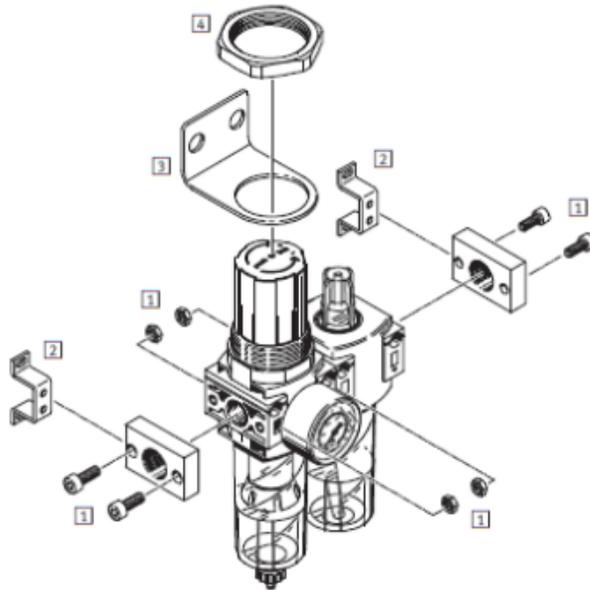
Info 423

 Nuevo

Unidades de mantenimiento FRC, serie D, ejecución de polímero

Cuadro general de perfilescos

FESTO

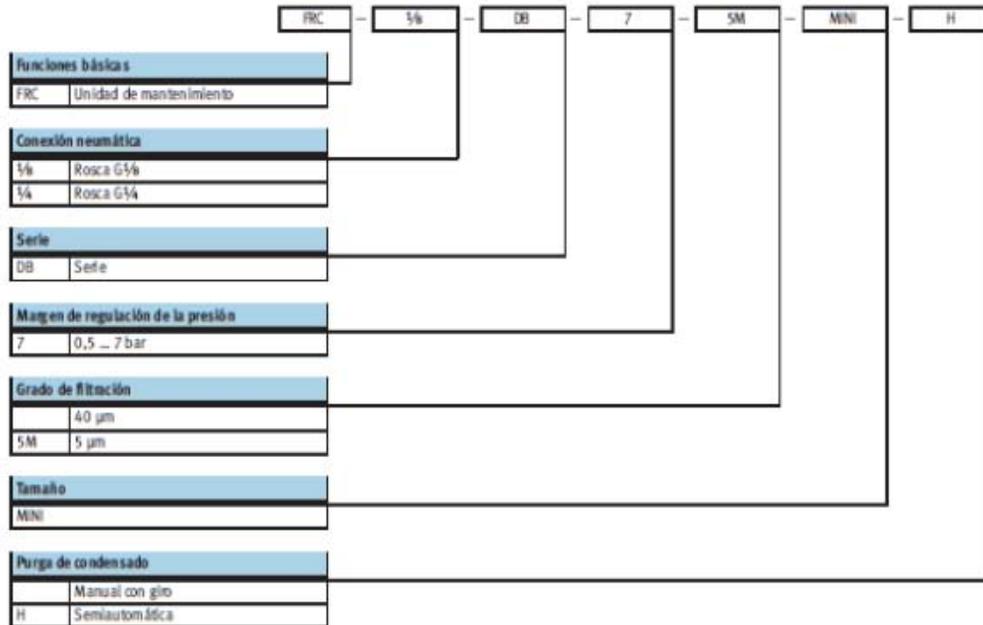


Elementos de fijación y accesorios		→Página
1	Conjunto de conexiones PBL	30
2	Escuadras de fijación HFOE	31
3	Escuadras de fijación HR-D	30
4	Tuerca hexagonal HMR	30

Unidades de mantenimiento FRC, serie D, ejecución de polímero

FESTO

Código para el pedido



 **Nuevo**

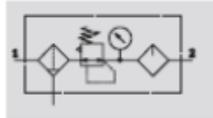
Unidades de mantenimiento FRC, serie D, ejecución de polímero

FESTO

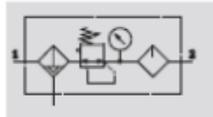
Hoja de datos

Función

Purga de condensado
Manual con giro



Semiautomática



-  Caudal
400 ... 650 l/min
-  Temperatura
-5 ... +50 °C
-  Presión de entrada
1,5 ... 10 bar



- Filtro, regulador y lubricador en una unidad
 - Gran caudal y eficiencia de retención de partículas de suciedad
 - Buenas características de regulación con baja histéresis
 - Aseguramiento de los valores de ajuste mediante botón giratorio bloqueable
 - Con purga manual o semiautomática del condensado
- Festo recomienda los siguientes aceites:
- Viscosidad según ISO 3448 clase VG 32
32 mm²/s (cSt) con 40 °C
- Aceite especial Festo → 11
 - ARAL Vitam GF 32
 - BP Enegol HLP 32
 - Esso Nuto H 32
 - Mobil DTE 24
 - Shell Tellus Oil DO 32

Datos técnicos generales	
Tamaño	Mini
Conexión neumática	G1/8 G3/4
Fluido	Aire comprimido
Construcción	Filtro-regulador y lubricador
Función de regulación	Con reflujo Con descarga secundaria
Tipo de fijación	Montaje en línea Mediante taladros Con escuadra de fijación
Posición de montaje	Vertical ± 5°
Grado de filtración [µm]	5 ó 40
Histéresis máxima de la presión [bar]	0,5
Presión de entrada [bar]	1,5 ... 10
Margen de regulación de la presión [bar]	0,5 ... 7
Indicación de presión	Con manómetro
Conexión para manómetro	G1/8

Caudal nominal normal ¹⁾ q _N [l/min]	
Conexión neumática	G1/8 G3/4
Mini	
Grado de filtración	5 µm ≥ 400 ≥ 550
	40 µm ≥ 550 ≥ 650

1) Medición con p1 = 10 bar, p2 = 6 bar, Δp = 1 bar

Unidades de mantenimiento FRC, serie D, ejecución de polímero

FESTO

Hoja de datos

Condiciones del entorno		
Tamaño		Mini
Temperatura ambiente	[°C]	-5 ... +50
Temperatura del fluido	[°C]	-5 ... +50
Resistencia a la corrosión	CRC ¹⁾	1

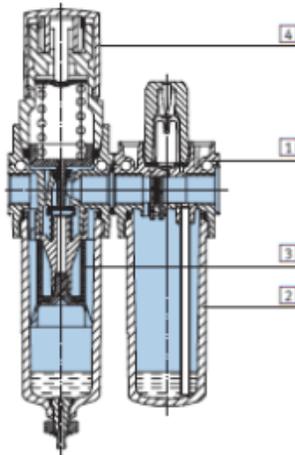
1) Clase de resistencia a la corrosión 1 según norma de Festo 940 070

Verdía para piezas expuestas a peligro de corrosión. Protección para transporte y almacenamiento. Piezas con superficies sin fines decorativos, por ejemplo, por encontrarse en el interior o detrás de tapas o recubrimientos.

Pesos [g]	
Tamaño	Mini
Unidad de mantenimiento	300

Materiales

Vista en sección



Unidad de mantenimiento	Mini
1) Cuerpo	Poliamida reforzada
2) Depósito	Policarbonato
3) Filtros	Poliétileno
4) Botón giratorio	Poliacetil
- Juntas	Caucho nitrílico

Cilindros normalizados DNC, ISO 15552

FESTO

Características

Información resumida



DIN



Cilindros según la norma ISO 15552 (corresponde a las normas anteriores ISO 6431, DIN ISO 6431, VDMA 24 562, NF E 49 003.1 y UNI 10290)

El diseño moderno y compacto permite ahorrar hasta un 11% de espacio de montaje en comparación con cilindros normalizados convencionales. Por ello, la máquina también puede ser más compacta

La amplia gama de accesorios permite encontrar casi siempre una solución apropiada para el montaje. La oferta más amplia del mercado. Para cada aplicación, el cilindro DNC apropiado

Cilindro con unidades de bloqueo DNC-KP



- Fijación y bloqueo del vástago en cualquier posición
- Detención y fijación del vástago durante un tiempo prolongado, incluso si cambian las cargas, si se producen oscilaciones de la presión de funcionamiento o si hay una fuga

DNOE



- Utilización en unidades de control de relevancia para la seguridad de acuerdo con las normas EN 954-1, EN 1050, EN 292 y EN 983
- Seguridad de error cero
- Bloqueo del vástago en cualquier posición

Cilindro con bloqueo en la posición final DNC-...EL



- Bloqueo mecánico al llegar a la posición final
- Desbloqueo automático sólo con alimentación de aire al cilindro
- Bloqueo de posición final en un lado o en ambos lados

Combinaciones de cilindros y válvulas DNC-V1 ... V6



- La combinación de cilindro y válvula está lista para el montaje, provista de todos los tubos flexibles
- Apropiada para uso descentralizado en instalaciones grandes

Cilindro tándem DNCT



- Unión de dos cilindros de diámetro igual y de igual carrera
- Duplicación de la fuerza de avance y retroceso en comparación con un cilindro convencional

Mayor duración mediante fuelle DADB



El conjunto de fuelles es un sistema exento de fugas. El aire de alimentación y descarga del conjunto es común a través de un taladro de compensación de presión [1], para evitar la aspiración de fluidos no deseados. Esta solución protege el vástago, la junta y la culata frente a fluidos

diversos como, por ejemplo, los siguientes:

- Polvo
- Vitutas
- Acete
- Grasa
- Gasolina

Cilindros normalizados DNC, ISO 15552

Hoja de datos

Referencias: con detección de posiciones							
Diámetro del émbolo [mm]	Carrera [mm]	Nº art.	Tipo ¹⁾	Diámetro del émbolo [mm]	Carrera [mm]	Nº art.	Tipo ¹⁾
32	20	1922617	DNC-32-20-PPV-A	40	20	1922623	DNC-40-20-PPV-A
	25	163305	DNC-32-25-PPV-A		25	163337	DNC-40-25-PPV-A
	30	1922618	DNC-32-30-PPV-A		30	1922624	DNC-40-30-PPV-A
	40	163306	DNC-32-40-PPV-A		40	163338	DNC-40-40-PPV-A
	50	163307	DNC-32-50-PPV-A		50	163339	DNC-40-50-PPV-A
	60	1922619	DNC-32-60-PPV-A		60	1922625	DNC-40-60-PPV-A
	70	1922620	DNC-32-70-PPV-A		70	1922626	DNC-40-70-PPV-A
	80	163308	DNC-32-80-PPV-A		80	163340	DNC-40-80-PPV-A
	100	163309	DNC-32-100-PPV-A		100	163341	DNC-40-100-PPV-A
	125	163310	DNC-32-125-PPV-A		125	163342	DNC-40-125-PPV-A
	150	1922621	DNC-32-150-PPV-A		150	1922627	DNC-40-150-PPV-A
	160	163311	DNC-32-160-PPV-A		160	163343	DNC-40-160-PPV-A
	200	163312	DNC-32-200-PPV-A		200	163344	DNC-40-200-PPV-A
	250	163313	DNC-32-250-PPV-A		250	163345	DNC-40-250-PPV-A
	300	1922622	DNC-32-300-PPV-A		300	1922628	DNC-40-300-PPV-A
	320	163314	DNC-32-320-PPV-A		320	163346	DNC-40-320-PPV-A
400	163315	DNC-32-400-PPV-A	400	163347	DNC-40-400-PPV-A		
500	163316	DNC-32-500-PPV-A	500	163348	DNC-40-500-PPV-A		
50	20	1922629	DNC-50-20-PPV-A	63	20	1922635	DNC-63-20-PPV-A
	25	163369	DNC-50-25-PPV-A		25	163401	DNC-63-25-PPV-A
	30	1922630	DNC-50-30-PPV-A		30	1922636	DNC-63-30-PPV-A
	40	163370	DNC-50-40-PPV-A		40	163402	DNC-63-40-PPV-A
	50	163371	DNC-50-50-PPV-A		50	163403	DNC-63-50-PPV-A
	60	1922631	DNC-50-60-PPV-A		60	1922637	DNC-63-60-PPV-A
	70	1922632	DNC-50-70-PPV-A		70	1922638	DNC-63-70-PPV-A
	80	163372	DNC-50-80-PPV-A		80	163404	DNC-63-80-PPV-A
	100	163373	DNC-50-100-PPV-A		100	163405	DNC-63-100-PPV-A
	125	163374	DNC-50-125-PPV-A		125	163406	DNC-63-125-PPV-A
	150	1922633	DNC-50-150-PPV-A		150	1922639	DNC-63-150-PPV-A
	160	163375	DNC-50-160-PPV-A		160	163407	DNC-63-160-PPV-A
	200	163376	DNC-50-200-PPV-A		200	163408	DNC-63-200-PPV-A
	250	163377	DNC-50-250-PPV-A		250	163409	DNC-63-250-PPV-A
	300	1922634	DNC-50-300-PPV-A		300	1922640	DNC-63-300-PPV-A
	320	163378	DNC-50-320-PPV-A		320	163410	DNC-63-320-PPV-A
400	163379	DNC-50-400-PPV-A	400	163411	DNC-63-400-PPV-A		
500	163380	DNC-50-500-PPV-A	500	163412	DNC-63-500-PPV-A		

1) El suministro incluye la tuerca para el vástago roscado.

Cilindros normalizados DNC, ISO 15552

FESTO

Hoja de datos

Referencias: sin detección de posiciones							
Díámetro del émbolo [mm]	Carera [mm]	Nº art.	Tipo ¹⁾	Díámetro del émbolo [mm]	Carera [mm]	Nº art.	Tipo ¹⁾
32	25	16 33 19	DNC-32-25-PPV	40	25	16 33 5 1	DNC-40-25-PPV
	40	16 33 20	DNC-32-40-PPV		40	16 33 5 2	DNC-40-40-PPV
	50	16 33 21	DNC-32-50-PPV		50	16 33 5 3	DNC-40-50-PPV
	80	16 33 22	DNC-32-80-PPV		80	16 33 5 4	DNC-40-80-PPV
	100	16 33 23	DNC-32-100-PPV		100	16 33 5 5	DNC-40-100-PPV
	125	16 33 24	DNC-32-125-PPV		125	16 33 5 6	DNC-40-125-PPV
	160	16 33 25	DNC-32-160-PPV		160	16 33 5 7	DNC-40-160-PPV
	200	16 33 26	DNC-32-200-PPV		200	16 33 5 8	DNC-40-200-PPV
	250	16 33 27	DNC-32-250-PPV		250	16 33 5 9	DNC-40-250-PPV
	320	16 33 28	DNC-32-320-PPV		320	16 33 6 0	DNC-40-320-PPV
	400	16 33 29	DNC-32-400-PPV		400	16 33 6 1	DNC-40-400-PPV
	500	16 33 30	DNC-32-500-PPV		500	16 33 6 2	DNC-40-500-PPV
50	25	16 33 8 3	DNC-50-25-PPV	63	25	16 34 1 5	DNC-63-25-PPV
	40	16 33 8 4	DNC-50-40-PPV		40	16 34 1 6	DNC-63-40-PPV
	50	16 33 8 5	DNC-50-50-PPV		50	16 34 1 7	DNC-63-50-PPV
	80	16 33 8 6	DNC-50-80-PPV		80	16 34 1 8	DNC-63-80-PPV
	100	16 33 8 7	DNC-50-100-PPV		100	16 34 1 9	DNC-63-100-PPV
	125	16 33 8 8	DNC-50-125-PPV		125	16 34 2 0	DNC-63-125-PPV
	160	16 33 8 9	DNC-50-160-PPV		160	16 34 2 1	DNC-63-160-PPV
	200	16 33 9 0	DNC-50-200-PPV		200	16 34 2 2	DNC-63-200-PPV
	250	16 33 9 1	DNC-50-250-PPV		250	16 34 2 3	DNC-63-250-PPV
	320	16 33 9 2	DNC-50-320-PPV		320	16 34 2 4	DNC-63-320-PPV
	400	16 33 9 3	DNC-50-400-PPV		400	16 34 2 5	DNC-63-400-PPV
	500	16 33 9 4	DNC-50-500-PPV		500	16 34 2 6	DNC-63-500-PPV
80	25	16 34 4 7	DNC-80-25-PPV	100	25	16 34 7 9	DNC-100-25-PPV
	40	16 34 4 8	DNC-80-40-PPV		40	16 34 8 0	DNC-100-40-PPV
	50	16 34 4 9	DNC-80-50-PPV		50	16 34 8 1	DNC-100-50-PPV
	80	16 34 5 0	DNC-80-80-PPV		80	16 34 8 2	DNC-100-80-PPV
	100	16 34 5 1	DNC-80-100-PPV		100	16 34 8 3	DNC-100-100-PPV
	125	16 34 5 2	DNC-80-125-PPV		125	16 34 8 4	DNC-100-125-PPV
	160	16 34 5 3	DNC-80-160-PPV		160	16 34 8 5	DNC-100-160-PPV
	200	16 34 5 4	DNC-80-200-PPV		200	16 34 8 6	DNC-100-200-PPV
	250	16 34 5 5	DNC-80-250-PPV		250	16 34 8 7	DNC-100-250-PPV
	320	16 34 5 6	DNC-80-320-PPV		320	16 34 8 8	DNC-100-320-PPV
	400	16 34 5 7	DNC-80-400-PPV		400	16 34 8 9	DNC-100-400-PPV
	500	16 34 5 8	DNC-80-500-PPV		500	16 34 9 0	DNC-100-500-PPV
125	25	16 35 1 1	DNC-125-25-PPV				
	40	16 35 1 2	DNC-125-40-PPV				
	50	16 35 1 3	DNC-125-50-PPV				
	80	16 35 1 4	DNC-125-80-PPV				
	100	16 35 1 5	DNC-125-100-PPV				
	125	16 35 1 6	DNC-125-125-PPV				
	160	16 35 1 7	DNC-125-160-PPV				
	200	16 35 1 8	DNC-125-200-PPV				
	250	16 35 1 9	DNC-125-250-PPV				
	320	16 35 2 0	DNC-125-320-PPV				
	400	16 35 2 1	DNC-125-400-PPV				
	500	16 35 2 2	DNC-125-500-PPV				

1) El suministro incluye la tuerca para el estrangulador.

Selectores no luminosos. Maneta larga

2 posiciones		Fundón (B)	Tipo	Código ver abajo	Tipo	Código ver abajo
			Head		Flank	
Manual		D	P9H5VD0e		P9K5VD0H	185170
		I	P9H5V0e		P9K5V0H	185171
		H	P9H5VH0e			
Automático		D	P9H5VD0e		P9K5VD0H	185173
		I	P9H5V0e			
		H	P9H5VH0e			
3 posiciones						
Fixed		E	P9H5V0e			
		L	P9H5VU0e			
		U	P9H5VU0e			
		Z, B	P9H5VZ0e		P9K5VZ0H	185179
Automático		E	P9H5V0e			
		L	P9H5VU0e			
		U	P9H5VU0e			
		Z, B	P9H5VZ0e			
Automático		E	P9H5V0e			
		L	P9H5VU0e			
		U	P9H5VU0e			
		Z, B	P9H5VZ0e		P9K5VZ0H	185191
4 posiciones						
Fixed		X	P9H5X0e		P9K5X0H	185192
Automático		X	P9H5X0e			
Automático						
5 posiciones						
Manual		X	P9H5X0e			
		W	P9H5W0e			

(1) Esquemas eléctricos, ver F.22

Cables	negro	rojo	verde	amarillo	azul
Maneta larga	• N	• R	• V	• G	• L

Para códigos y suministros ver capítulo X, pág. X.8



F.13

Montaje en panel

Intro

A

B

C

D

E

F

G

H

I

J/X

