

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



**“DISEÑO, FABRICACION Y MONTAJE DE UN  
TRANSPORTADOR TUBULAR VIBRATORIO  
PARA STEVIA DE 3 TN/HR – PAITA- PERU”**

**INFORME DE EXPERIENCIA PROFESIONAL PARA  
OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO MECANICO**

**Bach. JAIME LUIS ROJAS MAZA**

**Callao, Enero, 2018**

**PERÚ**

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



**“DISEÑO, FABRICACION Y MONTAJE DE UN  
TRANSPORTADOR TUBULAR VIBRATORIO  
PARA STEVIA DE 3 TN/HR – PAITA- PERU”**

**INFORME DE EXPERIENCIA PROFESIONAL PARA  
OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO MECANICO**

**Bach. JAIME LUIS ROJAS MAZA**

**Callao, Enero, 2018**

**PERÚ**

## **DEDICATORIA**

Este trabajo está dedicado a la persona que dio todo y confió en mí, mi querida madre, que en paz descansa, el cual quedara como ejemplo de haber culminado una etapa de mis estudios. A mi querida familia que de una y otra manera me apoyaron en este proyecto.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a mi Alma Mater y mis profesores que me enseñaron durante todo el periodo de estudio.

A mis compañeros con quien hemos vivido momentos críticos, los cuales fuimos superando con esfuerzo y empeño para realizar nuestro sueño, la de ser profesionales.

# INDICE GENERAL

	Pág.
<b>INDICE GENERAL</b> .....	<b>1</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>7</b>
<b>I. OBJETIVOS</b> .....	<b>11</b>
1.1 Objetivo General .....	11
1.2 Objetivos Específicos .....	11
<b>II. ORGANIZACIÓN DE LA EMPRESA O INSTITUCIÓN</b> .....	<b>12</b>
2.1 Aspectos Generales .....	12
2.2 Perfil de la Empresa .....	13
2.3 Misión – Visión de la Empresa .....	13
2.4 Organización de la Empresa .....	15
<b>III. ACTIVIDADES DESARROLLADAS POR LA EMPRESA</b> .....	<b>24</b>
3.1 Ventas .....	24
3.2 Fabricación .....	26
3.3 Principales clientes .....	27
<b>IV. DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL PROYECTO DE INGENIERÍA</b> .....	<b>29</b>
4.1 Descripción del tema .....	29
4.2 Antecedentes .....	49

4.3 Planteamiento Del Problema .....	51
4.4 Justificación .....	51
4.5 Marco Teórico .....	52
4.5.1 Descripción botánica de la stevia .....	52
4.5.2 Vibración: .....	60
4.6 Fases Del Proyecto.....	87
4.6.1 FASE I.- Compilación y análisis de información del diseño de Stevia.....	87
4.6.2 FASE II: Propuesta y Aprobación del equipo vibratorio tubular. .....	93
4.6.3 Fase III: Fabricación del transportador tubular vibratorio para Stevia.....	95
4.6.4 Fase IV: Montaje del transportador tubular vibratorio: .....	97
4.6.5 Fase V: Puesta en marcha .....	101
<b>V. EVALUACIÓN TÉCNICO- ECONÓMICO .....</b>	<b>114</b>
5.1 PROYECTO STEVIA ONE PERU: (Revisión – 2/9/2017) .....	114
<b>VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>117</b>
6.1 Equipo hermético .....	117
<b>VII. REFERENCIALES .....</b>	<b>119</b>

<b>VIII. ANEXOS Y PLANOS .....</b>	<b>122</b>
Anexo 01: Resolución SG N° 339 DE 2016.....	122
Anexo 02: Resolución N° 293 .....	123
Anexo 03: Tapas Laterales .....	126
Anexo 04: Instrucción para colocación de mangas flexibles .....	130
Anexo 05: Plano Referencial Inicial.....	142

## **INDICE DE TABLAS**

	<b>Pág.</b>
Tabla 1: Ángulos de reposo natural y coeficientes de fricción de algunos materiales .....	34
Tabla 2: Tornillos para montaje y especificación del torque .....	104
Tabla 3: Diámetro del cable .....	106
Tabla 4: Listado de partes.....	113

## **INDICE DE PLANOS**

	<b>Pág.</b>
Plano 1: Distribución de la Planta.....	90
Plano 2: Distribución de la Planta.....	91
Plano 3: Transportador Vibratorio DRW 21712152 Revisado 30 1 2018.....	95

## INDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1: Organigrama de la Empresa IMCOVEX SAC.....	15
Figura 2: Línea de Productos que comercializa la empresa .....	24
Figura 3: Línea de Productos que comercializa la empresa .....	25
Figura 4: Rejillas magnéticas .....	26
Figura 5: Placas magnéticas.....	26
Figura 6: Transportador vibratorio tubular – Procter & Gamble .....	26
Figura 7: Clasificador vibratorio rectangular .....	27
Figura 8: Rodillos de gravedad .....	35
Figura 9: Transportadores de rodillos .....	36
Figura 10: Transportador de tornillo sin fin.....	38
Figura 11: Transportador vibratorio.....	43
Figura 12: Transportadores Magnéticos .....	44
Figura 13: Transporte de sólidos suspendidos en el aire .....	46
Figura 14: Stevia rebaudiana .....	54
Figura 15: Vibradores Electromecánicos y Osciladores Mecánicos.....	60
Figura 16: Vibradores electromagnéticos.....	61

Figura 17: Vibradores neumáticos de esferas .....	61
Figura 18: Vibradores neumáticos de pistón y martillos .....	61
Figura 19: Vibradores hidráulicos turbinados .....	62
Figura 20: Corte longitudinal de un moto-vibrador .....	62
Figura 21: Centro de gravedad .....	63
Figura 22: Tipos de movimientos vibratorios .....	65
Figura 23: Fuerza vibratoria generada por 2 moto-vibradores.....	66
Figura 24: fuerza vibratoria .....	67
Figura 25: Amplitud de vibración.....	67
Figura 26: Relación rpm (N) – aceleración (n) – amplitud total (S).....	68
Figura 27: Principio de Operación de los Transportadores Vibratorios.....	71
Figura 28: Corte longitudinal de un moto-vibrador .....	73
Figura 29: Centro de gravedad .....	73
Figura 30: Variación de la fuerza centrífuga y amplitud de vibración .....	76
Figura 31: Resorte helicoidal cilíndrico de alambre de sección transversal circular .....	80
Figura 32: Sistema de suspensión .....	83
Figura 33: Sistema apoyado .....	83
Figura 34: Amortiguadores neumáticos .....	84
Figura 35: Aisladores de Vibración Modelo Rosta.....	85

Figura 36: Conectores Flexibles tipo BFM .....	86
Figura 37: Corte y dobles de base .....	96
Figura 38: Rolado de tubo circular .....	96
Figura 39: Armado de base con ducto .....	96
Figura 40: Vista antes de hacer la instalación .....	98
Figura 41: Vista después de hacer la instalación .....	99
Figura 42: Regulación de la amplitud .....	100
Figura 43: Diagramas de Conexión.....	102
Figura 44: Regulación del voltaje .....	108
Figura 45: Montaje y Desmontaje .....	112
Figura 46: Listado de partes .....	112
Figura 47: Hermeticidad del equipo .....	117

## INTRODUCCIÓN

En el proceso de almacenamiento y transporte al envasado de la Stevia, origino un estudio de cómo elaborar un sistema de transporte totalmente encapsulado, sin contaminación. Para esto, se tuvo que desarrollar sistemas de manejo del producto por vibración. Estos sistemas vibratorios son generados por energía eléctrica, neumática y magnética. Como ya existen estos equipos de baja, mediana y alta capacidad; esto me dio la oportunidad de desarrollar un sistema de transporte con estos tipos de equipos, que con mínimo costo operacional y de mantenimiento desarrolla grandes ventajas.

Para transportar herméticamente productos en polvo con contenido de humedad de 1% a 5% en peso, se consideraba el sistema de transporte de tornillo o helicoide sin fin, que se mantuvo por años, por ser un sistema muy común, pero con problemas de mantenimiento y perdida de horas/maquina.

Ante esta problemática, la empresa Stevia One del Peru, optó por un sistema de transporte por vibración. Por lo que el presente Informe por Experiencia Laboral, titulado: **“DISEÑO, FABRICACIÓN Y MONTAJE DE UN TRANSPORTADOR TUBULAR VIBRATORIO ELECTROMECHANICO PARA STEVIA DE 3TN/HR PAITA - PERU”**, tuvo como propósito mejorar su sistema en el transporte de Stevia, sin contaminación y

antiexplosivo, cumpliendo con la norma de seguridad, con costo de mantenimiento cero y bajo costo de energía.

El referido informe, se desarrolló de la siguiente forma:

#### **FASE I.- Compilación y análisis de información del diseño de Stevia**

Se realizó la entrevista con los ingenieros de proyectos de Stevia One del Perú en la elaboración de un sistema más adecuado, considerando varios planos referenciales en el sistema de llenado, descarga y transporte de Stevia al envasado.

#### **FASE II: Propuesta y Aprobación del equipo vibratorio tubular**

Se consideró diseñar un sistema de transporte por vibración tipo tubular, totalmente hermético, de acuerdo con la capacidad de producción y detalles de montaje en una estructura existente entre los dos silos de almacenamiento.

Se realizó un diseño de montaje referencial con descargador tipo vibratorio en la parte inferior de cada silo de almacenamiento y un transportador vibratorio tubular horizontal; de bajo perfil, el cual recibe el producto de cada silo, alimentando a la máquina de envasado, con una longitud de 2.5 metros. Se seleccionaron los tipos de moto-vibradores así como el diámetro de tubo para el transporte, con su respectiva cotización del sistema y aprobación respectiva.

### **Fase III: Fabricación del transportador tubular vibratorio para stevia**

Se levantó un plano del transportador tubular vibratorio de 2.2 mts de longitud.

La fabricación se realizó con materia prima nacional y componentes importados.

Se consideró 60 días de fabricación con previa coordinación de visita del cliente en nuestras instalaciones, para supervisar el avance del sistema.

La prueba de transporte por vibración se realizó en nuestro taller, regulando a un 70 % de sus contrapesos y comprobando el sentido de giro de los mismos.

### **Fase IV: Montaje del transportador tubular vibratorio:**

Para el montaje del transportador se consideró anclarlo en el piso ubicado en un segundo nivel, el montaje en situ se produjo con tecles para su ubicación, sin considerar sus vibradores electromecánicos, por el peso del transportador. Luego se instalaron los moto-vibradores en sus posiciones respectivas con su ajuste respectivo de los pernos de grado 8. Se instalaron sus respectivas mangas flexibles en las entradas y en la salida del transportador.

### **Fase V: Puesta en marcha:**

Las pruebas con carga se realizaron con personal de Stevia One del Peru, según sus requerimientos de carga y capacidad. Se verificaron los

parámetros de amplitud y frecuencia de vibración, así como amperaje y temperatura de los moto-vibradores.

Se dejó regulado con los contrapesos para una amplitud de vibración de 3 mm.

Se elaboró un manual de instalación, operación y mantenimiento del sistema de transporte vibratorio, con sugerencias, recomendaciones del equipo y lista de repuestos para 1 año de operación.

# I. OBJETIVOS

## 1.1 Objetivo General

Proponer un sistema seguro de transporte vibratorio en que no se produzcan, desarrollen o agreguen sustancias físicas, químicas o biológicas que pongan riesgo la salud del consumidor.

## 1.2 Objetivos Específicos

- ✓ Evaluar la disminución de los costos de operación y de mantenimiento del transportador vibratorio.
- ✓ Evitar la contaminación del producto transportable tanto interior como exterior del sistema vibratorio
- ✓ Evitar que el sistema de transporte vibratorio de Stevia origine posibles explosiones en el ambiente, considerando un contexto normalizado a fin de seleccionar los componentes del Sistema de Protección Contra Incendio.

## **II. ORGANIZACIÓN DE LA EMPRESA O INSTITUCIÓN**

### **2.1 Aspectos Generales.**

La empresa **IMCOVEX SAC** fue creada el 5 de enero de 1993 y está dedicada a la Importación, comercialización, venta y exportación de equipos industriales. Especializado en equipos vibratorios y equipos magnéticos para la solución en los problemas relacionados a los procesos de manipulación de materiales a granel, químicos, alimenticios, etc; como dosificación, alimentación, clasificación, cribado, transporte, pesaje, descontaminación ferrosa y detección de metales.

Se encuentra ubicada en Lima en la Calle Joaquín Capello 2982 Mirones Bajo Lima – 1, Cercado de Lima.

Para la realización de sus actividades, IMCOVEX, cuenta con un taller, con equipos necesarios, como torno, máquinas de soldar tipo tig, compresoras y otros.

### **Rubro de la empresa.**

El rubro de la empresa IMCOVEX SAC es la importación, comercialización, venta y exportación de equipos vibratorios y separadores magnéticos orientados al sector de la agroindustria, minero,

pesquero, químico, farmacéutico, cerámico y en todo proceso de la industria de elaboración de productos.

## **2.2 Perfil de la Empresa.**

**IMCOVEX SAC** con sede en Lima, es una empresa dedicada a la venta de equipos vibratorios, equipos magnéticos, para el proceso de producción, mediante la tecnología y diseño de soluciones para los procesos o sistemas productivos.

IMCOVEX SAC está posicionada como una de las empresas de fabricación de equipos vibratorios de diferentes variedades y diseños, tanto a nivel nacional e internacional.

Comercializa productos como:

Zarandas rectangulares, zarandas circulares, transportadores y alimentadores vibratorios como tubulares, rectangulares Placas y barras magnéticas de alta intensidad de atracción magnética.

## **2.3 Misión – Visión de la Empresa**

Esta empresa ofrece servicios de asistencia técnica y asesoría a nivel nacional e internacional, con estructura propia y personal con experiencia en este rubro.

Con unos sistemas administrativos integrados, completamente automatizados, precisos, eficientes y versátiles.

Con capacidad de respuesta ante mercados depresivos cumpliendo los requerimientos de rentabilidad.

Se suministran productos desarrollados acordes a los avances de la tecnología en las diferentes necesidades de los clientes, convirtiéndonos en una importante opción en el mercado por calidad, agilidad, innovación y flexibilidad del sistema.

Empresa líder dentro de la industria de alimentos, por su éxito con los clientes, innovación, tecnología y habilidad para competir exitosamente en los mercados internacionales.

Destacando además por su dedicación a la formación, capacitación y desarrollo de sus empleados, respeto integral al medio ambiente y compromiso con el desarrollo del país

El compromiso central de IMCOVEX SAC es la satisfacción de las necesidades y expectativas del cliente, suministrándole soluciones integrales con equipos de más avanzada tecnología en los campos de la vibración, de atracción magnética, y sistemas de manejo de materiales, en su proceso de elaboración del producto final, garantizando su eficacia en el tiempo para mantenernos como líderes en servicio y rentabilidad

Nuestro objetivo es mejorar las actividades de capacitación de nuestro personal.

## 2.4 Organización de la Empresa

La organización de la empresa IMCOVEX SAC es el aspecto económico y financiero.

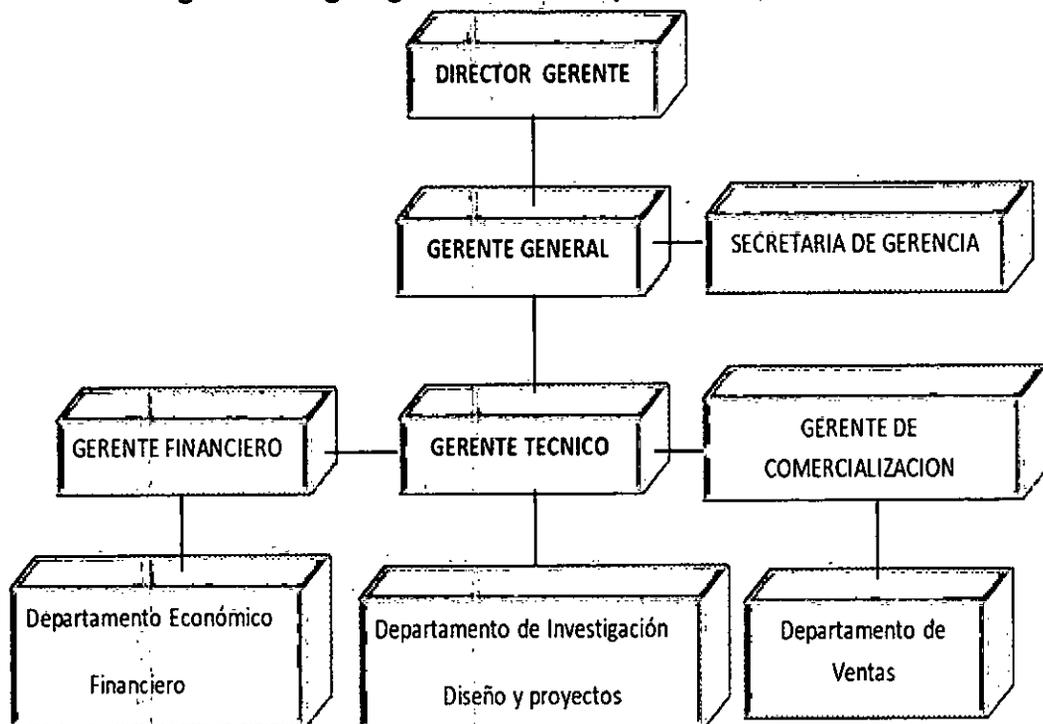
Con una base legal de la ley 26887 de las sociedades anónimas cerradas.

Cuenta con recurso humano, recurso económico, recurso financiero, recurso tecnológico, recurso material, recurso de información.

Su procedimiento que se da para la ejecución para las operaciones de la empresa dentro de la producción de bienes.

El área de operación administrativa y productiva de la empresa es de 240 m<sup>2</sup>.

**Figura 1: Organigrama de la Empresa IMCOVEX SAC**



Fuente: IMCOVEX SAC (Elaboración propia)

Cuenta con órganos de alta dirección, con la Junta de Accionistas, Órganos de Dirección, constituido por la Gerencia General, considerado el Sr. Cesar Rojas. Órgano de Consultoría, considerado por un Comité Técnico de Gerencia. Órgano de Apoyo, por la Secretaria. Órgano descentralizado de Producción y Administración.

La descripción de las responsabilidades de cada uno de los cargos:

**Gerente General:** Es también el representante legal de la empresa, el que toma las decisiones a nivel macro, se encarga de mantener la organización, de establecer los objetivos, conseguir la financiación para la supervivencia de la empresa, negociación con clientes potenciales.

**Secretaria de gerencia:** Encargada de controlar la agenda, realiza las funciones adicionales de la dirección, asiste a todas las reuniones de asamblea, es la que atiende a las llamadas de los clientes, tiene la agenda de todos los proveedores para ayudar al departamento comercial. revisa la página web y quien la actualiza.

**Gerente técnico (Sr. Jaime Rojas Maza):** Ver los proyectos, diseñar equipos, ver procesos de fabricación, análisis de control de calidad y presupuestos.

Para un proyecto nuevo se realiza primero:

El estudio de las especificaciones del cliente y búsqueda de información.

Análisis de distintas soluciones y elección de la más adecuada.

Definición del producto elaborando los planos de definición y realizando los cálculos necesarios para asegurar que se cumplen las especificaciones.

Diseño detallado de cada pieza y conjunto, y elaboración de las listas de piezas de estos últimos.

Preparación de planos del cliente.

Equipos de Diseño Asistido por Ordenador (CAD) e Ingeniería Asistida por Ordenador (CAE).

Análisis de los procesos de fabricación para una pieza o conjunto determinado.

Elección del proceso más adecuado, en función de las especificaciones del plano de las cantidades a fabricar y de los plazos de entrega.

Sugerir a Diseño o Proyectos modificaciones para la mejora de la fabricación.

Definir del proceso de fabricación, paso a paso, de cada pieza y conjunto.

Definir los utillajes y herramientas especiales necesarios y su puesta a punto.

Cálculo de tiempos de fabricación.

Vigilar para que todas las instalaciones, máquinas y equipos de la empresa estén en condiciones para desarrollar su cometido.

Mantenimiento preventivo, para evitar los fallos de las máquinas e instalaciones antes de que pudieran producirse.

Mantenimiento correctivo, destinadas a corregir, en el menor tiempo posible las fallas y averías imprevistas.

Evaluación de presupuesto según plano.

**Departamento de Investigación y diseño:** Todo producto o equipo parte de las especificaciones del cliente o de la propia empresa.

El diseño que define el producto, se materializa en unos planos y listas de piezas.

El análisis que se realiza en los cálculos estructurales son necesarios para determinar si el producto diseñado cumple las especificaciones técnicas pedidas.

Los ensayos son para definir y realizar las pruebas a las que se somete el producto para confirmar si el mismo está de acuerdo con las especificaciones y, por tanto, con las evaluaciones del departamento de diseño.

Nuestro Departamento de Investigación y Desarrollo (I+D) está encargado de estudiar nuevos materiales y conceptos de diseño, que luego pueden incorporarse a futuros proyectos, presentados en ferias internacionales para dar a conocer el producto.

Se cuenta con una oficina de proyectos que prepara los planos para el taller y las listas de piezas necesarias para la fabricación.

Asegura que el producto se fabrica según las normas establecidas, controlando la calidad del mismo y también los procesos utilizados.

Define los procedimientos a seguir para el control de calidad.

Realiza los controles y verificaciones oportunos sobre las materias primas, productos en curso y productos terminados.

Realizar las calibraciones de los equipos utilizados.

### **Gerente Financiero:**

#### **Departamento Económico Financiero:**

Las funciones básicas que cumple el departamento económico - financiero son de control de la contabilidad y la función de captar, medir, organizar, controlar, plasmar y comunicar todos los costos que se producen en la organización.

Lleva un control de los costos internos (contabilidad analítica o de costos) y de los gastos (contabilidad financiera o comercial).

En el control de los costos internos, el departamento económico-financiero define los costos que va a medir (directos/indirectos, fijos/variables, unitarios/tales, oportunidad, por su naturaleza, diferenciales). Una vez que ha detectado los costos que va a medir, selecciona el sistema de costos para su cálculo (parcial/completo). Una vez calculados, decide si emplea un sistema de imputación de costos por producto o por actividades (sistema ABC).

Para controlar la contabilidad externa, esta área elabora un presupuesto de tesorería que actualizará regularmente dependiendo del ciclo de

explotación del negocio; genera también cuentas de resultados o pérdidas y ganancias y un balance de situación. Esto permite extraer ratios que ayudarán a ver la marcha de la empresa. Estos ratios miden, en la cuenta de resultados

Una vez que tenemos definidos y controlados los costos, hay que gestionarlos. Para ello se suelen emplear los ingresos y los costos diferenciales a través del margen de contribución para tomar decisiones relacionadas con seguir fabricando un producto.

Otra de las funciones relevantes es la de elaborar el presupuesto.

Una vez decidido, este departamento controlará los presupuestos de ventas, de producción, de compras, de mano de obra directa, de gastos de estructura, etc. Con esto ya se pueden reelaborar los presupuestos de tesorería, la cuenta de resultados y el balance y comprobar desviaciones para sus posibles correcciones.

Los planes de financiación, es otra función básica. No solo debe mirar dónde invertir, sino de dónde se debe financiar la empresa al menor costo. Para ello, tendrá en cuenta las variables de costo, plaza y garantías exigidas. Una vez medidas estas variables se decidirá por financiaciones como el factoring, líneas de crédito, efectos comerciales, préstamos, etc, adecuando su uso al momento más indicado.

Por último, esta área debe ayudar al consejo de administración a seleccionar la mejor fórmula de reparto y si es conveniente repartir dividendos. Podría ser desde un porcentaje fijo anual sobre beneficio,

hasta una cantidad discrecional dependiendo del resultado anual, pasando por una política de dividendo estable por acción.

Como vemos, las funciones básicas de este departamento son indispensables para asegurar que la organización pueda seguir desarrollando su negocio de forma adecuada, por lo que estas funciones deben ser realizadas siempre con especial dedicación y atención, ya sea en época de crisis como de crecimiento.

**Gerente de comercialización:** A partir de los objetivos corporativos, diseñar, planificar, implementar y controlar la puesta en marcha de la estrategia comercial, creando y definiendo para el efecto la política comercial nacional y velando porque el cumplimiento de esta se desarrolle identificando oportunidades de negocio que creen valor en la relación con los diferentes canales y sus respectivos clientes, y, teniendo como enfoque principal, el cumplimiento del presupuesto anual de ventas y rentabilidad.

Preparar los planes, pronósticos y presupuestos de ventas, calculando para el efecto tanto las cifras históricas y metas corporativas cuanto la demanda puntual del mercado en sus diferentes canales, considerando para el efecto no solo el crecimiento monetario, sino garantizando porcentajes de penetración y participación del mercado.

Planificar las acciones de las diferentes áreas a su cargo, tomando en cuenta los recursos necesarios y disponibles para llevar a cabo dichos planes y presupuestos.

Conocimiento muy amplio y detallado de nuestros productos, con todas sus características y aplicaciones.

Proponer, desarrollar e implementar metas y objetivos con las áreas de su responsabilidad a través de la ejecución de programas y planes de acción dirigidos a alcanzar los objetivos propuestos, así como la definición de estándares de desempeño para todos los miembros del equipo comercial.

Determinar el tamaño y la estructura de la fuerza de ventas, así como su perfil de competencia y su sistema de remuneración e incentivos.

Revisar la descripción de funciones de cada uno de los equipos integrados en su área de responsabilidad.

Participar activamente de los procesos de reclutamiento, selección y capacitación de los vendedores y determinar juntamente con el departamento de RRHH, los planes de capacitación de toda la fuerza de ventas, jefes de productos y asistentes comerciales.

**Departamento de Ventas:** La función del departamento de ventas es planear, ejecutar y controlar las actividades en este campo. Debido a que durante el desarrollo de los planes de venta ocurren muchas sorpresas, el departamento de ventas debe de dar seguimiento y control continuo a las

actividades de venta. Todas las compañías comienzan con cuatro funciones sencillas:

La función de ventas tiene la responsabilidad de dirigir la fuerza de ventas y en algunos casos también realizar algunas ventas de la empresa. A medida que la compañía se expande, es mayor la necesidad de investigación de mercados, publicidad, y servicio al cliente en un régimen más continuo y experto. El departamento de ventas está encargado de hacer las siguientes actividades:

- Elaborar pronósticos de ventas
- Establecer precios
- Realizar publicidad y promoción de ventas
- Llevar un adecuado control y análisis de las ventas. Los vendedores deben tener una relación estrecha con el departamento de créditos para evitar vender a clientes morosos, conocer las líneas de crédito, así como el saldo de cada cliente. No deben existir preferencias entre clientes en cuanto a plazos, descuentos, a menos que sean autorizados por la gerencia general.

### III. ACTIVIDADES DESARROLLADAS POR LA EMPRESA

#### 3.1 Ventas

Equipos vibratorios como zarandas circulares marca Lao Soung Machinery, equipos magnéticos marca Eclipse Magnetics, sistemas de transporte helicoidal flexible, de arrastre, sistemas de llenado y descarga en big bag marca Hapman Conveyors. Vibradores electromecánicos marca Venanzzetti. Vibradores electromagnéticos marca Syntron

Figura 2: Línea de Productos que comercializa la empresa

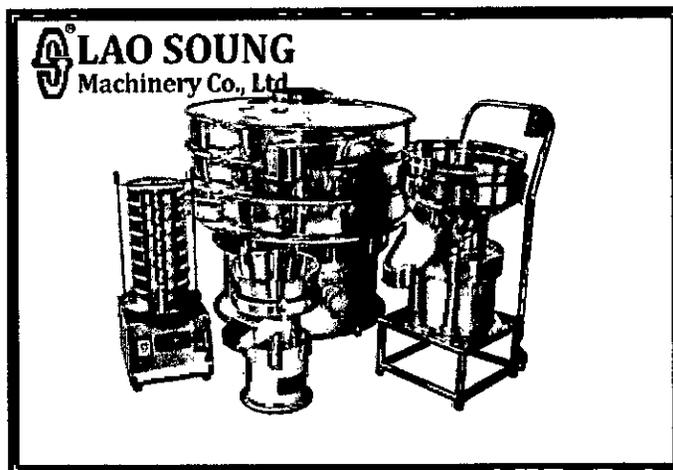
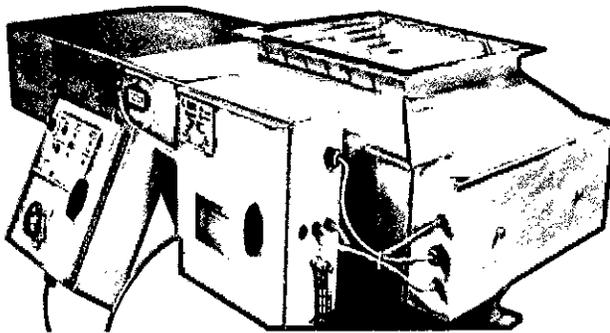
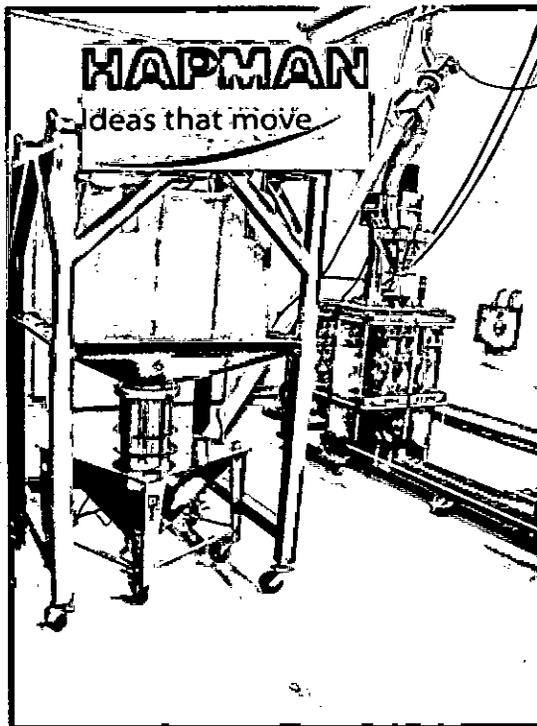
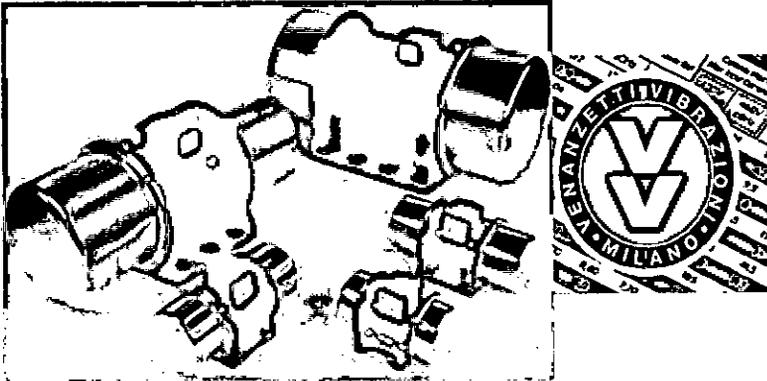


Figura 3: Línea de Productos que comercializa la



### 3.2 Fabricación

- Fabricación de separadores magnéticos de diferente capacidad de atracción, como suspendidos y fijos.

Figura 4: Rejillas magnéticas

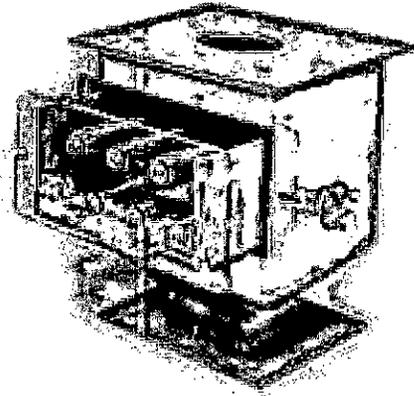
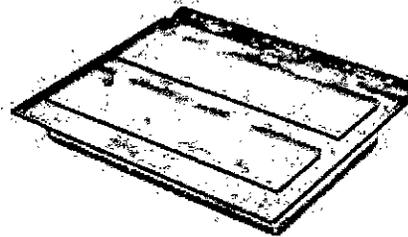


Figura 5: Placas magnéticas



Fabricación de estructuras para sistemas vibratorios en acero inoxidable

Figura 6: Transportador vibratorio tubular – Procter & Gamble

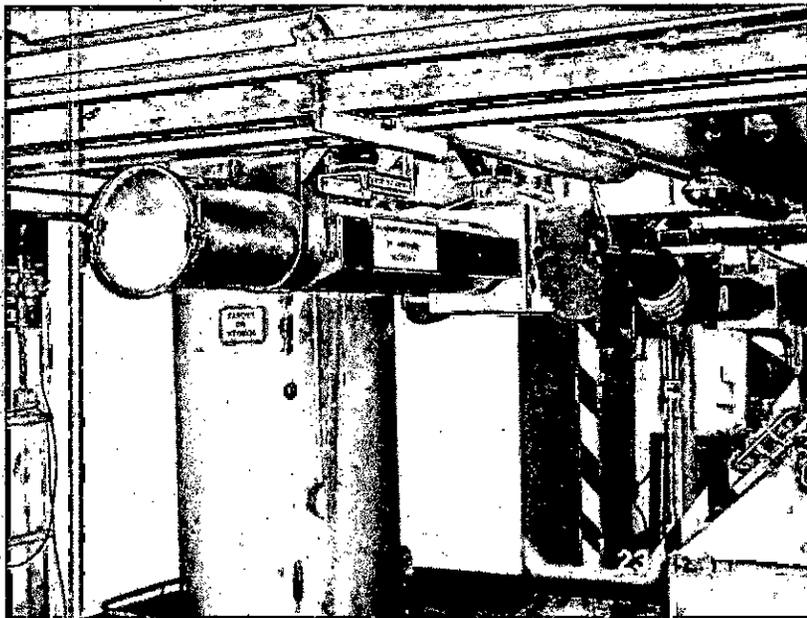
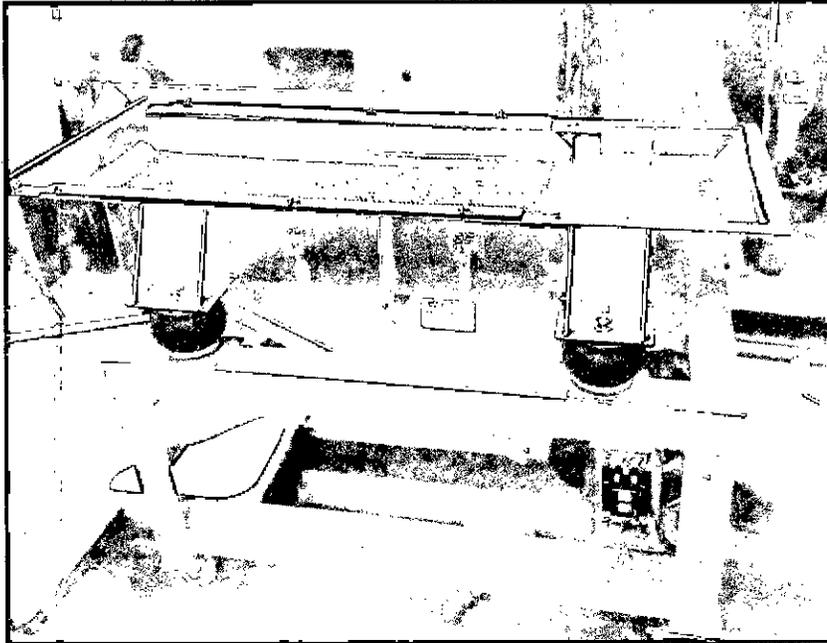


Figura 7: Clasificador vibratorio rectangular



### 3.3 Principales clientes

Los clientes más destacados a quienes la empresa ha vendido sus equipos en sistemas y proyectos están:

a) Agroindustrial Paramonga S.A.A.	20135948641
b) Ajino moto del Peru S.A.	20100085063
c) Alicorp S.A	20100055237
d) Arcillas Activadas Andina S.A. (Sud Chemie SA)	20100009049
e) Austral Group S.A.A.	20338054115
f) Avinka S.A.	20299982484
g) Gloria S.A.	20100190797
h) Owens Illinois Peru S. A.	20100011701
i) Reactivos Nacionales S. A.	20100005566

j) Procter & Gamble S.R.L.	20100127165
k) Prodac S.A.	20254053822
l) Stevia One Peru SAC.	20600957652
m) Global Alimentos SAC.	20508528656
n) Alisur SAC.	20465976561
o) Costeño Alimentos SAC.	20536727524
p) Sermolplast SAC.	20302012645

## IV. DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL PROYECTO DE INGENIERÍA

### 4.1 Descripción del tema

El producto que se transportara en el proyecto es la Stevia en forma de polvo, en la etapa final de su elaboración.

La stevia (*Stevia rebaudiana* (Bert.) Bertoni) es una especie del género Stevia de la familia de las Asteráceas nativa de la región tropical de Sudamérica. Es una planta considerada medicinal, pues varios estudios demuestran que puede tener efectos beneficiosos sobre la diabetes tipo II, ya que posee glicósidos con propiedades edulcorantes sin calorías. Muchas de las actividades de investigación sobre sus propiedades químicas y biológicas se han hecho en el pasado reciente. El objetivo de este trabajo fue compilar la literatura y revisar el estado actual de la investigación y el desarrollo de los sistemas de cultivo de esta especie. Cuba es un país que tiene potencial para el cultivo de Stevia, pero; a diferencia de otros países de la región en los cuales se cultiva esta especie, se han formado empresas y se han hecho verdaderos procesos de industrialización. En Cuba aún no se ha introducido el cultivo de la Stevia a escala de producción agrícola ni industrial. La Stevia por sus propiedades terapéuticas puede contribuir en la salud humana, pero

también tiene otras aplicaciones como uso cosmetológico, mejorador de suelos, suplemento en dietas de animales, entre otros.

Un sistema de manipulación de materiales automatizado se debe diseñar especialmente para cada material a manejar, y no todos los sistemas son válidos para todo tipo de operación. El transporte de productos en las empresas de transformación de materias primas es de elevada importancia, especialmente en plantas de alimentos, ya que no se trata con objetos de metal o simplemente con material de construcción sino que se trata de alimentos que serán ingeridos por personas además de tratarse en algunos casos de alimentos sensibles a los impactos mecánicos, todo ello le da especial importancia al transporte de productos alimenticios, pero eso no es todo ya que la eficiencia con que se realiza estas operaciones será determinante en los costos de producción de la empresa y afectara directamente en su rentabilidad e imagen de esta. El desplazamiento de materiales se ocupa de 5 elementos: movimiento tiempo, lugar, cantidad y espacio. El transporte de productos consiste, en movimiento de la forma más eficiente al tiempo más adecuado, hacia y desde el lugar correcto, en la cantidad requerida, con la máxima economía de espacio. El desplazamiento no añade nada al valor del producto. Por ello es de la mayor importancia asegurar una eficiencia máxima del transporte durante todos los siguientes movimientos de los productos:

- Como materia prima desde el lugar de suministro al almacén

o proceso. • Como producto en elaboración en las etapas del proceso. •  
Como producto acabado hacia el embalaje y envío

### **Ventajas del desplazamiento de productos**

- Mejor utilización de hombres, máquina y espacio de almacenamiento
- Reducción de las pérdidas de los productos; mejor control y rotación de las reservas.
- Mejores condiciones de trabajo y reducción de fatiga de los operarios todo ello produce, a una mayor productibilidad mejor calidad del producto y reducción del absentismo.

### **Planteamiento de un sistema adecuado**

A fin de diseñar un óptimo sistema de desplazamiento, se necesita responder a las siguientes preguntas:

- ¿Cuál es el sistema adecuado de transporte de un material con propiedades de baja fluidez, debido a su granulometría, humedad, tendencia a compactarse, etc.?
- ¿Cuál es el costo de transporte por unidad de producción?
- ¿Cómo se puede mejorar el sistema?
- ¿Cuánto costara el sistema?
- ¿Qué ahorro cabe esperar del sistema?

## **Clasificación**

Los aparatos transportadores se diseñan para desplazar la carga en masa. Según sea el carácter de la carga, el flujo de carga del aparato transportador puede efectuarse en forma de chorro continuo de materiales a granel y a trozos o en forma de porciones aisladas de estos materiales y de cargas por unidades aisladas. La clasificación puede darse de la siguiente forma:

### *a.- Transportadores con órgano de tracción flexible*

- Transportadores de cintas o de banda
- Transportadores de cadena (cangilones y rasquetas)

### *b. Transportadores sin órgano de tracción flexible*

- Transportadores de tornillo sin fin
- Transportadores neumáticos o por vacío
- Transportadores vibratorios

Esta clasificación es aproximada y no puede abarcar todos los tipos de aparatos. Cada uno de estos tipos puede, a su vez, tener muchas y diversas formas constructivas de ejecución.

## **Productividad**

El parámetro fundamental de la máquina transportadora es su productividad. Esta puede expresarse en forma de volumen o peso de la carga que desplaza el transportador en una unidad de tiempo (la productividad volumétrica  $V$  en  $m^3/h$ , la productividad ponderal  $Q$  en  $T/h$ )

La productividad volumétrica y ponderal están vinculadas entre sí por la dependencia  $Q = \gamma V$ , donde  $\gamma$  es la densidad aparente o peso volumétrico a granel (el peso del material en una unidad de volumen) en  $T/m^3$ . El peso a granel de la carga se determina por sus propiedades físicas y humedad, así como por las dimensiones de las partículas. Con el aumento de las partículas aumenta el peso a granel, ya que disminuye el volumen relativo de los espacios de aire entre las partículas. El peso a granel de ciertas cargas tiene los siguientes valores:

Al transportar el material a granel con flujo ininterrumpido, la productividad del transportador se determina de acuerdo con las fórmulas: Donde:

$$V = 3600 S v \text{ (m}^3 \text{ /h)} \quad (1)$$

$$Q = 3600 S v \gamma \text{ (T/h)} \quad (2)$$

$S$ , área de la sección del flujo del material ( $m^2$ )

$v$ , velocidad de desplazamiento del material ( $m/s$ )

La sección del material dispuesto a granel libremente en un plano inmóvil depende de las propiedades de este material y se determina por el ángulo de la pendiente natural  $\alpha$  formado por el plano de esta pendiente y por el plano horizontal. La magnitud  $\alpha$  depende de las fuerzas de adherencia entre las distintas partículas del material y de las fuerzas de rozamiento que surgen en el desplazamiento relativo de las partículas del material y de las fuerzas rozamiento que surgen en el desplazamiento relativo de las partículas. Según sea el estado (por ejemplo, de la humedad) un mismo material puede tener distinto ángulo  $\alpha$ . Si el plano en el que se encuentra

el material se mueve experimentando sacudidas, el material se esparce y el ángulo de la pendiente natural de los materiales a granel en estado de reposo y de movimiento se inserta en la tabla 1. Aproximadamente puede considerarse que  $\varphi=0.35$

Tabla 1: Ángulos de reposo natural y coeficientes de fricción de algunos materiales

Material	Angulo de la pendiente natural (en grados)		Coeficiente de Fricción sobre acero	
	En reposo ( $\alpha$ )	En movimiento ( $\phi$ )	En reposo ( $\alpha$ )	En movimiento ( $\phi$ )
Antracita	45	27	0,84	0,29
Grava	45	30	1,00	0,58
Arcilla	50	40	0,75	
Tierra	45	30	1,00	0,58
Coque	50	35	1,00	0,57
Trigo	35	25	0,58	0,36
Arena	45	30	0,80	0,50
Mineral Fe	50	30	1,20	0,58
Turba fresada	45	40	0,75	0,60
Carbón lignitoso	50	35	1,00	0,58
Escoria	50	35	1,20	0,70
Cascajo	45	35	0,63	

Fuente: Propiedades físicas y mecánicas obtenidas en laboratorio y por el método de Hoek-Brown

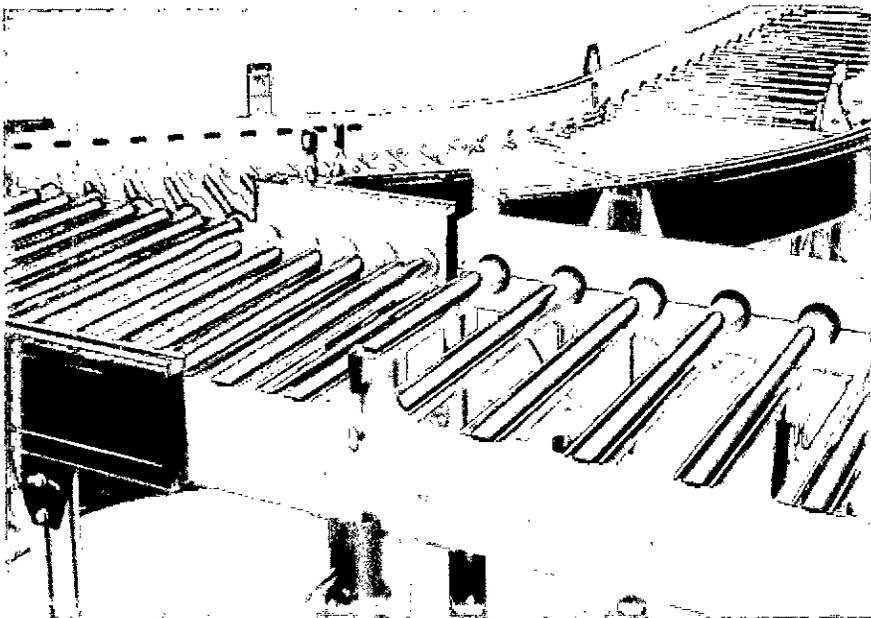
## Transportadores sin órgano de tracción flexible

### Dispositivo de gravedad

Son conductos inclinados abiertos, de superficie lisa, utilizados para transportar desde niveles altos a bajos promedios de la fuerza de gravedad los factores a considerar en su diseño de uso son:

- fricción:
- humedad
- inclinación del canal
- longitud del canal
- uniformidad del peso de los paquetes
- posición del centro de gravedad del paquete

Figura 8: Rodillos de gravedad



### **Rodillos de gravedad**

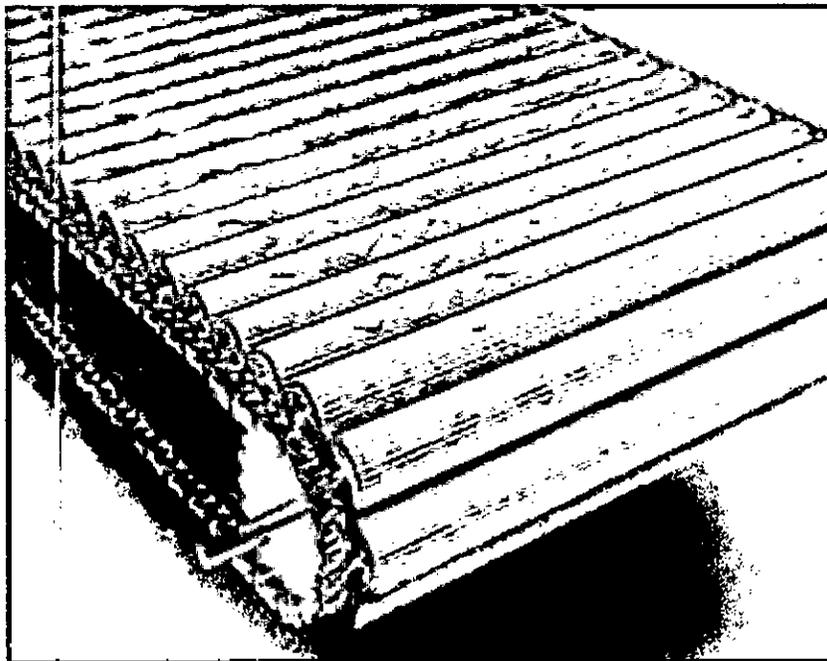
Un transportador de rodillos está compuesto por rodillos de movimiento libre montados horizontalmente en un marco de forma que se obtenga una mesa sobre los paquetes o envases se puedan transportar, bien con inclinación (gravedad) u horizontalmente (esfuerzo manual) (ver Figura 3)

### **Transportadores accionados mecánicamente**

#### **Transportadores de rodillos**

Pueden ser accionados por cintas (dos rodillos montados sobre la cinta y en fricción con ella) o por cadenas (los rodillos tienen en sus extremos engranajes que se acoplan a cadenas sinfín)

Figura 9: Transportadores de rodillos

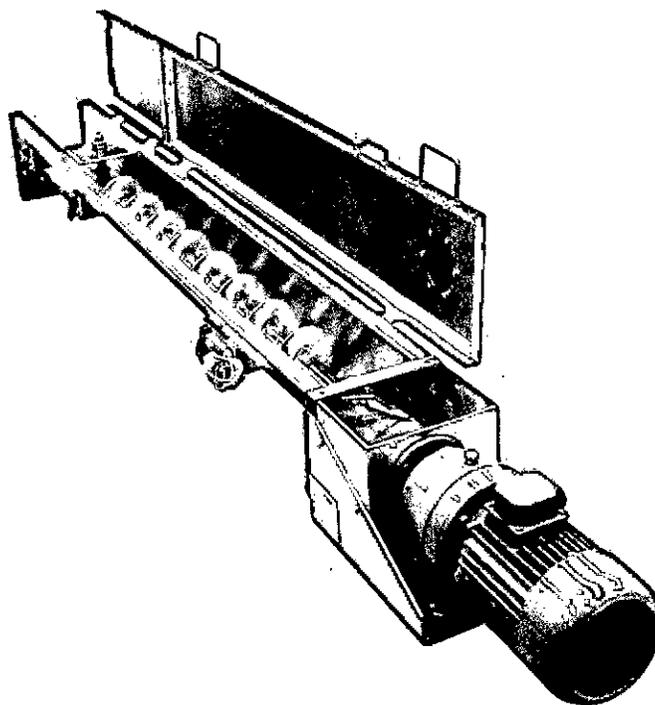


## **Transportador de tornillo sin fin**

Se llaman transportadores de tornillo sin fin los aparatos que efectúan el desplazamiento del material por un canalón, valiéndose de un tornillo giratorio (ver fig. 5). Este transportador consta del canalón inmóvil 7, cuya parte inferior tiene la forma de un semicilindro, cerrado por arriba con la tapa 3, del árbol impulsor 8 con las espiras sujetas a él del tornillo transportador, de los apoyos extremos 2 y 6 y del intermedio 4, del accionamiento 1, de los dispositivos cargador 5 y descargador 9. La descarga de este transportador horizontal puede realizarse en cualquier punto a través de los agujeros descargadores de fondo. Las espiras del tornillo se fabrican estampadas de chapa de acero de 4 a 8 mm de espesor y, luego, se sueldan al árbol. Los transportadores de tornillo sin fin se emplean ampliamente para desplazar cargas calientes y polvorientas que emanan evaporaciones nocivas, etc., puesto que este caso es fácil hermetizar el conducto. Los transportadores en cuestión se utilizan no sólo para desplazar la carga por la horizontal, sino también por canalones inclinado y vertical. Valiéndose del transportador de tornillo sin fin es de conveniencia el transporte de materiales en forma de polvo, de granos finos y fibrosos. No es conveniente emplear estos transportadores para desplazar cargas de pedazos de grandes dimensiones, abrasivas o pegajosas. El canalón del transportador de tornillo sin fin se suele fabricar de chapa de acero de 2 a 8 mm de espesor. El paso del tornillo es  $t = (0,5-1,0) D$ , donde  $D$  es el diámetro del tornillo. Cuanto más ligero sea el

material que transportar, tanto mayor se toma el paso. La velocidad de rotación del tornillo depende de la naturaleza de la carga a transportar y del diámetro del tornillo y se adopta tanto mayor cuanto menor es el peso a granel, la abrasividad de las cargas y el diámetro del tornillo. Para los materiales pesados, la velocidad de rotación suele ser cerca de 50 r.p.m. y para los ligeros, hasta 150 r.p.m. El diámetro del tornillo  $D$  depende del tamaño de los pedazos de la carga a desplazar. Este diámetro debe ser como mínimo 12 veces mayor que el tamaño de los pedazos a transportar del material homogéneo por su grosor y 4 veces mayor que el grosor máximo de los trozos, al transportar material no clasificado (ordinario).

Figura 10: Transportador de tornillo sin fin



### **Características del transportador a tornillo**

- Transporte continuo de materiales a granel
- Granulometría no muy gruesa.
- Estructura externa no importa que sea modificada.
- Sencillez y economía de construcción.
- Operaciones de procesado simultáneas al transporte. – mezclado, separación sólido – líquido, calefacción o enfriado, difusión, etc.
- Elevada potencia de accionamiento.
- Desgaste del equipo. Mantenimiento frecuente.
- No adecuado para grandes longitudes.
- Fácil carga y descarga.
- Problemas seguridad. Importante protección

### **Longitud máxima del transportador.**

Está limitada por el momento de torsión que puede transmitir el árbol del tornillo. Los órganos de unión entre sectores del tornillo deberán estar dimensionados convenientemente para transmitir el momento de torsión mencionado. Esta longitud se encuentra generalmente tabulada por el fabricante del tornillo.

### **Potencia de accionamiento del tornillo.**

El accionamiento de la hélice de los transportadores de tornillo se realiza habitualmente mediante motor eléctrico acoplado a su eje, la potencia de accionamiento necesaria en el eje de un tornillo sin fin será función de

resistencias que se oponen al movimiento, las cuales se pueden dividir en las siguientes:

- Resistencias principales de oposición al desplazamiento del material en el transportador.
- Resistencias necesarias para el accionamiento del transportador en vacío.
- Resistencias debidas a la inclinación del transportador, que serán necesarias para vencer el desnivel de transporte.

El cálculo de la potencia total será la suma de las necesarias para vencer las resistencias indicadas

$$P = P_H + P_v + P_{\text{inclinación}}$$

El área de relleno del canalón del transportador está dado por la siguiente expresión:

$$S = \frac{\lambda p D^2}{4} (m^2)$$

En donde D es el diámetro del tornillo y  $\lambda$  es el coeficiente de llenado del canalón tomado menor que la unidad, para evitar el amontonamiento de material cerca de los cojinetes intermedios. Los valores de  $\lambda$  toman los siguientes valores dependiendo del tipo de carga. Estos valores son meramente orientativos. Pesadas y abrasivas 0.125

Pesadas poco abrasivas 0.25

Ligeras poco abrasivas 0.32

Ligeras no abrasivas 0.4

La productividad del transportador de tornillo esta dado por

$$k(\text{Ton h}) D \text{ tn } Q / 4 60 3600 2 \gamma \pi = \lambda$$

Donde:

t, es el paso del transportador

n, es la velocidad rotacional

Los valores del coeficiente de disminuci3n "k "de la capacidad del transportador del tornillo sin fin seg3n sea el 3ngulo de inclinaci3n  $\beta$  de canal3n se toman:  $\beta$  (en grados) 0 5 10 15 20 k 1 0.9 0.8 0.7 0.6 En tanto que la velocidad de desplazamiento por el transportador de tornillo sin fin es:  $(\text{m s}) \text{ tn } v / 60$

La potencia del transportador horizontal.  $(\text{KW}) Q L P c H o 367 =$  Donde:  $c_o$ , coeficiente de resistencia que se determina emp3ricamente. Este coeficiente considera los rozamientos del material con la h3lice del tornillo y el canal3n y las perdidas por rozamiento que se producen en los cojinetes. Para las distintas cargas  $c_o$  toma los siguientes valores: Material  $c_o$  Harina, seria de madera, productos granulosos. 1.2 Turba, sosa, polvo de carb3n, Creta en polvo. 1.6 Antracita, carb3n lignitoso secado al aire, carb3n en galletas, sal de roca. 2.5 Yeso (aljez), arcilla seca en pedazos, tierra fina de moldear, cemento, cal, arena, ceniza. 4 Para el trasportador inclinado.  $(\text{KW}) Q H P \text{inc } 367 =$  La potencia del transportador inclinado depender3 de la elevaci3n a realizar (H), y de la productividad, Q. La potencia para vencer las resistencias en vac3o  $P_v$  es dif3cil de calcular, es proporcional al di3metro y la longitud del tornillo (L),

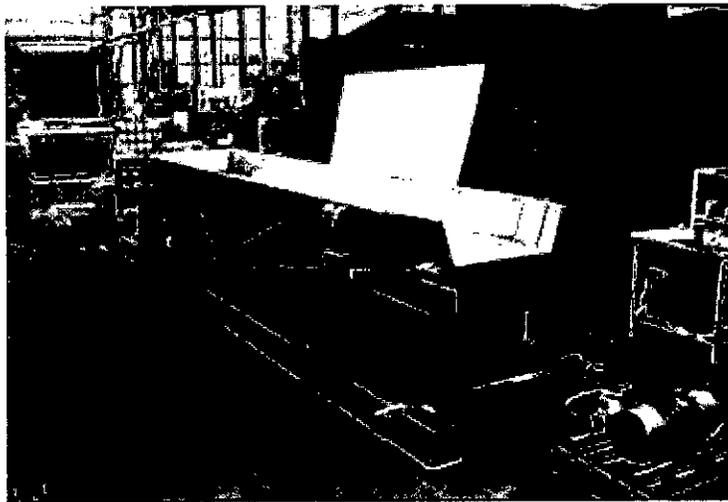
en algunos casos no es considerado en los cálculos, generalmente influirá la existencia de apoyos intermedios y el correcto estado de lo accionamiento y apoyos. La ventaja que presenta este tipo de equipos es que son compactos, exigen una cámara de carga pequeña y no precisan mecanismos de retorno. Los materiales se suelen mezclar al pasar por el transportador y suelen tener tendencia a desmenuzarse por lo que deberemos evaluar si esta característica puede representar una ventaja o bien un inconveniente para el material que se está manejando.

### **Transportadores vibratorios**

Utilizan la inercia del producto conducido por un movimiento de avance, relativamente, lento de la superficie del transportador para mantener el flujo del producto durante un movimiento rápido hacia atrás de la superficie del transportador. Este movimiento se repite a gran frecuencia y se puede producir electromagnéticamente o mecánicamente. Los transportadores vibratorios, en general, tienen la forma de canales o espirales verticales. Regulando convenientemente la vibración se puede hacer que el material fluya hacia delante con velocidad variable, permanecer estacionario o fluir hacia atrás. Por ello, una unidad en espiral puede transportar hacia arriba o hacia abajo. La exactitud con que se puede controlar el flujo del material permite utilizar estos transportadores como mecanismo de alimentación de aparatos como los molinos o las mezcladoras. El transporte suave que les caracteriza les hace útiles para

productos rompibles (por ejemplo, patatas fritas) mientras que también se conducen sin dificultad los productos húmedos, calientes o abrasivos. El transporte vibratorio está esencialmente exento de polvo y constituye un método de transporte cada vez más popular en la industria de los alimentos.

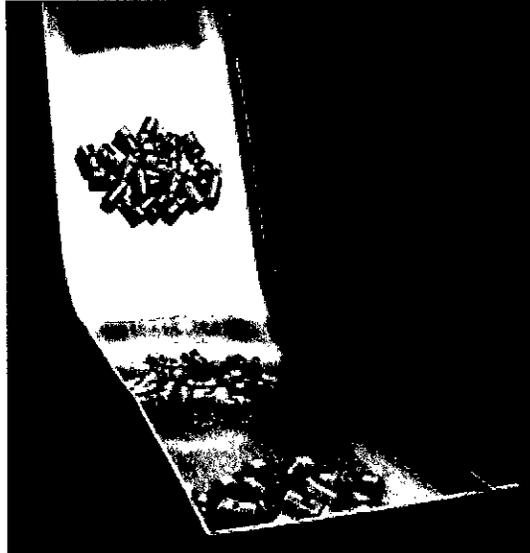
Figura 11: Transportador vibratorio



### **Transportadores Magnéticos**

Las cintas y rodillos electromagnéticos o imantados permanentemente se utilizan para transportar, retener y orientar productos ferromagnéticos. En la industria de los alimentos se les utiliza para transportar latas de alimentos y mantenerlas invertidas para escurrirlas y secarlas. Los rodillos magnéticos se pueden utilizar para distinguir entre el extremo abierto y cerrado de las latas.

Figura 12: Transportadores Magnéticos



### **Transporte por aire (Aparatos Neumáticos)**

Se llama transporte neumático al desplazamiento de una carga por tubos en mezcla con aire o a presión del aire. En la mezcla con aire se transportan, materiales en polvo, fibrosos finos o granulosos y su desplazamiento se basa en imprimir a la carga por el flujo de aire motriz. Los aparatos neumáticos para transportar carga en mezcla con aire tienen una productividad hasta 400 t/h, la longitud de transportación hasta 2.14 km y la altura de transportación hasta 100 m. Según sea el procedimiento de crear el movimiento del aire por las tuberías, las instalaciones neumáticas se dividen en la aspiradora, las compresoras y las mixtas. Utiliza un flujo de aire para reducir o eliminar la fricción sólido –sólido en un sistema. Se pueden distinguir dos clases de desplazamiento:

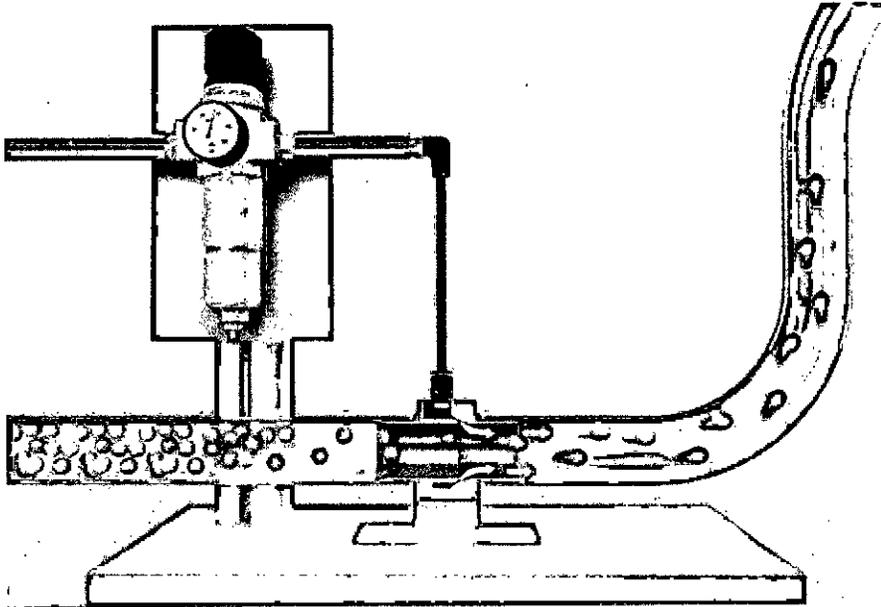
## **Transporte Fluidizado**

Se introduce aire en suficiente cantidad y a presión suficiente para producir el flujo gravitatorio del producto (transporte de fase densa) que se caracteriza por una relación de sólidos a aire. Los sólidos fluidizados se pueden forzar a través de tuberías por medio de aire a presión.

## **Transporte de sólidos suspendidos en el aire**

En este método se emplea aire fluyendo axialmente por una tubería en cantidad suficiente y presión suficiente para hacer una suspensión de los sólidos particulados. Y luego desplazarlos a lo largo de la tubería (transporte en fase dispersa) Las ventajas del transporte neumático residen en la posibilidad de desplazar a grandes distancias, sin transbordos, por una línea compleja con ascensiones bajo cualquier ángulo y por la vertical, la productividad, sin necesidad de equipo mecánico en la línea de la tubería, la sencillez de explotación y la posibilidad de automatización completa. Sin embargo, la limitación por la naturaleza y características de los materiales a desplazar según su tamaño, el intensivo desgaste de las tuberías y el elevado consumo de energía disminuyen la esfera de aplicación de este tipo de transporte.

Figura 13: Transporte de sólidos suspendidos en el aire



**Parámetros previos a tener en cuenta en la selección de un sistema de transporte de transporte**

Relación de factores a tener en cuenta

La selección de un equipo mecanizado para instalaciones industriales normalmente se basa en las posibilidades que ofrece el equipo para:

- Reducir costes de manejo
- Abreviar ciclos de trabajo.
- Acelerar embarques y entregas
- Mejorar la utilización del espacio.
- Reducir los daños y el desperdicio en el producto.
- Aumentar la seguridad en el trabajo.
- Ahorro de horas-hombre necesarias para trasladar materiales.

- Rendimiento de inversión.
- Sistemas de seguridad.
- Condiciones medioambientales.

Además, cuando consideramos la posibilidad de adoptar un sistema de transporte o manipulación de sólidos a granel debemos tener en cuenta algunos factores.

- Cuando sea factible, el manejo mecanizado debe sustituir al trabajo manual.
- Los traslados deber ser lo más directos y cortos posibles.
- A ser posible deben utilizarse los “derechos aéreos”, o sea, el espacio elevado.

#### **Conveniencia de un sistema de gestión centralizado**

- El hecho de que el proveedor nos pueda suministrar el material a granel supone un ahorro económico que, una vez se hayan realizado los estudios pertinentes, nos hará decidir si es conveniente o no invertir capital en un transportador de material.
- El hecho de que se pueda evitar en gran parte la circulación de material por el interior de las instalaciones y que el personal de la empresa no tenga que realizar esfuerzo en manipular sacos hace que se reduzcan considerablemente el número de accidentes de trabajo. Además, se puede reestructurar al personal, ubicando a los operarios que anteriormente estaban manipulando material en otros departamentos donde se necesite personal.

- El tener un sistema centralizado de transporte de producto que va directamente a la máquina hace que no exista material suelto por el interior de las instalaciones, por lo que se supone que las instalaciones estarán mucho más limpias.
- En muchos procesos industriales conviene pesar distintos productos para posteriormente mezclarlos. Con la dosificación automatizada de productos desde un silo de almacenamiento o desde una tolva de recepción, mucho de los inconvenientes que se han descrito anteriormente quedan solventados.

### **Dispositivos auxiliares en los transportadores**

Los transportadores que suministran la carga en forma de flujo continuo se coordinan con el funcionamiento de los aparatos de acción periódica, es decir para acumular el material que se desplaza por el transportador, se emplean tolvas cuyo volumen se elige de modo que mediante la utilización del material acumulado en la tolva, pueda evitarse la posible irregularidad en el suministro y consumo de la carga. Las tolvas se fabrican de metal en chapa, de madera, hormigón, etc, la forma de sus paredes y las dimensiones de los orificios de salida deben asegurar la descarga ininterrumpida del material sin que éste se origine una forma de bóveda en la tolva.

### **Compuertas de tolva**

Para la apertura y cierre de los orificios de salida de las tolvas y la regulación del flujo de la carga, en ellos se aplican obturadores (compuertas) de distinto tipo, con accionamiento mecánico o manual.

### **Alimentadores**

Para el suministro uniforme e ininterrumpido de la carga al aparato transportado se emplean alimentadores especiales, que representan con frecuencia los transportadores, tales como: Alimentador de sinfín que ayuda a descargar y producir una alimentación uniforme. Alimentador vibratorio, proporciona también un flujo uniforme a lo largo de una abertura ranurada de longitud limitada. Alimentador de estrella con un transportador recolector.

Se le determino el modelo del sistema de transporte vibratorio, lo cual mejora la fluidez del material, sin tener ninguna contaminación en el transporte y de fácil limpieza,

Se tendría que acondicionar a la longitud de transporte y su ubicación, dentro de su estructura para montaje.

## **4.2 Antecedentes**

Hay sistemas por transporte helicoidal, cerrado y con mucha flexibilidad que generaba desgaste en las bocinas de bronce, ruido, alto costo por limpieza en desmontaje y montaje del transporte, que incluía paradas por obstrucción de compactación del azúcar en las hélices, generando

aumento del amperaje con consumo de energía y parada del equipo de transporte. Por lo que el propósito del transporte es la no contaminación con el exterior y con la ventaja de que el material no está en contacto con ningún material de arrastre en el interior del transportador, y asegurar una producción continua de stevia, mediante un ducto circular en acero inoxidable de 10" de diámetro por 2.2 m, y con resortes, cuya limpieza interior es por las tapas laterales con cierres rápidos.

Dentro de los procesos de transporte por hélice, se tiene los inconvenientes siguientes:

- Problemas de ruido.
- Desgaste de las bocinas.
- Desgaste desmesurado de las cadenas de transmisión.
- Consumo de grasa y lubricación
- La dificultad de la limpieza en los periodos de parada.
- Alto costo de desmontaje y montaje para la limpieza.
- Materiales higroscópicos con tendencia de adherencia a las hélices, generando una demora en la limpieza y contaminación tanto interior como el exterior con el medio ambiente
- Alto consumo de energía.

Estos sistemas de transporte de vibración fueron realizados por empresas extranjeras como Venanzetti, Rhewum, las cuales desarrollaron estos

sistemas tubulares vibratorios por ser herméticos, existen otros modelos rectangulares con bandejas abiertas.

Ya se había fabricado uno similar para Bayer de Estados Unidos.

Se realizó una fabricación de un transportador tubular vibratorio de 4.5 mts. para la empresa Ajinomoto.

### **4.3 Planteamiento Del Problema**

¿En qué medida el sistema de un transportador vibratorio tubular electromecánico, permitirá mejor fluidez de la stevia, con cero contaminación durante el transporte a la máquina de envasado?

### **4.4 Justificación**

#### **4.4.1. Justificación económica:**

- Este sistema vibratorio se considera dentro de los equipos de transporte el más económico especialmente en longitudes pequeñas de transportación.
- El consumo de corriente es de 1.1 amperios, con motores de 0.6 HP de potencia.

#### **4.4.2. Justificación tecnológica:**

El resultado del problema de estudio permitió determinar un ducto tubular de 10" de diámetro por 2.2 metros, para una capacidad de 3 toneladas por hora.

Sistema vibratorio cuya velocidad de transporte vibratorio depende en considerable de sus propiedades físicas – mecánicas, del peso volumétrico del tamaño y forma de las partículas, de la humedad, de las propiedades elásticas del rozamiento interno.

Sistema hermético para productos pulverulentos, con tubería circular, aislado con resortes, con mangas flexibles, y tapas de inspección en cada extremo, para limpieza manual, justificando un mantenimiento cero en equipos durante cinco años.

Transportador vibratorio con poco desgaste en el tubo circular en acero inoxidable calidad 316, con superficie pulida adecuada para producto alimenticio.

### **4.5 Marco Teórico**

#### **4.5.1 Descripción botánica de la stevia**

La *Stevia rebaudiana* pertenece a la familia Asteraceae, es una planta herbácea perenne, tallo erecto, sub-leñoso, pubescente; durante su desarrollo inicial no posee ramificaciones, tornándose multicaule después del primer ciclo vegetativo, llegando a producir hasta 20 tallos en tres a cuatro años; puede alcanzar hasta 90 cm de altura en su hábitat natural y

en los trópicos puede llegar a tener alturas superiores a 100 cm. La raíz es pivotante, filiforme y no profundiza, distribuyéndose cerca de la superficie.

La *S. rebaudiana* tiene hojas elípticas, ovales o lanceoladas, algo pubescentes; presentan disposición opuesta en sus estados juveniles, y alternas cuando las plantas llegan a su madurez fisiológica, previa a la floración.

La flor es hermafrodita, pequeña y blanquecina; su corola es tubular, penta lobulada, en capítulos pequeños terminales o axilares, agrupados en panículas corimbosas.

La planta es auto incompatible (protandria), por lo que la polinización es entomófila; se dice que es de tipo esporofítico y clasificada como apomíctica obligatoria. El fruto es un aquenio que puede ser claro (estéril) u oscuro (fértil) y es diseminado por el viento. Se clasifica como una planta de día corto, situando el fotoperiodo crítico de 12 a 13 horas según el eco tipo.

Existen otras especies como: *Stevia eupatoria*, *S. obata*, *S. plummerae*, *S. salicifolia* y *S. serrata*.

Figura 14: Stevia rebaudiana



#### **4.5.1.1 Propiedades de la Stevia**

Durante siglos, las tribus Guaraníes de Paraguay y Brasil han usado diferentes especies de Stevia, principalmente Stevia rebaudiana, como endulzante para contrarrestar el sabor amargo de los medicamentos a base de diferentes plantas y bebidas, y con fines medicinales que incluyen la regulación de la glicemia e hipertensión. Este efecto hipotensor leve se observó en sujetos tratados con té de Stevia rebaudiana, administrado diariamente por 30 días. Se reporta como anticonceptivo, en el tratamiento de alteraciones de la piel y en prevención de caries, ya que no puede ser fermentado. Se ha informado que tiene efectos bactericidas sobre *Streptococcus mutans*, responsable de las caries dentales al poseer propiedades antibacterianas y antivirales. Además, estimulan el estado de alerta, facilitan la digestión, las funciones gastrointestinales y mantiene la sensación de vitalidad y bienestar. La disminución del deseo de comer dulces y alimentos grasos es reportada

por consumidores de Stevia. Otros en cambio indican que su consumo reduce el deseo del tabaco y de bebidas alcohólicas.

El botánico suizo Moisés Santiago Bertoni fue el primero que la describió en 1887, detallando su sabor dulce. En 1900, el químico paraguayo Ovidio Rebaudi, logró aislar los principios activos responsables del dulzor. La Stevia no contiene calorías y las hojas pueden utilizarse en su estado natural, gracias a su gran poder edulcorante, y sólo son necesarias pequeñas cantidades del producto.

Componentes de la Stevia En 1997 Ngowata purificó el extracto de Estevia obteniendo un Esteviósido, un polvo blanco y altamente higroscópico, por lo cual hay que mantenerlo en un envase hermético para evitar la humedad. En la producción a gran escala se utiliza el mismo método anterior, salvo para el paso final que genera productos secos mediante el uso de una secadora en aerosol. Los investigadores informaron que de 3000 g de Estevia se podía producir 101,5 g de polvo fino de color amarillo de Esteviósido.

Extractos de la Stevia rebaudiana se utilizan como edulcorante natural o en suplementos dietéticos por su contenido de glucósidos: Esteviósido y rebaudiósido con características químicas y farmacológicas adecuadas para su uso en la alimentación humana. Los principios de la Stevia rebaudiana se deben a sus componentes naturales activos presente en las hojas que son el Esteviósido y rebaudiosidos A, B, C, D y E; Dulcósido

A, y Esteviolbiónido. El Esteviónido tiene un ligero sabor amargo y proporciona 250 a 300 veces el dulzor del azúcar.

Las hojas de la planta silvestre de Estevia contienen 0,3% Dulciónido, 0,6% Rebaudiónido C, 3,8% Rebaudiónido A y el 9,1% de Esteviónido. La composición química completa de las especies de Estevia aún no está disponible. De las 110 especies estudiadas por el sabor dulce solo 18 muestran esta característica. De todas las especies la *Stevia rebaudiana bertonii* es la más dulce.

De acuerdo con Sharma y cols (2006) las hojas frescas de Estevia contienen una gran cantidad de agua (80 a 85%). Aparte de los componentes antes mencionados (glucónidos), las hojas contienen ácido ascórbico,  $\beta$ -caroteno, cromo, cobalto, magnesio, hierro, potasio, fósforo, riboflavina, tiamina, estaño, zinc, etc. Entre los productos químicos encontrados están la apigenina, austroinilina, avicularin,  $\beta$ -sitosterol, ácido caféico, campesterol, cariofileno, centaureidin, ácido clorogénico, clorofila, kaempferol, luteolina, quercetina, estigmasterol, entre otras.

Seguridad en su consumo El Esteviónido parece tener muy poca o ninguna toxicidad aguda. Del mismo modo, el consumo crónico de Esteviónido se cree que representa poco riesgo basado en los estudios en humanos. Yamada en 1985 mostró que el consumo oral de Esteviónido en cantidades elevadas como 550 mg/kg de peso corporal al día (es decir 200 veces la ingesta máxima probable de alrededor de 2 mg/kg/peso corporal/día por 2 años, no tuvo efectos tóxicos o cancerígenos en ratas.

Sin embargo los efectos farmacológicos son sugeridos por otros estudios, como la reducción de la presión arterial y los niveles de glucosa en sangre. Además, el metabolito de la aglicona, el esteviol, se informó que es mutagénico y bactericida en *Salmonella typhimurium* TM677. Por lo tanto, los efectos biológicos e interacciones adversas con fármacos se desconocen.

#### **4.5.1.2 Regulación y producción**

Ante la creciente demanda de productos bajos en calorías o sin calorías, Estevia ha tomado un sitio muy importante en la canasta familiar, se emplea como edulcorante de mesa, en la elaboración de bebidas, dulces, mermeladas, chicles, en pastelería, confituras, yogures, entre otros. Pero además de sus propiedades endulzantes, Estevia tiene importantes efectos sobre la salud.

Recientemente fue aprobado para su utilización comercial por el Joint Food and Agriculture Organization/World Health Organization Expert Committee on Food Additives (Joint Food and Agriculture Organization/World Health Expert Committee on Food Additives, 2005), y mas recientemente la aprobación de Generalmente Reconocido como Seguro (GRAS por sus siglas en ingles) y de la FDA (Food and Drug Administration).

El Comité Mixto FAO/OMS de Expertos en Aditivos Alimentarios (JECFA) en sus reuniones 68<sup>a</sup> y 69<sup>a</sup> del año 2008, estableció una Ingestión Diaria

Admisible (IDA) para los glucósidos de Esteviol de mg por kg de peso corporal por día, expresada como Esteviol. Los glucósidos de Esteviol son una mezcla de componentes de diferentes pesos moleculares. Dado que el componente activo efectivo es la parte de Esteviol de las distintas moléculas, la IDA se refiere al peso molecular del total de Esteviol presente en la mezcla.

A escala comercial la utilización de este edulcorante está de moda desde principios de los setenta en Japón. Actualmente se cultiva en Japón, Brasil, el sudeste asiático, Canadá y China, siendo este último el principal exportador de esteviósido. En Japón, el cultivo de Estevia se emplea principalmente como sustituto de azúcar. Cerca de un cuarto de cucharadita de hojas es equivalente a una cucharadita de azúcar.

En estudios en humanos (voluntarios sanos), se investigó el efecto de la administración de extractos de Stevia rebaudiana en las pruebas de tolerancia a glucosa. A los sujetos se les dio un extracto acuoso de hojas de 5 g cada 6 horas por 3 días y se realizó una prueba de tolerancia a la glucosa antes y después de la administración de los extractos. Los resultados mostraron que el tratamiento con Estevia aumentó la tolerancia a la glucosa y disminuyó las concentraciones de glucosa plasmática. Diversos autores concluyen que la planta podría tener un uso potencial en el manejo de la diabetes tipo 2.

Estevia y apetito Los edulcorantes no nutritivos han mostrado resultados contradictorios con respecto al consumo de energía y el peso corporal, especialmente aspartame. La mayoría de los estudios indica que aspartame reduce la ingesta de alimentos y puede ayudar a controlar el peso. Otros en cambio sugieren que el aspartame podría incrementar el apetito. Estudios que han evaluado el efecto de Estevia sobre el apetito indican que los sujetos que consumieron aspartame y Estevia no compensaron comiendo más en la siguiente comida (almuerzo o cena) y presentaron niveles similares de saciedad en comparación con los sujetos que consumieron sacarosa. Adicionalmente, Estevia redujo los niveles de glucosa plasmática e insulina, lo que sugiere que Estevia podría ayudar con la regulación de la glucosa.

#### **4.5.1.3 Conclusiones**

La Stevia es un edulcorante no calórico, de origen natural, que se cultiva y utiliza en diversas partes del mundo y que ha penetrado de manera importante en el mercado nacional e internacional. Publicaciones reportan propiedades positivas entre ellas en el manejo de la diabetes mellitus transformándose en una nueva herramienta nutricional, Organismos internacionales avalan su consumo como suplemento seguro y no estimula el apetito por ende sin riesgo de incremento de peso en su consumo.

## 4.5.2 Vibración:

### 5.4.2.1 Movimiento Oscilatorio

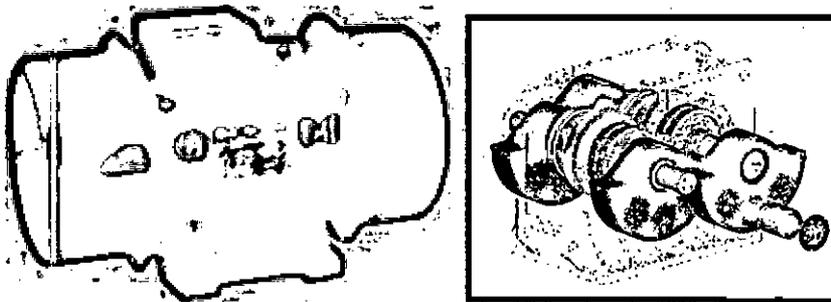
Las vibraciones se refieren a los movimientos oscilatorios de los cuerpos y a las fuerzas asociadas con ellos. Todos los cuerpos que poseen masa y elasticidad son capaces de vibrar. La mayoría de las máquinas y las estructuras experimentan vibración hasta cierto grado y su diseño, requiere generalmente consideración de su conducta oscilatoria.

Los sistemas oscilatorios se pueden clasificar como lineales o no lineales. Para los sistemas lineales rige el principio de la superposición y las técnicas

### 4.5.2.2. Clasificación de los vibradores:

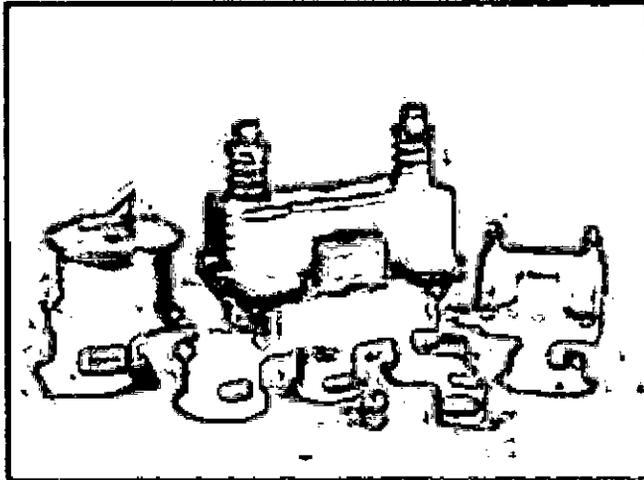
Vibradores electromecánicos y Osciladores mecánicos

Figura 15: Vibradores Electromecánicos y Osciladores Mecánicos



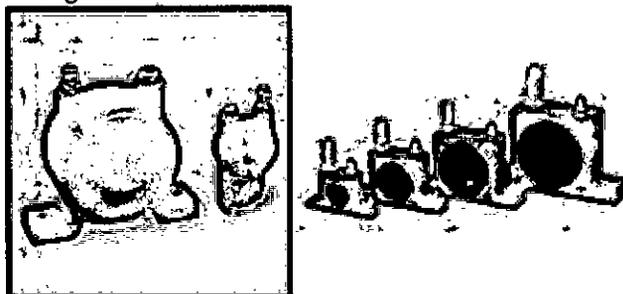
- Vibradores electromagnéticos

Figura 16: Vibradores electromagnéticos



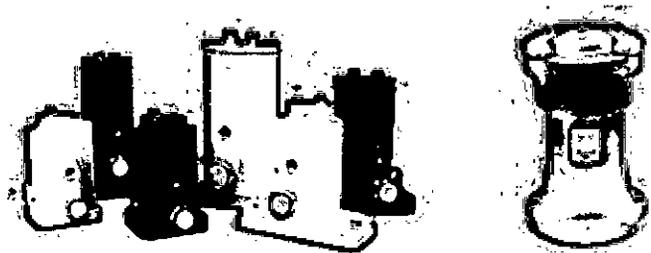
- Vibradores neumáticos de esferas.

Figura 17: Vibradores neumáticos de esferas



- Vibradores neumáticos de pistón y martillos de impacto.

Figura 18: Vibradores neumáticos de pistón y martillos



- Vibradores hidráulicos.

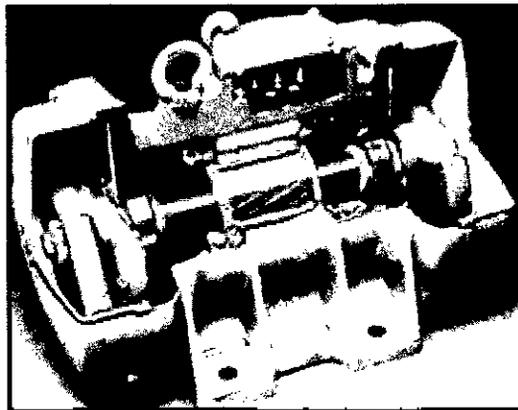
Figura 19: Vibradores hidráulicos turbinados



#### 4.5.2.3 Vibradores electromecánicos:

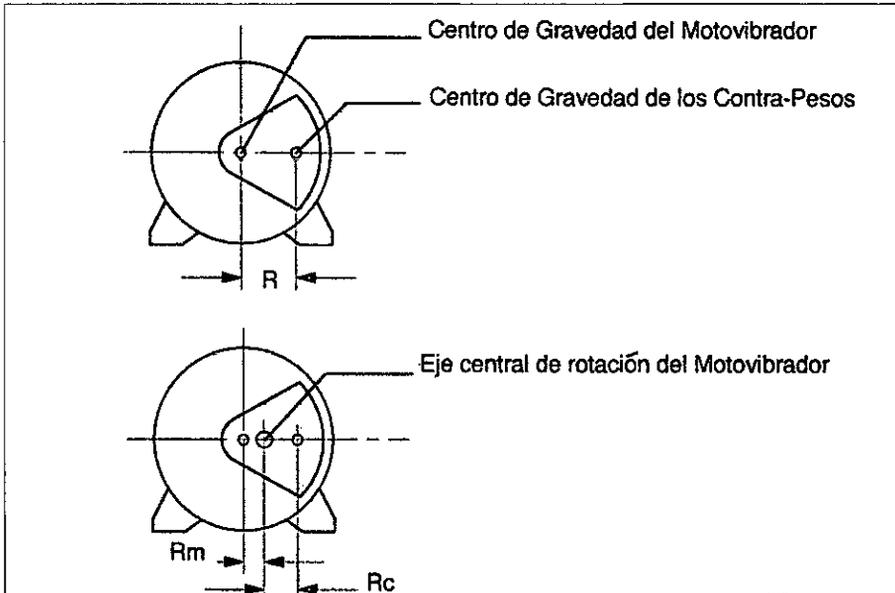
Un vibrador electromecánico o moto-vibrador es un motor eléctrico que está equipado con pesos excéntricos en cada extremo del eje, lo que provoca un movimiento desbalanceado durante su rotación.

Figura 20: Corte longitudinal de un moto-vibrador



Este desequilibrio o desbalanceo genera una vibración en función de la masa de los contrapesos y del propio moto-vibrador y la distancia entre los respectivos centros de gravedad.

Figura 21: Centro de gravedad



Debido al efecto de los contrapesos o pesos excéntricos, la línea central de rotación del moto-vibrador no corresponde con la del eje del motor, pero tiene lugar entre los centros de gravedad del motor y el de los contrapesos.

La distancia **Rm**, entre la línea central de rotación del moto-vibrador y la del eje del motor, se calcula a partir de la siguiente relación:

$$\mathbf{W_m \times R_m = R_c \times W_c} \quad \text{Donde: } \mathbf{W_m} = \text{Masa del motor}$$

**Wc** = Masa de los pesos excéntricos

**Rm** = Radio de rotación del motor

**Rc** = Radio de rotación de los pesos excéntricos

Es posible controlar la amplitud de las vibraciones generadas por el motor.

Los parámetros que identifican un moto-vibrador son los siguientes:

**Parámetros Mecánicos:**

**Ms** = Momento Estático = **Wc x R**(Kg mm)

**Mw** = Momento Dinámico = **2 Ms** (Kg mm)

**Fc** = Fuerza Centrífuga = **Ms x rpm<sup>2</sup>/91.341** (Newton)

**Rpm** = Numero de rotaciones por minuto

**Lh** = Vida teórica de los rodamientos

**R** = Distancia entre los centros de gravedad del motor y pesos

excéntricos

**Parámetros Eléctricos:**

Frecuencia = Hertz

Voltaje = Voltios

Potencia = Watts o HP

Corriente = Amperios

Polaridad = Numero de polos

Rendimiento = %

Factor de potencia = Cos Ø

Clase de aislamiento

De la relación entre polaridad – Frecuencia – rpm, tenemos:

$$Rpm = 2 \times \text{Hertz} \times 60 / \text{Numero de Polos}$$

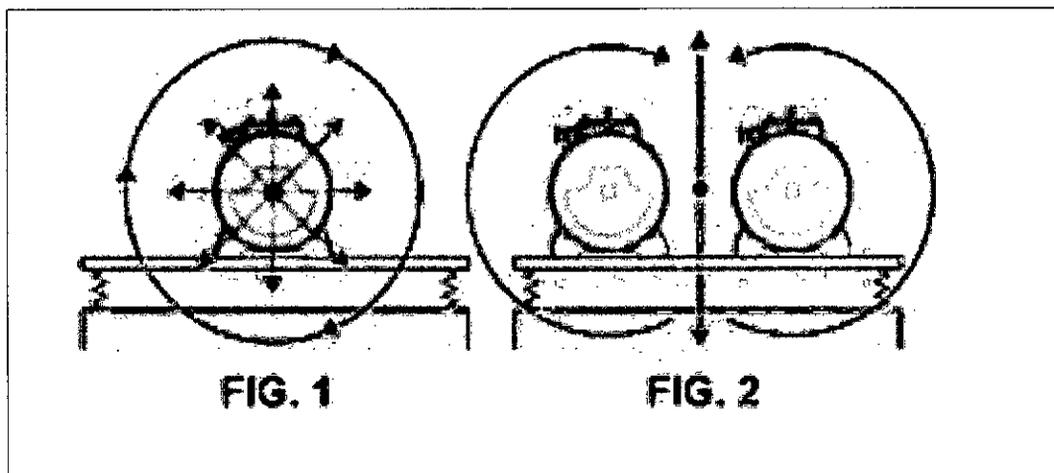
Podemos establecer el numero de rotaciones por minuto, nominal:

2 Polos	@ 50 Hz = 3000 rpm	@ 60 Hz = 3600 rpm
4 Polos	@ 50 Hz = 1500 rpm	@ 60 Hz = 1800 rpm
6 Polos	@ 50 Hz = 1000 rpm	@ 60 Hz = 1200 rpm
8 Polos	@ 50 Hz = 750 rpm	@ 60 Hz = 900 rpm

#### 4.5.2.4 Movimiento circular y lineal de los vibradores electromecánicos

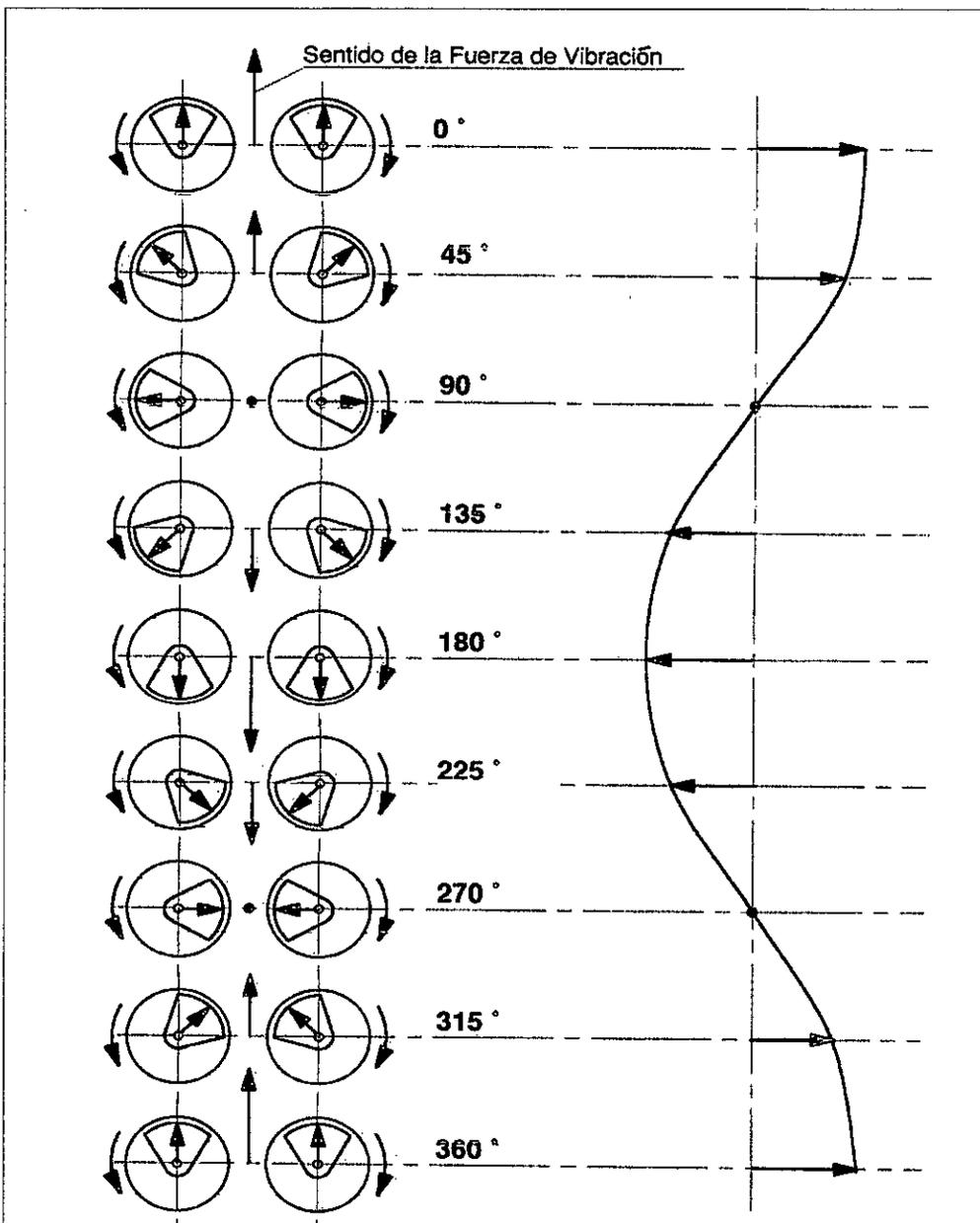
Las vibraciones generadas por un solo moto-vibrador tienen una configuración circular debido a la rotación del motor (Ver FIG. 1, Figura 22). Este movimiento circular se obtiene cuando el centro del motor coincide con el centro de gravedad de la estructura vibrante. Cuando el motor es instalado con el centro de gravedad fuera del centro de gravedad de la estructura vibrante, se producirá un movimiento elíptico, el cual varía en diferentes puntos de la estructura. El movimiento lineal se obtiene mediante el uso de dos moto-vibradores, con sentidos de rotación opuestos. (ver FIG. 2, Figura 22)

Figura 22: Tipos de movimientos vibratorios



Las fuerzas centrífugas desarrolladas por los dos moto- vibradores, generan una fuerza vibratoria lineal y alternada, resultante de la suma algebraica de las proyecciones de las fuerzas en una dirección perpendicular al plano de fijación de los dos vibradores.

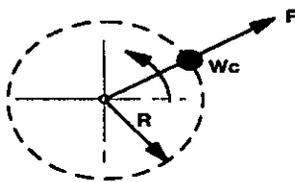
Figura 23: Fuerza vibratoria generada por 2 moto-vibradores



### Fuerza Vibratoria:

La fuerza vibratoria generada por la rotación de los pesos excéntricos se utiliza como fuerza vibratoria. Esta fuerza vibratoria,  $F$  es expresada por la siguiente formula:

Figura 24: fuerza vibratoria



$$F = \frac{W_c}{g} \times R \times \left\{ \frac{2\pi N}{60} \right\}^2$$

- $F$  : Fuerza Vibratoria (Kgf)
- $W_c$  : Peso de los contra-pesos (kg)
- $R$  : Distancia entre eje y centro de gravedad
- $g$  : Aceleración de la gravedad (9.8 m/seg<sup>2</sup>)
- $N$  : Revoluciones por minuto (rpm)

### Amplitud de Vibración:

Cuando en cuerpo vibratorio esta soportado por un conjunto de resortes, la constante del resorte es suficientemente pequeña a ser considerada.

Por lo tanto, la amplitud total ( $S$ ) se obtiene del cuadro inferior.

Figura 25: Amplitud de vibración

$$s = 1.8 \left/ \left\{ \frac{N}{1000} \right\}^2 \right. \times \frac{F}{W} = 1.8 \times 10^6 \frac{N}{N}^2$$

$\frac{F}{W} = n$  : Aceleración (G)

- $s$  : Amplitud total (mm)
- $N$  : Revoluciones por minuto (rpm)
- $F$  : Fuerza vibratoria (kgf)
- $W$  : Peso del cuerpo vibratorio (kg)

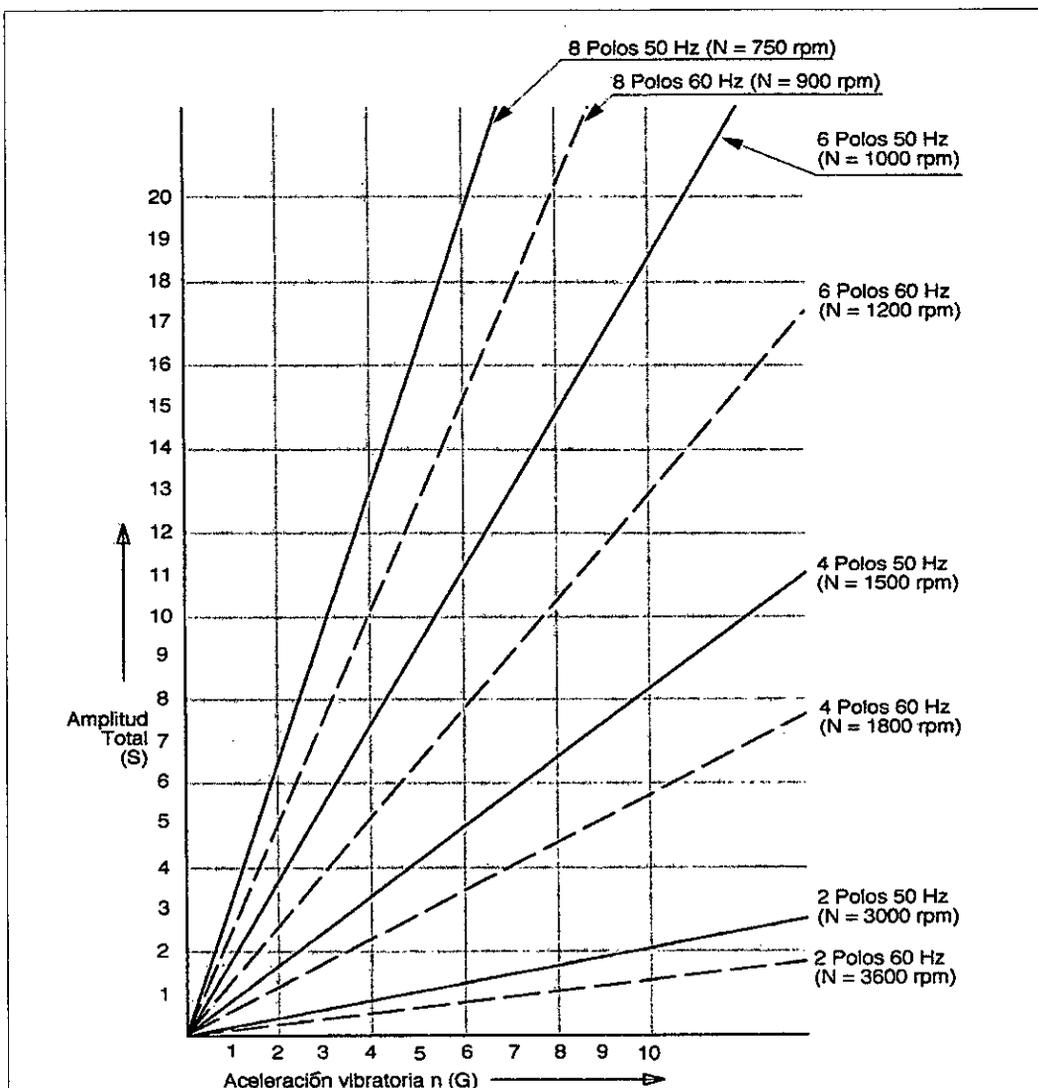
Valores de Aceleración (n)

Amplitud No. de polos (Hz)		Valores de Aceleración (n)								
		0.3	0.5	1	2	4	6	10	20	30
2 Polos	60	1.12	3.4	6.8	13.5	---	---	---	---	---
	50	0.85	2.35	4.7	9.4	18.8	---	---	---	---
4 Polos	60	0.56	0.85	1.7	3.4	6.8	10.2	16.9	---	---
	50	---	0.95	1.18	2.35	4.7	7.05	11.8	23.6	---
6 Polos	60	---	0.38	0.75	1.5	3.0	4.5	7.5	15.1	22.6
	50	---	0.26	0.52	1.05	2.1	3.1	5.2	10.5	15.7
8 Polos	60	---	---	0.42	0.85	1.69	2.5	4.2	8.5	12.7
	50	---	---	0.29	0.59	1.18	1.75	2.95	5.9	8.8

La amplitud total (**S**) se calcula a partir de los valores de rpm (**N**) y la aceleración de vibración (**n**). La aceleración (**n**) comúnmente llamada (**G**), indica la cantidad de veces que se aplica la aceleración de la gravedad ( $g=9.8 \text{ m/seg}^2$ ).

Los valores marcados dentro del área sombreada son los comúnmente utilizados en la mayoría de los equipos vibratorios.

Figura 26: Relación rpm (N) – aceleración (n) – amplitud total (S)



#### **4.5.2.5 Aplicaciones de los moto-vibradores:**

##### ***Moto-Vibradores de 2 polos:***

- Cuando se requiere alta frecuencia con baja amplitud de 0.5 a 3 mm (50 Hz) o 2 mm (60Hz.)
- En el caso de materiales difíciles de fluir; por ejemplo, en la descarga de tolvas o en alimentadores inclinados (equipos pequeños).
- Mesas vibratorias pequeñas para mayor compactación de materiales a granel, en contenedores o envases de cartón.
- Pequeñas máquinas de molde de concreto/ hormigón.

##### ***Moto-Vibradores de 4 Polos***

- Cuando se requiere una amplitud de hasta 6 mm (50 Hz) o 4 mm (60 Hz)
- Vibradores instaladas en la plancha de las tolvas de hormigón.
- Alimentadores vibratorios de baja y mediana capacidad.
- Para la descarga de material triturado, en tolvas de baja capacidad
- Para zarandas vibratorias de baja y mediana capacidad.
- Para secadores y enfriadores vibratorios de mediana capacidad.
- Elevadores vibratorios en espiral, de baja capacidad.

##### ***Moto-Vibradores de 6 Polos.***

- Cuando se requiere una amplitud entre 7 a 10 mm (50 Hz) o de 5 a 6 mm (60Hz).

- Similar a los de 4 polos, sin embargo, para las máquinas de mayor capacidad.
- Zarandas con capacidades medianas.
- Alimentadores vibratorios con alta capacidad.
- Alimentadores vibratorios tipo Grizzly, de media capacidad.
- Transportadores vibratorios.
- Vibradores para tolvas.
- Mesas vibratorias, para sacudir los envasados.
- Sacudir piezas con media capacidad.
- Vibradores para secadores/enfriadores, de mediana capacidad.
- Para elevadores vibratorios en espiral de mediana capacidad

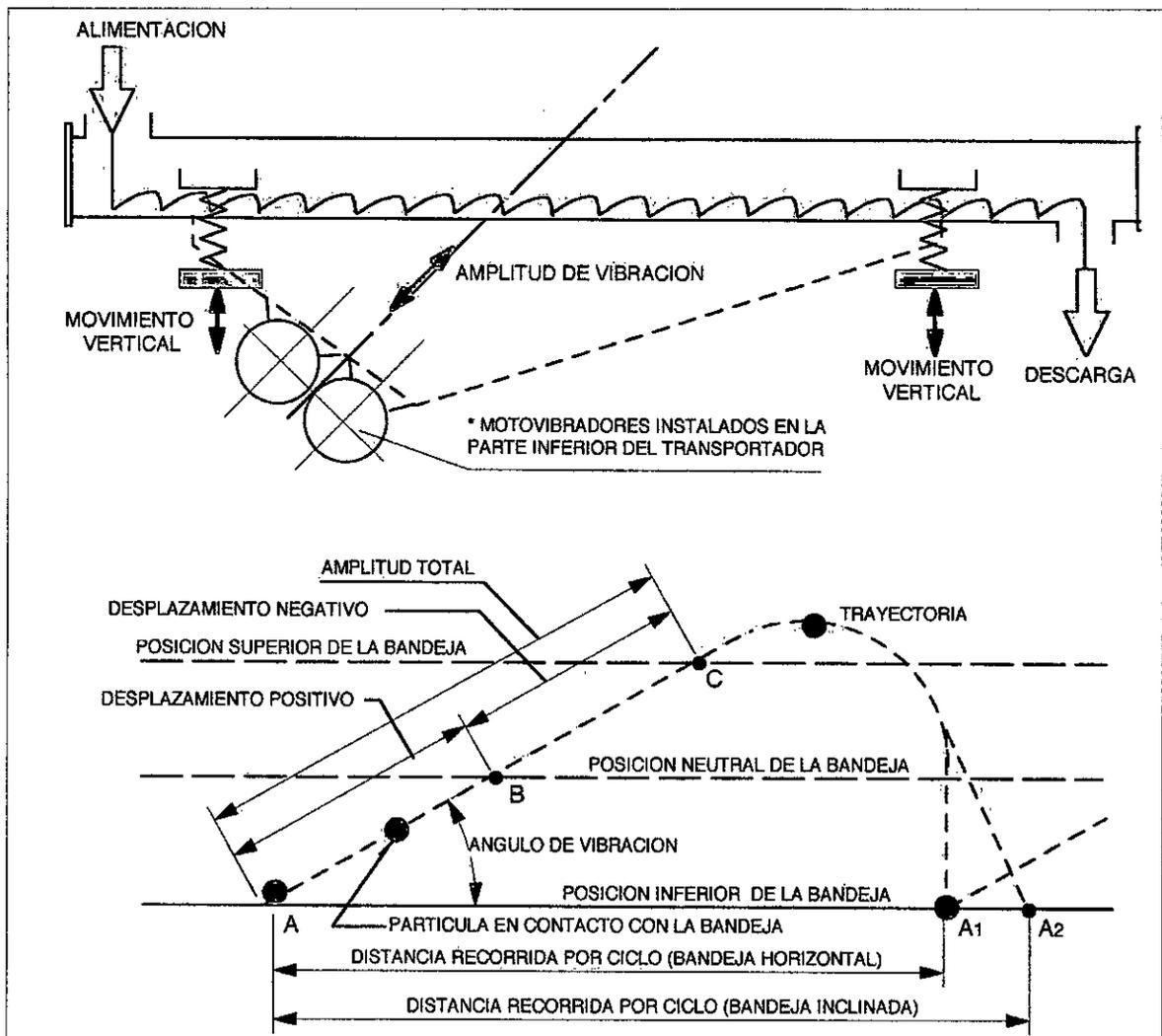
#### ***Moto-Vibradores de 8 Polos.***

- Cuando se requiere baja frecuencia y alta amplitud de vibración, más de 8 mm (50 Hz) o más de 10 mm (60 Hz).
- Es una opción más sencilla y económica que los osciladores mecánicos.
- Alimentadores vibradores tipo grizzly, de alta capacidad.
- Zarandas vibratorias de alta capacidad.
- Alimentadores vibratorios de alta capacidad.
- Mesas vibratorias de alta capacidad para la producción de acero.
- **Principio de Operación de los transportadores Vibratorios:**

El material es transportado a lo largo de la bandeja o tubo de transporte, en forma de una serie de pequeños saltos conforme se indica en la figura siguiente.

La dirección de la trayectoria de las partículas se determina por el ángulo de montaje de los moto-vibradores en el cuerpo vibratorio.

Figura 27: Principio de Operación de los Transportadores Vibratorios



La partícula está en contacto con la superficie de la bandeja en el punto inferior (A) y durante el movimiento ascendente entre los puntos (A) y (B). En este punto, la partícula ha sido acelerada a su máxima velocidad horizontal y deja la superficie de la bandeja con una trayectoria libre. La bandeja es desacelerada en su ciclo de retorno del punto (C) a (B). La velocidad vertical de la partícula disminuye gradualmente debido a la gravedad y la partícula vuelve a tocar la superficie (A).

Así se completa el ciclo. Al repetirse este ciclo en varios de cientos de veces por minuto, se consigue un flujo uniforme del material con velocidades de 0 a 900 mt/hr.

#### **4.5.2.6 Componentes principales de los transportadores vibratorios:**

##### **A.- Bandeja de transporte:**

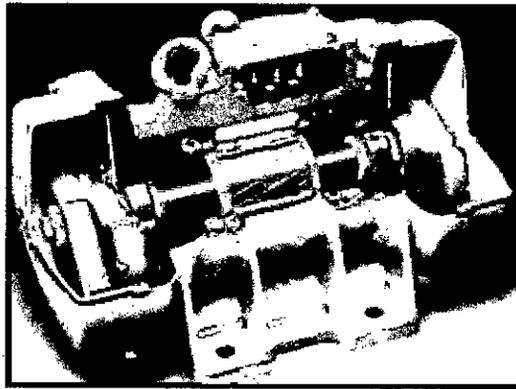
De construcción metálica rígida en acero al carbono o acero inoxidable, de formato rectangular abierta o cerrada, trapezoidal, espiral o tubular, que oscila a una frecuencia y amplitud de vibración determinada. Esta bandeja permite trasladar el producto desde su sector de alimentación al punto de descarga.

Por lo general esta bandeja incorpora bocas de entrada y salida con conexiones flexibles, tapas o compuertas removibles para limpieza e inspección del equipo. Así como, en casos especiales, sistemas de enchaquetado para control de temperatura o enfriamiento.

## B.- Vibradores electromecánicos:

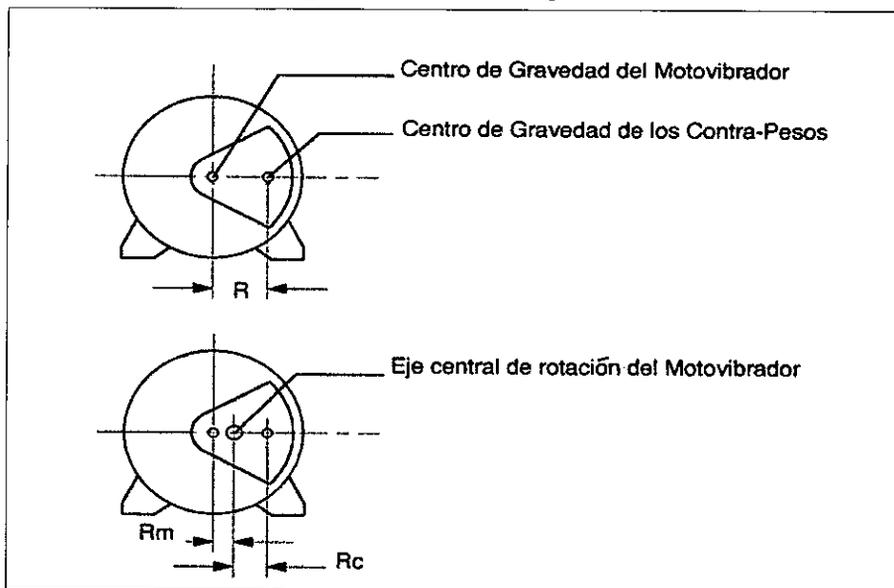
Un vibrador electromecánico o moto-vibrador es un motor eléctrico que está equipado con pesos excéntricos en cada extremo del eje, lo que provoca un movimiento desbalanceado durante su rotación.

Figura 28: Corte longitudinal de un moto-vibrador



Este desequilibrio o desbalanceo genera una vibración en función de la masa de los contrapesos y del propio moto-vibrador y la distancia entre los respectivos centros de gravedad.

Figura 29: Centro de gravedad



Debido al efecto de los contrapesos o pesos excéntricos, la línea central de rotación del moto-vibrador no corresponde con la del eje del motor, pero tiene lugar entre los centros de gravedad del motor y el de los contrapesos.

La distancia **Rm**, entre la línea central de rotación del moto-vibrador y la del eje del motor, se calcula a partir de la siguiente relación:

$$W_m \times R_m = R_c \times W_c \quad \text{Donde: } W_m = \text{Masa del motor}$$

**Wc** = Masa de los pesos excéntricos

**Rm** = Radio de rotación del motor

**Rc** = Radio de rotación de los pesos excéntricos

Es posible controlar la amplitud de las vibraciones generadas por el motor.

Los parámetros que identifican un moto-vibrador son los siguientes:

**Parámetros Mecánicos:**

$$M_s = \text{Momento Estático} = W_c \times R \text{ (Kg mm)}$$

$$M_w = \text{Momento Dinámico} = 2 M_s \text{ (Kg mm)}$$

$$F_c = \text{Fuerza Centrífuga} = M_s \times \text{rpm}^2 / 91.341 \text{ (Newton)}$$

**Rpm** = Numero de rotaciones por minuto

**Lh** = Vida teórica de los rodamientos

**R** = Distancia entre los centros de gravedad del motor y pesos excéntricos

### Parámetros Eléctricos:

Frecuencia = Hertz

Voltaje = Voltios

Potencia = Watts o HP

Corriente = Amperios

Polaridad = Numero de polos

Rendimiento = %

Factor de potencia =  $\text{Cos } \varnothing$

Clase de aislamiento

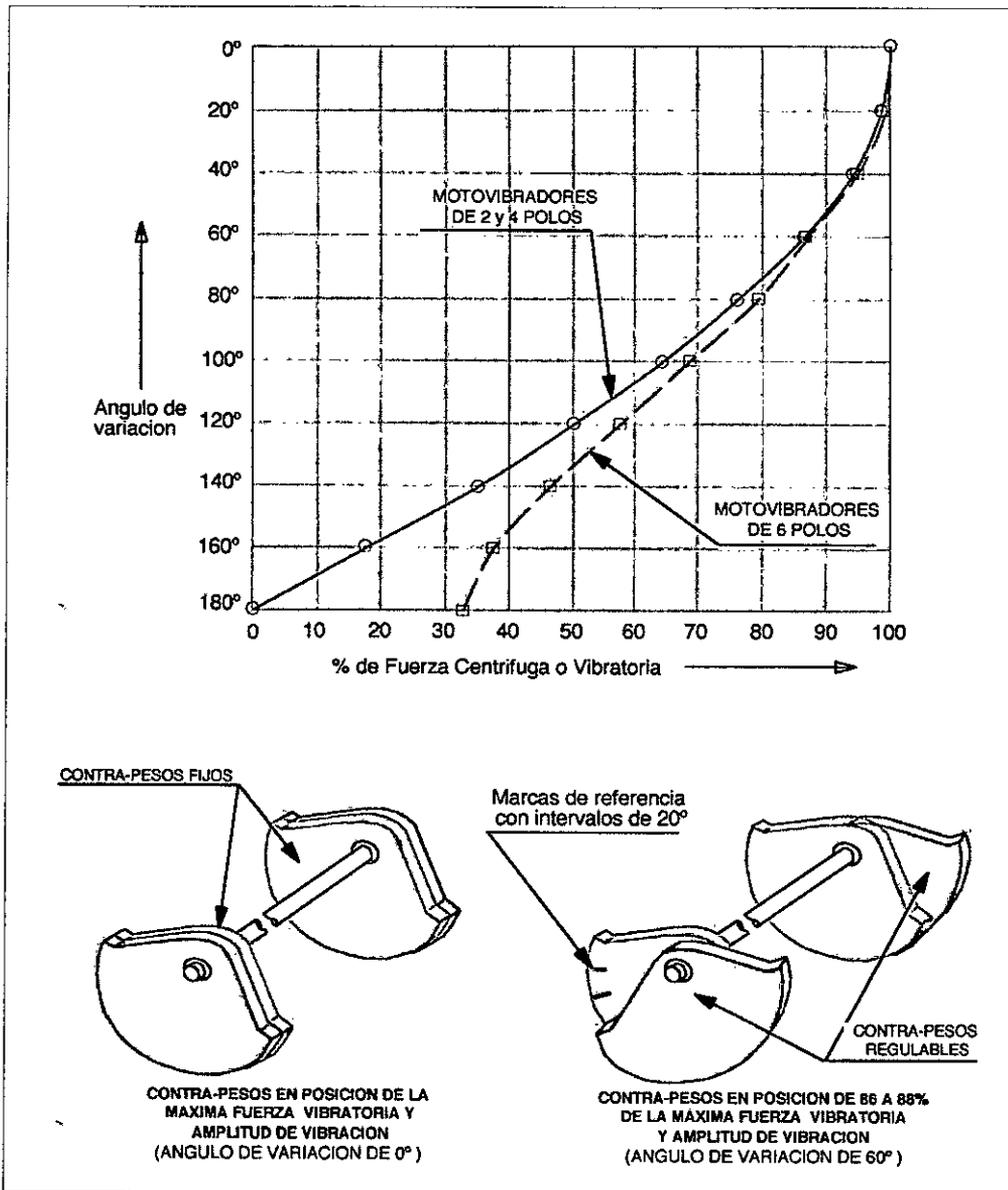
De la relación entre polaridad – Frecuencia – rpm, tenemos:

$$\text{Rpm} = 2 \times \text{Hertz} \times 60 / \text{Numero de Polos}$$

Podemos establecer el numero de rotaciones por minuto, nominal:

2 Polos	@ 50 Hz = 3000 rpm	@ 60 Hz = 3600 rpm
4 Polos	@ 50 Hz = 1500 rpm	@ 60 Hz = 1800 rpm
6 Polos	@ 50 Hz = 1000 rpm	@ 60 Hz = 1200 rpm
8 Polos	@ 50 Hz = 750 rpm	@ 60 Hz = 900 rpm

Figura 30: Variación de la fuerza centrífuga y amplitud de vibración



## C.- Conjunto Elástico de Aislamiento de Vibración:

### C.1 Sistema de amortiguadores por resortes mecánicos

En el diseño de la mayoría de los elementos mecánicos es deseable, que la deformación inducida por el estado de cargas actuantes sea lo más baja posible, Sin embargo, los resortes mecánicos cumplen en las

máquinas la misión de elementos flexibles, pudiendo sufrir grandes deformaciones por efecto de cargas externas sin llegar a transformarse en permanentes, es decir, pueden trabajar con un alto grado de resiliencia (capacidad de un material para absorber energía en la zona elástica)

Las aplicaciones de los resortes son muy variadas entre las más importantes pueden mencionarse las siguientes:

- Como elementos absorbedores de energía o cargas de choque, como por ejemplo en chasis y topes de ferrocarril.
- Como dispositivos de fuerza para mantener el contacto entre elementos, tal como aparece en los mecanismos de leva y en algunos tipos de embragues.
- En sistemas de suspensión y/o amortiguación, percibiendo la energía instantánea de una acción externa y devolviéndola en forma de energía de oscilaciones elásticas.
- Como elemento motriz o fuente de energía, como en mecanismos de reloj y juguetes, dispositivos de armas deportivas, etc.
- Como aisladores de vibración.

Los resortes son componentes mecánicos que se caracterizan por absorber deformaciones considerables bajo la acción de una fuerza exterior, volviendo a recuperar su forma inicial cuando cesa la acción de esta, es decir, presentan una gran elasticidad. Para su fabricación se emplean aceros de gran elasticidad (acero al carbono, acero al silicio, acero al cromo-vanadio, acero al cromo-silicio, etc.), aunque para algunas

aplicaciones especiales pueden utilizarse el cobre endurecido y el latón. Los resortes se utilizan con gran frecuencia en los mecanismos para asegurar el contacto entre dos piezas, acelerar movimientos que necesitan gran rapidez, limitar los efectos de choques y vibraciones, etc. Existen diferentes tipos de resortes, cada uno de ellos con sus aplicaciones determinadas. La clasificación puede realizarse desde diferentes parámetros. Según la forma del resorte: helicoidal cilíndrico, helicoidal cónico, en espiral, laminar. Según la forma de la sección transversal del hilo: circular, cuadrada, rectangular. Según el tipo de carga que soportan: de compresión, de tracción, de torsión, de flexión.

### **Parámetros principales de un resorte de compresión**

A continuación, realizaremos una descripción de los parámetros más importantes de un resorte, centrandó nuestro estudio en el resorte helicoidal cilíndrico de compresión, por ser el más utilizado en los equipos vibratorios.

\*NÚMERO DE ESPIRAS ÚTILES ( $n$ ): número de espiras utilizadas para obtener la flecha máxima del resorte.

\*NÚMERO TOTAL DE ESPIRAS ( $N_t$ ): número de espiras útiles más las espiras que forman los extremos (espiras de apoyo).

$$N_t = n + 1,5$$

\*SENTIDO DE ARROLLAMIENTO: sentido en el que gira la espira para un observador situado en uno de los extremos del resorte. El sentido es a

la derecha (RH) si la espira gira, alejándose, en el sentido de las agujas del reloj, y a la izquierda (LH) si la espira gira, alejándose, en el sentido contrario al de las agujas del reloj.

\*PASO (p): distancia entre dos espiras útiles contiguas del resorte en estado libre, medida axialmente entre los centros de las secciones transversales del alambre.

\*DIÁMETRO INTERIOR (Di): diámetro de la superficie cilíndrica envolvente interior del resorte.

\*DIÁMETRO EXTERIOR (De): diámetro de la superficie cilíndrica envolvente exterior del resorte.

\*DIÁMETRO MEDIO (D): diámetro medio de las espiras.

$$D = \frac{1}{2} (D_i + D_e)$$

\*LONGITUD DEL HILO DE ALAMBRE (L): longitud total del hilo de alambre una vez desarrollada la hélice.

$$L \cong 3.14 D \times N_t$$

\*LONGITUD EN ESTADO LIBRE (L0): longitud total que presenta el resorte cuando no actúa sobre el mismo ninguna fuerza exterior.

$$L_0 = np + 1.5 d$$

\*LONGITUD CON LAS ESPIRAS UNIDAS (LC): longitud total que presenta el resorte cuando todas las espiras están completamente comprimidas.

\*DEFLEXION MÁXIMA (sc): diferencia de longitud que presenta el resorte entre el estado libre y con la carga máxima. Para un resorte de

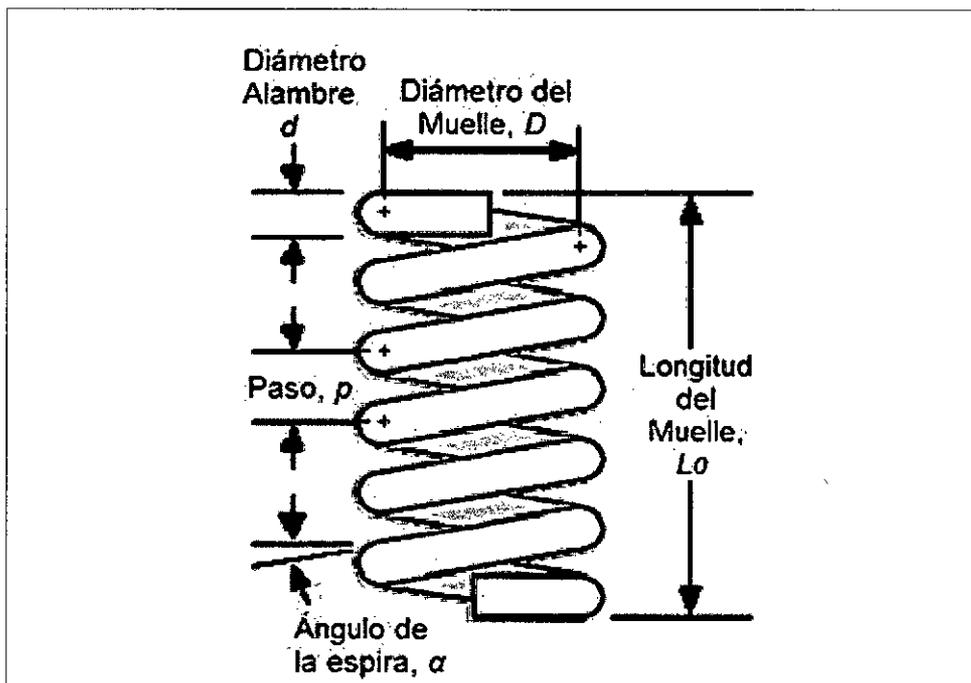
compresión, se trata de la diferencia entre la longitud en estado libre y la longitud con las espiras unidas.

$$S_c = L_0 - L_c$$

\*CARGA TOTAL ( $F_{cth}$ ): fuerza ejercida sobre el resorte para poder comprimirlo a la longitud  $L_c$  con las espiras unidas.

\*CARGA PARCIAL ( $F_1$ ): fuerza ejercida sobre el resorte para poder comprimirlo a una longitud  $L_1$ , presentando una deflexión de valor  $S_1$ .

Figura 31: Resorte helicoidal cilíndrico de alambre de sección transversal circular



Para determinar el resorte helicoidal adecuado para una determinada aplicación, es necesario considerar la relación de cambio en la carga por unidad de deflexión, expresada en N/mm o Kg/mm. Existen otras

características en el diseño de un resorte de compresión: tolerancia de fabricación y tipo de acabado de las espiras en los extremos.

### **Ley de Hooke**

Un cuerpo se denomina elástico si al actuar una fuerza sobre él sufre una deformación de tal manera que al cesar la fuerza recupera su forma original. Cuando una fuerza externa actúa sobre un material causa un esfuerzo o tensión en el interior del material que provoca la deformación de este. En muchos materiales, entre ellos los metales y minerales, la deformación es directamente proporcional al esfuerzo. Esta relación se conoce como la Ley de Hooke, que fue el primero en expresarla. No obstante, si la fuerza externa supera un determinado valor, el material puede quedar deformado permanentemente, y la Ley de Hooke ya no es válida. El máximo esfuerzo que un material puede soportar antes de quedar permanentemente deformado se denomina límite de elasticidad. La relación entre el esfuerzo y la deformación, denominada módulo de elasticidad, así como el límite de elasticidad, están determinados por la estructura molecular del material. La distancia entre las moléculas de un material no sometido a esfuerzo depende de un equilibrio entre las fuerzas moleculares de atracción y repulsión. Cuando se aplica una fuerza externa que crea una tensión en el interior del material, las distancias moleculares cambian y el material se deforma. Si las moléculas están firmemente unidas entre sí, la deformación no será muy grande

incluso con un esfuerzo elevado. En cambio, si las moléculas están poco unidas, una tensión relativamente pequeña causara una deformación grande. Por debajo del límite de elasticidad, cuando se deja de aplicar la fuerza, las moléculas vuelven a su posición de equilibrio y el material elástico recupera su forma original. Más allá del límite de elasticidad, la fuerza aplicada separa tanto las moléculas que no pueden volver a su posición de partida y el material quedan permanentemente deformado o se rompe.

**Para un resorte sencillo**, se determina la constante de elasticidad como la fuerza necesaria para estirarlo en una unidad de longitud. En el sistema MKS, la constante se expresa en N/m.

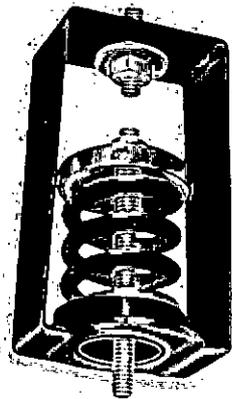
En forma general, los resortes se clasifican en resortes de alambre de sección transversal circular, cuadrado o rectangular. A los primeros pertenecen los helicoidales cilíndricos para trabajar a compresión, tracción y torsión; y los helicoidales cónicos para trabajar a compresión.

En el caso de los equipos que operan a su frecuencia natural, la bandeja va soportada en un conjunto de elementos elásticos que están diseñados de modo que su frecuencia natural de vibrar o frecuencia de resonancia sea la frecuencia de oscilación del sistema. Con ello se obtiene que su acción elástica mantenga el sistema en movimiento, debido a que la energía de vibración es alternativamente almacenada y liberada.

### **-A) Sistema suspendido**

Constituido por cuatro o más puntos de suspensión bajo estructuras fijas. Este sistema de suspensión está constituido por un conjunto de resortes, jebes o gomas, argollas, pernos, conos/guías, cable metálico, seguros y abrazaderas de fijación. Ver figura abajo

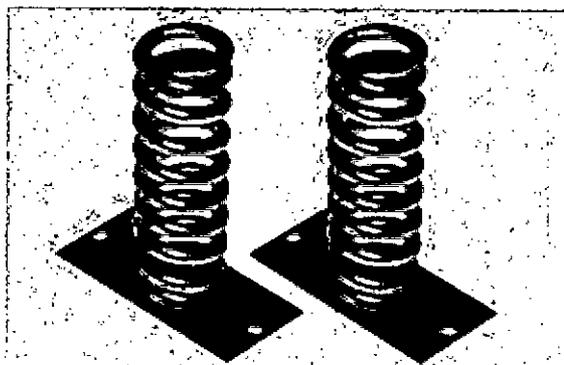
*Figura 32: Sistema de suspensión*



### **B) Sistema Apoyado**

Se considera siempre como mínimo cuatro resortes para un sistema, varia según el peso y la vibración el aumento de resortes, en un sistema.

*Figura 33: Sistema apoyado*



## **C.2 -Sistema de amortiguadores neumáticos:**

Los amortiguadores de vibración neumáticos proporcionan un alto grado de aislamiento de vibración. Se diseñan con frecuencias naturales del sistema tan bajos como 60 ciclos por minuto (1 Hertz). Para obtener resultados similares a los resortes helicoidales, se requiere de una deflexión de 9" (230 mm).

Figura 34: Amortiguadores neumáticos



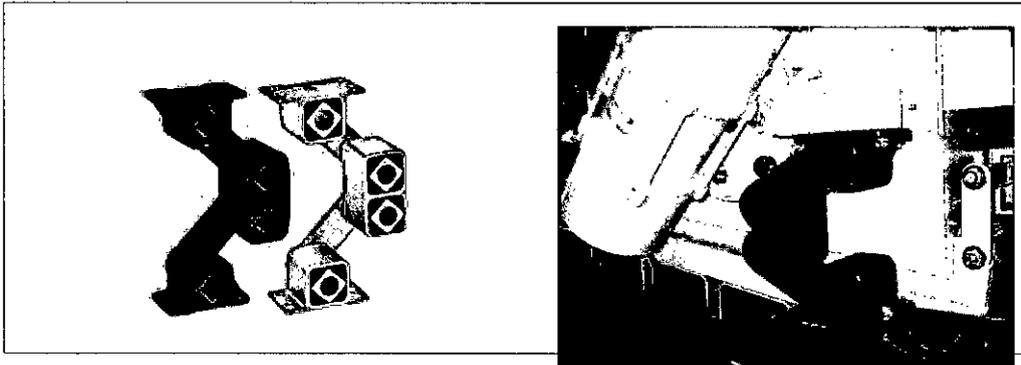
Las características básicas de estos aisladores neumáticos son:

- \*Aislamiento de vibración constante, a pesar de cambios en la carga
- \*Control de altura, regulando la presión de aire interna.
- \*Amplio rango de aplicación, con capacidad de soportar cargas de 50 kg hasta 50 ton por punto.
- \*Mayor vida útil.
- \*Reducción efectiva del ruido, al no haber contacto metálico
- \*Uso en aplicaciones diversas.

### C.3 -Sistema por Amortiguadores de Jebe modelo ROSTA:

Este sistema de suspensión Rosta provee un alto nivel de aislamiento y eficiencia en todos los equipos vibratorios oscilantes, con cargas de 50 hasta 40,000 N, con movimientos vibratorios lineales o circulares.

Figura 35: Aisladores de Vibración Modelo Rosta



Se usan tanto en sistemas suspendidos o apoyados. Mantenimiento casi cero, tanto para altas amplitudes de compresión como para absorber altas vibraciones.

El diseño panto grafico de este sistema permite una alta deflexión del resorte bajo carga, el cual resulta en bajas frecuencias naturales (hasta 2.2 Hz) y consecuentemente una alta eficiencia en el aislamiento en la estructura de soporte del conjunto vibratorio.

La alta estabilidad lateral de estos sistemas Rosta, previenen el tambaleo del equipo vibratorio, que normalmente sucede con los resortes helicoidales cuando pasan por la frecuencia de resonancia.

El cuerpo externo de este sistema es construido en aleación liviana o acero en grafito con bridas de montaje para la estructura de soporte del

conjunto vibratorio. Este sistema incorpora elementos internos de jebe o goma de diferentes calidades y materiales:

\*Rudmix 10, en jebe natural, de alta elasticidad

\*Rudmix 15, en jebe tipo SBR, para altos torques

\*Rudmix 20, en jebe tipo CR, resistente a los aceites.

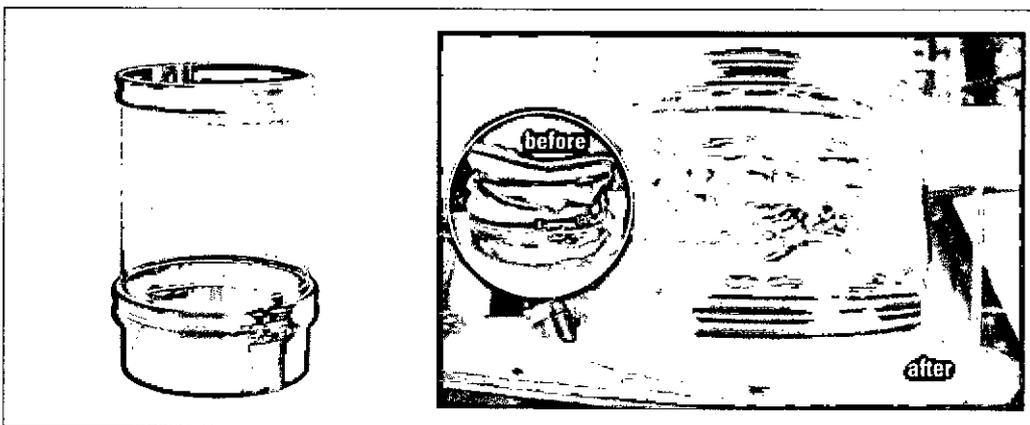
\*Rudmix 40, en material de EPDM-Silicona, resistente a altas temperaturas

\*Rudmix 50, en material de poliuretano, para aplicaciones especiales

#### **D.-Conexiones Flexibles:**

Los nuevos conectores tipo BFM son sistemas de unión flexibles transparentes que reemplazan los conectores estándar formados por mangas flexibles y bridas de unión. Están especialmente indicados para todo tipo de conexiones en las que se transporte materiales pulverulentos.

Figura 36: Conectores Flexibles tipo BFM



Los sistemas de conexión se componen de dos elementos básicos:

- Manga tipo Seeflex, conexión flexible transparente en material de poliuretano, resistente a la abrasión e ideal para la industria alimenticia. Disponible en diferentes espesores. Dureza 90 Shore A. No se deforman y no se fracturan como consecuencia de una flexión constante, apropiados para todo tipo de conexiones, estáticas, vibrantes, oscilantes, etc.
- Las bridas de conexión (spigots) son construidas en acero inoxidable con diseño especial, donde encajan los extremos de las bandas de cierre de las mangas proporcionando un cierre totalmente hermético. Este sistema elimina el uso de abrazaderas externas al tubo.

## **4.6 Fases Del Proyecto**

### **4.6.1 FASE I.- Compilación y análisis de información del diseño de Stevia**

#### **Recopilación de datos para un transportador vibratorio.**

Ubicación de la planta: CER Paita – Peru

Plano de ubicación de los equipos a instalar.

Se consideró primero la capacidad que requiere el sistema en el proceso de elaboración de Stevia para este transportador, luego sacar las medidas necesarias en donde se va a instalar, ver las dificultades en el montaje, las entradas y la salida del producto, determinando la longitud total del sistema de transporte vibratorio, considerar los niveles del piso y el techo

para el adecuado montaje y evitar accidentes del personal operativo, según normas de seguridad.

**Datos del proceso:**

- **Material: stevia, granulos.**
- *Densidad aparente: 1.2 Kg./lt.*
- *Granulometría: fina.*
- *Angulo de reposo: 30° a 45°*
- *Otras características: Medio abrasivo, se compacta bajo presión*
- **Capacidad Nominal: 3,000 Kg./hr , Capacidad Máxima 3,500 Kg./hr.**
- *Distancia de transporte: 2.2 metros.*
- *Tipo de operación: Continua*
- *Angulo de inclinación: 0° a 5°*

Se le planteo el sistema de transporte por vibración, con la incertidumbre del cliente: ¿Qué efecto tendrá la vibración en toda la estructura?, ¿En qué condiciones se tendrá el material para el transporte?, ¿Cómo se relaciona la vibración con la velocidad de transporte?

La vibración en el transportador no tendrá ningún efecto en la estructura del edificio de procesos, para este caso se aísla mediante cuatro resortes en cada extremo del transportador.

El material al no estar en contacto con ningún sistema de arrastre, disminuye el área de contacto del material al transportar, evitando la compactación, Los materiales que ingresan tienen que estar cero de humedad, esto evita la adherencia en el metal.

Se consideró una bandeja tubular, para evitar contacto con el exterior, con tapas transparentes en los extremos para la inspección.

La vibración, se mide por su amplitud y frecuencia.

Se le planteó un mantenimiento costo cero, el motovibrador puede operar durante cinco años, con un mantenimiento preventivo del vibrador, de cada dos años, que concierne en cambio de los rodajes, limpieza del estator y cambio de los pernos de sujeción.





## Selección

Identificar los parámetros del motor vibrador, son principalmente de tipo eléctrico y mecánico.

### Parámetros mecánicos.

MS = Momento estático =  $W_c \times r$  = Kg. Mm.

Mw = Momento de trabajo =  $2Ms$  = Kg.mm.

$$F_c = \text{Fuerza centrífuga} = \frac{Ms \times RPM}{91.341} \text{ (Newton)}$$

Donde:

$W_c$  = Masa de los contrapesos.

$r$  = Distancia entre el centro de gravedad del motor y de los contrapesos.

### Parámetros Eléctricos:

Frecuencia : Hertz.

Voltaje : Voltios

Potencia : Watts (HP)

Corriente : Amperios.

Polaridad : No de polos

Eficiencia : %

Factor de potencia:  $\cos \phi$

#### **4.6.2 FASE II: Propuesta y Aprobación del equipo vibratorio tubular**

Descripción:

El equipo está constituido básicamente por los siguientes componentes.

Una Bandeja circular construida en acero inoxidable calidad 316 L, donde el producto avanza en pequeñas parábolas subsecuentes. Esta bandeja circular esta reforzada longitudinalmente por dos soportes que tienen el propósito de transmitir movimiento integralmente (producido por los dos motovibradores fijados rígidamente a los propios soportes) a la bandeja

Dos (02) Motovibradores de tipo VV, que generan oscilaciones giratorias.

Cuando los dos motovibradores giran en sentidos opuestos uno respecto al otro, las respectivas fuerzas centrifugas generadas por ellos se autosincronizan produciendo un movimiento vibratorio unidimensional e alternado a todo el conjunto.

Estos motovibradores son de una frecuencia de vibración ya determinada y que la única forma de ser variada es a través de un panel de control con inversor de frecuencia (acceso opcional).

El conjunto elástico de aislamiento de vibración del equipo que esta compuesto de cuatro puntos de apoyo tipo resortes de acero tipo helicoidal. Esto asegura un movimiento libre de la maquina y aislamiento de vibración de la misma con respecto a la estructura metálica donde el equipo está instalado.

Un (01) Transportador Vibratorio tipo Electromecánico Tubular, de bajo perfil Modelo EVT-25/300-4, instalados en serie.

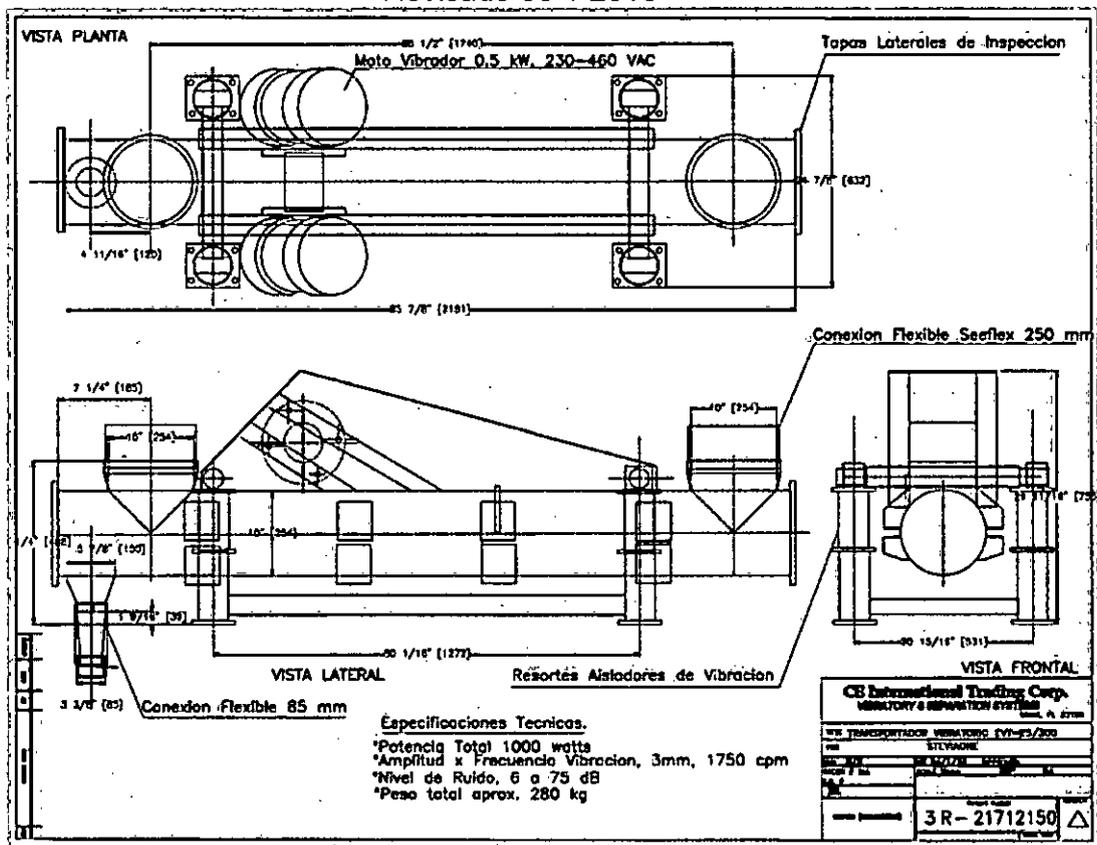
Conforme indicado en el plano 3R N°21712150, adjunto.

El Transportador Vibratorio tiene las siguientes características técnicas:

- Dimensiones del tubo transportador: 250 mm de diámetro x 2,200 mm de longitud. SCH 10 en acero inoxidable Calidad 316 L
- Peso total aproximado: 225 Kg.
- Amplitud de frecuencia de vibración: de 0 a 4 mm
- Tipo de vibración: lineal inclinado a 45°.
- Nivel de ruido: entre 6 a 75 DBA.
- Consumo total de energía: 1.85 Kw
- Accionamiento a través de dos (02) Motovibradores con pesos excéntricos, de 1,250 kg/mm de momento dinámico de 220/440 VAC, 60 Hz, trifásico, 1200 RPM, 6 polos totalmente encapsulados.
- Bandeja de transporte construido en tubo de acero inoxidable AISI 316L con costura, refuerzos longitudinales y transversales en acero inoxidable.
- Bocas de alimentación de 10" de diámetro con las distancias actuales.
- Boca de descarga de 6" de diámetro.
- Conjunto de aisladores de vibración tipo resortes de aleación especial.
- Base de soporte de los Motovibradores construidas en plancha y vigas de acero inoxidable totalmente soldada y reforzada.
- Conexión flexible en neoprene de superficie ondulada de 10" de diámetro, resistente a la abrasión con encaje de fijación, para hacer del sistema totalmente hermético a prueba de polvo.

- Tapas en acero inoxidable instaladas en los extremos del transportador, para la limpieza e inspección con sus respectivas empaquetaduras de neoprene y cierres rápidos en acero inoxidable.

Plano 3: Transportador Vibratorio DRW 21712152  
Revisado 30 1 2018



Fuente: CE Internacional Trading – IMCOVEX SAC

#### 4.6.3 Fase III: Fabricación del transportador tubular vibratorio para Stevia

El equipo fue fabricado por personal capacitado en construcción en acero inoxidable.

Materiales utilizados.

01 plancha de 2mm x 1500x 3000mm en acero inoxidable calidad 316 L

02 Planchasde 3mm x 1500 x 3000mm en acero inoxidable calidad 316L

01Plancha de 6 mm x 1,22 x 2,44 mt en acero inoxidable calidad 316 N1

01 Plancha de 9.5mm x 1,22 x 2.44 mts. En acero inoxidable calidad 304 N1

Procesos de trazado corte, dobles y rolado de las planchas.

Estructura realizada con soldaduras con aporte de 2.5mm en calidad 316L

Armado según planos Adjuntos

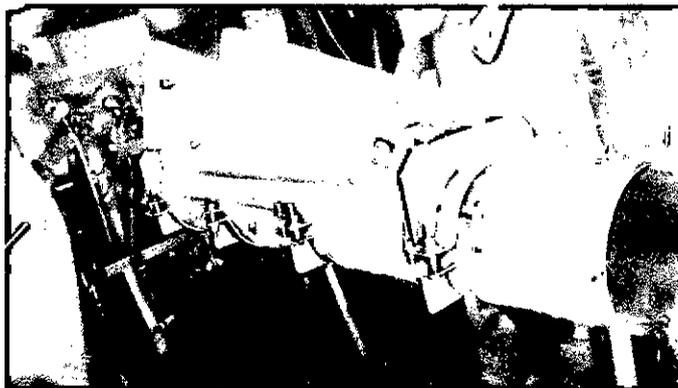
Figura 37: Corte y dobles de base



Figura 38: Rolado de tubo circular



Figura 39: Armado de base con ducto



#### **4.6.4 Fase IV: Montaje del transportador tubular vibratorio:**

El alimentador vibratorio tipo electromecánico modelo EV, cuando operan como dosadores de material, son instalados debajo de silos o tolvas de almacenaje como es el caso de este sistema.

Para evitar sobrecargas en puntos determinados de la maquina y tener mayor fluidez continua y constante del producto de Stevia es recomendable instalar guías laterales en la chapa metálica fijadas a la tolva o silo.

El propósito de los Vibradores instalados en estructuras, es transmitir vibración a través de las bases de la estructura de una bandeja, que puede ser cuadrada o redonda. Por donde pasa el contenido del material a ser transportado o clasificado.

El Vibrador debe estar siempre instalado en una base apropiada hecha de canal de hierro firmemente soldada a la bandeja o tolva y reforzada con una platina de acero soldada sobre la misma.

La máxima eficiencia de transmisión de vibración ocurre cuando el vibrador se monta firmemente y la fuerza y frecuencia se transmiten a todo lo largo de la superficie del área reforzada.

Si la estructura no está firme, el vibrador puede demandar una alta corriente y mover el material con menos eficiencia.

Examine regularmente la base del vibrador para detectar tornillos y tuercas flojos, fisuras estructurales (en estribos, patas, viga en U, canal de soporte, etc.), para asegurar el buen desempeño de la unidad. Si

mantiene estos aspectos bajo control, reducirá daños estructurales, disminuirá el ruido y mejorará la transmisión de la vibración.

Cuando instale el vibrador, asegúrese de que las superficies de montaje estén libres de polvo, óxido, grasa y estén secas.

Una base de montaje en sección de canal C o viga H debe ser lo suficientemente larga y ancha como la base del vibrador para realizar una cómoda instalación. Esta debe estar finamente soldada a la bandeja o tolva, que se quiere vibrar. Si está usando canal o viga H este puede ser avellanado para permitir el acceso a los tornillos de montaje.

Nunca suelde la estructura con el vibrador montado o conectado. Soldar de esta manera puede causar daño al embobinado y los rodamientos del vibrador.

Figura 40: Vista antes de hacer la instalación

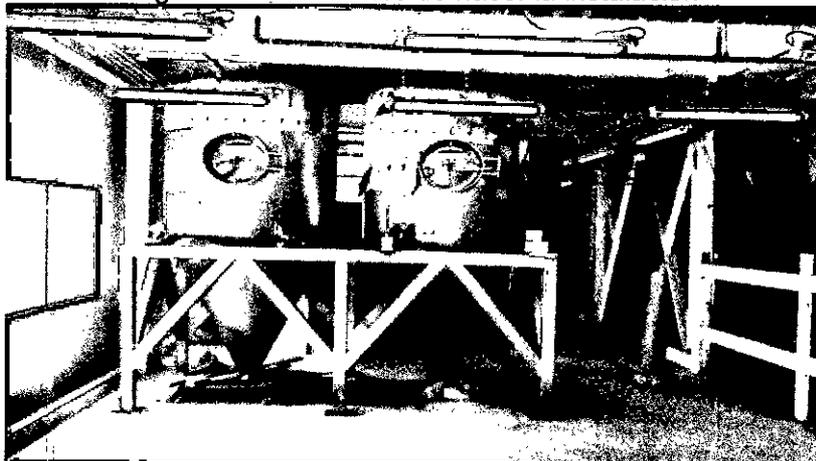
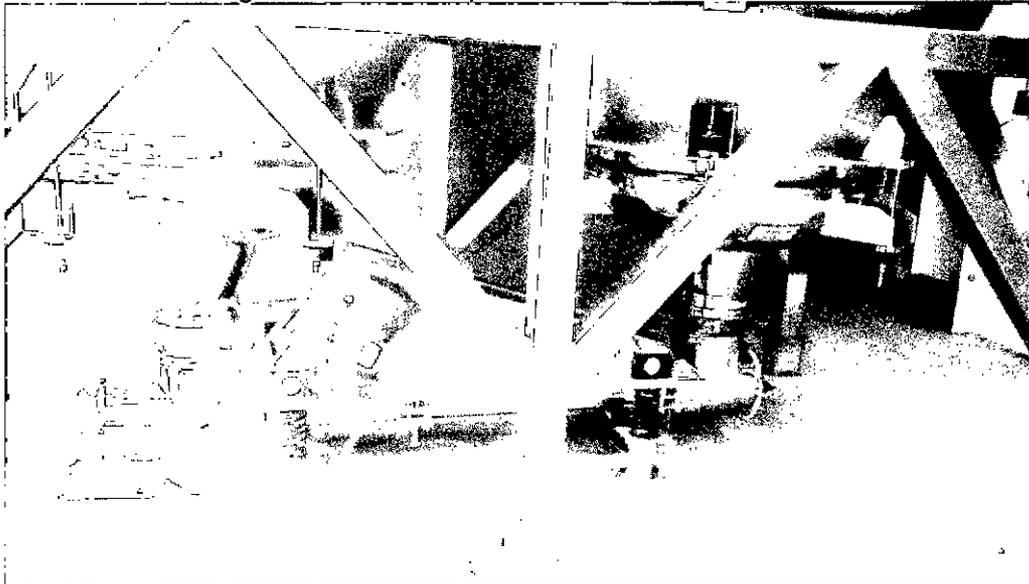


Figura 41: Vista después de hacer la instalación



### **Regulación de la amplitud de vibración en los motovibradores**

La regulación de la amplitud de vibración está dada por la fuerza centrífuga generada por las pesas excéntricas

Primero se debe revisar el sentido de giro del eje, para esto debe quitar las tapas si es absolutamente necesario y no deje el vibrador funcionando por más de 5 segundos, mantenga sus manos alejadas de las pesas porque pueden lesionar sus dedos. Las pesas desprotegidas pueden llegar a ser mortales.

Nunca ponga a trabajar el vibrador sin las tapas. No prenda el Vibrador sin las pesas excéntricas, esto puede dañar irremediamente los rodamientos.

La fuerza centrífuga puede ser ajustada cambiando la posición de las pesas excéntricas.

Asegúrese que el fluido eléctrico esté cortado y el cable desconectado.

Retire las tapas. Las excéntricas son dos masas de acero sobresalientes.

Una vez de ser sueltos los tornillos que las fijan, las masas sueltas pueden ser ajustadas a la posición necesitada.

Ajústelas con los mínimos requerimientos para mover el material. Esto alargará la vida útil de los rodamientos y reducirá el consumo de energía.

Ajuste ambos juegos de las pesas excéntricas en el mismo número de posición (imagen espejo). De lo contrario la fuerza centrífuga será irregular y dañará el vibrador.

Tenga en cuenta de reubicar cuidadosamente los o-rings en la posición original cuando coloque las tapas.

Se cuenta con una gráfica para determinar la amplitud de vibración en una posición perpendicular al eje de vibración

Figura 42: Regulación de la amplitud



#### **4.6.5 Fase V: Puesta en marcha**

##### **Precauciones Generales y Seguridad**

Para asegurar una correcta instalación es recomendado que la instalación sea hecha únicamente por personal calificado.

Siempre instale el vibrador con protección térmica para sobrecarga. Si no usa esta protección para sobrecarga, el vibrador puede dañarse.

Los termistores y termostatos están hechos para proteger el embobinado del motor o limitar la temperatura de la superficie del motor. Ellos complementan, pero no reemplazan la protección térmica.

Los fusibles son protectores de picos y complementan la protección. Los fusibles no pueden ser usados como protectores térmicos por sobrecarga y no los reemplazan. No use la misma protección de sobrecarga para proteger varios vibradores. Cada vibrador necesita su propia y dedicada protección. Los vibradores están diseñados para trabajar en ambientes con un rango de temperatura de 15°C a 60°C. En las operaciones donde se sobrepasan estos límites favor consultar a la fábrica porque el programa de lubricación de los rodamientos debe ser modificado y el modelo y relación del vibrador podría cambiar.

##### **Temperatura**

La temperatura externa debe estar en un rango entre 25°C y 60°C. La temperatura del cuerpo del vibrador no debe exceder los 80°C. La temperatura máxima de los rodamientos no debe exceder los 90°C.

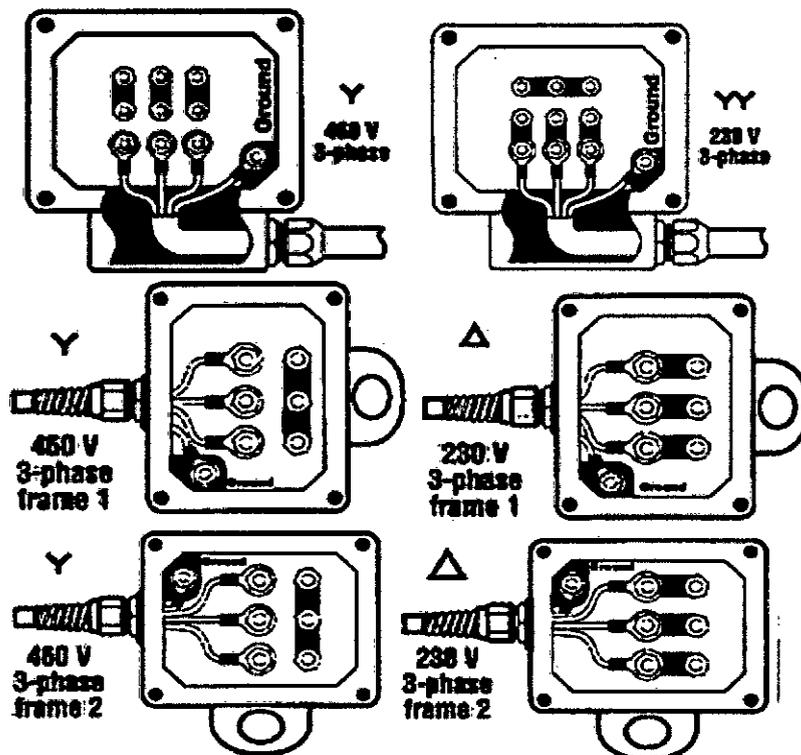
## Ruido

Después de un largo tiempo de operación, la tolerancia radial de los rodamientos aumenta y al mismo tiempo se eliminan excesos de grasa, generando un incremento normal de ruido del equipo y la del motor del vibrador.

En algunas aplicaciones la combinación del ruido del equipo y la del motor del vibrador pueden causar altas emisiones de ruido, suficientes para ameritar el uso de protectores auditivos.

## Diagramas de conexión

Figura 43: Diagramas de Conexión



### **Bornera de Conexión**

La bornera viene con nueve bornes de conexión. Los voltajes estándar para la alimentación son:

Y = 440 Voltios trifásico

YY = 220 Voltios trifásico

Los Vibradores deben tener conexión a tierra usando la línea a tierra de la acometida eléctrica. Una falla en una correcta conexión a tierra puede causar lesiones severas y hasta la muerte.

### **Cable de seguridad**

El montaje de Vibradores siempre debe incluir un cable de seguridad asegurando el vibrador a la estructura. No fije el cable de seguridad al canal. Sin el cable, el vibrador y el canal pueden caer y causar lesiones.

**Nunca suelde la estructura a la base del vibrador ya conectado.**

La operación de soldar puede causar daños en el embobinado y rodamientos del motor. Los vibradores pueden durar más y ser más efectivos cuando se aseguran con tornillos a una base rígida.

**La superficie del montaje debe ser totalmente plana.**

Las superficies irregulares pueden generar esfuerzos y posibles roturas en el cuerpo. Tome lecturas de corriente para asegurarse que la corriente nominal está en el valor del dato de la placa. En las situaciones en que la corriente sea mayor a la placa, refuerce la sección de la base o reubíquelo hasta que la corriente baje al valor nominal leído en los datos de la placa.

Tabla 2: Tornillos para montaje y especificación del torque

AMERICANO			METRICO	
Tamaño del Cuerpo	Tamaño tornillo (Grado 5)	Torque (Ft- lbs)	Tamaño tornillo (Grado 8.8)	Torque (kgm)
0	5/16".-18 NC	17	M8	2
1	5/16".-18 NC	17	M8	2
2	1/ 2"-13 NC	75	M12	8
3	1/ 2"-13 NC	75	M12	8
4A	5/8" - 11 NC	132	M16	20
4B	5/8" - 11 NC	132	M16	20
15A	5/8" - 11 NC	132	M16	20
15B	5/8" - 11 NC	132	M16	20
20	3/4" - 10 NC	290	M20	40
30	7/8" - 9 NC	430	M22	55
50	1" - 8 NC	650	M24	70
70	1"-1/8" - 8 NC	650	M28	90
70B	1"-1/8" - 8 NC	650	M28	90
120A	1-1/4" -- 8 NC	650	M30	130
120B	1-1/4" -- 8 NC	1100	M30	130
120C	1-1/4" -- 8 NC	1100	M30	130

## **Tornillos**

Use únicamente tornillos nuevos grado 5 o grado 8. Los tornillos viejos se pueden partir y causar daños en la estructura del vibrador. Siempre use arandelas de presión, también se recomienda las tuercas de seguridad. Ajuste suficientemente pero sin excederse los tornillos a la base, de lo contrario, la carcasa del vibrador podría dañarse. Reajuste los tornillos a las dos hora de arrancar el uso del vibrador, periódicamente revise los tornillos para verificar su ajuste

## **Instalación eléctrica**

### **Línea a tierra**

Los vibradores deben tener conexión a tierra usando la línea a tierra de la acometida eléctrica. Una falla en una incorrecta conexión a tierra puede causar lesiones severas y hasta la muerte.

### **Lectura de corriente**

Revise con un amperímetro la corriente en cada fase para verificar que sea igual o menor que los datos de la Placa.

### **Conexión a la acometida eléctrica**

Esta conexión debe ser adelantada únicamente por personal calificado. El fluido eléctrico debe estar suspendido al momento de la instalación. Utilice cable flexible de cuatro líneas. El calibre del cable debe ser el apropiado

para la corriente nominal del motor (densidad máx. = 4A/mm<sup>2</sup>) El Terminal usado para acoplar el cable a la caja debe ser la adecuada para el diámetro del cable para prevenir la entrada de agua o humedad a la caja de contactos.

Tenga en cuenta las caídas de voltaje en cables que exceden la longitud recomendada.

Tabla 3: Diámetro del cable

<b>Mínimo tamaño sugerido</b>	<b>Rango de modelos</b>
0.35" - 0.45" (9-12 mm)	36/95 -36/400 18/150
0.5" - 0.75" (12-15 mm)	36/660-36/4000 18/450 -18/5000 12/600 - 12/2800
0.65" - 0.75" (16-19 mm)	36/5000-36/12000 18/6000-18/18000 12/6000-12/17500
0.75" - 0.85" (19 - 21 mm)	18/20000-18/25000 12/18000-12/25000

Cuando utilice una extensión para conectar el vibrador, asegúrese de que su capacidad sea igual o superior al voltaje al cual trabajará el vibrador. Esta debe permanecer a una mínima temperatura, no superior a los 221°F y debe tener como mínimo el calibre recomendado en la tabla superior. Si el cable no tiene el diámetro correcto, el acople del cable no ajustará lo

suficiente y el vibrador puede sufrir daños por la humedad o producto que se pueda filtrar por el acople a la caja de conexiones.

Si el cable se daña, se puede interrumpir la alimentación de corriente o la conexión a tierra y el vibrador puede dañarse.

Cuando haga la instalación del Vibrador, deje una reserva del cable y así no quedará templado durante el trabajo. Esto evita presión en el acople y los terminales y a la vez previene de que la humedad que se forme en el cable escurra hasta la caja de conexiones.

Cuando tenga un equipo con dos vibradores, los dos motores deberán tener un enclavamiento. Si usa un contactor sencillo, cada motor debe tener por aparte su protección de sobrecarga. El circuito de control debe ser diseñado de tal forma que si un motor se des-energiza el otro motor también automática e inmediatamente deberá quedar des-energizado-

### **Voltaje incorrecto**

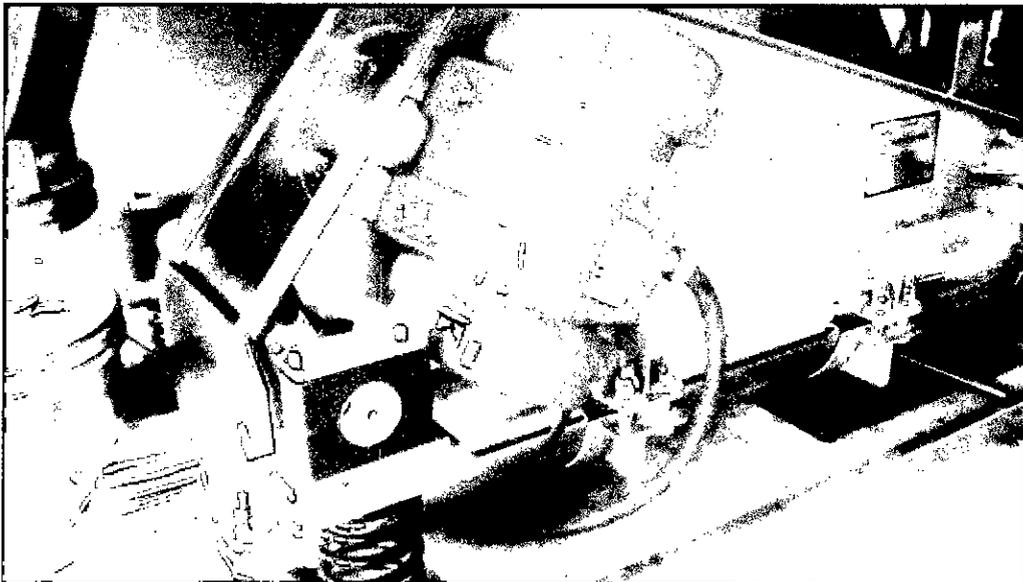
Cualquier diferencia aún de un 5% puede a la larga tener un efecto negativo en el motor. Junto con un delicado mantenimiento y un programa de prueba, una de las mejores prácticas para garantizar un económico desempeño y una larga vida del motor es asegurarse que el motor trabaje al voltaje especificado en la placa.

Suministrar un voltaje demasiado alto puede reducir la vida útil del motor e incrementar las pérdidas en el embobinado. Esto en cambio acorta la

vida del motor por sobrecalentamiento del sistema de aislamiento. Un bajo voltaje también puede acortar la vida útil del motor.

Operarlo a muy bajo voltaje reduce la potencia efectiva. Por ejemplo un motor de 5 HP operado a un voltaje 10% inferior al del dato de la placa, lo vuelve un motor de 4 HP. El motor va a tratar de entregar la potencia exigida y se sobrecarga, consumiendo mayor corriente y se sobrecalienta el resultado: falla prematura.

Figura 44: Regulación del voltaje



### **Fluctuaciones de voltaje**

Las fluctuaciones de voltaje debidas a un suministro deficiente o a una incorrecta dimensión del cable utilizado, deben estar bajo control. Altas o frecuentes variaciones de voltaje pueden ser fatales para el motor. Instale adecuadas protecciones para controlarlo.

### **Desbalance de voltaje**

El des-balance de voltaje entre fases también puede resultar letal para el motor. Puede generar serios recalentamientos que acortan drásticamente su vida útil. El des-balance de voltaje entre fases no debe exceder el 2%.

### **Lubricación y mantenimiento**

Se recomiendan dos opciones de lubricación para los vibradores eléctricos:

#### **Opción 1: Complementar grasa**

Los rodamientos vienen pre-engrasados. No necesitan ser engrasados cuando están nuevos. Aplique grasa apropiada para vibrador eléctrico cada 1200 horas (1000 horas para velocidad de 3600 RPM)

Asegúrese de no exceder la cantidad especificada en la tabla de lubricación. No mezcle diferentes tipos de grasas. La grasa de complemento debe ser la misma que la usada previamente. Antes de empezar a inyectar grasa a través de las graseras, revise que estén limpias para evitar introducir impurezas dentro del rodamiento.

#### **Opción 2: Sustituir la grasa**

Sustituya toda la grasa vieja con grasa nueva cada 5000 horas. Separe las balineras, límpielas y reaplíqueles la grasa nueva sin exceder la cantidad.

#### **No sobre engrase**

La sobrecarga de grasa forzará el aumento de temperatura del rodamiento. Nunca exceda el límite máximo seguro. Los rodamientos funcionarán mal y dañarán el vibrador.

### **Reglas de protección del embobinado**

### **Especificaciones de los rodamientos**

Los vibradores llevan rodamientos de larga duración y tienen un único código de especificación:

Tipo de rodamiento

Tamaño de caja

Ajuste (QP 51 en rodamientos FAG)

Ejemplo: NJ-2310-E-TVP2-C4. Cuando reemplace los rodamientos asegúrese que los nuevos tienen exactamente la misma y completa referencia. Si no los puede adquirir localmente contactarse con el distribuidor.

La sustitución de los rodamientos por otros inapropiados (que no sean de la referencia exacta) causará el daño al vibrador.

## **PROCEDIMIENTO DE REEMPLAZO DE LOS RODAMIENTOS**

Esta operación debe ser adelantada únicamente por personal calificado.

El procedimiento para reemplazar los rodamientos es el siguiente:

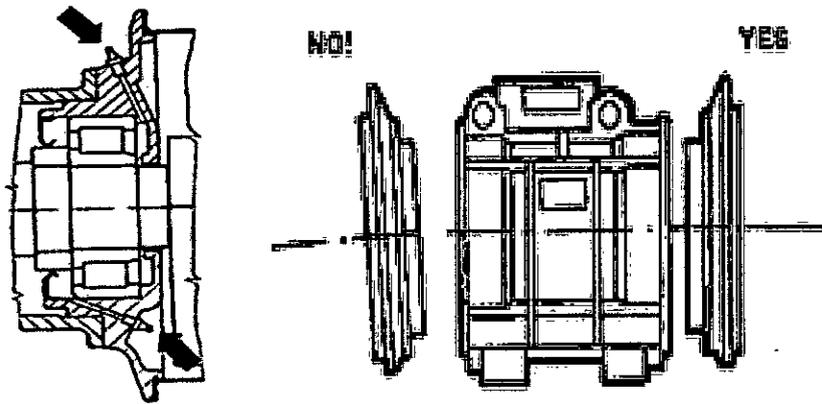
- ✓ Quite los tornillos, tapas laterales pines retenedores, pesas y cuñas.
- ✓ Quite la caja que aloja el rodamiento.
- ✓ Coloque dos tornillos en los agujeros marcados en la caja y apriételos suavemente para sacar el rodamiento y el sello. Asegúrese de empujar parejo ambos lados.
- ✓ Saque el eje rotor del cuerpo.
- ✓ Con un extractor de rodamientos, saque el pin interno del rodamiento.
- ✓ Revise la caja del rodamiento y la pista interna. Si están malos o deteriorados debe reemplazar el rodamiento.
- ✓ Remonte el rodamiento. Con la ayuda de una prensa empújelos completamente dentro de su cama.
- ✓ Impulse grasa nueva entre la caja de los balines y el pin externo.
- ✓ Para ensamblar el resto del vibrador, siga en forma inversa el procedimiento de desarme.
- ✓ Utilice siempre tornillos, arandelas y sellos nuevos en el reensamble, asegurándose que los sellos no se dañen en el montaje.

### **Precaución**

Para el desmontaje y montaje de los rodamientos, es imprescindible mantener el flange perfectamente alineado con el cuerpo del vibrador.

Cualquier des-alineamiento puede causar un daño permanente en los rodamientos.

Figura 45: Montaje y Desmontaje



### Listado de partes

Figura 46: Listado de partes

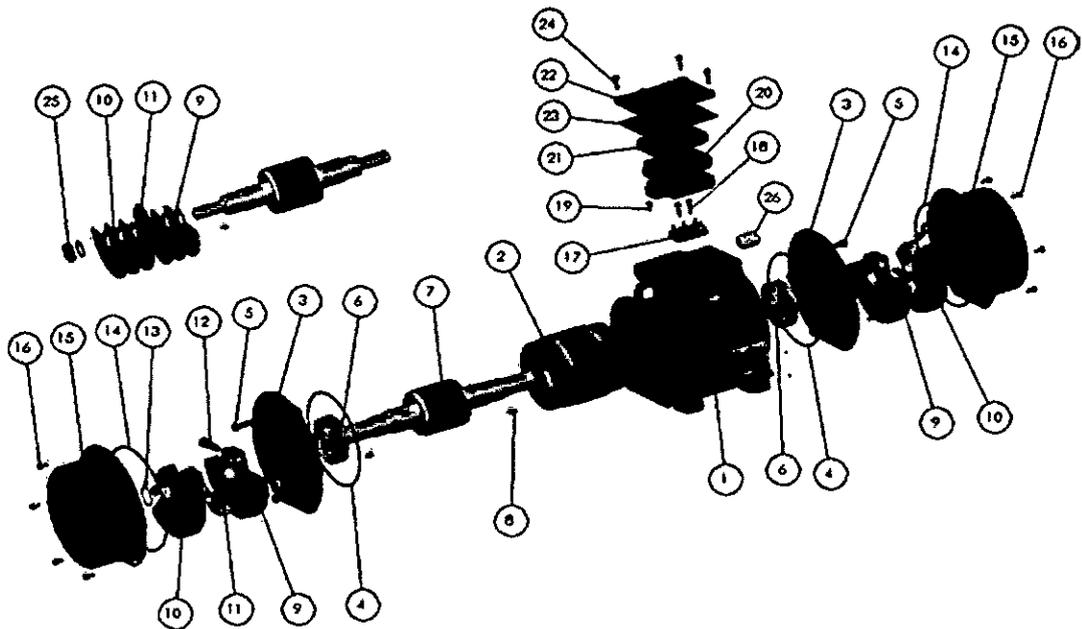


Tabla 4: Listado de partes

<b>PARTE</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>PARTE</b>	<b>DESCRIPCION</b>
1	Carcasa	14	O-Ring
2	Estator	15	Tapa
3	Caja de rodamientos	16	Tornillos de tapa
4	O-Ring	17	Bornera
5	Tornillos	18	Tornillo fijador de cable
6	Rodamiento	19	Tornillo de tierra
7	Rotor	20	Bloque inferior de caucho
8	Cuña	21	Bloque superior de caucho
9	Pesas internas	22	Cubierta de la bornera
10	Pesas externas	23	Empaque
11	Plato de ajuste giratorio	24	Tornillos de la tapa
12	Tornillos fijadores de las pesas excéntricas	25	Tornillos fijadores de las pesas excéntricas
13	Aro retenedor	26	Acople del cable

## **V. EVALUACIÓN TÉCNICO- ECONÓMICO**

### **5.1 PROYECTO STEVIA ONE PERU: (Revisión – 2/9/2017)**

Datos del Proceso:

Material: Stevia en polvo

Densidad aparente: 400 kg/m<sup>3</sup>

Granulometría: d<sub>50</sub> = 200 - 500 micrones

Temperatura: 30° a 35°C

% de humedad: 4%

Otras propiedades: Tiende a aglomerarse, es higroscópico, no es abrasivo, buena fluidez.

Tipo de operación: Continua, 6 hr/día, 7 días/semana

Capacidad de transporte: 3000 kg/hr

Distancia de transporte horizontal: 2,000 mm

Material proveniente de los finos de una zaranda vibratoria.

Especificaciones Técnicas:

Un (01) Transportador Tubular Vibratorio tipo Electromecánicos Modelo

EVT-25/300-EX, completos con las siguientes características:

Dimensiones del tubo transportador: 10" de diámetro x 2185mm de largo

Tipo de vibración: Lineal inclinado a 45°

Dimensiones externas aprox.: 2200 mm largo x 650 mm ancho x 700 mm altura

Peso total aprox.: 250 kg

Amplitud x frecuencia de vibración: 3 mm @ 1750 cpm

Consumo total de energía: 1000 watts

Nivel de ruido: 6 a 75 dbA

Accionamiento a través de 2 (dos) moto-vibradores con pesos excéntricos, de ½ kW, 220/440 VAC, trifásico, 1750 rpm, 4 polos, totalmente encapsulados

Estructura y base de soporte de estos motores, construidos en acero inoxidable 304

Tubo de transporte construido en acero inoxidable calidad 316 L, con acabado sanitario. Incluye dos bocas de entrada de 250mm de diámetro y una descarga de 150mm de diámetro, con reducción a 85mm de diámetro.

Conexiones flexibles de 10" de diámetro x 4" largo, tipo BFM fitting, transparente y herméticos

Conjunto de cuatro aisladores de vibración tipo resortes de aleación especial.

Tapas en acero inoxidable 316 instaladas en los extremos del tubo transportador, para la limpieza e inspección. Incluye empaquetaduras de neoprene sanitario y abrazaderas tipo Tri-Clamp.

No Incluye: tablero de control, ni variador de velocidad

Para el costo considerar:

Equipos importados:

2 motores a prueba de explosión: USD 2,500.00 c/u x 2 = \$ 5,000.00

4 resortes helicoidales @ \$ 450.00 x 4 = \$ 1,800.00

2 abrazaderas inoxidable 10" dia @ 250.00 x 2 = \$ 500.00

2 empaquetaduras neoprene 10" dia @ \$80.00 x 2 = \$160.00

4 spigots 4" dia acero inox @ 250.00 x 4 = \$1,000.00

3 conectores flexibles 10" x 4" BFM @ 200.00 x 2 = \$ 400.00

Costo total FOB Miami: \$8,860.00

Flete a Lima: \$ 590.00

Impuestos de internacion sin IGV: \$ 2,200

Costo total de importados: \$ 11,650.00

Plancha para tubo de acero inoxidable 316 L de 3mm de espesor = 100  
kg @ \$15.00/kg = \$ 1500.00

80 kg de acero inoxidable 304 en vigas y planchas @ \$ 15.00/kg =  
\$ 1200.00

Mano de obra:

Servicio de corte, dobles y rolado \$ 1,500.00

Servicio de armado, soldado y acabado \$ 4,000.00

Costo total: \$ 19,650.00

Precio de venta: \$ 22,597+ IGV por el transportador tubular

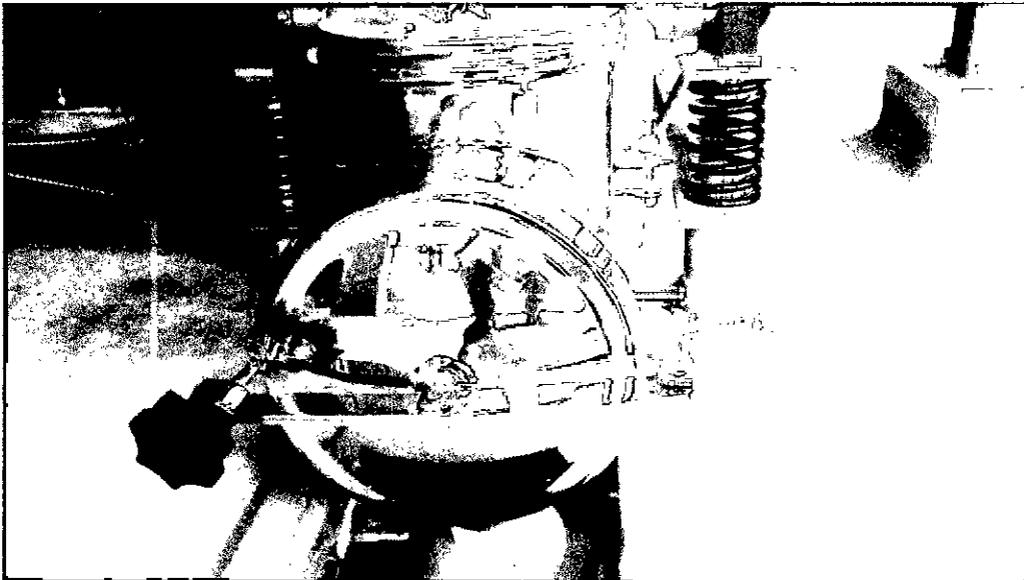
Costo de Instalación de los transportadores:

## VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 6.1 Equipo hermético

Concluimos que estos equipos fueron considerados como herméticos por los sistemas de cierre en las tapas de inspección y en las mangas flexibles con sistemas de presión con alojamiento interior.

Figura 47: Hermeticidad del equipo



Este sistema de transporte es de fácil limpieza manual, evitando la contaminación por acumulación de materiales tanto interior como exterior con costo cero de repuestos, con motores excéntricos que transmiten la vibración homogénea en toda la tubería.

Recomendamos no abrir las tapas de inspección en pleno funcionamiento, para evitar los ruidos y polvo que pueda salir o ingresar al producto de Stevia.

Realizar limpieza del equipo cada mes de operación, evitando acumulación de producto tanto de Stevia como el polvo ambiental.

Se considera manual sobre el transportador vibratorio electromecánico EVT de instalación, operación y mantenimiento

## VII. REFERENCIALES

1. ALEXANDROV, M. **Aparatos y máquinas de elevación y transporte**. Moscú: Editorial MIR. Primera edición. 2012
2. ÁLVAREZ, Manuel. **Convertidores de frecuencia, Controladores de motores y SSR**. España: Editorial MARCOMBO S.A. Primera edición. 2000.
3. ANTON SD, y otros.. **Effects of stevia, aspartame, and sucrose on food intake**. México. Editorial Mac Graw Hill. Tercera Edición. 2014
4. CHANG JC, y otros. **Increase of insulin sensitivity by stevioside in fructose-rich chow-fed rats**. Hormone and Metabolic Geuns M J. Steviosi de Phytochemistry. España. Barcelona. Editorial Limusa. Primera Edición. 2003.
5. CHEN TH, CHEN SC, CHAN P, CHU Y L, YANG HY, CHENG JT. **Mechanism of the polyglycemic effect of stevioside, a gly-coside of Stevia rebaudiana**. *Planta Med* 2005; 71:108-13.
6. COTAQUISPE, Luis. **Diseño de Equipos de Transporte y Almacenamiento. Material de enseñanza**. Tesis. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, Sección Ingeniería Mecánica. 2012.
7. CURI R, ALVAREZ M, BAZOTTE RB. **Effect of Stevia rebaudiana on glucose tolerance in normal adult humans**. Vol. 12. 5-7 Mayo. *Braz J Med Biol Res* 1986.

8. FACULTAD NACIONAL DE INGENIERÍA CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA. Ing. María Elena Tovar Moya. **Maquinaria y equipos para el transporte de sólidos.** (PRQ3630). Disponible en [http://docentes.uto.edu.bo/mtovarm/?page\\_id=74](http://docentes.uto.edu.bo/mtovarm/?page_id=74). Consultada en diciembre 2017.
9. GUGLIANDOLO, Filippo. **Como seleccionar un motor eléctrico.** Lima: Megaprint Ediciones S.A. Primera edición. 2014.
10. HIBBELER, **Mecánica para Ingenieros,** México. Editorial Continental, cuarta edición, 2002.
11. INEI, **información estadística en línea,** disponible en [www.inei.gob.pe](http://www.inei.gob.pe), visitado en setiembre del 2014.
12. INSTITUTO TECNOLÓGICO AGROALIMENTARIO. **Mejores Técnicas Disponibles en la Industria de Elaborados Vegetales.** España. <http://www.prtres.es/data/images/la%20industria%20de%20elaborados%20vegetales-ab08ebae53a6f06f.pdf>> . Consulta: 3 de octubre de 2012
13. ITACAB, **Manual de Transferencia de Tecnologías apropiadas,** Lima, Editorial Limusa, tercera edición. 2013.
14. MARKS' **Standard Handbook For Mechanical Engineers,** España. Editorial McGraw-Hill, quinta edición. 2014.

15. PAHL & BEITZ, **Engineering Design, A Systematic Approach**, Toronto, Canadá. Editorial Springer-Verlag, Londres, cuarta edición. 2013.
16. SIDERPERÚ, **Catálogo en línea**. Disponible en: [www.sider.com.pe/siderperu/Productos/Tubulares/Tub Mec\\_LAF.html](http://www.sider.com.pe/siderperu/Productos/Tubulares/Tub_Mec_LAF.html). visitada en setiembre del 2004.
17. SKF, **Catálogo en línea**. Disponible en: <http://www.skf.com/portal/skf/home/products?newlink=first&lang=en>. Consultado en agosto del 2004.
18. THOMSON, William, y otros. **Teoría de vibraciones. Aplicaciones. Definición de: Definición de vibración**. México. Editorial Mac Graw Hill. Cuarta edición. 2016
19. UNIVERSIDAD DE VALLADOLID, 2003 **“Cálculo de transportadores de tornillo sin fin según la Norma UNE”**. Alimentación, equipos y tecnología. España, año XXII, número 181, pp. 121-124.
20. WELLS HF, BUZBY JC. **Dietary Assessment of Major Trends in U.S. Food Consumption, 1970-2005**. (Rep. No. 33) Washington DC: U.S. Department of Agriculture; 2008.
21. ZEGARRA REVEGGINO, Diego Alberto, 2010 **Diseño de un Productor de Hielo Fluido de 14Kg/h**. Tesis de licenciatura en Ciencias e Ingeniería con mención en Ingeniería Mecánica. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de Ciencias e Ingeniería.

## VIII. ANEXOS Y PLANOS

### Anexo 01: Resolución SG N° 339 DE 2016



Poder Ejecutivo  
Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social  
Resolución S.G. N° 339 -

FOR LA CUAL SE APRUEBA EL REGLAMENTO TÉCNICO QUE ESTABLECE REQUISITOS DE CALIDAD E INOCUIDAD PARA LOS EDULCORANTES O ENDULZANTES DE MESA QUE CONTINGAN EN SU COMPOSICIÓN GLUCÓSIDOS DE ESTEVIOL Y/O EXTRACTO DE STEVIA DERIVADOS DE LA PLANTA DE KA'A HE'E - STEVIA (STEVIA REBAUDIANA BERTONI); Y SE DISPONEN NORMAS GENERALES.

07 de junio de 2016  
Hoja N° 03/12

#### ANEXO

##### 1. ELEMENTOS GENERALES

###### 1.1. CAMPO DE APLICACIÓN

El presente Reglamento Técnico se aplica a los endulzantes o edulcorantes de mesa comercializables en el territorio nacional, que tengan en su composición glucósidos de esteviol y/o extracto de stevia derivados de la planta de Ka'a He'e - Stevia (Stevia Rebaudiana Bertoni).

Se excluyen de este reglamento, los principios edulcorantes usados como materia prima para la elaboración de edulcorantes de mesa.

###### 1.2. OBJETO

Fijar los requisitos de inocuidad y calidad y normas generales de etiquetado que deben ser aplicados a los edulzantes o edulcorantes de mesa que tengan en su composición glucósidos de esteviol y/o extracto de stevia para su comercialización.

###### 1.3. SÍMBOLOS, ABRUVIATURAS Y ACRÓNIMOS

Ka'a He'e - Stevia: Stevia rebaudiana Bertoni  
INS: Sistema Internacional de Unidades de editivos alimentarios  
BPF: Buenas Prácticas de Fabricación  
INAN: Instituto Nacional de Alimentación y Nutrición  
MERCOSUR: Mercado Común del Sur  
CMA: Grupo Mercado Común  
gr: gramos

##### 2. CONTENIDO TÉCNICO ESPECÍFICO

###### 2.1. DEFINICIONES

Para los fines del presente reglamento, se establecen las siguientes definiciones:

- 2.1.1. Glucósidos de Esteviol: componentes dulces, aislados y purificados obtenidos de las hojas de Ka'a He'e - Stevia (Stevia rebaudiana Bertoni), cuyo contenido calórico es la de un polvo blanco cristalino, inodoro, no higroscópico, no fermentable, de sabor dulce aún en soluciones muy diluidas (100 veces más dulce que la sucrosa). El esteviol y el rebaudósido A son los glucósidos componentes de interés principal por sus propiedades edulcorantes. Los glucósidos asociados incluyen rebaudósido B, rebaudósido C, rebaudósido D, rebaudósido E, dulcosido A, rubusósido y esteviolósido que suelen estar presentes en las preparaciones de glucósidos de esteviol en los niveles más bajos que el esteviol o rebaudósido A.

## Anexo 02: Resolución N° 293



(SENAVE)

Servicio Nacional de Calidad y Sanidad Vegetal y de Semillas



Resolución N° 293

**POR LA CUAL SE APRUEBA LAS NORMAS ESPECÍFICAS PARA LA PRODUCCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE SEMILLAS CERTIFICADAS Y/O FISCALIZADAS DE KA'Á HE'E (*Stevia rebaudiana* (Bertoni) Bertoni).**

Asunción, 17 de diciembre de 2008.-

### VISTA:

La presentación realizada por la Dirección de Semillas, DISE N° 612, Expediente M.E. SENAVE N° 24.508, de fecha 21 de Noviembre de 2008; a fin de solicitar la promulgación de una Resolución SENAVE por la cual se aprueban las Normas Específicas para la Producción y comercialización de Semillas Certificadas y/o Fiscalizadas de KA'Á HE'E (*Stevia rebaudiana* (Bertoni) Bertoni).

### CONSIDERANDO:

Que, la solicitud obedece a que la Dirección de Semillas (DISE) en cumplimiento de sus funciones que le son conferidas en el Artículo 5º, Capítulo II, de la Ley N° 385/94, "De Semillas y Protección de Cultivares", ha elaborado la presente normativa con el fin de controlar la producción y comercio de semillas, asegurar la disponibilidad de semillas de calidad garantizada y lograr el abastecimiento a nivel nacional con semillas de calidad superior.

Que, la citada propuesta de Normas fue elaborada por la Ing. Agr. Felisa Gómez, técnica del Departamento de Control de Semillas de la DISE, mediante consultas a normas similares de países limítrofes, técnicas nacionales y revisada por la Dirección de Semillas, según se expresa en el referido Memorando.

Que, el Departamento de Control de Semillas, hace la presentación de la Norma, recomendando las gestiones para ser aprobada mediante una Resolución de la Máxima Autoridad y que se derogue la Resolución SENAVE N° 028/05 del 13 de junio de 2005, que aprueba las "NORMAS ESPECÍFICAS PARA LA PRODUCCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE MUDAS DE KA'Á HE'E (*Stevia rebaudiana* (Bertoni) Bertoni)".

Que, la presente normativa, fue remitida a la Asesoría Jurídica Adscrita de la Dirección de Semillas, no encontrando ésta objeción legal a la misma, según dictamen No 113/08 de fecha 20 de noviembre de 2008.



(SENAVE)

Servicio Nacional de Calidad y Sanidad Vegetal y de Semillas



Resolución N° 293

**POR LA CUAL SE APRUEBA LAS NORMAS ESPECIFICAS PARA LA PRODUCCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE SEMILLAS CERTIFICADAS Y/O FISCALIZADAS DE KA'Á HE'E (Stevia rebaudiana (Bertoni) Bertoni).**

-2-

Que, la Ley N° 2459/04 "Que crea el Servicio Nacional de Calidad y Sanidad Vegetal y de Semillas, en su Artículo 9°", estipula como una de las funciones del SENAVE, la de establecer las reglamentaciones técnicas para la ejecución de cualquier actividad de su competencia en todo el territorio nacional, de acuerdo a las legislaciones pertinentes, cuando las mismas de acatamiento obligatorio por parte de toda persona física, jurídica u organismos públicos o privados, sin excepción.

Que, la Asesoría Jurídica del SENAVE en su Dictamen N° 1109/08 de fecha 03 de diciembre de 2008, referente solicitud de resolución, Por la cual se aprueban Normas específicas para la producción y Comercialización de semillas certificadas o fiscalizadas de Ka'á He'e (Stevia rebaudiana (Bertoni) Bertoni), que obran en el expediente el Dictamen N° 113, de fecha 20 de noviembre de 2008 emitido por la Abogada María Elena Verón, Asesora Jurídica Adscripta de la DISE, al cual nos adherimos en todos sus términos.

**POR TANTO:**

En uso de las atribuciones que le confiere la Ley N° 2459/04.

**EL PRESIDENTE DEL SENAVE  
RESUELVE**

- Artículo 1°.- APROBAR** las Normas Especificas para la Producción y Comercialización de Semillas Certificadas y/o Fiscalizadas de de Ka'á He'e (Stevia rebaudiana (Bertoni) Bertoni), que se anexa y forma parte de la presente resolución.
- Artículo 2°.- AUTORIZAR** a la Dirección de Semillas, a implementar todas las acciones técnicas y reglamentarias que correspondan, para el mejor cumplimiento de la presente Resolución.



**(SENAVE)**

Servicio Nacional de Calidad y Sanidad Vegetal y de Semillas  
Resolución N° 283



**POR LA CUAL SE APRUEBA LAS NORMAS ESPECIFICAS PARA LA PRODUCCION Y COMERCIALIZACION DE SEMILLAS CERTIFICADAS Y/O FISCALIZADAS DE KA'A HE'E (Stevia rebaudiana (Bertoni) Bertoni).**

-3-

**Artículo 3°.- DEJAR sin efecto la Resolución SENAVE N° 028/05 del 13 de junio de 2005, que aprueba las NORMAS ESPECIFICAS PARA LA PRODUCCION Y COMERCIALIZACION DE SEMILLAS CERTIFICADAS Y/O FISCALIZADAS DE DE KA'A HE'E (Stevia rebaudiana (Bertoni) Bertoni).**

**Artículo 4°.- COMUNICAR a quienes corresponda y cumplida archivar.**

**FDO. ING. AGR. LUIS PEDRO LLANO IMAS  
PRESIDENTE**

**ES COPIA  
Ing. Agr. OSCAR R. BENEGAS  
Secretario General**

## Anexo 03: Tapas Laterales

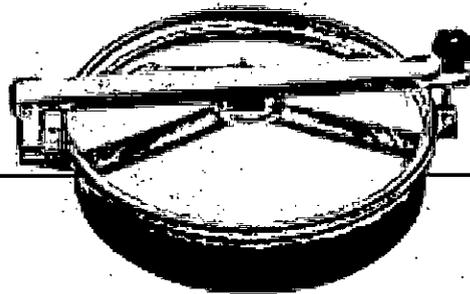
### Trappes sans pression

Non-pressure access covers

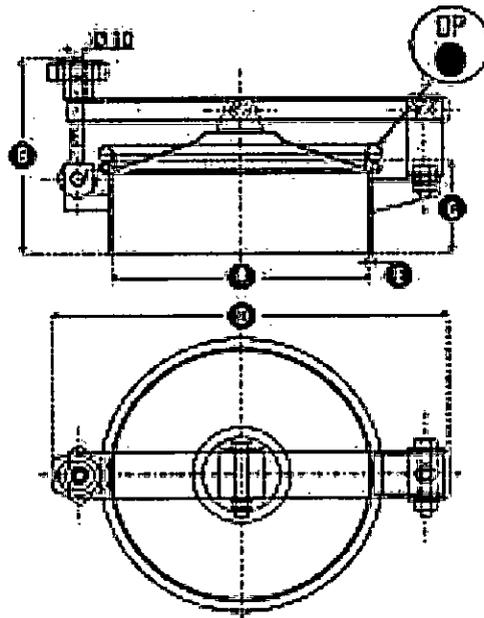
Drucklose Domdeckel

Escotillas sin presión

33



- P33-150
- P33-230
- P33-330
- P33-430
- P33-530
- P33-630



	A	B	C	D	E	PS	▲	Ⓜ
● P33-150	145	103	89	232	1,5	0,4	▲	2
● P33-230	228	172	89	338	2	0,1	▲	4
● P33-330	258	175	89	417	2	0,1	▲	5
● P33-430	323	175	89	513	2	0,1	▲	6
● P33-530	308	175	89	619	2	0,1	▲	9
● P33-630	429	175	89	718	2	0,65	▲	11

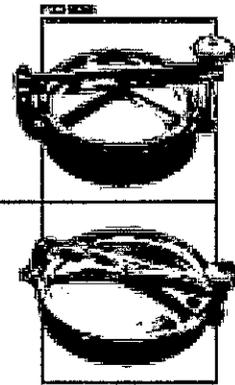
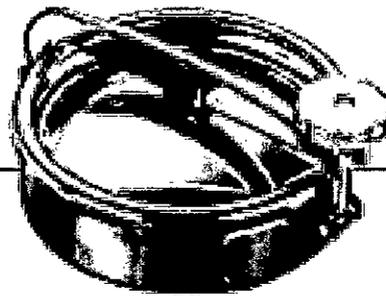
SCHE  
33

## Trappes sans pression

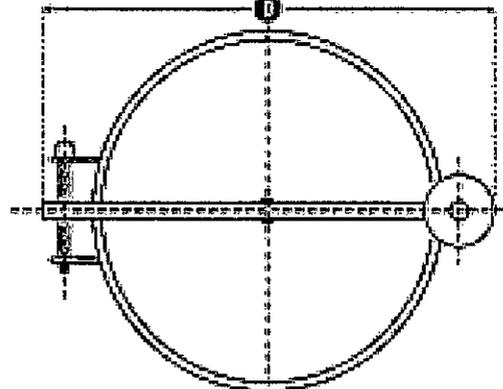
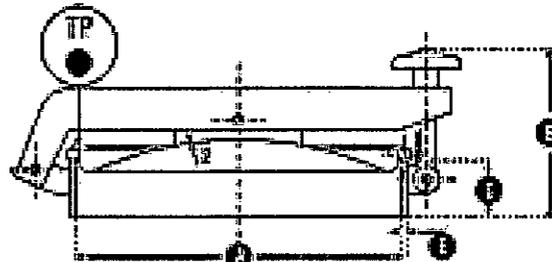
Non-pressure access covers

Drucklose Domdeckel

Escotillas sin presión



- P33-114
- P33-255
- P33-315



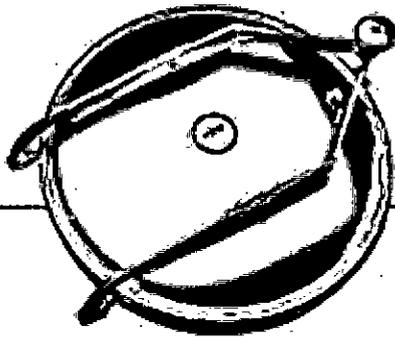
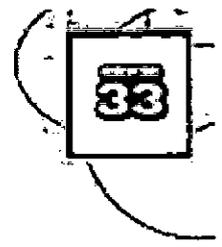
	A	B	C	D	E	FS	max		
● P33-114	164	134	120	259	Ø	11,5	11,1		4E
● P33-255	253	162	120	374	Ø	11,5	-		5
● P33-315	354	227	120	489	Ø	11,6	11,1		5

# Trappes sans pression

Non-pressure access covers

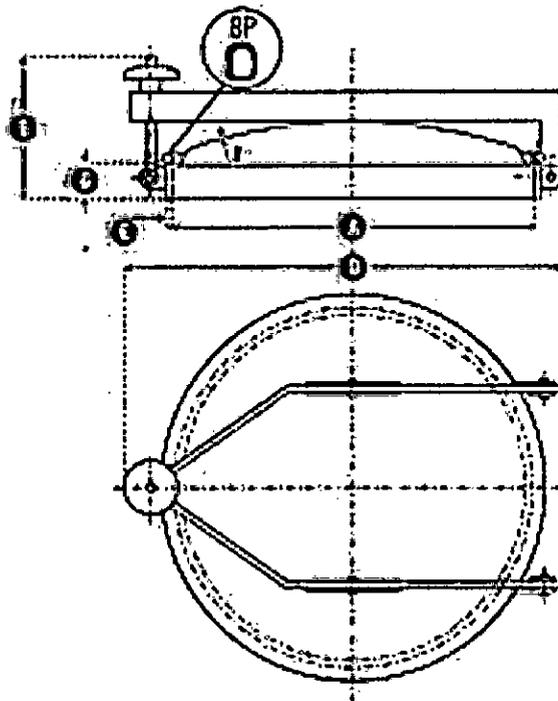
Drucklose Domdeckel

Escotillas sin presión

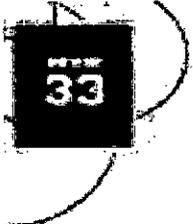


○ P33-212

○ P33-213



	Q	D	U	Ø	E	Ø	Ø	Ø	Ø
P33-212	204	123	83	618	8	0,1	0,2	Ø	11
P33-213	204	202	92	718	8	0,1	0,2	Ø	11

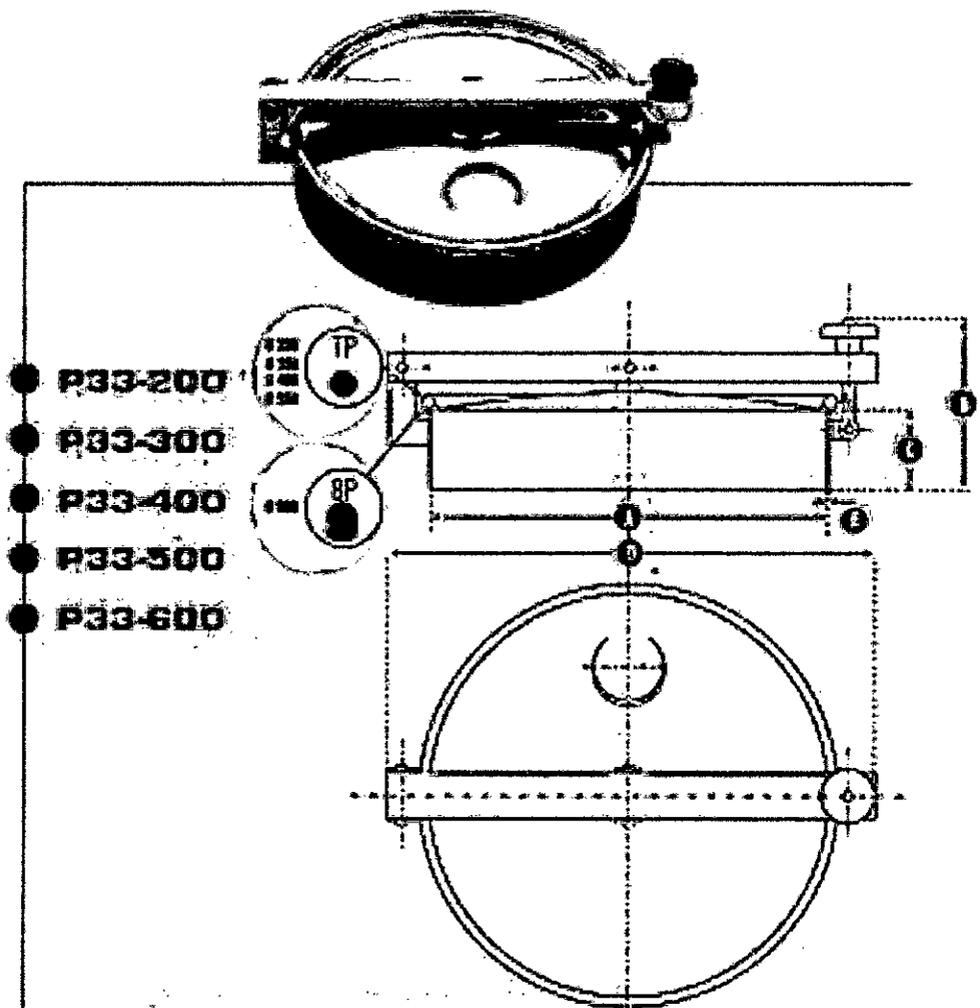


# Trappes sans pression

Non-pressure access covers

Drucklose Domdeckel

Escotillas sin presión



- P33-200
- P33-300
- P33-400
- P33-500
- P33-600

	A	B	C	D	E	F		
P33-200	200	150	80	300	2	0,3		4
P33-300	300	170	80	400	2	0,2		5
P33-400	400	170	80	450	2	0,1		6
P33-500	500	184	80	550	2	0,05		10
P33-600	600	220	80	700	2	0,05		12

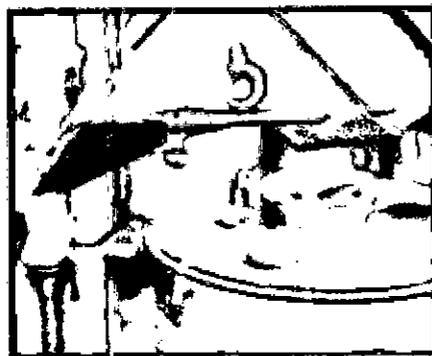
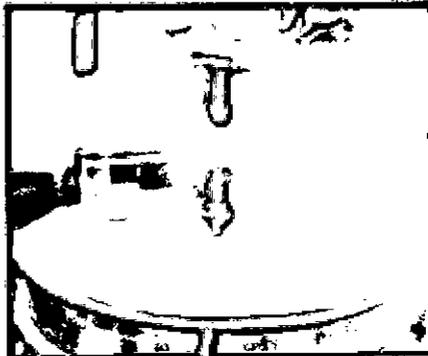
Anexo 04: Instrucción para colocación de mangas flexibles

**Next Generation of Flexible Connectors**

**Get better connected with...**



**Dust-tight.  
Perfect fit.  
No leaks.  
Snap-in convenience.  
No hose clamps.**



Distributed by Sirax Equipment Company Inc. 800 574 3830

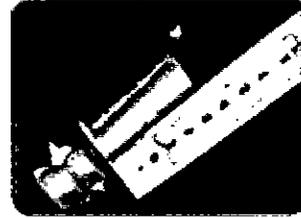
# BFM® SPIGOT WELDING INSTRUCTIONS



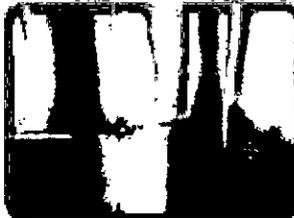
**DO NOT** cut the BFM® spigot and re-size before installation.



Size spigot to pipe. Pipe circumference may need to be expanded or reduced to fit the BFM® spigot.



If it is necessary to shorten the bit, do not cut the bit more than 1" (25mm) unless absolutely necessary. Welding any closer than 1" (25mm) to the head, could result in welding shrinkage affecting the tolerance of fit between the Gantite connector cuff and the BFM® fitting. Consult Siba prior to cutting.



Tack BFM® spigot to correct sized pipe.



Open the tacked joint to ensure correct fit.



Weld the BFM® spigot on. Dress and polish to required standards.



Be careful to ensure that the circumference of the formed end after fitting and welding, remains the same size as supplied, to ensure fitting tolerance of the connector.

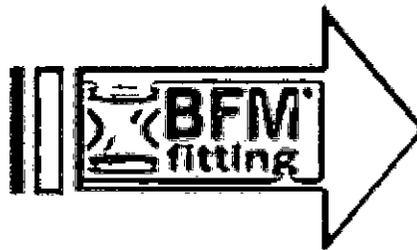


**Get Better Connected!**

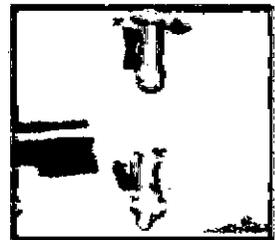
**Problem...**



Product leaks...



**Answer.**



Perfect fit and seal.

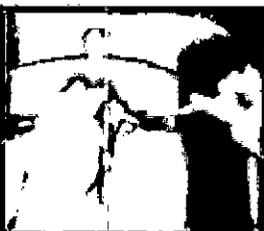


Messy product build-up...

**Improved dust control.  
Safer plant operation.  
Better sanitation.**



Sanitary, no build-up.



Difficult,  
time-consuming  
installation...

**Get better connected  
in a snap with BFM Fitting!**



Fast, easy snaps,  
no hose clamps.

See the BFM fitting system in action. Video available on website.



03-03 & 20-25



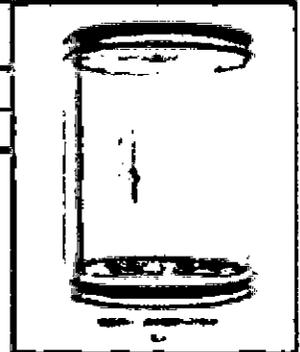
## BFM Fitting Fact Sheet

### 1. Standard length connectors versus custom lengths.

BFM fitting manufactures its connectors in a standard length for each diameter spigot.

SPIGOT DIAMETER	STANDARD CONNECTOR LENGTH (CL)
102mm (4"); 125mm (5"); 150 mm (6")	150 mm (6")
All other diameters	200 mm (8")

Non-standard length connectors, including tapers, are available on a special order basis. In order to save time and money, it is recommended you adapt your BFM spigot installation to provide the installation gap (IG) which utilizes a standard length connector. When referring to the connector length (CL), do not include the length of the snap-band cuffs at either end of the connector. See chart on Page 6.



### 2. Tool-release BFM fitting.

For industries which require it, a tool-release version of the BFM fitting system is available. The tool-release uses a small hole drilled in the spigot formed end. A rod is inserted to remove the connector from the spigot. For more information, ask your Siftex rep.

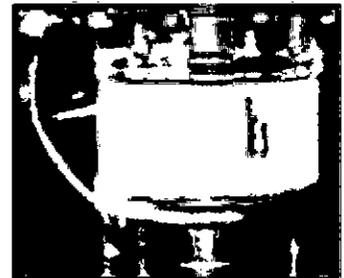


### 3. BFM fitting metal spigot materials.

BFM fitting spigots are available in three types of steel: 304 SS; 316L SS, and mild steel. Material certifications are available. Ask your Siftex sales rep for a copy.

### 4. Control of electro-static discharge.

For applications where there is a possibility for static build-up, BFM fitting recommends using a static conductive wire to connect the two BFM fitting spigots together. Siftex polyurethane connectors provides static dissipation of electro-static buildup.



SIFTEX

**GET BETTER CONNECTED**

[www.siftex.com](http://www.siftex.com)

## BFM Fitting Fact Sheet

### 5. Alternative uses for BFM fitting connectors

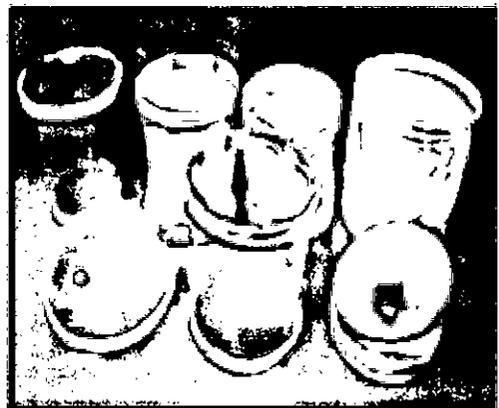
BFM fitting connectors are available in a cap and bag style. These are very effective replacements for rubber caps and inspection covers. In addition, the bags come in longer lengths for use on other "overs" outlets as a collection method. The operator can see the bag as it fills and easily snap it out to empty as needed.



### 6. Chemical and Temperature resistance

CONNECTOR MATERIAL	TEMPERATURE RANGE	CHEMICAL RESISTANCE
SEEFLEX	0° to 160° F	GOOD
TEFLEX	-40° to 500° F	OUTSTANDING
LMH	0° to 300° F	VERY GOOD
WUTX	3° to 200° F	EXCELLENT
WASH SLEEVE	0° to 160° F	EXCELLENT
CARLON	0° to 160° F	VERY GOOD

For a detailed list of the chemical resistance of elastomers, please visit the following web address:  
<http://www.dupontelastomers.com/compat.asp?page=dup20ids.asp>



### 7. Use of BFM fittings under vacuum and pressure.

**Vacuum:** BFM fittings can be used in vacuum applications. The connectors are available with snap-band cuffs which are rated to 40" W.G. The ideal vacuum application is one where the connector is either stationary or undergoing oscillating motion.



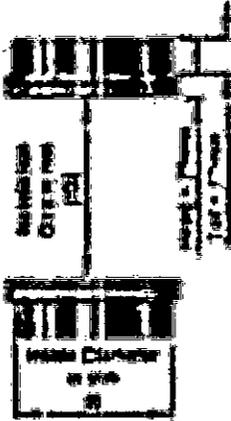
**Pressure:** BFM fittings are designed for positive pressure applications that are stationary or oscillating. The Seeflex material is extremely strong and capable of stretching 500% without rupture. We recommend the use of the white Carlton outer jacket over the Seeflex material to prevent "ballooning". Rated to 25 psi.

For all vacuum and pressure applications, please consult with your Seeflex representative.

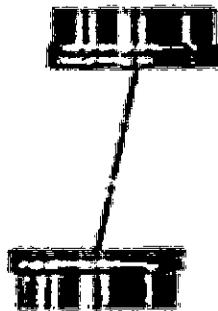


## BFM Fitting Spigot Installation

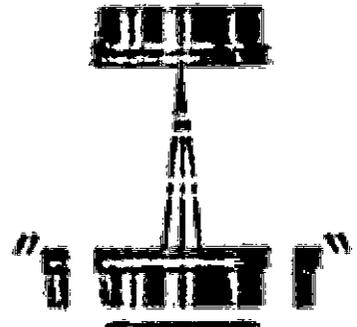
In-line



Offset



Oscillating



**Installation Gap (IG) and Connector Length (CL)**  
When welding the BFM fitting spigots to your equipment, the installation gap (IG) must be accurately measured. Use the formulas below as a guide to accommodate machine movement.

**In-line static equipment:  $IG = CL - 1/2"$  (Minimum)**

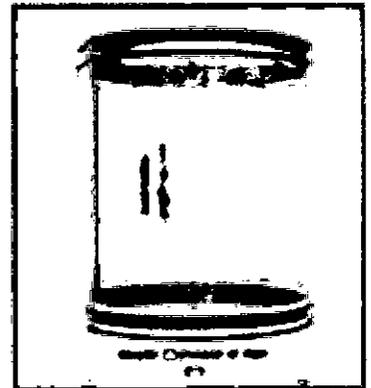
**Offset equipment:  $IG = CL - 3/4"$  (Minimum)**

**Oscillating equipment:  $IG = CL - 1.5"$  (Minimum)**

The BFM spigot has a 2" long tail. It may be cut shorter or cut on an angle to fit your existing pipe work.



It is important to weld the spigot onto your pipe work with the Installation Gap and Connector Length in mind. Use of BFM standard length flexible connectors will save you time and money.



**BFM**  
fitting  
"Keeping You Connected"

**SIFTEX**  
GET BETTER CONNECTED  
[www.siftex.com](http://www.siftex.com)

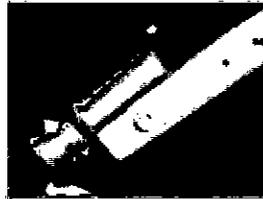
# BFM Fitting Spigot Welding Information



**DO NOT** cut BFM™ Spigot and re-size before installation



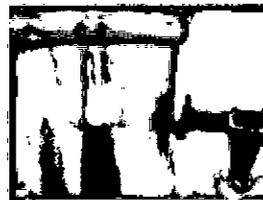
Size spigot to pipe. Pipe circumference may need to be expanded or reduced to fit the BFM™ Spigot.



Avoid (if possible) cutting the tail length. If it is necessary to shorten the tail, do not cut the tail more than 1" unless absolutely necessary. Working any closer than 1" to the formed end may result in shrinkage affecting the tolerance of fit between the flexible connector cuff into the BFM™ Spigot. Consult with Siflex prior to cutting.



Tack BFM™ Spigot to correct-sized pipe.



Open the tacked joint to ensure correct fit.



Weld BFM™ Spigot on.  
Dress and polish to required standards.



Be careful to ensure that the circumference of the formed end after fitting and welding, remains the same size as supplied, to ensure fitting tolerance of the connector.



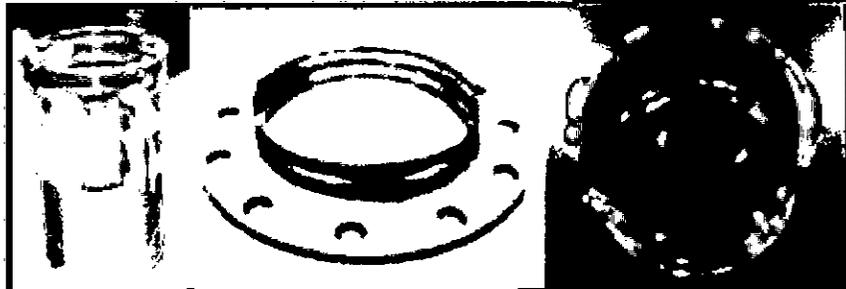
## BFM Fitting Options

### Spigot Attachment Options

In addition to welding directly on to spigoting, BFM Spigots may be attached using:

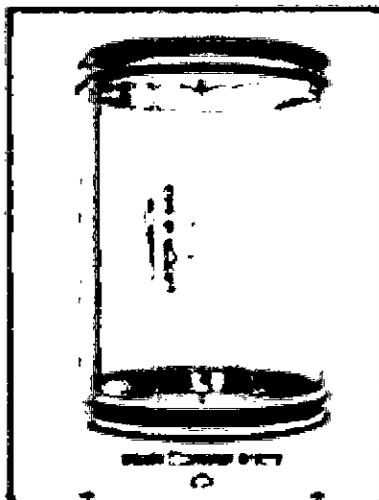
- QuickConnect™ modular flanges
- Tri-Clover™ sanitary clamp
- Standard flanges
- Compression couplings

Ask your Sifex representative for more information on these options and turnkey services to provide you with the attachment method designed for your application.



### BFM Fitting Connectors

The connector length (CL) does not include the length of the snap-band cuffs at either end of the connector. For example, the 8" standard length connector measures 10-1/2" from end to end. The 6" standard length connector is 8-1/2" total.



CONNECTOR DIAMETER	STANDARD LENGTH
100mm 4"	150mm 6"
125mm 5"	150mm 6"
150mm 6"	150mm 6"
200mm 8"	200mm 8"
250mm 10"	200mm 8"
300mm 12"	200mm 8"
350mm 14"	200mm 8"
400mm 15"	200mm 8"
450mm 18"	200mm 8"
500mm 20"	200mm 8"
550mm 22"	200mm 8"
600mm 24"	200mm 8"
650mm 26"	200mm 8"

## BFM Fitting Connector Installation



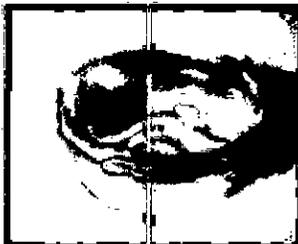
### STEP 1

Ensure the BFM™ Spigot is clean and dry. Wiping a very thin layer of FDA lubricant on the inside makes connector snap-in very easy.



### STEP 2

Seat the back of the connector into the BFM™ Spigot and release.



### STEP 3

There is a possibility the seal will not fully snap out the first time, if so see Step 4.



### STEP 4

Push the seal toward the center of the fitting at a different point on the circumference.

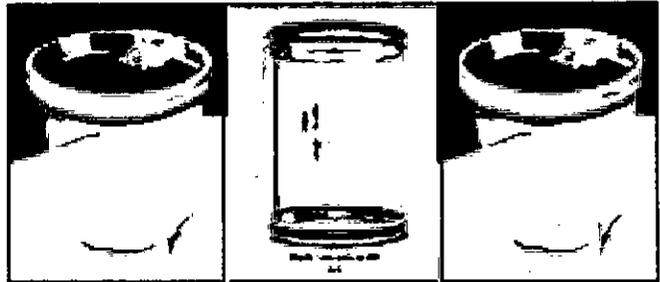


### STEP 5

**COMPLETE.**  
The BFM Fitting™

**SIFTEX**   
GET BETTER CONNECTED  
[www.siftex.com](http://www.siftex.com)

**BFM<sup>®</sup>**  
fitting  
"Keeping You Connected"



LARGE DIA.	TAPERED CONNECTOR MINIMUM LENGTH (CL) PER DIAMETERS												
	550	500	450	400	350	300	250	200	150	100	Ø	100	150
600	550	500	450	400	350	300	250	200	150	100	Ø	100	150
550	500	450	400	350	300	250	200	150	100	Ø	100	150	200
500	450	400	350	300	250	200	150	100	Ø	100	150	200	250
450	400	350	300	250	200	150	100	Ø	100	150	200	250	300
400	350	300	250	200	150	100	Ø	100	150	200	250	300	350
350	300	250	200	150	100	Ø	100	150	200	250	300	350	400
300	250	200	150	100	Ø	100	150	200	250	300	350	400	450
250	200	150	100	Ø	100	150	200	250	300	350	400	450	500
200	150	100	Ø	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550
150	100	Ø	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600
125	100	Ø	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600
100	Ø	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650
SMALL DIA.	100	125	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650

Example tapered connector measuring 35mm diameter is 125mm diameter has a minimum connector length of 250mm.



**SIFTEX**  
GET BETTER CONNECTED  
[www.siftex.com](http://www.siftex.com)

## Connector Material Specifications

### SEEFLEX

Best-selling EFM fitting connector material.  
Clear polyester based thermoplastic polyurethane alloy.  
NF1 not conduct static but provides static dissipation of electro-static buildup. Seeflex is not prone to fracture as a result of constant flexing as found in rotary sleeves and others, etc.

Food grade: complies with FDA 21CFR 177.1680 and 177.2600.  
Excellent abrasion resistance combined with a smooth welded seam makes Seeflex your first choice for dust-free processing.



### SEEFLEX 040 PHYSICAL PROPERTIES

HARDNESS	85 Shore A
TEMP RANGE	0° to 130° F
ULTIMATE ELONGATION	300%
PERMEABILITY	0 Cfm

WALL THICKNESS	1 mm
LOW TEMP FLEXIBILITY	Good
TEAR STRENGTH	37 kN/m
FLEX MODULUS	@ 23°C: 400 MPa

TENSILE STRENGTH	34.5 MPa
SURFACE FINISH	Clear/Gloss
VOLUME RESISTIVITY	$5.20 \times 10^{12}$ ohm-cm
SURFACE RESISTIVITY	$6.10 \times 10^{12}$ ohm-cm

### SEEFLEX 020 PHYSICAL PROPERTIES

HARDNESS	85 Shore A
TEMP RANGE	0° to 130° F
ULTIMATE ELONGATION	300%
PERMEABILITY	0 Cfm

WALL THICKNESS	0.5 mm
LOW TEMP FLEXIBILITY	Good
TEAR STRENGTH	1000 kg/cm
FLEX MODULUS	@ 23°C: 400 MPa

TENSILE STRENGTH	34.5 MPa
SURFACE FINISH	Clear/Gloss
VOLUME RESISTIVITY	$5.20 \times 10^{12}$ ohm-cm
SURFACE RESISTIVITY	$6.10 \times 10^{12}$ ohm-cm



## Connector Material Specifications



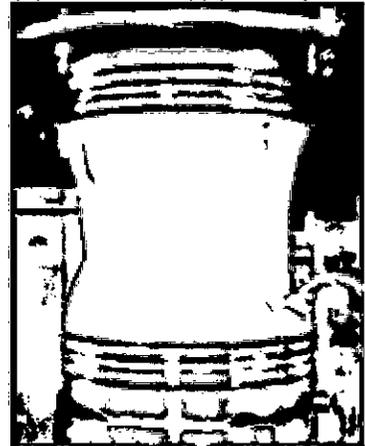
### TEFLEX

1 micron expanded PTFE membrane on woven PTFE fabric is white in color and very flexible. Complies with FDA 21CFR 177.1680 and 177.2600.

Ideal for applications where:

1. The temperature can reach 600° F.
2. The process material covers the full pH scale.

TEFLEX (PTFE) connectors will not be affected by either extreme caustic or acid products.



### TEFLEX PHYSICAL PROPERTIES

FIBRE AND SCREEN	PTFE	THREAD COUNT	114 x 63
TEMP RANGE	-45° to 500° F	WEAVE PATTERN	4 Hercules Screen
MINIMUM WILLEN BURST	450 psi	FABRIC WEIGHT	12 oz/ yd <sup>2</sup>
PERMEABILITY	0.5 to 2.5 Cfm-ft <sup>3</sup> @ 0.5" water gauge	CHEMICAL RESISTANCE	Outstanding

### WM12K KEVLAR (ARAMID)

Medium-weight, very strong, self-extinguishing, dimensionally stable woven fabric. Offers excellent abrasion, puncture, chemical, flex fatigue and high temperature resistance. Available in 020/Kevlar/020 "sandwich" construction for FDA applications (shown) where explosion risk is a factor.

### WM12K PHYSICAL PROPERTIES

CONSTRUCTION	Multi-layered plain weave	THREAD COUNT	17 x 16 per 25mm <sup>2</sup>
TEMP RANGE	0° to 700° F	FINISH	Scooped and heat set
MINIMUM WILLEN BURST	450 psi	FABRIC WEIGHT	400 g/ m <sup>2</sup>
PERMEABILITY	0 Cfm	COLOR	Yellow



