



**Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Mecánica**

**ANÁLISIS Y GUÍA DE MONTAJE DE CENTRÍFUGAS BATCH Y  
CONTINUAS EN INGENIO LA UNIÓN, S.A.**

**Sergio Guillermo Girón Lezana**

**Asesorado por el Ing. Edgar Baldemar Ochoa Castillo**

**Guatemala, agosto de 2006**

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**ANÁLISIS Y GUÍA DE MONTAJE DE CENTRÍFUGAS BATCH Y  
CONTINUAS EN INGENIO LA UNIÓN, S.A.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

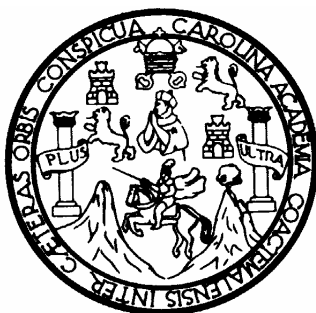
**SERGIO GUILLERMO GIRÓN LEZANA**

ASESORADO POR EL ING. EDGAR BALDEMAR OCHOA CASTILLO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE  
**INGENIERO MECÁNICO**

GUATEMALA, AGOSTO DE 2006

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

<b>DECANO</b>	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
<b>VOCAL I</b>	Inga. Glenda Patricia Garcia Soria
<b>VOCAL II</b>	Lic. Amahán Sánchez Álvarez
<b>VOCAL III</b>	Ing. Julio David Galicia Celada
<b>VOCAL IV</b>	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
<b>VOCAL V</b>	Br. Elisa Yazminda Vides Leiva
<b>SECRETARIA</b>	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

<b>DECANO</b>	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
<b>EXAMINADOR</b>	Ing. Fredy Mauricio Monroy Peralta
<b>EXAMINADOR</b>	Ing. Edwin Estuardo Sarceño Zepeda
<b>EXAMINADOR</b>	Ing. Carlos Aníbal Chicojay Coloma
<b>SECRETARIA</b>	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

### **ANÁLISIS Y GUÍA DE MONTAJE DE CENTRÍFUGAS BATCH Y CONTINUAS EN INGENIO LA UNIÓN, S.A.,**

tema que me fuera aprobado por la Dirección de la Carrera de Ingeniería Mecánica, el 25 de octubre de 2005.

**SERGIO GUILLERMO GIRÓN LEZANA**




## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

### **ANÁLISIS Y GUÍA DE MONTAJE DE CENTRÍFUGAS BATCH Y CONTINUAS EN INGENIO LA UNIÓN, S.A.,**

tema que me fuera aprobado por la Dirección de la Carrera de Ingeniería Mecánica, el 25 de octubre de 2005.

  
**SERGIO GUILLERMO GIRÓN LEZANA**

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA  
UNIDAD DE EPS  
Tel. 24423509

"Escuela de Ingeniería Mecánica"  
Dr. Carlos Baldemar Ochoa Castillo  
ECCO - Centro de la Unión

Guatemala, 07 de julio de 2006  
Ref. EPS C. 322 07,06

Ing. Fredy Monroy  
Director Escuela de Ingeniería Mecánica  
Facultad de Ingeniería  
Presente

Estimado Ingeniero Monroy,

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado. (E.P.S.) titulado "**ANÁLISIS Y GUÍA DE MONTAJE DE CENTRÍFUGAS BATCH Y CONTINUAS EN INGENIO LA UNIÓN S.A.**" que fue desarrollado por el estudiante universitario **SERGIO GUILLERMO GIRÓN LEZANA**, quien fue debidamente asesorado por el Ing. Edgar Baldeemar Ochoa Castillo y supervisado por el Ing. Edwin Estuardo Sarceño Zepeda.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo, en mi calidad de coordinador apruebo su contenido, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Escuela de Ingeniería Mecánica"

Ing. Angel Roberto de la Cruz  
Coordinador Unidad de EPS

cc. Archivo  
ARSG/jm

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA  
UNIDAD DE EPS  
Tel. 24423509

"Hoy y en el Centenario de la  
Dr. Carlos Montenegro Durán  
2006 Universidad de San Carlos de Guatemala"

Guatemala, 07 de julio de 2006  
Ref: EPS C. 322.07.06

Ing. Angel Roberto Sic Garcia  
Coordinador Unidad de EPS  
Facultad de Ingeniería  
Presente

Estimado Ingeniero Sic Garcia,

Por este medio atentamente le informo que como Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) del estudiante universitario de la Carrera de Ingeniería Mecánica, **SERGIO GUILLERMO GIRÓN LLIZANA**, procedí a revisar el informe final de la práctica de EPS, cuyo título es **"ANÁLISIS Y GUÍA DE MONTAJE DE CENTRÍFUGAS BATCH Y CONTINUAS EN EL CENTRO LA UNIÓN S.A."**.

Cabe mencionar que las soluciones planteadas en este trabajo, constituyen un valioso aporte de nuestra Universidad a uno de los muchos problemas que padece el país.

En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO** solicitándole darle el respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Fawin Estuardo Sosa"

Ing. Fawin Estuardo Sosa  
Asesor - Supervisor de EPS  
Area de Ingeniería Mecánica

cc. Archivo  
EESZ/pm

## **ACTO QUE DEDICO A:**

**DIOS**

Por ser el guía de mi carrera.

**MIS PADRES**

César Alfredo Girón Chávez,  
Irma Idalia Lezana de Girón.  
Por sus esfuerzos y apoyo  
incondicional.

**MIS HERMANAS**

Lilia Amelia Girón Lezana,  
Liza María Girón Lezana.  
Por su cariño y consejos.

**MIS SOBRINOS**

Selvin Alfredo Cifuentes,  
César Alfredo Girón Lezana.  
Con mucho cariño.

**MI ABUELA**

Amelia Najarro.  
Por brindarme todo su cariño.

**MI NOVIA**

Claudia Ivonne Martínez.  
Por su ayuda y comprensión.

**MIS AMIGOS**

Por brindarme su apoyo y amistad.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

El Ing. Edgar Baldemar Ochoa Castillo.  
Por su ayuda en la elaboración de esta tesis.

El Ing. César A. Cano Marroquín,  
El Ing. Enrique Velásquez.  
Por su ayuda y valiosos consejos.

El Sr. Manuel Aguilar,  
El Sr. Félix Galindo,  
El Sr. Arnoldo Castillo.  
Por brindarme sus conocimientos y experiencias.



# ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	XI
GLOSARIO	XIV
RESUMEN	XVII
OBJETIVOS	XIX
INTRODUCCIÓN	XXI

## 1. GENERALIDADES DE LA CENTRÍFUGA

1.1	Fundamentos de la centrífuga	1
1.1.1	Historia de la centrífuga	1
1.1.2	Definición de la centrífuga	2
1.1.3	Descripción de la centrífuga de <i>batch</i>	4
1.1.4	Descripción de la centrífuga continua	7
1.2	Descripción del departamento de centrífugas	8
1.2.1	Tipos de centrífugas	11
1.2.1.1	Centrífuga de <i>batch</i>	13
1.2.1.2	Centrífuga continua	15
1.2.2	Principio de funcionamiento	17
1.2.2.1	Separación sólido-líquido	20
1.2.2.2	Efecto de gravedad	21
1.2.3	Diferencia entre los tipos de centrífugas	22
1.2.4	Importancia de las centrífugas en ingenio azucarero	32

1.3	Descripción de los diferentes tipos de mantenimiento	33
1.3.1	Concepto de mantenimiento	33
1.3.2	Tipos de mantenimiento	36
1.3.2.1	Mantenimiento de averías	37
1.3.2.2	Mantenimiento preventivo	37
1.3.2.3	Mantenimiento predictivo	39
<b>2.</b>	<b>ANÁLISIS Y MONTAJE DE CENTRÍFUGAS BMA CONTINUAS</b>	
2.1	Generalidades	41
2.1.1	Campo de aplicación	41
2.2	Verificación estructural	41
2.3	Manejo y transporte de equipo	46
2.4	Grupo constructivo y piezas individuales	47
2.5	Montaje	51
2.5.1	Protección de piezas individuales	51
2.5.2	Montaje del embudo de descarga	51
2.5.3	Selección y acoplamiento de las diferentes unidades de montaje	53
2.5.4	Montar la máquina sobre la estructura alineada y nivelada	54
2.5.5	Establecer los ángulos de fijación suministrados y añadirlos a la recepción del motor	56
2.5.6	Instalación de equipos auxiliares	57
2.5.7	Preparación para puesta en servicio	60
2.5.8	Puesta en servicio	62
2.5.8.1	Capacidad de turbinaje en servicio normal	64



### **3. ANÁLISIS Y MONTAJE DE CENTRÍFUGA BMA *BATCH***

3.1	Generalidades	66
3.1.1	Campo de aplicación	66
3.2	Verificación estructural	66
3.3	Manejo y transporte del equipo	67
3.4	Grupo constructivo y piezas individuales	67
3.5	Montaje	70
3.5.1	Protección de las piezas individuales	70
3.5.2	Montaje del embudo de descarga	70
3.5.3	Seleccionar y acoplar las diferentes unidades de montaje	72
3.5.4	Montar la máquina sobre la estructura alineada y nivelada	74
3.5.5	Instalación de equipos auxiliares	75
3.5.6	Instalación de equipos involucrados	77
3.5.7	Preparación para puesta en servicio	80
3.5.8	Puesta en servicio	87

### **4. DESARROLLO DEL MANTENIMIENTO EN LAS CENTRÍFUGAS**

4.1	Mantenimiento preventivo	91
4.1.1	Centrífuga continua	95
4.1.2	Centrífuga de <i>batch</i>	97
4.1.3	Análisis de vibraciones	100
4.1.4	Sistema de lubricación	103

4.1.4.1	Tipos de lubricantes	108
4.1.4.2	Análisis de lubricantes	111
4.1.5	Análisis de fallas	116
4.2	Mantenimiento correctivo	120
4.2.1	Selección de la herramienta apropiada	120
4.2.2	Calibración de ajustes/tolerancias	122
4.2.3	Desmontaje de la centrífuga continua en sus diferentes equipos	124
4.2.4	Desmontaje de la centrífuga de <i>batch</i> en sus diferentes equipos	132

## 5. PRUEBAS Y RESULTADOS

5.1	Pruebas	136
5.1.1	Centrífugas continuas	136
5.1.1.1	Análisis estructural	136
5.1.1.2	Pruebas de arranque	140
5.1.2	Centrífugas de <i>batch</i>	143
5.1.2.1	Análisis estructural	143
5.1.2.2	Pruebas de arranque	146
5.2	Resultados	159
5.2.1	Capacitación del personal	159
5.2.2	Resultados de operación	160
5.2.2.1	Comportamiento	165
5.2.2.2	Calidad de azúcar	166
5.2.3	Formato de mantenimiento	169

<b>CONCLUSIONES</b>	171
<b>RECOMENDACIONES</b>	173
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	175
<b>ANEXOS</b>	177



# ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

## FIGURAS

1	Canastas de centrífugas	5
2	Fondo de descarga (C.B)	6
3	Telas o mallas (C.C.)	8
4	Centrífugas en línea	9
5	Ángulo de la canasta (C.C.)	15
6	Separación del azúcar y miel	18
7	Partes de la centrífuga de <i>batch</i>	23
8	Distribución de la masa en diferentes equipos	25
9	Partes de la centrífuga continua	28
10	Turbo (C.C)	30
11	Carga concentrada en una viga (C.C.)	42
12	Aplicación del método de secciones	43
13	Diagrama de fuerza cortante y momento flexionante	44
14	Transporte de la centrífuga continua	46
15	Centrífuga continua (con freno)	48
16	Centrífuga continua (con distribuidor de producto turbo)	48
17	Embudo de descarga (C.C.)	52
18	Pasos del montaje de la centrífuga continua	54
19	Nivelación de la centrífuga continua	55
20	Ángulos de fijación	56
21	Mangueras	57
22	Válvulas neumáticas	58
23	Embudo de alimentación	58
24	Instalación de equipos auxiliares	59

25	Mirillas de mano	62
26	Verificación de fajas	65
27	Grupo constructivo y piezas individuales (C.B.)	68
28	Embudo de descarga (C.B.)	71
29	Acoplamiento de las diferentes unidades de montaje	73
30	Alineación y nivelación de la centrífuga de <i>batch</i>	74
31	Chapaleta de carga (C.B.)	78
32	Sistema de carga “válvula de cierre” (C.B.)	79
33	Distancia entre el arado y la tela (C.B.)	80
34	Control de oscilaciones (C.B.)	81
35	Mandos neumáticos (C.B.)	82
36	Panel de control (C.B.)	84
37	Forma superficial de la masa cocida (C.B.)	88
38	Arado de descarga (C.B.)	90
39	Puntos de engrase (C.B.)	105
40	Lubricante Arcanol L12 (C.C.)	111
41	Tolerancia aceptable de la centrífuga continua	122
42	Nivel (THE L.S. STARRETT CO.)	123
43	Desmontaje de la centrífuga continua	125
44	Alojamiento	130
45	Desmontaje de la centrífuga de <i>batch</i>	132
46	Panel de control (C.C.)	141
47	Sistema de válvulas (C.C.)	142
48	Panel de control (C.B.)	147
49	Teclado de mandos	151
50	Pantalla de los temporizadores	155
51	Velocidades de la centrífuga	156
52	Controles especiales	157
53	Manipulación de las centrífugas	160

54	Diagrama de proporción pureza/agua de lavado (C.C.)	161
55	Calidad de azúcar (C.C.)	166
56	Calidad de azúcar (C.B.)	168

## TABLAS

I	Tipos de separador mecánico	2
II	Modelos de centrífugas de <i>batch</i>	14
III	Modelos de centrífugas continuas	17
IV	Técnicas de separación	21
V	Grupos constructivos (C.C.)	49
VI	Puntos de conmutación (C.C.)	60
VII	Regulación básica de la adición de agua (C.C.)	63
VIII	Intervalos de lubricación	104
IX	Parámetros del lubricante	108
X	Propiedades del lubricante Beacon	112
XI	Propiedades del lubricante Teresso	115
XII	Causas de fallo de la centrífuga continua	117
XIII	Causas de fallo de la centrífuga de <i>batch</i>	118
XIV	Pesos de las diferentes partes de la centrífuga (C.C.)	124
XV	Primeras pruebas de arranque (C.C.)	140
XVI	Secuencia para un ciclo completo (C.B.)	146
XVII	Repartición del agua de lavado (C.C.)	162
XVIII	Resultados de operación (C.C.)	163
XIX	Resultados de operación (C.B.)	164





## LISTA DE SÍMBOLOS

<b><math>\mu\text{m}</math></b>	Dimensional muy pequeñas, micro-metro
<b><math>\text{cm}^2</math></b>	Dimensional de superficie, centímetro cuadrado
<b>mm</b>	Dimensional de longitud, milímetros. 1000 mm = 1 mts
<b>N/m</b>	Dimensional de torque, Newton – metro
<b>%</b>	Dimensional de porcentaje
<b>Kg</b>	Abreviatura de kilogramos, 1Kg = 2.2 Libras
<b><math>\Sigma</math></b>	Abreviatura de sumatoria
<b>Psi</b>	Dimensional de presión, <i>pounds per square inch</i> , en Inglés, y libras por pulgada cuadrada, en español
<b>tg <math>\theta</math></b>	Dimensional de ángulo, tangente del ángulo
<b>rpm</b>	Dimensional de velocidad, en revoluciones por minuto.
<b>Bar</b>	Dimensional de presión, bares. 1Bar = 100000 (Pa).
<b>(l/h)</b>	Dimensional de volumen, Litro por hora
<b>°C</b>	Símbolo de temperatura en grados Celsius.

<b>°F</b>	Símbolo de temperatura en grados Fahrenheit
<b>pies<sup>3</sup></b>	Dimensional de volumen, pies cúbicos
<b>ISO</b>	Siglas en inglés de la Organización Internacional de Normas, <i>International Standards Organization</i> .
<b>NLGI</b>	Siglas en inglés del Instituto Nacional de Grasas Lubricantes, <i>Nacional Lubricating Grease Institute</i> .
<b>m/seg<sup>2</sup></b>	Dimensional de Aceleración, metros sobre segundos al cuadrado.
<b>mm<sup>2</sup>/seg.</b>	Dimensional de la viscosidad cinemática. Milímetro al cuadrado por segundo = pul <sup>2</sup> / seg = cSt (centistoke).
<b>DIN</b>	Siglas en inglés de la Norma de la Industria Alemana, <i>Deustcher Industrie Normen</i> .
<b>IV</b>	Índice de Viscosidad
<b>ASTM</b>	Siglas en inglés de la Sociedad Americana de ensayos de Materiales, <i>American Society for Testing of Materials</i> .



## GLOSARIO

<b>Centrífuga</b>	Máquina que separa los distintos componentes de una mezcla (masa cocida), por la acción de la fuerza centrífuga.
<b>Vórtice</b>	Es la acción que se ejerce dentro de la centrífuga cuando está en marcha.
<b>Masa cocida</b>	Es la mezcla por tratar en la centrífuga, que se comprende por miel y cristales de azúcar.
<b>Canasta</b>	Es el recipiente de la masa cocida, donde se separa el azúcar de la miel dentro de la centrífuga.
<b>Licor madre</b>	Se refiere a la miel que se extrae de la masa cocida, también llamado jarabe.
<b>Fuerza centrífuga</b>	Es la acción de la gravedad que se ejerce dentro de la centrífuga (con carga y en marcha).
<b>Carcasa</b>	Es el envoltorio que recubre la canasta.
<b>Correa trapezoidal</b>	Son las fajas que ejercen el movimiento de las centrífugas continuas.
<b>Cámara de trabajo</b>	Se refiere a lo interior de la centrífuga cuando se está trabajando.

<b>Caudalómetro</b>	Dispositivo para medir la presión, en litros por hora (l/h).
<b>Azúcar blanca</b>	Azúcar para exportar, ya refinada, procesada con los requerimientos del cliente.
<b>Azúcar cruda o mundial</b>	Azúcar para exportar, sin refinar, procesada con los requerimientos del cliente.
<b>Chapaleta de carga</b>	Dispositivo que deja caer la masa cocida dentro de la centrífuga.
<b>Miel rica</b>	Llamada también miel virgen, y es la que se extrae de las centrífugas.
<b>Miel pobre</b>	Miel que se extrae de las continuas de tercera y es llevada a tanques como melaza.
<b>Pureza</b>	Es la proporción del azúcar pura en la materia sólida, que permanece después de que toda el agua se ha evaporado.
<b>Telas</b>	Dispositivo que sirve como colador para la separación del azúcar y la miel.
<b>Beacon</b>	Grasa de alta calidad para usos múltiples y usos especiales.

<b>Teresso</b>	Aceites industriales de calidad superior.
<b>Magma</b>	Mezcla de cristales de azúcar en el jarabe saturado.
<b>C.C.</b>	Centrífuga continua.
<b>C.B.</b>	Centrífuga de <i>batch</i>
<b>BMA</b>	Siglas en Alemán que significa Braunschweigische Maschinenbauanstalt AG.
<b>Viscosidad</b>	La medida de fricción interna o la resistencia de fluir de un líquido a una temperatura dada

## RESUMEN

Tradicionalmente, en los ingenios azucareros, se manejan dos tipos de máquinas para la separación de sólido – líquido (azúcar – miel), las cuales son: las centrífugas continuas y las centrífugas de *batch*, éstas por su parte se pueden encontrar en una variedad de estilos y marcas.

El Ingenio la Unión maneja dos clases de marcas, que son: las Wester States Machina CO. y las BMA. Para el caso de las continuas fue una BMA tipo k – 2300 y para las de batch fue una BMA G – 1750.

Estas máquinas se diferencian por su forma y estilo de trabajo, ya que las continuas trabajan continuamente, es decir, que carga y descarga sin parar la máquina, todo lo contrario a las de *batch*, que éstas dependen de tiempos tecnológicos (ciclos) tanto para la carga y descarga del azúcar. Pero su principio de funcionamiento va a ser el mismo: la separación del azúcar y la miel.

El objetivo de este trabajo de graduación es describir el montaje de las centrífugas continuas y las centrífugas de *batch*, como también los equipos que componen a estas máquinas (mangueras neumáticas, válvulas neumáticas, tubería de vapor, tubería de agua, etc.) y como éstos se integran a un sistema de control de mantenimiento, manteniendo un nivel operativo confiable y seguro.

También se desarrolla un análisis estructural en ambas centrifugas, determinando sus reacciones, fuerza cortante y momento flexionante. De igual forma se desarrollan sus características de calidad, pol, brix, pureza, humedad y color, estableciendo sus intervalos de productividad. Para que la centrífuga trabaje en su período de zafra sin ningún problema, se ha establecido formatos de mantenimiento, detallando claramente lo que se le pide.



## OBJETIVOS

### ■ General

Desarrollar una guía de montaje para las centrífugas continuas y centrífugas de *batch*, conllevando a un análisis estructural de vigas, dando a conocer sus reacciones, fuerza cortante y momento flexionante. Y a la vez implementando un control de mantenimiento para satisfacer con los requerimientos, tanto de la empresa como de la máquina.

### ■ Específicos

1. Describir los componentes que establecen a ambas centrífugas.
2. Establecer los diferentes equipos adicionales que conlleva al funcionamiento de la centrífuga.
3. Describir cómo se diferencian las centrífugas continuas de las centrífugas de *batch*.
4. Establecer a qué capacidad máxima de carga pueden operar ambas centrífugas.
5. Definir los requerimientos que previamente se deben cumplimentar (pol, brix, color, humedad, etc.) para obtener una azúcar satisfactoria.

6. Analizar su manejo de transporte hasta el punto de operación, como también su comportamiento a la hora de estar operando.
  
7. Servir de referencia a los profesionales involucrados en la operación y dirección de una planta industrial, que utilicen centrífugas de gran tamaño y que necesiten aumentar más rápidamente la descarga de azúcar.

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la agroindustria guatemalteca juega un papel muy importante para el crecimiento de la economía del país, la que se refiere a la producción del azúcar por medio del aprovechamiento de los recursos naturales de zonas de caña de azúcar; los ingenios azucareros han logrado complementar un programa de trabajo que beneficia, no sólo al país, sino a la comunidad de la zona, enfocando sus esfuerzos a programas sociales, educativos y del medio ambiente, dándole a ésta estabilidad en todos sus niveles, además de darle la capacidad de competir en los mercados internacionales.

El presente trabajo, se ha enfocado hacia la ingeniería mecánica estableciendo una guía de montaje de centrífugas, describiendo los equipos utilizados en esta clase de máquina, su aplicación en el proceso de producción de azúcar y los beneficios que se obtienen de los mismos, además de conocer los parámetros de calidad de azúcar, para obtener el mas alto rendimiento y el mayor porcentaje de eficiencia en las centrífugas.

El trabajo pretende dar, además, un programa de mantenimiento aplicado a las dos clases de centrífugas que se manejan en el ingenio, buscando mantener la vida útil de los mismos, documentando todo el tiempo las características de los equipos, para poder así tener una retroalimentación que permita en el futuro predecir sus comportamientos de trabajo.



# **1. GENERALIDADES DE LA CENTRÍFUGA**

## **1.1 Fundamentos de la centrífuga**

Dentro de los fundamentos de la centrífuga, se dan a conocer los más importantes, ya que en ellos se radica la información necesaria para el conocimiento y comprensión que generan estas máquinas dentro de una industria azucarera.

### **1.1.1 Historia de la centrífuga**

La invención de la máquina centrífuga que purga masa cocida en la industria azucarera, ha sido atribuida a Schotter en 1848 y a Dubrunfaut, pero las autoridades en esta materia están de acuerdo en que fue David Weston quien obtuvo la patente de la centrífuga suspendida en 1852 y la introdujo al trabajo práctico azucarero en Hawai, en 1867. Hasta bien entrado el siglo actual, al tipo de máquina centrífuga que está en uso general en la actualidad se le llamaba centrífuga Weston. Fue para trabajo azucarero que se desarrollaron equipos de filtración de varios tipos, entre ellos el filtro Taylor de bolsas, de hace más de 100 años; el filtro prensa, fue sugerido por Howard alrededor de 1820, pero fue introducido con éxito por Needham en 1853; y los

filtros modernos de láminas, tales como los Kelley, Sweetland y Vallez, fueron introducidos de 1910 a 1920.

Hoy en día se maneja diversidad de diseños de centrífugas en diferentes formas y estilos, tal es el caso de la centrífuga BMA, que con el tiempo ha venido cambiando su forma para el buen uso de la humanidad.

### 1.1.2 Definición de la centrífuga

Una centrífuga es un máquina que aplica una fuerza centrífuga sostenida (esto es, una fuerza producida por rotación) para impeler la materia hacia afuera del centro de rotación. Este principio se utiliza para separar partículas en un medio líquido por sedimentación. Dentro de la tabla I, se describen los diversos tipos de separación mecánico, dentro del cual los centrífugos son los mas usados en la industria azucarera para la separación de solidó – liquido (separación del grano de azúcar de la miel).

**Tabla I. Tipos de separador mecánico**

<u>Materiales separados</u>	<u>Separadores</u>
<b>Líquido de líquido</b>	Tanques de sedimentación, ciclones líquidos, decantadores centrífugos, coalescedores.
<b>Gas de líquido</b>	Tanques fijos, deaeradores, rompedores de espumas.
<b>Líquido de gas</b>	Cámaras de sedimentación, ciclones, precipitadores electroestáticos, separadores de choque.
<b>Sólido de líquido</b>	Filtros, filtros centrífugos, clarificadores, espesadores, centrífugas de sedimentación, ciclones líquidos, criba húmeda, separadores magnéticos.

<b>Líquido de sólido</b>	Prensas, extractores centrífugos.
<b>Sólido de gas</b>	Cámaras de sedimentación, filtros de aire, filtros de bolsa, ciclones.
<b>Sólidos de sólidos</b>	Cribas, clasificadores neumáticos y húmedos, clasificadores centrífugos.

La fuerza centrífuga se genera dentro del equipo estacionario mediante la introducción de un fluido con alta velocidad tangencial a una cámara cilindro cónica, formando un vórtice de considerable intensidad. Los ciclones que se basan en este principio extraen gotas líquidas o partículas sólidas de los gases con diámetros hasta de 1 a 2  $\mu\text{m}$ . Unidades más pequeñas, llamadas ciclones líquidos, separan las partículas sólidas de los líquidos.

La alta velocidad que requiere un líquido a la entrada de estos se obtiene con bombas estándar. En los equipos giratorios se genera una fuerza centrífuga mucho mayor que en los equipos estacionarios (tazones o canastas operados en forma mecánica, normalmente de metal, giran en el interior de una carcasa estacionaria). Al rotar un cilindro a alta velocidad, se induce un esfuerzo de tensión considerable en la pared del mismo. Esto limita la fuerza centrífuga, que puede generarse en una unidad de tamaño y material de construcción dados. Por lo tanto, solamente pueden desarrollarse fuerzas muy intensas en centrífugas pequeñas.

La base física de la separación es la acción de la fuerza centrífuga sobre las partículas en rotación, que aumenta con el radio del campo rotacional y con la velocidad de rotación. La velocidad de sedimentación se determina por la densidad de las partículas. Las partículas densas sedimentan primero, seguida

de las partículas más ligeras. En función de las condiciones existentes, las partículas muy ligeras pueden incluso permanecer en suspensión.

La fuerza centrífuga relativa guarda relación con el número de revoluciones del rotor por minuto conforme a la fórmula:

$$\text{FCR} = 1,118 \times 10^{-6} \times r \times n^2$$

En donde:

**FCR** = fuerza centrífuga relativa (g)

**r** = radio en milímetros desde el pivote de la centrifugadora hasta la punta del Punto, y

**n** = número de revoluciones por minuto.

### 1.1.3 Descripción de la centrífuga de *batch*

La centrífuga utilizada en la industria azucarera consiste en una canasta cilíndrica con agujeros y a la vez por mallas. El canasto cilíndrico de la centrífuga, que está suspendido de una flecha o “huso”, tiene sus costados perforados que están forrados de telas metálicas, que contienen de 400 a 600 perforaciones por pulgada cuadrada (62 a 93 perforaciones por cm<sup>2</sup>).

La canasta está diseñada para recibir la masa cocida por tratar y colocada en un eje vertical en cuyo extremo superior se encuentra el motor o la toma de fuerza que mueve a la máquina.



La canasta está perforada con numerosos orificios que permiten el paso de las mieles, los cuales son de 7 mm de diámetro y están separados aproximadamente 22 mm entre centros; además está provista de anillos circulares que resisten la fuerza centrífuga; la canasta esta guarnecida con una malla de metal que retiene el azúcar y deja pasar las mieles. Las canastas se construyen de mayor o menor grueso, de acuerdo con la fuerza centrífuga a la que estarán sujetas. Las que recibirán las tensiones mayores se fabrican de acero al cromo-cobre y los aros algunas veces de acero niquelado. En la figura 1, se muestran los diferentes diseños y modelos de canastas para la centrífuga de *batch*.

La canasta está abierta en su parte superior para permitir la alimentación de la masa cocida y en el fondo para descargar el azúcar, cuando la máquina se detiene, figura 2, se observa la abertura y descarga. Cuando la máquina esta trabajando, es decir, durante la carga y secado, esta ultima salida permanece cerrada por un cono de lámina delgado. La canasta está fija al eje por un cubo que ocupa la abertura del fondo, pero que deja espacio suficiente para la descarga del azúcar.

**Figura 1. Canastas de Centrífugas**

**Centrífugas de *batch***

BMA



Western



## Centrífugas Continuas

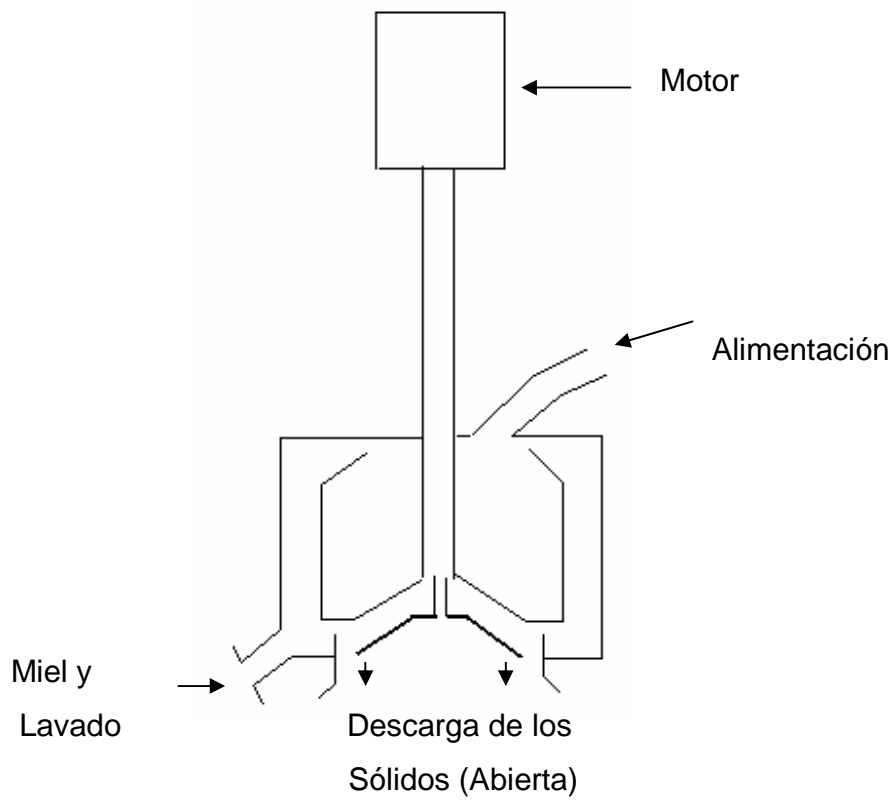
Western



Western



Figura 2. Fondo de descarga (C.B.)



La canasta está rodeada por una envoltura para recibir las mieles y para proteger al operador de las partes móviles. Esta envoltura tiene una abertura en la parte superior que corresponde con la de la canasta y que puede cerrarse por medio de dos medias tapas de charnela provistas con una perforación a través de la cual pasa el eje. En general, se emplean varias centrífugas formando una batería y distribuidas en una línea, para una mejor distribución de descarga de azúcar.

#### **1.1.4 Descripción de la centrífuga continua**

Esta centrífuga a diferencia de la anterior consiste en una canasta cónica (figura 1) con agujeros, en donde recibe la masa cocida por tratar en el centro de la canasta en su parte inferior, para luego descargarla por encima de ella.

La canasta esta abierta en su parte superior para permitir la alimentación de la masa cocida, en donde al caer la masa cocida ella va subiendo y a la vez va separando por medio de las telas la miel con el azúcar.

### **MALLAS**

Es la amplitud del esparcimiento, que no permite que la canasta esté guarnecida por una simple lámina perforada o una simple malla perforada, lo que ocasionaría que la mayor parte de las perforaciones caerían sobre la pared lisa de la canasta y no dejarían escapar las mieles. Por esta razón la canasta generalmente se provee de dos guarniciones diferentes:

- Una malla de sostén que es una tela metálica ordinaria de alambre de bronce o de cobre de 1 a 1.5 mm de diámetro, con aberturas de 5 a 10

mm que sirve para separar la malla propiamente dicha de la pared de la canasta.

- La malla propiamente dicha, diseñada para retener los cristales.

Donde en la figura 3, se muestra el diseño de las telas.

**Figura 3. Telas o mallas (C.C.)**

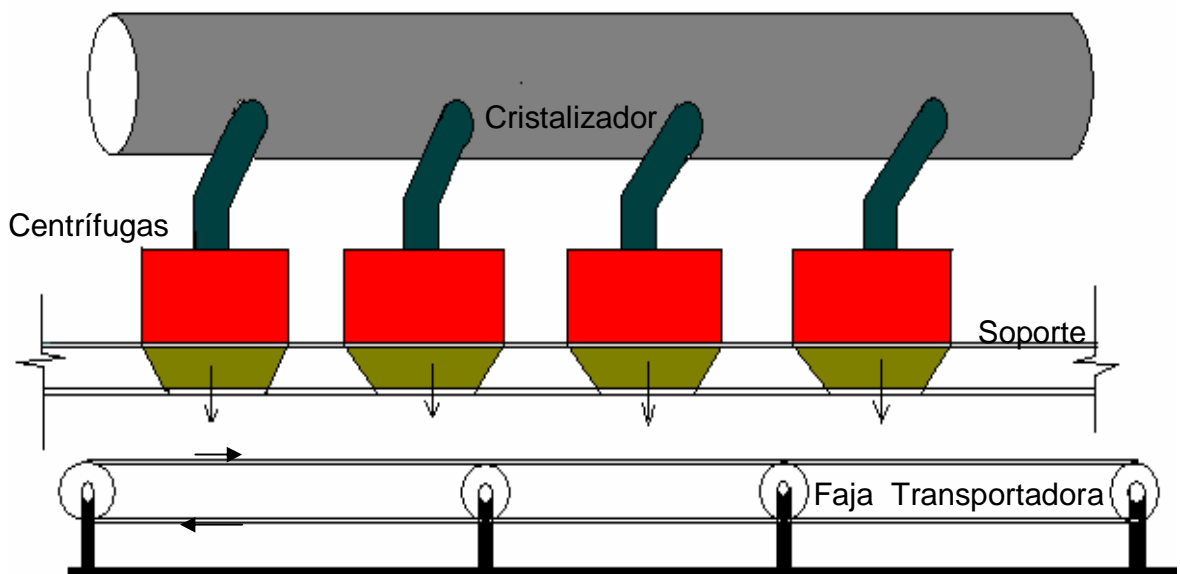


## **1.2 Descripción del departamento de centrífugas**

El departamento de centrífugas es uno de los departamentos de importancia dentro del proceso de azúcar, ya que es aquí donde se separa el azúcar de la miel por medio de las centrífugas.

Las centrífugas están distribuidas en línea para un mejor desempeño de descarga de azúcar, ya que si no fuese así sería un gran problema para la transportación del azúcar al siguiente departamento. En la figura 4, se ve la distribución de las centrífugas en línea.

**Figura 4. Centrífugas en línea**



Ingenio La Unión cuenta actualmente con 22 centrífugas, de las cuales 13 son centrífugas continuas y 9 son centrífugas de *batch*. En la figura 5, se muestra el esquema de la distribución de las centrífugas en el ingenio.

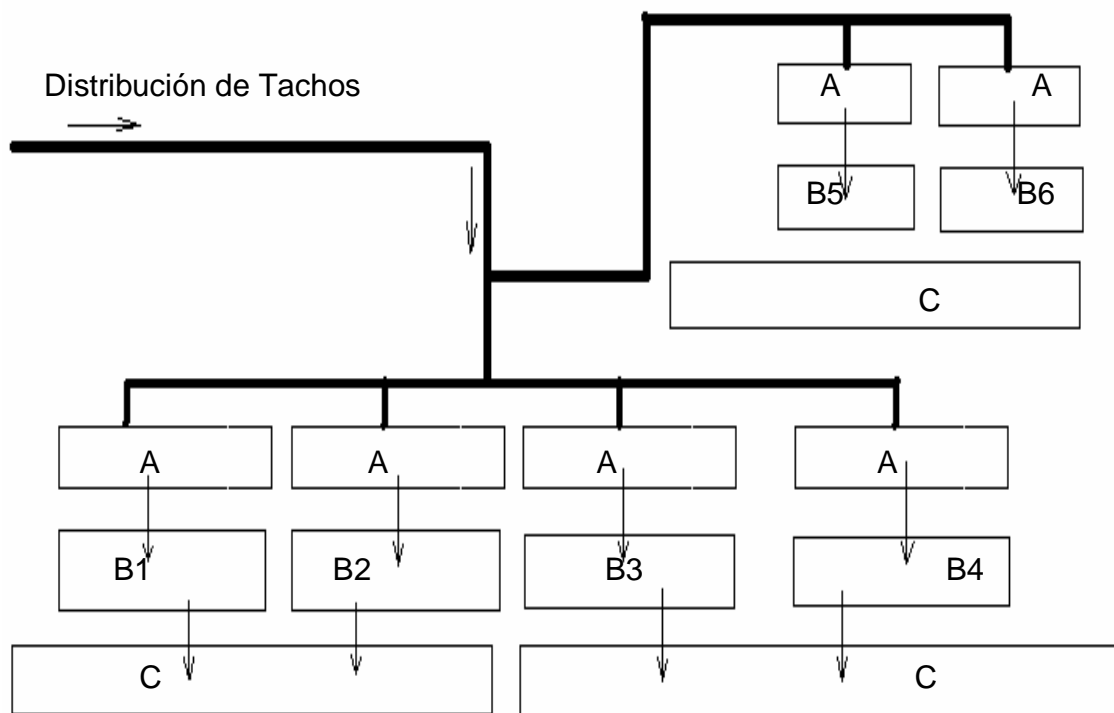
**Esquema de las centrífugas actualmente en el Ingenio La Unión.**

Donde:

A = Son los cristalizadores

B1 = Se distribuye por tres centrífugas continuas.

- B2 = Se distribuye por cuatro centrífugas continuas.
- B3 = Se distribuye por seis centrífugas de *batch*.
- B4 = Se distribuye por tres centrífugas de *batch*.
- B5 = Se distribuye por tres centrífugas continuas.
- B6 = Se distribuye por tres centrífugas continuas.
- C = Faja transportadora o Gusano



A lo largo del tiempo, Ingenio La Unión ha venido produciendo azúcar de dos calidades, las cuales son: azúcar cruda y azúcar blanca. Es por eso que el departamento de centrífugas está dividido por estaciones, las cuales se comprenden por:

Estación de B – crudo  
Estación de A – crudo  
Estación de B – blanco  
Estación de A – blanco  
Estación de C

La relación que se da con las estaciones y el esquema de las centrífugas, es la siguiente:

B1 y B2 = Estación de B – crudo  
B3 = Estación de A – crudo  
B4 = Estación de A – blanco  
B5 = Estación de C  
B6 = Estación de B – blanco

Así es como se encuentra actualmente el departamento de centrífugas.

### **1.2.1 Tipos de centrífugas**

Existen dos grandes tipos de centrífugas: *de sedimentación* y *de filtro*, pero las más usadas dentro del ingenio son las de filtro.

#### **Centrífugas de sedimentación**

Esta contiene un cilindro o un cono de pared sólida que gira alrededor de un eje horizontal o vertical. Por fuerza centrífuga, una capa anular de líquido

de espesor fijo se sostiene contra la pared. A causa de que esta fuerza es bastante grande comparada con la de la gravedad, la superficie del líquido se encuentra esencialmente paralela al eje de rotación, independientemente de la orientación de la unidad. Las fases densas “se hunden” hacia fuera y las fases menos densas se levantan hacia dentro. Las partículas pesadas se acumulan sobre la pared y deben retirarse continua y periódicamente.

## **Centrífugas de filtro**

Estas operan como el tambor de rotación de una lavadora doméstica. La pared de la canasta está perforada y cubierta con un medio filtrante, como una tela o una rejilla fina, el líquido pasa a través de la pared impelido por la fuerza centrífuga dejando una torta de sólidos sobre el medio filtrante. La rapidez de filtración se incrementa con esta fuerza y con la permeabilidad de la torta sólida. Algunos sólidos compresibles no se filtran bien en una centrífuga a causa de la deformación que sufren las partículas por la acción de la fuerza centrífuga, por lo que la permeabilidad de la torta se ve reducida considerablemente. La cantidad de líquido que se adhiere a los sólidos después que éstos se han centrifugado depende también de la fuerza centrífuga aplicada; en general, el líquido retenido es considerablemente menor que el que queda en la torta que producen otros tipos de filtros.

Ingenio La Unión S.A., cuenta con dos tipos de centrífuga de filtro para el proceso del azúcar, las cuales son:



### 1.2.1.1 Centrífuga de *batch*

Las partes más importantes de este tipo de centrífugas son:

- **Canasto:** También llamado “drum”, la porción cilíndrica esta perforada con hoyos de  $1/8'' - 1/4''$ . La parte superior tiene un labio sólido el cual fija el espesor de la masa, normalmente oscila entre 7 y 10 pulgadas. La parte inferior es sólida con hoyo para descargar el azúcar, este hoyo puede tener una válvula para cierre durante el ciclo.
- **Tumbador:** Es un mecanismo de descarga que actúa neumáticamente que posee una cuchilla que raspa el azúcar en el canasto.
- **Eje:** El canasto se une al eje central en el fondo. El eje conecta el canasto con el motor.
- **Bearing:** Es el que soporta todas las partes rotativas.
- **Switch :** Es el que cambia de dirección al flujo
- **Cedazos:** Dispositivo que no deja pasar los cristales.

Dentro de las ventajas y desventajas que se manejan en la centrífuga de *batch*, podemos mencionar las siguientes:

## Ventajas

- Ofrece un buen lavado de la masa cocida.
- No ofrece rotura de cristales.
- Produce azúcar de baja humedad.
- Bajo consumo de energía.

## Desventajas

- Requerimientos de mantenimiento considerables.
- Costo de operación y capital altos.

Dentro de las centrífugas de *batch* se encuentran variedad de modelos dentro de los cuales destacaremos algunos, en la tabla II. Indicando así el modelo de la centrífuga a montar en el ingenio la unión s.a.

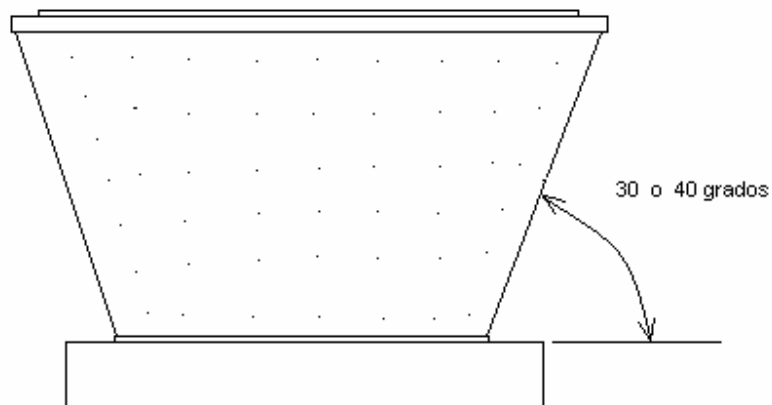
**Tabla II. Modelos de centrífugas de *batch***

	Unidad	B1100	B1300	B1500	B1750	B1900	B2200
<b>Carga por ciclo</b>	kg.	1,100	1,300	1,500	1,750	1,900	2,200
<b>Volumen de la canasta</b>	Ltr.	725	830	964	1,107	1,189	1,370
<b>Espesor de torta (máx.)</b>	mm	195	230	195	230	195	230
<b>Velocidad de giro (máx.)</b>	Rpm.	1,250	1,200	1,133	1,080	1,075	1,030
<b>Factor de gravedad</b>	g	1,179	1,087	1,105	1,004	1,098	1,008
<b>Distancia "a"</b>	mm	1,750	1,750	2,300	2,300	2,300	2,300

### 1.2.1.2 Centrífuga continua

Este tipo de centrífuga gira a velocidad constante, por tal razón usa menos controles. Esto hace que el costo de mantenimiento sea menor. El canasto es cónico con ángulos entre 30 y 34 grados. Este ángulo permite al cristal de azúcar subir y ser descargado en la parte superior del canasto debido a la fuerza centrífuga, como lo muestra en la figura 5.

**Figura 5. Ángulo de la canasta (C.C.)**



La alimentación debe colocar el flujo de masa en el centro del canasto y producir una capa uniforme en la parte inferior del canasto.

Los cedazos son similares al los de la centrífuga de *batch* pero tienen las siguientes diferencias:

- El cedazo debe estar fijo al canasto.

- El tamaño de los hoyos es diferente.
- El cedazo continuo sufre desgaste producido por el azúcar y debe ser cambiado periódicamente.

Debido a que el azúcar sube a través de la canasta, los cristales se rompen produciendo cristales de diferentes tamaños.

Dentro de las ventajas y desventajas que generan las centrífugas continuas, podemos mencionar las siguientes:

### **Ventajas**

- Bajo requerimiento de personal para su manejo.
- Poca necesidad de mantenimiento.
- Bajo costo de capital y operacional.
- Descarga continua de azúcar y miel.

### **Desventajas**

- Alto consumo de energía eléctrica.
- Pobre lavado de masa cocida.
- Alta rotura de cristales.

Dentro de las centrífugas continuas se encuentran variedad de modelos, dentro de los cuales destacaremos algunos, en la tabla III. Indicando así el modelo de la centrífuga a montar en el ingenio la unión s.a.

**Tabla III. Modelos de centrífugas continuas**

	<b>Unidad</b>	<b>K 2300</b>	<b>K 2400</b>
<b>Diámetro superior de la canasta</b>	mm	1,300	1,400
<b>Superficie cribante</b>	cm <sup>2</sup>	19,200	22,200
<b>Diámetro de la carcasa</b>	mm	2,120	2,300
<b>Altura de la carcasa</b>	mm	1,190	1,250
<b>Factor de gravedad</b>	g	2,906	2,914
<b>Velocidad máxima</b>	Rpm.	2,000	1,930
<b>Masa cocida de "C", caña</b>	t/h	16	17
<b>Masa cocida de "B"</b>	t/h	23	24

### 1.2.2 Principio de funcionamiento

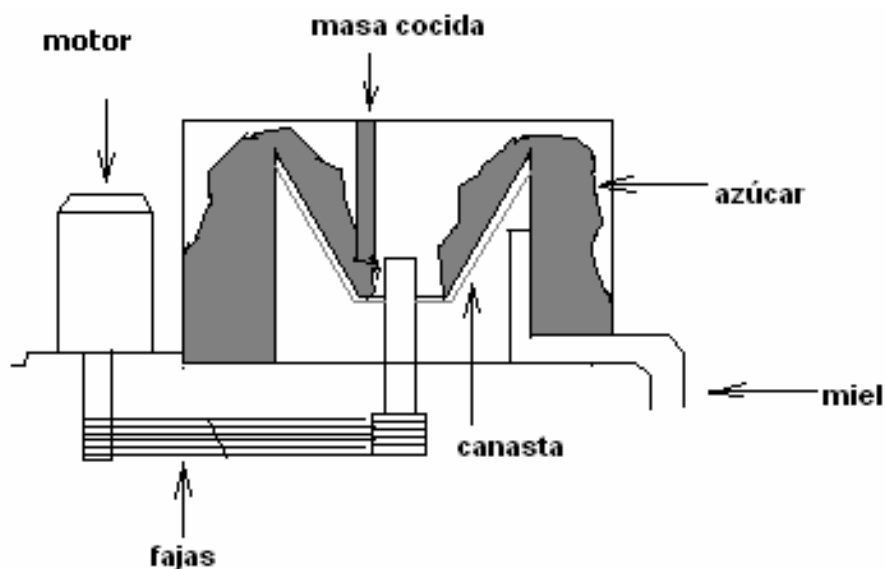
El operador arranca la máquina y carga la canasta, es decir, introduce la cantidad deseada de masa cocida. La fuerza centrífuga hace que la masa cocida suba por la pared exterior de la canasta y mientras que la malla detiene el azúcar, expulsa el licor madre (miel) para afuera de la canasta, ver Figura 6. Este escurre hacia la envoltura y se recoge del fondo de ella dirigiéndose a un canal que va en la parte trasera inferior y a lo largo de toda la línea.

Las dimensiones de las centrífugas se caracterizan por dos medidas principales:

- El diámetro interior de la canasta
- La altura interior de la canasta.

Un factor tan importante como las dimensiones, desde el punto de vista de la capacidad de las centrífugas, es la velocidad. La velocidad y el diámetro son los factores que determinan la fuerza centrífuga, es decir, la fuerza necesaria para eliminar las mieles durante la centrifugación.

**Figura 6. Separación de azúcar y miel (C.C.)**



Si se considera una centrífuga de un diámetro dado y se varía su velocidad, se obtendrá un secado más rápido y más completo a medida que se da la fuerza centrífuga, y por lo tanto la velocidad de rotación, sea mayor. En otras palabras, si una centrífuga trabaja a una velocidad más alta que otra, ambas idénticas y para el centrifugando la misma masa cocida, la máquina que trabaja a una velocidad mayor terminará su secado antes que la otra.

No debe suponerse que la marcha a la velocidad de operación es el único factor importante en el curso de la centrifugación. Las otras fases del proceso ocupan una parte sustancial del ciclo de operación, que es mayor en

masas cocidas de alta pureza que en masas cocidas de baja pureza y es notablemente más alto en los ciclos más rápidos.

Los factores que influyen en el tiempo de la centrifugación son:

- La viscosidad de las mieles, es decir, de su temperatura, densidad y pureza
- El tamaño y la regularidad de los cristales.
- La rapidez de aceleración de la máquina, es decir, el tiempo necesario para alcanzar la velocidad de operación.
- La fuerza centrífuga desarrollada por la centrífuga en su velocidad de operación.

La capacidad de trabajo o la producción de azúcar de una centrífuga, depende de dos factores principales:

1. **El contenido de la canasta en volumen de masa cocida:** La cual puede expresarse en volumen de masa cocida o en peso de azúcar. El volumen de masa cocida depende principalmente del área de la tela de la centrífuga y del grueso de la capa de masa cocida.
2. **La duración del ciclo:** De los factores que dependen de la características de la máquina son:
  - La fuerza centrífuga desarrollada a la velocidad de operación.
  - La velocidad de la aceleración, y en menor medida.
  - La rapidez de freno y de descarga.

En las centrífugas hay dos potencias que deben considerarse:

- La potencia del arranque o potencia necesaria durante el período de aceleración.
- Potencia durante la operación.

Esta última es evidentemente mucho menor que la primera, porque corresponde únicamente al mantenimiento de la velocidad, mientras que la potencia para el arranque corresponde al gasto de energía necesaria para llevar a la centrífuga de la inmovilidad a la velocidad de operación, confiriéndole así una fuerza cinética considerable.

### **1.2.2.1 Separación sólido – líquido**

La necesidad de separar un sólido de un líquido está extendida a lo largo de las industrias del mundo y un enorme rango de "separadores" se ha desarrollado para satisfacer esta necesidad. En la tabla IV, se da una indicación de la amplia gama de técnicas usadas para efectuar una separación. El rango aplicable para el azúcar de producción es marcado como una región del schaded pequeña en el extremo derecho de la tabla IV.

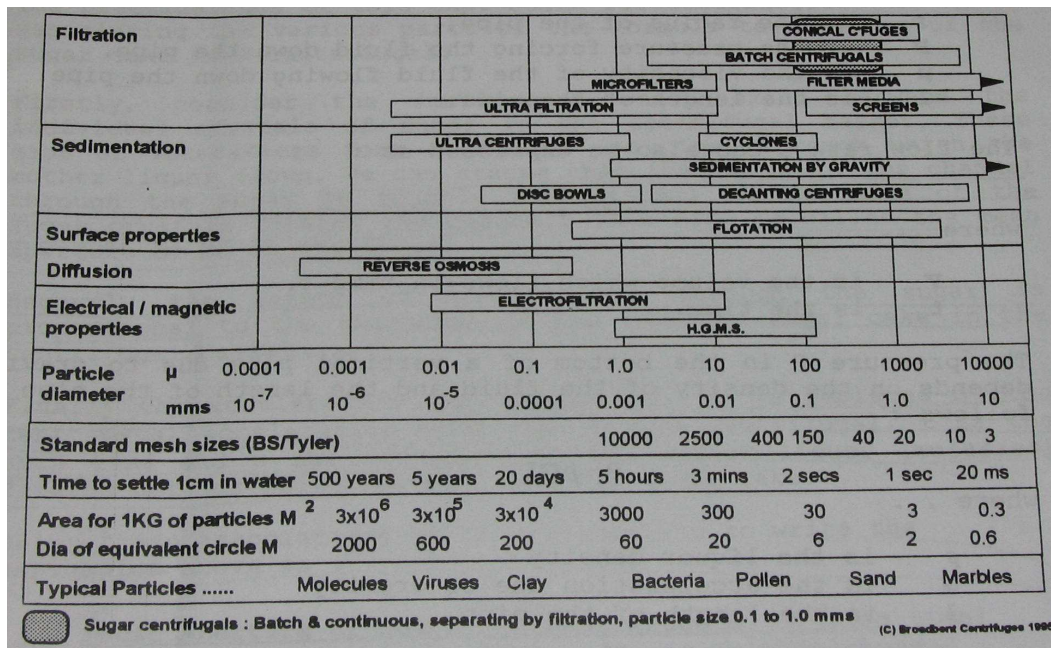
Esta región comprende a los centrífugos batch y continuos, ya que se filtran las partículas en la separación, el rango de tamaño de estas es de 0.1 a 1.0 mms.

En el año de 1800 los cristales de azúcar se separaban del jarabe en "moldes" bajo la gravedad normal. El centrífugo del lote (*batch*) se usó primero



en el medio en el año de 1850 y muchos desarrollos se han realizado a base de este para mejorar y extenderse a nivel mundial. Es justo decir que el centrífugo del lote (*batch*) se desarrolló inicialmente para el textil e industrias azucareras.

**Tabla IV. Técnicas de separación**



### 1.2.2.2 Efecto de gravedad

Los centrífugos para la industria azucarera operan en forma de filtros. El filtro más simple opera permitiendo el desagüe de licor madre (miel) a través del azúcar bajo la gravedad normal. El centrífugo refuerza este efecto hilando el azúcar y el licor madre (miel), para aumentar el efecto de gravedad y permitir

más rápidamente la separación completa, de la misma manera en que se usa un giro-secador para secar la ropa después de lavar.

El aumento en el efecto de gravedad es moderado como un número conocido como "G." Éste simplemente es el número de tiempos que da el efecto de la gravedad sobre la tierra, aumentado por la rotación de velocidad alta del centrífugo. Para un centrífugo con un canasto de diámetro "D" y la velocidad rotatoria "N" revoluciones por minuto, entonces el "G" se da por:

**$G = 1.42 \times 10^{-5} DN^2$**       donde los es de D midieron en las pulgadas, o

**$G = 5.59 \times 10^{-4} DN^2$**       si D es moderado en los metros.

Ejemplo.

Teniendo un diámetro de canasta de 1.4m (55") a 1200 RPM.

Se da una **G = 1127**

### 1.2.3 Diferencia entre los tipos de centrífugas

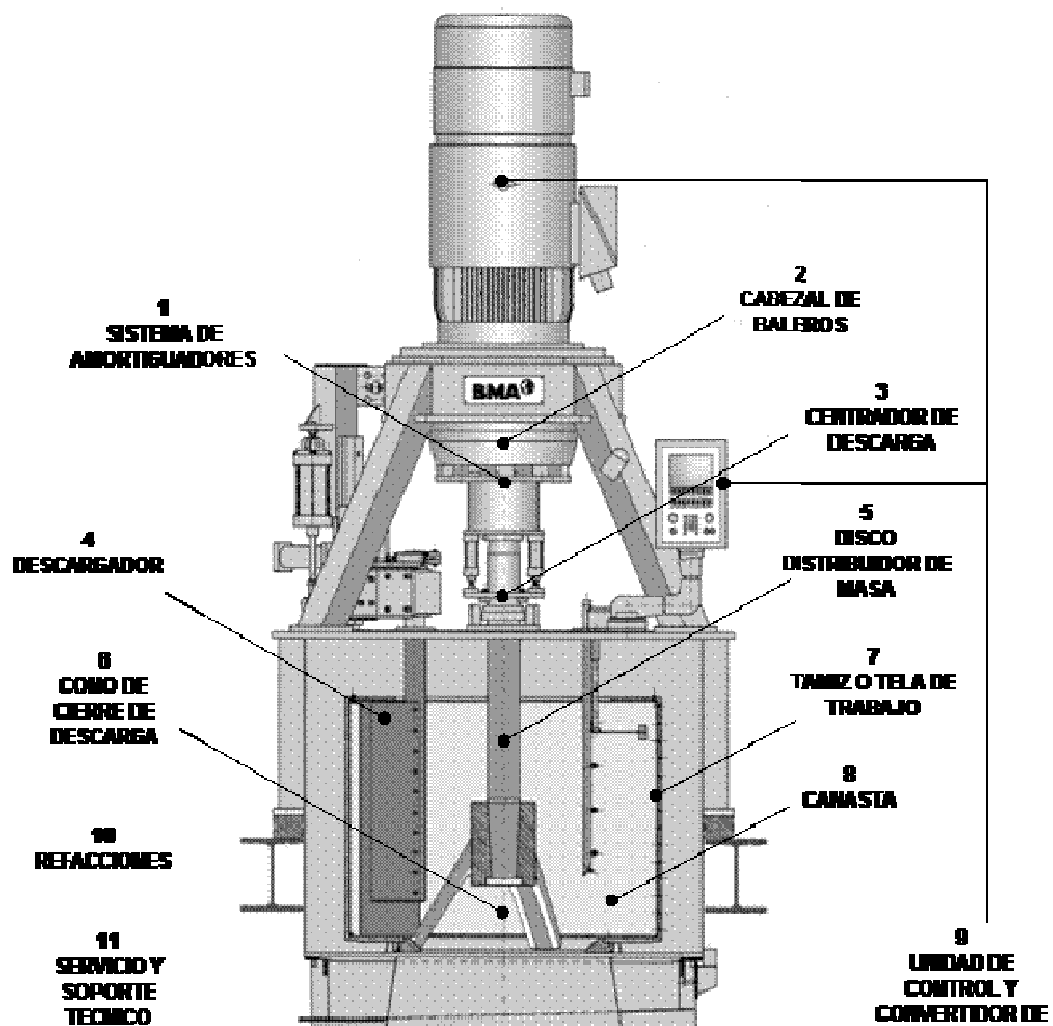
Ingenio La Unión cuenta con un sistema de centrifugado para el proceso de azúcar, derivando así dos grandes tipos: *batch* y continuas. Cuando se habla de *batch* se dice que el centrifugado se va a dar por partes o sea por ciclos, esto quiere decir que va a tener un tiempo determinado para cargar y descargar el azúcar. Mientras que las continuas como su nombre lo indica va trabajar continuamente sin necesidad de tiempos de ciclos, originando así, que cargué y descargué constantemente.

Dentro de las diferencias que podemos encontrar una de otra, radica mas que todo en su funcionamiento, ya que el proceso de centrifugado es el mismo, la separación sólido – líquido.

A continuación se describen en la figura 7 y 9 los dos tipos de centrifugas, derivando su diferencia una de otra.

### Centrífuga de *batch*

Figura 7. Partes de la centrífuga de *batch*



## **Sistema de amortiguadores**

Por primera vez es posible ajustar o cambiar el sistema de amortiguación del cabezal de valeros desde la parte exterior de la centrífuga sin necesidad de desmontar y desconectar la interconexión eléctrica del motor principal, además de que el tiempo que se utiliza para reemplazar ó ajustar un juego de amortiguadores es extremadamente corto (máximo 1 hora). Con este nuevo diseño los tiempos muertos por mantenimiento se reducen considerablemente.

## **Cabezal de baleros**

Siguiendo las instrucciones del manual de lubricación sobre los tipos de grasa y periodos de lubricación, la vida útil de los baleros es aproximadamente de 6 años (según condiciones de trabajo), por lo que no es recomendable desarmar el cabezal durante los primeros 5 años.

## **Centrador de descarga**

Durante el proceso de descarga, la flecha principal de la canasta es sujeta por un dispositivo de rodillos circulares que se desplazan sobre una guía en la flecha principal. Este dispositivo es posicionado por dos cilindros neumáticos durante el proceso de descarga, permitiendo un ajuste exacto de la distancia entre el arado de descarga y la tela de trabajo en toda la altura. Esto da como resultado una tela más limpia con un mínimo de residuos de azúcar. Con el sistema tradicional estos residuos de azúcar causan problemas de desbalanceo y se funden en la etapa de prelavado del siguiente ciclo aumentando la cantidad de azúcar en las mieles.

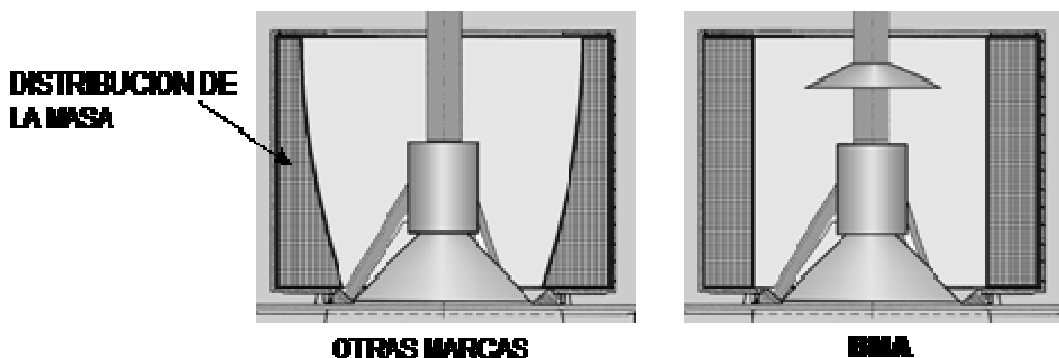
## Descargador

El descargador es un diseño enteramente nuevo. Todos los elementos de accionamiento y de mando para el movimiento horizontal están ubicados fuera de la canasta; con esto se evita que el azúcar sea contaminada por la lubricación de las partes en movimiento. El arado de descarga cubre toda la altura interior de la canasta, por lo tanto no se requiere de un movimiento vertical arriba/abajo para descargar el azúcar, como en los modelos tradicionales. Con este novedoso descargador se logran hasta 25 ciclos por hora.

## Disco distribuidor de masa (ajustable en altura)

Durante la carga toda la masa debe caer sobre el disco distribuidor, de tal forma que la distribución sea uniforme en toda la pared de la canasta, de lo contrario la masa no puede distribuirse adecuadamente, provocando fuertes desequilibrios (desbalanceos) durante la aceleración de la centrífuga.

Figura 8. Distribución de la masa en diferentes equipos



### **Cono de cierre de descarga**

El cono de cierre o válvula de descarga se ubica por debajo del piso de la canasta y es accionado por un sistema neumático por la parte inferior de la canasta. Gracias a esta característica su mantenimiento es mínimo, ya que su accionamiento no requiere de resortes especiales u horquillas de izaje, que siempre se traban por falta de lubricación.

### **Tamiz o tela de trabajo**

Las telas de trabajo de unión por lengüetas utilizadas anteriormente por las centrífugas de *batch*, se han sustituido por telas lisas sin lengüetas, sujetas por arillos delgados de apriete. Este nuevo sistema permite un cambio de telas rápido y fácil.

### **Canasta**

Las canastas de las centrífugas BMA ofrecen la más alta seguridad. El cálculo y la fabricación se hacen conforme a las normas de la Asociación Profesional de la Industria Azucarera Alemana.

Las canastas están fabricadas con acero inoxidable de la más alta calidad, resistente a la corrosión por tensión, fisuras e iones de cloro.

Debido a la alta calidad de los materiales y el riguroso control de fabricación, BMA no fabrica canastas con anillos de refuerzo en el cuerpo de la carcasa, lo que la hace más segura, ya que en las canastas con anillos se corre el riesgo de cuarteaduras por la cristalización del acero inoxidable en las diferentes partes donde se aplicó la soldadura.

### **Unidad de control y convertidor de frecuencia**

La unidad de control, el convertidor de frecuencia con recuperador de energía integrado y el motor principal son elementos desarrollados con tecnología de punta por la prestigiada marca alemana SIEMENS. El software de control es desarrollado por BMA. Las etapas de funcionamiento y fallas son indicadas con imágenes y textos permitiendo una eficaz supervisión de la centrífuga.

Cuando se lleva a cabo la etapa del ciclo regenerativo de la centrífuga, el convertidor devuelve la energía a la red o, en caso de existir otra centrífuga BMA, estas se retroalimentan mutuamente logrando un considerable ahorro de energía.

Otra característica técnica con que cuenta el convertidor es que cuando existen dos centrífugas BMA estas se pueden secuenciar entre sí, sin necesidad de equipo adicional.

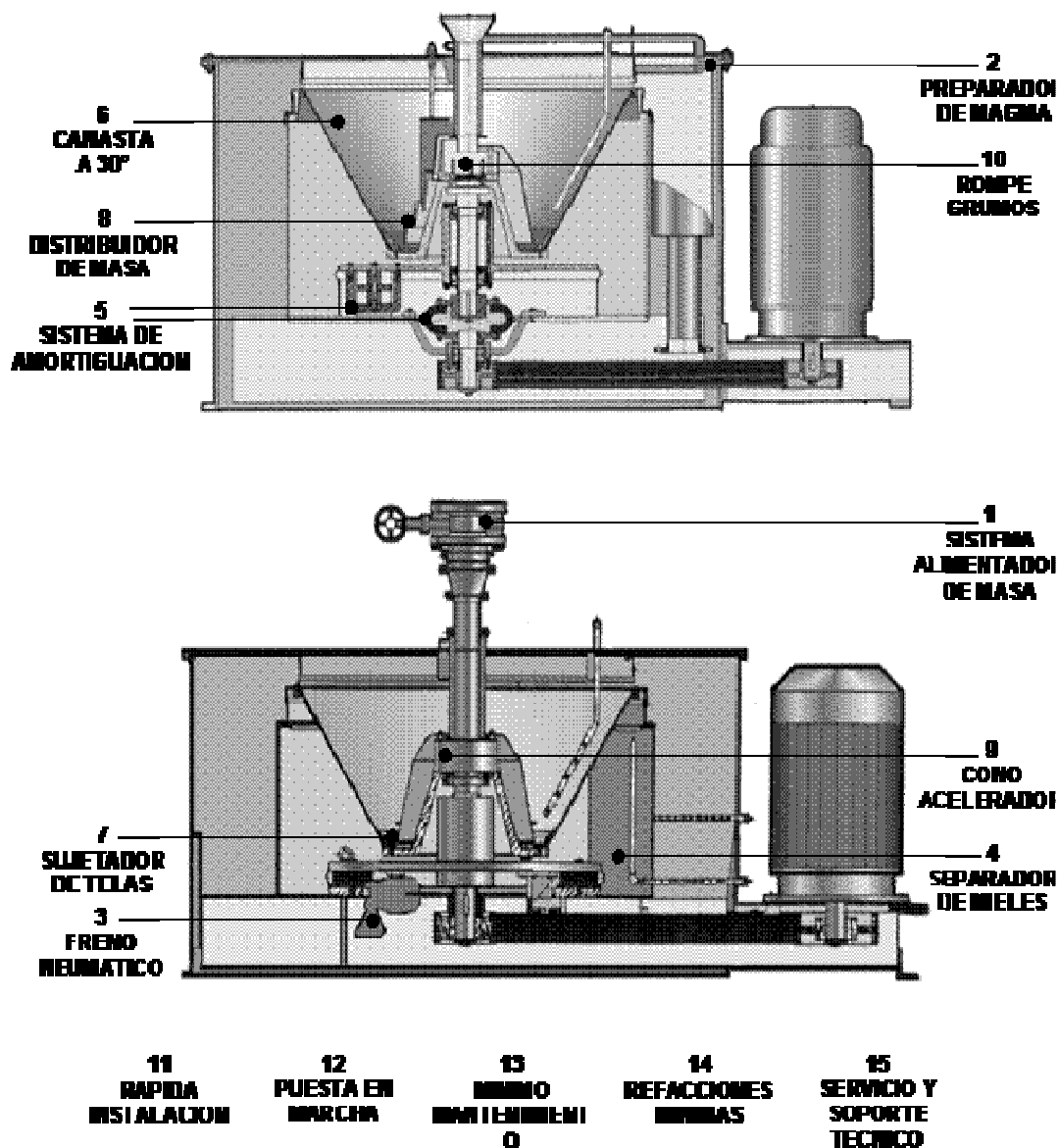
### **Refacciones (Repuestos)**

Los repuestos para una centrífuga de *batch* es realmente mínima. En los primeros 5 años solo se necesitan las piezas de mayor desgaste y que están en contacto directo con el azúcar, como son las telas de trabajo, la punta del arado y los amortiguadores.

## Centrífuga continua

Para establecer una diferencia con las centrífugas de *batch* se dan a conocer todas sus partes, describiendo el funcionamiento de cada una de ellas.

Figura 9. Partes de la centrífuga continua





## **1. Sistema alimentador de masa**

Sistema alimentador de masa automático en dos versiones: electromecánico y electro neumático.

## **2. Preparador de magma**

Dispositivo opcional de disolución y empastado para la preparación de magma de afinación.

## **3. Freno neumático**

Sistema opcional de freno neumático de accionamiento manual para emergencia.

## **4. Separador de mieles**

Dispositivo opcional para separación de mieles.

## **5. Sistema de amortiguación**

El exclusivo diseño del sistema de amortiguadores y del sistema de acoplamiento de la transmisión de banda permite una marcha estable a un bajo nivel de vibraciones, logrando cargas de hasta 150 amperes, dependiendo del modelo de la centrífuga.

## **6. Canasta a 30°**

Canasta con inclinación de 30°, diseñada para el purgado de masas cocidas de baja y alta pureza, resultado de años de experiencia BMA.

## **7. Sujetador de telas**

Sujetador de telas diseñado de tal manera de que con un troqué de 70 N/m máximo ninguno de los segmentos de la tela corra el riesgo de desprenderse.

## 8. Distribuidor de masa turbo

Distribuidor de producto turbo (opcional), escalonado con dos etapas de alabes alimentados con vapor. La masa cocida fluye por la superficie interior del turbo mezclándose con vapor y calentándose uniformemente, logrando un aumento de producción de 15 a 20%.

**Figura 10. Turbo**



Por otro lado es capaz de aumentar considerablemente la pureza del azúcar de bajo grado disminuyendo a la vez la recirculación no deseada de los no-azúcares. El distribuidor turbo consta de un cono giratorio escalonado, rodeado por una campana fija. A través de esta campana, el cono se alimenta de vapor. La masa cocida fluye por la superficie interior del cono hacia abajo, mezclándose con el vapor y calentándose intensa y uniformemente.

## 9. Cono acelerador

El novedoso diseño del cono acelerador en forma de sierra circular permite la uniformidad de la capa de masa sobre la tela de trabajo de la canasta.

## **10. Rompe grumos**

Sistema rompe grumos (en caso de masas cerradas con formación de grumos) que los disuelve sin rompimiento de grano.

## **11. Rápida instalación**

Normalmente la centrífuga es suministrada totalmente ensamblada y lista para atornillarse a la estructura base y nivelarse. El tablero de operación y el tablero de fuerza y control vienen con todos los elementos ensamblados y listos para la interconexión eléctrica de campo.

## **12. Rápida puesta en marcha**

Una vez que la centrífuga se encuentra ubicada en su estructura base, se requieren 3 días máximo para la interconexión eléctrica, mecánica e hidráulica y para llevar a cabo el protocolo de pruebas en vacío y con carga.

## **13. Mínimo mantenimiento**

Las centrífugas continuas BMA no requieren de mantenimiento correctivo durante los 3 primeros años. La vida útil de los valeros del cabezal, así como de los amortiguadores de la suspensión es de 8,000 a 10,000 horas de servicio, en condiciones normales de trabajo.

## **14. Refacciones mínimas (Repuestos)**

El consumo de refacciones durante la zafra es mínimo: 1 juego de bandas, 1 Kg. de grasa y 1 juego de telas son suficientes. Consumo de grasa de 1 Kg. máximo por zafra con intervalos de lubricación de 8 días. Se puede aplicar cualquier marca de grasa siempre y cuando cumpla con las especificaciones adecuadas.

#### **1.2.4 Importancia de las centrífugas en ingenio azucarero**

Ya teniendo conocimiento de las centrífugas, es necesario dar a conocer la importancia que generan estas dentro del ingenio.

Actualmente ingenio la unión cuenta con 22 centrífugas (*batch* y continuas) para el proceso del azúcar, generando así una producción continua a lo largo del periodo de zafra. En los últimos 3 años el ingenio ha venido produciendo mas de lo que se tiene estimulado rompiendo así todas sus metas de producción.

La importancia que generan las nuevas centrífugas es por que se tiene planificado producir mayor cantidad de azúcar, algo sumamente importante para la empresa.

Para obtener una producción eficiente y rentable, es lograr mantener las centrífugas trabajando en condiciones optimas, esa es una de las metas que se tiene que lograr para que la empresa junto con sus trabajadores tengan una producción planificada.

Dentro de la producción de azúcar que genera la industria azucarera normalmente son:

- Azúcar crudo a granel
- Azúcar crudo en sacos
- Azúcar blanco en sacos: cristal y Standard
- Azúcar blanco en yumbos

- Azúcar refinado en sacos

Algo muy importante que se tiene estimado es operar las centrifugas, logrando mantener un ritmo de producción estable y eficiente.

## **1.3 Descripción de los diferentes tipos de mantenimiento**

### **1.3.1 Concepto de mantenimiento**

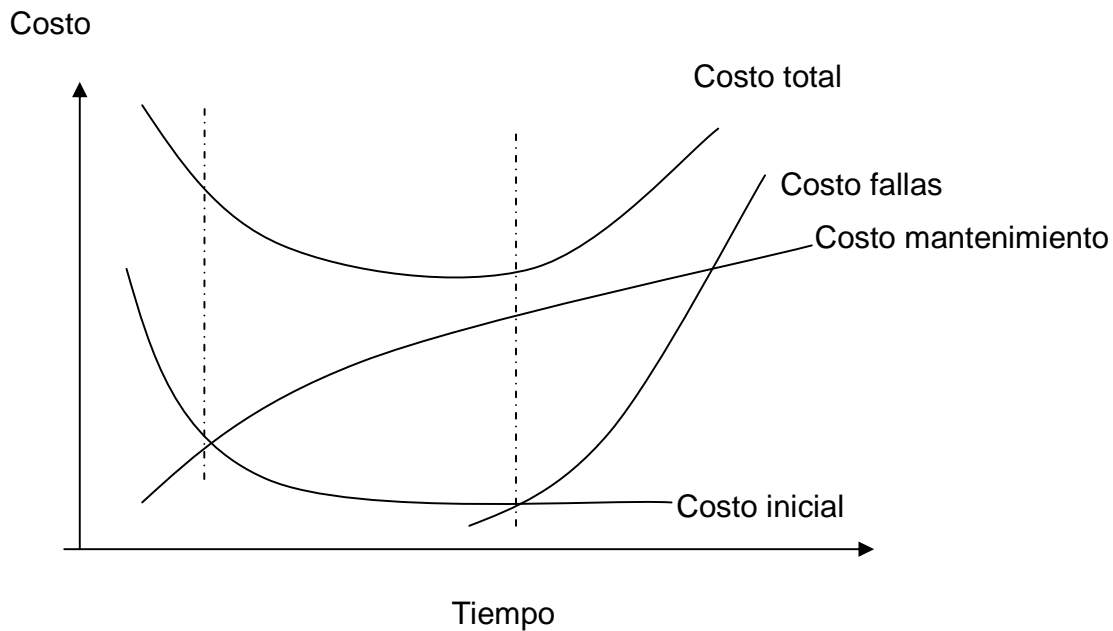
Es la serie de trabajos que hay que ejecutar en algún equipo de maquinaria o planta, a fin de conservar el servicio para el cual fue diseñado. Para el administrador del mantenimiento el objetivo de este es la conservación de todo el servicio que esta suministrando a los equipos instalados. Se dice que el servicio es lo importante y no la maquinaria que lo proporcione, por tal motivo se debe equilibrar en las labores de mantenimiento los factores siguientes:

- Calidad económica del servicio
- Duración adecuada del equipo
- Costos mínimos de mantenimiento.

Desde el punto de vista del costo estos tres factores dan a conocer que existe un costo total de servicio el cual resulta de:

- Costo inicial del equipo considerando depreciaciones
- Costo de mantenimiento considerando su incremento
- Costo de falta de servicio.

### Grafico Costo-Tiempo



El área de actividad del mantenimiento industrial es de vital importancia en el ámbito de la ejecución de las operaciones en la industria. De un buen mantenimiento depende, no sólo un funcionamiento eficiente de las centrífugas, si no que además, es preciso llevarlo a cabo con rigor para conseguir otros objetivos como son el control del ciclo de vida de equipos sin disparar los costos destinados a mantenerlos.

Las estrategias convencionales de “reparar cuando se produzca la avería” ya no sirven. Fueron válidas en el pasado, pero ahora se es consciente de que esperar a que se produzca la avería para intervenir, es incurrir en unos costos excesivamente elevados (pérdidas de producción, deficiencias en la calidad, etc.) y por ello la empresa se planteó llevar a cabo procesos de prevención de estas averías mediante un adecuado programa de mantenimiento.

La evolución del mantenimiento se estructura en las cuatro siguientes generaciones.

**1ª generación:** Mantenimiento de averías. Se espera a que se produzca la avería para reparar.

**2ª generación:** Se empieza a realizar tareas de mantenimiento para prevenir averías. Trabajos cíclicos y repetitivos de frecuencia normal.

**3ª generación:** Se implementa el mantenimiento a condición, es decir, se realizan monitorizaciones de parámetros de los equipos centrífugos de los cuales se efectuaran los trabajos propios de sustitución o reacondicionamiento de los elementos.

**4ª generación:** Se implementan sistemas de mejora continua de los planes de mantenimiento preventivo y predictivo, de la organización y ejecución del mantenimiento. Se establecen los grupos de mejora y seguimiento de las acciones.

## **Sistema del tipo de TPM (Mantenimiento Productivo Total)**

Para que el proyecto de implementación, ajustes de programación preventiva y puesta a punto del sistema completo pueda dar buenos resultados, es necesario que el jefe de mantenimiento del Ingenio se comprometa con:

- Disponibilidad de tiempo de un empleado de mantenimiento por área de trabajo (mecánica, eléctrica, electrónica, otros), por lo menos cuatro (4) horas diarias mientras el proyecto esta en proceso de parametrización y recolección de datos.
- Disponibilidad de por lo menos un computador de tiempo completo, donde el grupo de trabajo elegido, tanto personal interno como externo puedan acceder fácilmente con las debidas reglamentaciones que ello exige.
- Disponibilidad de tiempo del personal administrativo, involucrado con el departamento en cuestión para el seguimiento de:
  - Cronogramas
  - Asignación y cumplimiento de tareas específicas,
  - Validación de datos y tareas ingresadas a la base de datos.

### **1.3.2 Tipos de mantenimiento**

En el Ingenio La Unión, por su proceso continuo de trabajo durante el periodo de zafra, se tienen en cuenta 3 tipos de mantenimiento para asegurar al mínimo las pérdidas de tiempo efectivo de producción de azúcar, además



asegura el buen funcionamiento de las centrífugas. Los 3 tipos de mantenimiento son: mantenimiento de averías, mantenimiento preventivo y mantenimiento predictivo, los cuales se describen a continuación.

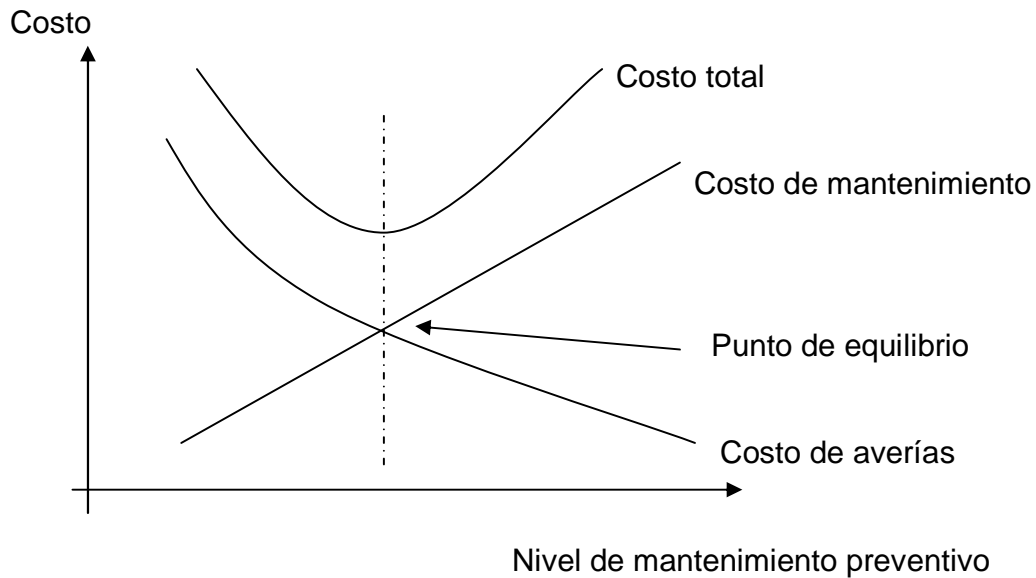
### **1.3.2.1 Mantenimiento de averías**

Consiste en la aplicación de programas destinados a eliminar condiciones de trabajo indeseables en las centrífugas cumpliendo con los reglamentos y normas del Ingenio. Este tipo de controles al ser aplicados en el Ingenio buscan detectar equipos con problemas, teniendo registro del funcionamiento de las máquinas en todo momento para conocer el grado y causas de los problemas para realizar inmediatamente la corrección adecuada.

### **1.3.2.2 Mantenimiento preventivo**

Este mantenimiento es inspeccionar periódicamente las máquinas y equipos, para evaluar su estado de funcionamiento e identificar las fallas, además de prevenir y poner en condiciones el equipo para su óptimo funcionamiento (limpieza, lubricación y ajuste). Donde lo podemos evaluar en el grafico, estableciendo su costo vrs nivel de mantenimiento preventivo.

### Grafico Costo-Nivel de mantenimiento preventivo



También podemos decir que se da el reemplazo de piezas para las cuales el fabricante de las centrífugas ha identificado que tienen un número específico de horas trabajadas. Dentro de las ventajas y desventajas que se dan dentro de este tipo de mantenimiento están:

#### Ventajas

- Los equipos operan en mejores condiciones de seguridad
- Los equipos prolongan su vida útil
- Se reducen los costos de reparación
- Reducción de costos de inventario
- Mejor organización de trabajo para el personal del mantenimiento

## **Desventajas**

- Cambios innecesarios de piezas que aun tiene vida útil
- Problemas iniciales de operación (al desarmar o armar se deterioran otras piezas que estaban en buen estado).
- Mano de obra intensiva y especializada para periodos cortos.

Dentro de un plan preventivo a la hora de dar mantenimiento a la maquinaria se estimulan los siguientes aspectos:

- Definir que debe inspeccionarse
- Con que frecuencia se debe inspeccionar
- Que partes de elementos son objetivos de mantenimiento
- Determinar los trabajos a realizar en cada caso
- Establecer la vida útil de los componentes
- Agrupar los trabajos según época en que deben efectuarse las intervenciones.

### **1.3.2.3 Mantenimiento predictivo**

Consiste en el monitoreo continuo de máquinas y equipos con el propósito de detectar y evaluar cualquier pequeña vibración en su funcionamiento, antes que se produzca una falla.

La nueva misión del mantenimiento es mantener la operación de los procesos de producción y servicio de las instituciones sin interrupciones no programadas que causen retrasos, pérdidas y costos innecesarios, todo ello al

menor costo posible. Dentro de las ventajas y desventajas que se dan dentro de este tipo de mantenimiento están:

### **VENTAJAS**

- Reducir los tiempos de parada
- Permitir documentar la evaluación de un defecto en el tiempo
- Conocer con exactitud la vida útil de un determinado componente
- Facilitar el análisis de averías
- Permitir un análisis estadístico del sistema
- Evitar gastos innecesarios por cambios de partes en buen estado.

### **DESVENTAJAS**

- Alto costo del equipo de diagnóstico
- Necesidad de personal altamente capacitado.

Este tipo de mantenimiento determina en cualquier momento la condición técnica real de la maquinaria sin necesidad de parar la producción. Ya que la mayoría de fallas se producen lenta y progresivamente, se puede hacer uso de un programa sistemático de mediciones que monitorea la condición de algunos parámetros.

## **2. ANÁLISIS Y MONTAJE DE CENTRÍFUGAS BMA CONTINUAS**

### **2.1 Generalidades**

#### **2.1.1 Campo de aplicación**

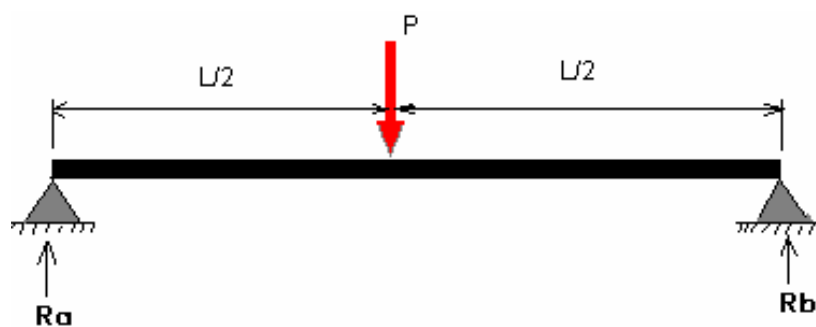
Se es necesario realizar estudios y análisis sobre la colocación de las centrífugas ya que de estas dependen del buen rendimiento y eficiencia de las mismas. Un buen campo de aplicación para las centrífugas será el resultado de un buen rendimiento de productividad de azúcar para la empresa. De acuerdo con los estudios, se llegó a la conclusión de instalarla en la estación de Maza C (continuas). Para el buen funcionamiento y aprovechamiento del equipo.

### **2.2 Verificación estructural**

Dentro del estudio que se realizará sobre la estructuración de vigas comprende: sus reacciones (apoyos), fuerza cortante, momento flexionante y deformación de vigas usando como base el método de orden de integración, en esta fase solo se realizaran estudios, dando a conocer lo fundamental de la teoría para después analizarlo en los resultados (Cáp. 5).

En gran parte del estudio siguiente, se empezará con la determinación de las reacciones. Para la obtención de las reacciones se considera una viga simplemente apoyada en  $AB$  que tiene una longitud  $L$  y que esta sometida a una sola carga concentrada  $P$  (figura 11) y que actúa en un punto medio  $L/2$ .

**Figura 11. Carga concentrada en una viga (C.C.)**



Primero se determinan las reacciones en los apoyos a partir del diagrama de cuerpo libre para la viga completa, de esta forma se determina que la magnitud en cada reacción es igual a  $P/2$ .

$$\sum F_y = 0 \quad +\uparrow$$

$$R_a - P + R_b = 0 \qquad R_a = P/2$$

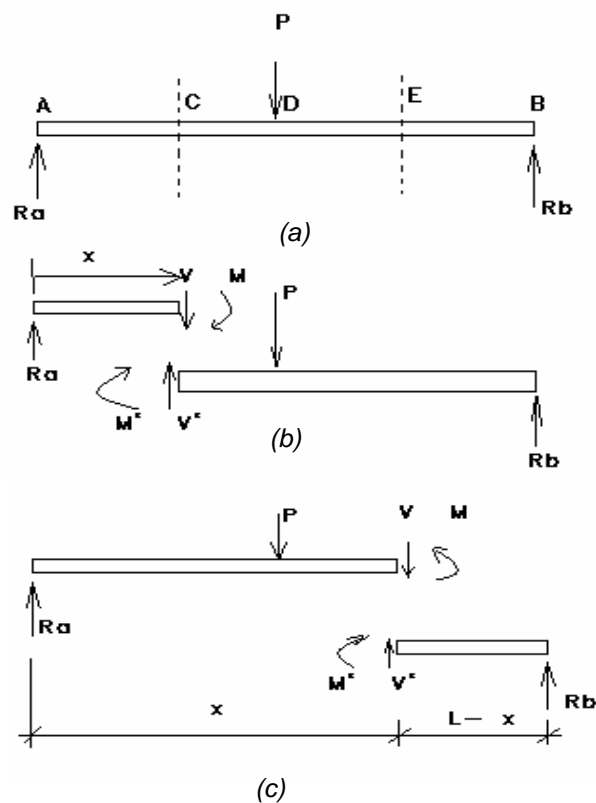
$$\sum M_a = 0 \quad +\curvearrowright$$

$$R_b(L) - P(L/2) = 0 \qquad R_b = P/2$$

Ya teniendo las reacciones, se corta la viga en un punto  $C$  localizada entre  $A$  y  $D$  se dibujan los diagramas de cuerpo libre para las porciones  $AC$  y  $CB$  (figura 12a). Suponiendo que la fuerza cortante y el momento flexionante son positivos se dirigen las fuerzas internas  $V$  y  $V'$  y los pares internos  $M$  y  $M'$  tal como se indica en la figura 12b. Considerando el cuerpo libre  $AC$  y escribiendo que la suma de las componentes verticales y la suma de los momentos con respecto de  $C$  de todas las fuerzas que actúan sobre el cuerpo libre son iguales a cero, se encuentra que  $V = +P/2$  y que  $M = +Px/2$ .

Por lo tanto, tanto la fuerza cortante como el momento flexionante son positivos.

**Figura 12. Aplicación del Método De Secciones**

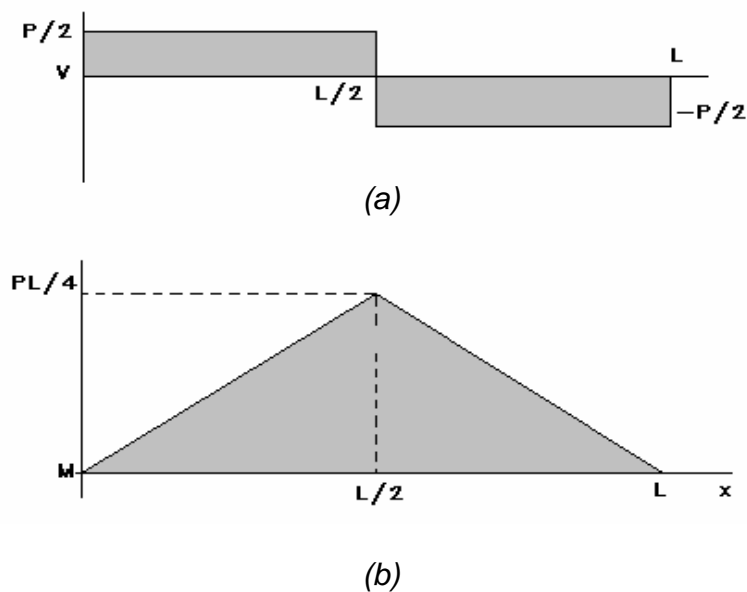


Donde la fuerza cortante tiene un valor constante  $V = P/2$  mientras que el momento flexionante aumenta linealmente desde  $M = 0$  en  $x = 0$  hasta  $M = PL/4$  en  $x = L/2$ .

Ahora cortando la viga en un punto  $E$  localizado entre  $D$  y  $B$  y considerando el cuerpo libre  $EB$  (figura 12c), se escribe que la suma de las componentes verticales y la suma de los momentos con respecto de  $E$  de las fuerzas que actúan sobre el cuerpo libre son iguales a cero. De esta forma, se obtiene  $V = -P/2$  y  $M = P(L-x)/2$ . Por lo tanto, la fuerza cortante es negativa y el momento flexionante es positivo.

Ahora, se puede completar los diagramas de fuerza cortante y momento flexionante mostrada en la figura 13a y b; donde la fuerza cortante tiene un valor constante  $V = -P/2$  entre  $D$  y  $B$  mientras que el momento flexionante decrece linealmente desde  $M = PL/4$  en  $x = L/2$  hasta  $M = 0$  en  $x = L$ .

**Figura 13. Diagrama de fuerza cortante y momento flexionante**





## DEFORMACIÓN DE VIGAS

Dentro de la deformación de vigas se utilizan varios métodos para determinar la deformación, aunque basados en sus mismos principios, difieren en su técnica y sus objetivos inmediatos. En donde se estudiara por medio del método de doble integración que simplifica bastante su aplicación.

### Método de Orden de Integración

Este método nos permite encontrar la pendiente y la deflexión en cualquier punto del elemento formulando una ecuación general, la cual se plantea a partir de las cargas, la ecuación general de momentos flexionantes se trabaja en función de  $x$  y las constantes de integración que de ellas se derivan.

La primera integración es la que nos da la pendiente de la elástica y la formula general es:

$$EI = dy/dx = \int M dx + C_1$$

La segunda integración es la de la deflexión en un punto determinado de la elástica, y esta dada por:

$$EI y = \iint M dx dx + C_1x + C_2$$

Siguiendo con el esquema de la figura 15, se establece que la deflexión y la pendiente es igual a:

$$M = R_a(x) - P(x - L/2)$$

*Momento*

$$EI \frac{\partial^2 y}{\partial x^2} = R_a(x) - P(x - L/2)$$

$$EI \frac{\partial y}{\partial x} = R_a(x)^2/2 - P(x - L/2)^2/2 + C_1 \quad \text{Pendiente}$$

$$EI Y = R_a(x)^3/6 - P(x - L/2)^3/6 + C_1(x) + C_2 \quad \text{Deflexión}$$

### 2.3 Manejo y transporte del equipo

Durante su manejo y transporte de la centrífuga se tiene que tener mucho cuidado ya que tiene piezas que pueden sufrir daños severos y causar su destrucción. Para un buen manejo de la centrífuga se recomienda transportarla pieza por pieza desglosándola de la siguiente manera:

- Carcasa
- Canasta
- Tapaderas y
- Equipos auxiliares como válvulas, mangueras, etc.

**Figura 14. Transporte de la centrífuga continua**



Si se dispone de un espacio aceptable para el manejo de la centrífuga, se puede transportarla completa sin necesidad de desarmarla, figura 14, siempre y cuando se tomen las medidas necesarias para su transporte.

## **2.4 Grupo constructivo y piezas individuales**

Dentro de las piezas individuales que se manejan en una centrífuga continua se establecen los siguientes grupos constructivos:

1.- La unidad interior consta de los elementos como:

- El alojamiento
- La canasta
- El distribuidor de producto
- El freno (opcional)

2.- La unidad exterior consta de los elementos como:

- La carcasa
- El motor
- El dispositivo de alimentación
- El material periférico
- El dispositivo de empastado/de disolución (opcional)

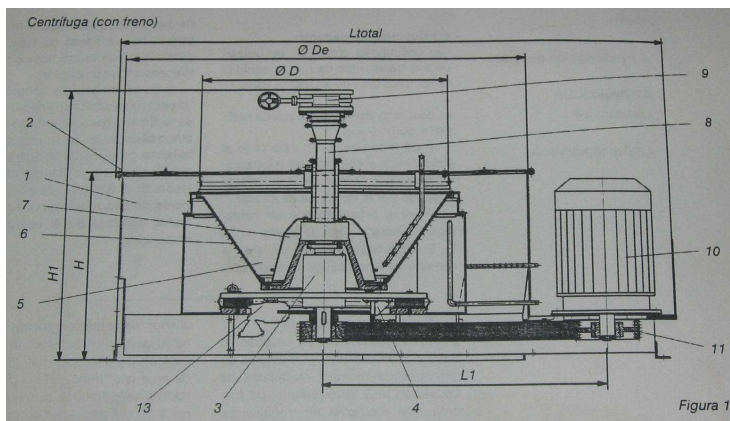
En donde la carcasa consta de: carcasa exterior, carcasa interior y la tapa. La cual la carcasa interior sirve para recibir el alojamiento a la canasta y recoger las mieles y la melaza ya separadas. Dentro de la carcasa interior y la

exterior se forma un espacio de aproximadamente 15 a 20 pulgadas para el espacio de azúcar.

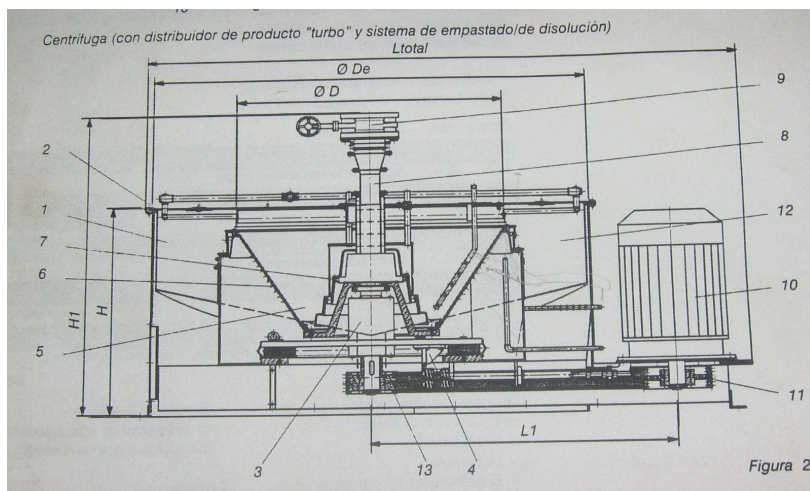
La tapa recibe el dispositivo de alimentación, equipos auxiliares y la tapa para el montaje de las telas, gracias a esta tapa se ha reducido en gran parte la operación de cambio de telas.

En la figura 15 y 16 se observa como se integra una centrífuga continua dando a conocer todas sus partes de las cuales se designan en la tabla V:

**Figura 15. Centrífuga continua (con freno)**



**Figura 16. Centrífuga continua (con distribuidor de producto turbo)**



**Tabla V. Grupos constructivos (C.C.)**

<b>Figura</b>	<b>Numero</b>	<b>Designación</b>
18,19	1,2	Unidad de carcasa con tapa
18,19	3,4	Alojamiento con unidad de tensor
18,19	5,6	Canasta con entelado
18, (19)	7	Distribuidor de producto (turbo)
18,19	8,9	Dispositivo de alimentación
18,19	10,11	Motor por accionamiento por correa
(19)	12	Dispositivo de empastado/de disolución
18	13	Freno
19	22	Separación de las mieles

## **Alojamiento**

En donde el alojamiento lubricado con grasa soporta la canasta y el distribuidor del producto. Existe un dispositivo permitiendo el reengrase, el alojamiento descansa sobre muelles de goma en la carcasa interior.

Gracias a la reducción de las masas en vibración, las centrífugas se distinguen por una alta estabilidad de marcha. En donde el accionamiento se efectúa mediante accionamiento por correas, cuyas correas trapezoidales pasan en una canaleta a través de la carcasa. Las fuerzas de tracción ocasionadas por la tensión de la correa trapezoidal se compensan en gran parte mediante un dispositivo de tensión. Una junta elástica de perfil especial asegura la obturación entre el alojamiento y el espacio de mieles.

## **Dispositivo de alimentación**

A fin de obtener un caudal máximo, el dispositivo de alimentación está enteramente cerrado, evitando así la aspiración de aire ambiente relativamente fresco y una deterioración de la consistencia de la masa cocida. Para proceder al montaje/desmontaje solamente se ha deshacer los anillos de apriete superior y inferior y de hacer penetrar el tubo telescópico en el tubo de alimentación, lo que permite también observar brevemente el flujo de masa cocida.

## **Parte eléctrica**

Los elementos de mando, de regulación y de control, se hallan en el dispositivo de mando en la centrífuga. Los elementos de potencia (por ejemplo contactores, etc.) se suministran separadamente. Es posible elegir entre el montaje un puesto de mando central o un armario de mando, para el buen manejo y control de las centrífugas.

Para un puesto de mando central, es recomendable que este lo más cerca posible de las centrífugas.

## **Freno**

El freno está ejecutado como freno de disco con una sola mordaza de mando neumático.

Este freno no es utilizable como freno de servicio, sino únicamente como freno de emergencia, que se acciona mediante el botón “parada de emergencia”, que esta en el tablero de mando de la centrífuga.

## **2.5 Montaje**

### **2.5.1 Protección de piezas individuales**

Para un buen manejo y control del montaje se recomienda proteger todas aquellas piezas que sean fáciles de instalar y desinstalar, y que no requieran de mayor importancia para su manejo o transporte. Para tener una mejor idea de las piezas que se están hablando se dan a conocer las más importantes:

- Mangueras
- Válvulas
- Conectores neumáticos
- Manómetros de presión y temperatura
- Telas

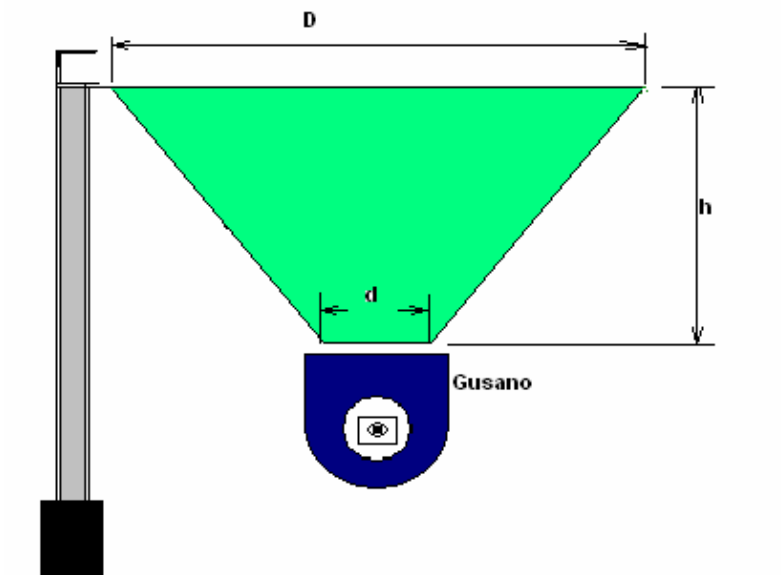
Ya que estas piezas son fáciles de sufrir daños y un mal cuidado ocasionaría su destrucción. Es por eso que se recomienda protegerlas antes de iniciar el montaje de la centrífuga.

### **2.5.2 Montaje del embudo de descarga**

El embudo no es más que una forma de descargar con facilidad el azúcar, y ha de ser montada primeramente por debajo de la centrífuga.

Algo muy importante que hay que tomar en cuenta es que el embudo no forma parte del volumen de la centrífuga. En donde la altura (h) y el diámetro interior (d) de la figura 17, va a depender de que tan bajo o alto este el gusano, esto queda a criterio del encargado del montaje, sin embargo la inclinación que se le debe de dar al embudo de descarga debe de ser de  $\geq 55^{\circ}$  este es el grado que ha de ser determinado para que el azúcar tenga una mejor caída hacia el gusano o faja transportadora.

**Figura 17. Embudo de descarga (C.C.)**



Para el cálculo de dicho grado se ha determinado las siguientes cotas, siempre tomando en cuenta que (h) y (d) van a depender de la altura del gusano.

- $D = 82 \frac{1}{2}''$
  - $d = 20''$
  - $h = 51''$
- Donde:  $\text{tg } \theta = \text{C.O} / \text{C.A}$
- $\text{C.O} = 51''$   
 $\text{C.A} = 31 \frac{1}{2}''$
- $\theta = 58^{\circ}$**



### **2.5.3 Selección y acoplamiento de las diferentes unidades de montaje**

Si el equipo se va a montar pieza por pieza se recomienda designarla en sus diferentes unidades de montaje, dentro de las cuales están:

- Carcasa
- Canasta
- Tapaderas y
- Equipos auxiliares como válvulas, mangueras, etc.

Ahora bien, lo recomendable es montarla completamente sin desarmarla, siempre y cuando se cuente con el espacio suficiente para su montaje, de lo contrario se establece el montaje en sus diferentes unidades anteriormente dichas.

En este caso el montaje de la centrífuga se hará completamente, acoplando las diferentes unidades de montaje como carcasa, canasta y tapaderas, los equipos auxiliares no se toman en cuenta porque son piezas que no tienen mucha importancia, ya que la centrífuga se puede manipular sin ellas.

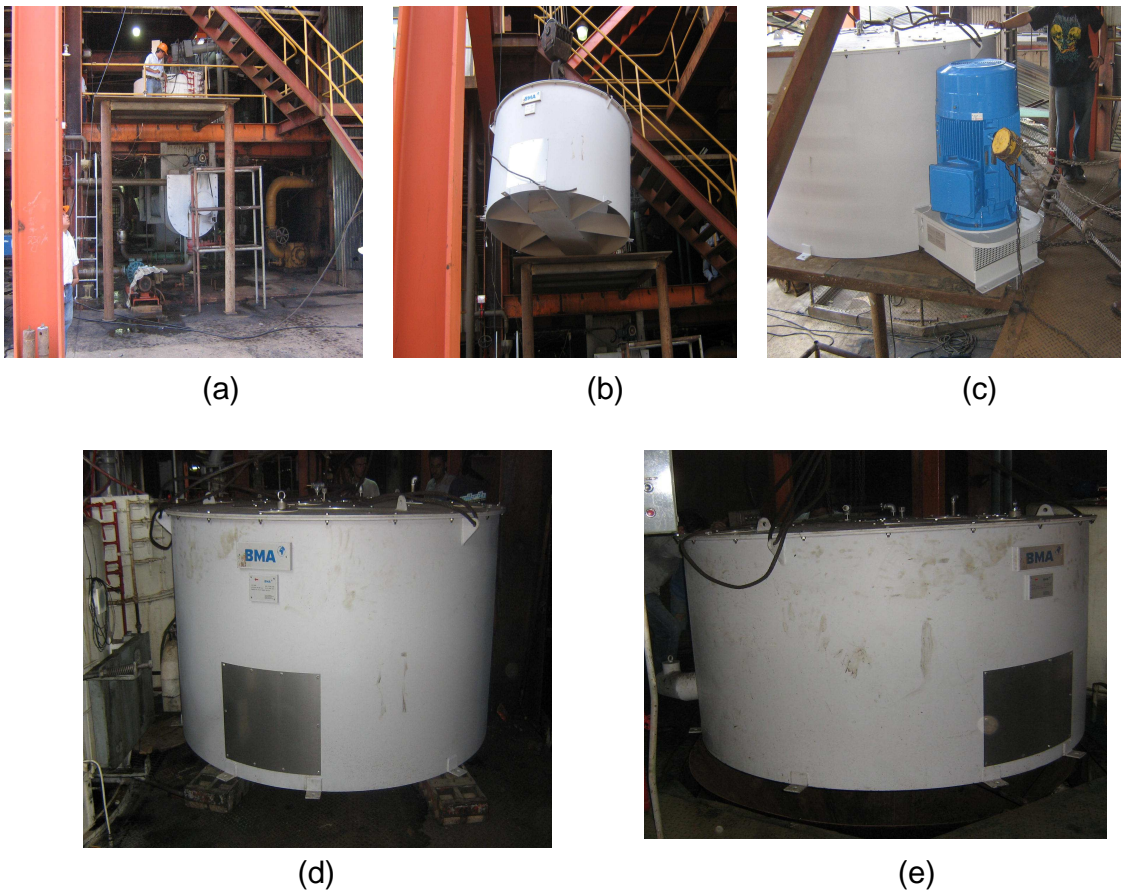
Una de las mayores ventajas que se pueden obtener montándolas completamente son:

- Reducción de tiempo.
- Pérdida o extravió de la herramienta ya sea del mecánico o de la centrífuga.
- Mala colocación de cualquier pieza.

## 2.5.4 Montar la máquina sobre la estructura alineada y nivelada

Para que la centrífuga fuera acercada lo mas posible, se elaboro una plataforma (figura 18a), en donde pudiera dejarse sin complicación alguna. Por medio de una grúa se dejo la centrífuga en la plataforma (figura 18b). Para luego arrastrarla al lugar deseado, por medio de polipasto, patines de rodamiento y grúa/puente (figura 18c).

**Figura 18. Pasos del montaje de la centrífuga continua**



Para que la centrífuga pudiera llegar a su lugar de montaje, se tuvieron que quitar los motores dos centrífugas de B-blanco, ya que se reducía el espacio; Para ello se comenzó quitando un motor, se avanzo el espacio y se volvió a colocar el motor, después se quito el otro motor y se avanzo otra vez el espacio y se volvió a colocar el motor (figura 18d). Fue una forma de avanzar, sin necesidad de parar la producción, ya que para esta estación solo se cuentan con tres centrífugas. Ya estando la máquina sobre la estructura y teniendo establecido el embudo de descarga (figura 18e), se lleva a la alineación y nivelación de la máquina. Ya que es fundamental para que la centrífuga trabaje eficientemente.

Una mala nivelación y alineación ocasionaría que la máquina comenzara a vibrar y a distorsionarse de su punto de trabajo, ya que se maneja a una velocidad de 2000 rpm. (Tabla III). Para una buena nivelación, es necesario quitar la tapa superior de la centrífuga (figura 19a), no es recomendable nivelarla encima de ella. Retirada la tapa superior se coloca una barra cuadrada larga encima de la canasta y encima de ella el nivel, (figura 19b) proporcionando así el punto de desnivel.

**Figura 19. Nivelación de la centrífuga continua**



(a)



(b)

Y por medio de unas alzas “dependiendo qué tanto sea el desnivel” se le colocan debajo de su punto de apoyo (donde va atornillada la centrífuga). Luego se coloca a 90<sup>0</sup> la barra y se hace el mismo procedimiento. Luego se regresa a su posición de inicio para ver si no provoco desnivel a la hora de colocarla a 90<sup>0</sup>: Si en dado caso no hubiese desnivel se deja ahí, pero si hubiese se hace el mismo procedimiento ya sea adicionando o retirando alzas (va depender del desnivel).

Estando alineada y nivelada, se coloca de nuevo la tapa superior para su colocación de las siguientes piezas.

### **2.5.5 Establecer los ángulos de fijación suministrados y añadirlos a la recepción del motor**

Ya estando alineada y nivelada se lleva a establecer los ángulos de fijación (agujeros para atornillar la centrífuga), para que la centrífuga pueda trabajar sin ningún problema. En donde en la figura 20 se establece los tornillos de apriete en la viga, para que la centrífuga este rígida sin ningún movimiento alguno.

**Figura 20. Ángulos de fijación**



Algo muy importante y ventajoso es que la recepción del motor ya viene adaptada a la centrífuga, lo que conlleva a solo fijar los ángulos de apriete en toda la centrífuga.

## 2.5.6 Instalación de equipos auxiliares

Dentro de los equipos auxiliares que se establecen en el montaje son:

- **Mangueras**

Las mangueras son utilizables para transportar agua y vapor a la centrífuga, elaboradas de un material especial para soportar hasta 125 Psi de vapor a una temperatura de 138°C y 125 Psi de agua a una temperatura de 90°C

**Figura 21. Mangueras**

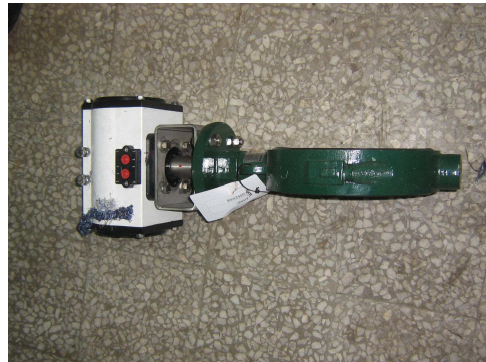




- **Válvulas neumáticas**

Las válvulas neumáticas son dispositivos que se encargan de abrir y de cerrar la entrada de masa cocida a la centrífuga, funcionan con aire comprimido, por lo regular se mantienen abiertas ya que la centrífuga trabaja continuamente sin ciclos y sin paradas.

**Figura 22. Válvulas neumáticas**



- **Embudo de alimentación**

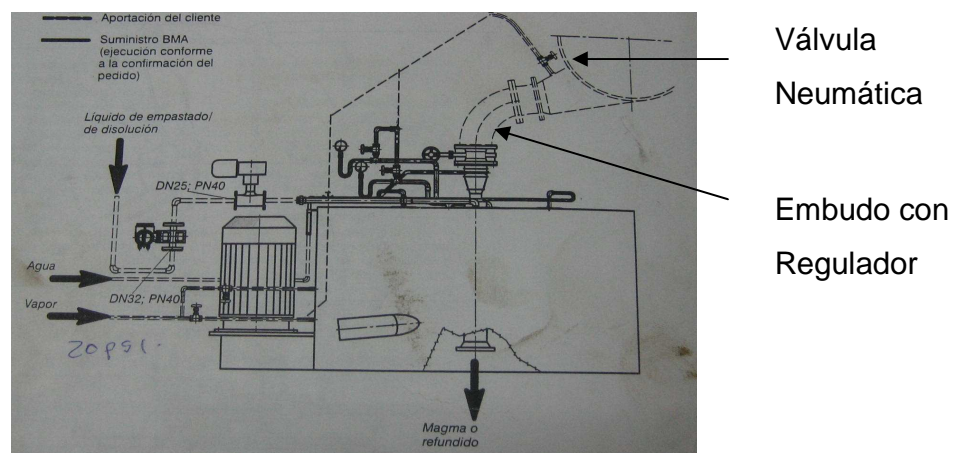
El embudo nos es más que todo una forma de recibir la masa cocida de los mezcladores, para luego depositarla a la canasta de la centrífuga.

**Figura 23. Embudo de alimentación**

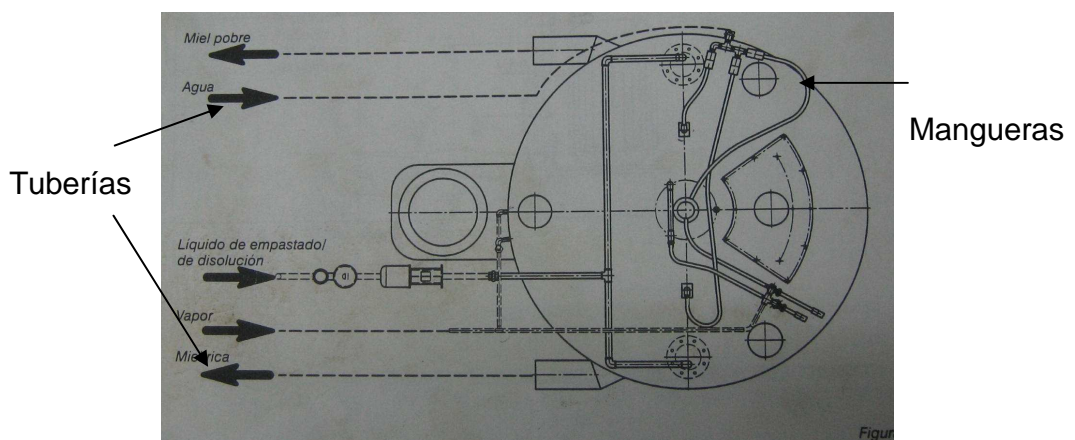


Para la instalación de estos equipos, primeramente se debe de colocar la tubería tanto de agua como de vapor, para luego colocar las mangueras que se establecen en la centrífuga (figura 24b). Después se coloca el embudo con un regulador a no más de 420 mm y no menos de 300 mm de altura (figura 24a). Y por ultimo se coloca la tubería donde va pasar la masa cocida hacia la centrífuga, aquí es donde se le coloca la válvula neumática, para tener un mayor control de recibimiento de masa cocida de los mezcladores.

**Figura 24. Instalación de equipos auxiliares**



(a)



(b)

## 2.5.7 Preparación para puesta en servicio

Una buena preparación para que la centrífuga funcione se dan a conocer los siguientes puntos:

- Hacer funcionar el motor de accionamiento únicamente en conexión estrella/triangulo.
- El sentido de rotación de la canasta es fundamental, ya que tiene que girar en el sentido de las agujas del reloj. Si hay un sentido de rotación contrario, cambiar dos fases de la conexión a la red del motor eléctrico.
- Controlar toda clase de conexión tanto en el mando central como panel de la centrífuga, según datos aproximados de la tabla VI.

**Tabla VI. Puntos de conmutación (C.C.)**

<b>Modelos</b>	<b>Velocidad de servicio (1/min.)</b>	<b>Tiempo ( s )</b>
K 2200	2030	45
<b>K 2300</b>	<b>1975</b>	<b>60</b>
K 2400	1880	75
K 2500	1750	90

- Controlar la libre movilidad de la canasta relativa a los otros elementos, sobre todo en cuanto a los elementos siguientes:
  1. Tubo de alimentación respecto al repartidor de producto.
  2. Tubo de porta toberas de agua respecto a la canasta.



3. Junta de goma en la carcasa interior respecto a la canasta
4. Junta de goma en la tapa de la carcasa respecto al borde superior de la canasta (aproximadamente 10 mm.)
5. Correa trapezoidal respecto a la descarga de la tensión, la carcasa y la recepción del motor.

- Controlar si el tubo de alimentación, el repartidor de producto y la canasta están exentos de cuerpo extraño.
- Controlar los tornillos de fijación del motor de accionamiento y de la centrífuga.
- Hacer girar la canasta manualmente y controlar la marcha libre.
- Controlar la tensión de las correas trapezoidales.
- Controlar los conductos de agua y de vapor así como los valores prescritos para agua y vapor.
- Verificar los conductos de aire comprimido para el caso que estén instalados dispositivos de mando neumático.
- Teniendo todos estos puntos ya controlados se procede a poner la máquina en marcha.

Para que la máquina tenga una prueba de marcha exitosa se deben de observar los siguientes puntos:

- Fijarse sobre todo en una marcha estable y exenta de vibraciones de la centrífuga y detectar la causa de eventuales ruidos y subsanarlos.
- Observar el amperímetro durante la fase de aceleración.
- Corregir eventualmente el punto de conmutación eléctrico.
- Controlar de nuevo la libre movilidad de las piezas en rotación respecto a las piezas fijas.

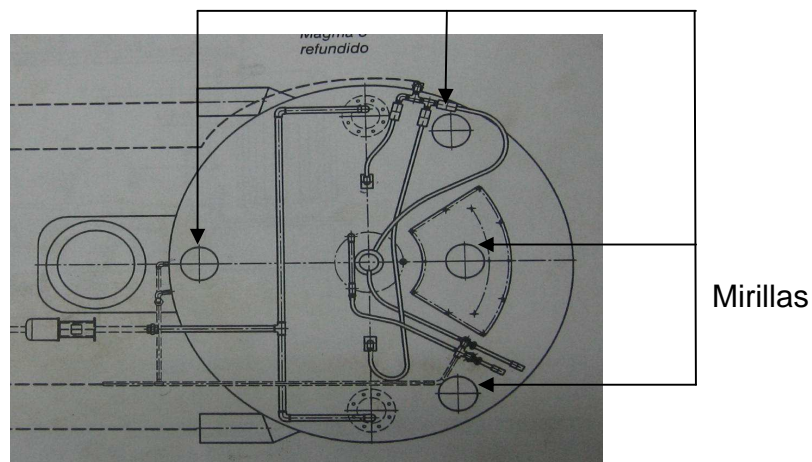
- En caso de una marcha estable de la centrífuga, desconectarla al cabo de una hora. Durante la fase de desaceleración hasta el parado, pueden producirse vibraciones débiles en los campos de velocidades críticas; eso es un fenómeno particular de todas las máquinas rotativas.
- Controlar de nuevo la tensión de las correas trapezoidales y retensar eventualmente.

### 2.5.8 Puesta en servicio

Para una puesta ya en servicio, es decir, que esta lista para trabajar se recomienda lo siguiente:

- Las tapas de los agujeros de mano han de ser cerradas para impedir accidentes, además, el aire atmosférico más fresco puede penetrar en la cámara de trabajo a través de las aberturas, lo que causa un enfriamiento de la fina capa de masa cocida y acarrea una reducción del rendimiento.

**Figura 25. Mirillas de mano**



- Poner el motor de accionamiento de la centrífuga en marcha.
- Observar el amperímetro durante la fase de aceleración y controlar el punto de conmutación eléctrico/neumático.
- Abrir un poco la alimentación de vapor y de agua (en el tubo de alimentación) situada en el centro para la regulación provisional. Se recomienda que se ajuste la presión de vapor aproximadamente 0.5 bar. Su presión y la adición de agua según tabla VII.
- Abrir el dispositivo de cierre entre la unidad de regulación y el tubo distribuidor/malaxador de distribución. Es solamente en este momento que se puede abrir la unidad de regulación hasta tal punto que un chorro de masa cocida cerrado puede correr regularmente en el dispositivo de alimentación.
- Regular las adiciones de vapor y de agua, en función de la calidad deseada de azúcar. La cantidad de agua es indicada en litros por hora (l/h) y puede leerse fácilmente en el caudalómetro.

**Tabla VII. Regulación básica de la adición de agua (C.C.)**

<b>MODELO</b>	<b>CAUDAL (l/h)</b>
K 2200	175
<b>K 2300</b>	<b>200</b>
K 2400	225
K 2500	250

### 2.5.8.1 Capacidad de turbinaje en servicio normal

La regulación de la calidad de azúcar se hace de la siguiente manera:

- Se regula la cantidad de masa cocida, mediante una unidad de regulación (válvulas).
- Regulación de la cantidad de vapor y agua.
- Regulación de la cantidad de agua en el dispositivo de lavado con agua.

Las regulaciones arriba mencionadas pueden influir en la pureza de las mieles, para una buena regulación de vapor y de agua se dan a conocer los siguientes parámetros:

#### VAPOR

Máximo: 138°C;      2 bar.;      36 Psi

Mínimo: 122°C;      1.2 bar.;      17 Psi

#### AGUA

Máximo: 90°C;      2 bar.;      28 Psi

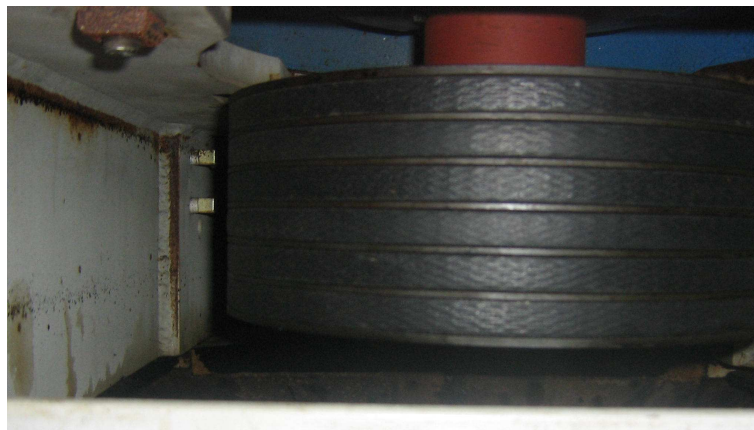
Mínimo: 75°C;      2 bar.;      28 Psi

En caso normal se necesita para la separación de la masa cocida aproximadamente un 3 % de agua y un 0.5 – 1 % de vapor, valores referidos a la cantidad de masa cocida. Bajo ciertas condiciones, estos valores pueden ser más o menos importantes.

Para los productos como la afinación de productos de bajo grado y así como la separación preeliminaría de azúcar cruda, la cantidad de vapor y de agua varia de tal manera que no se tienen datos precisos ni aproximados, va de pender de cómo se este manejando en el hecho.

Durante el servicio las correas no deben golpear. La tensión excesiva de las correas no es necesaria y pueden tener influencias negativas en la marcha de la centrífuga. Controlar varias veces las correas durante los primeros días de servicio.

**Figura 26. Verificación de fajas**



### **3. ANÁLISIS Y MONTAJE DE CENTRÍFUGAS BMA BATCH**

#### **3.1 Generalidades**

##### **3.1.1 Campo de aplicación**

Se es necesario realizar estudios y análisis sobre la ubicación de las centrífugas ya que de esta depende el buen rendimiento y eficiencia de las mismas. Una buena ubicación para las centrífugas dará como resultado un buen rendimiento de productividad de azúcar para la empresa. . De acuerdo con los estudios, se llegó a la conclusión de instalarla en la estación A-blanco (*batch*). Para el buen funcionamiento y aprovechamiento de la centrífuga.

#### **3.2 Verificación estructural**

Dentro del estudio que se realizara sobre la estructuración de vigas comprende: sus reacciones (apoyos), fuerza cortante, momento flexionante y deformación de vigas usando como base el método de orden de integración, en esta fase solo se realizara estudios, dando a conocer lo fundamental de la teoría para después analizarlo en los resultados (Cáp. 5). El estudio es igual al del capítulo (2).

### **3.3 Manejo y transporte del equipo**

Durante el manejo y transporte de la centrífuga no exceder su inclinación mayor de  $15^{\circ}$  en cuanto a la vertical. Evitando todo tipo de movimiento brusco, ya que en el caso de un mal manejo, la canasta puede aprisionarse en el cono de descarga situado en la carcasa de la canasta. En tal caso desprender la estructura de la carcasa y levantarla cuidadosamente hasta que la canasta vuelva a quedar suspendida libremente. Siempre que sea suministrada la centrífuga en partes no ensambladas o sea imposible montarla en estado ya agrupado por falta de sitio o espacio, entonces se debe colocar primeramente la carcasa de la canasta, para luego continuar con las demás piezas.

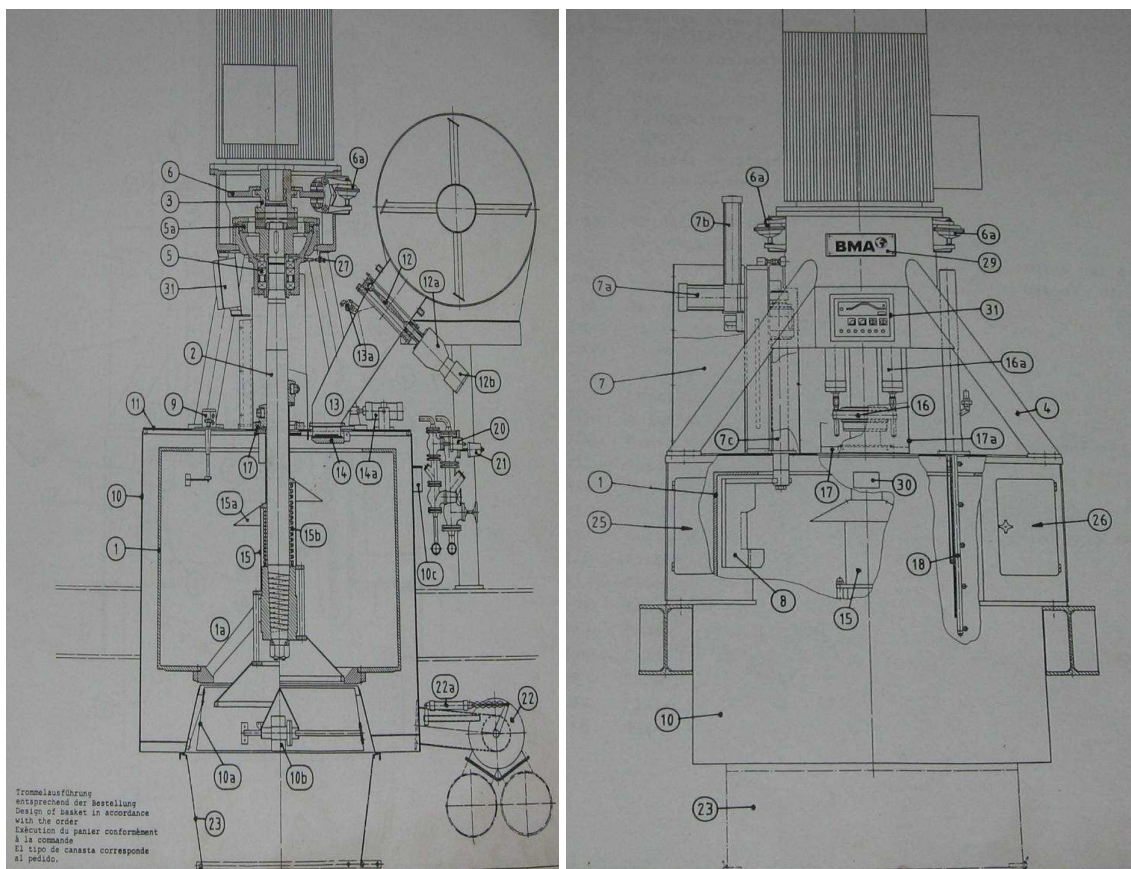
### **3.4 Grupo constructivo y piezas individuales**

Algo muy importante para establecer bien el montaje, es saber como se designa todo el equipo y para ello se establece la figura 27, para dar a conocer todas sus partes y dimensiones. Ya que es muy importante para poder establecer cambios si fuesen necesarios durante el montaje. En donde la centrífuga consta de las siguientes piezas:

1. Canasta con entelado
- 1<sup>a</sup>. Cubo
2. Eje
3. Acoplamiento
4. Soporte
5. Cabezal de accionamiento

- 5<sup>a</sup>. Anillo de amortiguación
- 6. Freno
- 6<sup>a</sup>. Mordazas de freno
- 7. Descargador
- 7<sup>a</sup>. Cilindro de aire para el movimiento horizontal del descargador
- 7b. Cilindro de aire para el movimiento vertical del descargador
- 7c. Barra del descargador
- 8. Arado del descargador
- 9. Palpador de carga
- 10. Carcasa de la canasta
- 10<sup>a</sup>. Descarga de azúcar

**Figura 27. Grupo constructivo y piezas individuales (C.B.)**





- 10b. Dispositivo vibrador (opcional)
- 10c. Canal para cables eléctricos y mangueras neumáticas
- 11. Tapa de la carcasa de la canasta
- 12. Compuerta de carga (chapaleta de cierre anular)
- 12<sup>a</sup>. Accionamiento de orientación para la compuerta de carga
- 12b. Bloque transmisor
- 13. Canal de carga
- 13<sup>a</sup>. Empalme de agua
- 14. Chapaleta de carga
- 14<sup>a</sup>. Cilindro de aire para el accionamiento de la chapaleta de carga
- 15. Cono de cierre
- 15<sup>a</sup>. Plato de distribución
- 15b. Resorte.
- 16. Accionamiento del cono de cierre
- 16<sup>a</sup>. Cilindro de aire para el accionamiento del cono de cierre
- 17. Centraje
- 17<sup>a</sup>. Chapa de protección para el centraje
- 18. Tubo de toberas de agua
- 19. Tubos de toberas de vapor
- 20. Válvulas de agua
- 21. Válvulas de vapor
- 22. Separación de las mieles (opcional)
- 23. Chapaletas de descarga (opcional)
- 24. Tubería de vapor (sin representación)
- 25. Batería de válvulas (aire comprimido)
- 26. Caja de bornes auxiliares (equipo eléctrico)
- 27. Control de balanceo
- 28. Control de vibraciones (sin representación)

29. Placa de constructor
30. Placa con las características
31. Aparato de mando.

## **3.5 Montaje**

### **3.5.1 Protección de las piezas individuales**

Para la protección de las piezas se tomara en cuenta todas aquellas piezas que se instalaran de último como por ejemplo: mangueras, válvulas, conectores neumáticos, etc. Ya que el montaje se empezara por montar la centrífuga en sí. Lo que se pretende realizar con la protección de las piezas es que no sufran daños a la hora de maniobrar la centrífuga, es por eso que se recomienda protegerlas de cualquier anomalía que se presente en el lugar y para ello se determinan todas aquellas piezas que no tengan mucha importancia durante el montaje, dentro de las cuales se destacan las que se mencionaron anteriormente.

Sin embargo se recomienda dejarlas en un lugar apto, fuera de peligro y con fácil acceso a la hora de instalarlas al equipo.

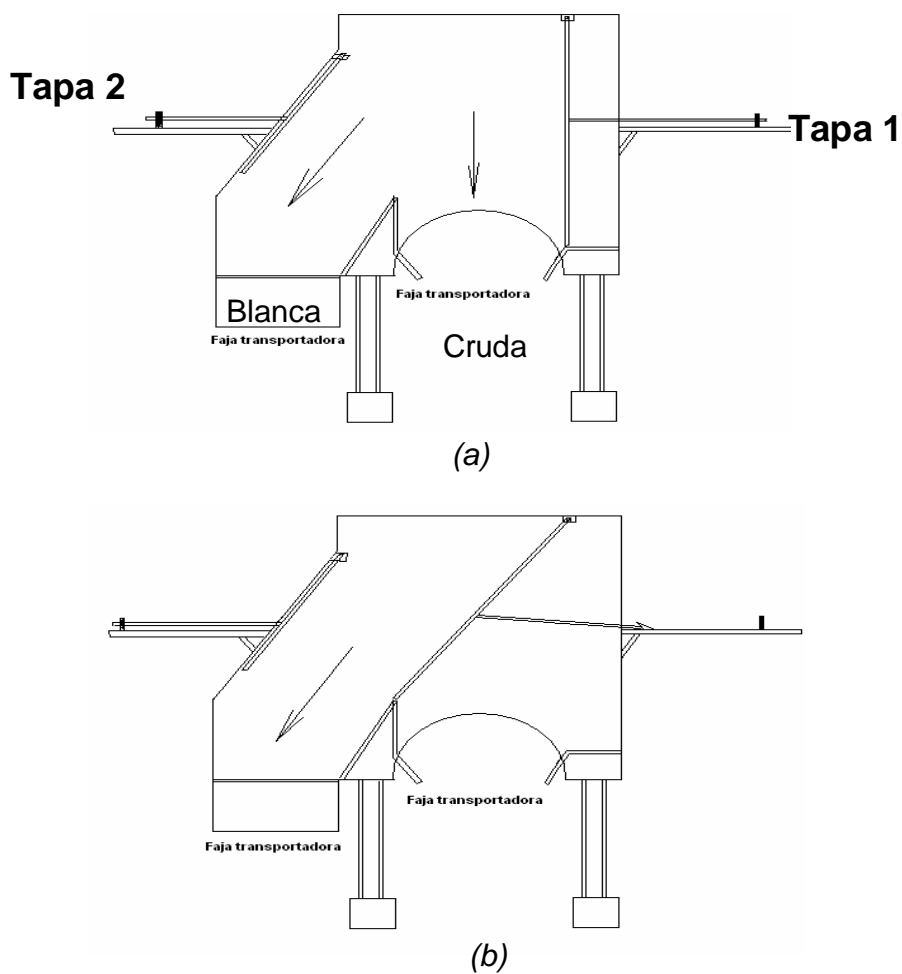
### **3.5.2 Montaje del embudo de descarga**

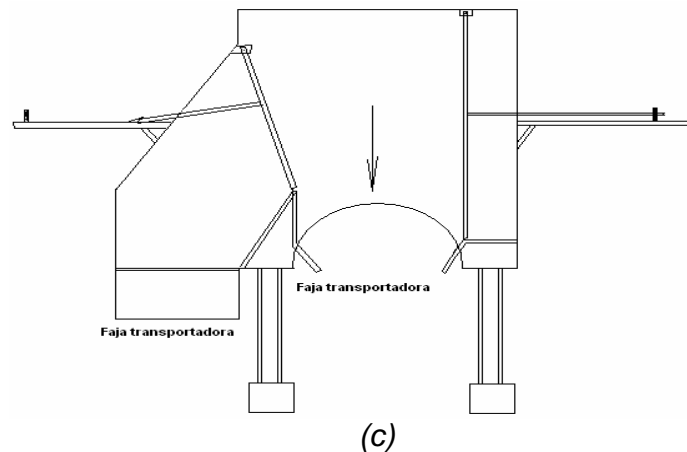
Dentro del proceso de azúcar se estiman dos clases: blanco y crudo, para la cual están destinadas a producir las centrífugas de *batch*.

Algo muy importante para esta clase de centrífugas es la descarga de azúcar para las dos líneas, conllevando hacer una pregunta ¿como hacer descargar azúcar blanca cuando se este produciendo crudo?

Para esta clase de pregunta, se elaboro un diseño capaz de proporcionar un intercambio de línea rápido y eficiente (figura 28), para la cual descargara la azúcar blanca cuando se estuviera produciendo a la vez azúcar cruda.

**Figura 28. Embudo de descarga (C.B.)**





¿Cómo opera? Muy fácil, suponiendo que se desee producir azúcar blanca, se empuja la tapa 1 y se enclava, figura 28(b) teniendo así una caída exclusivamente de azúcar blanca sin necesidad de estorbar a la otra línea. Ahora para producir azúcar cruda es lo mismo, se empuja la tapa 2 y se enclava figura 28(c), de modo que coincida con el triángulo para tener una caída de azúcar eficiente sin pérdida alguna.

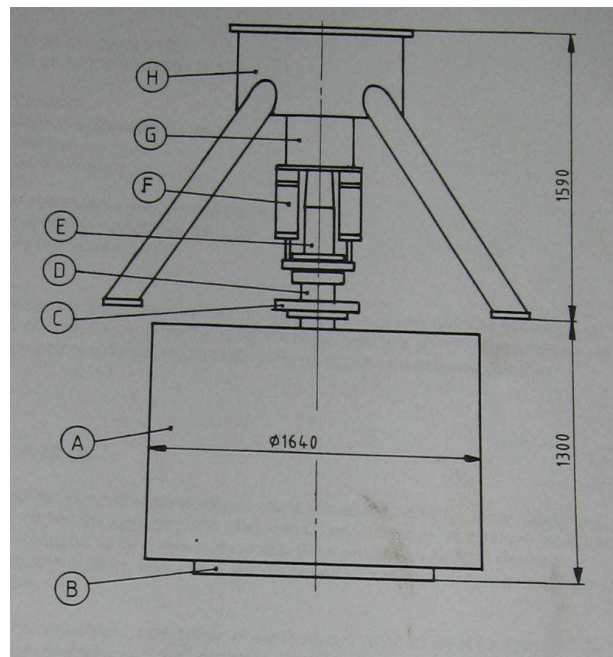
Extraño pero eficiente, logrando satisfacer las necesidades sin paro alguno ya sea de la máquina o de la planta.

### **3.5.3      Seleccionar y acoplar las diferentes unidades de montaje**

Las centrífugas por lo general vienen desarmadas parcialmente y en unos casos en su totalidad, para la cual se procede a seleccionar todas aquellas piezas que formen parte del equipo del montaje. Como por ejemplo:

- A) Canasta
- B) Soporte estrella de la canasta
- C) Centraje
- D) Cono de cierre
- E) Eje
- F) Accionamiento del cono de cierre
- G) Cabezal de accionamiento
- H) Estructura de soporte

**Figura 29. Acoplamiento de las diferentes unidades de montaje**



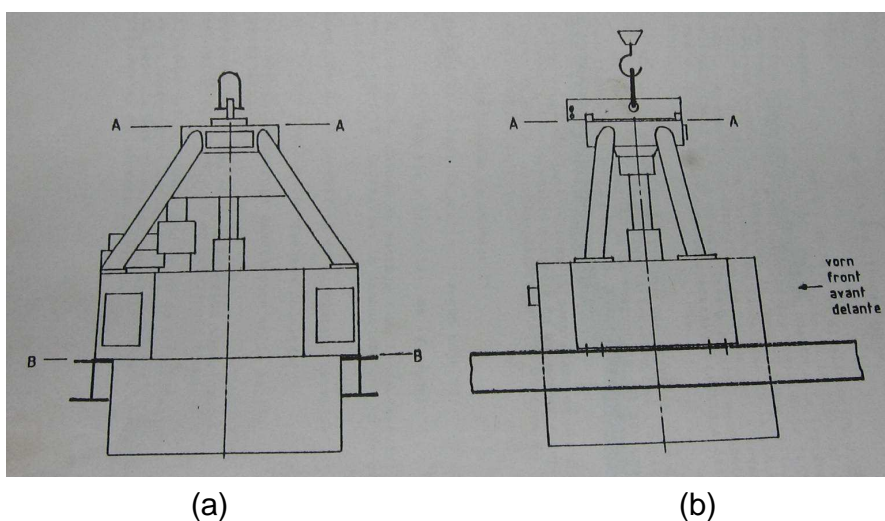
Esta es una buena forma de ver como esta agrupada la centrífuga, para que el encargado tenga una idea de cómo empezar y por donde empezar.

### 3.5.4 Montar la máquina sobre la estructura alineada y nivelada

Para una buena operación, la centrífuga debe de estar alineada exactamente en la horizontal como en la vertical. Para una buena referencia de medición se puede lograr por medio de la brida superior de la estructura (nivel A-A) figura 30b. Algo muy importante que hay que tomar cuenta es que el eje no es una buena referencia de medición.

Para lograr una buena alineación de la centrífuga se puede hacer por medio de intercalar chapas de ajustes en el plano B-B (figura 30a). Ubicar las chapas de ajustes particularmente al lado de los tornillos que sirven para atornillar la centrífuga en la estructura de vigas. La precisión de ajuste debe alcanzar por lo menos 0.5 mm por 1m de distancia entre los soportes, mejor si son de 0.3 mm/m. Con una distancia entre soportes de 2.200 mm para este tipo de centrífuga.

**Figura 30. Alineación y nivelación de la centrífuga de *batch***



Después de la alineación de la centrífuga, no es absolutamente necesario que el eje este suspendido verticalmente (es normal).

Una vez alineada la centrífuga, atornillarla en la estructura (viga). Es posible (pero no necesario) soldar la carcasa de la canasta adicionalmente con la viga.

### **3.5.5 Instalación de equipos auxiliares**

Para poder operar las centrífugas hay que reunir entre otros, las condiciones previas siguientes:

#### **AIRE COMPRIMIDO**

La demanda de aire comprimido por cada centrífuga es de aproximadamente  $0.5 \text{ m}^3/\text{h}$  (aprox.  $17.7 \text{ pies}^3$ ) con una sobre-presión de 7 bares ( $101.5 \text{ lb}_f / \text{in}^2$ ), pero no debería sobrepasarse los 6 bares ( $87 \text{ lb}_f / \text{in}^2$ ). Sin embargo, para el dimensionado del compresor debe tomarse en cuenta una demanda de aire comprimido de aprox.  $1.0 \text{ m}^3/\text{h}$  (aprox.  $35.4 \text{ pies}^3$ ) con sobre-presión de 7 bar. ( $101.5 \text{ lb}_f / \text{in}^2$ ), puesto que la toma de aire comprimido no es continua. La cantidad necesaria de aire comprimido puede tomarse de la red de distribución general, si existe, o puede producirse por un compresor individual.

El aire comprimido debe deshidratarse y mezclarse con aceite pulverizado (niebla de aceite). En la tubería de alimentación hacia la estación de centrífugas se tiene que instalar un depósito de aire con una capacidad mínima de aire comprimido. El volumen del depósito de aire para la centrífuga

no debería ser inferior a 500 l (18 pies<sup>3</sup>). Si se trata de varias centrífugas, la capacidad del depósito tiene que dimensionarse más grande (no proporcional).

## **AGUA DE LAVADO**

Para el lavado del azúcar se necesita por cada centrífuga una cantidad de agua de aprox. 0.8 a 1.4 m<sup>3</sup>/h (aprox. 210 a 370 US- gal/h) con una sobrepresión de 4 a 5 bares (58 a 72.5 lb<sub>f</sub> / in<sup>2</sup>) y una temperatura de 80 a 85 °C (176 a 185 °F). La demanda de agua por cada centrífuga depende del volumen de carga de la canasta y de las características de la masa cocida. El consumo de la cantidad de agua indicada es discontinuo, estando durante la operación de lavado entre 1.5 y 2.1 l/seg. (0.396 a 0.555 US – gal/seg.).

## **VAPOR**

Si se utiliza un lavado con vapor, la cantidad necesaria de vapor por cada centrífuga es de aprox. 175 kg/h (aprox. 386 lb/h). Recomendamos emplear vapor recalentado con una sobrepresión de aprox. 4 a 5 bares (58 a 72.5 lb<sub>f</sub> /in<sup>2</sup>) y una temperatura de aprox. 165 a 180 °C (329 a 356 °F). El consumo de la cantidad indicada de vapor es discontinuo.

Si la centrífuga se opera sin lavado con vapor, se necesita a pesar de ello vapor para lavar la canasta y el dispositivo de carga. Para este fin puede utilizarse vapor de escape. En ambos casos, es preciso equipar con un dispositivo de desagüe continuo la tubería de vapor principal instalada detrás de las centrífugas.



### **3.5.6 Instalación de equipos involucrados**

#### **CHAPALETA DE CARGA**

La abertura de la chapaleta de carga debe ajustarse de tal modo que durante la carga toda la cantidad de la masa cocida llegue a la campana de distribución y de allí a la pared de la canasta.

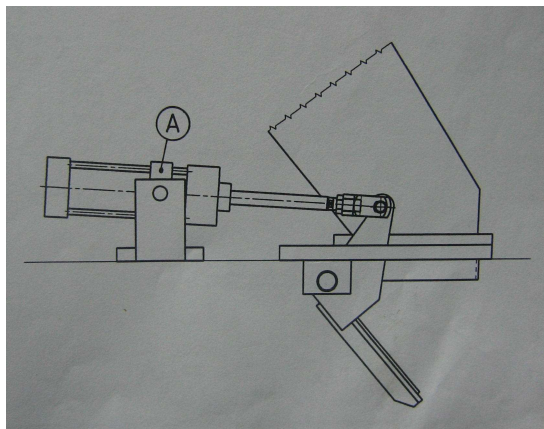
Con una abertura demasiado grande una parte de la masa cocida no cae en la campana sino en los rayos de la cruceta, provocando una abrasión fuerte de los mismos ante todo en la parte de unión entre los rayos y el anillo exterior de la cruceta. Esta abrasión puede alcanzar un tal nivel, que ya después de un período de tiempo relativamente corto es necesario sustituir o reparar la cruceta.

La abertura adecuada de la chapaleta de carga depende de la presión previa de la masa cocida y de la geometría del canal de carga, por lo que la abertura sólo puede ser ajustada durante la marcha.

Para el ajuste del cilindro neumático del soporte se desliza hasta alcanzar la abertura adecuada de la chapaleta de carga. La cruz del pivote giratorio (A), (figura 31), se desliza correspondientemente en los vástagos roscados del cilindro neumático, mientras esté, con la chapaleta abierta, se encuentra en su posición final. Por lo general no es suficiente solamente atornillar o destornillar la articulación de horquilla en el vástago del émbolo.

La carrera del émbolo es dimensionado de tal modo que, con la chapaleta cerrada, la carrera restante sea suficientemente larga para tender previamente la obturación de goma de la chapaleta.

**Figura 31. Chapaleta de carga (C.B.)**



## **SISTEMA DE CARGA**

Para el sistema de carga se establecen los siguientes puntos:

- Controlar si la distancia entre bridas corresponde a la longitud de montaje de la chapaleta de cierre. Antes del montaje de la chapaleta, extender las bridas suficientemente (figura 32a) con una herramienta apropiada. En el caso que las bridas no estén extendidas suficientemente, el anillo de asiento puede salir de su guía.
- Para apoyar la chapaleta, introducir algunos pernos de brida en las dos bridas.
- Cerrar la chapaleta, hasta que el listón de empaquetadura se encuentre por lo menos 10 mm dentro de la caja (figura 32b).

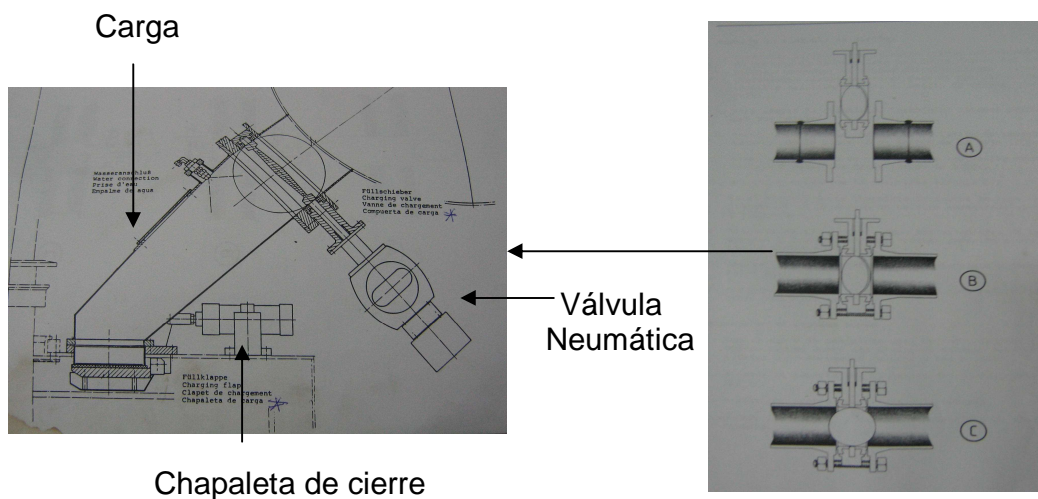
- Meter la chapaleta de cierre entre las bridas extendidas, centrar la caja y poner los demás pernos de brida.
- Abrir completamente la chapaleta (figura 32c).

En el montaje de la chapaleta de cierre cerrada, se produce una pretensión en el anillo de asiento aumentando el momento de accionamiento.

- Mientras se quita poco a poco los extensores de las bridas, apretar a mano los pernos. Prestar atención a que las bridas se queden bien ajustadas.
- Cerrar lentamente el disco de la chapaleta y controlar si tiene suficiente juego.
- Reajustar el disco en su “posición abierta” y apretar fuertemente todos los pernos.

Algo muy importante, es no penetrar las bridas y la tubería por soldadura con la chapaleta de cierre ya montada porque puede estropearse el anillo de asiento a causa de la temperatura elevada.

**Figura 32. Sistema de carga “Válvula de cierre” (C.B.)**



### 3.5.7 Preparación para puesta en servicio

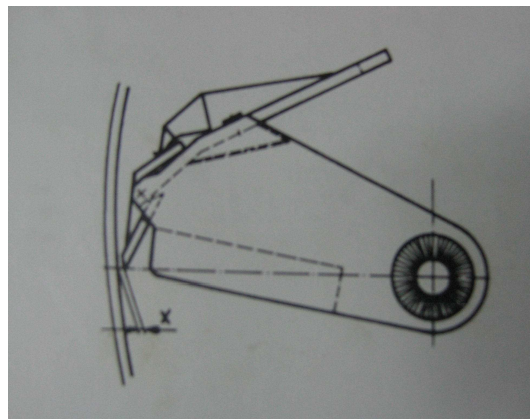
#### TRABAJOS PREPARATIVOS PARA LA MARCHA DE PRUEBA

Inspeccionar la centrífuga cuidadosamente en cuanto a herramientas o cuerpos extraños olvidados en ella. Inspeccionar particularmente las partes móviles, es decir, el acoplamiento, al cabezal de accionamiento, la canasta y la compuerta de carga. Como también revisar los puntos de engrase.

Algo muy importante es la distancia "x" (figura 33) entre el arado de descarga y la tela de cubierta, donde se debe de ajustar primero a 3 – 5 mm aprox. Después de las primeras cargas de la canasta, esta distancia "x" debe reducirse gradualmente a aprox. 0.5 – 1 mm.

Después de una duración de servicio de aprox. 2 – 3 días, examinar la unión entre el descargador y la carcasa, así como entre el arado de descarga y la barra de descarga, en caso necesario apretarlas.

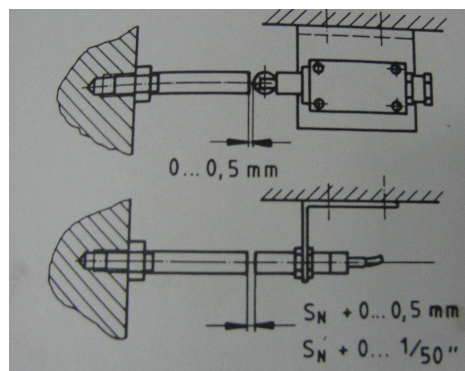
**Figura 33. Distancia entre el arado y la tela (C.B.)**



Otro aspecto que hay que inspeccionar es el control de oscilaciones. En donde al hacer el ajuste de los interruptores finales, prestar mucha atención a que todos los tornillos estén apretados fuertemente. Los rodillos de ambos interruptores finales deben estar ajustados a una distancia de los pernos de 0...0.5 mm.

Haciendo el ajuste de los detectores de aproximación, la distancia justada debe estar aproximadamente entre 0 a 0.5 mm más grande que la distancia de reacción  $S_N$  del interruptor como lo muestra en la figura 34.

**Figura 34. Control de oscilaciones (C.B.)**



Teniendo controlado lo anterior, se abren las válvulas de cierre manual para agua y vapor situados detrás de la centrífuga.

Cuando el sistema neumático está bajo presión, tienen que estar cumplidas las siguientes condiciones:

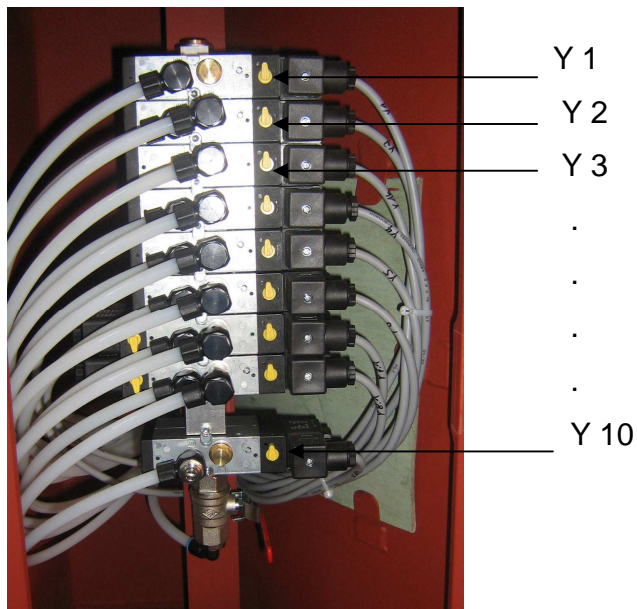
- El freno esta cerrado.
- La compuerta de carga y la chapaleta de carga están cerradas.
- El dispositivo separador de mieles está en posición "miel rica".

- Están cerradas las válvulas de lavado con agua y la válvula de lavado con vapor.
- El palpador de carga está en posición de reposo.

### MARCHA DE PRUEBA (SIN MASA COCIDA)

Dentro de la preparación que se le da a la centrífuga antes de maniobrarla se recomienda maniobrarla manualmente, no en el panel de control, si no que en los mandos neumáticos, ya que ahí se establecen los movimientos individuales de la centrífuga, para un mejor control de fallos. En donde en la figura 35 se da a conocer los mandos neumáticos de la centrífuga, dando a conocer cada uno de sus puntos en una forma descendente.

**Figura 35. Mandos neumáticos (C.B.)**



Y 1	freno	abierto/cerrado
Y 2	turbo de toberas de agua	arriba/abajo
Y 3	válvula de vapor o de jarabe	abierta/cerrada
Y 4	separación de mieles	pobre/rica
Y 5	chapaleta de carga	abierta/cerrada
Y 6	descargador	arriba/abajo
Y 7	descargador	en trabajo/en reposos
Y 8	cono de cierre	abierto/cerrado
Y 9	compuerta de carga	cerrada
Y 10	compuerta de carga	abierta
	palpador de carga	en trabajo / en reposo

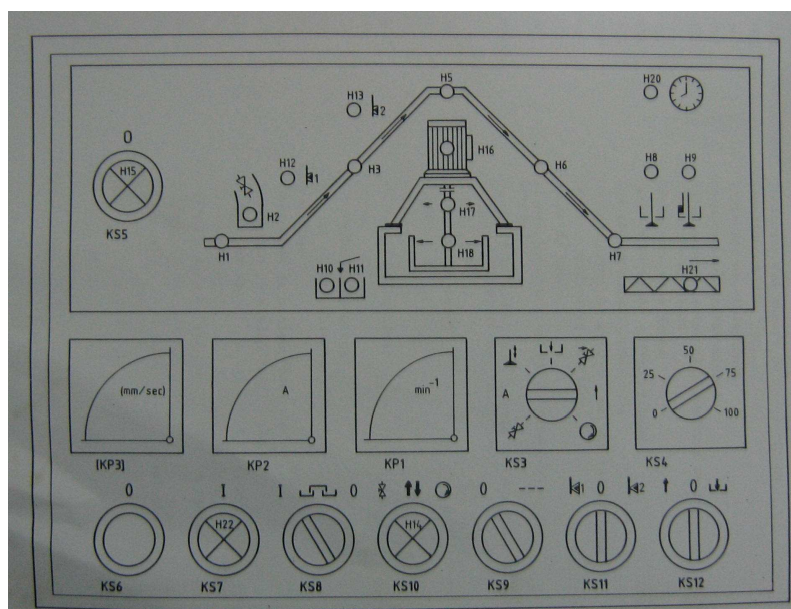
Terminada las pruebas con los mandos neumáticos se hace la prueba ya maniobrado con el panel de control, y para ello se dan a conocer sus puntos más importantes.

KP 1	Indicador del número de revoluciones
KP 2	Amperímetro
KP 3	Indicador de vibraciones
KS 3	Conmutador-selector manual
KS 4	Conmutador-selector para apertura de la compuerta de carga
KS 5	Frenado de emergencia
KS 6	Tensión de mando – desconectada
KS 7	Tensión de mando – conectada
KS 8	Enclavamiento de arranque de las centrifugas
KS 9	Servicio individual/continuo
KS 10	Botón de mando
KS 11	Lavado con agua (lavado de telas) / lavado con vapor

KS 12 Descargador – vuelta al reposo de emergencia / sistema automático del descargador

- |      |                             |      |  |
|------|-----------------------------|------|--|
| H 1  | Velocidad de carga          | H 12 | Lavado con agua / lavado con jarabe        |
| H 2  | Cargar                      | H 13 | Lavado con vapor / lavado con agua         |
| H 3  | Aceleración                 | H 14 | Espera debida al enclavamiento de arranque |
| H 5  | Velocidad de turbinar       | H 15 | Frenado de emergencia                      |
| H 6  | Frenar                      | H 16 | Perturbación eléctrica del acciona.        |
| H 7  | Velocidad de arranque       | H 17 | Control de vibraciones                     |
| H 8  | Cono de cierre abierto      | H 18 | Oscilación, desequilibrio                  |
| H 9  | Descargar                   | H 20 | Control de duración del ciclo              |
| H 10 | Separación de mieles “m.p.” | H 21 | Transportador del azúcar                   |
| H 11 | Separación de mieles “m.r.” |      |  |
| H 22 | Tensión de mando conectada. |      |  |

**Figura 36. Panel de control (C.B.)**





En el caso que sea necesario realizar la marcha de prueba con el malaxador ya llenado, debe ponerse fuera de servicio la compuerta de carga. A tal fin, desconectar los enchufes a los imanes de las válvulas de mando de aire Y9 + Y10.

En la marcha de prueba, se desarrolla un ciclo completo, es decir, un ciclo de trabajo necesario para una carga.

En donde el aparato de mando, se pone en el conmutador-selector a la posición "A" (automático) y el conmutador-selector (servicio individual/continuo).

## **ARRANCAR**

En el aparato de mando, oprimir el pulsador `I` (KS7) y el botón de mando KS10. Se suelta el freno neumático y la centrífuga se acelera.

## **CARGAR**

Alcanzada la velocidad de carga, la compuerta de carga y la chapaleta de carga se abren. El dispositivo separador de mieles se mueve, con retardo, a la posición de miel pobre.

Como en esta marcha de prueba no hay masa cocida que entra en la canasta, el palpador de carga tampoco puede entrar en acción. Por lo tanto, en esta marcha simulada, la carga termina por reacción del relé de temporizador "control de carga". La compuerta de carga se cierra.

En el caso de que deseen terminar la operación de carga con el relé temporizador "control de carga" todavía no transcurrido, accionar el botón de mando KS10.

## **ACELERAR**

Acelera la centrífuga. Comienza el lavado del canal de carga, una vez transcurrido el relé de temporización “comienzo del lavado con agua”, comienza el lavado con agua.

Con retraso, el dispositivo separador de mieles se va hacia la posición de “miel rica”. Termina el lavado del canal de carga, y la chapaleta de carga se cierra. Termina el lavado con agua y comienza el lavado con vapor. La centrífuga alcanza su velocidad de turbinaje.

## **FRENAR**

Transcurrido el tiempo de turbinaje, o después de haber oprimido el botón de mando KS10, la centrífuga comienza a frenar, reduciendo su velocidad por frenado generatórico, hasta alcanzar la velocidad de descarga de aprox. 80  $\text{min}^{-1}$ . Alcanzada la velocidad de descarga, termina el lavado con vapor.

## **DESCARGAR**

Alcanzada la velocidad de descarga, el cono de cierre se abre hacia abajo. El arado de descarga se mueve hacia el interior de la canasta. Después de poco tiempo de detención en la posición superior, el arado se mueve hacia abajo.

Llegado a su posición inferior final, el arado se detiene según el tiempo de detención ajustado, subiendo después hacia arriba sin alejarse de la tela. Alcanzado su posición superior, el descargador se mueve a su posición de reposo. El cono se cierra y simultáneamente, comienza el lavado de la tela. La

centrífuga acelera hasta alcanzar su velocidad de carga. Terminando el lavado de la tela, también está terminada la marcha de prueba. Mediante el pulsador `O` (KS6) se detiene la centrífuga.

### **3.5.8 Puesta en servicio**

Para la puesta en servicio se elabora ya con masa cocida, para la cual se deben de estar abiertas las válvulas de cierre manual para vapor y agua. El mezclador distribuidor se llena, con el agitador de marcha. En donde los elementos de transporte situados debajo de la centrífuga están en marcha.

Antes de comenzar el turbinaje, hacer operar la centrífuga por aprox. 5 minutos con un número de revoluciones bajo, para calentarla. El calentamiento puede efectuarse mediante la válvula de vapor, accionando el conmutador KS11. Puede realizarse también por medio de algunos ciclos con lavado con agua y con vapor o solamente con lavado de vapor. Abrir también un poco la válvula manual para vaporización de la compuerta de carga. Antes de arrancar, volver a cerrar la válvula manual para vaporización de la compuerta.

#### **ARRANCAR**

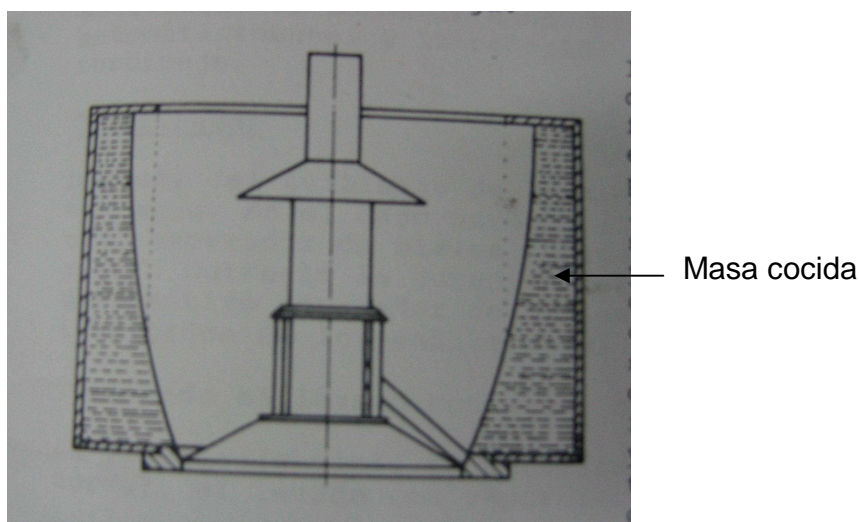
Ajustar el palpador de carga a una posición media. Según las características de la masa cocida, ajustar en el aparato de mando el conmutador selector KS4 para la abertura de la compuerta de carga a 25 - 75 %, pasar el conmutador KS9 a –continuo- y oprimir el pulsador “I” (KS7) y el botón de mando KS10. El ciclo se desarrolla igual que en la marcha de prueba.

## CARGAR

La distribución uniforme de la masa cocida en la canasta de la centrífuga durante y poco después de la operación de carga, es de gran importancia para una marcha tranquila de la centrífuga. La distribución de la masa cocida puede influirse mediante la velocidad de carga (ajustable entre 60 y 250  $\text{min}^{-1}$ ), y por el grado de abertura de la compuerta de carga.

Inmediatamente después de la operación de carga, la masa cocida tiene una forma superficial como se muestra en la figura 37. Durante los primeros segundos de la aceleración, la masa cocida debe adoptar una forma superficial cilíndrica (ver figura 37). Para ello, es condición previa que, después de la carga, exista todavía una cantidad suficiente de miel entre los cristales que actúa como "lubricante", con tal fin, el número de revoluciones de carga y la velocidad de carga deben ser adaptadas a las características de la masa cocida.

**Figura 37. Forma superficial de la masa cocida (C.B.)**



## REGLAS GENERALES PARA LA OPERACIÓN DE CARGA

Masa cocida de baja pureza	=	carga a velocidad alta
Masa cocida de alta pureza	=	carga a velocidad baja
Masa cocida espesa	=	carga a velocidad baja
Masa cocida fluidas	=	carga a velocidad alta

El funcionamiento óptimo de la centrífuga se logra en la elaboración de masas cocidas de características constantes. En todo caso, debe probarse una carga rápida. El tiempo de carga ideal es aprox. 10 segundos por 1,000 kg de masa cocida. Para masa cocida de primera, puede alcanzarse para la centrífuga G 1750 una duración de carga de 10 a 14 segundos para el peso de carta total (1,750 kg). Si este tiempo de carga es prolongado excesivamente, por ejemplo a causa de un mezclador distribuidor casi vacío, o causa de una obturación en el sistema de carga, entonces la masa cocida entra con demasiada lentitud, perdiendo gran parte de la miel en la zona inferior de la canasta. Por consecuencia, después de terminada la operación de carga, la masa cocida ya no puede distribuirse uniformemente, produciendo desequilibrios durante la aceleración de la canasta, provocando fuertes vibraciones en la centrífuga y consecuentemente grandes esfuerzos ejercidos sobre los diversos elementos constructivos. La canasta de carga puede regularse por medio de girar la caja del palpador de carga (giro en sentido de las agujas del reloj: mas cantidad) y la duración de carga puede regularse mediante el grado de abertura de la compuerta de carga con ayuda del conmutador KS4. En servicio continuo y a plena velocidad, la canasta no debe estar cargada con más del 60 % del peso de carga indicado. Si se desea interrumpir la operación de carga prematuramente, debe accionarse el botón de mando KS10. La compuerta de carga se cierra automáticamente y la centrífuga acelera hasta su velocidad de turbinaje.

## CENTRIFUGACIÓN

Después del turbinaje de la miel pobre, debiera comenzar el lavado con agua. En el caso normal, al cabo de unos 3 segundos, el dispositivo separador de mieles debiera ponerse en la posición de “miel rica”.

## DESCARGAR

La operación de descarga comienza a una velocidad ajustada (aprox.  $80 \text{ min}^{-1}$ ) con la abertura del cono. Adaptar la velocidad del movimiento horizontal, el tiempo de detención en las dos posiciones finales, y el movimiento vertical del arado para la descarga del azúcar. Al descargar, el arado de descarga (figura 38) no debe tocar la tela, al cabo de las primeras cargas, acercar el arado gradualmente a la tela, hasta una distancia de aprox. 0.5 a 1 mm. Los restos de cristales de azúcar eventualmente adherentes a la tela, se quitan mediante el lavado de la tela. Este lavado comienza cuando regresa el arado a su posición de reposo. Terminado el lavado, la salida de la canasta es cerrada por el cono de cierre.

**Figura 38. Arado de descarga (C.B.)**



Con esto, queda terminado el primer ciclo de trabajo. Si el conmutador KS9 está en la posición “servicio continuo” la centrífuga inicia automáticamente un nuevo ciclo de trabajo.

## **4. Desarrollo del mantenimiento en las centrífugas**

### **4.1 Mantenimiento preventivo**

El sistema de mantenimiento preventivo busca lo siguiente:

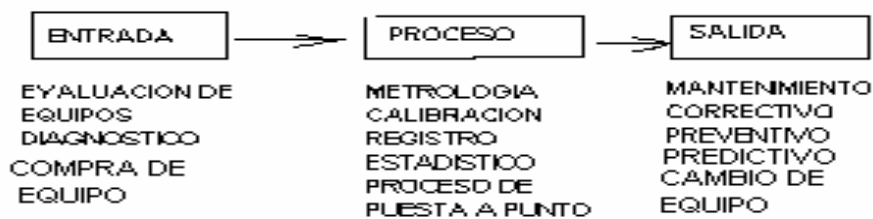
- Prolongar la vida útil de las centrífugas que forman parte del proceso de producción de azúcar dentro del ingenio.
- Optimización de las centrífugas en situaciones de emergencia y crisis disminuyendo las acciones correctivas en el lugar
- Establecer un programa de control de repuestos de equipos y accesorios para las centrífugas destinados a resolver inconvenientes de funcionamiento de los sistemas que están trabajando en el proceso.

Para que el concepto de sistemas de mantenimiento se cumpla, la unidad de mantenimiento debe intervenir en los procesos de compras de equipo, almacenamiento, reciclaje y en los procesos para determinar la vida de baja de equipos y elementos que ya han cumplido sus ciclos de vida.

En el diagrama se puede apreciar las entradas y salidas del sistema de mantenimiento.

Diagrama del proceso de implementación del programa de mantenimiento.

## SISTEMA INTEGRAL DE GESTION DE MANTENIMIENTO

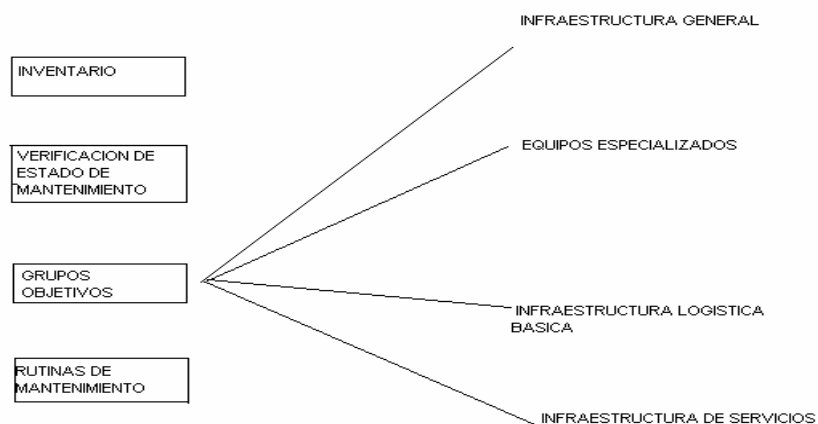


Estrategia para la implementación de un sistema de mantenimiento.

¿Qué hacer para trabajar aceptablemente en este nuevo entorno económico que exige eficiencia y eficacia en los procesos de productividad? El mantenimiento de averías, preventivo y predictivo están al orden del día. El mejoramiento continuo es una necesidad ineludible si se quiere asegurar la calidad del azúcar que se produce.

La implementación del sistema de mantenimiento se debe realizar por medio de un proceso integral de gestión de información.

Diagrama del proceso de seguimiento del programa de mantenimiento.





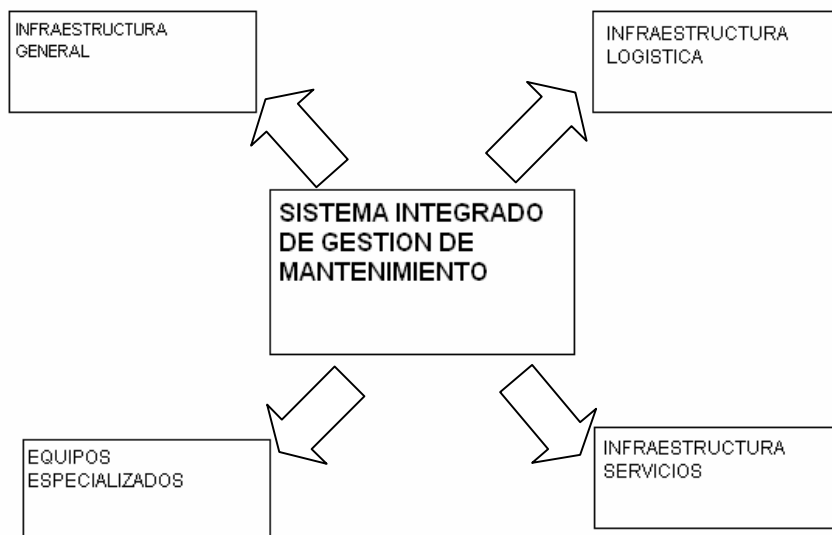
El procedimiento para establecer el programa de mantenimiento debe regirse por los siguientes pasos.

- Para que el programa de mantenimiento sea lo suficientemente efectivo, se necesita realizar un adecuado diagnóstico y evaluación de la capacidad económica y tecnológica del ingenio. Tal evaluación tiene los siguientes componentes. Inventarios actualizados de equipos, estado de funcionamiento, grado de obsolescencia de equipos, historial de mantenimiento y funcionamiento, metodologías y sistemas de almacenamiento y transporte, historial operativo y de capacitación del personal que ha utilizado el equipo, sistema de control y seguimiento del uso, manejo y mantenimiento de los equipos que forman parte de las diferentes redes logísticas de la institución.
- Establecimiento de un compromiso para suministros con los proveedores, para facilitar la obtención de repuestos y servicios de mantenimiento. Este compromiso busca garantizar repuestos y servicios de mantenimiento para los equipos del ingenio. Los proveedores de los equipos centrífugos del ingenio deben cumplir con los siguientes requisitos para cumplir con la eficiencia de entrega de equipos centrífugos. Tener respaldo y cubrimiento nacional e internacional, además de tener respaldo de los productos que venden.
- Implementación de un sistema de calidad como acción preventiva en la utilización de los diferentes equipos centrífugos en los procesos que hacen parte del ingenio. Se deben documentar y clasificar los equipos en relación con el proceso donde trabajan, programas de capacitación en uso, manejo y mantenimiento de equipos centrífugos.
- Para complementar y garantizar el éxito de la implementación del programa, se debe desarrollar un plan de capacitación continua, el canal busca fortalecer los conceptos adquiridos, reevaluar y replantar las

metodologías de mantenimientos preventivos utilizadas actualmente, aumentar la cantidad del personal técnico especializado disponible para la ejecución del programa y normalizar los diferentes procesos de mantenimiento.

En el diagrama se puede apreciar las áreas de acción del sistema de mantenimiento.

Diagrama de las áreas de acción del programa de mantenimiento.



Finalmente se debe mantener un sistema de control, seguimiento, evaluación y retroalimentación constante, el cual se realizaría periódicamente.

Dentro del mantenimiento preventivo que ejercen las centrífugas dentro de su operación están:

### **4.1.1 Centrífuga continua**

Dentro de las perturbaciones de servicio ocasionadas por un mantenimiento insuficiente o inadecuado pueden causar altos costos de reparación y paradas prolongadas de la centrífuga. Por consiguiente, un mantenimiento regular es indispensable.

La confiabilidad del operador y la vida útil de la centrífuga dependen entre otros factores del mantenimiento apropiado que se le da a la centrífuga. Entre ellos están:

#### **CORREAS TRAPEZOIDALES**

Las correas trapezoidales manejan un gran papel, por que de ellas depende que la centrífuga trabaje. Para un buen control se debe de examinar la tensión de las correas después de aproximadamente 170 horas de servicio (7 días).

Si en dado caso las correas estuviesen flojas, golpeando se deben de retensar y para ello se hace lo siguiente:

- Aflojar los tornillos de fijación del motor de accionamiento, desatornillar la tuerca exterior sobre el varillaje del dispositivo tensor.
- Las correas se tensan apretando la tuerca interior (girar contra el sentido del reloj, “salir” de la centrífuga). Al hacerlo, girar la máquina varias veces manualmente.
- Apretar los tornillos de fijación del motor de accionamiento.

- Reponer el alojamiento en su posición inicial, seguir apretando la tuerca interior en el varillaje. Apretar la tuerca exterior en el varillaje del dispositivo tensor.

La retensión uniforme de todas las correas trapezoidales está asegurado cuando durante la retensión se gira manualmente la canasta, evitando la retensión demasiado fuerte.

Algo muy importante al cambiar las correas trapezoidales es ver que sean de igual forma y de igual longitud.

## **TELAS**

Para las telas conviene siempre examinarlas fuera y dentro del proceso, por cualquier deterioro causado por falta de uso o mucho uso. Para su limpieza se pueden hacer de dos formas:

- **CON ÁCIDO SULFÚRICO**

Algunos no-azúcares se acumulan detrás de la tela y pueden obturar las hendiduras de modo que la evacuación de las mieles ya no sea posible, para ello se recomienda darles una limpieza: Primero, si es necesario se desengrasa las telas obturas, luego se diluye ácido sulfúrico concentrado (96 %) a (10 %). Calentar la dilución a 40 – 60 °C y mantener la temperatura, no pasarse de los 60°C, dado que a partir de los 70°C hay separación y destrucción de la capa de croma. Segundo poner las telas obturadas en un líquido de limpieza calentado para hacer actuar durante 1-2 horas el ácido sulfúrico. Tercero tomar las telas del baño de limpieza y enjuagarlas inmediatamente con agua limpia, para luego limpiarlas con un cepillo las partes delanteras y traseras y secarlos con aire comprimido. Y por ultimo se colocan las telas prelimpiadas en el ácido sulfúrico diluido ya utilizado de 40 – 60 °C pero ahora a 30 minutos, para repetir el

procedimiento. Terminando el último paso las telas están listas para el montaje en la canasta.

- **CON ÁCIDO FOSFÓRICO**

En caso necesario, desengrasar en primer lugar las telas obturadas. Diluir ácido fosfórico concentrado (aprox. 85 %) a (10 %). Entonces, proceder como para la limpieza con dilución de ácido sulfúrico.

La diferencia entre el tratamiento con dilución de ácido fosfórico relativa a la dilución con ácido sulfúrico, reside en la agresividad reducida del ácido fosfórico. Además, la capa de cromo no se separa y se destruye con temperaturas de 70 °C y más.

#### **4.1.2 Centrífuga de *batch***

Para un buen servicio de la centrífuga se recomienda que cada tres meses y a fin de cada zafra se proceda a controlar la seguridad de la centrífuga para su perfecto funcionamiento. Con tal fin son de gran importancia los siguientes puntos:

##### **DESCARGADOR**

- Controlar la unión entre el descargador y la carcasa de la centrífuga.
- Controlar la unión entre el arado de descarga y la barra de descarga.
- La barra de descarga no debe tener demasiado juego en su guía. Para comprobar el juego que tiene, hacerla salir y medir con reloj medidor la desviación que se produce al darle presión lateral.

## **CABEZAL DE ACCIONAMIENTO**

Los ruidos producidos durante la marcha de la centrífuga en el cabezal de accionamiento son, en parte, indicio del estado en que se encuentra los rodamientos de bolas. Estos ruidos pueden percibirse claramente cuando se toca la caja de soporte con la punta de un destornillador, presionando la oreja contra el mango de dicha herramienta.

La mayoría de los fallos de rodamientos es causada por corrosión durante la parada de la centrífuga, después de terminada la campaña. Lo que ocurre es una corrosión producida por contacto entre los cuerpos rodantes y la pista de los rodamientos causada por formación de agua condensada dentro de la caja de soporte y la grasa. Por lo tanto, se recomienda:

- Dar una carga suficiente de grasa fresca inmediatamente después de la campaña y distribuirla uniformemente por medio de girar lentamente la centrífuga.
- Para sacar mejor provecho, dar pequeños giros a la canasta una vez por semana fuera de la campaña. Son suficientes unos 20 cm. en el borde de la canasta.

## **CONO DE CIERRE**

En estado cerrado, los rodillos de cambio de dirección en la horquilla del accionamiento del cono no deben tocar la brida de presión del cono. Una posibilidad de ajuste consiste en el dispositivo de fijación del accionamiento del cono situado en el descargador, así como en el dispositivo de fijación del

vástago de émbolo. Controlar los rodillos de cambio de dirección en cuanto a desgaste.

## **CENTRAJE**

Controlar en cuanto a desgaste el casquillo partido del dispositivo de centraje situado en la tapa de la carcasa de la centrífuga.

## **SEPARADORES DE IMPUREZAS**

Controlar en cuanto a paso libre los separadores de impurezas instalados en las tuberías.

## **FRENO**

Controlar las guarniciones del freno.

## **ACOPLAMIENTO**

Controlar en cuanto a desgaste en anillo intermedio elástico.

## **TUBOS DE TOBERAS DE AGUA**

Controlar en cuanto al paso libre las toberas instaladas.

## **INSPECCIÓN DE LA CANASTA**

Para aumentar la seguridad de la canasta de la centrífuga, se recomienda que se realicen a intervalos razonables una inspección de la

canasta en cuanto a defectos, sobre todo a daños sufridos por corrosión. Dado que no tiene una vida útil establecida, pueda ser que duren un día, como pueda ser que duren una semana, es por eso que se recomienda una inspección de dos veces por día.

### **4.1.3 Análisis de vibraciones**

El comportamiento de las centrífugas, requiere de una estabilidad óptima para el buen funcionamiento de la centrífuga. Lo que se pretende con el análisis de vibraciones es proteger la centrífuga de cualquier anomalía que se presente, para la cual se incorporan dos interruptores de péndulo y uno de vibraciones. Esto más que todo es para la centrífuga de *batch*, dándole más importancia a esta por su forma y tamaño.

Lo que se pretende es evitar que la canasta, el eje o el cono de cierre golpeen contra la carcasa de la centrífuga. Como también proteger la centrífuga contra vibraciones excesivas provocadas por desequilibrio de la canasta o torsiones del eje.

#### **INTERRUPTORES DE PENDULO**

Los interruptores de péndulo montados en el cabezal de accionamiento y accionados por varillas de presión, reaccionan a la amplitud del péndulo. Interruptores finales mecánicos deberían tener una distancia entre varilla de presión y rodillo de interruptor de 0 a 0.5 mm. Esta distancia puede regularse mediante ajustes de la varilla de presión. Además, es posible ajustar también el interruptor para asegurar una posición central del rodillo en relación a la varilla.



Para interruptores de aproximación inductivos deberían ajustar la distancia entre varilla de presión e interruptor de tal manera que sobrepasen la distancia de conexión nominal de  $S_N$  por 0 a 0.5 mm. Consecuentemente, resulta en la práctica una longitud de carrera de aprox. 1 a 1.5 mm.

El interruptor de péndulo asegura la centrífuga en la gama de revoluciones inferior hasta unas 400 rpm., una vez superado el primer número de revoluciones crítico a la flexión del eje, la amplitud de oscilaciones de la centrífuga disminuye de tal manera que los interruptores de péndulo ya no puedan reaccionar.

En este momento entra en función el interruptor de vibraciones para asegurar la centrífuga.

## **INTERRUPTOR DE VIBRACIÓN**

El interruptor de vibraciones reacciona a la aceleración de oscilaciones. Si la aceleración de la caja del interruptor supera un cierto límite, una bola de acero suspendida en un campo magnético cae y opera un interruptor para provocar la parada de la centrífuga. El campo magnético es producido por un imán permanente con una distancia hacia la bola exactamente ajustada.

El interruptor de vibraciones ha sido contrastado y ajustado en un valor fijo de aceleración ( $20 \text{ m/s}^2 = 2 \text{ g}$ ) de tal manera que no reaccione en servicio normal de la centrífuga. En la purga de masas cocidas difíciles o con telas obturadas, etc., puede resultar una parada. En tal caso es absolutamente necesario determinar la causa de la parada para eliminarla. Es recomendable que no se modifique el ajuste del interruptor de vibraciones por que podrían causar daños a la centrífuga.

Se recomienda instalar el interruptor de vibraciones a media altura del motor, por ejemplo, en la caja de bordes. Su posición de instalación es vertical, la tecla negra de retroceso debe hallarse abajo. Una vez operada el interruptor de vibraciones, hay que pulsar la tecla de retroceso para que la bola retroceda a su posición inicial en el campo magnético.

## CAUSAS DE VIBRACIÓN

### 1 Depósito en piezas rotativas:

Telas, canasta, cono de cierre y hendidura entre carcasa.	Vaciar la canasta, lavar la centrífuga con vapor aprox. 1 hora (hasta que la canasta gire).
---	---

### 2 Producto a tratar:

Distribución irregular del producto dentro de la canasta.	Verificar tiempo de carga/abertura de la válvula reguladora. El proceso de carga debería efectuarse lo más rápido posible. Verificar la abertura de la válvula de cierre.
Masa cocida demasiado viscosa o fría.	Disminuir la velocidad de carga. Disminuir el grosor de la capa de carga. Diluir la masa cocida antes de entrar en la centrífuga.

### 3 Instalación de la centrífuga:

Tornillos de fijación flojos.	Apretar los tornillos de fijación.
Construcción metálica.	Verificar la construcción metálica y reforzarla en caso necesario.
Vibraciones provocadas por máquinas vecinas.	Suprimir las vibraciones provocadas por máquinas vecinas (ponerlas fuera de servicio).
Piezas montadas en la centrífuga que se hayan aflojado (descargador, cono de cierre, tubo porta-toberas, etc.).	Verificar la fijación de las piezas montadas y apretarlas en caso necesario.

#### 4 **Acoplamiento:**

Unidades de fijación aflojados.

Verificar las unidades de fijación, volver apretarlas o sustituirlas en caso necesario.

Montaje oblicuo del acoplamiento, desalineado, descentrado.

Montar el acoplamiento de manera bien alineada.

#### 5 **Telas de cubierta, telas de base:**

Tela deteriorada.

Cambiar la tela y determinar la causa.

Tela obstruida.

Limpiar la tela mecánicamente, también verificar la cara posterior.

Montaje incorrecto de la tela.

Verificar el montaje.

### 4.1.4 Sistema de lubricación

Dentro del sistema de lubricación que se le dan a las centrífugas va de pender de cual se este manejando, ya que establecen diferentes parámetros una de la otra. Para dar a conocer su forma de lubricación se han desarrollado una por una.

#### **CENTRÍFUGA CONTINUA**

Cuando se recibió la centrífuga, los rodamientos del alojamiento ya venían llenos de grasa en cantidad suficiente. En donde cada rodamiento está provisto de un conducto de lubricación separado.

La grasa utilizada corresponde a la especificación del diseñador o la empresa donde fue adquirida está máquina.

Para una buena lubricación, se recomienda utilizar una bomba de engrase para suministrar bien el lubricante hacia la centrífuga. Para ello se introduce a presión el lubricante aprox. 10 cm<sup>3</sup>, lo que corresponde aprox. 6 – 8 carreras de prensa.

En donde la tabla VIII, se dan a conocer los intervalos de lubricación para la centrífuga continua.

**Tabla VIII. Intervalos de lubricación**

<b>Período</b>	<b>Plazo de reengrase</b>	<b>Cantidad de grasa</b>	<b>Lubricante</b>
<i>Horas de servicio</i>	<i>Horas de servicio</i>	<i>Cm<sup>3</sup></i>	
< 200	50	10	Arcanol L12
> 200	Aprox. 150	10	Arcanol L12

Como es continuo el trabajo que realizan estas centrífugas de 23 a 24 horas de servicio, hay que engrasarlas una vez por semana, no descuidando su chequeo por día (visual).

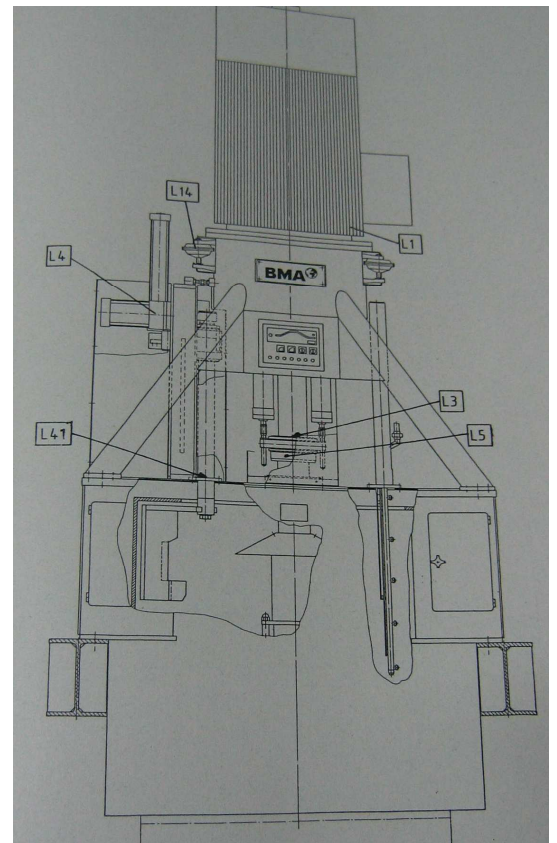
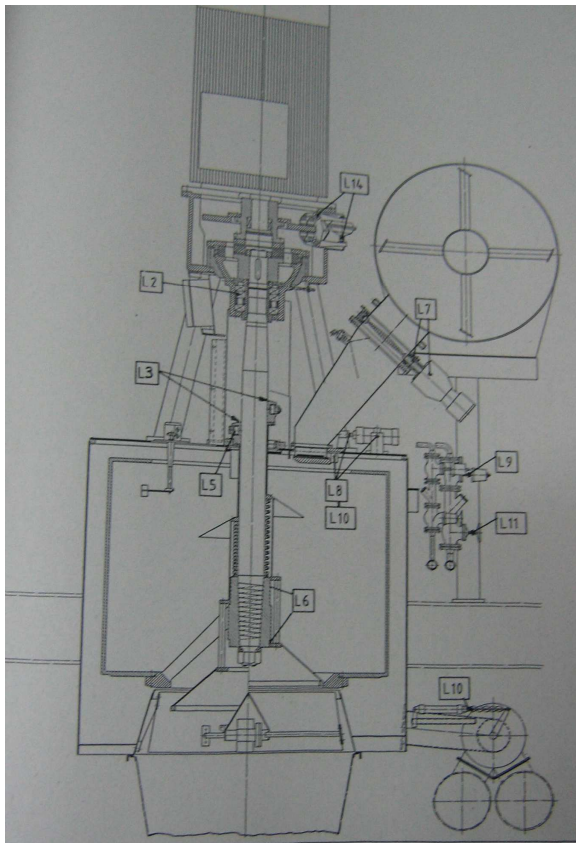
### **CENTRÍFUGAS DE *BATCH***

Dentro del manejo de lubricación que se le da a la centrífuga es muy diferente a la anterior, ya que esta consta de diferentes puntos de engrase. Dentro del cual podemos observar en la figura 39 sus diferentes puntos de engrase.

En donde esta centrífuga tiene un sistema de lubricación:

- Diaria
- Semanal
- Mensual
- Fin de zafra

**Figura 39. Puntos de engrase (C.B.)**



Dentro de la lubricación que se la da a la centrífuga se encuentran los siguientes puntos (el lubricante se da a conocer en cinco categorías A, B, C, D, E. en donde en el Cáp. 4.1.4.1, se dan a conocer sus características):

## LUBRICACION DIARIA

- **L3 Eje:** Dar algunas gotas de E o D entre el eje y el cono de cierre.
- **L4 Descargador:** L41 Tratar la barra de descarga y el rascador de la tapa de la carcasa con D.
- **L6 Cono de cierre:** Rocíar con D los listones

## LUBRICACION SEMANAL

- **L4 Descargador:** L46 Guía de bolas, lubricar con B (2-3 carreras con la prensa de grasa).
- **L5 Accionamiento del cono:** L51 Lubricar con B los rodillos de rodamiento.  
L52 Lubricar con A o B los pernos de guía
- **L8 Chapaletas de carga:** Lubricar con E o A los pernos de articulación del cilindro de aire.
- **L13 Unidad de regulación de aire comprimido:** Llenar con E el recipiente del aceitador-pulverizador.

Vaciar periódicamente el recipiente del filtro. El nivel del líquido no debe alcanzarla chapaleta situada debajo del elemento interior del filtro. Limpiar también periódicamente el elemento interior del filtro. Limpiar de vez en cuando el tamiz colocado en el regulador de presión.

## LUBRICACION MENSUAL

- **L2 Cabezal de accionamiento:** Lubricar con A o B (cada 5 carreras con la prensa de grasa) ambos puntos de engrase en el lado derecho del cabezal de accionamiento.

Fijarse en que no se engrase demasiado en el cabezal de accionamiento, engrasarse sólo parcialmente. En caso de lubricación excesiva hay un sobrecalentamiento del cabezal de accionamiento.

## LUBRICACION FIN DE ZAFRA

- **L1 Motor:** Limpieza del sistema eléctrico
- **L2 Cabezal de accionamiento:** Lubricar inmediatamente después de la campaña (fin de zafra) con bastante grasa A. Al hacerlo la canasta debería girar lentamente.
- **L3 Eje:** Untar el eje con E o A.
- **L5 Accionamiento del cono:** L51 Reengrasar los rodillos de rodamiento con bastante grasa B.  
L52 Untar los pernos de guía con grasa E.
- **L6 Cono de cierre:** Untar el eje con C o A, así como las superficies deslizantes del cono de cierre.
- **L7 Válvula de cierre:** Tratar con E el eje de la chapaleta
- **L8 Chapaleta de cierre:** Limpiar las articulaciones y untarlas con A.
- **L9 Válvula de agua/válvula de vapor:** Untar los ejes de la válvula con A.
- **L10 Cilindro de aire:** Limpiar el vástago de émbolo y tratarlo con A o E.
- **L11 Válvulas de cierre manual:** Engrasar los ejes con A o B.
- **L12 Interruptores finales:** Si existe interruptores finales mecánicos, aplicar una gota de E a los tanques y pernos de rodillos.
- **L14 Mordazas de freno:** Engrasar con A o E las dos articulaciones principales de las palancas de freno. Tratar con A o E el vástago de émbolo del cilindro.

Este sistema que se da en sus cuatro fases o categorías como son: diaria, semanal, mensual y fin de zafra, es para que a la hora de trabajar las centrífugas lo haga en optimas condiciones. Y aplicando estas fases la centrífuga pueda rendir y trabajar sin ningún problema de fallo. Algo muy importante, que la lubricación diaria sea lo mas riguroso posible, ya que un día puede hacer la diferencia del buen manejo o comportamiento de la centrífuga.

#### 4.1.4.1 Tipos de lubricantes

Dentro de los tipos de lubricante que manejan las centrífugas podemos mencionar los siguientes:

##### **CENTRÍFUGA CONTINUA**

Grasa especial para la lubricación de rodamientos con temperaturas y velocidades altas. Aceite básico parafínico con espesante policarbamida. En donde la grasa tiene puntos de derretimiento y de liquefacción altos y contiene inhibidores de oxidación y de corrosión (Arcanol L12). Dentro de los parámetros que debe tener el lubricante que se maneja en la centrífuga son los siguientes:

**Tabla IX. Parámetros del lubricante**

<b>Características</b>	<b>Unidad</b>	<b>Valores característicos</b>
Viscosidad básica de aceite (50 <sup>0</sup> C)	mm <sup>2</sup> /s	66
Gama de temperatura de	<sup>0</sup> C	-30 bis + 175



servicio		
Punto mínimo de derretimiento ASTM	°C	240
Penetración de batanar	0.1 mm	280
Clasificación NLGI	-----	2
Espesante	-----	Pilicarbamida
Comportamiento con agua	-----	Resistencia hasta 90°C
Especificación	MIL-G-3545 B	

### **CENTRIFUGA DE BATCH**

Anteriormente se dieron a conocer sus puntos de engrase, estableciendo cuatro categorías de lubricante como A, B, C, D y E. Ahora se dan a conocer que tipo de lubricante es, describiendo así sus características.

- “A” Grasa Molykote BR2 plus
- “B” Grasa Shell Alvania EP2
- “C” Pasta Molykote G (pasta de montaje)
- “D” Aceite disolvente de azúcar
- “E” Aceite lubricante normal

### **GRASA MOLYKOTE BR2 plus**

Designación según DIN: KPF 2N

### **CARACTERISTICAS**

Grasa saponificada a base de litio con aceite mineral como grasa de base, con aproximadamente un 3 % de disulfuro de molibdeno (MoS<sub>2</sub>) y aditivos de presión extrema, con inhibidores de oxidación y de corrosión.

Consistencia (clase NLGI)	2
Temperatura de utilización	-30 °C hasta 130 °C
A corto tiempo	hasta 150 °C
Viscosidad básica del aceite (40 °C)	110 mm <sup>2</sup> /s
Punto de derretimiento	180 °C

En el caso que no se obtuviese este tipo de grasa, esta este otro grupo de grasas similares de otros fabricantes como lo son:

- |               |                      |
|---------------|----------------------|
| • Texaco      | Molytex Grease EP2   |
| • BP          | Mehrzweckfett L 21 M |
| • Klüber      | Unimoly GLP2/GL 402  |
| • Shell       | Retinax AM           |
| • Mobil       | Mobilgrease Spezial  |
| • <b>Esso</b> | <b>Beacon Q2</b>     |

### **GRASA SHELL ALVANIA EP2**

Designación según DIN: KPL2K

### **CARACTERISTICAS**

Grasa saponificada a base de litio con aceite mineral como grasa de base, con aditivos de presión extrema, con inhibidores de oxidación y de corrosión.

Consistencia (clase NLGI)	2
Temperatura de utilización	-20 °C hasta 120 °C
Viscosidad básica del aceite (40 °C)	200 mm <sup>2</sup> /s
Punto de enfriamiento	180 °C

En el caso que no se obtuviese este tipo de grasa, esta este otro grupo de grasas similares de otros fabricantes como lo son:

- Texaco Multifak EP2
- BP Energrease LS-EP2
- Klüber Centoplex 2EP
- Mobil Mobilux EP2
- **Esso Beacon EP2**

#### 4.1.4.2 Análisis de lubricantes

Para establecer un buen lubricante debe de contar con las mejores características, demostrando que es rentable y eficiente tanto para la máquina como para la producción (que no contamine).

Anteriormente se han demostrado los tipos de lubricante para las diversas máquinas, estableciendo un tipo único de lubricante para la continua como el arcanol L12 (anteriormente demostrado).

**Figura 40. Lubricante arcanol L12 (C.C.)**



Ahora para la centrífuga de batch se han establecido diversos tipos, en donde se realizará un análisis comparativo de sus características.

El tipo “A” se habla de una grasa Molykote BR2 plus y el tipo “B” habla de una grasa Shell Alvania EP2 (demostrado anteriormente), pero también se hablo de un grupo de grasas similares a estos grupos, en caso que no se obtuviese el tipo “A” y “B”. Los similares a este tipo de grasa son el Beacon Q2 y EP2, en donde a continuación se describen sus características:

**BEACON** - Grasa de alta calidad para usos múltiples y para usos especiales.

Las grasas Beacon son grasas de jabón de litio, de primera calidad, apropiadas para lubricar muchos tipos de equipos mecánicos. Beacon 2, 3, EP1, y EP2 son grados de usos múltiples, desarrollados para cumplir los diversos requisitos de los fabricantes europeos de cojinetes, y están plenamente aprobados por ellos.

**Tabla X. Propiedades del lubricante Beacon**

PROPIEDAD S FISICAS Y QUIMICAS	Penetración @ 25 °C		Punto de Goteo °C	Jabón de litio %	Viscosidad del Aceite base	
	Sin trabajar	trabajada			40°C	100°C
BEACON 2	269	270	185	9.5	95	9.4
BEACON 3	235	237	185	11.0	95	9.4
BEACON EP1	310	315	190	8.5	198	15.5
<b>BEACON EP2</b>	<b>272</b>	<b>277</b>	<b>190</b>	<b>9.5</b>	<b>198</b>	<b>15.5</b>
<b>BEACON Q2</b>	<b>270</b>	<b>275</b>	<b>177</b>	<b>9.5</b>	<b>95</b>	<b>9.4</b>
BEACON 325	260	280	188	21.5	11	3.2

Estos productos de textura suave, de fibras cortas, están estructuralmente modificados para hacerlos superiores a otras grasas de litio. Son resistentes al agua e inhibidores de la corrosión; tienen excelente estabilidad a la oxidación y estabilidad mecánica, esta última incluso en condiciones de vibración que hacen que muchas grasas se ablanden. Estas cualidades superiores proporcionan un servicio sobresaliente de lubricación en usos industriales muy variados. En donde los Beacon 2 y 3 se usan en equipos industriales, que estén sometidos a cargas normales. Para un régimen de funcionamiento continuo resultan eficaces entre -30 y 125 °C, pero pueden tolerar temperaturas máximas ocasionales que lleguen hasta 160 °C. Con una relubricación frecuente se pueden usar a temperaturas continuas de hasta 150 °C.

Cuando las condiciones operacionales indiquen el uso de una grasa de extrema presión, se recomienda el Beacon EP1 para la mayor parte de los sistemas centralizados. Para sistemas no críticos se podrá usar también la Beacon EP2. La Beacon EP2 también resulta apropiada para cojinetes de bolas y de rodillos, en donde se produce un contacto deslizante sometido a carga.

La Beacon Q2 contiene disulfuro de molibdeno que ofrece cierta protección en aplicaciones en que se pueda producir una falta de lubricación o una corrosión por vibración.

La Beacon 325 está hecha con un aceite base especial, de éster sintético, que la hace apropiada para un amplio rango de temperaturas, especialmente para pequeños cojinetes de instrumentos. Registra un funcionamiento continuo a temperaturas que lleguen hasta 120 °C, permaneciendo empero en movimiento a temperaturas de -55 °C y aun menores. Al igual que otras grasas de este tipo de aceite de éster sintético

podrá llegar a ablandar o hinchar ciertos plásticos, elastómeros, pinturas o barnices, un factor que habrá que considerar en su aplicación.

El tipo “E” habla de un aceite lubricante normal, en donde este tipo de aceite para la empresa es el Teresso.

**TERESSO** – Aceites industriales de calidad superior (o tipo “Premium”).

Los aceites Teresso se usan en el mundo entero para lubricar y proteger la maquinaria industrial de precisión que tenga los requisitos más rigurosos de lubricación. Además se usan aceites Teresso en sistemas de circulación, cojinetes antifricción, engranes cerrados, unidades hidráulicas y muchas otras aplicaciones que exigen una lubricación de servicio prolongado en equipos industriales.

La excelencia de los productos Teresso es el resultado combinado de aceites base, métodos de refinación y aditivos seleccionados. Los aceites Teresso se producen a partir de bases parafínicas de la más fina calidad, escogidas por su resistencia a la oxidación y refinadas por técnicas modernas para eliminar los componentes inestables e indeseables. Aditivos cuidadosamente seleccionados acrecientan sus buenas cualidades inherentes.

Los aceites Teresso proporcionan estas ventajas notables:

- Excelente estabilidad a la oxidación, que brindan una larga duración sin formación de lodos perjudiciales.
- Protección contra la formación de la herrumbre en superficies metálicas
- Alto índice de viscosidad, para resistir grandes cambios de viscosidad con variaciones de temperaturas.

- Resistencia al arrastre de aire, para proporcionar respuestas firmes en sistemas hidráulicos.
- Resistencia a la formación de espuma, que al ser excesiva, causa una lubricación defectuosa y pérdida de lubricante.
- Buena demulsibilidad, que hace posible una pronta separación del agua arrastrada.
- Una gran variedad de viscosidades, que varían entre ISO VG 32 y 460, inclusive.
- Disponibilidad de grados especiales, producidos con la misma base y los mismos aditivos que los grados corrientes, pero que contienen otros aditivos para propiedades y usos especiales.

**Tabla XI. Propiedades del lubricante Teresso.**

PROPIEDADES FISICAS	VICOSIDAD		I.V.	ESCURRI- MIENTO °C	INFLAMACIÓN V.A. °C
	40 °C	100 °C			
TERESSO 32	32	5.3	110	-9	206
TERESSO 46	44	6.5	97	-9	212
<b>TERESSO 68</b>	<b>65</b>	<b>8</b>	<b>97</b>	<b>-6</b>	<b>224</b>
TERESSO 77	78	10	97	-6	227
TERESSO 100	100	12	97	-6	257
<b>TERESSO 150</b>	<b>157</b>	<b>16</b>	<b>95</b>	<b>-6</b>	<b>266</b>
TERESSO 220	214	19	95	-6	266
TERESSO 320	306	24	95	-3	277
TERESSO 460	432	30	95	-3	307
TERESSO N 150	147	14	97	-9	254
TERESSO N 220	230	19	97	-9	264
TERESSO N 320	327	24	97	-9	279

Los aceites Teresso N 150, N 220 y N 320 son grados especiales formulados para cojinetes antifricción y usos similares. Además del inhibidor de oxidación y del agente antiespumante, contienen un aditivo detergente y un agente antiespumante.

Los aceites Teresso N150 y N220 protegen contra la herrumbre y se separan fácilmente del agua, aún en presencia del detergente, mientras que el aceite Teresso 320 se usan en maquinas que trabajan a temperaturas muy altas.

#### **4.1.5 Análisis de fallas**

Antes que las centrífugas puedan operar sin ningún problema se es necesario chequearlas rigurosamente contra fallos imprevistos, por eso se recomienda un análisis de fallas, en donde lo que se pretende establecer es la causa de posibles fallas de la centrífuga.

#### **CENTRIFUGA CONTINUA**

Las posibles causas de fallos para la centrífuga continua se establecen más que todo en la tabla XII. Detallando su problema, su causa y su remedio, para poder mantener las centrífugas a su máximo nivel de operación sin ningún tipo de falla.



**Tabla XII. Causas de fallo de la centrífuga continua.**

<b>Problema</b>	<b>Causas</b>	<b>Remedio</b>
Fuertes vibraciones, marcha inestable.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La estructura no esta bastante rígida, influencias extrañas.</li> <li>• La carcasa no esta atornillada correctamente sobre la estructura.</li> <li>• Depósitos en el distribuidor del producto.</li> <li>• Depósitos en la carcasa exterior de la canasta.</li> <li>• Transporte irregular de azúcar en las telas.</li> <li>• Instalación de diversas telas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reforzar la estructura.</li> <li>• Controlar las uniones por tornillos.</li> <li>• Limpieza general</li> <li>• Lavado con vapor cuando la canasta está en rotación.</li> <li>• Limpiar las telas de trabajo.</li> <li>• Cambiar solamente juegos completos.</li> </ul>
Obturación en el canal de disolución / de empastado.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Líquido de disolución/de empastado en cantidad insuficiente, conducto circular obturado.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Controlar el caudal, limpiar el conducto circular, limpiar la centrífuga.</li> </ul>
Obturación del dispositivo de alimentación.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Terrones de masa cocida en el tubo de alimentación o en el distribuidor de producto.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eliminar los terrones.</li> </ul>
Las correas trapezoidales golpean o patinan.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Correas trapezoidales alargadas o usadas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Retensar las correas trapezoidales, en caso necesario cambiar el juego completo.</li> </ul>

## CENTRIFUGA DE *BATCH*

Dentro de los fallos que podemos encontrar en esta clase de centrífuga, podemos mencionar los siguientes:

**Tabla XIII. Causas de fallos de la centrífuga de *batch***

Problema	Causa	Remedio
1. El arado no gira hacia su posición de trabajo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El cilindro neumático no entra en acción:</li> <li>• Fuga en los elementos de obturación del cilindro</li> <li>• Defectos en los conductos de aire</li> <li>• Falla la válvula de mando.</li> <li>• Atascamiento, accionamiento incorrecto o defectos en el interruptor final del cono de cierre.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Renovar los elementos de obturación en el cilindro.</li> <li>• Renovar los conductos de aire.</li> <li>• Controlar eléctrica y mecánicamente la válvula y renovarla eventualmente.</li> <li>• Ajustar correctamente el interruptor final.</li> </ul>

<p>2. El arado no baja</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El interruptor final “posición de reposo” no es accionado</li> <li>• El cilindro neumático no acciona.</li> <li>• La barra de descarga está atascada en la conducción.</li> <li>• La válvula de estrangulación no funciona correctamente.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ajustar correctamente el interruptor final.</li> <li>• Actuar según lo indicado (A) I.</li> <li>• Proveer la barra de descarga con aceite soluble en azúcar. Después limpiar bien la barra de descarga y engrasarla.</li> <li>• Controlar y limpiar las válvulas de estrangulación.</li> </ul>
<p>3. El arado no sube</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El cilindro neumático no entra en acción:</li> <li>• Fugas en los elementos de obturación del cilindro.</li> <li>• Defectos en los conductos de aire.</li> <li>• Falla la válvula de</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Renovar los elementos de obturación en el cilindro.</li> <li>• Renovar los conductos de aire.</li> <li>• Controlar eléctrica y mecánicamente</li> </ul>

	<p>mando.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Faltan los impulsos eléctricos.</li> <li>• El interruptor final “abajo” no es accionada correctamente o tiene defecto.</li> <li>• Las válvulas de estrangulación no funciona correctamente.</li> </ul>	<p>la válvula.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ajusta correctamente el interruptor final.</li> <li>• Controlar y limpiar las válvulas de estrangulación.</li> </ul>
--	---	--

## 4.2 Mantenimiento correctivo

### 4.2.1 Selección de herramienta apropiada

Para el montaje de las centrífugas se es necesario tener las herramientas apropiadas, en donde estas herramientas deben de estar al alcance del mecánico.

A continuación se establecen los diversos tipos de herramientas y equipos necesarios para el montaje de las centrífugas:

- 1 – 2 Polipastos de aproximadamente 3 a 5 toneladas.
- 1 Soldadura Autógena y eléctrica.
- 1 Torno paralelo al montaje.
- 1 – 2 Juegos de herramientas ordinarias para mecánico:  
(Llaves, martillo, limas, punzones, taladradora magnética, brocas, extensión de luz, nivelador, etc.)
- 1 – 2 Juegos de herramientas para electricistas:  
(Indicador de manivela, voltímetros, amperímetros, cautín para soldar, metro).
- Herramienta para montadores de tubos y fontaneros.

Además los cables de enlace desde la sala de control centralizada hasta los armarios de mando, los cables desde los armarios de mando a la centrífuga, y los cables por colocar dentro de la centrífuga se tendrá que hacer con la herramienta adecuada, dentro de estas están:

- Tener una Terminal de cables.
- Estaño para soldar.
- Material aislante.
- Bornes de araña.
- Sujeta cables.
- Tornillos
- Material de cierre para tubos.

## 4.2.2 Calibración de ajustes/tolerancias

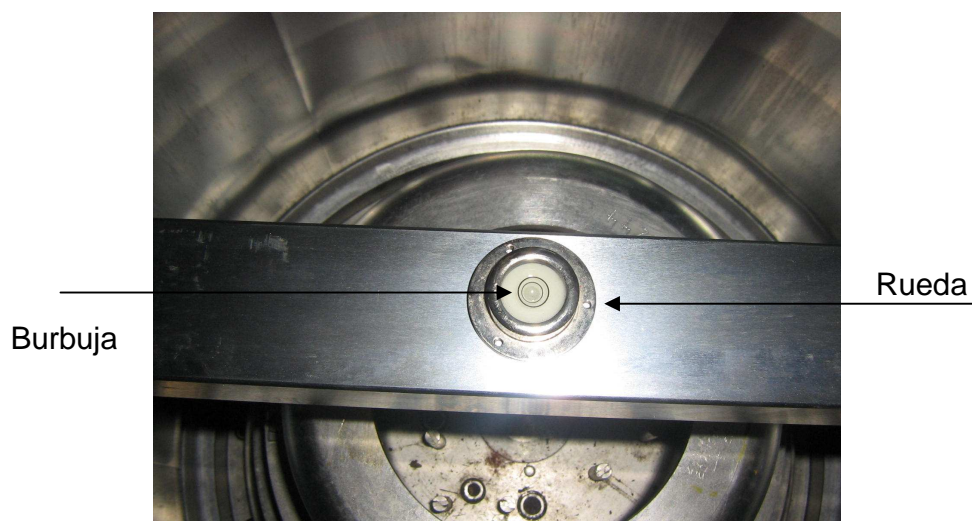
Dentro de los ajustes y tolerancias que se establecieron dentro del montaje se encuentran:

### NIVELACIÓN DE LA CENTRÍFUGA CONTINUA

Lo que se pretendió fue dejarla nivelada, y para ello se utilizó un nivelador de “ojo”, en donde la burbuja se dejó entre los límites aceptables que se requieren. En donde los límites aceptables de este nivelador es dejar la burbuja dentro de la rueda pequeña que se encuentra al centro del nivelador, en donde su tolerancia cero sería dejarla la burbuja al centro de la rueda. Por su parte se recomienda dejarla lo más centrada posible, en caso no necesario dejarla por lo menos dentro de la rueda pequeña del nivelador.

En donde la figura 41, se muestra claramente la tolerancia aceptable para que la centrífuga pueda trabajar sin ningún problema.

**Figura 41. Tolerancia aceptable de la centrífuga continua**



## NIVELACIÓN DE LA CENTRÍFUGA DE *BATCH*

Este por su parte fue un poco mas riguroso en su nivelación, ya que por su forma y tamaño se tenia que dejarla nivelada. El procedimiento fue el mismo que la anterior, pero ahora con un nivelador mas preciso con tolerancias de 0.0005 in / Foot / 0.04 mm / Meter. En la figura 42, se muestra el tipo de nivel que se utilizo para que la centrífuga quedara lo mas nivelada posible.

Figura 42. Nivel (THE L.S. STARRETT CO.)



En donde la burbuja debe quedar al centro no importando que toque las líneas, pero eso sí equitativamente, es decir, que si de un lado toca dos líneas del otro lado también.

### 4.2.3 Desmontaje de la centrífuga continua en sus diferentes equipos.

Para el desmontaje de la centrífuga se debe de contar con la herramienta adecuada anteriormente mencionado, para su desmontaje se deben de seleccionar las partes de desglose, para una manipulación correcta y adecuada, entre ellas están:

- Tapa
- Canasta
- Alojamiento

En donde en la figura 43, se muestra el desglosamiento de la centrífuga dando a conocer sus puntos de carga, por otro lado en la tabla XIV, se dan a conocer sus pesos de cada parte del desglosamiento en sus diferentes modelos, en marcando el tipo de modelo que se maneja en el montaje.

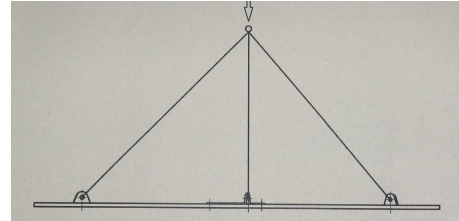
**Tabla XIV. Pesos de las diferentes partes de la centrífuga.**

Serie de construcción	Peso total con motor (t)	Motor (Kg)	Tapa (Kg)	Canasta (Kg)	Alojamiento (Kg)
K2200	3.3 – 3.5	550 – 600	~310	250 – 320	~330
<b>K2300</b>	<b>3.4 – 3.6</b>	<b>550 – 600</b>	<b>~310</b>	<b>300 – 350</b>	<b>~330</b>
K2400	3.6 – 4.0	550 - 600	~370	360 - 400	~330

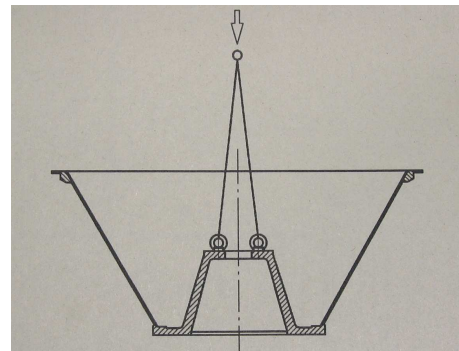


**Figura 43. Desmontaje de la centrífuga continua**

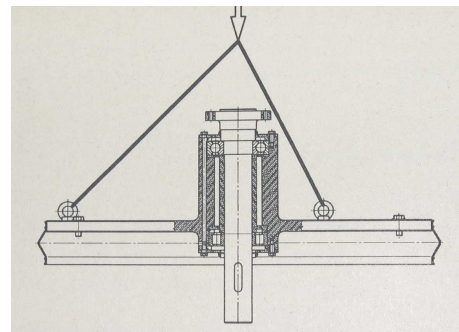
Tapa



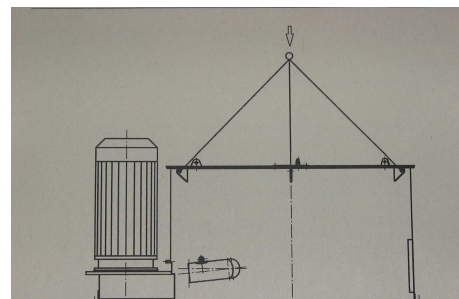
Canasta



Alojamientos



Máquina completa



## **Tapa.**

Quitar los accesorios que van por encima de la tapa (mangueras, válvulas, etc.) para luego desenroscar los tornillos cilíndricos que están alrededor de el y posteriormente retirar la tapa de la centrífuga.

## **Canasta.**

Desatornillas los tornillos cilíndricos y sin cabeza (hexagonal) que se ajustan al árbol (alojamiento), para luego retirarla de la centrífuga. El apriete que llevan estos tornillos cilíndricos es de 54 Nm.

Si el anillo opresor es desarmado tener en cuenta lo siguiente:  
En el anillo opresor y en el fondo de la canasta se encuentran números punzonados para marcar la posición relativa de las piezas una referente a la otra, en donde estos números punzonados deben coincidir.

## **Alojamiento (Desmontaje completo)**

1. Desempalmar las mangueras hacia el tubo portatoberas, la unidad de regulación y el dispositivo de carga.
2. Desmontar el tubo portatoberas de agua.
3. Desempalmar las mangueras de vapor hacia el tubo de alimentación y si existen, hacia la caperuza del distribuidor de producto (sólo en caso del modelo con distribuidor de producto tipo turbo.)
4. Desmontar el tubo de alimentación.

5. Desempalmar las mangueras de la carcasa del distribuidor de producto (solamente en caso del distribuidor de producto tipo turbo) y quitar los racores.
6. Desenroscar las tuercas de la carcasa del distribuidor de producto y bajar la carcasa (solamente en caso del distribuidor de producto tipo turbo).
7. Aflojar la unión roscada del racor (tubería) de tubo hacia el dispositivo de disolución o de empastado (solamente en caso de un modelo con tina de disolución o de empastado).
8. Aflojar la unión roscada de fijación de la tapa de la carcasa y quitar la tapa de carcasa con ayuda de un dispositivo de elevación adecuado.
9. Quitar la carcasa del distribuidor de producto (solamente en caso del distribuidor de producto tipo turbo).
10. Desatornillar los tornillos de fijación del distribuidor de producto (tornillos de cabeza cilíndrica) y quitar el distribuidor de producto.
11. Desmontar la unidad de regulación y el codo (si es necesario).
12. Por conveniencia, la canasta es desmontada en estado completo con su entelado. A este fin, desatornillar los 8 tornillos de cabeza cilíndrica que fijan la canasta en el eje de alojamiento. Desatornillar los dos tornillos sin cabeza y atornillar las armellas hasta que la canasta se desprenda del eje. La canasta puede extraerse con un dispositivo de elevación adecuado.
13. Aflojar la transmisión por correa.
14. Desmontar la parte delantera de la tapa de carcasa, la cubierta delantera del canal de correa y si es necesario la cubierta inferior del canal de correa.
15. Quitar la correa trapezoidal de la polea del árbol de centrífuga.
16. Desmontar la pinza de freno (si existe).
17. A este fin, quitar los cuatro tornillos de fijación de la pinza de freno, eventualmente desmontar las mangueras de aire.

## **Alojamiento.**

Para el desmontaje del alojamiento proceder de la siguiente manera:

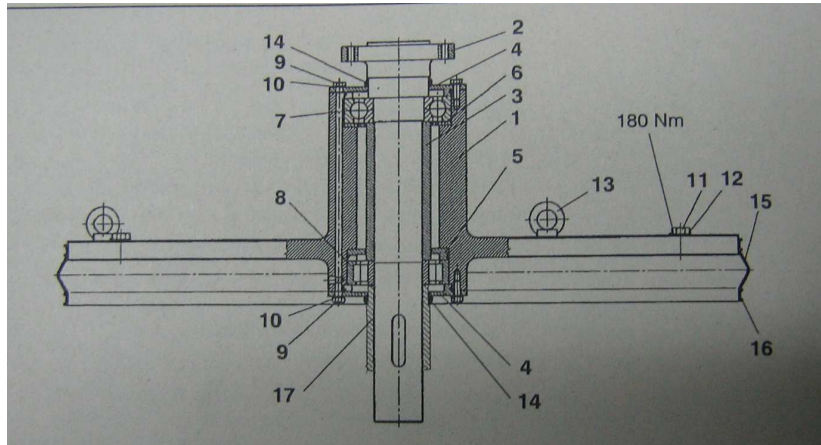
1. Aflojar los tornillos con hueco hexagonal del casquillo cónico de montaje Taper Lock.
2. Quitar el casquillo cónico Taper Lock con la polea de correa. (Durante el desmontaje de la polea de correa ésta puede caer. En donde se recomienda sostenerla con la mano durante su desmontaje).
3. Si existe, desmontar el disco de freno y la pieza distanciadora de poca longitud. Si no, desmontar la pieza distanciadora mas larga.
4. Desatornillar la tapa superior del alojamiento (quitar los tornillos) y quitar la tapa inferior del alojamiento. Debajo de la tapa inferior del alojamiento se encuentra un rodamiento de rodillos cilíndricos como rodamiento libre.
5. Con una herramienta adecuada, sacar el árbol del alojamiento tirando o empujando hacia arriba.
6. Desmontar los rodamientos superior e inferior con una herramienta apropiada.

## Designación del alojamiento.

Posición.	Designación
1	Caja de cojinetes
2	Árbol
3	Casquillo de soporte
4	Tapa de alojamiento
5	Anillo de lubricación inferior
6	Anillo de lubricación superior
7	Rodamiento superior
8	Rodamiento inferior
9	Tornillo hexagonal
10	Arandela de seguridad
11	Tuerca hexagonal
12	Arandela de seguridad
13	Armella
14	Junta
15	Manguito de estanqueidad
16	Abrazadera de manguera
17	Pieza distanciadora, corta (con freno) o larga (sin freno).

En donde en la figura 44, se muestra claramente localizadas todas las partes anteriormente mencionadas, dando un mejor énfasis en la localización de sus partes para un montaje como también para su desmontaje.

**Figura 44. Alojamiento.**



### **Ensamblaje del alojamiento.**

El alojamiento se ensambla de la siguiente manera:

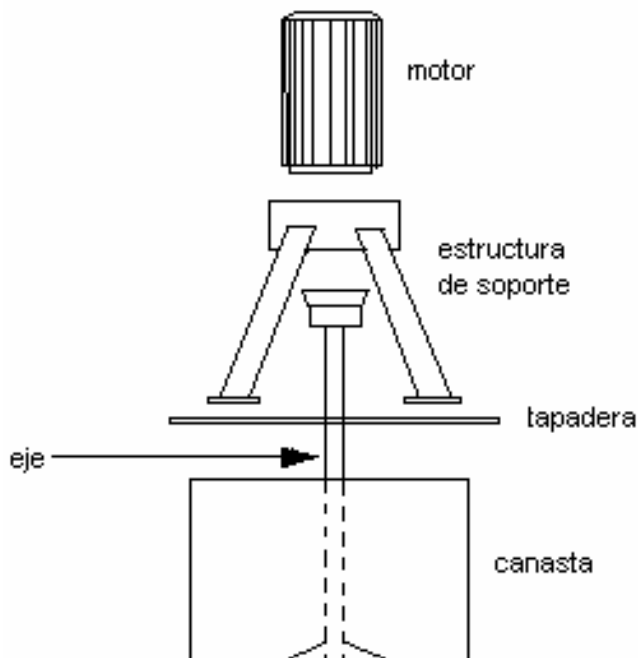
1. Poner la junta superior (pos. 14) y la tapa superior del alojamiento (pos. 4) en el árbol.
2. Montar el rodamiento superior (pos. 7) en el árbol. Llenar el rodamiento con 40 – 50 g de la grasa especificada.
3. Poner el casquillo de soporte (pos. 3).
4. Montar el anillo interior del rodamiento inferior (pos. 8) en el árbol.
5. Colocar el anillo de lubricación (pos. 6, superior) en la caja del alojamiento (pos. 1).
6. Introducir el árbol con sus elementos montados en la caja de cojinetes. Traer el rodamiento rasurado de bolas en su asiento, ejerciendo presión en la tapa del alojamiento con ayuda de los tornillos. Durante esta operación, hacer girar el árbol varias veces con la mano.

7. Montar el anillo exterior del rodamiento inferior dentro de la caja de cojinetes.
8. Atornillar la tapa superior del alojamiento, montar la tapa inferior del alojamiento.
9. Montar la pieza distanciadora con junta.
10. La polea con casquillo cónico Taper Lock debe montarse como se indica:
  - Todas las superficies brillantes como en el taladro, el asiento cónico del casquillo y la arandela deben de estar limpias y libres de grasa.
  - Colocar el casquillo cónico en el cubo y hacer coincidir los taladros de unión.
  - Enroscar los tornillos cilíndricos del casquillo cónico ligeramente lubricados con aceite.
  - Todavía no apretar los tornillos. Poner la polea de correa en el árbol limpiado y libre de grasa.
  - Todavía no apretar los tornillos cilíndricos.
  - Bloquear el casquillo cónico en sentido axial en el árbol apretando el tornillo con arandela grande.
  - Apretar los tornillos cilíndricos del casquillo cónico mediante una llave dinamométrica con un par de apriete de 85 Nm (62.7 lb<sub>f</sub> · ft).
  - Después de una hora de servicio, controlar el par de apriete de los tornillos cilíndricos y corregirlo, si es necesario.
11. Apretar las tuercas autoblocantes para los amortiguadores de goma con un par de apriete de 180 Nm (132.7 lb<sub>f</sub> · ft).
12. Lubricar los rodamientos después del montaje.

#### 4.2.4 Desmontaje de la centrífuga de *batch* en sus diferentes equipos.

La centrífuga de *batch* se puede derivar en sus diferentes componentes como lo son: motor, estructura de soporte, tapadera, canasta y sus equipos auxiliares tales como: Acoplamiento, descargador, equipo de freno, etc. En la figura 45, se muestra un procedimiento de desmontaje de la centrífuga sin incluir los equipos auxiliares, ya que ellos pueden ser manejados sin necesidad de acudir a otras máquinas.

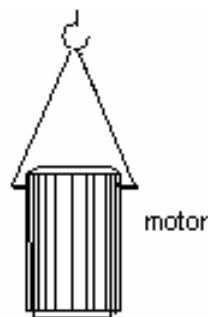
Figura 45. Desmontaje de la centrífuga de *batch*.





## Motor

Para el desalojamiento del motor, primero que nada se debe de quitar la corriente eléctrica del motor para evitar cualquier peligro alguno, ya establecido lo anterior, se desaloja el motor de la estructura de soporte, para ello el motor tiene localizado en la parte exterior (carcasa) dos ganchos de extremo a extremo en donde ahí se puede enganchar y retirarla de la centrífuga.

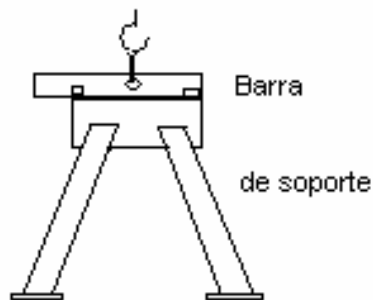


Algo muy importante que hay que tomar en cuenta, que al retirarla el motor va a salir con el acoplamiento, para retirar el acoplamiento del motor se es necesario colocarla en una mesa hueca en el centro a una cierta altura considerable de la superficie, ya que por debajo es por donde se afloja el acoplamiento del motor.

## Estructura de soporte.

La estructura de soporte no es mas un diseño agregado a la centrífuga para que a la hora de trabajarla ella no tenga movimiento alguno sobre la horizontal. Con los años se han venido estableciendo nuevos modelos y diseños tal es el caso de la centrífuga de batch, que con este diseño lo que se

pretende es darle rigidez en si a toda la centrífuga, evitando cualquier movimiento relativo. Consiguiendo que trabaje sobre su propio eje.



Para su desalojamiento se coloca una barra (proporcionada por la centrífuga) atornillada a la estructura de soporte, esta barra conlleva en el centro un agujero para su enganche de desalojo, ya engancho es retirado de la centrífuga.

### **Tapadera.**

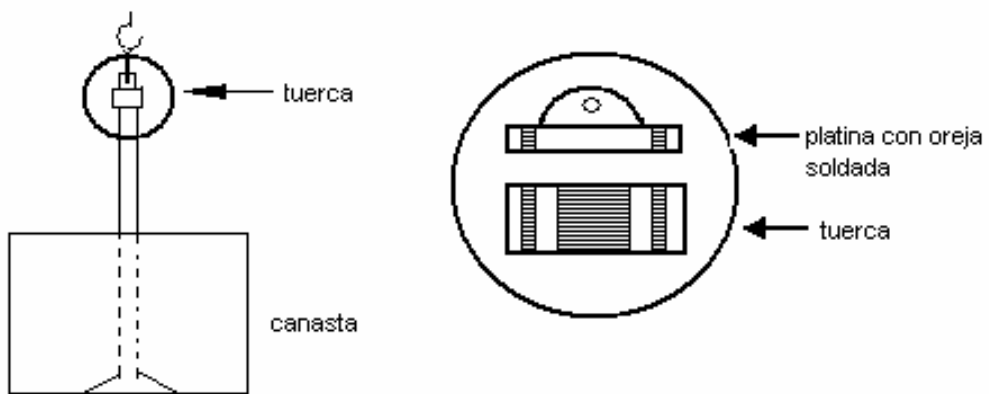
Ya retirado el motor, estructura de soporte, se lleva al desalojamiento de la tapadera, en donde esta tapadera no es más que dos medias tapas partidas a la mitad atornilladas alrededor de la centrífuga. Algo muy importante que hay que destacar, es que no se están tomando en cuenta los equipos auxiliares que van por encima de la tapadera, ya que se asume que fueron retirados anteriormente.

### **Canasta.**

Ya retirado todo lo que va por encima de la tapadera se lleva al desalojamiento de la canasta, para ello se coloca una tuerca con orejera en el

extremo superior del eje, ya roscada la tuerca en el eje se engancha en la oreja y es retirada de la centrífuga.

Algo muy importante, es que la tuerca no es proporcionada por la centrífuga, para ello se elaboro una tuerca y a la vez una platina con oreja para su enganche, esta platina va atornillada a la tuerca y a la vez la tuerca va a atornillada al eje.



## **5. PRUEBAS Y RESULTADOS**

### **5.1 Pruebas**

Para que una máquina (centrífuga) funcione a la perfección se le tienen que hacer ciertas pruebas, no es solo de montar la máquina y que funcione, si no que hay que establecer ciertos parámetros de prueba, ya que ellas van a demostrar si la máquina funciona sin ningún peligro alguno. Antes de realizar las pruebas se tienen que establecer los siguientes parámetros:

- Verificación de todo el equipo montado (válvulas, mangueras, conectores, etc.)
- Controlar que los tornillos de la centrífuga estén bien apretados.
- Toda instalación eléctrica esté bien conectada.
- Que las tuberías de vapor y agua estén instaladas en el lugar correcto.

#### **5.1.1 Centrífuga continua**

##### **5.1.1.1 Análisis estructural**

Dentro del análisis estructural de las centrífugas continuas se dan a conocer los siguientes puntos:

- Diagrama de fuerza cortante
- Momento flexionante

- Deformación

A continuación se analiza con datos reales todo lo establecido anteriormente.

### REACCIONES EN A Y B

$$\sum M_a = 0 \quad \curvearrowright$$

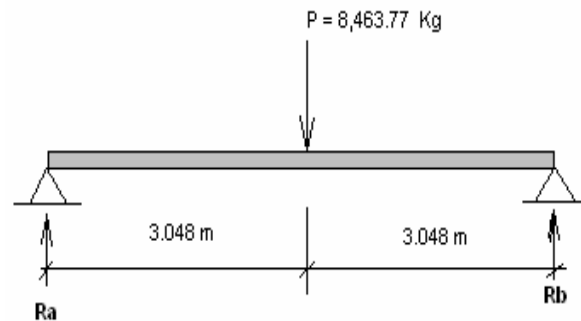
$$R_b(6.096 \text{ m}) - 8,463.77 \text{ Kg}(3.048 \text{ m}) = 0$$

$$\mathbf{R_b = 4,231.88 \text{ Kg}}$$

$$\sum F_y = 0 \quad +\uparrow$$

$$R_a - 8,463.77 \text{ kg} + 4,231.88 \text{ kg} = 0$$

$$\mathbf{R_a = 4,231.88 \text{ Kg}}$$

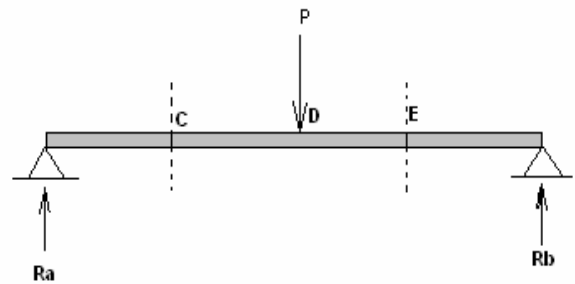


### FUERZA CORTANTE

A - C

$$V_{A-C} = R_a$$

$$\mathbf{V_{A-C} = 4,231.89 \text{ Kg}}$$



C - E

$$V_{C-E} = R_a - P$$

$$\mathbf{V_{C-E} = -4,231.88 \text{ kg}}$$

## MOMENTO FLEXIONANTE

A – C

$$M_{(x)} = R_a(x) \quad ;$$

$$x = 0 \quad M_{(x)} = 0$$

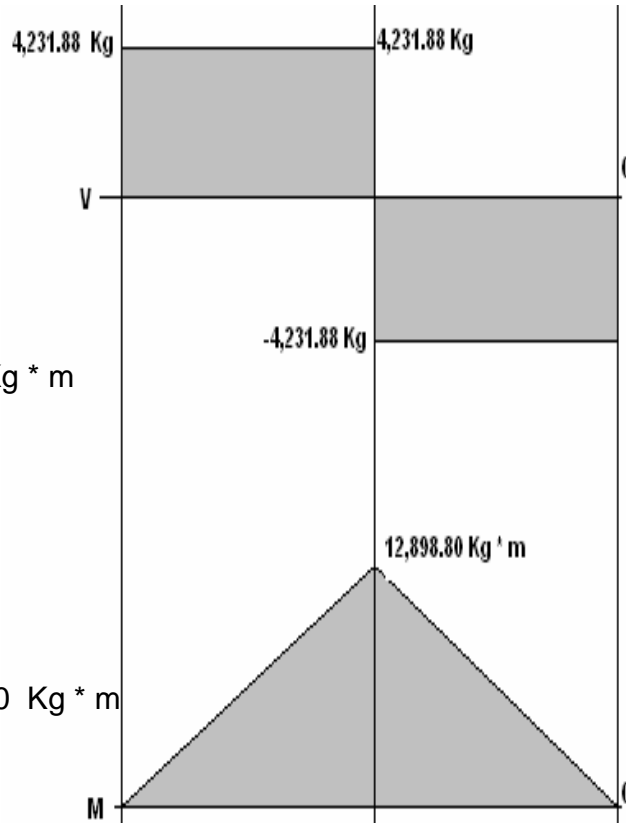
$$x = 3.048 \text{ m} \quad M_{(x)} = 12,898.80 \text{ Kg} \cdot \text{m}$$

C – E

$$M_{(x)} = R_a(x) - P(x - 3.048)$$

$$x = 3.048 \text{ m} \quad M_{(x)} = 12,898.80 \text{ Kg} \cdot \text{m}$$

$$x = 6.096 \text{ m} \quad M_{(x)} = 0$$



## DEFORMACIÓN DE VIGA

### METODO DE ORDEN DE INTEGRACIÓN

En donde:

1<sup>era</sup> Integración nos da la pendiente de la elástica

2<sup>da</sup> Integración nos da la flexión en un punto determinado de la elástica.

$$EI \frac{\partial^2 y}{\partial x^2} = (4,231.89 \text{ kg})(X) - (8,463.77 \text{ kg})(X - 3.048 \text{ m})$$

$$EI \frac{\partial y}{\partial x} = (4,231.89 \text{ kg})(X^2) / 2 - (8,463.77 \text{ kg})(X - 3.048 \text{ m})^2 / 2 + C_1$$

$$EI Y = (4,231.89 \text{ kg})(X^3) / 6 - (8,463.77 \text{ kg})(X - 3.048 \text{ m})^3 / 6 + C_1 (X) + C_2$$

En donde:

$$X = 0$$

$$Y = 0 \quad ; \quad C_2 = 0$$

$$X = 6.096 \text{ m}$$

$$Y = 0 \quad ; \quad C_1 = -19,657.78 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$$

En donde la deflexión se obtiene, para cuando  $X = 3.048$ :

$$Y = (4,231.89 \text{ kg})(X^3) / 6 - (8,463.77 \text{ kg})(X - 3.048)^3 / 6 + C_1 (X) + C_2$$

$\begin{matrix} \swarrow & \searrow \\ 0 & 0 \end{matrix}$

$$Y = \frac{-39,944.61 \text{ kg} \cdot \text{m}^3}{EI}$$

Y la pendiente se obtiene también para cuando  $X = 3.048$ :

$$\partial y / \partial x = (4,231.89 \text{ kg})(X^2) / 2 - (8,463.77 \text{ kg})(X - 3.048)^2 / 2 + C_1$$

$\begin{matrix} \swarrow \\ 0 \end{matrix}$

$$\partial y / \partial x = 0$$

### 5.1.1.2 Pruebas de arranque

Dentro de las pruebas de arranque que se le hicieron a la centrífuga (sin masa cocida) constan en:

**Tabla XV. Primera prueba de arranque (C.C.)**

TENSIÓN DE FAJAS	BUEN ESTADO <input checked="" type="radio"/>	MAL ESTADO <input type="radio"/>
VIBRACIONES	SIN <input checked="" type="radio"/>	CON <input type="radio"/>
RUIDOS ANORMALES	SIN <input checked="" type="radio"/>	CON <input type="radio"/>
TEMPERATURA DEL MOTOR	< 80°C <input checked="" type="radio"/>	> 80°C <input type="radio"/>

Dentro de las observaciones que podemos decir a cerca de los datos anteriores es que cuando decimos que las fajas están en buen estado, quiere decir que están trabajando, sin ninguna vibración y sin ningún ruido alguno. Ahora conforme a la temperatura del motor se tubo problema, por que estaba calentando demasiado a una temperatura de 85°C aproximadamente y no se tenia trabajando la centrífuga continuamente, entonces se tubo que parar la máquina y verificar el cableado eléctrico.

Ya verificado todo el sistema eléctrico se dio a la siguiente prueba en donde ya no se tuvieron se obtuvieron datos anormales, conforme a la temperatura del motor ya no se calentó y se mantuvo en una temperatura normal de 45 °C.



Tendiendo la máquina funcionando sin ningún problema, se dio a la siguiente fase, de establecer los parámetros del panel de control, figura 46, en marcando su velocidad, masa cocida por tratar, etc. Para que cuando se trabaje con masa cocida se pueda manipular directamente desde el panel de control.

**Figura 46. Panel de control (C.C.)**



(a)



(b)

En la figura 46a, se ve como esta montado todo el equipo de la centrífuga continua, mientras que en la figura 46b, se ve en si el panel de control, en donde podemos observar que marca 85.1 eso es mas que todo el amperaje, es decir, que va ser el porcentaje de masa cocida por tratar. Ahora con el numero 50 que observamos en el panel de control, va ser el porcentaje de abertura que tiene la válvula de alimentación de masa.

Con los cuatro botones de abajo del panel de control, los dos primeros van a ser del motor, en donde podemos observar que en marca una luz verde, eso quiere decir que el motor está arrancado; Si fuera la luz roja que enmarcara significaría que esta parado.

Los dos últimos botones van hacer de la válvula de arriba, figura 47, en donde esta va dejar entrar y a la vez cerrar la masa cocida por tratar. Como podemos observar no se enmarca ninguna luz en el panel de control y es por que la válvula que se tiene es manual no neumática. Lo recomendable para este tipo de válvulas es una neumática que se pueda controlar directamente desde el panel de control, por emergencia se tiene una manual.

**Figura 47. Sistema de válvulas (C.C.)**



Válvula manual

Válvula neumática

No se recomienda tener una válvula manual para la entrada de la masa cocida, por que a la hora de parar todo el sistema se hace muy difícil acceder hasta ese punto, por otro lado si hay un corte de energía la masa llena la centrífuga y la inunda ocasionando fuertes vibraciones a la máquina. Ahora con

la válvula de abajo se puede tener cualquiera de las dos ya que es fácil de acceder y de maniobrar.

## 5.1.2 Centrífuga de *batch*

### 5.1.2.1 Análisis estructural

Dentro del análisis estructural de la centrífuga de *batch* se dan a conocer los siguientes puntos:

- Diagrama de fuerza cortante
- Momento flexionante
- Deformación

A continuación se analiza con datos reales todo lo establecido anteriormente.

#### REACCIONES EN A Y B

$$\sum M_a = 0 \quad \curvearrowright$$

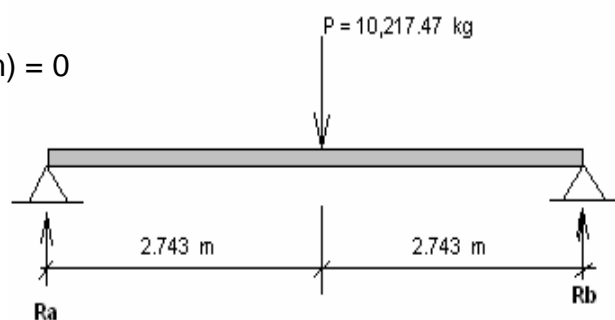
$$R_b (5.486 \text{ m}) - 10,217.47 \text{ Kg} (2.743 \text{ m}) = 0$$

$$R_b = 5,108.73 \text{ Kg}$$

$$\sum F_y = 0 \quad +\uparrow$$

$$R_a - 10,217.47 \text{ kg} + R_b = 0$$

$$R_a = 5,108.73 \text{ Kg}$$



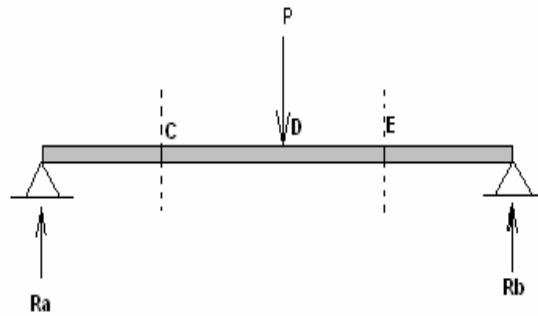
## FUERZA CORTANTE

A - C

$$V_{A-C} = R_a \quad V_{A-C} = 5,108.73 \text{ Kg}$$

C - E

$$V_{C-E} = R_a - P \quad V_{C-E} = -5,108.73 \text{ kg}$$



## MOMENTO FLEXIONANTE

A - C

$$M_{(x)} = R_a(x) \quad ;$$

$$x = 0 \quad M_{(x)} = 0$$

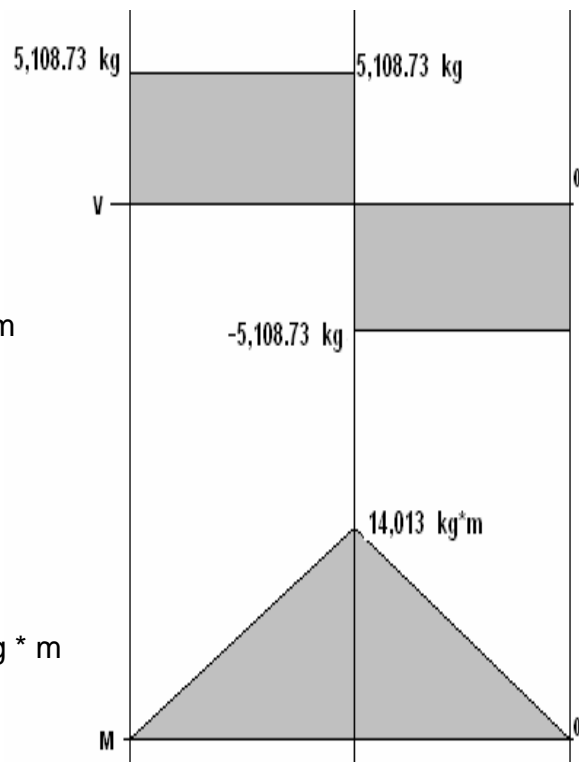
$$x = 2.743 \text{ m} \quad M_{(x)} = 14,013.24 \text{ Kg} \cdot \text{m}$$

C - E

$$M_{(x)} = R_a(x) - P(x - 2.743) \quad ;$$

$$x = 2.743 \text{ m} \quad M_{(x)} = 14,013.24 \text{ Kg} \cdot \text{m}$$

$$x = 5.486 \text{ m} \quad M_{(x)} = 0$$



**DEFORMACIÓN DE VIGA  
METODO DE ORDEN DE INTEGRACIÓN**

En donde:

1<sup>era</sup> Integración nos da la pendiente de la elástica

2<sup>da</sup> Integración nos da la flexión en un punto determinado de la elástica.

$$EI \frac{\partial^2 y}{\partial x^2} = (5,108.73 \text{ kg}) (X) - (10,217.47 \text{ kg}) (X - 2.743 \text{ m})$$

$$EI \frac{\partial y}{\partial x} = (5,108.73 \text{ kg})(X^2) / 2 - (10,217.47 \text{ kg})(X - 2.743 \text{ m})^2 / 2 + C_1$$

$$EI Y = (5,108.73 \text{ kg}) (X^3) / 6 - (10,217.47 \text{ kg}) (X - 2.743 \text{ m})^3 / 6 + C_1 (X) + C_2$$

En donde:

$$X = 0$$

$$Y = 0 \quad ; \quad C_2 = 0$$

$$X = 5.486 \text{ m}$$

$$Y = 0 \quad ; \quad C_1 = -19,219.16 \text{ kg} * \text{m}^2$$

En donde la deflexión se obtiene, para cuando  $X = 2.743 \text{ m}$ :

$$Y = (5,108.73 \text{ kg}) (X^3) / 6 - (10,217.47 \text{ kg}) (X - 2.743)^3 / 6 + C_1 (X) + C_2$$

$$Y = \frac{-35,145.43}{EI} \text{ kg} * \text{m}^3$$

Y la pendiente se obtiene también para cuando  $X = 2.743$  m:

$$\partial y / \partial x = (4,231.89 \text{ kg}) (X^2) / 2 - (8,463.77 \text{ kg}) (X - 3.048)^2 / 2 + C_1$$

$$\partial y / \partial x = 0$$

### 5.1.2.2 Pruebas de arranque

Dentro de las pruebas realizadas a la centrífuga, se comenzó inspeccionando el cableado eléctrico en donde se vio que algunas piezas estaban cambiadas.- Se llevo a la corrección de la misma, para luego continuar con el proceso de pruebas. Ya teniendo controlado el sistema eléctrico, se manipulo el panel de control en donde se establecieron sus tiempos tecnológicos (tabla XV) para su ciclo completo.

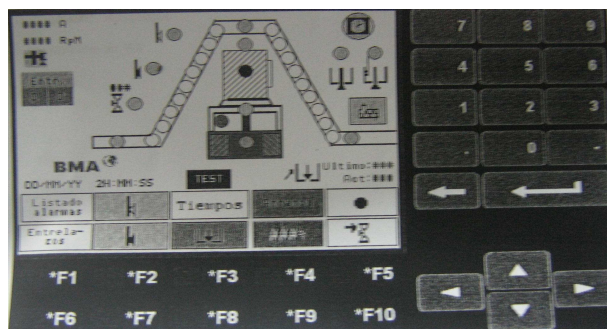
**Tabla XVI. Secuencia para un ciclo completo (C.B.)**

	<b>Secuencia</b>	<b>Duración</b>
1	Control de la duración del ciclo	220 seg.
2	Control de la duración de carga	20 seg.
3	Retardo separación de mieles hacia "miel rica"	20 seg.
4	Comienzo lavado con agua	30 seg.
5	Duración lavado con agua	30 seg.
6	Comienzo lavado con vapor	10 seg.
7	Duración lavado con vapor	10 seg.

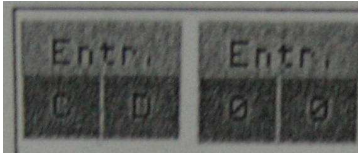
8	Duración turbinaje	20 seg.
9	Duración lavado de tela	10 seg.
10	Descargador: Tiempo de espera arriba	3 seg.
11	Descargador: Tiempo de espera abajo	5 seg.
12	Comienzo enjuague del canal de carga	6 seg.
13	Retardo separación de mieles hacia "miel pobre"	3 seg.
14	Retardo cerrar chapaleta de carga	5 seg.

Los valores indicados para el ajuste de los relés de tiempo, son aproximativos y sirven para determinar la secuencia de las operaciones de un ciclo. No se toman en cuenta ni la calidad de la masa cocida ni la pureza del producto. La duración indicada para el tiempo 1, se refiere a un rendimiento de la centrífuga de 18 – 20 cargas por hora. Para dicha prueba se deben realizar los ajustes exactos durante el servicio de la centrífuga tomando en cuenta la masa cocida por procesar, la aceleración del motor y la pureza del producto ya que son fundamentales para la elaboración del azúcar. Ya establecidos los tiempos de manera que sea posible una secuencia de operación satisfactoria, se llevo a la manipulación del panel de control, dando a conocer su forma de operar para un mejor control de operación, explicando detalladamente cada figura de la pantalla, para que a la hora de manipularlo, el operador no tenga ningún problema de la secuencia del ciclo.

**Figura 48. Panel de control (C.B.)**



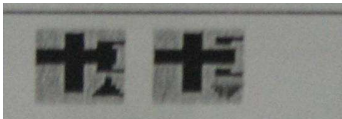
## Explicación de los elementos en la pantalla principal.



Indicaciones de selección de interbloques

Izquierda: ambos interbloques no seleccionados

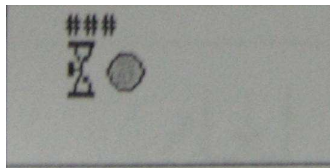
Derecha: interbloques para carga "C" y descarga "D" están seleccionados.



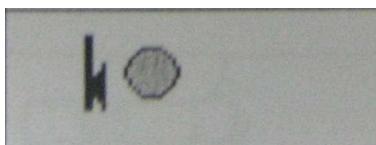
Indicador de freno, realimentación del interruptor de caída de presión.

Izquierda: Freno cerrado

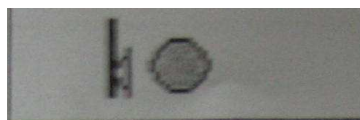
Derecha: Freno abierto.



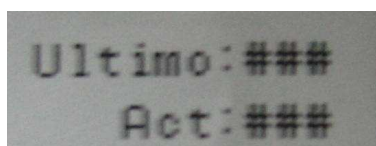
Indicador de válvula de carga, "luz" gris cuando no está activada y amarilla cuando está abierta, parpadea rápidamente al abrir y cerrar y lentamente cuando ocurre una falla. El # indica el ángulo de apertura controlado en porcentaje.



Indicador de válvula de agua: gris indica desactivada, amarillo cuando ha recibido orden de abrir.

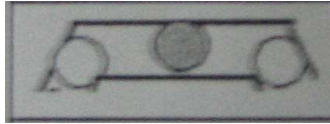


Indicador de válvula de paso de vapor: gris desactivada, amarillo cuando ha recibido orden de abrir.

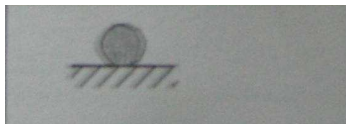


Indicadores de tiempo: Ultimo = la duración del ultimo ciclo, sin el tiempo de espera en la secuencia. Act = Tiempo desde la apertura de la válvula de carga en este ciclo.

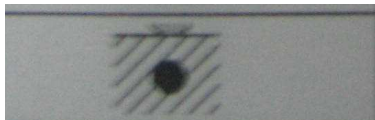




Indicador de rotación: amarillo cuando la máquina alcanza la velocidad de centrifugación.



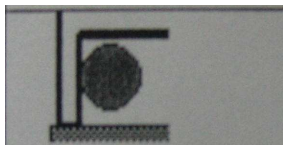
Indicador de accionamiento: amarillo cuando el accionamiento está en marcha, parpadea en caso de fallo en el accionamiento.



Indicador de motor: rojo cuando el ventilador del motor está averiado, ó la temperatura del propio motor es alta.



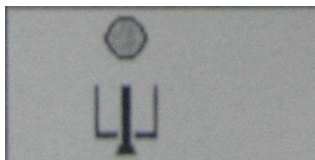
Indicador de vibración. El indicador parpadea en rojo cuando la maquina se desconecta debido a una vibración.



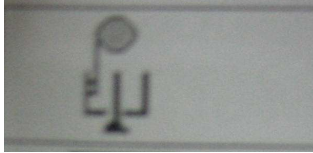
Interbloqueo de descarga. Si el interbloqueo de descarga está seleccionado y la máquina está en espera de descarga, este indicador aparece en azul.



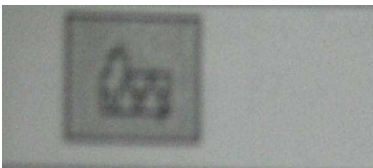
Indicador de desequilibrio: aparece en rojo cuando la máquina se desconecta debido a un desequilibrio.



Indicador del cono de cierre, amarillo cuando el cono esté abierto, parpadeo rápido cuando está en movimiento y parpadeo lento en caso de fallo.



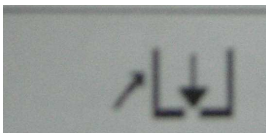
Indicador de descarga, amarillo cuando el descargador está sobre la tela, parpadeo rápido cuando está en movimiento y parpadeo lento en caso de falla.



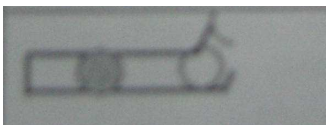
Transporte: amarillo cuando la realimentación comunica al SLC que la banda transportadora está en funcionamiento, en caso contrario es gris.



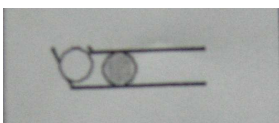
Este signo aparece cuando la máquina está funcionando en modo Auto, la referencia para la válvula de carga es cero y el BIT que permite el accionamiento sin carga está encendido.



Este indicador sobre el botón "Arranca" muestra en que modo se encuentra la centrifugadora, si es diferente al mostrado por el icono F10, esto significa que el modo seleccionado en F10 aún no ha sido reconocido por F4.

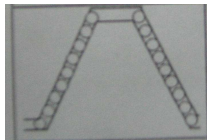


Indicador de velocidad de carga: parpadea cuando la velocidad de carga fijada aún no ha sido alcanzada y se mantiene en amarillo una vez conseguida.



Indicador de velocidad de descarga: parpadeo rápido cuando la velocidad de descarga fijada aún no ha sido alcanzada y se mantiene

amarilla una vez conseguida.



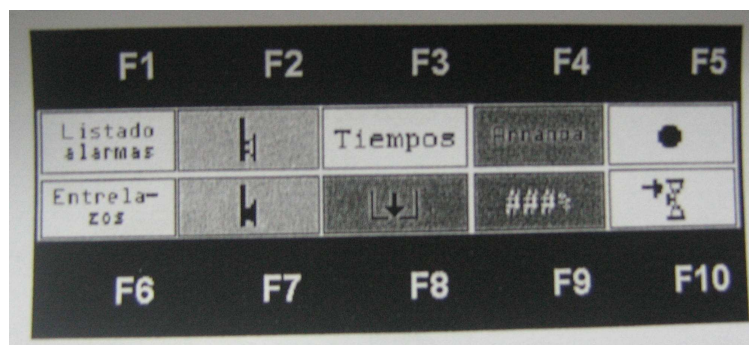
Indicador de velocidad aproximativa en pasos de 100 rpm. Cuando los indicadores en el lado izquierdo están encendidos, la centrifugadora está acelerando, los indicadores en la derecha muestran la desaceleración.



Si estos indicadores aparecen en rojo, quiere decir que el límite de tiempo fijado en el temporizador 1 para un ciclo, ha sido excedido.

Para el teclado de abajo (F1 hasta F10) en la pantalla principal se establece el siguiente esquema:

**Figura 49. Teclado de mandos**



- F1** Aquí encontrará una lista con las últimas 25 alarmas comprobadas con sus fechas y el momento en que se produjo.
- F2** Conecta la válvula de vapor. Se trata de un pulsador de contacto

sostenido.

- F3** La llevará a la pantalla de selección desde donde podrá seleccionar todas las demás pantallas.
- F4** Iniciar, continuar o saltar, dependiendo del estado actual de la máquina, encontrará una descripción más adelante.
- F5** Botón de selección de operación única o continua. En modo único (sencillo), la máquina efectuará un ciclo, llevará a cabo un limpiado de pantalla, acelerará a velocidad de secado y se detendrá. Después de esto, si pulsamos F4 comenzará un nuevo ciclo. En modo continuo: la máquina reiniciará un nuevo ciclo una vez finalizado el anterior, no se requiere un comando del operador.
- F6** Conmuta a la pantalla donde podrá seleccionar si la máquina debe operar en secuencia con otras. Existen dos posibilidades de secuencia diferentes que pueden ser utilizados en conjunto o separadamente. *Interbloqueo de carga:* al comenzar la carga, la máquina evitará que las demás máquinas (siempre y cuando sus interbloques estén conectados) sean cargadas durante un tiempo seleccionable. También esta máquina sólo podrá iniciar la carga cuando ninguna otra máquina lo impida.
- F7** Válvula de agua. Controla la válvula de agua para que baje y después abra. A una velocidad que 250, es una tecla pulsadora momentánea, a una velocidad superior a 250 pasa a ser sostenida, volviendo a ser momentánea al decrecer la velocidad por debajo de 250.

F8



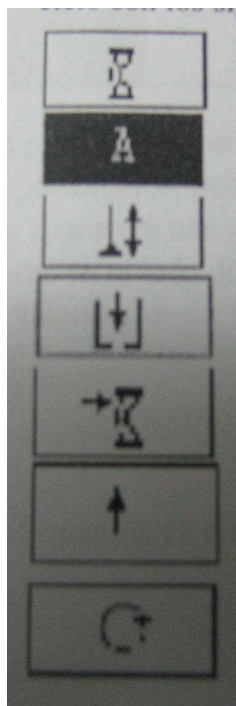
Selección de modo de descarga: Al pulsar este botón, se efectuara un ciclo completo.

Se podrá en marcha sin descarga y esperará a velocidad de descarga después de completar el ciclo.

Sin descarga.

F9 Aquí podremos seleccionar el ángulo de apertura de la válvula de carga.

F10 Es el selector de modo de operación de la máquina, los posibles modos de ciclo son los siguientes:



**Carga manual:** la máquina alcanza la velocidad de carga, carga y espera la entrada del operador.

**Automático:** modo de operación normal.

**Campana de cierre:** la máquina reduce a cero su velocidad, se desconecta el accionamiento, a velocidad cero la campana puede ser puesta en servicio.

**Velocidad de descarga:** la centrifugadora busca la velocidad de descarga, una vez alcanzada esta velocidad, al pulsar F4 se iniciará la operación descarga.

**Velocidad de carga:** la máquina alcanza la velocidad de carga.

**Velocidad intermedia:** la máquina acelerará o decelerará a una velocidad de giro intermedia.

La velocidad de centrifugación alcanza su máximo valor. Todas las

selecciones deben ser confirmadas pulsando F4 antes de ser aceptadas y ejecutadas. Para conmutar a automático la centrifugadora debe encontrarse a la velocidad cero.

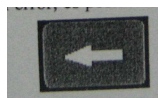
### **Configuración para optimizar los valores adecuados en los temporizadores**

En esta pantalla podremos introducir los valores para los temporizadores, pulsando una de las teclas de función aparecerá una pantalla de entrada, con las teclas numéricas en el lado derecho del panel de control podremos ajustar dichos valores.

La confirmación se efectuará por medio de la tecla



En dado caso si no hubiese necesario modificar valores o existe un error, es posible deshacer los cambios y salir de la pantalla de entrada pulsando la tecla:



En la pantalla de los temporizadores viene establecido las diversas funciones que corresponde a un ciclo completo en la figura 47 se establecen los diversos temporizadores.

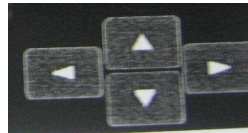


**Figura 50. Pantalla de los temporizadores**

F1: Monitor tiempo ciclo	###	Seg.
F2: Monitor tiempo de carga	###	Seg.
F3: Duración jarabe pobre	###	Seg.
F4: Retardo agua 1	###	Seg.
F5: Duración agua 1	###	Seg.
F6: Retardo agua 2	###	Seg.
F7: Duración agua 2	###	Seg.
F8: Retardo agua 3	###	Seg.
F9: Volver		F10: Seguir

**Temporizador 1**

Para poder cambiar de un F1 a un F5 se realiza por medio del cursor de flechas mostrado a continuación:



F1: Duración agua 3	###	Seg.
F2: Retardo vapor	###	Seg.
F3: Duración vapor	###	Seg.
F4: Duración turbinaje intermedio	###	Seg.
F5: Duración gina	###	Seg.
F6: Duración lava canasta	###	Seg.
F7: Duración descargador arriba N/A	###	Seg.
F8: Duración descargador abajo	###	Seg.
F9: Volver		F10: Seguir

**Temporizador 2**

F1: Retardo a jarabe pobre	###	Seg.
F2: Retardo limpiar canal de masa	###	Seg.
F3: Duración limpia canal de masa	###	Seg.
F4: Retardo cerrar tapa de carga	###	Seg.
F5: Reposo limpiar canal de salida	###	Seg.
F6: Duración limpia canal de salida	###	Seg.
F7: Inicio 2a veloci. descarga	##	Seg.
F8: Dur. marcha despues lava tela	##	Seg.
F9: Volver		F10: Seguir

**Temporizador 3**

Para establecer las velocidades de la centrífuga va ser la misma configuración como el de los temporizadores solo que con dos características diferentes: Para acceder a ellas es necesario introducir una contraseña (107), allí podemos ajustar valores de límites superiores e inferiores.

**Figura 51. Velocidades de la centrífuga**

F1: Velocidad de carga	###	RpM.
F2: Velocidad intermedio	###	RpM.
F3: Velocidad de gira	####	RpM.
F4: Velocidad de descarga	###	RpM.
F5: secunda velocidad descarga	###	RpM.
F6:		
F7:		
F8:		
		F9: Volver

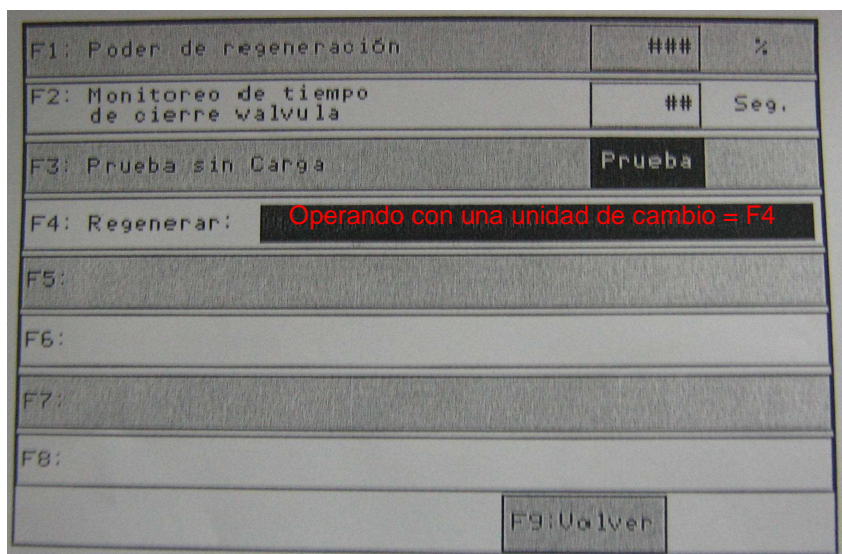
Para el ajuste de los controles especiales se tiene el mismo formato que los anteriores dando a conocer su explicación:

- F1** Ajusta la potencia de regeneración en porcentaje de la potencia nominal del variador.
- F2** Ajusta un temporizador que vigila el tiempo de cierre de la válvula de carga. Si se sobrepasa este tiempo, debido por ejemplo a que algo bloquea la válvula, se producirá un aviso de alarma.



- F3** Permite que la centrifugadora opere en modo automático sin carga, el ángulo de apertura de la válvula de carga debe ajustarse en este caso a cero por ciento (0%).
- F4** Es para seleccionar la operación regenerativa. Si solo una unidad es seleccionada, la potencia de regeneración, ajustada con F1, se multiplica con 0.6.

**Figura 52. Controles especiales**



Las funciones de F4.

Anteriormente se había mencionado sin dar una explicación previa ya que esta produce resultados diferentes, las cuales se establecen a continuación:

- Si está seleccionado el modo manual, F4 lo podrá en marcha.
- Si este modo requiere una entrada adicional, F4 lo hará. Por ejemplo: Si “ir a velocidad de descarga” está seleccionada y la velocidad es la correcta, al pulsar F4 se iniciará la operación de descarga.
- Si después de una detención rápida o una descarga de emergencia la campana se encuentra abierta, al seleccionar “Cono” y después pulsar F4 el cono se cerrará.
- En el modo automático, al pulsar F4 se iniciará.
- El próximo ciclo si el modo de operación es modo sencillo, no continuó.
- En modo automático al pulsar F4 finalizará el paso en curso y se iniciará el próximo, es decir, si la máquina esta siendo cargada, al pulsar F4 este proceso finalizará y la centrifugadora comenzará a acelerar. Si está en proceso de aceleración, al pulsar F4 se producirá una desaceleración, también cuando está centrifugando.

**NOTA: Cuando aparece la información “tiempo de carga”, borrar la falla con el botón iluminado blanco. Después ver si a dentro de la canasta todo es normal. Al pulsar F4 el ciclo continuara.**

## **5.2 Resultados**

### **5.2.1 Capacitación del personal**

Para que las centrifugas fueran operadas de la mejor manera posible se capacito al personal del área (operadores), dando conocimiento de la máquina y su sistema de funcionamiento, como también todos los puntos de riesgo en caso de una manipulación incorrecta del operador.

Todo trabajo con la máquina debe sólo efectuarse con personal bien capacitado e instruido. Dentro de la capacitación que se le da al personal a barca lo siguiente:

- manejo de la máquina
- preparación
- conservación
- mantenimiento y
- reparación

Dentro de las instrucciones que se le dan al operador después de la capacitación son:

- El operador no debe de llevar cabello largo, ropa de trabajo suelta o joyas inclusive anillos, por existir el riesgo inminente de quedar enganchados en la máquina.
- Debe utilizarse ropa protectora personal, en la medida que sea necesaria.

- Hay que estar siempre pendientes de la máquina por cualquier anomalía que se presente.
- Sin la previa autorización del ingeniero, no deben realizarse en la máquina ninguna modificación, construcción adicional y transformaciones que puedan afectar a la seguridad del operador.

**Figura 53. Manipulación de las centrífugas**

Continua



Batch



### 5.2.1 Resultados de operación

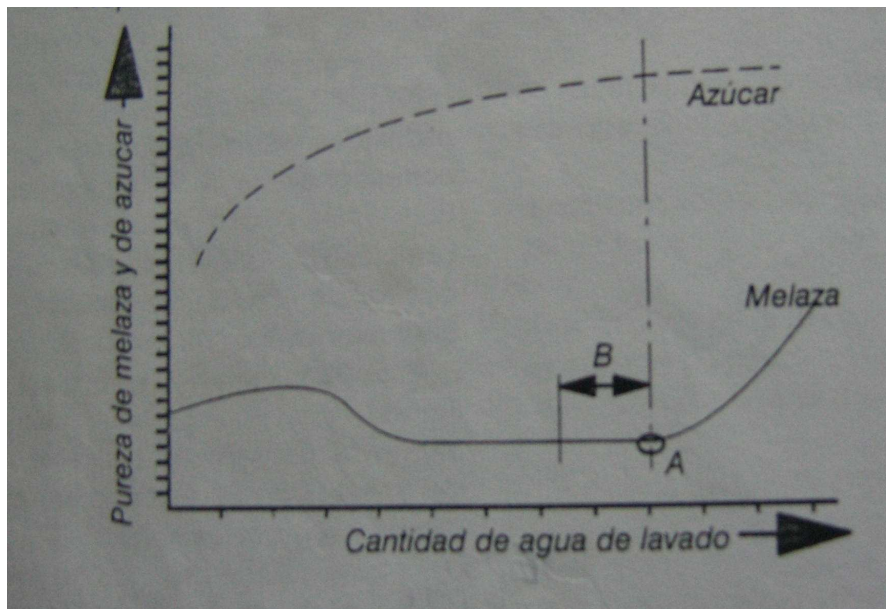
#### CENTRIFUGA CONTINUA

Los mejores resultados de servicio se logran mediante la adición en cantidad apropiada del agua de lavado y del vapor. Para determinar las

cantidades óptimas de vapor y de agua se recomienda que se realicen diversos ensayos con diferentes regulaciones.

El diagrama de la figura, es el resultado de muchos ensayos con masa cocida de bajo grado y hace comprensible la ventaja de la adición de agua.

**Figura 54. Diagrama de proporción pureza/agua de lavado (C.C.)**



En donde el diagrama muestra el incremento de la pureza de la melaza cuando se adiciona un poco de agua. La experiencia enseña que aumentando la cantidad de agua de lavado, la pureza de la melaza se reduce a un valor óptimo correspondiente a la masa cocida.

Este valor queda prácticamente cambiado hasta que la adición de agua es muy elevada al comienzo de la disolución de los cristales de azúcar.

El punto definido en el diagrama como “A”, debería determinarse mediante ensayos, ocasionando que la adición de agua debería de reducirse en el valor de “B”. La alimentación del agua de lavado puede efectuarse junto con la masa cocida en el tubo de alimentación y por pulverización en la canasta.

Con masa cocida de bajo grado de muy alta viscosidad, la adición de agua en el tubo de alimentación es muy eficaz, por consiguiente, en la práctica la totalidad de la adición de agua tiene lugar en el tubo.

En caso de purzas de masa cocida más importantes y con masa cocida de bajo grado, cuyo contenido de cristales está bajo, debido al retorno de las mieles, es más eficaz añadir el agua de lavado a través de las toberas del tubo porta toberas de agua. En cuanto a las masas cocidas de muy alta pureza, la totalidad del agua puede adicionarse a través del tubo porta toberas.

**Tabla XVII. Repartición del agua de lavado (C.C.)**

<b>PRODUCTO</b>	<b>TOBERA</b>	<b>TUBO DE ENTRADA</b>
Masa cocida de bajo grado	30 %	70 %
Masa cocida de bajo grado con contenido reducido de cristales	50 %	50 %
Masa cocida de alta pureza	70 %	30 %

Para una buena optimización de los parámetros del agua de lavado y del vapor se establecieron los siguientes ensayos dando como resultado:

**Tabla XVIII. Resultados de operación (C.C.)**

	<b>ENSAYOS</b>	<b>AGUA</b>	<b>VAPOR</b>		
1)	2 – 3 t/h de masa cocida	60 l/h	0.4 bar	0.8 bar	1.2 bar
		80 l/h	0.4 bar	0.8 bar	1.2 bar
		100 l/h	0.4 bar	0.8 bar	1.2 bar
2)	4 – 5 t/h de masa cocida	120 l/h	0.4 bar	0.8 bar	1.2 bar
		140 l/h	0.4 bar	0.8 bar	1.2 bar
		160 l/h	0.4 bar	0.8 bar	1.2 bar
3)	6 – 7 t/h de masa cocida	180 l/h	0.4 bar	0.8 bar	1.2 bar
		200 l/h	0.4 bar	0.8 bar	1.2 bar
		220 l/h	0.4 bar	0.8 bar	1.2 bar
4)	8 – 9 t/h de masa cocida	240 l/h	0.4 bar	0.8 bar	1.2 bar
		260 l/h	0.4 bar	0.8 bar	1.2 bar
		280 l/h	0.4 bar	0.8 bar	1.2 bar
5)	<b>10 – 12 t/h de masa cocida</b>	300 l/h	0.4 bar	0.8 bar	1.2 bar
		<b>330 l/h</b>	0.4 bar	<b>0.8 bar</b>	1.2 bar
		360 l/h	0.4 bar	0.8 bar	1.2 bar

## **CENTRIFUGA DE BATCH**

Dentro de los resultados obtenidos de la centrífuga podemos decir que fueron exitosos, operando de manera satisfactoria. Su configuración para establecer el ciclo se manipulo de la mejor manera posible, logrando satisfacer los requerimientos que cumple la centrífuga (tiempos tecnológicos). Logrando obtener los siguientes resultados:

**Tabla XIX. Resultados de operación (C.B.)**

<b>Sin Carga</b>	<b>BUENO</b>	<b>REGULAR</b>	<b>MALO</b>
Arranque	XXXXXX		
Arado de descarga	XXXXXX		
Chapaleta de carga	XXXXXX		
Descargador	XXXXXX		
Cono de cierre	XXXXXX		
Tobera de agua	XXXXXX		

<b>Con Carga</b>			
Arranque	XXXXXX		
Chapaleta de carga	XXXXXX		
Carga (masa cocida)	XXXXXX		
Tobera de agua	XXXXXX		
Vapor	XXXXXX		
Arado de descarga	XXXXXX		
Descargador	XXXXXX		
Cono de cierre	XXXXXX		

Los datos que no aparecen en los resultados “sin carga” pero que aparecen en los resultados “con carga” son omitidos.



### 5.2.2.1 Comportamiento

El comportamiento de las centrífugas debe de ser estable y continuo, es decir, que no tenga ninguna vibración o ruidos anormales a la hora de su producción. Ya que en ella va radicar su vida útil de producción.

Ambas centrífugas tienen el mismo principio la separación de sólido – líquido, en donde cada una tiene su propia forma de separación (como se vio en el capítulo 1). Es por eso que el comportamiento de cada una es diferente a la otra, ya que las centrífugas continuas trabajan continuamente, mientras que las batch trabajan por ciclos, es decir, que trabajan por periodos desde su carga hasta su descarga.

Es muy importante establecer bajo que parámetros pueden trabajar ambas centrífugas, delimitando el buen comportamiento de producción. En donde la siguiente tabla establece los límites aceptables para que ambas centrífugas trabajen sin ningún problema alguno.

	ESTABLE - NO ESTABLE	NO MAYOR A 80°C
Vibración	xxxxxx	
Ruidos anormales	xxxxxx	
Temperatura del motor		60 °C
Tensión de fajas	xxxxxx	
Nivel de aceite	xxxxxx	

### 5.2.2.2 Calidad de azúcar

Para una buena calidad de azúcar se tienen que cumplir ciertas características del producto como: pol, color, pureza, humedad, etc. Dependiendo el tipo de azúcar que se maneje y los requerimientos del cliente. Estableciendo los parámetros anteriormente mencionados.

#### **CENTRIFUGA CONTINUA (MASA C)**

Lo que se consigue con esta centrifuga para una buena calidad de azúcar es:

##### **MASA COCIDA**

- Brix
- Pol
- Pureza

##### **SEMILLA, JARABE Y MIEL FINAL**

- Brix
- Pol
- Pureza

En donde sus parámetros que se establecen son los siguientes:

- Brix = 96 – 97 – 98
- Pureza = 33 – 34

**Figura 55. Calidad de azúcar (C.C)**



## CENTRIFUGA DE BATCH

Para este tipo de centrifuga se establecen tres puntos importantes para una buena calidad de producto los cuales son:

<b>MASA</b>	<b>AZÚCAR</b>	<b>MIEL</b>
• Brix	Pol	Brix
• Pol	% Humedad	Pol
• Pureza	Color	Pureza
•	Vitamina	

Dentro de las clases de azúcar que se pueden obtener de esta clase de centrifuga podemos mencionar las siguientes:

- Azúcar blanco cristal
- Azúcar blanco estándar
- Azúcar cruda mundial

Para conseguir una buena calidad de azúcar en sus diferentes estados anteriormente mencionados se tiene contemplado los siguientes parámetros (estos van a depender de los requerimientos del cliente):

### AZÚCAR BLANCO CRISTAL

Pol	=	mínimo	99.6	promedio	99.7	máximo	99.8
Tamaño de grano	=	mínimo	504	promedio	590	máximo	675
Color	=	mínimo	109	promedio	135	máximo	165

## AZÚCAR BLANCO ESTANDAR

Pol	=	mínimo	99.5	promedio	99.6	máximo	99.7
Color	=	mínimo	143	promedio	185	máximo	230

## AZÚCAR CRUDA MUNDIAL

Pol	=	mínimo	98.6	promedio	98.8	máximo	99.7
Tamaño de grano	=	mínimo	969	promedio	1,521	máximo	2,100
Color	=	mínimo	800	promedio	950	máximo	1,100

**Figura 56. Calidad de azúcar (C.B.)**



Azúcar cruda



Azúcar blanca

### 5.2.3 Formato de mantenimiento

#### HOJAS DE VIDA

Las hojas de vida de los equipos garantizaran un adecuado inventario de los diferentes elementos, lo cual facilitará el manejo de los mismo y su mantenimiento. Toda hoja de vida de equipos para control de mantenimiento tiene la siguiente información.

- Nombre del equipo, marca, color, serie
- Fecha de recepción del equipo, condiciones de funcionamiento
- Componentes del equipo
- Usos del equipo
- Combustibles y aceites que se necesitan para el funcionamiento
- Listados de repuestos y proveedores
- Duración de las garantías
- Precauciones en su utilización
- Historial operativo de emergencias
- Personal especializado en su utilización
- Historial de traslados
- Historial de mantenimiento
- Procedimiento para puesta en punto
- Fecha de limpieza, inspección visual y reemplazo de piezas
- Fechas de cambio de aceites
- Personal responsable del mantenimiento.

En donde para época de zafra se maneja el siguiente formato de mantenimiento. En donde se establece el problema y a la vez su reparación, describiendo el trabajo realizado.



## CONCLUSIONES

1. Las centrífugas de batch están diseñadas específicamente para la separación de sólido – líquido (azúcar y miel), dando mayor capacidad de centrifugación y de producto (masa cocida).
2. Las centrífugas continuas ayudan a tener una productividad continua sin necesidad de paradas, estableciendo una eficiencia satisfactoria. Adecuados para producir jarabe (miel) o semilla, siempre con el mismo principio de trabajo de la separación de sólido – líquido.
3. Ambas máquinas elaboran su período de trabajo en el tiempo de zafra, en donde continuamente están en pleno proceso de productividad. Para el período de no zafra, ambas máquinas se someten a un mantenimiento riguroso (si lo amerita) para el cambio de piezas en mal estado, en tal caso se llega a un desmontaje parcial o total.
4. Las centrífugas pueden variar su velocidad de centrifugación y la entrada del producto (masa cocida), dando más capacidad de carga y descarga de azúcar. Estableciendo un rendimiento satisfactorio de calidad y productividad.
5. El sistema de controles en la pantalla garantiza una adecuada manipulación de las centrífugas, encontrando detalladamente cada paso a seguir, sin necesidad de recurrir a manuales o folletos que establezcan los detalles correspondientes. Ésto permite obtener datos exactos y

confiables de las condiciones de operación de las centrífugas y esos datos pueden utilizarse para tomar decisiones de carácter económico. También se cuenta con un cuarto de mandos eléctricos cerca de las centrífugas, para mayor facilidad de trabajo.

6. Una de las mayores ventajas que se pueden obtener de estas máquinas, es que se puede estar produciendo azúcar crudo, y éstas a su vez pueden estar produciendo blanco en una misma línea de centrífugas, sin necesidad de estar parando ninguna máquina. Lo que se buscó de estas máquinas era que producirá blanco y crudo, con una eficiencia y rendimiento óptimo.
7. Se ha establecido un proceso de montaje, indicando detalladamente sus pasos y características de diversas piezas, manejando un criterio relacionado al departamento del ingenio.



## RECOMENDACIONES

1. Al jefe de mantenimiento: instalar un sistema de controles eléctricos (cuarto de control) lo más cerca posible de las centrífugas, para no extender mucho el cableado eléctrico y para poderlas maniobrar a la hora de cualquier prueba.
2. Al jefe de mantenimiento: utilizar técnicas estadísticas más avanzadas como Diseño de Experimentos y Control de Procesos en Línea, para evaluar la calidad y productividad del azúcar.
3. Al operario: trabajar las centrífugas a una carga normal sin excederla de la misma, ya que podría causar daños colaterales y a la vez daños a la misma centrífuga.
4. Al operario: ajustar los sensores de vibración cuando se esté aplicando dicha prueba, como también la revisión de circulación de aceite en dichas máquinas, para poder establecer bien el buen funcionamiento de la máquina.
5. Al mecánico: utilizar este trabajo de graduación como material de apoyo para futuras empresas, como también en el curso de montaje y mantenimiento de equipo, en la carrera de ingeniería mecánica, para poder establecer un buen montaje de centrífugas.



## BIBLIOGRAFÍA

1. De Laval. **Engineering Handbook**. Third Edition USA: Mc Graw Hill Book Company. 1970.
2. James C. P. Chen, Chung Chi Chou. **A Manual for Cane Sugar Manufacturers**.
3. Green, Robert E. **Machinery's Handbook**. Twenty-Fifth Edition Usa: Industrial Press Inc. 1996.
4. Hugot E. **Handbook of Cane Sugar Engineering**. Third, Completely Revised, Edition Amsterdam: Elsevier. 1986.
5. Meade George P. **Manual del azúcar de caña**. Traducción de la novena edición en inglés, España: Montaner y Simon S.A. 1967.
6. Ferdinand P. Beer, E. Russell Jhonston Jr. **Mecánica Vectorial para Ingenieros, "Estática"**. Sexta Edición: Mc Graw Hill.
7. Manual Técnico de Lubricantes, *Shell Guatemala S.A.*
8. Catálogo de Lubricantes, Grasas y Refrigerantes. *TEXACO*

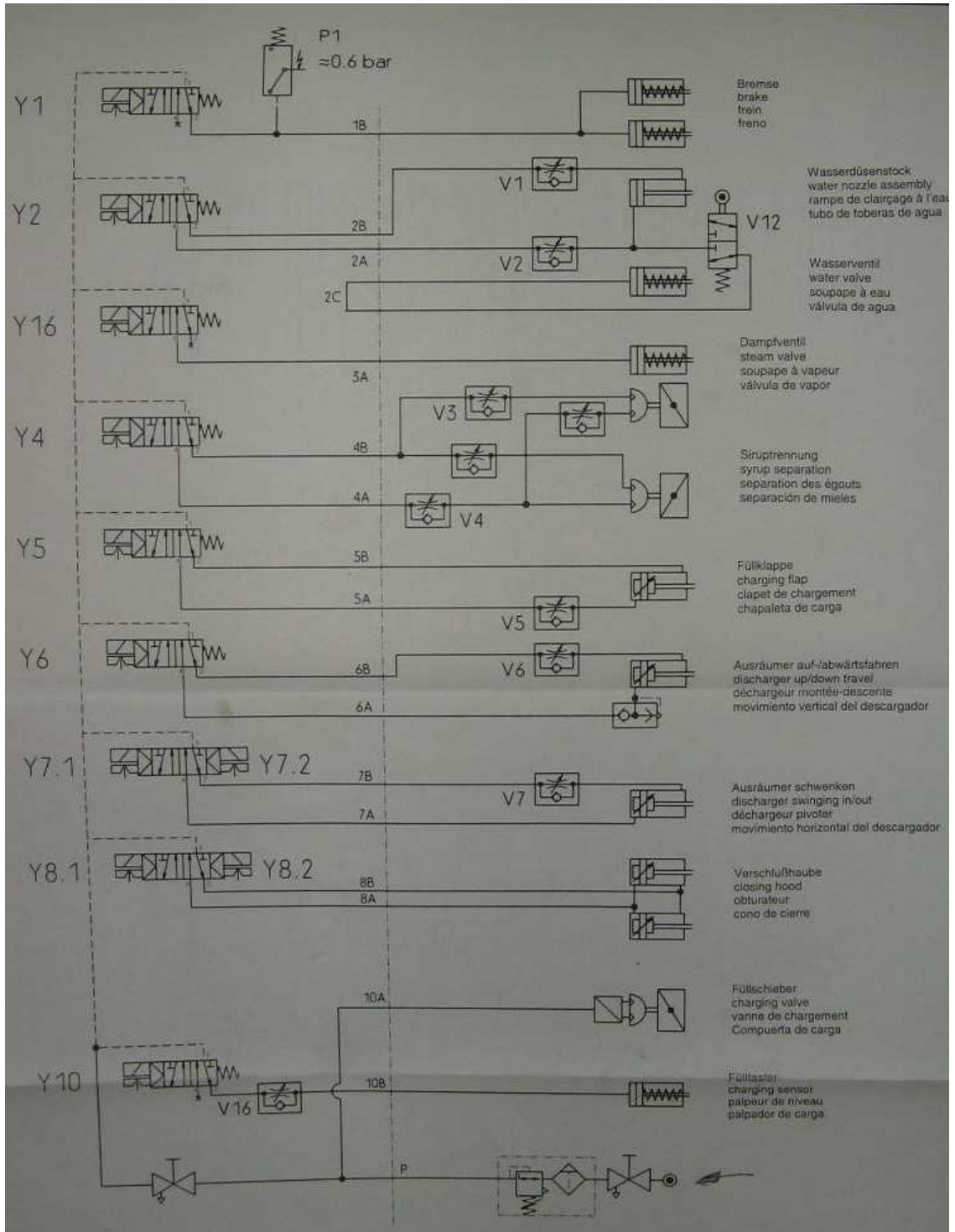


## **ANEXOS**



## ANEXO 1

### Esquema de mandos neumáticos por aire comprimido.

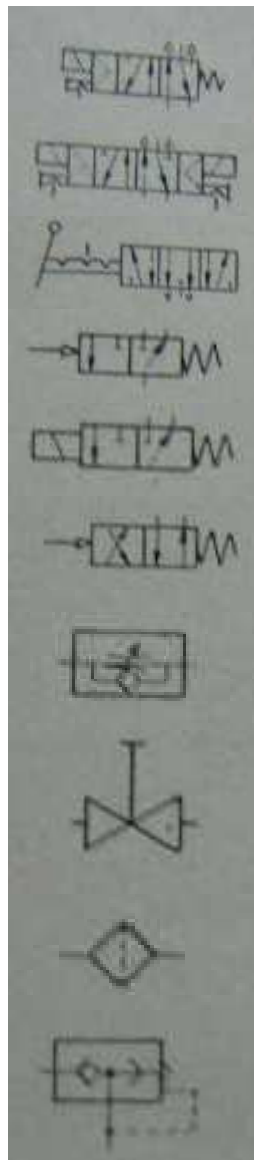






## ANEXO 2

### Símbolos neumáticos



Válvula magnética de 5/2 vías

Válvula magnética de 5/2 vías

Válvula de 5/3 vías

Válvula de 3/2 vías

Válvula magnética de 3/2 vías

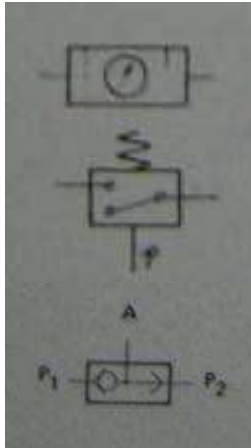
Válvula de 4/2 vías

Válvula de retención y estrangulación

Válvula de cierre manual

Separador de impurezas

Válvula de ventilación rápida



Unidad reguladora de aire comprimido

Interruptor neumático

Válvula selectora