

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA RECUBRIDORA DE PASTILLAS Y BOMBONES.

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO
MECÁNICO**

WILBER FERNANDO BURBANO PABÓN

wilobur@hotmail.com

JUAN LUIS LARREA AYMAR

juanllarrea@hotmail.com

DIRECTOR: ING. JAIME VARGAS TIPANTA

jaime.vargas@epn.edu.ec

Quito, ENERO 2011

DECLARACIÓN

Nosotros, WILBER FERNANDO BURBANO PABÓN Y JUAN LUIS LARREA AYMAR, declaramos bajo juramento, que el trabajo aquí presentado es de nuestra autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional, y que hemos consultado de las fuentes bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedemos nuestros derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.

WILBER FERNANDO
BURBANO PABÓN

JUAN LUIS
LARREA AYMAR

CERTIFICACIÓN

Certificamos que bajo nuestra supervisión el presente proyecto previo a la obtención del título de Ingeniero Mecánico fue desarrollado por los señores WILBER FERNANDO BURBANO PABÓN Y JUAN LUIS LARREA AYMAR.

Ingeniero Jaime Vargas T.

DIRECTOR DEL PROYECTO

Ingeniero Jorge Escobar.

Colaborador

Doctor Víctor Cárdenas

Colaborador

AGRADECIMIENTO

A Dios por brindarme la salud y la fortaleza necesaria para vencer todos los obstáculos presentes en mi vida.

A mis padres por su amor, confianza y apoyo, siempre serán los pilares fundamentales en mi existencia.

A mi amigo Juan, gracias por todo lo vivido.

Al Ingeniero Jaime Vargas por su amistad y apoyo brindado en toda mi carrera universitaria.

A mis amigos por todos los momentos inolvidables vividos.

Wilber Fernando

A Dios por guiarme por el buen camino, darme la fortaleza y sabiduría para sobreponerme de los momentos más difíciles de la vida, y por la familia que me ha regalado, principalmente mi madre, que es la base de toda mi formación tanto, en lo personal como la profesional.

A mis amigos y todas esas hermosas personas que en el transcurso de mis estudios universitarios, he tenido la posibilidad de conocer y compartir; que junto a todas las experiencias vividas, también me han ofrecido su apoyo.

Un agradecimiento en especial a mi director de tesis Ing. Jaime Vargas por sus conocimientos compartidos y su apoyo brindado.

Juan Larrea

DEDICATORIA

Este proyecto está dedicado con mucho amor a mis padres que con sacrificio y esfuerzo siempre me apoyaron durante esta etapa de mi vida.

Wilber Fernando

El presente proyecto se lo dedico con amor a mi madre Zonia Beatriz Larrea, por todo el amor y comprensión que me ha entregado a pesar de todas las dificultades que se han presentado; de igual manera les dedico a mis abuelos Juan Larrea y Dalila Aymar, que desde el cielo me han cuidado y me han dado fuerzas para seguir adelante y no desmayar.

Juan Larrea

CONTENIDO

DECLARACIÓN	II
CERTIFICACIÓN	III
AGRADECIMIENTO.....	IV
DEDICATORIA.....	V
CONTENIDO.....	VI
ÍNDICE DE TABLAS	XII
INDICE DE FIGURAS	XIV
ÍNDICE DE ANEXOS	XVI
RESUMEN	XVII
PRESENTACIÓN.....	XVIII
Capítulo I.....	1
Marco teórico.....	1
1.1. Introducción.....	1
1.2. Recubrimientos en la industria	4
1.2.1. Industria alimenticia	4
1.2.2. Materias primas para el recubrimiento	4
1.2.2.1. Agua	5
1.2.2.2. Azúcar.....	5
1.2.2.3. Almidón.....	5
1.2.2.4. Chocolate.....	6
1.2.2.5. Leche en polvo	7
1.2.3. Jarabes para el recubrimiento.....	8
1.2.4. Grados baumé	9
1.2.4.1. Relación entre densidad y grados baumé.....	9
1.2.5. Cera carnauba	12
1.2.5.1. Composición	12
1.2.5.2. Aplicaciones típicas	12
1.2.5.3. Compatibilidad	13
1.2.6. Procesos de recubrimientos.....	13
1.2.6.1. Tipos de recubrimiento.	14
1.2.7. Metodos de recubrimientos.....	15

1.2.7.1. Recubrimiento manual	15
1.2.7.2. Pulverizado por compresión de aire.....	16
1.2.8. Servicios auxiliares de recubrimiento.....	16
1.2.8.1. Aire	16
1.2.9. Producto terminado.....	18
1.2.9.1. Caramelos	18
1.2.9.2. Goma de mascar o chicle	20
1.2.9.3. Golosinas.....	20
1.2.9.4. Confites.....	21
1.2.10. Semillas y oleaginosas.....	23
1.2.10.1. Diferentes clases de semillas	25
1.2.10.2. Almendras.....	26
1.2.10.3. Nueces.....	27
1.2.10.4. Avellana	27
1.2.10.5. Pistacho	28
1.2.10.6. Maní.....	28
1.2.10.7. Ciruela secas	28
1.2.10.8. Uvas pasas	28
1.2.10.9. Dátiles.....	29
1.2.10.10. Higos secos	29
1.2.10.11. Orejones de peras	29
1.2.2. Industria farmacéutica.....	30
1.2.2.1. Razones para el recubrimiento de núcleos.....	30
1.2.2.2. Tipos de recubrimientos.....	31
1.3. Las pipas o semillas de girasol.....	33
1.4.1. Propiedades de las semillas de girasol	36
1.4.2. Valor nutritivo	37
Capitulo II	39
Selección de alternativas y protocolo de pruebas	39
2.1. Estudio del problema.....	39
2.2. Planteamiento de problema.....	39
2.2.1. Elaboración de semillas de girasol con sal	40
2.2.1.1. Materia prima	40

2.2.1.2. Equipos.....	40
2.2.1.3. Utensilios	40
2.2.2. Manejo del ensayo	41
2.2.2.1. Recubierto	41
2.2.2.2. Recolección de la materia prima.....	41
2.2.2.3. Selección y clasificación	41
2.2.2.4. Pesado.....	41
2.2.2.5. Mezclado	42
2.2.2.6. Secado.....	42
2.2.2.7. Enfriado	42
2.2.2.8. Empacado.....	42
2.2.3. Especificaciones del jarabe empleado en el recubrimiento de semillas de girasol.	44
2.3. Restricciones y limitaciones.	44
2.4. Especificaciones.....	45
2.4.1. Parámetros de diseño.	45
2.4.2. Parámetros funcionales.	46
2.4.3. Ambiente de trabajo.....	46
2.4.3.1. Temperatura y humedad relativa.	47
2.4.3.2. Altitud.....	47
2.4.3.3. Grado de instrucción del operador.....	47
2.4.3.4. Grado de contaminación.....	47
2.4.4. Vida útil.	47
2.4.5. Materiales.....	48
2.4.6. Procesos.....	48
2.5. Formulación de alternativas.	48
2.5.1. Alternativa 1. Recubridora de bombo polifuncional esférico	49
2.5.1.1. Funcionamiento de la máquina recubridora de bombo polifuncional esférico.	49
2.5.1.2. Elementos principales de los que consta la máquina recubridora de bombo polifuncional esférico.	50
2.5.1.3. Ventajas.....	50
2.5.1.4. Desventajas	51

2.5.2. Alternativa 2. Máquina recubridora de bombo hexagonal	52
2.5.2.1. Funcionamiento de la máquina recubridora de bombo hexagonal. ..	52
2.5.2.2. Elementos principales de los que consta la máquina recubridora de bombo hexagonal.	53
2.5.2.3. Ventajas.....	54
2.5.2.4. Desventajas	55
2.6. Selección de la alternativa.....	55
2.6.1. Evaluación.....	55
2.6.1.1. Costo.	55
2.6.1.2. Facilidad de construcción y ensamblaje.	56
2.6.1.3. Facilidad de mantenimiento.	56
2.6.1.4. Facilidad de operación.....	57
2.6.1.5. Eficiencia del sistema de secado.....	57
2.6.1.6. Seguridad.	57
2.6.1.7. Peso.....	57
2.6.2. Sistema de calificación.....	57
2.6.2 selección de la alternativa.....	59
2.7. Protocolo de pruebas.	60
2.7.1. Verificación de las dimensiones principales.....	60
2.7.2 verificación de los cordones de soldadura	61
2.7.3. Verificación de los componentes principales.	61
2.7.4. Trabajo en vacío de la máquina recubridora de bombo esférico.....	61
2.7.5. Trabajo con carga de la máquina recubridora de bombo esférico.	61
Capítulo III	62
Diseño de la máquina recubridora de bombo esferico polifuncional	62
3.1. Análisis del diseño de la máquina	62
3.1.1. Sistemas constitutivos de la máquina recubridora.	62
3.1.2. Sistema motriz de la recubridora polifuncional.....	62
3.1.2.1. Selección del motor eléctrico	63
3.1.2.2. Selección de catalinas	70
3.1.2.3. Diseño del eje motriz.	74
3.1.2.5. Selección de las chumaceras.	90
3.1.2.6. Diseño de los pernos.	90

3.1.3. Sistema bastidor de la máquina recubridora polifuncional	93
3.1.3.1. Dimensionamiento de la estructura.....	93
3.1.4. Bombo esférico polifuncional	99
3.1.4.1. Diseño del bombo esférico polifuncional.....	99
3.1.4.2. Desarrollo del bombo.....	100
3.1.4.3. Perfil del bombo	100
3.1.4.4. Dimensionamiento de la lengüeta cuadrada.....	104
Capítulo IV.....	108
Construcción, montaje y pruebas de campo	108
4.1. Generalidades	108
4.2. Construcción de la máquina	108
4.2.1. Mano de obra	109
4.2.2. Herramientas.....	109
4.2.3. Máquinas y equipos	110
4.2.4. Instrumentos de medición y verificación	110
4.2.5. Accesorios de seguridad.....	111
4.2.6. Resumen de materia prima.....	111
4.2.7. Listado de elementos a construir	111
4.3. Detalle de los procedimientos de fabricación de los elemento de la recubridora	112
4.4. Montaje de los elementos de la recubridora.....	115
4.4.1. Parámetros antes del montaje	115
4.4.2. Pasos para el ensamblaje de la máquina recubridora	115
4.5. Pruebas de campo	122
4.5.1. Análisis de las pruebas de campo.....	124
Capítulo V.....	125
Análisis de costos.....	125
5.1. Introducción.....	125
5.2. Análisis de costos directos.	126
5.2.1. Costos de materiales directos.....	126
5.2.2. Costos de elementos normalizados.	127
5.2.3. Costos de maquinado.	127
5.2.4. Costos de montaje.	128

5.2.5. Costo directo total.	129
5.3. Análisis de costos indirectos.	130
5.3.1. Costos de materiales indirectos.	130
5.3.2. Costos de ingeniería.	131
5.3.3. Costos de imprevistos.	132
5.3.4. Costo total indirecto.	132
5.4. Costo total de la máquina.	133
Capítulo VI.	135
Conclusiones y recomendaciones.	135
6.1 Conclusiones.	135
6.2 Recomendaciones.	137
Referencias bibliográficas.	138
Anexos.	140

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1	Componentes del almidón en sus diferentes porcentajes	6
Tabla 1.2	Componentes de la leche en polvo	7
Tabla 1.3	Cantidad de azúcar y agua por cada litro de jarabe a distintos grados baumé	10
Tabla 1.4	Principales productores de semillas de girasol	35
Tabla 2.1	Características del jarabe	44
Tabla 2.2	Criterios de comparación y códigos de equivalencia	58
Tabla 2.3	Cuadro de selección de las máquinas recubridoras con criterios previamente definidos (MPC)	59
Tabla 3.1	Potencia transmisible por cadena de rodillos	72
Tabla 3.2	Dimensión de cadenas estándares a rodillos americanas	73
Tabla 3.3	Parámetros de Heywood para \sqrt{a}	83
Tabla 4.1	Procesos de fabricación.....	112
Tabla 5.1	Costos de materiales directos	126
Tabla 5.2	Costos de elementos Normalizados	127
Tabla 5.3	Costos de maquinado	128
Tabla 5.4	Costos de montaje	129
Tabla 5.5	Costos Directo Total	129
Tabla 5.6	Costos de materiales Indirectos.....	130
Tabla 5.7	Costos de Ingeniería.....	131
Tabla 5.8	Costos de Imprevistos.....	132

Tabla 5.9	Costos Total Indirecto.....	133
Tabla 5.10	Costo Total de la máquina.....	133

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.1	Caramelo.....	19
Figura 1.2	Almendras recubiertas.....	22
Figura 1.3	Pipas de girasol saladas.....	34
Figura 2.1	Diagrama de bloques para la elaboración de semillas de girasol con sal.....	43
Figura 2.2	Máquina recubridora de bombo polifuncional esférico.....	49
Figura 2.3	Máquina recubridora de bombo hexagonal.....	53
Figura 3.1	Esquema del bombo esférico polifuncional.....	64
Figura 3.2	Cuadro de propiedades físicas del Bombo	64
Figura 3.3	Esquema de Distribución de Carga en el Bombo.....	66
Figura 3.4	Esquema de traslado de fuerza producto del bombo.....	76
Figura 3.5	Diagrama de Cuerpo Libre del Eje	77
Figura 3.6	Diagrama de Momento Flector	78
Figura 3.7	Diagrama de cuerpo libre del Perno	90
Figura 3.8	Diagrama de Cuerpo Libre de la Viga	96
Figura 3.9	Diagrama de Fuerzas en la Viga	97
Figura 3.10	Diagrama de Momento Flector en la viga.....	97
Figura 3.11	Perfil del Bombo Esférico.....	101
Figura 3.12	Desarrollo Secciones A y B	102
Figura 3.13	Desarrollo de Sección C	103
Figura 3.14	Desarrollo de Sección D	103

Figura 3.15	Diagrama de cuerpo libre lengüeta cuadrada	104
Figura 4.1	Montaje de Fuente Motriz.....	116
Figura 4.2	Montaje de las chumaceras.....	117
Figura 4.3	Acople del eje	118
Figura 4.4	Acople Brida-Eje	118
Figura 4.5	Acople Brida-Bombo	119
Figura 4.6	Acople del Bombo	120
Figura 4.7	Prototipo inicial de máquina recubridora polifuncional.....	121
Figura 4.8	Sistema de quemadores.....	121
Figura 4.9	Presentación de la Máquina Recubridora Prototipo.....	122
Figura 4.10	Inspección Visual de la Máquina Recubridora.....	123
Figura 4.11	Inspección Visual de la Máquina Recubridora.....	123

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A:	TABLAS UTILIZADAS PARA EL DISEÑO DEL PROTOTIPO	141
ANEXO B:	RESULTADOS DE PRUEBAS REALIZADAS PARA OBTENCION DE DATOS DE DISEÑO	146
ANEXO C:	MATERIALES Y EQUIPOS	151
ANEXO D:	PROFORMAS	169
ANEXO E:	RESULTADO DEL PROTOCOLO DE PRUEBAS	176
ANEXO F:	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANUAL BÁSICO DE MANTENIMIENTO.....	180
ANEXO G:	PLANOS DE TALLER Y MONTAJE	184

RESUMEN

El proyecto de titulación establece el diseño y la construcción de una máquina recubridora para pastillas y bombones, de manera que su uso sea de orden polifuncional, pero dicho prototipo se encuentra enfocado a recubrir semillas de girasol.

En el primer capítulo se describe un estudio sobre los tipos de recubrimientos presentes en la industria alimenticia y farmacéutica, así como los diferentes productos recubiertos existentes. Además se describe el producto a recubrir con el prototipo.

El capítulo segundo establece un estudio comparativo entre las diferentes alternativas que puede cubrir la necesidad establecida, se procede a ponderar una serie de criterios para seleccionar la alternativa que mejor satisfaga los requerimientos planteados.

En el capítulo tercero se realiza el diseño de la máquina recubridora, tomando en consideración todos los factores que afectan al adecuado funcionamiento de cada componente que conforma el prototipo, se diseña cada elemento, tomando en cuenta los criterios de resistencia a la fatiga.

En el capítulo cuarto se detalla el procedimiento de construcción y montaje con ayuda de los planos de taller y de montaje.

El capítulo quinto contempla el costo de la construcción del prototipo de manera que se justifique su construcción.

Finalmente en el capítulo sexto se indican las conclusiones y recomendaciones que se obtuvieron del proyecto.

PRESENTACIÓN

El uso de recubrimientos en la industria alimenticia y farmacéutica se viene aplicando desde hace muchos años atrás, perfeccionándose continuamente a lo largo del tiempo, de manera que han ido evolucionando desde sus inicios, para mejorar el sabor de los diferentes productos, hasta la actualidad en que se los utiliza para dar una mejor apariencia y hacer más atractivo el producto final.

En el mercado ecuatoriano se puede encontrar algunas industrias dedicadas al proceso de recubrir productos para el consumo humano, por la cual se procede a incursionar en el desarrollo de un prototipo destinado a dicha actividad, aplicando los conocimientos adquiridos en el transcurso de la vida universitaria, para aportar al desarrollo del país.

Para el desarrollo del prototipo se realiza un análisis de los diferentes productos a recubrir con su respectivo procedimiento, de manera de obtener un prototipo que se adapte a una gran mayoría de productos, creando una máquina de calidad y versátil, con facilidad de incursionar con éxito en el mercado.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. INTRODUCCIÓN

A través de la historia siempre ha sido familiar la palabra recubrimiento, la misma que estuvo involucrada en los procesos tanto alimenticios, farmacéuticos e industriales.

El recubrimiento de formas farmacéuticas sólidas, es conocido desde tiempos muy remotos, existiendo datos que se remontan al siglo XIV, en donde hay referencias que a partir del arte de la confitería que usaba golosinas recubiertas con azúcar, se comenzó a recubrir píldoras para formar las gageas.

Luego en el siglo XVII, en Francia se desarrollan técnicas para recubrir píldoras y pastillas con metales como el oro y la plata, con el fin de enmascarar sabores desagradables de los principios activos.

Hacia fines del siglo pasado, ya las Farmacopeas citan el uso de recubrimientos con azúcar y con gelatina, mientras que en las primeras décadas del presente siglo se inician los trabajos para obtener recubrimientos resistentes al jugo gástrico a base de la utilización de queratina o algún tipo de laca.

Es a partir de la década de los 50 que numerosos investigadores van desarrollando nuevas técnicas como el recubrimiento por compresión, la utilización de pulverización de soluciones empleando el equipo de lecho fluido, los recubrimientos con resinas sintéticas, hasta que en los últimos años se han desarrollado procesos de automatización, con el empleo de computadoras en equipos sofisticados de alta capacidad productiva.

En la industria alimenticia, el origen del recubrimiento empieza con la introducción del cacao en Europa ya que para hacerle más apetecible al gusto incrementó el

consumo de azúcar por la excelente combinación resultante, extendiéndose rápidamente por las cortes europeas (con el comienzo de la Edad Media).

Se asegura que el origen de las tiendas de pastelería y confitería actuales, surgieron a partir de las farmacias, cuando al preparar las recetas en la rebotica (trastienda), se les añade azúcar o miel para cubrir su gusto poco agradable. Es también importante indicar que el origen de muchos dulces y pasteles surgió de la necesidad de encontrar métodos para la conservación de alimentos.

Uno de los procesos que más se utiliza en la industria alimenticia es el recubrimiento con chocolate, producto que se obtiene a partir del fruto del árbol del cacao que es utilizado como condimento e ingrediente de diversas clases de dulces y bebidas.

Los aztecas son los primeros consumidores de cacao; preparado con agua hirviendo en agua, se colocan los granos de cacao molidos y se mezcla con harina de maíz, diversas especias o miel. Los españoles, en la época de la conquista de México, incorporaron azúcar de caña al cacao con el fin de eliminar el amargor, e introducen el chocolate en España. Casi un siglo después se conoció en el resto de Europa.

El recubrimiento es un proceso mediante el cual se modifican propiedades fisicoquímicas y alimentarias con el fin de optimizar el rendimiento de un material para diferentes propósitos (protección de agentes corrosivos) o mejorar el sabor (caramelos, confites, etc.) para lo cual se utilizan diferentes procesos y procedimientos, los cuales se mencionan en este contenido.

Además se puede indicar que existen otros términos como "chucherías" que engloba a una serie de productos de confitería como: caramelos, chicles, golosinas, dulces de goma, dulces de espuma, garrapiñadas, semillas de girasol, etc. que, bajo una apariencia atractiva, básicamente sólo aportan energía.

Existen diferentes materiales para los recubrimientos por ejemplo el chocolate y los recubrimientos compuestos (en los que los componentes son el cacao y los aceites vegetales endurecidos se emplean para sustituir la manteca de cacao) se

emplean para recubrir los helados y los alimentos horneados. Los principales ingredientes de los recubrimientos son las grasas y el azúcar.

El recubierto es el proceso de cubrir por una aplicación un centro o núcleo masticable (caramelo, fruta, gomas, semillas de girasol, etc.) con soluciones de azúcar o sal, de manera que aumente su tamaño.

El recubrimiento con sal, saborizantes o colorantes (snakcs) o el azúcar (bizcochos) mejora la comestibilidad y aumenta la variedad de productos elaborados en el mercado a partir de un alimento determinado. Las operaciones de recubrimiento prácticamente no afectan al valor nutritivo del alimento (excepto por lo que aportan al mismo los ingredientes que componen el recubrimiento).

Existen diferentes materiales para los recubrimientos por ejemplo, el chocolate y los recubrimientos compuestos (en los que los componentes son el cacao y los aceites vegetales endurecidos se emplean para sustituir la manteca de cacao) se emplean para recubrir los helados y los alimentos horneados. Los principales ingredientes de los recubrimientos son las grasas y el azúcar.

Posteriormente se dan más fundamentos teóricos que son de interés para enfocar el tema del recubrimiento alimenticio.

De la misma manera en la parte farmacéutica se tiene similares situaciones en el recubierto de pastillas para lo cual utilizan diferentes técnicas que van encaminadas sobre todo desde el punto de vista tecnológico. Posteriormente en este proyecto, se hace el análisis del recubrimiento de semillas de girasol, mediante el uso de un bombo giratorio por medio de una mezcla de agua de agua, harina y sal, lo cual nos permitirá tener una idea más clara que la industria nacional también puede ser competitiva con producto no tradicionales.

Cabe mencionar que el prototipo a diseñar y construir tiene una versatilidad para poder hacer los diferentes tipos de recubrimiento desde el punto de vista alimenticio.

1.2. RECUBRIMIENTOS EN LA INDUSTRIA

1.2.1. INDUSTRIA ALIMENTICIA

En la industria alimenticia el proceso de recubrimiento se fundamenta principalmente en la aplicación de jarabes y otros insumos tales como azúcar y glucosa de diferentes densidades, donde la temperatura es un factor importante en el recubrimiento.

El proceso se lo realiza por aspersión, chorro o en forma manual. El producto a recubrir es colocado en el bombo, para que dé lugar al recubierto por efecto de los insumos. Esto hace que incremente su diámetro y peso, mediante roces constantes entre los centros, las paredes del bombo y la aplicación del jarabe.

Este es un método tradicional de recubrimiento e implica la aplicación secuencial de soluciones de sacarosa sobre los comprimidos de manera manual o mediante la utilización de equipos adecuados.

1.2.2. MATERIAS PRIMAS PARA EL RECUBRIMIENTO

Los dulces no están sometidos a definiciones ni a patrones de identidad en la ley sobre alimentos, medicamentos y cosméticos. Por consiguiente, se exige poner en la etiqueta una declaración de todos los materiales empleados en su fabricación. Es el fabricante de dulces quien responde por la pureza y la salubridad de los ingredientes usados¹.

En la industria alimenticia se encontraran diferentes tipos de materias primas, las cuales dependen del tipo de producto a elaborarse, siendo los más usados en la industria nacional los siguientes:

¹ Gaso J. & Gómez C., Folleto Técnico para Recubiertos, pág. 39 - 40

1.2.2.1. Agua

Las sales minerales contenidas en el agua pueden hacer que los productos sean de calidad inferior, no es posible decir cuál es el contenido máximo aceptable de sales en el agua, pero es necesario conocer el tipo de material antes que las cantidades reales.

Las principales dificultades encontradas son la formación excesiva de color y la inversión insuficiente del azúcar a causa de la alcalinidad del agua por esto es de suma importancia disponer de agua en buena calidad.

1.2.2.2. Azúcar

El azúcar es el ingrediente principal de la industria confitera. De la producción mundial que supera los 36 millones de toneladas, aproximadamente 2/3 son de caña de la remolacha azucarera. El azúcar de fórmula $C_{12}H_{22}O_{11}$ otorga dulzura y da una textura tierna. Su cantidad es un factor principal cuando se la usa también en el revestimiento como arenado o engranado. Entre más pureza y color blanco tenga en la preparación del jarabe para el revestimiento, mejor es la característica que tendrá el producto final.

1.2.2.3. Almidón

En la industria de fabricación de dulces interviene el almidón de dos maneras como un medio que facilita la fabricación de los artículos moldeados y como un ingrediente en la elaboración de dulces. La Tabla 1.1 muestra los componentes del almidón en sus diferentes porcentajes presentes en algunos productos.

Tabla 1.1: Componentes Del Almidón En Sus Diferentes Porcentajes

PROCEDENCIA	AMILOSA (%)	AMILOPECTINA (%)	PUNTO GEL (°C)
Papa	8	92	64 – 69
Maíz Woxy	2	98	69 – 72
Tapioca	10	90	71 – 74
Arroz	12	88	72 – 75
Maíz	15	85	75 – 77
Trigo	24	76	80 – 82

Fuente: Rua P.R Recubiertos. Argentina, Confites Argentinos S. A., 1985

1.2.2.4. Chocolate

Se ha demostrado que el chocolate no es solo una golosina sino también un alimento con excepcionales cualidades nutritivas, es beneficioso para el organismo siendo tónico para el cuerpo y el espíritu.

Un chocolate con almendras y pasas de uva es más energético que un simple chocolate en tableta, equivale a 500 calorías, mientras que una tableta de chocolate negro equivale tan solo a 270 calorías. En todos los casos constituye un aporte hipercalórico en un volumen muy pequeño, este valor se debe a los principales nutrientes del chocolate como los hidratos de carbono o glúcidos y los ácidos grasos o lípidos.

El chocolate por otra parte se lo considera también un regenerador intelectual gracias a las seis sales minerales (magnesio, potasio, fosforo, calcio, hierro y sodio) sus oligoelementos (cobre y flúor) y sus siete vitaminas (A, B, B1, B2, C, D y E).

1.2.2.5. Leche en polvo

La leche en polvo es un producto obtenido por atomización mediante un proceso de nebulización o por deshidratación en tambores. Los principales componentes de la leche en polvo y sus respectivos porcentajes se los presenta en la Tabla 1.2:

Tabla 1.2: Componentes De La Leche En Polvo.

COMPONENTE	PORCENTAJE (%)
Agua	3.5
Grasa	27
Proteína	26
Lactosa	37.5
Sales minerales	5

Fuente: Kog H. J., Catálogo De Chocolatería Básica, 2001.

La leche en polvo debe reunir las siguientes condiciones generales:

- El producto debe presentar color blanco uniforme o crema claro.
- No se permite la adhesión de conservantes, adulterantes, sustancias tóxicas, residuos de drogas o medicamentos.

Hay que destacar que los frutos disecados o confitados revestidos con diferentes recubrimientos son productos que tienen gran demanda y poca oferta en el mercado nacional.

Los frutos recubiertos pueden ser utilizados tanto en confitería como en chocolates aportando gran cantidad de energía calórica supliendo las necesidades alimenticias.

Por ejemplo el caso del recubrimiento de semillas, uvillas, pasas, papas, etc. es el caso más palpable de productos confitados con altas propiedades de enriquecimiento mineral, vitamínico y proteínico que existe en el mercado.

1.2.3. JARABES PARA EL RECUBRIMIENTO

Se define jarabe como una solución saturada de azúcar o sal. Esta debe recristalizarse después de evaporarse la humedad formando así una capa dura.

Una solución de azúcar cristalizada influye negativamente en el proceso, ya que los cristales se depositan en la pared posterior del bombo, formando una capa abrasiva que arruga la superficie de los centros.

Con respecto a la concentración, varía de acuerdo a los siguientes parámetros:

- a. Al procedimiento del recubierto ya sea duro o blando
- b. El tamaño de los centros
- c. El número de los centros
- d. A la cantidad de aire con que se cuenta

Los centros deben recibir una cantidad suficiente de jarabe para evitar diferencias en el peso.

Se hace hincapié en que toda aplicación excesiva de jarabe debe evitarse por cuanto tiende a pegarse en las paredes del bombo y aumenta inútilmente el espesor de la capa de azúcar. Además cuando hay demasiado jarabe de los

centros nadan o patinan en el bombo, las aristas no se cubren bien y los centros se pegan unos a otros.²

1.2.4. GRADOS BAUMÉ

Son los grados de la escala Baumé, que miden la densidad de cualquier líquido, habitualmente se utilizan para medir la azucaridad o salinidad o grados de alcohol de un líquido.

1.2.4.1. Relación entre densidad y grados Baumé

La ecuación que relaciona la densidad y los grados Baumé está dada por:

$$Bé = \frac{144,38(\delta-1)}{\delta} \quad \text{Ec.(1.1)}$$

Donde:

Bé: Grado Baumé y equivale a 25 gramos de azúcar por litro

δ: Densidad de una solución de clorato de sodio al 1%

Los jarabes son una solución de azúcar y agua que se prepara con distintas densidades, es decir, cantidad variable de azúcar disuelto en agua. Para identificar estas variables se utiliza una escala de medición llamada Baumé, cuyos grados miden la densidad, en este caso, de la solución agua-azúcar. El instrumento para medir el grado de densidad Baumé se llama densímetro o comúnmente “pesa jarabe”.

² Gaso J. & Gómez C., Folleto Técnico para Recubiertos, pág. 50 - 51

Por lo tanto 25 gramos de azúcar disuelto en un litro de agua producen 1° Baumé, por lo tanto un jarabe a un cierto número de grados, se multiplica éste por los 25 y se obtiene el peso del azúcar para un litro de jarabe. Por ejemplo: un litro de jarabe a 22° Baumé se consigue multiplicando $22 \times 25 = 550$ gramos de azúcar; un litro de jarabe a 30° Baumé sería entonces el resultado de $30 \times 25 = 750$ gramos de azúcar.

El jarabe puede prepararse en frío o calor. Con este último método es más seguro en cuanto a condiciones para la conservación.

En la Tabla 1.3 se presenta las cantidades de azúcar y agua por cada litro de jarabe a distintos grados Baumé.

Tabla 1.3: Cantidad de azúcar y agua por cada litro de jarabe a distintos grados Baumé.

Grado Baumé	Gramos de azúcar por litro de jarabe	Volumen ocupado por el azúcar	Cantidad de agua por litro de jarabe
10°	250 gr.	150 cc.	850 cc.
12°	300 gr.	180 cc.	820 cc.
14°	350 gr.	210 cc.	790 cc.
16°	400 gr.	240 cc.	760 cc.
18°	450 gr.	270cc.	730 cc.
20°	500 gr.	300 cc.	700 cc.
22°	550 gr.	330 cc.	670 cc.
24°	600 gr.	360 cc.	640 cc.

.../

Tabla 1.3: Cantidad de azúcar y agua por cada litro de jarabe a distintos grados Baumé. (Continuación)

Grado Baumé	Gramos de azúcar por litro de jarabe	Volumen ocupado por el azúcar	Cantidad de agua por litro de jarabe
26°	650 gr.	390 cc.	610 cc.
28°	700 gr.	420 cc.	580 cc.
30°	750 gr.	450 cc.	550 cc.
32°	800 gr.	480 cc.	520 cc.
33°	825 gr.	495 cc.	505 cc.
34°	850 gr.	510 cc.	490 cc.
35°	875 gr.	525 cc.	475 cc.
36°	900 gr.	540 cc.	460 cc.
37°	925 gr.	555 cc.	445 cc.
38°	950 gr.	570 cc.	430 cc.
39°	975 gr.	585 cc.	415 cc.
40°	1000 gr.	600 cc.	400 cc.
41°	1025 gr.	615 cc.	485 cc.
42°	1050 gr.	630 cc.	370 cc.

Fuente: http://www.pasqualinonet.com.ar/el_azucar.htm

1.2.5. CERA CARNAUBA

La cera carnauba se la obtiene de las hojas de un árbol de palma conocido como copernicia cerifera que también es llamado "el árbol de vida". Esta palma de carnauba de lento crecimiento florece en las regiones nororientales del Brasil, alcanzando una altura de 7.6 – 11 metros. Prolifera a lo largo de los ríos, arroyos y tierras de bajas. El árbol exuda una cera a través de sus hojas en forma de abanico, previniendo la deshidratación del clima ecuatorial.³

Para obtenerla se cortan las hojas, se secan al sol y trituran para que la cera se desprenda. Esta cera se conoce también como la "reina de las ceras", por sus características de brillo, dureza y resistencia al desgaste e infinidad de aplicaciones. Su punto de fusión es 78-85°C, el más alto entre las ceras naturales.

Las hojas de esta palma se cubren de una espesa capa de material ceroso para evitar la pérdida de agua por transpiración durante la época de sequía. Esta época en la región noroeste de Brasil puede durar hasta seis meses.

1.2.5.1. Composición

La cera de carnauba contiene principalmente esteroides de ácidos grasos (80 - 85 %), alcoholes grasos (10 a 15 %), ácidos (3 a 6 %) e hidrocarburos (1 a 3 %). La cera de carnauba tiene dioles esterificados grasos (cerca del 20 %), ácidos grasos hidroxilados (cerca del 6 %) y ácido cinámico (cerca del 10 %). El ácido cinámico, es un antioxidante, puede ser hidroxilado o metoxilado.

1.2.5.2. Aplicaciones Típicas

Los usos de la cera de carnauba son diversos, desde aplicaciones alimenticias (chicles y chocolates confitados), hasta productos para obtener brillo como

³ http://es.wikipedia.org/wiki/Cera_de_carna%C3%BAba

betunes y grasas para calzado, así como ceras para pisos y automóviles, y en la industria estética cremas y cosméticos (labiales y pinturas), además para la elaboración de hilos dentales generalmente mezclada con cera de abejas o algún aceite vegetal, también se lo usa como capa de recubrimiento en tabletas médicas.

Es un ingrediente indispensable en la elaboración de ceras "al Agua" o emulsificadas para el encerado de frutas (manzanas, cítricos, pepinos plátanos y otras) en los tratamientos de post cosecha para alargar su vida de anaquel y conservar su apariencia y lozanía, esto es debido a que disminuye la transpiración y por ello inhibe en ciertos grados la deshidratación, al mismo tiempo que ayuda a preservarlas de fungosis, bacteriosis y mantiene el brillo natural de las frutas.

En general se aplica en cosméticos, productos de glamur, farmacéuticos, ungüentos, recubrimientos para tabletas, velas, confitería, pisos y calzado, papel carbón, tintas, recubrimientos para papel y recubrimientos para frutas.

1.2.5.3. Compatibilidad

La cera de carnauba es compatible con la mayoría de ceras animales, vegetales y minerales, así como con una gran variedad de resinas naturales y sintéticas.

1.2.6. PROCESOS DE RECUBRIMIENTOS

En las fábricas importantes existe una sección destinada a la elaboración de centros recubiertos, que por el equipo destinado se designa como trabajo de bombos rotatorios. Se trata de un procedimiento muy sencillo para quien lo

observa, sin embargo para llegar a la perfección, se requiere varios años de práctica, dedicación y conocimiento de los ingredientes empleados.

El recubrimiento está formado por una mezcla de diferentes materiales, que aplicados en ciclos de acuerdo a procedimientos diferentes se convierte en una corteza que cubre completamente los centros. El proceso de recubrimiento se divide en dos categorías: blando y duro. El recubrimiento blando se utiliza en jarabe de engrosado secándolo a continuación con materiales secos, tales como el azúcar (granulada o en polvo). En el recubierto duro se aplica una solución de jarabe de azúcar-agua-almidones, secándolo a continuación y permitiendo que se cristalicen los sólidos de azúcar. Pero este recubrimiento se utiliza aire para secar o cristalizar el azúcar.

1.2.6.1. Tipos de recubrimiento.

Existen dos tipos de recubierto, según se utilizan aire caliente (proceso en caliente), o aire frío (proceso en frío). Su aplicación depende del tipo de centro a recubrir.

1.2.6.1.1. Recubrimiento Blando

También conocido como recubrimiento en frío, es un proceso rápido debido a que gastan muy pocas aplicaciones de jarabe o mezcla para obtener el grosor y peso adecuado por la cantidad de glucosa contenida en el jarabe.

Hay que notar que entre capas del jarabe se aplica azúcar granulada o en polvo para proceder al secado, señalando que el exceso de azúcar en polvo en el jarabe forma aglomeraciones impidiendo la formación de la capa de recubierto.

Cuando los centros se van liberando del azúcar en polvo se procede con mucho cuidado en la adición siguiente del jarabe, teniendo en cuenta que la cantidad deberá calcularse de manera que el azúcar en polvo pueda ser absorbida en realidad.

1.2.6.1.2. Recubrimiento Duro

Se lo conoce como recubierto en caliente, este tipo de recubrimiento se lleva a cabo utilizando jarabes de azúcar de diferente densidad donde la cantidad de agua del jarabe se evapora recristalizando el azúcar y formando una costra dura.

Un factor importante es el secado que debe prolongarse en función de la cantidad de jarabe utilizado efectuándose de manera que se tenga un secado total.

Un secado excesivo puede ocasionar fisuras en la capa de las pastillas recubiertas, cuando hay demasiado polvo en los centros no se pueden aplicar regularmente las capas de jarabe sobre la superficie.

1.2.7. METODOS DE RECUBRIMIENTOS

1.2.7.1. Recubrimiento Manual

Todos los procesos de recubrimiento encuentran su origen en el método de operación manual por las cargas sucesivas de jarabes sobre los centros hasta obtener la forma, grosor y peso determinado.

Los jarabes de azúcar o azúcar-glucosas que presentan viscosidades elevadas pueden extraerse del recipiente o contenedor de jarabe por medio de un cucharón. Según el procedimiento de recubrimiento es necesario variar las cantidades de jarabe para lo que se cuenta con una serie de cucharones de capacidades diferentes.

1.2.7.2. Pulverizado por Compresión de Aire

La principal diferencia con relación al sistema anterior es que la alimentación se hace por circuito evitando pérdidas de los jarabes de recubrimiento. Las altas capacidades de pulverizado en este sistema no permiten alimentar bombos de 60 kg de capacidad, por lo cual es recomendable trabajar con bombos de 90 y 120 kg, para una producción normal.

En este sistema es imposible pulverizar sin problemas al utilizar jarabes con altos contenidos de materia seca hasta el 80%. El proceso permite mantener caliente los jarabes ya que la circulación se realiza en circuito sin necesidad de calentar las tuberías.

El sistema cuenta con una bomba de alta presión alimentando con aire comprimido el mismo que se acciona de manera neumática.

1.2.8. SERVICIOS AUXILIARES DE RECUBRIMIENTO

1.2.8.1. Aire

El aire juega un papel muy importante durante dicho proceso, un alto porcentaje de centros recubiertos defectuosos tiene origen en deficiencias del aire secado (centros desportillados, manchados, pesados, húmedos, etc.) esto se debe a desviaciones de los parámetros establecidos por el volumen y humedad relativa del aire de secado.

El aire es el medio que se dispone para eliminar el agua contenida en el jarabe que se utiliza para el recubrimiento de centros, se encuentra en el ambiente hasta

lograr que esta cobertura quede firmemente adherida al centro como una superficie resistente para soportar el manejo del producto hasta la zona de empaque. Este aire se encuentra en el ambiente como una mezcla de gases y vapor de agua; el nitrógeno, oxígeno y gases inherentes como el argón son sus principales componentes, los cuales se mantienen en las mismas proporciones excepto la cantidad de vapor de agua que varía durante el año de acuerdo con las diferentes estaciones.

La presión del vapor de cualquier solución es la suma de las presiones parciales de los componentes de la solución, el efecto en un cambio de incremento de la temperatura sobre la solubilidad de una sustancia depende de la absorción o el desprendimiento de calor cuando se prepara una solución saturada.

El punto de ebullición se define como el cambio de estado de líquido al estado gaseoso por aumento de la temperatura.

En la práctica se trabaja con humedades relativas entre 70 y 75%, por la facilidad de determinarla utilizando la carta a psicométrica. La humedad relativa es una relación entre presión parcial del vapor de agua en una mezcla a una temperatura dada y la presión de agua a una misma temperatura requerida.

La expresión que permite determinar la humedad relativa está dada por:

$$Hr = \frac{P}{P_o} \quad \text{Ec.(1.2)}^4$$

⁴ Gaso J. & Gómez C., Folleto Técnico para Recubiertos.

Donde:

Hr: humedad relativa

Po: presión de vapor de agua (disolvente puro)

P: presión del vapor de un disolvente en una solución

Por lo expuesto se comprende que para un proceso industrial de recubrimiento que tiene tipos establecidos para cada operación no sería posible utilizar el aire tal como se lo encuentra en el ambiente, es pues necesario asegurar que el aire tendrá siempre las condiciones para el proceso esto se logra fácilmente utilizando aire acondicionado.

1.2.9. PRODUCTO TERMINADO

Las chucherías son productos de confitería compuestos por una masa obtenida a partir de sacarosa (azúcar de mesa) o *mezcla de azúcares, aromatizada y coloreada* mediante el uso de otros ingredientes y/o aditivos autorizados.

En la legislación quedan definidos los distintos tipos de productos y así se diferencian los que se comentan a continuación.

1.2.9.1. Caramelos

Son pastas de azúcar concentradas por cocción a elevadas temperaturas y presión a las que se añade de forma opcional otros ingredientes y/o aditivos autorizados. El porcentaje mínimo de azúcar es de un 50% sobre el producto final.

En la Figura 1.1 se presenta un ejemplo de caramelo terminado.



Figura 1.1: Caramelo

Fuente: Folleto cortesía confiteca.

1.2.9.1.1. Caramelos Duros

También conocidos como caramelos propiamente dichos, con un mínimo de 80% de azúcar y/o azúcares sobre sustancia seca, cuya composición y proceso de elaboración les confiere una estructura vítrea y frágil.

1.2.9.1.2. Caramelos Blandos y/o Masticables

Este tipo de caramelo se caracteriza por la textura blanda y/o masticable de acuerdo a su composición y proceso de elaboración. Dentro de este grupo se incluyen los *caramelos masticables*, a los que deberá acompañar el nombre del ingrediente característico (por ejemplo, caramelo masticable de leche).

1.2.9.1.3. Caramelos Comprimidos

Como su nombre indica se obtienen por compresión y están elaborados por simple mezcla, sin cocción de sus ingredientes.

1.2.9.1.4. Caramelos o Pastillas de Goma

Caramelos de consistencia gomosa, obtenidos de soluciones concentradas de azúcar y/o azúcares, a los que se incorporan gomas y/u otros gelificantes. Dentro de este grupo se incluyen, entre otras, las espumas dulces que tanto gustan a los niños y que llevan adicionado un producto espumante que les confiere esponjosidad.

1.2.9.2. Goma de mascar o chicle

Es un preparado elaborado con una base masticable plástica e insoluble en agua, natural o sintética, azúcar y otros ingredientes y/o aditivos autorizados.

Según sea la base masticable este tipo de productos podrán completarse con las denominaciones de "hinchable" o "masticable".

Chicle es el nombre vulgar de una de las plantas cuyo látex concentrado se usa como base masticatoria: la Manilkara zapota, originaria de México y aclimatada en el sur de España y otros países.

1.2.9.3. Golosinas

Son productos que, sin pertenecer a los grupos anteriores, están elaborados con azúcares y otros ingredientes y aditivos autorizados. Se sitúan en este grupo:

1.2.9.3.1. Dulces de Regaliz

Están elaborados con azúcar y/o azúcares, almidones o féculas, harinas y dextrinas a los que se incorpora extracto de regaliz. El extracto de regaliz se obtiene tratando con agua caliente las raíces trituradas de una planta: la *Glycyrrhiza glabra*.

Estas raíces ya eran conocidas hace más de 3.000 años por los chinos y fueron utilizadas por los soldados romanos para calmar la sed. El componente activo del extracto de regaliz es el ácido glicirricínico, cuya sal amónica es cincuenta veces más dulce que la sacarosa. Además, el extracto de regaliz alivia la tos y el ardor de estómago.

1.2.9.3.2. Merengues

Son productos obtenidos de soluciones concentradas de azúcar y/o azúcares a los que se incorporan agentes gelificantes y/o espumantes que les confieren esponjosidad y consistencia no elástica.

1.2.9.3.3. Fondants

Productos obtenidos de soluciones concentradas de azúcar y/o azúcares, cuyo proceso de elaboración les confiere una estructura plástica.

1.2.9.3.4. Golosina Líquida para Congelar

Es el producto líquido o semilíquido obtenido con una mezcla de azúcar y/o azúcares en un porcentaje mínimo del 10% sobre el producto final y agua, al que se pueden incorporar otros ingredientes y aditivos autorizados.

1.2.9.4. Confites

Son productos obtenidos por recubrimiento de distintos productos alimenticios con preparados de confitería a base de azúcar y/o azúcares, coberturas, chocolates y otros ingredientes y/o aditivos autorizados. Entre los confites, se distinguen las siguientes variedades:

1.2.9.4.1. Almendras

Son básicamente almendras enteras recubiertas de una capa continua de azúcares.

En la Figura 1.2 se muestra a distintas almendras con varios tipos de recubiertos.



Figura 1.2: Almendras recubiertas

Fuente: Folleto Cortesía confitera

1.2.9.4.2. Grageas o Confites de otros Frutos Secos

Están recubiertos básicamente por azúcar y/o azúcares cuyo núcleo está formado por cualquier fruto seco, tomando así el nombre característico del fruto en cuestión.

1.2.9.4.3. Grageas o Confites de Chocolate

Son los confites cuyo núcleo o recubrimiento es de chocolate o cobertura. Cuando el núcleo es un fruto seco, se mencionará, además, el nombre del fruto.

1.2.10. SEMILLAS Y OLEAGINOSAS

Cabe recalcar con toda seguridad el rol importante que puede cumplir en el organismo al incorporar semillas a nuestra dieta diaria. Hoy día cada vez más, los especialistas en nutrición se esmeran en destacar y recomendar la importancia de ellas en las dietas.

Las semillas, por sus propiedades energéticas son una opción adecuada a la hora de querer lograr para nosotros, una alimentación equilibrada.

Una manera práctica de incorporarlas es consumir panes elaborados con ellas, como pueden ser los panes de sésamo, de girasol, de lino, etc.

Es importante tener en cuenta que todas las semillas deben ser trituradas, machacadas, masticadas muy bien o molidas, pues de otra manera seguirán su camino y no se podrá aprovechar al máximo sus propiedades.

Los frutos secos deben consumirse preferentemente crudos, previo remojo en agua durante unos diez minutos. Lo más indicado es que formen parte de los desayunos, las meriendas y los platos principales de las comidas, así como de las ensaladas, acompañados de quesos frescos, legumbres y cereales como el musli, con frecuencia una vez descascarillados, los frutos secos se tuestan, esto mejora su sabor, si bien al mismo tiempo se modifican la estructuras de los ácidos grasos y se destruyen las escasas vitaminas que contienen los frutos.

También la costumbre de salar los frutos secos es perjudicial para quienes los consumen, porque la cantidad de sal obliga a beber en exceso, con la consiguiente sobrecarga para los riñones. Además, la sal acarrea graves consecuencias para los hipertensos. Por si fuera poco, la sal favorece el endurecimiento de las grasas, que se depositan en los tejidos y comienzan a retener agua, de lo cual deriva la aparición de la celulitis.

La cantidad que se debe consumir depende, por una parte, de la intensidad de las actividades físicas que se realicen y por otra, de las características de los demás componentes de la dieta.

Los frutos secos son semillas oleaginosas, este grupo de alimentos también se denominan así porque proceden de determinadas plantas. Recubre estas semillas una cáscara más o menos dura, según las especies, y todas ellas se caracterizan por incluir en su composición menos de 50% de agua, por su bajo contenido de hidratos de carbono y por su riqueza en grasas. Son de los pocos alimentos que contienen fósforo, y en el que éste, sin embargo, no forma combinaciones ácidas en el organismo humano. Actualmente, los frutos secos constituyen una excelente alternativa a las proteínas animales.

Los frutos secos aportan a la dieta grasa poli-insaturadas muy valiosas, ya que constituyen una buena fuente de energía. En general, estos frutos tienen mayores y mejores propiedades energéticas que las que tiene la carne.

Debido a su alto contenido en aceites y, por consiguiente, su elevado poder calórico, los frutos secos se destacan en la mayor parte de las dietas alimentarias.

Las semillas de la calabaza y los cacahuates son altamente proteicas, aunque las proteínas que contienen son de mediana calidad, por su bajo contenido en licina y metionina, por este motivo su consumo debe complementarse con el de proteínas procedentes de cereales y legumbres, para lograr un correcto equilibrio nutritivo. Por su parte nueces, almendras y nueces de Brasil poseen más proteínas por unidad de peso, y de excelente calidad, que los huevos frescos.

Con la salvedad de las castañas, los frutos secos proporcionan muy pocos hidratos de carbono (entre el 10% y el 20%) y además, están constituidos en parte por fibras vegetales, de modo que el organismo no los absorbe, si bien, por

otro lado, presentan una buena proporción de minerales de fácil absorción como: potasio, calcio, fósforo, hierro y magnesio.

En cuanto a las vitaminas que pueden aportar, son escasas por lo general, con excepción de la vitamina A, en tanto que poseen cantidades variables de tiamina, riboflavina y niacina.

1.2.10.1. Diferentes clases de semillas

1.2.10.1.1. Semillas de sésamo

Esta semilla es pequeña y su sabor es muy suave, por lo tanto se la puede incorporar además del pan, a cualquier comida sin alterar su sabor.

1.2.10.1.2. Semillas de lino

Semilla refrescante y diurética y también actúa en casos de inflamaciones internas. Con dos cucharaditas de semillas de lino y medio litro de agua hirviendo se puede preparar una infusión, que ayuda en estos casos, además las semillas de lino tienen la propiedad de purificar, reparar y curar.

1.2.10.1.3. Semillas de zapallo

Las semillas de calabaza, también llamadas pipas, y especialmente su germen, contienen hasta un 35% de aceite; proteínas ricos en aminoácidos esenciales y cucurbitacina principio activo que presenta las siguientes propiedades e indicaciones:

- a) Antiprostáticas: la cucurbitacina contenida en las semillas de calabaza actúa en particular sobre la próstata, desinflamándola y frenando su hipertrofia (crecimiento excesivo). Esto se debe a que la cucurbitacina bloquea la división de las células glandulares de la próstata (acción antimitótica); en ningún caso pueden hacer desaparecer el crecimiento excesivo ya formado.
- b) Antiinflamatoria urinaria: el principio activo de las semillas de calabaza actúa sobre la vejiga de la orina, desinflamándola y relajándola.
- c) Vermífuga: la cucurbitacina actúa soltando la cabeza de la tenia (solitaria) de la pared del intestino. Resulta asimismo efectiva contra otros parásitos intestinales, como los áscaris.

1.2.10.1.4. Semillas de amapola

Otra semilla se puede incorporar a nuestra alimentación, ya sea en panes o en preparaciones dulces, si bien no es de gran valor alimenticio se sabe que contiene ácido linoléico, colaborando así en la no formación de tumores.

1.2.10.2. Almendras

Contienen fósforo, potasio, magnesio, calcio, hierro, azufre, cloro, aluminio, manganeso, cobre, cinc, vitaminas A, E, B 1, B 2 y PP.

Alimento muy energético ideal para el frío. Favorece la producción de la leche materna, mejora problemas del sistema nervioso y es desinfectante a nivel intestinal.

La leche de almendras está recomendada en personas con problemas hepáticos, personas desnutridas, eccema infantil, en diarreas por intolerancia digestiva, favorece el desarrollo de los niños. El aceite se emplea externamente para evitar arrugas prematuras y aliviar las escocheduras.

1.2.10.3. Nueces

Tienen propiedades anticancerígenas y protectoras del corazón. Las nueces tanto como las almendras ayudan a reducir el colesterol, contienen altas concentraciones del antioxidante ácido oleico y grasa mono-insaturada, similar a la que se encuentra en el aceite de Oliva, que protege de daños a las arterias. Las nueces son generalmente altas en la antioxidante vitamina E, que protege contra la angina de pecho y contra obstrucciones en las arterias.

Las nueces comunes tienen un alto contenido de aceite Omega 3. Las nueces, almendras y maníes son buenos reguladores de la insulina y la glucosa en la sangre.

1.2.10.4. Avellana

Poseen una gran cantidad de proteínas e hidratos de carbono. Destaca, sobre todo por su alto contenido en calcio, ácido fólico y vitaminas (vit. E y B2). Son protectoras de las vías respiratorias, calman la tos y protegen de las inflamaciones de garganta. El secreto está en su riqueza en aceites de acción emoliente, nutritivas, energéticas, contiene magnesio, calcio y hierro; y vitaminas: E, ácido fólico, ácido pantoténico, combate las infecciones y evita la fatiga; y B2, que mantiene sanos la piel, las uñas y el cabello. Son una buena fuente de proteínas, fibra y su digestión es fácil.

1.2.10.5. Pistacho

El pistacho es muy rico en aportes minerales como potasio, calcio, fósforo y hierro, siendo importante su contenido en ácido fólico, 100 g de pistacho (crudo) aportan el mismo contenido en vitamina B9 (ácido fólico) que 100 g de pan blanco.

1.2.10.6. Maní

Es destacable su riqueza nutritiva, principalmente por su alto contenido en proteínas, sales minerales (potasio, hierro, azufre y yodo) y vitaminas del grupo B, especialmente el ácido fólico, 100 g de cacahuetes (crudos) aportan el mismo contenido de vitamina B1 (tiamina) que 100 g de carne de cerdo (cruda).

1.2.10.7. Ciruela secas

Las ciruelas desecadas son un importante aporte nutricional basado en hidratos de carbono y sobre todo en fibra-alimentaria, regula la digestión, 100 g de ciruelas desecadas (crudas) aportan el mismo contenido en hidratos de carbono que 100 g de pan blanco.

1.2.10.8. Uvas pasas

Al igual que las otras frutas desecadas, las pasas son importantes aportes de hidratos de carbono y fibra, destacándose el calcio, fósforo, sodio y hierro. Una asombrosa fábrica de energía fácilmente asimilable ideal para los “eternamente” cansados, son desintoxicantes del organismo, son ricas en fibra, que ayuda a reducir el colesterol y regular el tránsito intestinal. Contienen vitamina A,

indispensable para la vista, 100 g de pasas (crudas) aportan el mismo contenido proteico que 100 g de espinacas (crudas).

1.2.10.9. Dátiles

Los dátiles a menudo conocidos como "el caramelo que crece en los árboles", son un dulce natural y nutritivo que, con pocas calorías, aporta un importante nivel de hidratos de carbono, fibra, calcio, hierro, magnesio y vitaminas (vitamina C y B3). Fortalece el sistema inmunológico, es un afrodisíaco natural, 100 g de dátiles (crudos) aportan el mismo contenido en hierro que 100 g de zanahoria (cruda).

1.2.10.10. Higos secos

Es muy importante su aporte de fibra, hidratos de carbono, minerales (sodio, magnesio, calcio y hierro) y vitaminas, 100 g de higos secos (crudos) aportan el mismo contenido proteico que 100 g leche entera.

1.2.10.11. Orejones de peras

Los orejones de peras deshidratada son ricos en vitamina A, gran fuente de potasio y son importantísimos por su aporten fibra e hidratos de carbono, 100 g de orejones (crudos) aportan el mismo contenido en magnesio que 100 g de atún (crudo).

1.2.2. INDUSTRIA FARMACÉUTICA

Una gragea puede definirse como una "forma farmacéutica sólida conteniendo un núcleo que es un comprimido (en el pasado se utilizaban como núcleos las píldoras, pero esta forma farmacéutica por problemas de estabilidad y biodisponibilidad ya no se emplea más en la industria farmacéutica), que contiene el principio activo y un recubrimiento, que permite la cesión del principio activo tanto a nivel del jugo gástrico como del jugo intestinal y que en ocasiones puede contener él mismo, otro principio activo; la gragea está destinada a ser administrada por vía oral".

1.2.2.1. Razones para el recubrimiento de núcleos

La forma farmacéutica gragea, tiene una tecnología bastante complicada, sin embargo su uso es muy amplio, para lo que se han utilizado para varias razones:

- a) Enmascarar sabores u olores desagradables, que se considera la primera razón al iniciar la aplicación de esta tecnología.
- b) Proteger el principio activo de la acción de agentes externos que puedan afectar su estabilidad, especialmente del oxígeno del aire y de la humedad atmosférica.
- c) Mejorar la resistencia de la forma farmacéutica a los problemas que puedan presentarse por abrasión mecánica, en los procesos de manipulación y empaque del preparado.
- d) Mejorar la posibilidad de la deglución de la forma, gracias a su superficie lisa y la ausencia de aristas, protegiendo además la irritación de la mucosa bucal.
- e) Proteger al paciente de la irritación gástrica.

- f) Proteger a los principios activos de su destrucción a nivel del estómago, mediante el uso de recubrimientos gastro resistentes.
- g) Motivos estéticos, pues el uso de colorantes y el brillo final permiten un preparado de mejor presentación.
- h) Permite diferenciar preparados que conteniendo el mismo principio activo tengan diferente dosificación, mediante el uso de distintos colorantes para el recubrimiento.
- i) Permite la prevención de incompatibilidades entre dos principios activos, formulando un principio activo en el núcleo y otro principio activo en la cubierta.

1.2.2.2. Tipos de recubrimientos

Actualmente en la Industria Farmacéutica se utilizan los siguientes tipos de recubrimientos:

1.2.2.2.1. Recubrimiento con azúcar

Es el método clásico para la preparación de grageas, y generalmente es un recubrimiento gastrosoluble; sin embargo puede también obtenerse un recubrimiento gastroresistente.

1.2.2.2.2. Recubrimiento con película.

Procedimiento empleado a partir de finales de la década de los cincuenta; método rápido en el que polímeros convenientemente seleccionados y empleando solventes adecuados, permiten un recubrimiento fácil del núcleo; pueden ser

recubrimientos gastrosolubles o gastroresistentes dependiendo de la naturaleza del polímero.

1.2.2.2.3. Recubrimiento por compresión.

Procedimiento que evita el uso de solventes, es decir trabaja en seco y en el cual se formula un comprimido que lleva en su interior otro comprimido como núcleo; para lo cual se requieren máquinas tableteadoras especiales.

1.2.2.2.4. Recubrimientos especiales.

Procedimientos que utilizan tecnologías modernas, siendo la más importante la denominada suspensión de aire que requiere un secador de lecho fluido modificado.

Estos procedimientos se utilizan en forma muy generalizada en la Industria Farmacéutica y su uso está en función de los niveles de producción y de los equipos disponibles en la planta.

1.2.2.2.5. Recubrimiento con azúcar o grajeado

Este es el procedimiento clásico, que utiliza numerosas capas de azúcar para recubrir al núcleo; en este procedimiento el incremento del peso del núcleo puede llegar hasta un 40% aunque en ocasiones el incremento puede llegar hasta un 60%; sin embargo se considera que entre el 40% y el 50% es un valor aceptable para conseguir una gragea de buenas características.

En el proceso de recubrimiento con azúcar, se puede considerar que se producen cuatro zonas perfectamente definidas alrededor del núcleo.

- a) Una cubierta inferior que forma el enlace entre el núcleo y las otras capas de la gragea; puede estar formada por gomas o gelatina y actualmente

con el gran desarrollo técnico alcanzado se pueden emplear resinas, goma laca o materiales que confieren a esta capa una característica definida de resistencia a la humedad.

- b) Una capa opaca, que está constituida de azúcar y de polvos blancos insolubles tales como almidón, talco, $MgCO_3$, $CaCO_3$, MgO , caolín etc. y que es la que va generando el volumen de la gragea.
- c) Una capa translúcida, clara, constituida de azúcar que es lo que da el volumen total de la gragea y por tanto es la que determina el peso final de la misma.
- d) Una capa final delgada, brillante que da el aspecto definitivo a la gragea.

1.2.2.2.6. Proceso de Grajeado

El proceso de grajeado clásico se puede realizar de acuerdo al siguiente esquema:

- a) Manufactura del núcleo
- b) Montado y lacado (barnizado) de los núcleos
- c) Grajeado
- d) Coloración y afinado
- e) Abrillantamiento

1.3. LAS PIPAS O SEMILLAS DE GIRASOL

Las primeras plantas de girasol las trajeron los españoles de México en el siglo XVI. En origen, el girasol silvestre procede de América, aunque la comercialización de la planta sucedió por vez primera en Rusia. No obstante, los

nativos americanos emplearon diferentes cultivares cuya producción de pipas era diversa: las había de color negro, blanco, rojo, y la variedad más conocida, la pipa con rayas blancas y negras.

Dichos nativos empleaban las pipas de diversa forma: podían moler la semilla y utilizarla para hacer tortas en forma de pan. En algunas ocasiones mezclaban las semillas con habas, calabaza o maíz. Es muy probable que incluso fabricaran un aceite que utilizaran en la elaboración del pan. Otros usos ajenos a la alimentación eran: como colorante, tiñendo ropas o el propio cuerpo, con función decorativa; y como aceite, empleado en la piel y el cabello. Había ceremonias donde tanto la semilla de girasol como la propia planta eran un elemento utilizado. La Figura 1.3 muestra a varias pipas de girasol saladas.



Figura 1.3: Pipas de girasol saladas

FUENTE: www.granerogoloso.cl/Descargas/FRUTOS%20SECOS.pdf

Por todo lo anteriormente descrito se puede decir que la semilla es el conjunto de frutos secos que en menos cantidad ingerida ofrece más aporte, más variedad mineral y vitamínica. Es muy rico en proteínas, vitaminas (B1 y E) y minerales

(magnesio, fósforo, hierro, cobre), sin olvidar su importante nivel en hidratos de carbono y fibra.

Las semillas provienen en su gran mayoría de importaciones que tiene una fuerte demanda por su buen posicionamiento en el mercado mundial. En la Tabla 1.4 se presenta los principales países productores de semillas de girasol y la cantidad de toneladas métricas por año.

Tabla 1.4: Principales productores de semillas de girasol

Principales Productores	Ton. Métricas (millones)
Rusia	6,3
Ucrania	4,7
Argentina	3,7
China	1,9
India	1,9
Estados Unidos	1,8
Turquía	1
Bulgaria	0,9
Sudáfrica	0,7
Serbia	0,5
Total Mundial	23,4

FUENTE: FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations)

1.4.1. PROPIEDADES DE LAS SEMILLAS DE GIRASOL

Las propiedades de las pipas o semillas de girasol son muy interesantes aunque la mayoría de las personas sólo las ve como un aperitivo o golosina.

La calidad de sus ácidos grasos ayuda a reducir el riesgo de sufrir problemas circulatorios, infartos y diferentes tipos de problemas cardiovasculares.

Las pipas o semillas de girasol por su alto contenido en potasio y magnesio las hacen indispensables en la dieta de todos los deportistas para mejorar su rendimiento y reducir lesiones.

Además sus altos niveles de fósforo y magnesio también favorecen un buen funcionamiento cerebral y por supuesto su alto contenido en vitamina E las hacen muy recomendables para nutrir la piel ya que además es un antioxidante.

Las semillas de girasol por su contenido en calcio se pueden tomar en consideración sobre todo por aquellas personas que no pueden o no quieren tomar lácteos, es ideal también para deportistas, niños, embarazadas y personas con descalcificación u osteoporosis.

Además de la vitamina E, contienen otros compuestos no nutritivos también de acción antioxidante (colina, betaina, lignano y ácidos fenólicos), cuyo consumo se relaciona con un menor riesgo de enfermedades degenerativas, cardiovasculares y de cáncer.

1.4.2. VALOR NUTRITIVO

Información nutricional de las pipas o semillas de girasol (por 100 gr.)

8,5 gr. de hidratos de carbono.

47 gr. de grasas saludables.

28 gr. de proteína.

22 mg. de vitamina E.

730 mg. de potasio.

100 mg. de calcio.

595 mg. de fósforo.

395 mg. de magnesio.

49,57 g de lípidos.

8,76g de glúcidos.

92.53% de materia seca.

32,65 g de extracto etereo.

26,61% de fibra cruda.

3.72% de ceniza.

16,08 de extracto libre de nitrógeno.

Su valor energético por cada 100 g es de 570 kcal o 2390 kJ. En cuanto a su composición en vitaminas y minerales (por cada 100 g de producto) destacan por el alto contenido: en fósforo, con 705 mg; magnesio, con 354 mg; y vitamina E, con 4,50 mg.

Una ración de unos 50 gramos de pipas sin pelar (25 gramos una vez peladas) aporta unas 140 calorías (25 gramos de almendras aportan 144 calorías, una manzana grande 130 calorías y un vaso de leche entera 160 calorías).

El nutriente mayoritario son las grasas poli-insaturadas; contienen 24 gramos de grasa total por 100 gramos de porción comestible.

CAPITULO II

SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS Y PROTOCOLO DE PRUEBAS

2.1. ESTUDIO DEL PROBLEMA

El desarrollo del proyecto está enfocado en el diseño y construcción de una máquina polifuncional tanto para el recubierto de confites, aperitivo y semillas de girasol para una microempresa, la misma que está financiando la construcción de la máquina.

2.2. PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA.

En la actualidad las máquinas que recubren aperitivos o comúnmente conocidos como snacks, semillas de girasol, bombones, etc. se las fabrican en el exterior por lo que se deben importar. Esto genera un incremento en los costos de producción, razón por la cual se quiere producir una máquina que sea fabricada localmente.

Hay que tener en cuenta que la máquina a diseñar debe ser versátil, pero en este proyecto se la enfocará directamente en el recubrimiento de semillas de girasol.

En el recubrimiento es importante controlar el tiempo de mezclado. Debe ser el adecuado, ya que si es demasiado pequeño o demasiado grande, se puede producir la ruptura de la homogeneidad.

El presente proyecto se presenta alternativas para recubrir productos con sal, agua, harina para dar un mejor sabor a las semillas de girasol.

2.2.1. ELABORACIÓN DE SEMILLAS DE GIRASOL CON SAL

2.2.1.1. Materia Prima

- ✓ Semillas (Pepas) de girasol
- ✓ Sal
- ✓ Harina
- ✓ Agua

2.2.1.2. Equipos

- ✓ Bombo Giratoria
- ✓ Horno de secado
- ✓ Empacadora abierta
- ✓ Balanza analítica

2.2.1.3. Utensilios

- ✓ Tinas plásticas y/o bandejas
- ✓ Bandejas de acero inoxidable
- ✓ Paleta de palo
- ✓ Cucharas

2.2.2. MANEJO DEL ENSAYO

2.2.2.1. Recubierto

Mediante este proceso se recubre por aplicación un centro o núcleo con soluciones de manera que aumente su forma.

La semilla de girasol recubierto y tostada se la define como un producto seco que por acción de la temperatura y aire frío fijan alrededor del centro un revestimiento que se define como recubierto.

2.2.2.2. Recolección de la Materia Prima

La materia prima utilizada lamentablemente no se consigue localmente como sería lo ideal, la misma es importada desde Argentina y Estados Unidos.

2.2.2.3. Selección y Clasificación

Se procede a clasificar de acuerdo a su tamaño, debe de ser de 12.64 mm de ancho de la semilla

2.2.2.4. Pesado

Se realiza el pesado de la materia prima para registrar el peso con el que el producto ingresa al proceso y con ello se determina rendimientos.

2.2.2.5. Mezclado

Se agrega las pepas de girasol en el bombo y se adiciona uno a uno los ingrediente (sal, harina de trigo y agua), se homogeniza la mezcla por cinco minutos a una velocidad de 35 rpm, debido a los resultados obtenidos de las pruebas realizadas como se indica en el anexo B.

2.2.2.6. Secado

Se seca el producto en un horno abierto con quemadores que hacen que se evapore el agua y luego tueste las semillas a una temperatura de 90 °C, debido a que a esta temperatura se obtiene un adecuado porcentaje de flujo de vapor de agua, sin quemar la superficie de la semilla.

2.2.2.7. Enfriado

Se lo realiza en tinas plásticas y/o bandejas de acero inoxidable por dos horas a temperatura ambiente.

2.2.2.8. Empacado

El producto es empacado en una empacadora volumétrica en fundas de polipropileno a una velocidad de 50 fundas por minuto.

En la Figura 2.1 se presenta un diagrama de bloques que explica el procedimiento a seguir para la elaboración de las semillas de girasol con sal.

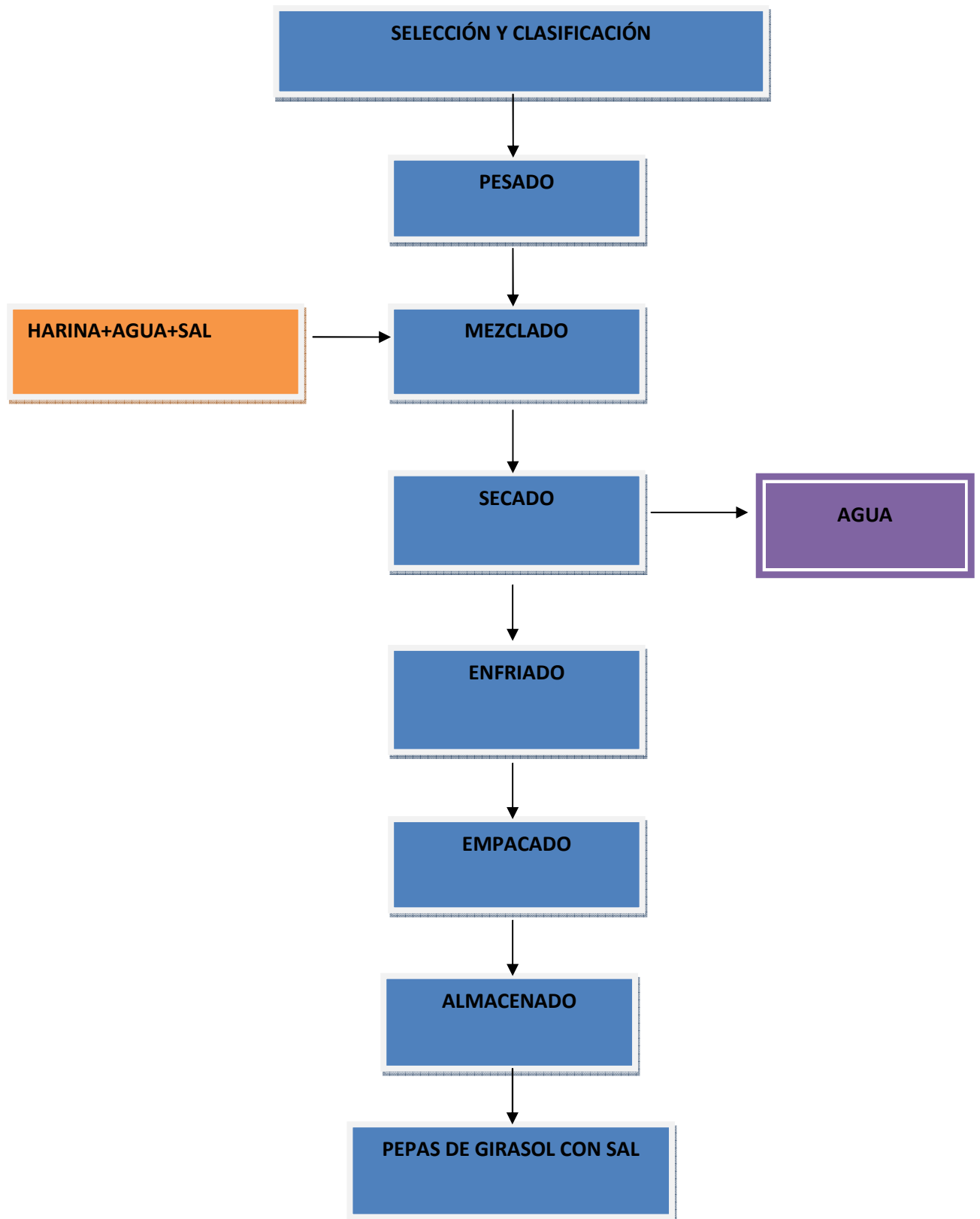


Figura 2.1: Diagrama de bloques para la elaboración de semillas de girasol con sal.

Fuente: Propia.

2.2.3. ESPECIFICACIONES DEL JARABE EMPLEADO EN EL RECUBRIMIENTO DE SEMILLAS DE GIRASOL.

La especificación del jarabe que se utiliza en el recubrimiento de semillas de girasol se detalla en la tabla 2.1

Tabla 2.1: Características del jarabe.

CARACTERISTICAS	CANTIDAD
Harina	80gr
Agua	25lt.
Sal	2,250gr
Temperatura de secado	90°C

Fuente: Procesamiento de alimentos, Orrego Carlos Eduardo

2.3. RESTRICCIONES Y LIMITACIONES.

A pesar de que el diseño proporciona las mejores condiciones de funcionamiento y operabilidad; existen restricciones y limitaciones que se establecen a continuación:

- El diseño de cada componente de la máquina recubridora de pastillas y bombones, debe adaptarse a las condiciones tecnológicas de nuestro país en lo que respecta a disponibilidad de materia prima, elementos normalizados y procesos de fabricación.

- El equipo se diseña para recubrir semillas de girasol y con la posibilidad de realizar el proceso de recubrimiento para varios productos (pastillas, aperitivos, bombones, etc.) de manera que se considere polifuncional.
- La capacidad máxima de la máquina recubridora de pastillas y bombones será de 30 kg y capacidad volumétrica de 0.3 m³, debido a las necesidades de la empresa.
- La velocidad de giro para la recubridora será de 35 rpm debido a las pruebas realizadas (Ver anexo B)
- El motor deberá ser eléctrico, 110 / 120 V, monofásico, frecuencia de 60 Hz.
- El peso será moderado; ya que, no se pueden usar otros materiales más livianos que el acero y que brinden las mismas características mecánicas, y cubriendo la necesidad de que la máquina es auto soportante.

Todas estas restricciones y limitaciones no afectan en el desempeño y utilización de la máquina recubridora.

2.4. ESPECIFICACIONES.

Para establecer las especificaciones de la máquina recubridora de pastillas y bombones, se toman en cuenta las características necesarias para satisfacer los requerimientos de los diferentes procesos de recubrimiento y las características dadas por el consumidor.

2.4.1. PARÁMETROS DE DISEÑO.

Para determinar los parámetros de diseño, se parte del pedido puntual de la microempresa, la misma que requiere de una máquina recubridora, la cual será

empleada para el proceso de fabricación de semillas de girasol, la misma que debe cumplir los siguientes parámetros:

- Capacidad de la máquina recubridora: 30 kg.
- Capacidad volumétrica de máquina recubridora: 0.3 m³
- Variedad: semillas de girasol.
- Movimiento: giratorio continuo.

2.4.2. PARÁMETROS FUNCIONALES.

Un adecuado diseño debe satisfacer los requerimientos funcionales, es decir, la máquina recubridora debe cumplir la función para la cual es diseñada. Entre los principales requerimientos funcionales se tiene:

- La máquina debe recubrir semillas de girasol como un movimiento giratorio continuo, para que se obtenga una distribución del recubrimiento constante.
- Dado que los productos a recubrir son para consumo humano, los materiales que se escogen cumplen con las normas establecidas para alimentos.
- La máquina recubridora debe ser de fácil operación, montaje, desmontaje y que el mantenimiento de las partes pueda realizarse con comodidad y rapidez.
- Las dimensiones de la máquina no deben superar los 1800 mm de largo, 1200 mm de ancho y 2000 mm de altura, por pedido expreso de la empresa.

2.4.3. AMBIENTE DE TRABAJO.

El ambiente de trabajo es el medio donde va a funcionar la máquina recubridora, tomando en cuenta las siguientes condiciones:

2.4.3.1. Temperatura y humedad relativa.

La máquina recubridora funcionará en la ciudad de Quito, en la cual la temperatura promedio es de 15 °C y una humedad relativa promedio del 73 %.⁵

2.4.3.2. Altitud.

La máquina recubridora a ser diseñada funciona a cualquier altitud a la que se desee trabajar.

2.4.3.3. Grado de instrucción del operador.

Mínimo primaria.

2.4.3.4. Grado de contaminación.

El ambiente de trabajo es un ambiente con una atmósfera con residuos de materias primas (harinas) por la cual se requiere protección para los mecanismos.

2.4.4. VIDA ÚTIL.

La máquina está diseñada para vida infinita, el número de ciclos que debe soportar la máquina, sin fallar, debe ser mayor a 10^6 , por lo que se realiza los cálculos de los elementos a falla por fatiga.

⁵ <http://www.inamhi.gov.ec/anuarios/am2008.pdf>

2.4.5. MATERIALES.

Se considera el uso de acero inoxidable para las partes donde existe un contacto directo con el producto a recubrirse, para evitar su influencia en la calidad del producto, además se debe verificar la resistencia de los materiales que estén expuestos a cargas que puedan hacer fallar el diseño.

2.4.6. PROCESOS.

Solamente se utiliza procesos de fabricación convencionales; tales como: torneado, taladrado, fresado, soldadura, para el fácil acceso o fabricación de los elementos a sustituir.

2.5. FORMULACIÓN DE ALTERNATIVAS.

A continuación se describen las alternativas que se consideran importantes, posteriormente se escogerá aquella que se apegue a las necesidades especificadas. En la selección se toma en cuenta los siguientes factores:

- Bajo costo de cada uno de sus elementos: construcción y mantenimiento.
- Facilidad de construcción: con operaciones manuales y a través de máquinas herramientas.
- Facilidad de ensamblaje.
- Facilidad de mantenimiento: rapidez y costo.
- Facilidad de operación.
- Eficiencia del sistema de secado
- Seguridad.
- Bajo peso.

Se plantean dos alternativas para el sistema de recubrimiento:

- Máquina recubridora de bombo polifuncional esférico.
- Máquina recubridora de bombo hexagonal.

2.5.1. ALTERNATIVA 1. RECUBRIDORA DE BOMBO POLIFUNCIONAL ESFERICO

2.5.1.1. Funcionamiento de la máquina recubridora de bombo polifuncional esférico.

La máquina recubridora de bombo polifuncional esférico, una vez conectada a la fuente de energía, entra en funcionamiento el motor reductor (2), mediante un sistema de cadenas (3), transmite el movimiento al piñón (4), el cual posteriormente transmite movimiento al eje (5), que a su vez se transmite movimiento al bombo (6), todo este mecanismo se encuentra armado y soportado a una estructura metálica. La Figura 2.2 presenta una máquina recubridora de bombo polifuncional esférico y sus partes principales.

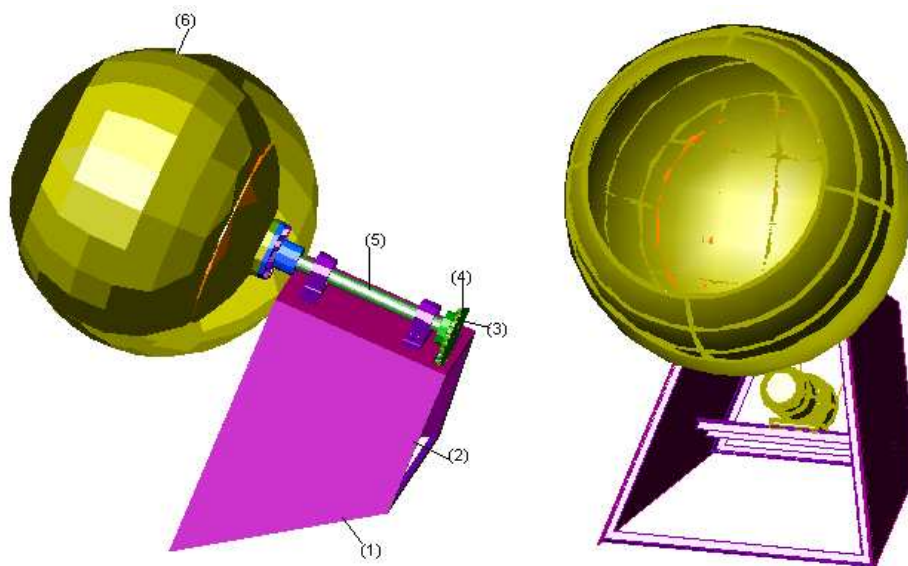


Figura 2.2. Máquina recubridora de bombo polifuncional esférico.

Fuente: Propia.

2.5.1.2. Elementos principales de los que consta la máquina recubridora de bombo polifuncional esférico.

- (1) Estructura.- Es el soporte el sistema motriz y el bombo funcional.
- (2) Motor Reductor.- Es la fuente motriz la que permite el accionamiento motriz.
- (3) Cadena.- Según las especificaciones y requerimientos de la norma ANSI B29.
- (4) Piñón.- Según las especificaciones y requerimientos de la norma ANSI B29.
- (5) Eje.- Elemento principal transmisión de movimiento.
- (6) Bombo.- Elemento receptor de producto a recubrir.
- (7) Sistema de secado.- consiste en un sistema de quemadores externos que utilizan gas licuado de petróleo para su operación.

2.5.1.3. Ventajas

- ✓ El trabajo de los colaboradores se facilita, debido a la versatilidad de la máquina.
- ✓ El montaje y desmontaje de la máquina no es complicado, por tanto los costos disminuyen con respecto a otras alternativas.
- ✓ No contamina el medio ambiente y el riesgo desde el punto de vista de seguridad industrial es mínimo, ya que cuenta con ciertos detalles como cubre cadenas, botón de paro de emergencias y protecciones eléctricas.
- ✓ El material de recubrimiento fue aplicado, al producto para dar un mejor acabado superficial y sabor a la materia prima(semillas de girasol).

- ✓ Los materiales que se van a utilizar se pueden conseguir localmente, lo cual una vez más incide en el precio de la máquina convirtiéndola en competitiva.
- ✓ Para el recubrimiento mediante el uso del jarabe se requiere de un mechero que entre en contacto con el bombo para que caliente el jarabe y así poder recubrir el caramelo o pastilla.

2.5.1.4. Desventajas

- ✓ La máquina no dispone de un sistema de control automático.
- ✓ Esta máquina está diseñada para un proceso semi-industrial medio, es decir para una producción moderada.
- ✓ Para el manejo de la máquina se necesita por lo menos de dos colaboradores, uno para revisar y administrar la materia prima; y otro para la recolección, enfriamiento y posterior empaclado.
- ✓ El recubrimiento mediante el uso de jarabe no es uniforme debido a que su administración se la realiza de forma manual.
- ✓ El proceso de retiro del material procesado es manualmente.

2.5.2. ALTERNATIVA 2. MÁQUINA RECUBRIDORA DE BOMBO HEXAGONAL

2.5.2.1. Funcionamiento de la máquina recubridora de bombo hexagonal.

Este tipo de máquina cuando entra en funcionamiento el motor reductor, provoca que accione mediante la transmisión de bandas el movimiento de la polea, que a su vez trasmite movimiento al eje, el cual esta acoplado a un pulidor hexagonal, el cual tiene una tapa con un diámetro 430 mm y una profundidad 750 mm, por donde ingresa el producto.

Consiste de un bombo común donde se inyecta el aire de secado a través de un orificio localizado en la superficie inferior del bombo. Cuando el bombo empieza a rotar, el aire pasa a través del lecho de los núcleos y al mismo tiempo el aire de secado va fluidizando los núcleos. La extracción del polvo y la humedad se hace por detrás del bombo.

El mezclado consiste en un recipiente cerrado de distinta forma que gira sobre un eje, cuyo cuerpo se mueve pero tiene en el interior un sistema, como hélices o una corriente de aire, que produce la mezcla de los materiales.

La Figura 2.3 muestra una máquina recubridora hexagonal.



Figura 2.3. Máquina recubridora de bombo hexagonal

Fuente: <http://www.fimma.net/bombos.htm>

2.5.2.2. Elementos principales de los que consta la máquina recubridora de bombo hexagonal.

Elementos principales de los que consta la máquina recubridora de bombo hexagonal.

- (1) Motor reductor.- Es la fuente motriz la que permite el accionamiento motriz.
- (2) Estructura.- Es el soporte el sistema motriz y el bombo funcional.
- (3) Bandas.- Según las especificaciones y requerimientos de la norma DIN 7721
- (4) Poleas.- Según las especificaciones y requerimientos de la norma DIN 7721
- (5) Eje.- Elemento principal transmisión de movimiento.
- (6) Bombo hexagonal.- Elemento receptor de producto a recubrir.
- (7) Tapa.- Permite la protección del producto contra el medio exterior mediante el proceso de recubrimiento.

(8) Sistema de secado.- consta de un sistema de secado por medio de aire caliente.

2.5.2.3. Ventajas

- ✓ La estructura de la máquina es simple, por lo que se considera de fácil construcción.
- ✓ Los materiales se pueden acceder a nivel local, nacional e internacional ya que es de acero inoxidable.
- ✓ El bombo giratorio comprende una pluralidad de cuerpos que ocupan la totalidad de la periferia interna de dicho bombo.
- ✓ El bombo grajeador fue preparado con cuatro aletas fijadas radialmente para auxiliar en el movimiento del producto en su interior.
- ✓ A la máquina se le puede acoplar un sistema automático, ya que al girar no va a tener problemas, por lo que tiene un acoplamiento de una tapa.
- ✓ Al ser un sistema prácticamente industrializado, los resultados de operación y post-operación serán los adecuados.
- ✓ Estas máquinas están destinadas para trabajos de tipo semi-industrial altos, es decir para demandas más elevadas que las comunes.

2.5.2.4. Desventajas

- ✓ Por tener un sistema de control automático, este tipo de máquinas tienen un costo elevado.
- ✓ No es recomendable para producción media-baja
- ✓ Los costos por mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo van a ser más considerables, debido a que este tipo de máquinas se los consigue por medio de la importación.
- ✓ Algunos productos no pueden ser recubiertos por incompatibilidad
- ✓ El proceso de retiro del material procesado es manualmente.

2.6. SELECCIÓN DE LA ALTERNATIVA.

2.6.1. EVALUACIÓN.

Para la selección de una de las alternativas se considera nuevamente los factores mencionados anteriormente.

2.6.1.1. Costo.

En este factor se evalúa los costos de construcción como los de mantenimiento; uno de los más importantes factores debido a que este se relaciona con la

competitividad de máquina en el mercado con respecto a otras de similares características.

Para la construcción se toman a consideración los siguientes parámetros:

- Costos de equipos para la construcción.- Los costos de alquiler de máquinas y equipos usados en la construcción y montaje, se calculan de acuerdo a los costos que se encuentran actualmente en el mercado.
- Costos de mano de obra.- Es el costo de la mano de obra que se emplea en la construcción y montaje, se toma en cuenta tanto el costo de construcción como el diseño.

2.6.1.2. Facilidad de construcción y ensamblaje.

Se toma a consideración que equipos de elementos mecánicos sencillos son de fácil construcción y mantenimiento, además que se requiere de equipos e instrumentación básica, por lo que no es necesario el uso de personal altamente calificado.

2.6.1.3. Facilidad de mantenimiento.

Un buen mantenimiento nos asegura el adecuado funcionamiento del equipo, ahorro económico, utilización de personal no especializado y sobre todo vida útil del equipo.

2.6.1.4. Facilidad de operación.

El equipo debe ser operado sin dificultad por cualquier persona previamente instruida, teniendo siempre cuidado con el manejo del producto y el proceso de recubrimiento.

2.6.1.5. Eficiencia del sistema de secado.

El sistema de secado debe permitir la extracción uniforme de humedad y mantener una temperatura adecuada de trabajo de acuerdo al producto a recubrir.

2.6.1.6. Seguridad.

.

La máquina debe ser construida bajo normas de seguridad que garanticen su normal funcionamiento y protección del operador

2.6.1.7. Peso.

El peso debe ser moderado, para poder trasladar la máquina de un lugar a otro cuando se lo requiera.

2.6.2. SISTEMA DE CALIFICACIÓN.

La Tabla 2.2 indica los criterios de comparación más importantes con los cuales se valoran las alternativas planteadas anteriormente.

Tabla 2.2: Criterios de comparación y códigos de equivalencia.

CRITERIO DE COMPARACIÓN	CODIGO DE EQUIVALENCIA		
	10 – 8	7 – 4	3 – 1
Costo.	Económica	Normal	Costosa
Facilidad de construcción.	Fácil	Normal	Difícil
Facilidad de montaje y desmontaje.	Fácil	Normal	Difícil
Facilidad de mantenimiento.	Fácil	Normal	Difícil
Facilidad de operación.	Fácil	Normal	Difícil
Eficiencia del sistema de secado	Alta	Regular	Baja
Seguridad.	Segura	-----	Insegura
Peso.	Liviana	Normal	Pesada

Fuente: Propia.

Se asigna un puntaje a cada factor antes mencionado por medio de una matriz de perfil competitivo (MPC).

La Matriz de Perfil Competitivo identifica a los principales sistemas a ser seleccionados. La calificación será del 1 al 10 de acuerdo a las características de los factores mencionados; la alternativa seleccionada es aquella que, reúna el mayor puntaje luego de realizar la evaluación.

2.6.2 SELECCIÓN DE LA ALTERNATIVA.

A continuación se evalúan los factores antes señalados y se da el puntaje respectivo para cada una de las alternativas. Aquella que obtenga el más alto puntaje es la alternativa seleccionada. En la Tabla 2.3 se presenta un cuadro de selección de máquinas recubridoras con criterios previamente definidos.

Tabla 2.3 Cuadro de selección de las máquinas recubridoras con criterios previamente definidos (MPC).

FACTOR	P.	Alternativa 1		Alternativa 2	
		Calf.	P. P.	Calf.	P. P.
Costo.	20	9	180	4	80
Facilidad de Construcción.	15	8	120	6	90
Facilidad de Montaje y Desmontaje.	10	8	80	5	50
Facilidad de Mantenimiento.	10	9	90	4	40
Facilidad de Operación.	15	6	90	8	120
Eficiencia del sistema de secado	10	5	50	8	80
Seguridad.	15	7	105	9	135
Peso.	5	9	45	6	30
TOTAL	100	61/80	760/1000	50/80	625/1000
Índice Porcentual		76%		62.5%	
Orden de Selección		1		2	

Fuente: Propia.

Donde: P. Puntaje.

Calf. Calificación.

P. P. Puntaje Ponderado.

La tabla 2.3 refleja que la alternativa número 1: Recubridora de bombo polifuncional esférico tiene mayor puntaje que la otra alternativa, por lo que, resulta la más adecuada para su diseño y construcción.

2.7. PROTOCOLO DE PRUEBAS.

Una vez que se realice la construcción de la máquina recubridora se debe realizar las pruebas que aseguren su adecuado funcionamiento. Las pruebas a realizar se detallan en el Protocolo de Pruebas que consta de los siguientes aspectos:

- Control de dimensiones.
- Inspección visual de juntas empernadas y soldadas.
- Pruebas de funcionamiento en vacío.
- Prueba de funcionamiento con carga.
- Capacidad de la máquina.

2.7.1. VERIFICACIÓN DE LAS DIMENSIONES PRINCIPALES.

Es necesario realizar las mediciones necesarias en la máquina recubridora construida, tales como longitud, ancho, altura y peso, para comparar con las dimensiones de la máquina recubridora diseñada, para esto se utiliza el formato indicado en el Anexo E-1.

2.7.2 VERIFICACION DE LOS CORDONES DE SOLDADURA

Realizar la inspección visual de los diferentes cordones de soldadura considerando una buena limpieza y acabado superficial así como la fusión entre los elementos a unir y el material de aporte, siguiendo el formato indicado en el Anexo E-1.

2.7.3. VERIFICACIÓN DE LOS COMPONENTES PRINCIPALES.

Se debe verificar los varios componentes que por su importancia en el funcionamiento, requieren ser probados antes de iniciar el trabajo, tales como el motor electro o fuente motriz, el reductor de velocidades, las catalinas y las cadenas. Ver anexo E-1.

2.7.4. TRABAJO EN VACÍO DE LA MÁQUINA RECUBRIDORA DE BOMBO ESFÉRICO.

En esta prueba se verifica el normal funcionamiento de la máquina recubridora sin carga es decir sin materia prima a recubrir, de la misma manera que en el acápite 2.7.3, se consideran los principales sistemas en relación con el tiempo de operación. Ver anexo E-1.

2.7.5. TRABAJO CON CARGA DE LA MÁQUINA RECUBRIDORA DE BOMBO ESFÉRICO.

En esta prueba se verifica la capacidad y adecuado funcionamiento de la máquina, considerando la capacidad de carga a lo largo del tiempo, y además se tiene que verificar el movimiento giratorio continuo, tal como se indica en el anexo E-1.

CAPÍTULO III

DISEÑO DE LA MÁQUINA RECUBRIDORA DE BOMBO ESFERICO POLIFUNCIONAL

3.1. ANÁLISIS DEL DISEÑO DE LA MÁQUINA

3.1.1. SISTEMAS CONSTITUTIVOS DE LA MÁQUINA RECUBRIDORA.

Para el diseño de los elementos que constituye la máquina recubridora se toma a consideración los siguientes sistemas.

- Sistema motriz de la máquina recubridora polifuncional
- Sistema bastidor de la máquina recubridora
- Bombo esférico polifuncional

3.1.2. SISTEMA MOTRIZ DE LA RECUBRIDORA POLIFUNCIONAL

En el sistema motriz se toma a consideración todos los elementos que van a conjugarse para transmitir la potencia requerida para el movimiento giratorio desde la fuente motriz hasta el bombo recubridor.

3.1.2.1. Selección del motor eléctrico

Para la selección de la fuente motriz se debe considerar la inercia total a vencer, puesto que el bombo recubridor se encuentra acoplado al eje motriz, de manera que se considera el momento de inercia ejercido por el bombo y su carga.

3.1.2.1.1. Cálculo de la Aceleración angular

Para el cálculo de la aceleración angular se toma en consideración el tiempo de arranque del motor de acuerdo a sus especificaciones y la velocidad final que se desea

$$t_{\text{arranque}} = 3\text{seg}$$

$$\alpha = \frac{W_{\text{nom}}}{t_{\text{arranque}}}$$

$$\alpha = \frac{35 \text{ rpm}}{3\text{seg}} * \frac{2\pi \text{ rad}}{\text{rev}} * \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ seg}}$$

$$\alpha = 1,22 \frac{\text{rad}}{\text{s}^2}$$

3.1.2.1.2. Cálculo de la inercia del Bombo

Para el cálculo de la inercia del bombo se utiliza el programa SolidWorks, en la Figura 3.1 se muestra un esquema del bombo esférico polifuncional.

En la Figura 3.2 se muestra un cuadro de propiedades físicas del Bombo el cual se lo obtiene en el programa SolidWorks.



Figura 3.1: Esquema del bombo esférico polifuncional

Fuente: Propia

Propiedades físicas de ensamble de la maquina (Assembly Configuration - Predeterminado)

Sistema de coordenadas de salida: -- predeterminado --

Masa = 107841.19 gramos

Volumen = 13527374.78 milímetros³

Área de superficie = 5142857.20 milímetros²

Centro de masa: (milímetros)

X = -305.50
Y = 0.00
Z = 0.00

Ejes principales de inercia y momentos principales de inercia: (gramos * milímetros²)
Medido desde el centro de masa.

Ix = (0.00, 1.00, 0.00)	Px = 13213637134.89
Iy = (0.00, 0.00, 1.00)	Py = 13213637134.89
Iz = (1.00, 0.00, 0.00)	Pz = 15835990753.99

Momentos de inercia: (gramos * milímetros²)
(Medido desde el centro de masa y alineado con el sistema de coordenadas resultante)

Lxx = 15835990753.99	Lxy = 0.00	Lxz = 0.00
Lyx = 0.00	Lyy = 13213637134.89	Lyz = -0.00
Lzx = 0.00	Lzy = -0.00	Lzz = 13213637134.89

Momentos de inercia: (gramos * milímetros²)
Medido desde el sistema de coordenadas de salida.

Ixx = 15835990753.99	Ixy = -0.00	Ixz = -0.00
Iyx = -0.00	Iyy = 23278419139.06	Iyz = -0.00
Izx = -0.00	Izy = -0.00	Izz = 23278419139.06

Figura 3.2: Cuadro de propiedades físicas del Bombo

Fuente: Propia

$$P_x = 15835990753.99 \text{ gr} \cdot \text{mm}^2$$

$$P_x = 15,83 \text{ Kg} \cdot \text{m}^2$$

3.1.2.1.3. Cálculo del Momento Producido Sin carga

Para el cálculo del momento sin carga se toma en consideración el momento de inercia a vencer producido por el bombo.

$$\Sigma M_x = I_x * \alpha$$

$$M_x = 15,83 \text{ Kg} \cdot \text{m}^2 * 1,22 \frac{\text{rad}}{\text{s}^2}$$

$$M_x = 19,459 \text{ N} \cdot \text{m}$$

3.1.2.1.4. Cálculo de la Potencia requerida sin carga

$$Pot = T * W$$

$$Pot = 19,459 \text{ N} \cdot \text{m} * 35 \text{rpm} * \frac{\text{min}}{60 \text{seg}} * \frac{2\pi \text{ rad}}{\text{rev}}$$

$$Pot = 71,32 \text{ Watt}$$

$$Pot = 71,32 \text{ Watt} * \frac{1 \text{HP}}{745,7}$$

$$Pot = 0,1 \text{ HP}$$

3.1.2.1.5. Cálculo del Momento con Carga

Para el cálculo del momento producido por la carga se toma a consideración de una distribución de carga como se indica en la figura 3.3

$$C_{nominal} = 20kg$$

$$C_{critica} = 30kg$$

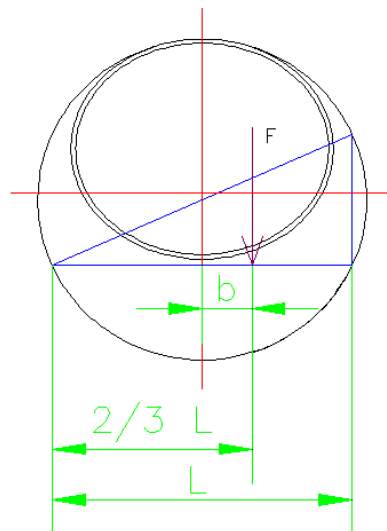


Figura 3.3: Esquema de Distribución de Carga en el Bombo

Fuente: Propia

La carga producida por el producto a recubrir se la puede representar en forma triangular como se muestra en la figura 3.3, debido al movimiento del producto durante el trabajo de la máquina, pero también se puede puntualizar dicha carga debido a que la distribución de fuerzas de este tipo se encuentra puntualizada a (2/3) de la longitud de carga.

La longitud del brazo crítico se encuentra cuando la longitud L iguala al diámetro del bombo de manera que el brazo crítico se obtiene en la siguiente expresión:

$$b_c = \frac{2}{3} * L - \frac{1}{2} * L$$

$$b_c = \frac{1}{6} L \quad \text{Ec. (3.1)}$$

Donde:

L Longitud de carga a diferentes capacidades

b_c Longitud de brazo con carga máxima

El momento producido por la carga se define de la siguiente manera:

$$M_{carga} = C_{crítica} * b_c$$

$$M_{carga} = 30Kg * \frac{1}{6} (0,955) * 9.81 \frac{m}{s^2}$$

$$M_{carga} = 46,85 [Nm]$$

El momento resistivo total que necesita vencer la fuente motriz esta dado por:

$$\Sigma M_x = I_x * \alpha \quad \text{Ec. (3.2)}$$

$$M - M_{carga} = I_x * \alpha$$

$$M = I_x * \alpha + M_{carga}$$

$$M = 19,459 + 46,85$$

$$M = 66,3 [Nm]$$

3.1.2.1.5. Cálculo de la potencia necesaria en el motor

Para el cálculo de la potencia necesaria se toma a consideración el momento máximo resistivo y además se considera la velocidad angular de trabajo.

$$Pot = T * W \quad \text{Ec. (3.3)}$$

$$Pot = 66,3 \text{ N.m} * 35 \text{rpm} * \frac{\text{min}}{60 \text{seg}} * \frac{2\pi \text{ rad}}{\text{rev}}$$

$$Pot = 243 \text{ Watt}$$

$$Pot = 243 \text{ Watt} * \frac{1 \text{HP}}{745,7}$$

$$Pot = 0,325 \text{ HP}$$

Por lo tanto la potencia en el extremo del eje es:

$$Pot = 0,325 \text{ HP}$$

Para el cálculo de la potencia del motor se toma a consideración el sistema de transmisión a utilizar, para el cual se considera una transmisión de potencia por medio de cadenas y catalinas. Donde la potencia requerida para el motor se determina mediante la ecuación Ec. (3.4).

Se tomo a consideración que el elemento motriz es una catalina de 11 dientes, por lo que se tiene los siguientes datos:

$k_1 = 0,52$	Por ser una catalina de 11 dientes normalizado
$k_2 = 1$	Por ser una catalina de cadena simple para transmitir dicha potencia
$k_s = 1$	El trabajo a realizar es sin choques
$n = 1,4$	Factor de seguridad
P	Potencia nominal o potencia en el extremo del eje

Por lo tanto:

$$P_{motor} = \frac{P * n * k_s}{k_1 * k_2} \quad \text{Ec. (3.4)}^6$$

$$P_{motor} = \frac{0,325 * 1,4 * 1}{0,52 * 1}$$

$$P_{motor} = 0,875 \text{ HP} \approx 1 \text{ HP}$$

La potencia requerida es de 0,875 hp pero debido a la disponibilidad en el mercado se escoge un motor eléctrico de 1 hp, al cual se le puede adaptar una caja de reducción que nos entregue una velocidad de salida aproximada de 10 rpm.

El motoreductor debe ser similar a: Motor/brida Siemens 1 Hp 3600 rpm, 3F con un factor de servicio $f_s = 0.9$, y un Reductor/Línea MHL 20/2, 14.30/1, (Ver Anexo C-7)

⁶ SHIGLEY, J. Diseño en Ingeniería Mecánica, 6^{ta} edición, McGraw-Hill, 2002, Pág. 1097

3.1.2.2. Selección de catalinas

Para la selección de las catalinas se considera un motorreductor de 1 hp con una velocidad angular de salida de 100 rpm, además que el factor de servicio del reductor de es $f_s = 0,9$

$$P = P_{motor} * f_s \quad \text{Ec. (3.5)}$$

$$P = 1 \text{ HP} * 0,9$$

$$P = 0,9 \text{ HP}$$

Para seleccionar el sistema de transmisión de movimiento de reducción se escoge el tipo por catalinas y cadenas, en el que se debe tomar a consideración el tipo de piñones a escoger de acuerdo a la potencia a transmitir.

$$P_{tab} = \frac{P * n * k_s}{k_1 * k_2}$$

$$P_{tab} = \frac{0,9 * 1,4 * 1}{0,52 * 1}$$

$$P_{tab} = 2,423 \text{ HP}$$

Donde los factores empleados se los considera de una catalina de 11 dientes con tipo de trabajo sin choques.

3.1.2.2.1. Cálculo de catalinas y cadena.

Se toma a consideración una salida del reductor de 100 rpm y una velocidad de trabajo final de 35 rpm, además que la catalina motriz es de 11 dientes.

$$V_{salida} = 101 \approx 100$$

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{n_2}{n_1} \quad \text{Ec. (3.6)}$$

$$n_2 = \frac{V_1}{V_2} * n_1$$

$$n_2 = \frac{100}{35} * 11$$

$$n_2 = 31,43 \approx 32 \text{ dientes}$$

Por lo que se requiere una catalina dirigido de 32 dientes.

Según la Tabla 3.1⁷ se selecciona la cadena de acuerdo a la potencia admisible para los diferentes pasos de cadena en la cual se escoge una cadena ANSI #80.

$$P_{adm \text{ cadena}} = 2,74 \text{ HP a } 100 \text{ rpm}$$

$$P_{adm \text{ cadena}} > P_{tab} \rightarrow \text{para cadena ANSI\# 80}$$

⁷ OBERG, J. MANUAL UNIVERSAL DE LA TECNICA MECANICA, Editorial Larbor, Barcelona, 1960, Vol I, Pág. 971

Tabla 3.1 Potencia transmisible por cadena de rodillos

Tabla 2 (Continuación). — Potencia transmisible con transmisiones por cadena de rodillos											
Cadena normal de rodillo simple de paso 1 pulgada — Núm. 80											
Número de dientes del engranaje pequeño	Revoluciones por minuto — Engranaje pequeño										
	50	100	150	200	250	300	400	500	600	700	800
Cantidad de caballos C.V.											
11	1.55	2.79	3.87	4.84	5.68	6.41	7.68	8.66
13	1.85	3.40	4.77	5.99	7.10	8.11	9.90	11.30	12.42	13.32
15	2.16	4.00	5.61	7.10	8.45	9.70	11.92	13.75	15.23	16.45	17.50
17	2.46	4.56	6.45	8.18	9.75	11.20	13.75	16.00	17.80	19.41	20.70
19	2.76	5.12	7.29	9.22	11.00	12.60	15.55	18.10	20.30	22.10	23.65
21	3.06	5.68	8.05	10.20	12.20	14.50	17.30	20.10	22.50	24.50	26.36
23	3.35	6.20	8.82	11.15	13.35	15.38	18.90	22.00	24.65	26.85	28.70
25	3.65	6.75	9.55	12.16	14.23	16.58	20.65	23.80	26.60	29.10	31.20
30	4.35	8.05	11.30	14.35	17.23	19.70	24.25	28.00	31.20	34.00	36.20
35	5.05	9.30	13.18	16.65	19.60	22.50	27.50	31.70	35.30	38.10	40.55
40	5.70	10.50	14.75	18.60	22.00	25.15	30.60	35.00	38.70	41.70	44.00
45	6.39	11.75	16.38	20.50	24.33	27.50	33.50	38.20	41.70	44.70	46.70
50	7.00	12.80	17.90	22.30	26.35	29.90	36.00	40.80	44.60	47.20	49.00
Cadena normal de rodillo simple de paso 1 1/2 pulgadas — Núm. 100											
Número de dientes del engranaje pequeño	Revoluciones por minuto — Engranaje pequeño										
	25	50	75	100	125	150	200	300	400	500	600
Cantidad de caballos C.V.											
11	1.57	2.90	4.13	5.22	6.22	7.19	8.88	11.50	13.75
13	1.89	3.56	5.02	6.42	7.70	8.92	11.00	14.75	17.60	19.80
15	2.21	4.14	5.90	7.55	9.09	10.60	13.25	17.70	21.60	24.33	26.50
17	2.51	4.72	6.75	8.65	10.42	12.16	15.22	20.50	25.34	28.50	31.10
19	2.81	5.30	7.60	9.72	11.72	13.75	17.23	23.31	28.60	32.50	35.70
21	3.11	5.85	8.25	10.80	13.03	15.20	19.00	25.70	31.65	36.20	39.60
23	3.42	6.41	9.18	11.80	14.35	16.60	20.80	28.38	34.47	39.54	43.60
25	3.70	6.98	10.00	12.84	15.44	18.00	22.60	30.60	37.20	43.10	46.80
30	4.42	8.30	11.95	15.25	18.40	21.30	26.70	36.10	43.70	49.95	55.00
35	5.12	9.60	13.75	17.60	21.15	24.50	30.60	41.20	49.67	56.00	61.20
40	5.81	10.92	15.60	19.81	23.80	27.50	34.40	44.85	54.90	61.84	67.00
45	6.52	12.16	17.30	22.00	26.40	30.50	37.70	49.95	59.20	66.50	71.30
50	7.30	13.37	19.00	24.20	29.00	33.45	41.20	54.10	63.87	71.10	75.10
Cadena normal de rodillo simple de paso 1 1/2 pulgadas — Núm. 120											
Número de dientes del engranaje pequeño	Revoluciones por minuto — Engranaje pequeño										
	25	50	75	100	125	150	175	200	250	300	400
Cantidad de caballos C.V.											
11	2.66	4.90	6.91	8.71	10.30	11.70	13.22	14.42	16.70	18.40
13	3.20	5.95	8.45	10.70	12.85	14.80	16.60	18.30	21.29	23.80	28.00
15	3.75	7.02	9.94	12.62	15.20	17.50	19.82	21.78	25.55	28.90	34.30
17	4.27	8.00	11.41	14.53	17.50	20.00	22.80	25.80	29.50	33.50	40.20
19	4.78	9.00	12.83	16.40	19.75	22.75	25.70	28.40	33.50	38.00	45.70
21	5.30	9.95	14.19	18.10	21.18	25.15	28.50	31.50	37.20	42.20	50.69
23	5.80	10.90	15.56	19.81	23.80	27.50	31.12	34.60	40.70	46.20	55.30
25	6.31	11.80	16.90	21.50	25.85	30.00	33.80	37.50	44.15	50.00	60.20
30	7.54	14.40	20.00	25.50	30.70	35.60	40.10	44.30	52.00	58.85	70.15
35	8.74	16.25	23.00	29.40	35.30	40.70	45.70	51.50	59.00	67.00	79.20
40	9.91	18.40	26.10	33.20	39.60	45.60	51.20	56.77	66.15	74.20	87.10
45	11.00	20.60	29.00	36.70	43.70	50.20	56.20	62.20	72.30	80.80	94.10
50	12.20	22.50	31.80	40.20	47.90	55.00	61.20	67.25	78.00	86.90	102.00

Fuente: Manual Universal de la Técnica Mecánica

Se escoge catalina 80B11-r () y catalina 80B32 (), (Ver Anexo C-6)

3.1.2.2.2. Cálculo de longitud de cadena

La longitud de una cadena se determina en función del número de pasos. Es preferible tener un número par de estos, pues de otro modo sería necesario un eslabón de compensación. La longitud aproximada puede obtenerse por la siguiente ecuación:

$$L = \frac{P}{2} + \frac{C}{2} + \frac{C^2}{8L} \quad \text{Ec. (3.7)}^8$$

(Ver Tabla 3-2)⁹

Tabla 3.2: Dimensión de cadenas estándares a rodillos americanas.

Número de cadena ANSI	Resistencia mínima a la tensión,		Peso promedio, lb/ft (N/m)	Diámetro del rodillo, pulg (mm)	Espaciamento de hilos múltiples, pulg (mm)
	Paso, pulg (mm)	Ancho, pulg (mm)			
25	0.250 (6.35)	0.125 (3.18)	780 (3 470)	0.09 (1.31)	0.252 (6.40)
35	0.375 (9.52)	0.188 (4.76)	1 760 (7 830)	0.21 (3.06)	0.399 (10.13)
41	0.500 (12.70)	0.25 (6.35)	1 500 (6 670)	0.25 (3.65)	— (7.77)
40	0.500 (12.70)	0.312 (7.94)	3 130 (13 920)	0.42 (6.13)	0.566 (14.38)
50	0.625 (15.88)	0.375 (9.52)	4 880 (21 700)	0.69 (10.1)	0.713 (18.11)
60	0.750 (19.05)	0.500 (12.7)	7 030 (31 300)	1.00 (14.6)	0.897 (22.78)
80	1.000 (25.40)	0.625 (15.88)	12 500 (55 600)	1.71 (25.0)	1.153 (29.29)
100	1.250 (31.75)	0.750 (19.05)	19 500 (86 700)	2.58 (37.7)	1.409 (35.76)
120	1.500 (38.10)	1.000 (25.40)	28 000 (124 500)	3.87 (56.5)	1.789 (45.44)
140	1.750 (44.45)	1.000 (25.40)	38 000 (169 000)	4.95 (72.2)	1.924 (48.87)
160	2.000 (50.80)	1.250 (31.75)	50 000 (222 000)	6.61 (96.5)	2.305 (58.55)
180	2.250 (57.15)	1.406 (35.71)	63 000 (280 000)	9.06 (132.2)	2.592 (65.84)
200	2.500 (63.50)	1.500 (38.10)	78 000 (347 000)	10.96 (159.9)	2.817 (71.55)
240	3.00 (76.70)	1.875 (47.63)	112 000 (498 000)	16.4 (239)	3.458 (87.83)

Fuente: Copilado de Norma ANSI

⁸ SHIGLEY, J. Diseño en Ingeniería Mecánica, 6^{ta} edición, McGraw-Hill, 2002, Pág. 1093

⁹ SHIGLEY, J. Diseño en Ingeniería Mecánica, 6^{ta} edición, McGraw-Hill, 2002, Pág. 1090

$$\frac{L}{P} = \frac{2 * 400}{25,4} + \frac{11 + 32}{2} + \frac{(32 - 11)^2}{4 * \pi^2 * \frac{400}{25,4}}$$

$$\frac{L}{P} = 53,71 \approx 54 \text{ pasos de la cadena}$$

$$L = 54 * 25,4 \text{ mm}$$

$$L = 1371,6 \text{ mm}$$

La longitud de la cadena se encuentra relacionada principalmente por la distancia entre centros, en la cual se refleja la disponibilidad física en la máquina para acoplar adecuadamente los mecanismos, requiriendo 54 pasos de una cadena de paso 80.

3.1.2.3. Diseño del eje motriz.

Para transmitir el movimiento del bombo es necesario un eje de transmisión, el cual debe estar dimensionado conforme a las necesidades de su aplicación.

Debido a que la transmisión es por medio de catalinas y cadenas se tiene que analizar las reacciones producidas por dicho mecanismo.

3.1.2.3.1. Cálculo del torque a la salida del motor y la fuerza en el catalina.

Para obtener la fuerza resultante por el uso de catalinas se tiene que considerar el torque entregado por el motor así como también su diámetro.

$$P = \tau * W$$

Ec. (3.8)

$$\tau = \frac{P}{W}$$

$$\tau = \frac{0,9HP}{100 \text{ rpm}} * 745 \frac{W}{1HP} * \frac{1rev}{2\pi} * \frac{60seg}{1 \text{ min}}$$

$$\tau = 64,1 \text{ N.m}$$

$$F_{cc} = \frac{\tau}{\phi_{cc}/2} \quad \text{Ec. (3.9)}$$

$$F_{cc} = \frac{64,1}{0,1016/2}$$

$$F_{cc} = 1261,58 \text{ N}$$

Donde

τ Torque entregado por el motor

F_{cc} Fuerza producto de la cadena

ϕ_{cc} Diámetro de la catalina.

3.1.2.3.2. Cálculo fuerzas y momentos resultantes en el eje

Para el análisis de las fuerzas y momentos a las que está sometido el eje se tiene que considerar las fuerzas productos del peso del bombo, de la carga, del uso de la cadena y las reacciones.

Para facilitar el análisis se realiza un traslado de fuerzas como se indica en la figura 3.4.

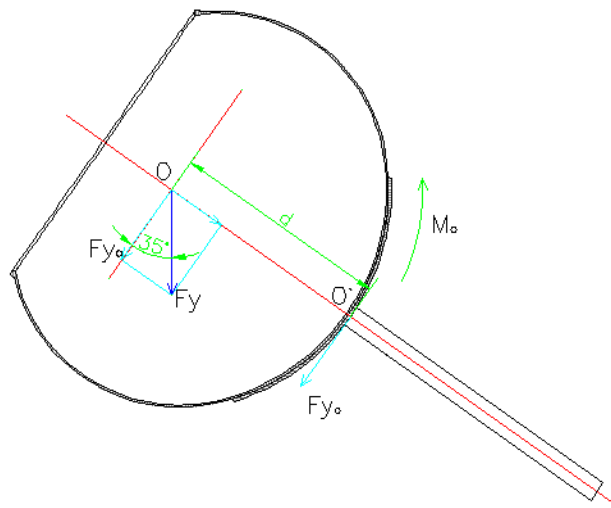


Figura 3.4: Esquema de traslado de fuerza producto del bombo

Fuente: Propia

Cálculo de cargas soportadas por el eje, productos del tambor, utilizando el programa SolidWorks se calcula el peso del bombo, (ver figura 3.2).

$$P_{bombo} = 107,8 \text{ Kg}$$

$$P_{carga} = 30 \text{ Kg}$$

$$P_{bombo} = 107,8 \text{ Kg}$$

Como se indica en la figura 3.4 se traslada la fuerza F_y producto del peso del tambor y la carga, obteniéndose en el extremo del eje la componente de la fuerza F_{yo} y un momento M_o .

$$d_o = 305,5 \text{ mm}$$

$$F_o = (107,8 + 30) \text{ kg} * 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$F_o = 1351,82 \text{ N}$$

Para el análisis del eje se toma en consideración un sistema de coordenadas paralela al eje de manera que la fuerza crítica actuante producto del bombo y la carga es F_{y_0} .

$$F_{y_0} = F_o * \text{Cos } 35^\circ$$

$$F_{y_0} = 1351,82 * \text{Cos } 35^\circ$$

$$F_{y_0} = 1107,34 \text{ [N]}$$

$$M_o = F_{y_0} * d_o \quad \text{Ec. (3.9)}$$

$$M_o = 1107,34 * 0,3055$$

$$M_o = 338,29 \text{ [N.m]}$$

En la Figura 3.5 se presenta el diagrama de cuerpo libre para el análisis de las fuerzas en el eje para analizar las reacciones en los soportes producidas por fuerzas externas.

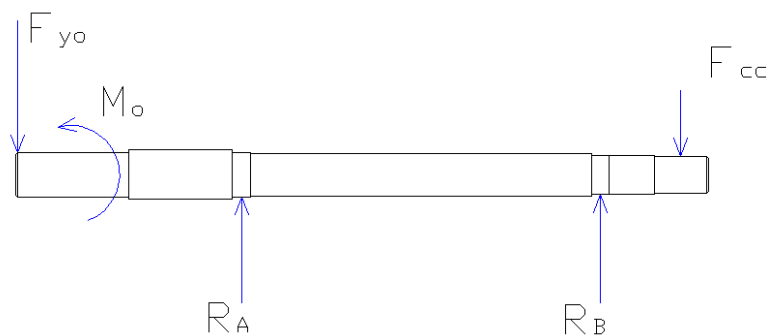


Figura 3.5: Diagrama de Cuerpo Libre del Eje

Fuente: Propia

Calculo de las reacciones resultantes por medio de la sumatoria de momentos y de la sumatoria de fuerzas.

$$\Sigma M_o = 0$$

$$M_o + 233,7 R_A + (370 + 233,7)R_B - (710 - 25,4)F_{cc} = 0$$

$$0,2337 R_A + 0,6037R_B - 525,38 = 0$$

$$\Sigma F_y = 0$$

$$R_A + R_B + F_{cc} + Fy_o = 0$$

$$R_A + R_B = 2368,92[N]$$

Donde las reacciones resultantes son.

$$R_A = 2445,24 [N]$$

$$R_B = -75,32 [N]$$

Con estos datos se obtiene el diagrama de momento flector del eje, tal como se indica en la figura 3.6.

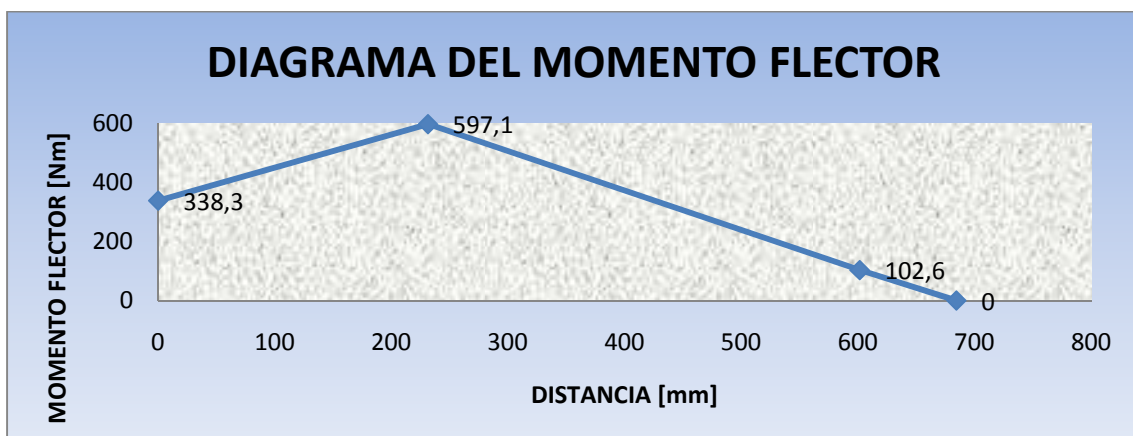


Figura 3.6: Diagrama de Momento Flector

Fuente: Propia

3.1.2.3.2. Cálculo del diámetro del eje.

Para el análisis del cálculo del diámetro del eje se toma a consideración un acero de transmisión AISI 1018 donde se obtiene:

$$S_{ut} = 400 \text{ [MPa]} \text{ o } 58 \text{ [kpsi]}$$

$$S_y = 220 \text{ [Mpa]} \text{ o } 32 \text{ [kpsi]}$$

Se toma a consideración un criterio de falla según Goodman con energía de distorsión máxima, en el cual el desarrollo de la relación con el diámetro se encuentra dado de la siguiente manera:

$$\phi = \frac{32n}{\pi} \left[\sqrt{\left(k_f * \frac{M_a}{S_e}\right)^2 + \frac{3}{4} \left(k_{fs} * \frac{T_a}{S_e}\right)^2} + \sqrt{\left(\frac{M_m}{S_{ut}}\right)^2 + \left(\frac{T_m}{S_{ut}}\right)^2} \right]^{1/3} \quad \text{Ec. (3.10)}^{10}$$

Donde:

ϕ Diámetro menor del eje.

n Factor de seguridad.

k_f Factor de concentrador de esfuerzos con sensibilidad a la muesca en condiciones estáticas.

k_{fs} Factor de concentrador de esfuerzos con sensibilidad a la muesca en condiciones dinámicas.

M_a Momento flector amplitud

M_m Momento flector medio

¹⁰ Desarrollo elaborado por los autores.

- T_a Momento torsor amplitud
- T_m Momento torsor medio
- S_e Límite de resistencia a la fatiga
- S_{ut} Límite de resistencia ultima a la tensión

Para obtener el límite de la resistencia a la fatiga se tiene que considerar varios factores como se indica en la siguiente expresión:

$$S_e = 0,506 S_e' k_a k_b k_c k_d k_e \quad \text{Ec. (3.11)}^{11}$$

Donde:

- S_e' Límite de resistencia ultima a la tensión.
- k_a Factor de modificación de la condición superficial.
- k_b Factor de modificación de el tamaño del elemento.
- k_c Factor de modificación del tipo de cargas aplicadas.
- k_d Factor de modificación de las temperaturas de trabajo.
- k_e Factor que considera efectos varios.

Para el cálculo del factor que considera el acabado superficial k_a se toma a consideración la siguiente ecuación:

$$k_a = a * S_{ut}^b \quad \text{Ec. (3.12)}^{12}$$

¹¹ SHIGLEY, J. Diseño en Ingeniería Mecánica, 6^{ta} edición, McGraw-Hill, 2002, Pág. 375

Donde:

$$\begin{aligned} \text{Maquinado} \quad a &= 4,45 \\ b &= -0,265 \end{aligned} \quad (\text{Ver Anexo A-1})$$

$$k_a = 4,45 * S_{ut}^{-0,265}$$

$$k_a = 4,45 * 400^{-0,265}$$

$$k_a = 0,91$$

Para el cálculo del factor que considera el tamaño del elemento k_b se toma a consideración la siguiente ecuación:

$$k_b = \left(\frac{\phi}{7,62}\right)^{-0,107} \quad \text{Ec. (3.13)}^{13}$$

Es necesario asumir un diámetro para el eje, para el cual en este caso se toma a consideración un diámetro de 50mm , con lo que se obtiene:

$$k_b = 0,815$$

Se tiene que considerar las cargas a las que va a estar sometido el eje, de forma que se considera el factor de carga por medio de la ecuación. Ec.(3.14).

$$k_c = \alpha S_{ut}^{\beta} \quad \text{Ec.(3.14)}^{14}$$

¹² SHIGLEY, J. Diseño en Ingeniería Mecánica, 6^{ta} edición, McGraw-Hill, 2002, Pág. 375

¹³ SHIGLEY, J. Diseño en ingeniería mecánica, 6^{ta} edición, McGraw-Hill, 2002, Pág. 375

$$\alpha = 0,258$$

$$\beta = 0,125$$

(Ver Anexo A-1)

Debido a que el eje se encuentra sometido a cargas de torsión se tiene el siguiente factor de modificación de la carga.

$$k_c = 0,546$$

Debido a que el eje se encuentra a una temperatura de trabajo ambiente el cual se considera en un promedio de 20 °C, de manera que se tiene el siguiente factor de modificación de temperatura.

$$k_d = 1$$

Este factor de modificación de factores varios se lo considera igual a la unidad debido a que ya se la está considerando en la ecuación (3.10)

Con todos los factores ya considerados se procede al cálculo del límite de la resistencia a la fatiga:

$$S_e = 0,506 S_e k_a k_b k_c k_d k_e$$

$$S_e = 0,506 * 400 * 0,91 * 0,815 * 0,546 * 1$$

$$S_e = 81,96 \text{ MPa}$$

¹⁴ SHIGLEY, J. Diseño en ingeniería mecánica, 6^{ta} edición, McGraw-Hill, 2002, Pág. 383

Esta resistencia que tiene el material se la considera para un trabajo a fatiga y una vida infinita de trabajo.

Se procede al cálculo del concentrador de esfuerzos con sensibilidad a la muesca tanto para condiciones estáticas como para condiciones dinámicas.

Cálculo de \bar{S}_{ut} condiciones estáticas.

$$\bar{S}_{ut} = \frac{S_{ut}}{k_t} \quad \text{Ec.(3.15)}^{15}$$

$$k_t = \frac{1}{1 - \frac{1}{\bar{S}_{ut}}} \quad \text{Ec.(3.16)}$$

Donde:

k_t Es un factor teórico de concentrador de esfuerzos

\bar{S}_{ut} Es una función de la resistencia última a la tensión media S_{ut}

En la tabla 3.3 se representa los valores de \bar{S}_{ut} para los aceros.

Tabla 3.3: Parámetros de Heywood para \bar{S}_{ut}

Característica	\bar{S}_{ut}		C_{kf}
	kpsi	Mpa	
Agujero transversal	$5/\bar{S}_{ut}$	$174/\bar{S}_{ut}$	0.10
Hombro	$4/\bar{S}_{ut}$	$139/\bar{S}_{ut}$	0.11
Ranura	$3/\bar{S}_{ut}$	$104/\bar{S}_{ut}$	0.15

Fuente: Shigley Joseph, Diseño en ingeniería mecánica

¹⁵ SHIGLEY, J. Diseño en Ingeniería Mecánica, 6^{ta} edición, McGraw-Hill, 2002, Pág. 389

En el presente caso se requiere considerar que el concentrador de esfuerzo es de tipo hombro y se está trabajando con el sistema internacional de unidades, de manera que se tiene el siguiente valor:

$$\sqrt{a} = 0,3475$$

Para el cálculo del factor k_t se considera los siguientes datos:

$$D = 49,5 \quad \text{Diámetro mayor}$$

$$d = 45 \quad \text{Diámetro menor}$$

$$r = 2,25 \quad \text{Radio de acuerdo}$$

De manera que se tiene las siguientes relaciones:

$$\frac{D}{d} = 1,10$$

$$\frac{r}{d} = 0,05$$

Según la figura del Anexo¹⁶ A-1 se tiene como resultado que el factor k_t es el siguiente:

$$k_t = 1,897$$

¹⁶ SHIGLEY, J. Diseño en Ingeniería Mecánica, 6^{ta} edición, McGraw-Hill, 2002, Pág. 1205

Obtenido los datos previos se tiene:

$$k_f = \frac{1,897}{1 + \frac{2}{\sqrt{2,25}} * \frac{1,897 - 1}{1,897} * 0,3475}$$

$$k_f = 1,556$$

Cálculo de k_{fs} , condiciones dinámicas.

$$k_{fs} = \frac{k_{ts}}{1 + \frac{2}{\sqrt{r}} * \frac{k_{ts} - 1}{k_{ts}} * \sqrt{a}}$$

De la misma manera se tiene las siguientes relaciones:

$$\frac{D}{d} = 1,10$$

$$\frac{r}{d} = 0,05$$

Según la figura del Anexo¹⁷ A-1 se tiene como resultado que el factor k_{ts} es el siguiente:

$$k_{ts} = 1,445$$

¹⁷ SHIGLEY, J. Diseño en Ingeniería Mecánica, 6^{ta} edición, McGraw-Hill, 2002, Pág. 1204

Obtenido los datos previos se tiene:

$$k_{fs} = \frac{1,445}{1 + \frac{2}{\sqrt{2.25}} * \frac{1,445 - 1}{1,445} * 0,3475}$$

$$k_{fs} = 1,265$$

Una vez considerado todos los factores que influyen en la resistencia límite a la fatiga se considera un factor de seguridad para asegurar el correcto funcionamiento y garantizar que el elemento no falle, tomando un factor de seguridad:

$$n=1,7$$

Remplazando todos los factores en la ecuación (3.10) se tiene lo siguiente

$$\phi = \frac{32 * 1,7}{\pi} \left[\sqrt{\left(1,556 * \frac{597,1}{81,96}\right)^2 + \frac{3}{4} \left(1,265 * \frac{66,3}{81,96}\right)^2} \right]^{1/3}$$

$$\phi = 37,36 \approx 38 \text{ mm}$$

Donde se diseña un eje motriz de diámetro mínimo de 38 mm para garantizar que el elemento no falle.

3.1.2.4. Selección de rodamientos.¹⁸

Para la selección de los rodamientos se calcula las fuerzas a las que se someterán, con ayuda de las fuerzas externas que intervienen en el eje.

Se calcula las fuerzas axiales que actúan sobre rodamiento.

$$F_A = F_o * \text{sen}35^\circ$$

$$F_A = 1351,82 * \text{sen}35^\circ$$

$$F_A = 775,37 [N]$$

El valor de la fuerza radial sobre el rodamiento es producto del eje, de manera que su magnitud es igual a la reacción en el eje.

$$f_r = R_A = 2445,24 [N]$$

Se escoge rodamientos de la serie 62N según la norma DIN 625, los cuales son rodamientos rígidos de bolas. Para el cual se realiza el análisis en sollicitaciones estáticas, en donde se tiene:

$$\frac{F_A}{f_r} = \frac{775,37}{2445,24} \quad \text{Ec.(3.17)}$$

$$\frac{F_A}{f_r} = 0,317$$

$$\frac{F_A}{f_r} \leq 0,8$$

¹⁸ Rodamientos de Bolas Y Rodillos FAG, Catalogo 41250 SA.

Por lo tanto:

$$P_o = f_r$$

$$P_o = 2445,24[N]$$

$$P_o = 249,26 \text{ Kg}$$

Donde:

$$^{19}C_o = 1830 \text{ kg}$$

Por lo que se tiene:

$$f_s = \frac{C_o}{P_o} \quad \text{Ec.(3.18)}$$

$$f_s = \frac{1830 \text{ kg}}{249,26 \text{ kg}}$$

$$f_s = 7,3$$

Se requiere realizar es análisis de los rodamientos en sollicitaciones dinámicas.

$$\frac{F_A}{C_o} = \frac{775,37}{1180}$$

$$\frac{F_A}{C_o} = 0,657$$

¹⁹ Rodamientos de Bolas Y Rodillos FAG, Catalogo 41250 SA, Pág. 16

Para relaciones de

$$\frac{F_A}{C_0} > 0,5$$

Se considera $e=0.44$

$$\frac{F_A}{f_r} \leq 0,4 \Rightarrow P = f_r$$

Entonces

$$C = 2550$$

De manera que f_s para condiciones dinámicas.

$$f_s = \frac{C}{P}$$

$$f_s = \frac{2250}{249,26}$$

$$f_s = 10,23$$

Por lo tanto se escoge el rodamiento según el catálogo FAG el 6209n y el rodamiento FAG 6208 con sus respectivas chumaceras, con los que se obtiene un $f_s > 1$ obteniéndose un rodamiento sobredimensionado, pero se los selecciona por el diámetro del eje, por lo cual se justifica el diseño.

3.1.2.5. Selección de las chumaceras²⁰.

Las chumaceras que corresponden a los rodamientos seleccionados son:

Soportes FAG para piso serie SN2 DIN 738 SN208

Soportes FAG para piso serie SN209.

3.1.2.6. Diseño de los pernos.

Para dimensionar los pernos se toma como referencia ilustrativa aquellos que sujetan las bridas que sirven de conexión del sistema motriz (eje) con el bombo recubridor.

Los pernos que se analizan están soportando un esfuerzo cortante producido por el peso del bombo con el producto a recubrir y las bridas que funcionan como soporte, en la figura 3.7 está indicado el diagrama de cuerpo libre del perno.

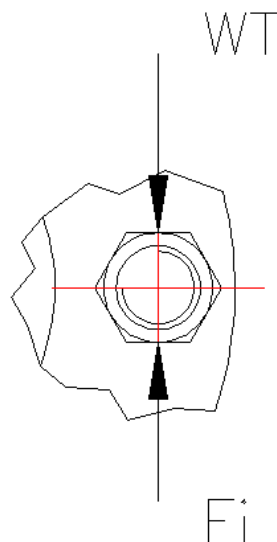


Figura 3.7: Diagrama de cuerpo libre del Perno.

Fuente: Propia

²⁰ Rodamientos de Bolas Y Rodillos FAG, Catalogo 41250 SA.

La carga que soportan los pernos es:

$$W_t = W_B + W_C + W_{Br} \quad \text{Ec.(3.19)}$$

Donde:

W_t : Carga total sobre los pernos, [Kg].

W_B : Peso del bombo.

W_C : Peso de la carga a recubrir

W_{Br} : Peso de la brida de soporte.

Para la selección de los pernos se toma a consideración las condiciones críticas las cuales son:

$$W_B = 107,8 \text{ [kg]}$$

$$W_{Cmax} = 30 \text{ [kg]}$$

$$W_{Br} = 8,28 \text{ [kg]}$$

Para de obtención de las respectivas masas tanto del bombo como de la brida se las consigue por medio del programa de diseño SolidWorks, tomando en cuenta los respectivos materiales de construcción.

Entonces W_t es igual a:

$$W_t = 146,08 \text{ [Kg]}$$

Para este tipo de junta se selecciona un perno M16 x 40mm de grado 1 el mismo que debe soportar la carga asignada. Entonces las propiedades son las siguientes:

S_p : Resistencia a la prueba, 33[Kpsi]

S_{UT} : Resistencia a la Tensión, 60[Kpsi]

S_y : Resistencia a la fluencia, 36 [Kpsi]

d_p : Diámetro nominal del perno, 16 [mm.]

A_t : Área del diámetro menor del perno, 144 [mm.²]

Asumiendo que son 6 pernos los que van a soportar la carga, entonces la fuerza para cada perno es:

$$F_i = \frac{Wt}{6}$$

$$F_i = \frac{146,08 [kg]}{6}$$

$$F_i = 24,5 [Kg]$$

Para la falla por cortante puro en el perno, su esfuerzo esta dado por:

$$\tau_r = \frac{F_i}{A_t} \quad \text{Ec. (3.20)}$$

$$\tau_r = \frac{24,5 [kg]}{144 [mm^2]}$$

$$\tau_r = 0,17 \left[\frac{Kg}{mm^2} \right] = 0,238 [Kpsi]$$

El factor de seguridad es:

$$n = \frac{S_{sy}}{\tau} \quad \text{Ec. (3.21)}$$

Donde S_{sy} es la resistencia de fluencia al cortante $0.5 S_y$.

$$n = \frac{0,5 S_y}{\tau}$$

$$n = \frac{0,5 \cdot 33 [kpsi]}{0,238 [kpsi]}$$

$$n = 68.75$$

Por lo tanto se observa el perno soporta los esfuerzos a ser sometido y el factor de seguridad nos indica que el perno se encuentra sobredimensionado con el cual se asegura que este no va a fallar.

3.1.3. SISTEMA BASTIDOR DE LA MÁQUINA RECUBRIDORA POLIFUNCIONAL

3.1.3.1. Dimensionamiento de la estructura

Se considera que en estas vigas descansa el bombo con su carga máxima (30 kg) de materia prima a recubrir, los sistemas de transmisión y el motor. Partiendo de la masa de todos los elementos costal se dimensiona las vigas como son sección, longitud, perfil.

La inclinación de dichos elementos de soporte se ha considerado con un ángulo de 35° debido a que en dicha inclinación el rozamiento entre núcleos es el adecuado para lograr un recubrimiento uniforme con un adecuado acabado superficial.

Para empezar con los cálculos de la estructura se asume una carga distribuida a lo largo de cuatro vigas de apoyo, las cuales presentan cuatro apoyos para dar robustez al diseño de las estructura.

Peso de los componentes:

$$W_{co} = 123,72 [kg]$$

Peso de la carga máxima:

$$W_c = 30 [kg]$$

$$W_t = W_{co} + W_c$$

$$W_t = 30 + 123,72$$

$$W_t = 153,72 [kg]$$

$$q = W_t \cdot g$$

$$q = 153,72 [kg] \cdot 9,8 [m/s^2]$$

$$q = 1506,45 [N]$$

Para el cálculo de la estructura se toma a consideración una distribución uniforme de todo el peso a lo largo de cuatro vigas angulares 2 de 360 mm y 2 de 610 mm, para la cual los estudios de la carga crítica se aplicarán en la viga de mayor longitud.

Cálculo de la carga aplicada:

$$q_t = q \cdot \cos(35^\circ)$$

$$q_a = q \cdot \sin(35^\circ)$$

Donde:

q_t es la carga perpendicular aplicada a las vigas soporte.

q_a es la carga paralela aplicada a las vigas soporte.

$$q_t = 1506,45 \cdot \cos(35^\circ) = 1234,02 [N]$$

$$q_a = 1506,45 \cdot \sin(35^\circ) = 864,07 [N]$$

Cálculo de la distribución de la carga.

$$q'' = \frac{1234,02}{2 \cdot 0,360 + 2 \cdot 0,610}$$

$$q'' = 636,093 [N/m]$$

La carga crítica se encuentra en la viga de mayor tamaño por lo que nos concentramos en dicho elemento.

$$q_c = 636,093 [N/m] \cdot 0,61 [m]$$

$$q_c = 388,02 [N]$$

La carga se la considera que se distribuye uniformemente a lo largo de la viga como se indica en el diagrama de cuerpo libre de la viga en la figura 3.8.

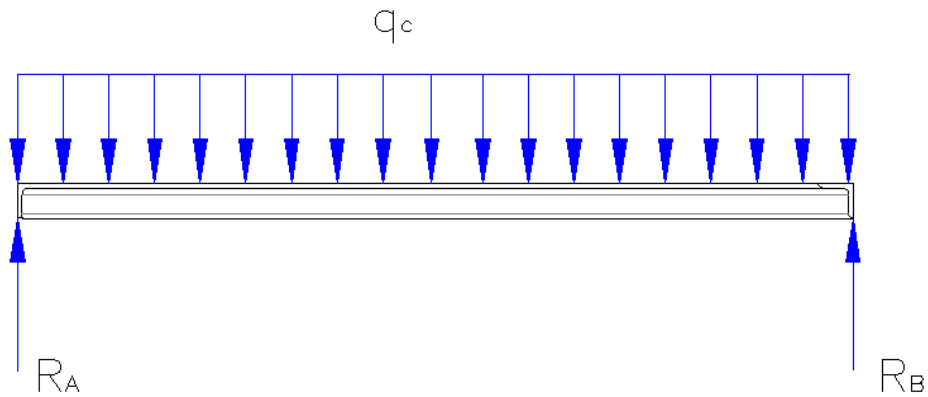


Figura 3.8: Diagrama de Cuerpo Libre de la Viga

Fuente: Propia

Calculo de las reacciones resultantes por medio de la sumatoria de momentos y de la sumatoria de fuerzas

$$\Sigma F_y = 0$$

$$R_A + R_B = q \cdot l$$

$$R_A + R_B = 388,02[N]$$

Si:

$$R_A = R_B$$

Entonces

$$R_A = 194,01 [N]$$

$$R_B = 194,01 [N]$$

A continuación se representa la distribución de las fuerzas (Figura 3.9) y de momentos flectores (Figura 3.10) a lo largo de la viga.



Figura 3.9: Diagrama de Fuerzas en la Viga.

Fuente: Propia

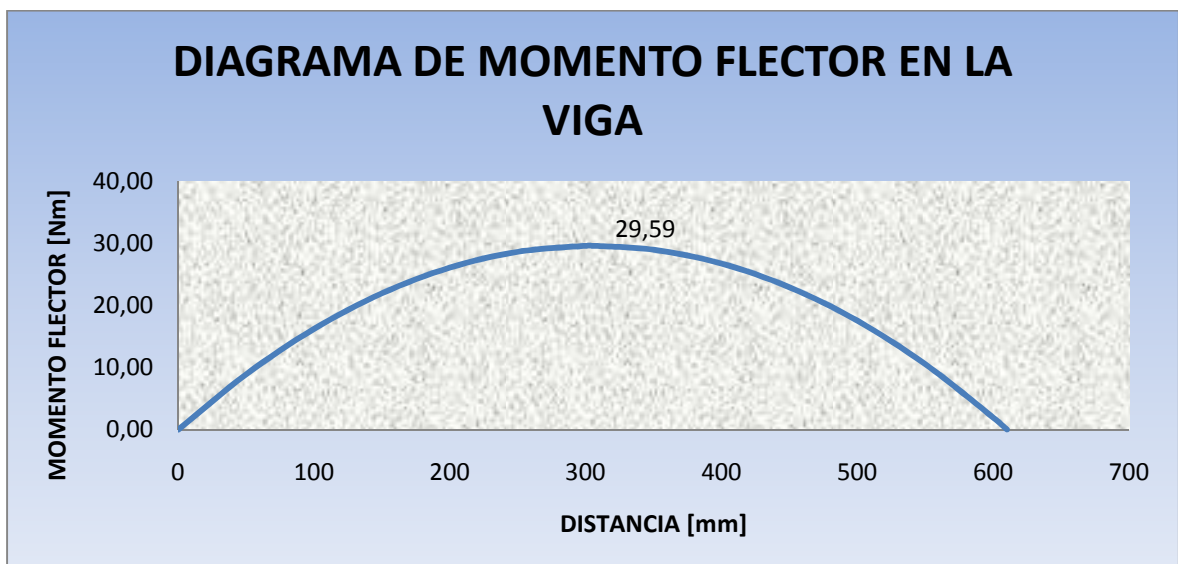


Figura 3.10: Diagrama de Momento Flector en la viga.

Fuente: Propia.

El momento máximo se encuentra localizado en una longitud igual a L/2:

$$M_{max} = 29,59 [Nm]$$

Para el cálculo de la estructura se considera como material el acero AISI 1020 donde:

$$S_y = 390 \text{ Mpa}$$

$$n = \frac{S_y}{\sigma} \quad \text{Ec. (3.22)}$$

$$\sigma = \frac{S_y}{n} \quad \text{Ec. (3.23)}$$

Donde:

σ Esfuerzo máximo de carga

S_y Resistencia a la fluencia

n Factor de seguridad

Se considera un factor de seguridad 3,71 por recomendaciones en experiencias profesionales

$$\sigma = \frac{390 [MPa]}{3.71}$$

$$\sigma = 105,12 [Mpa]$$

Se obtiene

$$\sigma = M \frac{c}{I} \quad \text{Ec. (3.24)}$$

$$w = \frac{I}{c} \quad \text{Ec. (3.25)}$$

$$\sigma = \frac{M}{W} \quad \text{Ec. (3.26)}$$

$$W = \frac{M}{\sigma} \quad \text{Ec. (3.27)}$$

Donde

M Momento flector

I Momento de inercia

C Distancia al eje neutro

$$W = \frac{29,59 [Nm]}{105,12 MPa}$$

$$W = 0,28 [cm^3]$$

Se obtiene un w de 0,28 por lo que se escoge un perfil angular de 25x25x3mm el cual nos provee de un w= 0,32 con el que nos satisface las necesidades requeridas

3.1.4. BOMBO ESFÉRICO POLIFUNCIONAL

3.1.4.1. Diseño del bombo esférico polifuncional.

Para el diseño bombo se toma a consideración los parámetros previos dados por el cliente en especial la capacidad de carga y la disponibilidad de espacio físico.

El bombo es esférico debido a que se requiere que su trabajo sea polifuncional, de tal manera que se adapten con facilidad los diferentes productos a recubrir

produciéndose entre ellos un movimiento adecuado de rozamiento para garantizar que su recubrimiento sea uniforme

Debido a que el bombo va estar en contacto directo con productos de consumo humano se escoge el acero inoxidable 304 con un espesor de 4mm.

3.1.4.2. Desarrollo del bombo.

Se debe desarrollar el método de construcción del bombo debido a que es de forma esférica hueca.

El método de construcción más adecuado es el que consiste en conformar el bombo dividiéndolo en diferentes secciones de manera que se pueda realizarlas individualmente para proceder a ensamblarlas mediante procesos de soldadura, y obtener un único conjunto esférico.

3.1.4.3. Perfil del bombo

Para la construcción del bombo se escogió un perfil esférico de 960mm de diámetro en el centro y una boca de alimentación de 700mm con el fin de mayor facilidad para la carga y descarga del producto a recubrir, dividiéndolo en 6 secciones como se indica en la Figura 3.11.

Se realiza los diferentes despieces del bombo para determinando las dimensiones de cada pieza que conforma el bombo esférico como se indica en la Figura 3.11.

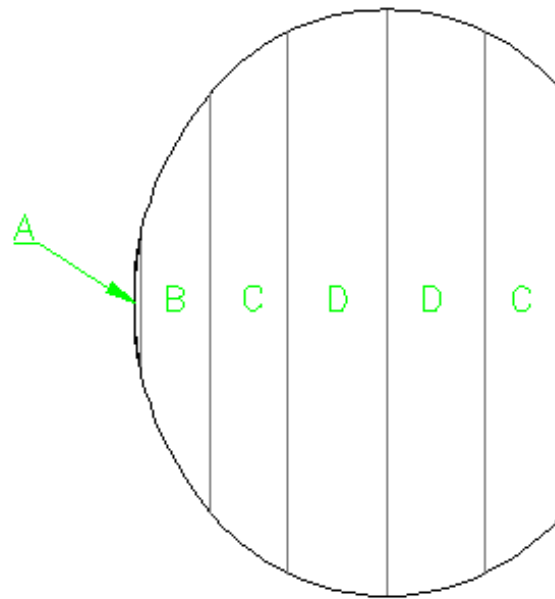


Figura 3.11: Perfil del Bombo Esférico

Fuente: Propia.

Se tiene como base una elipse que se acopla a las dimensiones del bombo con sus ejes centrales, obteniéndose su centro del cual se dibuja una línea que corta los puntos de intersección de las diferentes secciones con el perfil de la elipse.

Desarrollo Pieza A y B

Los ángulos indicados en la Figura 3.12 se los obtienen de acuerdo a la forma del perfil de la elipse de manera que se obtiene las dimensiones adecuadas del bombo tanto de la parte central como de la boca de alimentación.

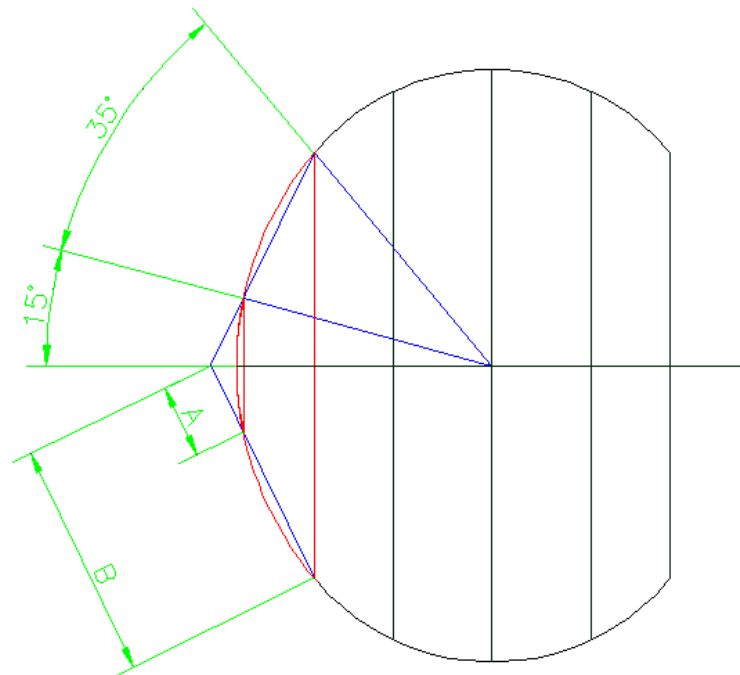


Figura 3.12: Desarrollo Secciones A y B.

Fuente: Propia.

Donde:

A=120 mm

B= 383 mm

En la Figura 3.13 y en la 3.14 se muestra el desarrollo de la pieza C y la pieza D respectivamente.

Desarrollo Pieza C

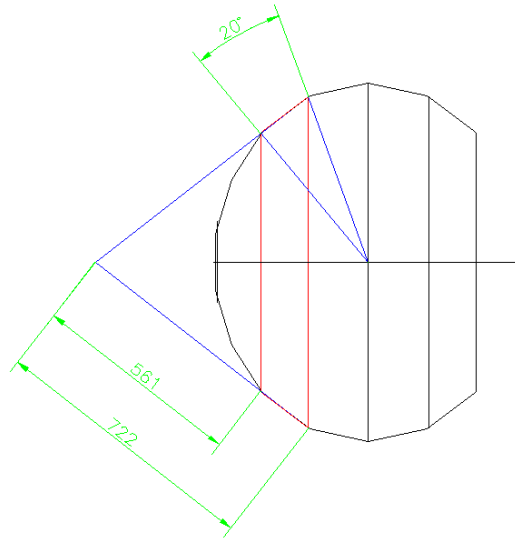


Figura 3.13: Desarrollo de Sección C
Fuente: Propia.

Desarrollo D

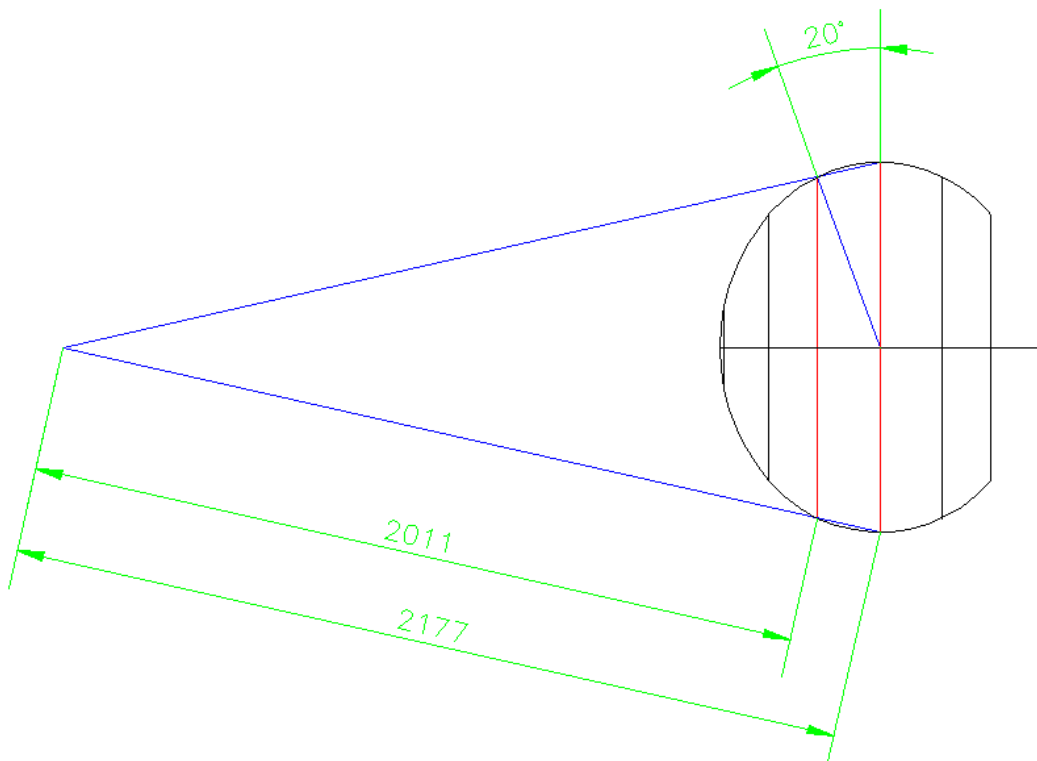


Figura 3.14: Desarrollo de Sección D
Fuente: Propia.

3.1.4.4. Dimensionamiento de la lengüeta cuadrada.

De manera general las lengüetas son utilizadas para fijar elementos que transmiten un momento de torsión e impedir el movimiento axial relativo de las piezas.

La resistencia de la lengüeta se ha considerado que falla ya sea por cortante o por compresión.

De acuerdo a la figura 3.15 la fuerza f en la superficie del eje es:

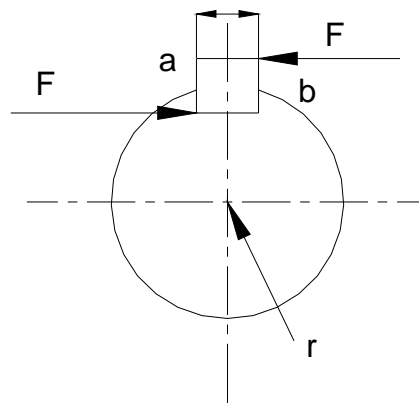


Figura 3.15: Diagrama de cuerpo libre lengüeta cuadrada.

Fuente: Propia

El par de torsión T correspondiente a la potencia en watts, se da aproximadamente por:

$$T = 9,55 \frac{H}{n} \quad \text{Ec. (3.28)}^{21}$$

²¹ SHIGLEY, J. Diseño en Ingeniería Mecánica, 6^{ta} edición, McGraw-Hill, 2002, Pág. 125

Donde:

T: par de torsión [N.m]

H: potencia [watts]

n: revoluciones por minuto

La potencia que nos brinda nuestro motor es de 1 Hp=745,6 watts

$$T = 9,55 \cdot \frac{745,6}{35}$$

$$T = 203,44[Nm]$$

De acuerdo a la Figura 3.15 la fuerza f en la superficie del eje es:

$$F_c = \frac{T}{r} \quad \text{Ec. (3.29)}$$

Donde:

Fc: Fuerza Cortante [N]

T: Par de Torsión [Nm]

r: Radio del eje, 15[mm] = 0.015[m]

$$F_c = \frac{203,44}{0,019}$$

$$F_c = 10707,4[N]$$

Se escoge una lengüeta cuadrada de 12mm x 8mm (Ver Anexo C-8) usando como material acero UNS G10100 estirado en frío cuya resistencia a la fatiga es de $S_y=300[Mpa]$.²²

Por la energía de distorsión, la resistencia del esfuerzo cortante es:

$$S_{sy} = 0.577 S_y$$

$$S_{sy} = 0.577 \cdot 300$$

$$S_{sy} = 173,1[Mpa]$$

Para el análisis de falla por corte, la longitud de la lengüeta cuadrada se calcula mediante la ecuación: 3.27 donde se toma en consideración un factor de seguridad n de 3,71 según experiencias profesionales.

$$\frac{S_{sy}}{n} = \frac{F}{txl} \quad \text{Ec. (3.30)}$$

Donde:

Fc: Fuerza Cortante, 10707,4[N]

S_{sy} : Resistencia AL Esfuerzo Cortante, 173,1[Mpa]

t: Ancho de la Lengüeta Cuadrada, 8[mm] = 0.008[m]

²² SHIGLEY, J. Diseño en Ingeniería Mecánica, 6^{ta} edición, McGraw-Hill, 2002, Pág. 1215

l: Longitud de la Lengüeta[m]

n:factor de seguridad, 3,71

$$\frac{173,1}{3,71} = \frac{10707,4}{8xl}$$

$$l = 28,7mm.$$

Según el análisis la longitud de la lengüeta es de 28,7mm pero para facilidad de maquinado se escoge una longitud es de 35mm.

Una vez concluido el diseño del prototipo, se procede a la realización de los respectivos planos de taller y de montaje, los mismos que se presentan en el anexo F.

CAPÍTULO IV

CONSTRUCCIÓN, MONTAJE Y PRUEBAS DE CAMPO

4.1. GENERALIDADES

La construcción de la máquina recubridora se la realiza en un taller mecánico industrial básico, el cual cuenta a su disposición todos los equipos necesarios (Ver acápite 4.2.2 Herramientas, y 4.2.3 Máquinas y Equipos) para la construcción de cada elemento que conforma la máquina.

La construcción de los elementos que conforman la máquina recubridora se lo realiza de acuerdo a los planos de taller y el listado de todos estos elementos se lo encuentra desarrollado en los planos de montaje.

Para la construcción se debe tener en consideración que en el mercado local exista la materia prima, así como los elementos que conforman la máquina recubridora.

4.2. CONSTRUCCIÓN DE LA MÁQUINA

Para la construcción de la máquina recubridora es necesario realizar varias operaciones individuales para obtener como resultado un proceso.

Se requiere analizar la mano de obra, herramientas, máquinas y otros componentes involucrados en la construcción de cada elemento que conforman la

máquina recubridora, para ello se realiza la (Tabla 4.1) detallando los procesos necesarios para la obtención de cada elemento.

4.2.1. MANO DE OBRA

Para la construcción de la presente máquina es necesario contar con un grupo de trabajo compuesto por cuatro operarios desarrollados en las diferentes áreas que involucra la construcción bajo la supervisión del director del proyecto, como se describe a continuación:

- Supervisor, Director del proyecto
- Operario 1, Soldador
- Operario 2, Pintor
- Operario 3, Mecánico de Montaje
- Operario 4, Ayudante mecánico

4.2.2. HERRAMIENTAS

La máquina recubridora se construye en un taller que dispone de las herramientas y máquinas necesarias para la realización de los distintos procesos requeridos para su desarrollo.

- Juego de brocas.
- Útiles para Tornear.
- Escuadras.
- Juego de limas.
- Martillo.
- Juego de llaves.

- Rayador.
- Sierra de Arco
- Mesa de trabajo
- Pistola de pintura
- Discos de corte y desbaste
- Juego de desarmadores
- Entenalla
- Tronchacadena

4.2.3. MÁQUINAS Y EQUIPOS

- Dobladora.
- Cizalla.
- Fresadora.
- Taladro.
- Moladora.
- Torno de precisión.
- Soldadora Eléctrica.
- Equipo de Pintura.

4.2.4. INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN Y VERIFICACIÓN

- Calibrador Pie de Rey.
- Compás.
- Nivel.
- Flexómetro.
- Escuadra.
- Graduador.

4.2.5. ACCESORIOS DE SEGURIDAD

- Casco del soldador
- Gafas y guantes
- Overol
- Zapatos de seguridad

4.2.6. RESUMEN DE MATERIA PRIMA

- Perfil L 1x1x1/8 pulg.
- Plancha de Acero A-36, PL 1120x2440x3mm.
- Plancha de Acero A-36, PL 1120x2440x1mm.
- Plancha de Acero Inoxidable, PL 1120x2440x5mm
- Eje de acero SAE 1018 de diámetro 50.8 mm
- Chumacera UCT 208
- Chumacera UCT 209
- Piñon 80B11-r
- Piñon 80B32
- Cadena ANSI 80

4.2.7. LISTADO DE ELEMENTOS A CONSTRUIR. (Ver Anexo G)

- Estructura bastidor. (Ver Plano N° 1.2694.005).
- Bombo. (Ver Plano N° 1.2694.201).
- Soporte de Bombo. (Ver Plano N° 1.2694.202).
- Brida A. (Ver Plano N° 1.2694.203).
- Brida B. (Ver Plano N° 1.2694.302).
- Tapa protectora. (Ver Plano N° 1.2694.101).
- Eje de transmisión. (Ver Plano N° 1.2694.301).

4.3. DETALLE DE LOS PROCEDIMIENTOS DE FABRICACIÓN DE LOS ELEMENTO DE LA RECUBRIDORA

En la tabla 4.1 se describe todos los procesos que se realizan para la construcción de cada elemento del prototipo.

Tabla 4.1: Procesos de Fabricación.

SISTEMA O ELEMENTO	PROCESO DE FABRICACIÓN
Estructura bastidor	<ul style="list-style-type: none"> • Corte.- De acuerdo a las especificaciones de los planos se corta el perfil L de 1x1x1/8 pulg • Limpieza.- Eliminación de virutas y aristas vivas. • Soldadura.- Conjugan los perfiles siguiendo especificaciones. • Corte.- cortar la plancha de acero A36 PL 1120x2440x3mm de acuerdo a especificaciones. • Doblado.- doblar las planchas siguiendo especificaciones. • Taladrado.- realizar las respectivas perforaciones de acuerdo a el plano • Soldadura.- unir el elemento a los perfiles. • Pintura.- Pintado de todo el elemento
Bombo	<ul style="list-style-type: none"> • Corte.- Cortado de las secciones del bombo de acuerdo a especificaciones del plano

.../

Tabla 4.1: Procesos de Fabricación. (Continuación)

Bombo	<ul style="list-style-type: none"> • Limpieza.- eliminación de virutas y aristas vivas • Soldadura.- soldar las respectivas piezas de cada sección, • Doblado.- doblar cada sección preformada • Soldadura.- soldar según especificaciones las debidas secciones Unir el bombo a su respectivo soporte • Limpieza.- Eliminar escorias y sobre monta
Soporte de Bombo	<ul style="list-style-type: none"> • Corte.- cortado de las secciones del soporte del bombo de acuerdo a especificaciones en plano. • Limpieza.- eliminar virutas y aristas vivas. • Soldadura.- soldar las respectivas piezas de cada sección, • Doblado.- doblar cada sección preformada • Soldadura.- soldar según especificaciones las debidas secciones Unir el soporte a el bombo y su respectiva brida • Limpieza.- Eliminar escorias y sobre monta
Bridas	<ul style="list-style-type: none"> • Corte.- cortar la materia prima hasta dimensiones previas para el maquinado

Tabla 4.1: Procesos de Fabricación. (Continuación)

<p>Bridas</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Maquinado.- se requiere operaciones de fresado y taladrado para la obtención del elemento • Soldadura.- soldar la bridas al eje y al soporte de bombo respectivamente • Limpieza.- eliminar virutas y aristas vivas. • Pintura.- pintado de todo elemento
<p>Tapa protectora</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Corte.- cortar la plancha de acero A36 PL 1120x2440x1mm de acuerdo a las especificaciones de los planos • Doblado.- doblar de acuerdo a las especificaciones requeridas • Taladrado.- taladrar de acuerdo a lo especificado. • Limpieza.- eliminar virutas y aristas vivas
<p>Eje de transmisión</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Corte.- de acuerdo a las medidas requeridas cortar el eje de transmisión de 2" • Maquinado.- se realiza operaciones en el torno para acoplar los rodamientos, los piñones y las bridas. • Soldadura.- unir el eje a la brida

Fuente: Propia

4.4. MONTAJE DE LOS ELEMENTOS DE LA RECUBRIDORA

El montaje consiste en el procedimiento ordenado para ensamblar la recubridora, mediante una secuencia lógica, garantizando un adecuado acople entre elementos y su perfecto funcionamiento; optimizando los recursos empleados y aprovechando la mano de obra calificada.

4.4.1. PARÁMETROS ANTES DEL MONTAJE

Se debe considerar los parámetros de montaje para determinar el adecuado procedimiento, evitando un aumento de costos inesperado y accidentes de trabajo.

Los parámetros a considerar son:

- Espacio físico de montaje adecuado
- Capacitación del personal apropiado
- Materia prima de buena calidad
- Verificación del estado de los diferentes elementos a montar
- Comprobar el correcto funcionamiento de las máquinas y equipos a utilizar

4.4.2. PASOS PARA EL ENSAMBLAJE DE LA MAQUINA RECUBRIDORA

Los elementos a fabricar se lo realizaron en espacios e instalaciones adecuadas para el desarrollo de dicho proceso.

Obtenidos los elementos que componen la máquina recubridora se procede a su ensamble, el cual se lo realiza siguiendo los presentes pasos:

1. Se inicia con la construcción del bastidor, en el cual se procede a unir la plancha de acero A36 con la estructura de perfil angular por medio de una suelda manual de electrodo revestido, generando puntos de soldadura a lo largo del marco de la estructura.

Se procede a la colocación de los perfiles soportantes del motor, los cuales se los coloca horizontalmente siguiendo las especificaciones descritas en planos; se los asegura de igual manera con ayuda de una suelda manual con electrodo revestido, creando un cordón de soldadura alrededor del perfil.

2. Terminado la estructura bastidor se procede al anclaje del motor eléctrico, el cual se procede a empernar en los perfiles horizontales del bastidor; continuando con la implementación del piñón motriz al eje del motor (Ver figura 4.1).



Figura 4.1: Montaje de Fuente Motriz

3. Se procede al acople de las chumaceras (Ver Figura 4.2) en concordancia con los planos, se procede a su sujeción por medio de pernos, dichas chumaceras poseen una holgura que facilitarán la alineación de los piñones posteriormente.

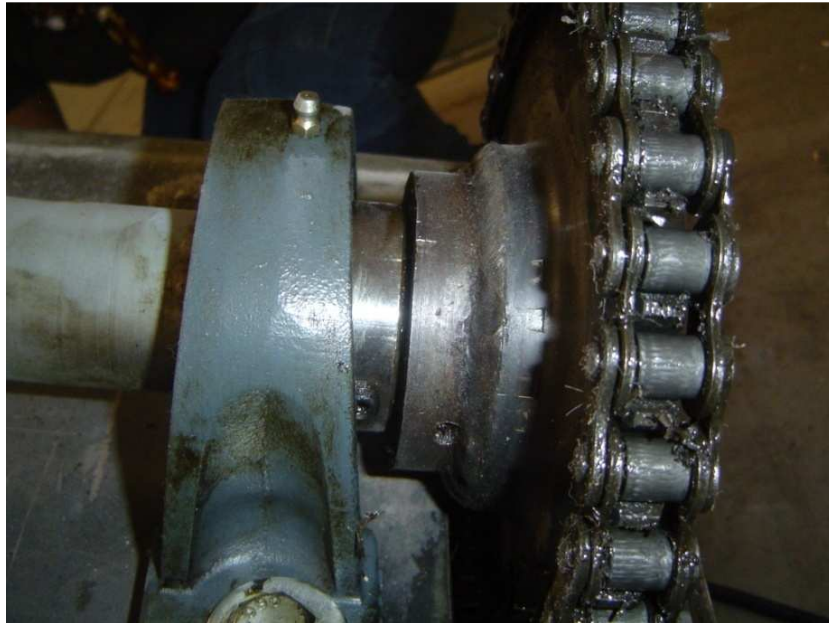


Figura 4.2: Montaje de las chumaceras

4. Se procede a la colocación del eje con sus respectivos ajustes en las chumaceras, y a la adaptación del piñón dirigido, tomando en cuenta que los piñones serán alineados entre sí, asegurándonos de su adecuado montaje y alineación se procede a ajustar las chumaceras y a colocar la cadena (Ver Figura 4.3).

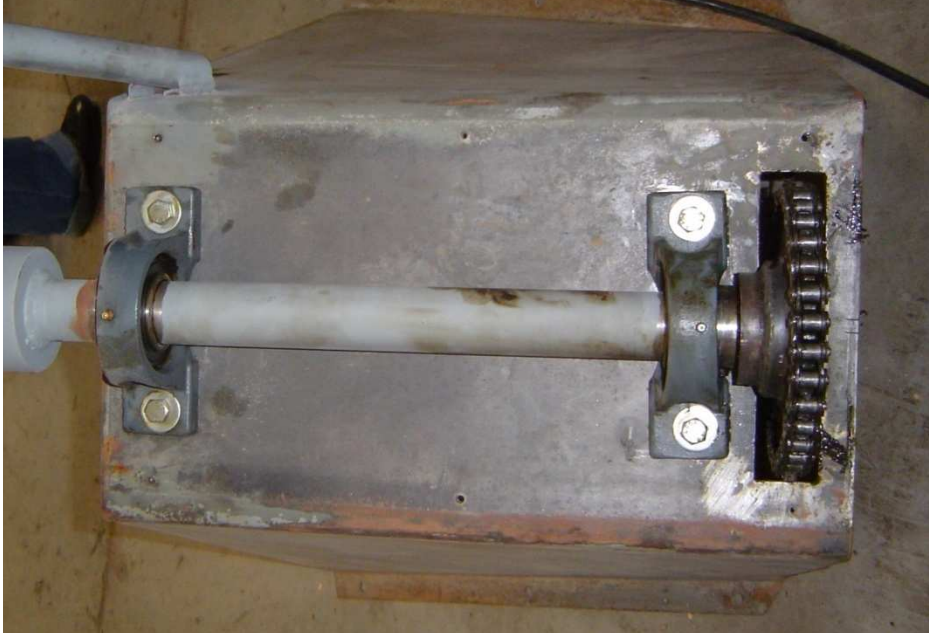


Figura 4.3: Acople del eje

5. Se procede a unir el eje con la brida con ayuda de una suelda manual de electrodo revestido (Ver Figura 4.4), se debe asegurar una buena penetración del cordón de soldadura, este procedimiento se lo debe realizar por personal calificado para dicho proceso.



Figura 4.4 Acople Brida-Eje

6. En esta instancia se procede al ensamble del bombo, el cual requiere unirse con su soporte por medio de una soldadura TIG debido a que el material a soldar es de acero inoxidable, para este proceso se requiere de un soldador con amplia experiencia en este tipo de soldadura, se realiza la inspección necesaria para asegurar que el cordón sea adecuado.
7. Se procede a la unión de la brida con el soporte del bombo por medio de una suelda manual con electrodo revestido (Ver Figura 4.5), realizando un cordón de soldadura a lo largo de las superficies en contacto.



Figura 4.5 Acople Brida-Bombo

8. Una vez ensamblada la parte del bombo y todo el sistema de transmisión, se procede a su unión por medio de las juntas empernadas, se debe asegurar su adecuado acople y ajuste, para garantizar su correcto funcionamiento (Ver Figura 4.6).



Figura 4.6: Acople del Bombo

9. Ensamblado los elementos principales de la máquina se los procede a proteger del medio, colocando las tapas protectoras, con ayuda de pernos autorroscantes previo a la elaboración de agujeros.
10. Debido a que esta máquina es polifuncional, existe la posibilidad de implementar un sistema de quemadores, los cuales tienen como soporte perfiles angulares, los cuales se ensamblan de acuerdo a las especificaciones del plano y con una suelda manual de electrodo revestido.

Siguiendo los procedimientos descritos anteriormente, se obtiene el prototipo de una máquina recubridora con un bombo esférico polifuncional, tal como se indica en la figura 4.7.



Figura 4.7 Prototipo inicial de máquina recubridora polifuncional.

El prototipo indicado en la figura 4.7 presenta únicamente el sistema motriz, requiriéndose implementar una cubierta protectora, tanto por seguridad del personal de operación como para protección de los mismos mecanismos del ambiente de trabajo, el cual es desfavorable debido a las impurezas que circulan en el mismo. Además dependiendo el producto a recubrir se implementa un sistema de quemadores (ver Figura 4.8), dando mayor versatilidad al prototipo.



Figura 4.8: Sistema de quemadores.

Una vez implementado los sistemas auxiliares tanto de protección como de de quemadores se presenta el prototipo de la máquina (Ver Figura 4.9).



Figura 4.9: Presentación de la Máquina Recubridora Prototipo

4.5. PRUEBAS DE CAMPO

Luego de la construcción y montaje se procede a realizar las pruebas de campo de acuerdo al protocolo de pruebas descrito en el capítulo II. Estas tienen como objetivo verificar las condiciones de diseño y el correcto funcionamiento de la máquina recubridora.

En las figuras 4.10 y 4.11 se presenta la máquina recubridora, en la cual se realizó las pruebas de reconocimiento de la máquina y las debidas inspecciones visuales con ayuda del director del proyecto.

Los resultados de las pruebas de campo se presentan en la tabla de los Anexos E-2



Figura 4.10 Inspección Visual de la Máquina Recubridora.



Figura 4.11 Pruebas de campo realizadas con el Director del Proyecto.

4.5.1. ANÁLISIS DE LAS PRUEBAS DE CAMPO

Para las pruebas de campo se aplica el correspondiente documento del Protocolo de Pruebas establecido en el acápite 2.7 Protocolo de Pruebas.

En el anexo E-2 se presenta los resultados del Protocolo de Pruebas corrido, se verifica que los diferentes sistemas que conforman la recubridora, funcionan correctamente tanto con carga, como sin carga.

Para garantizar el adecuado funcionamiento de la máquina recubridora se realiza el Manual de Operaciones, ver anexo F-1, además un Manual Básico de Mantenimiento, ver anexo F-2.

CAPÍTULO V

ANÁLISIS DE COSTOS

5.1. INTRODUCCIÓN.

En este capítulo se realiza un estudio que tiene por objetivo determinar el monto de los recursos económicos necesarios para la realización del proyecto. El análisis de costos se lo realiza tomando en cuenta los costos directos y los costos indirectos.

Para determinar el Costo Total Directo se considera los costos parciales de:

- Costo de los Materiales directos.
- Costo de los Elementos Normalizados Adicionales.
- Costos de Maquinado
- Costos de Montaje

De manera similar para determinar el Costo Total Indirecto se considera los costos parciales de:

- Costo de Materiales Indirectos
- Costos de Diseño
- Gastos Imprevistos

Para determinar el Costo total de la máquina recubridora de pastillas y bombones se suma el total de los Costos Directos con los Costos Indirectos.

5.2. ANÁLISIS DE COSTOS DIRECTOS.

5.2.1. COSTOS DE MATERIALES DIRECTOS.

Se denominan Materiales Directos a la materia prima que se utiliza para construir los elementos que conforman la máquina. Los costos de materiales directos se presentan en la Tabla 5.1. (Ver anexo D).

Tabla 5.1 Costos de Materiales Directos

Descripción	Cantidad	Valor unitario [usd]	Valor total [usd]
Eje cilíndrico de acero A36 d=8",l=450mm	1	244,14	244,14
Eje cilíndrico de acero A36 d=4",l=85mm	1	14,40	8,80
Eje cilíndrico de acero 1018 d=2",l=700mm	1	23,41	25
Perfil angular 25x25x3mm	1	7,60	7,60
Plancha de Acero Inoxidable 304, PL 1120x2440x4mm.	$1\frac{1}{2}$	479,50	719,25
Plancha de Acero A-36, PL 1120x2440x3mm	1	79,90	79,90
Plancha de Acero A-36, PL 1120x2440x6mm	$\frac{1}{2}$	158,90	79,45
Plancha de Acero A-36, PL 1120x2440x1mm	$\frac{1}{2}$	31,74	15,87
		Subtotal	1180,01

Fuente: Propia

5.2.2. COSTOS DE ELEMENTOS NORMALIZADOS.

Son aquellos que son de libre comercialización en el mercado y no necesitan ser alterados para su uso (prefabricados). Los costos de los elementos normalizados se muestran en la siguiente Tabla 5.2. (Ver Anexo D).

Tabla 5.2 Costos de Elementos Normalizados

Material	Cantidad	Valor unitario [usd]	Valor total [usd]
Chumacera UCT 208	1	26,51	26,51
Chumacera UCT 209	1	29,18	29,18
Piñon 80B 11-r	1	16,85	16,85
Piñon 80B 32	1	92,96	92,96
Cadena	0,4	67,02	26,88
Motor eléctrico	1	586,32	586,32
Sistema quemador	1	60,85	60,85
Elementos de sujeción			20,00
Subtotal			859,55

Fuente: Propia

5.2.3. COSTOS DE MAQUINADO.

Estos costos se refieren al valor respecto a la mano de obra directa empleada en las máquinas herramientas y equipamiento eléctrico para la fabricación de piezas del prototipo. Estos valores se presentan en la Tabla 5.3.

Tabla 5.3 Costos de Maquinado.

Máquina	Costo por máquina incluido mano de obra [usd/h]	Tiempo total [h]	Costo total por máquina [usd]
Torno	10,00	10	100,00
Soldadura	7,00	3	21,00
Soldadura TIG	10,00	5	50,00
Taladro	4,50	1	4,50
Cizalla	2,50	2	5,00
Dobladora de planchas de acero	5,00	1	5,00
Roladora de planchas de acero	10,00	1	10,00
Amoladora	4,50	3	13,5
Equipos de Montaje	5,00	3	15,00
Subtotal			224,0

Fuente: Propia

5.2.4. COSTOS DE MONTAJE.

Estos costos están relacionados con la mano de obra necesaria para el armado y ensamblado de cada una de las partes y la máquina (ver Tabla 5.4).

Para la mano de obra, se considera el trabajo de 2 personas por un lapso de 32 horas, el costo de la hora de cada uno de ellos es de 2 USD el maestro y 1USD el mecánico.

Tabla 5.4 Costos de Montaje.

Personal	Especialidad	Cantidad	Tiempo(h)	Costo/hora	Valor
Maestro	Mecánico	1	12	2	24
Ayudante	Mecánico	1	12	1	12
Subtotal					36

Fuente: Propia

5.2.5. COSTO DIRECTO TOTAL.

En la Tabla 5.5 se indica la cantidad total del costo directo.

Tabla 5.5 Costos Directo Total

Componente del costo	Valor [usd]
Materiales Directos	1180,01
Elementos Normalizados	859,55
Costo de maquinado	224,0
Costo de Montaje	36,0
Subtotal	2299,56

Fuente: Propia

5.3. ANÁLISIS DE COSTOS INDIRECTOS.

5.3.1. COSTOS DE MATERIALES INDIRECTOS.

Estos costos son los que se generan de uso de materiales suplementarios en la construcción de los componentes del prototipo

Los costos de materiales indirectos se muestran en la Tabla 5.6

Tabla 5.6 Costos de Materiales Indirectos.

Material	Cantidad	Valor unitario [usd]	Valor total [usd]
Electrodos 6011-1/8"(lb)	5[lb]	1,50	7,50
Electrodos 347-16 (lb)	12,5[m]	1,25	15,63
Discos de corte- Dewalt	1	2,50	2,50
Discos de desbaste-Dewalt	1	3,90	3,90
Sierra de mano-Stanley-12"	1	5,34	5,34
Lija de Hierro #100-Norton	4	0,40	1,60
Lija de Agua #240-Truper	4	0,33	1,32
Pintura anticorrosiva	1[L]	3,00	3,00
Pintura de acabado	1[L]	4,00	4,00
Thiñer acrílico	2[L]	1,73	3,46
Guaype	5	0,20	1,00
Varios		20,00	20,00
Subtotal			69,25

Fuente: Comercializadoras de Quito

5.3.2. COSTOS DE INGENIERÍA.

Corresponde al costo debido al conocimiento y al tiempo que los ingenieros han dedicado para el diseño de la máquina.

Este costo constituye el valor económico debido al valor conocimiento del ingeniero para diseñar y seleccionar los elementos de la máquina.

Las funciones a desarrollarse se muestran en la tabla 5.7.

Tabla 5.7 Costos de Ingeniería

Tarea	Tiempo[h]	Detalle
Definición del problema	2	Delimitación y parámetros de la máquina recubridora.
Presentación de Alternativas	2	Desarrollo de distintas formas de la máquina recubridora con sus parámetros básicos.
Selección de alternativas	5	Ponderación y selección de la mejor forma de seleccionar el trabajo.
Diseño y selección de elementos de máquinas	20	Diseño mecánico y selección de los distintos componentes normalizados de la máquina recubridora.
Supervisión y control en la construcción	15	Supervisar las actividades y la correcta construcción de partes y piezas de la máquina recubridora.
Supervisión y control en el montaje	5	Supervisar las actividades de montaje y el correcto ensamblaje.
Total Tiempo[h]	49	

Fuente: Propia.

Un ingeniero con experiencia en diseño de Maquinaria debe percibir un mínimo de 10 dólares por hora. El tiempo necesario para el diseño es aproximadamente 49 horas, por lo tanto el costo por diseño es: 490 dólares.

5.3.3. COSTOS DE IMPREVISTOS.

Estos gastos se los describe más detalladamente en la tabla 5.8.

Tabla 5.8 Costos de Imprevistos

Imprevisto	Valor(usd)
Papelería	10
Movilización	20
Impresión de documentos	15
Impresión de planos	15
Varios	15
Subtotal	75

Fuente: Propia.

5.3.4. COSTO TOTAL INDIRECTO.

Se lo obtiene de la sumatoria de todos los demás costos indirectos anteriores.

En la Tabla 5.9 se indica la cantidad total del costo indirecto.

Tabla 5.9 Costos Total Indirecto

Componente del costo	Valor [usd]
Materiales Indirectos	69,25
Costo de ingeniería	490
Costos de imprevistos	75
Subtotal	634,25

Fuente: Propia.

5.4. COSTO TOTAL DE LA MÁQUINA.

Es el resultado de la adición de los costos directos con los costos indirectos, esto se indica en la Tabla 5.10.

Tabla 5.10 Costo Total de la máquina

COMPONENTE DEL COSTO	VALOR[USD]
Costo Directo	2299,5
Costo Indirecto	634,25
Total	2933,75

Fuente: Propia

Como se puede ver en la Tabla 5.10; el costo total obtenido para la máquina recubridora de pastillas y bombones, resulta muy accesible para los requerimientos de nuestros clientes.

En comparación con el valor de las máquinas importadas, o el de las que se producen a nivel nacional, el costo de la máquina diseñada disminuye a un 75%, lo que se hace atractivo para las industrias dedicadas a esta actividad.

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. CONCLUSIONES

- Se cumple con el objetivo principal del proyecto, este es diseñar y construir la máquina recubridora de pastillas y bombones de forma satisfactoria de acuerdo a los requerimientos establecidos por el usuario.
- La máquina recubridora tiene una capacidad de 30 kg por carga, con un tiempo de trabajo promedio de 35 min dependiendo del producto a recubrir.
- En el diseño de la máquina recubridora se implementa el uso de un sistema de quemadores controlados por una válvula dosificadora de GLP, para que funcione de manera versátil.
- En la máquina destinada al proceso de recubrimiento de semillas de girasol no es necesario utilizar el sistema de quemadores.
- La máquina recubridora consta de un bombo esférico de acero inoxidable, dicha forma facilita el movimiento del producto dentro del mismo, permitiendo un recubrimiento uniforme.
- La velocidad de giro y la inclinación del bombo recubridor están relacionadas entre sí, permitiendo un adecuado rozamiento entre núcleos facilitando la óptima fusión entre el núcleo y su recubrimiento.
- Debido al ambiente de trabajo nocivo al sistema motriz, es necesario la implementación de una protección, por el cual se aísla los mecanismos de

todos los productos nocivos tales como harinas, sales, jarabes, y ambientes corrosivos a las cuales puede estar sometido.

- El costo de la máquina recubridora es un 25% menor al de sus equivalentes en el mercado. Lo que hace muy conveniente su construcción, permitiendo entrar a competir con máquinas de similar servicio.
- La máquina requiere de un solo operador con preparación mínima. Además es de fácil mantenimiento.

6.2. RECOMENDACIONES

- Los mantenimientos tienen que ser programados. Se debe implementar un sistema de mantenimiento preventivo y con una metodología adecuada que facilite su ejecución.
- Es necesario realizar los manuales de operación y de mantenimiento de manera que se prolongue la vida útil de la máquina prototipo, ya que se guiará al personal tanto de mantenimiento como de operación adecuadamente.
- En caso de cambio de algún elemento, es indispensable que se lo realice por otro de las mismas características, en caso contrario puede ser perjudicial para el funcionamiento del equipo.
- Se deben respetar los límites de funcionamiento de la máquina en especial la capacidad de carga, para garantizar una vida útil adecuada.
- Es necesario que la máquina recubridora trabaje con las cubiertas de protección de los mecanismos, principalmente para evitar accidentes laborales durante su operación.
- Se deben seguir las recomendaciones de seguridad y aseo industrial, en especial para el manejo y manipulación de alimentos.
- Si se desea recubrir otros productos, se sugiere realizar pruebas para determinar el adecuado procedimiento, de manera que se aproveche al máximo el prototipo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BOHLER. Manual de Aceros
- FAG, Rodamientos de Bolas Y Rodillos, Catalogo 41250 SA.
- DIPAC. Catálogo de Perfiles Estructurales.
- INEN; Código de Dibujo Técnico Mecánico; Quito, 1981.
- POPE, E; Soluciones Prácticas para el Ingeniero Mecánico; Ed. McGraw-Hill, primera edición; México; 2000.
- OBERG, J. MANUAL UNIVERSAL DE LA TECNICA MECANICA, Editorial Larbor, Barcelona, 1960, Vol I.
- WELTYJ., Transferencia de Calor aplicada a la Ingeniería; Ed. Limusa; México; 1981.
- INCROPERA Frank, Fundamentos de Transferencia de calor, Pretice May, México, 1999.
- MARKS; Manual de Ingeniería Mecánica; Tomo I y Tomo II; Ed. McGraw-Hill, México; 1990.
- MOYA Celso, Transferencia de Calor por Conducción y Convección. Escuela Politécnica Nacional. Quito-Ecuador. 1991.
- GASO J. & GÓMEZ C., Folleto Técnico para Recubiertos.

- SHIGLEY, J; Diseño en Ingeniería Mecánica; Ed. McGraw-Hill; cuarta edición; México; 1989.
- SHIGLEY, J; Diseño en Ingeniería Mecánica; Ed. McGraw-Hill; sexta edición; México; 2002.
- TIMOSHENKO-GEER; Resistencia de Materiales; Ed. McGraw-Hill, quinta edición; México; 1981.
- VARGAS, J; Guía de los Fundamentos de Dibujo Industrial; 2004.

ANEXOS

ANEXO A

TABLAS UTILIZADAS PARA EL DISEÑO DEL PROTOTIPO

ANEXO A-1

Tablas para el diseño del eje

ANEXO A-1

TABLAS PARA EL DISEÑO DEL EJE

Acabado superficial	$k_a = a S_{ur}^b \text{LN}(1, C)$			
	a		b	Coeficiente de variación, C
	kpsi	MPa		
Esmerilado*	1.34	1.58	-0.086	0.120
Maquinado o laminado en frío	2.67	4.45	-0.265	0.058
Laminado en caliente	14.5	56.1	-0.719	0.110
Como sale de forja	39.8	271	-0.995	0.145

*Debido a la amplia dispersión en los datos de superficie esmerilada, una función alterna es $k_a = 0.878 \text{LN}(1, 0.120)$. Nota: S_{ur} en kpsi o MPa.

TABLA A.1: PARAMETROS EN EL FACTOR DE LA CONDICION SUPERFICIAL

$k_c = \alpha \bar{S}_{ut}^\beta \text{LN}(1, C)$					
Modo de carga	α		β	C	Promedio k_c
	kpsi	MPa			
Flexión	1	1	0	0	1
Axial	1.23	1.43	-0.078	0.125	0.85
Torsión	0.328	0.258	0.125	0.125	0.59

S_{ut} kpsi	k_c
50	0.907
100	0.860
150	0.832
200	0.814

*Anotación promedio 0.85.

S_{ut} kpsi	k_c
50	0.535
100	0.583
150	0.614
200	0.636

*Anotación promedio 0.59.

Material	Intervalo	n	\bar{k}_c	σ_{k_c}
Aceros forjados	0.52-0.69	31	0.60	0.04
Al forjado	0.43-0.74	13	0.55	0.09
Cu y su aleación forjada	0.41-0.67	7	0.56	0.10
Mg y su aleación forjada	0.49-0.61	2	0.54	0.12
Titanio	0.37-0.57	3	0.48	0.12
Fundición de hierro	0.79-1.01	9	0.90	0.07
Al fundido, Mg y su aleación	0.71-0.91	5	0.85	0.09

TABLA A.2: PARAMETROS EN EL FACTOR DE CARGA

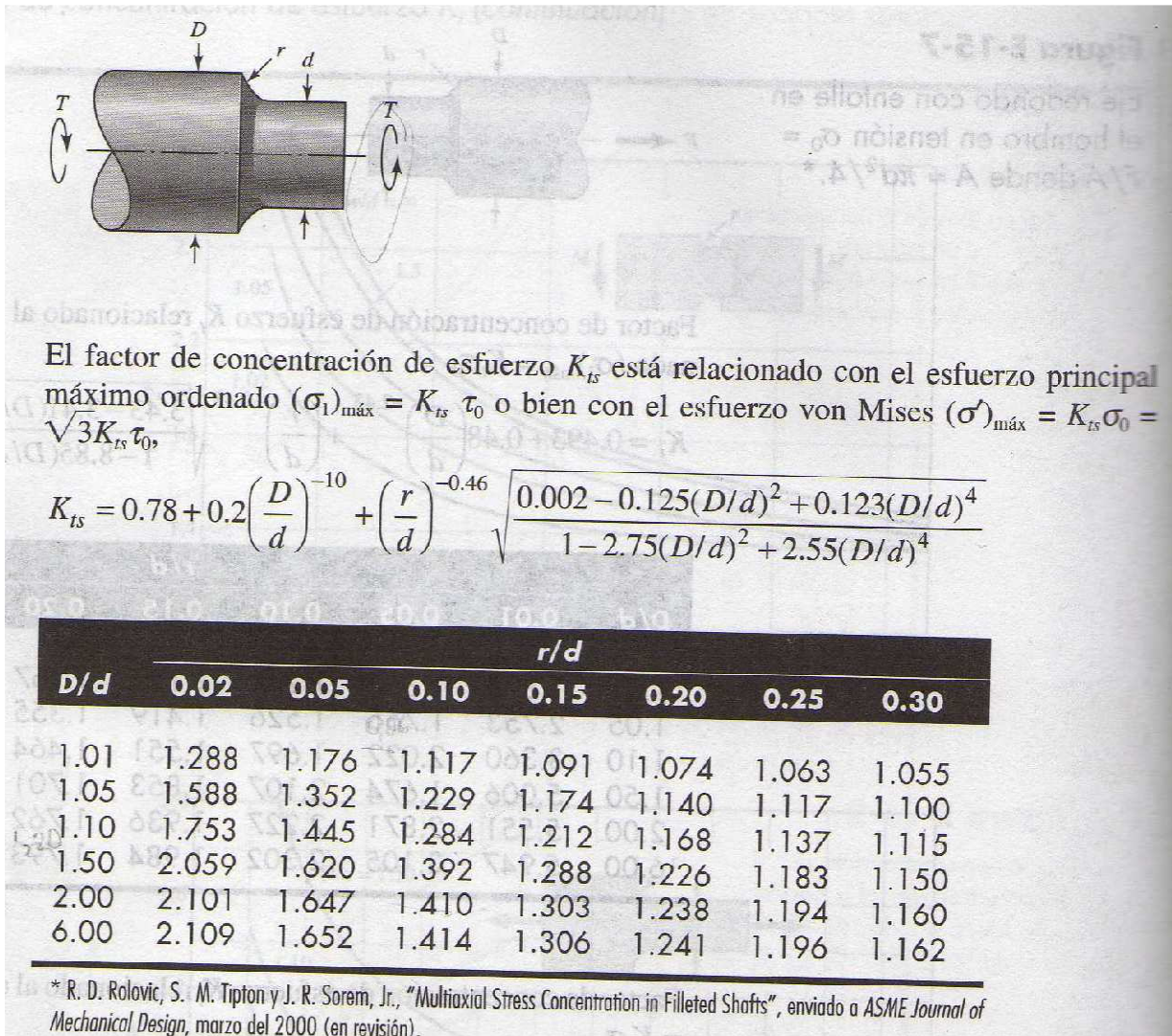


TABLA A.3: GRAFICOS DE FACTORES TEORICOS DE CONCENTRACION DE ESFUERSOS K_t (eje redondo con entalle en el hombro de torsión)

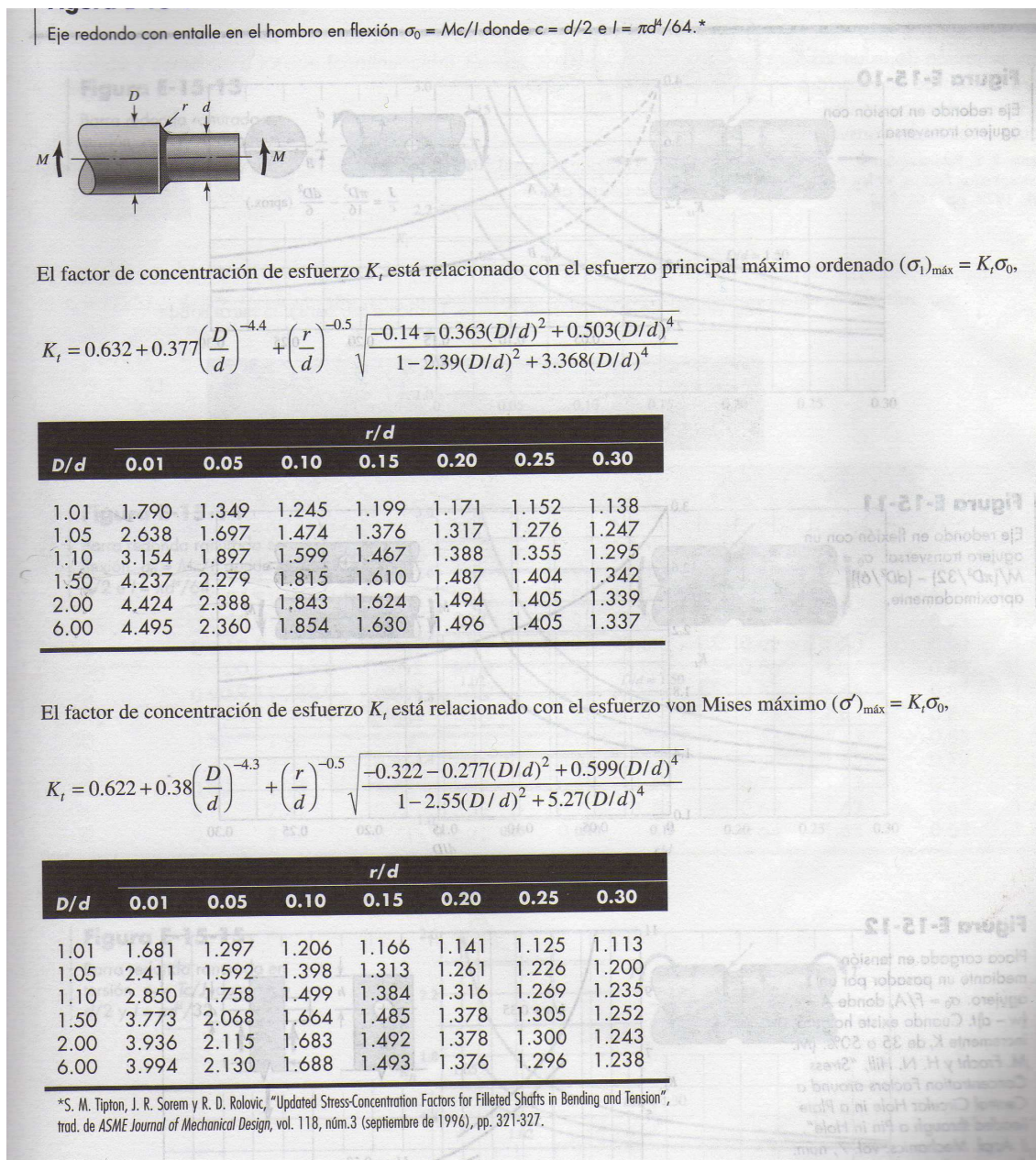


TABLA A.4: GRAFICOS DE FACTORES TEORICOS DE CONCENTRACION DE ESFUERSOS K_t (eje redondo con entalle en el hombro de flexión)

ANEXO B

RESULTADO DE LAS PRUEBAS REALIZADAS PARA OBTENCION DE DATOS DE DISEÑO

ANEXO B-1

Obtención de datos para el diseño

En primer lugar se realizan visitas a diferentes empresas dedicadas a la fabricación de aperitivos, más conocidos como snacks, tales como chitos, doritos, gudiz, bombones, etc. Se observa que las diferentes máquinas recubridoras operan en un rango de inclinación de tambor de 30 a 35°. Siendo el más común el de 35°, debido a que en este rango, se tiene una adecuada fricción entre los productos a recubrir durante la rotación del tambor o bombo.

La correcta fricción entre los productos a recubrir, garantiza una adecuada adhesión entre los núcleos y el recubrimiento, además del buen acabado superficial.

Para determinar la velocidad de giro se consideran los productos recubiertos de mayor demanda en el mercado, tomando en consideración los aperitivos o snacks, los bombones de chocolate y las semillas de girasol.

Para el método de evaluación de resultados se toma en cuenta la siguiente calificación:

- 1 Pésimo
- 2 Mala
- 3 Regular
- 4 Buena
- 5 Excelente
- A Capa de recubrimiento aceptable y uniforme.
- D Capa de recubrimiento deficiente, productos sin recubrir.
- G Capa de recubrimiento gruesa, exceso de recubrimiento.

Pruebas Realizadas utilizando Aperitivos o Snacks

Para la determinación de la velocidad de giro óptima se realizan pruebas con bolitas de maíz conocidos también como “gudiz”. Se evalúa la distribución del colorante en el producto, obteniéndose los resultados descritos en la Tabla A-1.

Tabla A-1: Distribución del colorante

Velocidad de Giro [rpm]	Homogenización
15	2
20	3
25	2
30	3
35	4
40	4
45	3
50	5

Fuente: Propia

Pruebas realizadas utilizando Bombones con Núcleo de Almendras

Para la determinación de la velocidad de giro óptima se realizan pruebas en bombones con núcleo de almendras. Se evalúa el acabado superficial y el espesor del recubrimiento. Los resultados de las pruebas realizadas se indican en la Tabla A-2.

Tabla A-2: Resultados utilizando Bombones

Velocidad de Giro [rpm]	Acabado Superficial	Calidad de Recubrimiento
15	2	G
20	2	G
25	3	A
30	3	A
35	4	A
40	4	D
45	5	D
50	4	D

Fuente: Propia

Se toma en cuenta que la calidad de recubrimiento se refiere al espesor de la capa del mismo, y los resultados obtenidos son por medio de una inspección visual.

Pruebas Realizadas utilizando Semillas de Girasol

Para culminar con la determinación de la velocidad de giro, también se considera el producto semillas de girasol. Se evalúa la distribución de la mezcla de harina de trigo, sal y agua con el núcleo. Los resultados obtenidos de esta prueba se expresan en la Tabla A-3.

Tabla A-3: Resultados utilizando Semillas de Girasol.

Velocidad de Giro [rpm]	Homogenización
15	2
20	3
25	4
30	4
35	5
40	5
45	4
50	4

Fuente: Propia

Una vez desarrolladas las pruebas de recubrimiento con diferentes productos, se llega a determinar que la velocidad más adecuada para el proceso de recubrimiento se encuentra en un rango de 30 a 40 rpm, de manera que para el diseño de la máquina recubridora se toma un valor de 35 rpm.

ANEXO C

MATERIALES Y EQUIPOS

ANEXO C-1

Eje de transmisión

ANEXO C-2

Perfil estructural angular

ANEXO C-3

Planchas acero

ANEXO C-4

Rodamientos

ANEXO C-5

Chumaceras

ANEXO C-6

Cadenas y Piñones

ANEXO C-7

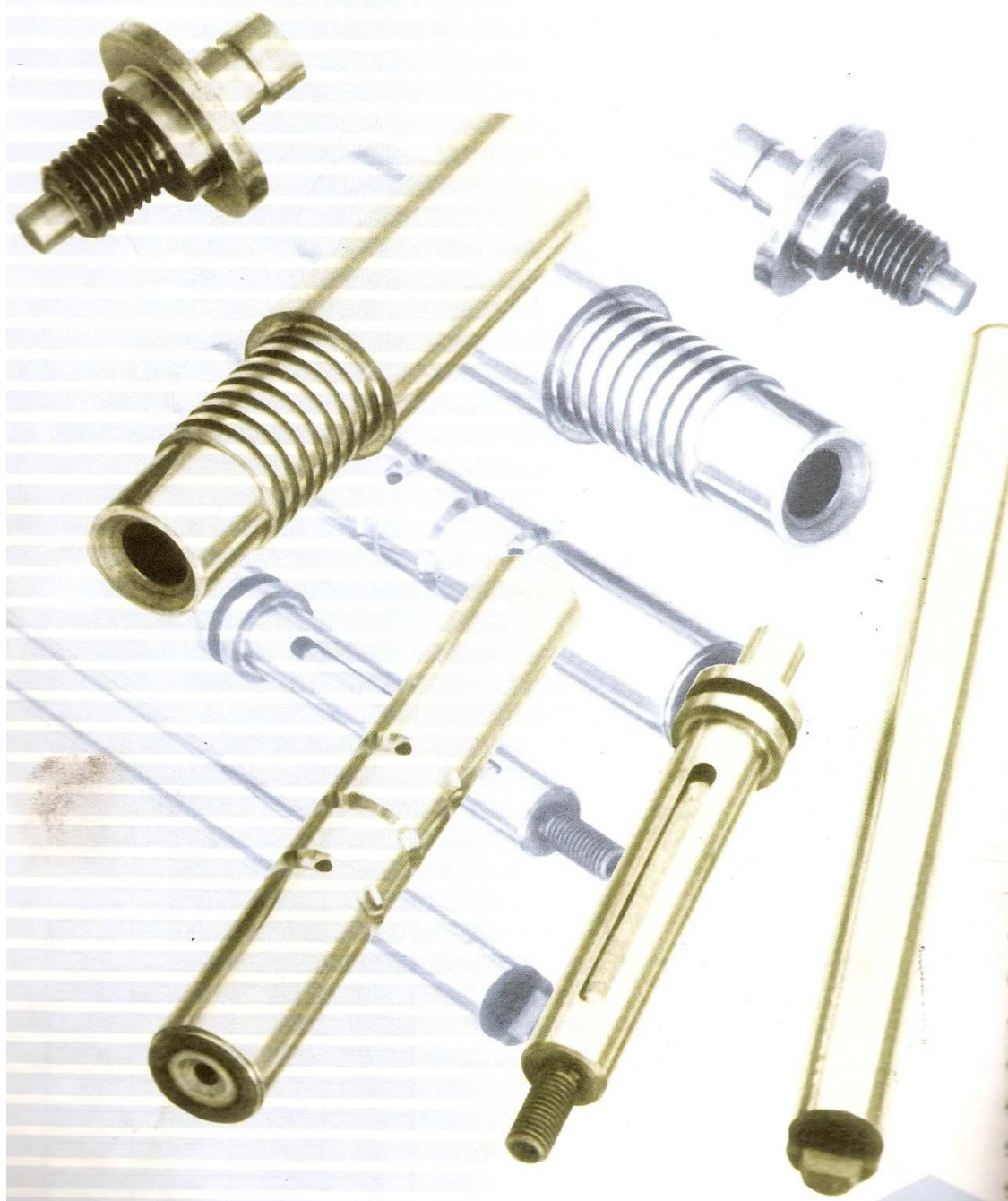
Motorreductor

ANEXO C-8

Chavetas

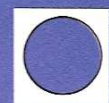
ANEXO C-1

Eje de transmisión

***EJE DE
TRANSMISIÓN***



IVAN BOHMAN C.A.

SAE 1018**Eje de transmisión - Tolerancias h9-h11****GENERALIDADES:** Acero de bajo contenido de carbono.**ANÁLISIS TÍPICO %**

	<i>C</i>	<i>Mn</i>	<i>P</i>	<i>S</i>
SAE 1018	0.15-0.20	0.60-0.90	0.040	0.050

PROPIEDADES MECÁNICAS

Suministrado laminado en frío (medidas pequeñas hasta 2 1/2 ") o torneado (medidas hasta 6"). Las medidas 7", 8", 9" y 10" son suministradas laminadas en caliente.

Propiedad: Laminado en Frío	
Esfuerzo de cedencia, kg/mm ²	min. 31
Resistencia a la tracción, kg/mm ²	51-71
Elongación, A5	20%
Reducción de área, Z	57%
Dureza	163 HB

APLICACIONES

Donde se requiera aplicaciones con cargas mecánicas no muy severas, pero con ciertos grados de tenacidad importantes, como por ej.: pernos y tuercas, piezas de máquinas pequeñas, ejes, bujes, pasadores, grapas, etc. Factible de cementación con buena profundidad de penetración debido a su alto contenido de manganeso. Excelente soldabilidad.


MEDIDAS EN STOCK**REDONDO**

PULGADAS	PESO APROX. kg/m
1/4	0.28
3/8	0.6
1/2	1.0
5/8	1.6
3/4	2.2
7/8	3.0
1	4.0
1 1/8	5.0
1 1/4	6.2
1 3/8	7.5
1 1/2	8.9
1 3/4	12.2
2	15.9
2 1/4	20.1
2 1/2	24.8
2 3/4	30.0
3	35.8
3 1/4	42.0
3 1/2	48.7
3 3/4	55.9
4	63.6
4 1/2	80.5
5	99.4
5 1/2	120.2
6	143.1
7	197.0
8	255.0
9	328.5
10	397.0

ANEXO C-2

Perfil estructural angular

ANGULOS "L" DOBLADO



DIPAC[®]

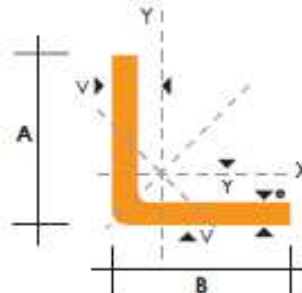
PRODUCTOS DE ACERO

PERFILES ESTRUCTURALES

ANGULOS "L" DOBLADO

Especificaciones Generales

Norma	EN 1 623: 2000
Otras calidades	Previa consulta
Largo normal	6,00 m
Otros largos	Previa consulta
Espesores	Desde 1,5 hasta 12 mm
Acabado	Natural
Otro acabado	Previa consulta



DIMENSIONES			PESOS		SECCION	EJE X-X		EJE Y-Y		EJE U-U	EJE V-V
A	B	e	6 metros	1 metro		I	W	I	X=Y	I	I
mm	mm	mm	Kg	Kg		cm ²	cm ⁴	cm ³	cm	cm	cm
25	25	2	4.38	0.73	0.93	0.57	0.32	0.78	0.72	0.99	0.47
25	25	3	6.36	1.06	1.35	0.79	0.44	0.76	0.77	0.98	0.44
30	30	2	5.34	0.89	1.13	1.00	0.46	0.94	0.84	1.20	0.58
30	30	3	7.80	1.30	1.65	1.41	0.67	0.92	0.89	1.18	0.55
30	30	4	10.08	1.68	2.14	1.80	0.88	0.92	0.94	1.17	0.52
40	40	2	7.20	1.20	1.53	2.44	0.84	1.26	1.09	1.61	0.78
40	40	3	10.82	1.77	2.25	3.50	1.22	1.25	1.14	1.59	0.76
40	40	4	13.86	2.31	2.94	4.46	1.58	1.23	1.19	1.58	0.78
40	40	5	19.82	2.82	3.59	5.31	1.91	1.22	1.23	0.73	0.73
50	50	2	9.12	1.52	1.93	4.86	1.33	1.58	1.34	2.01	0.98
50	50	3	13.44	2.24	2.85	7.03	1.95	1.57	1.39	2.00	0.96
50	50	4	17.64	2.94	3.74	9.04	2.53	1.56	1.43	1.98	0.94
50	50	5	21.60	3.60	4.59	10.88	3.09	1.54	1.48	1.97	0.93
50	50	6	25.92	4.32	5.40	12.57	3.62	1.53	1.53	1.96	0.90
60	60	3	16.26	2.71	3.45	12.37	2.84	1.89	1.64	2.41	1.16
60	60	4	21.36	3.56	4.54	16.00	3.71	1.88	1.68	2.39	1.15
60	60	5	26.34	4.39	5.59	19.40	4.54	1.86	1.73	2.38	1.13
60	60	6	31.68	5.28	6.60	22.56	5.35	1.85	1.78	2.37	1.11
60	60	8	41.04	6.84	8.55	28.21	6.85	1.82	1.88	2.34	1.05
75	75	3	19.56	3.26	4.35	24.60	4.48	2.38	2.01	3.02	1.48
75	75	4	27.06	4.51	5.74	32.02	5.88	2.36	2.06	3.00	1.45
75	75	5	33.42	5.57	7.09	39.08	7.25	2.35	2.11	2.99	1.43
75	75	6	40.32	6.72	8.40	45.76	8.57	2.33	2.16	2.97	1.40
75	75	8	52.56	8.76	10.95	58.03	11.05	2.30	1.25	2.95	1.37
75	75	10	64.92	10.82	13.36	68.89	13.38	2.27	2.35	2.92	1.32
80	80	4	28.92	4.82	6.14	39.10	6.72	2.52	2.18	3.21	1.56
80	80	5	35.76	5.96	7.59	47.79	8.28	2.51	2.23	3.20	1.54
80	80	6	43.20	7.20	9.00	56.05	9.80	2.49	2.28	3.18	1.51
80	80	8	56.40	9.40	11.75	71.32	12.67	2.46	2.37	3.16	1.46
80	80	10	68.94	11.49	14.36	84.94	15.36	2.43	2.47	3.13	1.43
80	80	12	81.78	13.63	16.83	97.05	17.87	2.40	2.57	3.10	1.38

También en galvanizado e inoxidable - Medidas Especiales Bajo Pedido.

ANEXO C-3

Planchas acero



PLANCHAS

**PLANCHAS
PL**



REDUCCION DE FRACCIONES DE PULGADAS A MILIMETROS					
PULGADAS	MILIMETROS	PULGADAS	MILIMETROS	PULGADAS	MILIMETROS
1/128	= 0.20	25/64	= 9.92	2 1/32	= 21.43
1/64	= 0.40	13/32	= 10.32	55/64	= 21.83
3/128	= 0.60	27/64	= 10.72	7/8	= 22.23
1/40	= 0.64	7/16	= 11.11	57/64	= 22.62
1/32	= 0.79	29/64	= 11.51	29/32	= 23.02
1/25	= 1.02	15/32	= 11.91	59/64	= 23.42
3/64	= 1.19	31/64	= 12.30	15/16	= 23.81
1/20	= 1.27	1/2	= 12.70	61/64	= 24.21
1/16	= 1.59	33/64	= 13.10	61/32	= 24.61
5/64	= 1.98	17/32	= 13.49	63/64	= 25.00
3/32	= 2.38	35/64	= 13.89	1	= 25.40
7/64	= 2.78	9/16	= 14.29	11/10	= 27.00
1/8	= 3.18	37/64	= 14.68	11/8	= 28.60
9/64	= 3.57	19/32	= 15.08	18/16	= 30.20
5/32	= 3.97	39/64	= 15.48	11/4	= 31.70
11/64	= 4.37	5/8	= 15.88	15/16	= 33.30
3/16	= 4.76	41/64	= 16.27	13/8	= 34.90
13/64	= 5.16	21/32	= 16.67	17/16	= 36.50
7/32	= 5.56	46/64	= 17.07	11/2	= 38.10
15/64	= 5.95	11/16	= 17.46	19/10	= 39.70
1/4	= 6.35	45/64	= 17.86	15/8	= 41.30
17/64	= 6.75	23/32	= 18.26	111/16	= 42.90
9/32	= 7.14	47/64	= 18.65	13/4	= 44.40
19/64	= 7.54	3/4	= 19.05	113/16	= 46.00
5/16	= 7.94	49/64	= 19.45	17/8	= 47.60
21/64	= 8.33	25/32	= 19.84	115/16	= 49.20
11/32	= 8.73	51/64	= 20.24	2	= 50.80
23/64	= 9.13	13/16	= 20.64		
3/8	= 9.53	53/64	= 21.03		

DIMENSIONES EN (mm) PESOS			
ANCHO	LARGO	ESPESOR	KG
1220	2440	2	46.74
1220	2440	3	70.10
1220	2440	4	93.47
1500	2440	4	114.92
1220	2440	5	116.84
1500	2440	5	143.66
1800	2440	5	172.39
1220	2440	6	140.21
1500	2440	6	172.39
1600	2440	6	206.86
1220	2440	8	186.94
1500	2440	8	229.85
1800	2440	8	275.82
1220	2440	10	233.68
1500	2440	10	287.31
1800	2440	10	344.77
1220	6000	12	689.54

METODO PRACTICO PARA CALCULAR PESO DE LAS PLANCHAS DE ACERO

NOMENCLATURA

- L = Largo (mm)
- A = Ancho (mm)
- E = Espesor (mm)
- Peso = Kgs.

$$\text{Peso} = \frac{L \times A \times E \times 7.85}{1,000.00}$$

Ejemplo: $\frac{(L = 1220\text{mm} \times A = 2440 \text{ mm} \times E = 1,0\text{mm}) \times 7.85}{1,000.00} = 23.368 \text{ Kg}$



DIPAC®

PRODUCTOS DE ACERO

PLANCHAS

PLANCHAS LAMINADAS AL CALIENTE

Especificaciones Generales

Norma	Ver tabla
Espesores	1.20mm a 100mm
Rollos	Ancho 1000,1220,1500,1800
Planchas	4 x 8 y a medida



Calidad Comercial

NORMA	COMPOSICION QUIMICA							PROPIEDADES MECANICAS			NORMA EQUIVALENTE
	% C	%MN	%P	%S	%SI	%AL	%CU	Esfuerzo Máximo (Mpa)	Alargamiento %	Doblado 180°	
JIS G3131 SPHC	0,08 0,13	0,3 0,6	0,02 max	0,025 max	0,05 max	0,02 0,08	0,2 max	270 min	29 min	0= Oe	SAE 1010 ASTM A-569
SAE 1008	0,03 0,1	0,25 0,5	0,02 max	0,025 max	0,04 max	0,02 0,08	0,2 max				JIS G3132 SPHT1
SAE 1012	0,1 0,15	0,3 0,6	0,02 max	0,025 max	0,03 max	0,02 0,08	0,2 max				ASTM A-635 ASTM A-570 GRADO 33

Calidad Estructural

NORMA	COMPOSICION QUIMICA							PROPIEDADES MECANICAS					NORMA EQUIVALENTE
	% C	%MN	%P	%S	%SI	%CU	OTROS	Fluencia (Mpa)	Esfuerzo Máximo (Mpa)	Alarga- miento %	Doblado 180°		
ASTM A-588M GRADO A	0,19 max	0,8 1,25	0,04 max	0,05 max	0,3 0,6	0,25 0,40	Ni Cr V	0,15-0,35 0,40-0,65 0,02-0,10	345 min	485 min	18 min		
ASTM A-283 GRADO C	0,12 0,18	0,3 0,6	0,025 max	0,03 max	0,04 max	0,2 max			205 min	380 516 max	25 min	0=1,5e	SAE 1015
JIS G-3101 SS41 M	0,17 0,23	0,3 0,6	0,025 max	0,025 max	0,04 max	0,25 max			250 min	400 min 550 max	21 min		SAE 1020 ASTM A-36 ASTM A-570 GRADO 36
A 36	0,25 0,29	0,80 1,2	0,04 max	0,05 max	0,4 max	0,20 max			250 min	400 min 550 max	20 min		



DIPAC[®]
PRODUCTOS DE ACERO

PLANCHAS

PLANCHAS GALVANIZADAS

Especificaciones Generales

Acero base	Calidad Comercial o según Tabla de Laminado al Frío
Norma	ASTM A 653 (Norma de recubrimiento)
Espesores	0.30 a 2.90
Rollos	X 1219 y flejes
Planchas	4 X 8 y medidas especiales
Flor	Regular Mínima Zero



RECUBRIMIENTO	(TOTAL AMBAS CARAS)	
	TIPO	oz / pie ²
G-40	40	120
G-60	60	180
G-90	90	270

PRODUCTO/ MERCADO	COMERCIAL, CONSTRUCCION Y EDIFICIOS	INDUSTRIAL	LINEA BLANCA	AUTOMOTRIZ
Lámina Galvanizada	Techos y paredes, perifería y tubería en general, polines, soportes de cielo falso, ductos de aire, silos para almacenar granos, accesorios para construcción, cortinas metálicas, señalizaciones de carretera, estructuras, techos y soportes de establecimientos.	Aire acondicionado, ventiladores de techo y ventana, tapas, extractores de humo, casas móviles, ductos, bisagras, recipientes, cajas eléctricas, pizarrones electrónicos, motores, lánas, etc.	Respaldo de refrigeradores, estufas y lavadoras, soportes, bases, uniones, esquineros y accesorios de fijación y otras partes no expuestas,	Moflers, uniones, soportes, pisos, carter, guantera, portaestéreos, cinchos y otras partes no expuestas, etc.



PLANCHAS

PLANCHAS INOXIDABLES

Especificaciones Generales

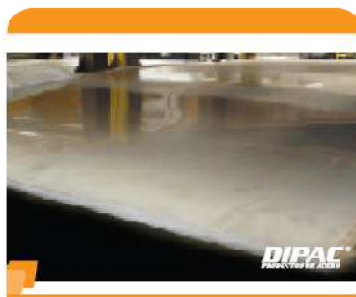
Norma	304, 316, 430
Espesores	Desde 0,40mm hasta 15,00mm
Rollos	X 1220
Planchas	4 x 8
	Largos y calidades especiales bajo pedido

Tipo de estructura	Tipo de Composición	Descripción de acuerdo a JIS*	Descripción de acuerdo a AISI**	Descripción de acuerdo a DIN***	COMPOSICION QUIMICA %					
					C	Si max	Mn	P max	S max	Ni
Austenite	17 Cr 5Ni 7Mn	SUS 201	201		0,15 max	1,00	5,50 ~ 7,50	0,06	0,030	3,50 ~ 5,5
	18 Cr-6Ni-10Mn	SUS 202	202		0,15 max	1,00	7,50 ~ 10,00	0,06	0,030	4,00 ~ 6,00
	17Cr-7Ni	SUS 301	301	4310	0,15 max	1,00	2,00 - max	0,04	0,030	6,00 ~ 8,00
	18Cr-8Ni-highC	SUS 302	302	4300	0,15 max	1,00	2,00 - max	0,04	0,030	8,00 ~ 10,00
	18Cr-8Ni	SUS 304	304	4301	0,08 max	1,00	2,00 - max	0,04	0,030	8,00 ~ 10,50
	18Cr-8Ni-extra-low-C	SUS 304 L	304L	4306	0,030 max	1,00	2,00 - max	0,04	0,030	9,00 ~ 13,00
	18Cr-12Ni	SUS 305	305	3955	0,12 max	1,00	2,00 - max	0,04	0,030	10,50 ~ 13,00
	23Cr-12Ni	SUS 309 S	309 S	4845	0,08 max	1,00	2,00 - max	0,04	0,030	12,00 ~ 15,00
	25Cr-20Ni	SUS 310 S	310 S		0,08 max	1,50	2,00 - max	0,04	0,030	19,00 ~ 22,00
	18Cr-12Ni-2,5Mo	SUS 316	316	4401	0,08 max	1,00	2,00 - max	0,04	0,030	10,00 ~ 14,00
	18Cr-12Ni-7,5Mo-extra-low-C	SUS 316 L	316 L	4404	0,030 max	1,00	2,00 - max	0,04	0,030	12,00 ~ 15,00
	18Cr-12Ni-2Mo-2Cu	SUS 316 J1		4505	0,08 max	1,00	2,00 - max	0,04	0,030	10,00 ~ 14,00
	18Cr-13Ni-3,5Mo	SUS 317	317	4402	0,08 max	1,00	2,00 - max	0,04	0,030	18,00 ~ 15,00
	18Cr-13Ni-3,5Mo-extra-low-C	SUS 317 L	317 L		0,030 max	1,00	2,00 - max	0,04	0,030	11,00 ~ 15,00
	18Cr-8Ni-Ti	SUS 321	321	4541	0,08 max	1,00	2,00 - max	0,04	0,030	9,00 ~ 13,00
18Cr-9Ni-Nb	SUS 347	347	4550	0,08 max	1,00	2,00 - max	0,04	0,030	9,00 ~ 13,00	
Ferrite	13Cr-Al	SUS 405	405	4002	0,08 max	1,00	1,00 max	0,04	0,030	0,60 max
	16Cr	SUS 429	429	4009	0,12 max	1,00	1,00 max	0,04	0,030	
	18Cr	SUS 430	430	4016	0,12 max	0,75	1,00 max	0,04	0,030	0,60 max
	18Cr-Mo	SUS 434	434	4113	0,12 max	1,00	1,00 max	0,04	0,030	
Martensite	13Cr-low Si	SUS 403	403	4074	0,15 max	0,50	1,00 max	0,04	0,030	0,60 max
	13Cr	SUS 410	410	4000	0,15 max	1,00	1,00 max	0,04	0,030	0,60 max
	13Cr-high C	SUS 420 J2	420	4071	0,26 ~ 0,40	1,00	1,00 max	0,04	0,030	
	18Cr-high C	SUS 440 A	440 A		0,60 ~ 0,75	1,00	1,00 max	0,04	0,030	
Endurecido por precipitación	17Cr-7Ni-1Al	SUS 631	631		0,09 max	1,00	1,00 max	0,04	0,030	6,50 ~ 7,75

JIS* Japanese Industrial Standards
 AISI** American Iron and Steel Institute
 DIN*** Deutsche Industrie Normen



DIPAC[®]
PRODUCTOS DE ACERO



PLANCHAS

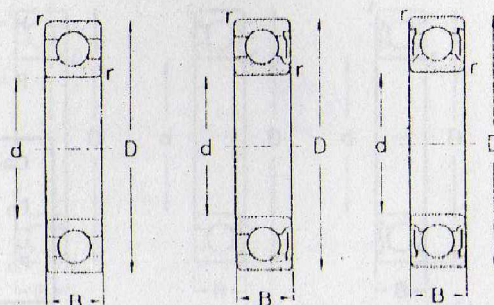
COMPOSICIÓN QUÍMICA %			PROPIEDADES MECÁNICAS								
Cr	Mn	Otros Elementos	Pruebas Mecánicas						Pruebas de Dureza		PRUEBA DE FLEXIBILIDAD 180° (t, mm)
			Resistencia Mecánica min Kg/mm ²	psi	Punto de fluencia ¹ min kg/mm ²	psi	Elongación % min 315 N° 13 (Muestra)	Ferrols Rockwell B max	Escala de dureza Vickers max		
16,00 ~ 18,00		N: 0,25 max	65	93,000	25	35,800	40	100	253		
17,00 ~ 19,00		N: 0,25 max	60	85,500	25	35,800	40	95	218		
16,00 ~ 18,00			53	75,800	21	30,000	40	90	200		
17,00 ~ 19,00			53	75,800	21	30,000	40	90	200		
18,00 ~ 20,00			53	75,800	21	30,000	40	90	200		
18,00 ~ 20,00			49	69,500	18	25,500	40	90	200		
17,00 ~ 19,00			49	69,500	18	25,500	40	90	200		
22,00 ~ 24,00			53	75,800	21	30,000	40	90	200		
24,00 ~ 26,00			53	75,800	21	30,000	40	90	200		
16,00 ~ 18,00	2,00 ~ 3,00		53	75,800	21	30,000	40	90	200		
16,00 ~ 18,00	2,00 ~ 3,00		49	69,500	18	25,500	40	90	200		
17,00 ~ 19,00	1,20 ~ 2,75	Cu: 1,00 ~ 2,5	53	75,800	21	30,000	40	90	200		
18,00 ~ 20,00	3,00 ~ 4,00		53	75,800	21	30,000	40	90	200		
18,00 ~ 20,00	3,00 ~ 4,00		49	69,500	18	25,800	40	90	200		
17,00 ~ 19,00		Ti: 5 x C% min	53	75,800	21	30,000	40	90	200		
17,00 ~ 19,00		Nb + Ta: 10 x C% min	53	75,800	21	30,000	40	90	200		
11,50 ~ 16,00		Al: 0,10 ~ 0,30	42	60,000	18	25,500	20	88	200	t 8 0,5 t	
14,00 ~ 16,00			46	65,800	21	30,000	22	88	200	1,0t	
16,00 ~ 18,00			46	65,800	21	30,000	22	88	200	1,0t	
16,00 ~ 18,00	0,75 ~ 1,25		46	65,800	21	30,000	22	88	200	1,0t	
11,50 ~ 13,00			45	64,000	21	30,000	20	88	200	1,0t	
11,50 ~ 13,5			45	64,000	21	30,000	20	88	200	1,0t	
12,00 ~ 14,00			55	78,500	23	32,750	18	93	210		
16,00 ~ 18,00	0,75 max		60	85,500	25	35,800	15	97	230		
16,00 ~ 18,00		Al: 0,75 ~ 1,50	105	148,000	39	55,500	20	92	200		

ANEXO C-4

Rodamientos

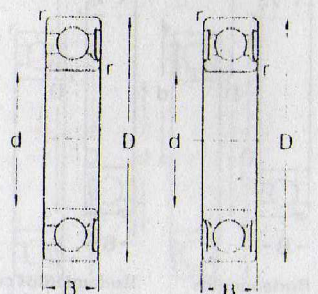
Rodamientos **FAG**
rígidos de bolas

Serie 62 según DIN 625

Rodamientos
en ejecución
normalRodamientos
con una tapa
de protecciónRodamientos
con dos tapas
de protección

Denominación abreviada

Rodamientos en ejecución normal	Rodamientos con una tapa de protección	Rodamientos con dos tapas de protección	Rodamientos con una tapa de obturación	Rodamientos con dos tapas de obturación
62 00	62 00 Z	62 00.2Z	62 00 RS	62 00.2RS
62 01	62 01 Z	62 01.2Z	62 01 RS	62 01.2RS
62 02	62 02 Z	62 02.2Z	62 02 RS	62 02.2RS
62 03	62 03 Z	62 03.2Z	62 03 RS	62 03.2RS
62 04	62 04 Z	62 04.2Z	62 04 RS	62 04.2RS
62 05	62 05 Z	62 05.2Z	62 05 RS	62 05.2RS
62 06	62 06 Z	62 06.2Z	62 06 RS	62 06.2RS
62 07	62 07 Z	62 07.2Z	62 07 RS	62 07.2RS
62 08	62 08 Z	62 08.2Z	62 08 RS	62 08.2RS
62 09	62 09 Z	62 09.2Z	62 09 RS	62 09.2RS
62 10	62 10 Z	62 10.2Z	62 10 RS	62 10.2RS
62 11	62 11 Z	62 11.2Z	62 11 RS	62 11.2RS
62 12	62 12 Z	62 12.2Z	62 12 RS	62 12.2RS
62 13	62 13 Z	62 13.2Z		
62 14	62 14 Z	62 14.2Z		
62 15	62 15 Z	62 15.2Z		
62 16	62 16 Z	62 16.2Z		
62 17				
62 18				
62 19				
62 20				
62 21				
62 22				
62 24				
62 26				
62 28				
62 30				
62 32				



Rodamientos con una tapa de obturación

Rodamientos con dos tapas de obturación

Carga dinámica equivalente

$$P = F_r \quad \text{para} \quad \frac{F_a}{F_r} \leq e$$

$$P = 0,56 F_r + Y F_a \quad \text{para} \quad \frac{F_a}{F_r} > e$$

Carga estática equivalente

$$P_0 = F_r \quad \text{para} \quad \frac{F_a}{F_r} \leq 0,8$$

$$P_0 = 0,6 F_r + 0,5 F_a \quad \text{para} \quad \frac{F_a}{F_r} > 0,8$$

$\frac{F_a}{C_0}$	e	Y
0,025	0,22	2,0
0,04	0,24	1,8
0,07	0,27	1,6
0,13	0,31	1,4
0,25	0,37	1,2
0,5	0,44	1,0

Dimensiones				Capacidades de carga		Número límite de revoluciones			Peso
d	D	B	r	dinámica	estática	Series 62, 62 Z y 62.2Z Lubricación con grasa	Series 62, y 62 Z Lubricación con aceite	Series 62 RS y 62.RS Lubricación con grasa	kg
mm				C	C ₀	r. p. m.			
				kg	kg				
10	30	9	1	465	270	25 000	32 000	18 000	0,032
12	32	10	1	540	315	22 000	28 000	16 000	0,037
15	35	11	1	610	360	20 000	25 000	14 000	0,045
17	40	12	1	750	455	16 000	20 000	11 000	0,065
20	47	14	1,5	1 000	630	14 000	18 000	10 000	0,106
25	52	15	1,5	1 120	720	12 000	16 000	9 000	0,128
30	62	16	1,5	1 530	1 020	10 000	12 000	7 100	0,199
35	72	17	2	2 000	1 400	8 000	10 000	5 600	0,288
40	80	18	2	2 280	1 600	7 100	9 000	5 000	0,366
45	85	19	2	2 550	1 830	7 100	9 000	5 000	0,407
50	90	20	2	2 850	2 120	6 300	8 000	4 500	0,463
55	100	21	2,5	3 400	2 550	5 600	7 100	4 000	0,607
60	110	22	2,5	4 150	3 150	5 000	6 300	3 600	0,783
65	120	23	2,5	4 650	3 600	4 500	5 600		0,990
70	125	24	2,5	4 900	3 800	4 500	5 600		1,07
75	130	25	2,5	5 200	4 150	4 000	5 000		1,18
80	140	26	3	5 700	4 550	4 000	5 000		1,40
85	150	28	3	6 550	5 400	3 600	4 500		1,79
90	160	30	3	7 200	6 100	3 200	4 000		2,15
95	170	32	3,5	8 500	7 100	3 200	4 000		2,62
100	180	34	3,5	9 650	8 000	2 800	3 600		3,14
105	190	36	3,5	10 400	9 150	2 800	3 600		3,70
110	200	38	3,5	11 200	10 200	2 500	3 200		4,36
120	215	40	3,5	11 400	10 400	2 500	3 200		5,15
130	230	40	4	13 200	12 700	2 200	2 800		5,82
140	250	42	4	13 400	13 200	2 000	2 500		7,47
150	270	45	4	14 000	14 000	2 000	2 500		9,41
160	290	48	4	15 600	16 600	1 800	2 200		14,3
170	310	52	5	16 600	18 300	1 600	2 000		17,5

Rodamientos correspondientes y accesorios

Soportes sin rodami- ento	Rodamientos con agujero cilíndrico			Anillos de fijación ¹⁾		Tornillos de fijación	
	denomi- nación abreviada	denominación abreviada		denominación abreviada	can- tidad	s métrico	s en pulgadas
SN 205	62 05	12 05	202 05	FR 52/5	2	M 12	1/2"
SN 206	62 06	12 06	202 06	FR 62/7	2	M 12	1/2"
SN 207	62 07	12 07	202 07	FR 72/8	2	M 12	1/2"
SN 208	62 08	12 08	202 08	FR 80/7,5	2	M 12	1/2"
SN 209	62 09	12 09	202 09	FR 85/6	2	M 12	1/2"
SN 210	62 10	12 10	202 10	FR 90/6,5	2	M 12	1/2"
SN 211	62 11	12 11	202 11	FR 100/6	2	M 16	5/8"
SN 212	62 12	12 12	202 12	FR 110/8	2	M 16	5/8"
SN 213	62 13	12 13	202 13	FR 120/10	2	M 16	5/8"
SN 214	62 14	12 14	202 14	FR 125/10	2	M 16	5/8"
SN 215	62 15	12 15	202 15	FR 130/8	2	M 16	5/8"
SN 216	62 16	12 16	202 16	FR 140/8,5	2	M 20	3/4"
SN 217	62 17	12 17	202 17	FR 150/9	2	M 20	3/4"
SN 218	62 18	12 18	202 18	FR 160/10,2	2	M 20	3/4"
SN 219	62 19	12 19	202 19	FR 170/10,5	2	M 20	3/4"
SN 220	62 20	12 20	202 20	FR 180/18,1	2	M 24 (M 22)	7/8"
SN 222	62 22	12 22	202 22	FR 200/21	2	M 24 (M 22)	7/8"
SN 224	62 24		202 24	FR 215/23	2	M 24 (M 22)	7/8"
SN 226	62 26		202 26	FR 230/25	2	M 24 (M 27)	1"
SN 228	62 28		202 28	FR 250/28	2	M 30	1 1/4" (1 1/8")
SN 230	62 30		202 30	FR 270/30,5	2	M 30	1 1/4" (1 1/8")
SN 232	62 32		202 32	FR 290/33	2	M 30	1 1/4" (1 1/8")

¹⁾ Los anillos de fijación y las tapas deben pedirse expresamente.

Si, en la columna «cantidad», sólo se indica un anillo de fijación, éste se monta en el lado de la tuerca del manguito de montaje; en este caso, el centro del rodamiento y el centro del soporte están separados por una distancia igual a la mitad del anillo de fijación. Si se indican dos anillos de fijación, éstos se montan a ambos lados del rodamiento.

ANEXO C-6

Cadenas y Piñones

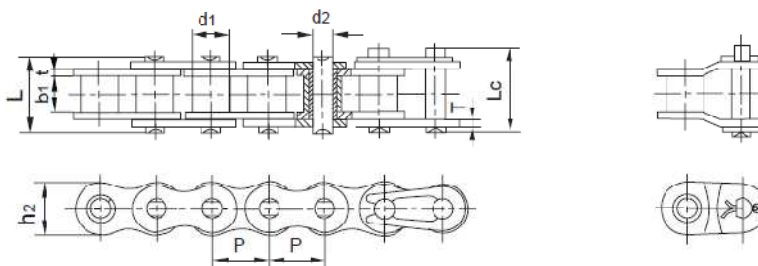


CATALOGO YUK 2004

Cadenas de Rodillos Simples / SERIE B



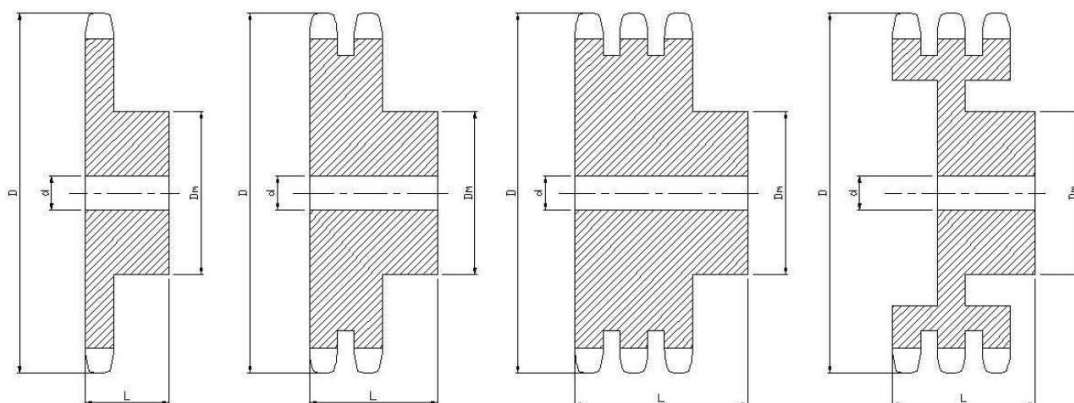
Cadenas de rodillo simple



REFERENCIA	PASO	DIAMETRO DE RODILLO	ANCHO INTERIOR	DIAMETRO EJE	LONGITUD DE EJE		ANCHO MALLAS	GROSOR DE MALLAS	FUERZA DE TENSION TOTAL	FUERZA DE TENSION MEDIA	PESO POR METRO
DIN/ISO	P mm.	d1 máx mm.	b1 mín mm.	d2 máx mm.	L máx mm.	Lo mín mm.	h2 máx mm.	VT máx mm.	Q mín. kN	Qo kN	q kg./m.
04B-1	6.000	4.00	2.80	1.85	6.80	7.8	5.00	0.50	3.0	3.2	0.11
05B-1	8.000	5.00	3.00	2.31	8.20	8.9	7.10	0.80	5.0	5.9	0.20
*06B-1	9.525	6.35	5.72	3.28	13.15	14.1	8.20	1.30	9.0	10.4	0.41
08B-1	12.700	8.51	7.75	4.45	16.70	18.2	11.80	1.50	18.0	19.4	0.69
10B-1	15.875	10.16	9.65	5.08	19.50	20.9	14.70	1.70	22.4	27.5	0.93
12B-1	19.050	12.07	11.68	5.72	22.50	24.2	16.00	1.85	29.0	32.2	1.15
16B-1	25.400	15.88	17.02	8.28	36.10	37.4	21.00	4.15/3.1	60.0	72.8	2.71
20B-1	31.750	19.05	19.56	10.19	41.30	45.0	26.40	4.5/3.5	95.0	106.7	3.70
24B-1	38.100	25.40	25.40	14.63	53.40	57.8	33.20	6.0/4.8	160.0	178.0	7.10
28B-1	44.450	27.94	30.99	15.90	65.10	69.5	36.70	7.5/6.0	200.0	222.0	8.50
32D-1	50.000	29.21	30.99	17.01	66.00	71.0	42.00	7.0/6.0	250.0	277.5	10.25
40B-1	63.500	39.37	38.10	22.89	82.20	89.2	52.96	8.5/8.0	355.0	394.0	16.35
48B-1	76.200	48.26	45.72	29.24	99.10	107.0	63.80	12/10	560.0	621.6	25.00

* Mallas rectas

PIÑONES PARA CADENA ANSI No. 80



REF	D	SENCILLOS			REF	DOBLES			REF	TRIPLES		
		Dm	L	d		Dm	L	d		Dm	L	d
80B9 R	85,1	57	41	25,40	80-2B9 R	57	65	25,40	80-3B9	57	95	25,40
80B10 R	93,5	65	41	25,40	80-2B10 R	65	65	25,40	80-3B10	65	95	25,40
80B11 R	101,6	81	41	25,40	80-2B11 R	66	71	25,40	80-3B11	66	95	25,40
80B12 R	110,0	80	41	25,40	80-2B12	72	63	25,40	80-3B12	72	95	25,40
80B13	118,4	76	38	25,40	80-2B13	80	64	25,40	80-3B13	80	95	25,40
80B14	126,5	83	38	25,40	80-2B14	88	63	25,40	80-3B14	88	95	25,40
80B15	134,6	97	38	25,40	80-2B15	97	64	25,40	80-3B15	97	99	25,40
80B16	143,0	102	38	25,40	80-2B16	102	70	25,40	80-3B16	102	98	25,40
80B17	151,1	102	38	25,40	80-2B17	102	70	25,40	80-3B17	102	99	25,40
80B18	159,3	108	38	25,40	80-2B18	120	70	25,40	80-3B18	120	99	25,40
80B19	167,4	108	38	25,40	80-2B19	127	70	25,40	80-3B19	127	99	25,40
80B20	175,5	108	38	25,40	80-2B20	127	70	25,40	80-3B20	127	99	25,40
80B21	183,6	108	45	25,40	80-2B21	127	70	25,40	80-3B21	127	98	25,40
80B22	191,8	108	44	25,40	80-2B22	127	70	25,40	80-3B22	127	98	25,40
80B23	200,2	108	44	25,40	80-2B23	127	70	25,40	80-3B23	127	99	25,40
80B24	208,3	108	44	25,40	80-2B24	134	70	25,40	80-3B24	134	99	25,40
80B25	216,4	118	48	25,40	80-2B25	134	77	25,40	80-3B25	134	99	25,40
80B26	224,5	118	48	25,40	80-2B26	134	77	25,40	80-3B26	134	99	25,40
80B27	232,7	121	51	31,75	80-2B27	133	77	25,40	80-3B27	133	99	25,40
80B28	240,5	121	51	31,75	80-2B28	133	77	25,40	80-3B28	133	99	25,40
80B29	248,7	121	51	30,16	80-2B29	133	77	25,40	80-3B29	133	99	25,40
80B30	256,8	121	51	30,16	80-2B30	146	77	31,75	80-3B30	146	99	31,75
80B31	265,0	121	51	30,16	80-2B31	146	77	31,75	80-3B31	146	99	31,75
80B32	273,1	121	51	30,16	80-2B32	146	77	31,75	80-3B32	146	99	31,75
80B33	281,2	121	51	30,16	80-2B33	146	77	31,75	80-3B33	146	99	31,75
80B34	289,3	121	51	30,16	80-2B34	146	77	31,75	80-3B34	146	99	31,75
80B35	297,4	121	51	30,16	80-2B35	146	76	31,75	80-3B35	146	99	31,75
80B36	305,6	121	51	30,16	80-2B36	146	79	31,75	80-3B36	146	108	31,75
80B37	313,7	121	51	30,16	80-2B37	146	79	31,75	80-3B37	146	108	31,75
80B38	321,8	121	51	30,16	80-2B38	146	79	31,75	80-3B38	146	108	31,75
80B39	329,9	121	51	30,16	80-2B39	146	79	31,75	80-3B39	146	108	31,75
80B40	338,1	121	51	30,16	80-2B40	146	79	31,75	80-3B40	146	108	31,75
80B41	346,1	121	51	31,75	80-2B41	146	79	31,75	80-3B41	146	108	31,75
80B42	354,1	121	51	31,75	80-2B42	146	79	31,75	80-3B42	146	108	31,75
80B43	362,3	121	51	31,75	80-2B43	146	79	31,75	80-3B43	146	108	31,75
80B44	370,3	121	51	31,75	80-2B44	146	79	31,75	80-3B44	146	108	31,75
80B45	378,5	121	51	31,75	80-2B45	146	82	31,75	80-3B45	146	108	31,75
80B46	386,6	121	51	31,75	80-2B46	146	82	31,75	80-3B46	146	108	31,75
80B47	394,7	121	51	31,75	80-2B47	146	82	31,75	80-3B47	146	108	31,75
80B48	402,8	121	51	31,75	80-2B48	146	82	31,75	80-3B48	146	108	31,75
80B49	410,9	121	51	31,75	80-2B49	146	82	31,75	80-3B49	146	108	31,75
80B50	418,8	121	51	31,75	80-2B50	146	82	31,75	80-3B50	146	108	31,75
80B51	427,0	121	51	31,75	80-2B51	146	82	31,75	80-3B51	146	108	31,75
80B52	435,2	121	51	31,75	80-2B52	146	82	31,75	80-3B52	146	108	31,75
80B53	443,2	133	51	31,75	80-2B53	146	82	31,75	80-3B53	146	108	31,75
80B54	451,3	133	51	31,75	80-2B54	146	82	31,75	80-3B54	146	108	31,75
80B55	459,4	133	51	31,75	80-2B55	146	82	31,75	80-3B55	146	108	31,75
80B56	467,5	133	51	31,75	80-2B56	146	82	31,75	80-3B56	146	108	31,75
80B57	475,5	133	51	31,75	80-2B57	146	82	31,75	80-3B57	146	108	31,75
80B58	483,7	133	51	31,75	80-2B58	146	82	31,75	80-3B58	146	108	31,75
80B59	491,8	133	51	31,75	80-2B59	146	89	31,75	80-3B59	146	108	31,75
80B60	499,9	133	51	31,75	80-2B60	159	89	41,28	80-3B60	159	108	41,28
80B61	508,0	133	51	31,75	80-2B61	159	89	41,28	80-3B61	159	108	41,28
80B62	516,1	133	51	31,75	80-2B62	159	89	41,28	80-3B62	159	108	41,28
80B63	524,2	133	51	31,75	80-2B63	159	89	41,28	80-3B63	159	108	41,28
80B64	532,3	133	51	31,75	80-2B64	159	89	41,28	80-3B64	159	108	41,28
80B65	540,4	133	51	31,75	80-2B65	159	89	41,28	80-3B65	159	108	41,28
80B66	548,5	133	51	31,75	80-2B66	159	89	41,28	80-3B66	159	108	41,28
80B67	556,5	133	51	31,75	80-2B67	159	89	41,28	80-3B67	159	108	41,28

ANEXO C-7

Motorreductor



Three-phase motors designed
for range of rated voltage
380-420 V ± 5% - 50 Hz



For mains voltage
to IEC 60038
400 V ± 10% - 50 Hz

Temperature rise to class B

Type	kW	HP	min ⁻¹	η			cos φ	I _N		I _R /I _N	M _R /M _N	M ₂ /M _N	M ₁ /M _N	J 10 ³ kgm ²	kg	
				50%	75%	100%		400V	380-420V							
1500 min⁻¹ (4 poles)																
AM 56Z AA	4	0.06	0.08	1300	42	44	48	0.70	0.28	0.32	2.6	2.1	2.0	2.1	0.14	2.7
AM 56Z BA	4*	0.09	0.12	1330	43	47	51	0.74	0.35	0.40	2.5	2.2	2.1	2.2	0.16	2.9
AM 63Z AA	4	0.12	0.16	1350	46	50	57	0.65	0.50	0.55	2.4	2.0	1.9	2.0	0.25	3.3
AM 63Z BA	4	0.18	0.25	1330	47	50	58	0.70	0.65	0.70	2.3	1.9	1.8	1.9	0.27	4.1
AM 63Z CA	4*	0.25	0.33	1360	49	52.5	58	0.74	0.85	0.90	2.7	2.2	2.0	2.1	0.30	4.2
AM 71Z AA	4	0.25	0.33	1340	55	59	64	0.66	0.90	1.00	3.2	1.9	1.8	2.0	0.70	5.7
AM 71Z BA	4	0.37	0.50	1370	60	63	67	0.67	1.20	1.25	3.3	2.2	2.1	2.2	0.82	6.0
AM 71Z CA	4*	0.55 ¹⁾	0.75	1380	61	64	69	0.68	1.70	1.80	3.6	2.4	2.3	2.4	0.95	7.3
AM 80Z AA	4	0.55	0.75	1400	67.0	69.0	70.0	0.72	1.6	1.7	3.6	2.6	2.5	2.6	1.58	8.2
AM 80Z BA	4	0.75	1.0	1410	62.5	69.0	70.6	0.71	2.2	2.3	4.4	2.8	2.3	2.8	2.00	9.3
AM 80Z CA	4*	1.1 ¹⁾	1.5 ¹⁾	1385	74.1	76.4	75.9	0.77	2.8	2.9	4.4	2.5	2.5	2.6	2.41	10.6
AM 90S AA	4	1.1	1.5	1400	69.6	75.4	76.5	0.78	2.7	2.9	5.2	2.5	2.4	2.8	2.5	12.5
AM 90L BA	4	1.5	2.0	1400	75.6	78.7	78.6	0.77	3.6	3.7	5.7	2.8	2.6	3.0	3.13	14.5
AM 90L CA	4*	1.8 ¹⁾	2.5 ¹⁾	1380	75.1	77.8	77.3	0.80	4.2	4.3	5.5	2.7	2.5	2.9	3.13	14.5
AM 90L DA	4*	2.2 ¹⁾	3.0 ¹⁾	1400	76.3	79.3	79.3	0.75	5.3	5.5	4.8	2.9	2.8	3.2	4.05	17
AM 100L AA	4	2.2	3.0	1435	77.5	80.2	81.0	0.74	5.4	5.6	5.3	2.5	2.4	2.7	4.6	19.5
AM 100L BA	4	3	4.0	1425	81.7	83.4	82.8	0.76	6.8	6.9	4.6	2.4	2.3	2.5	5.58	22.5
AM 100L CA	4*	4 ¹⁾	5.5 ¹⁾	1400	82.1	83.0	81.6	0.78	9.2	9.3	6.0	2.6	2.4	2.9	6.05	25
AM 112M AA	4	4	5.5	1430	84.5	85.3	84.2	0.81	8.5	8.8	6.3	2.2	2.0	2.8	12.2	29.5
AM 112M BA	4*	5.5 ¹⁾	7.5 ¹⁾	1430	85.9	86.2	85.2	0.83	11.4	11.7	6.5	2.2	2.0	2.9	15.2	34
AM 132S ZA	4	5.5	7.5	1430	85.6	86.6	85.7	0.82	11.3	11.7	5.8	3.0	2.7	3.0	22.40	41.9
AM 132M ZA	4	7.5	10.0	1440	87.7	88.1	87.4	0.82	15.1	15.5	6.8	3.1	2.7	3.1	29.25	51.0
AM 132M RA	4*	9.2 ¹⁾	12.5 ¹⁾	1440	87.3	88.1	87.2	0.86	17.7	17.8	8.0	3.5	3.2	3.5	37.25	65.0
AM 132M TA	4*	11 ¹⁾	15.0 ¹⁾	1440	87.5	87.9	88.5	0.85	21.1	21.5	8.3	3.1	3.0	3.3	37.25	65.0
AM 160M XA	4	11	15	1460	88.4	89.2	88.6	0.80	22.4	22.7	7.5	2.5	2.2	3.1	81.25	88.5
AM 160L XA	4	15	20	1460	89.6	90.3	89.5	0.84	28.8	29.6	6.7	2.5	2.2	3.5	105.75	106.5

1) Temperature rise to class F

* Higher output (progressive motor)

ANEXO C-8

Chavetas

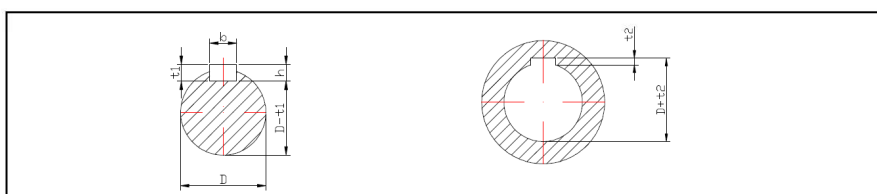


Renom

Constructora Española de Maquinaria, S.A.

C.I.F. A-08-047.300
Ctra de Ribes, 50 - 08591 AIGUAFREDA (Barcelona)
Apdo. 1255 - Tef +34 93 844 00 00 y +34 93 844 22 44 - Fax: +34 93 844 21 12
<http://www.cemsa-renom.com> e-mail: info@cemsa-renom.com

CHAVETAS Y CHAVETEROS



ÁRBOL GRUPOS DE DIÁMETROS D mm.	CHAVETA b x h	Eje $D - t_1$	CHAVETERO Con juego en el lomo $D + t_2$	Con aprieto en el lomo $D + t_2$
Más de 6 hasta 8	2 x 2	$D - 1,1^{+0,1}$	$D + 1^{+0,1}$	$D + 0,6^{+0,1}$
Más de 8 hasta 10	3 x 3	$D - 1,7^{+0,1}$	$D + 1,4^{+0,1}$	$D + 1^{+0,1}$
Más de 10 hasta 12	4 x 4	$D - 2,4^{+0,1}$	$D + 1,7^{+0,1}$	$D + 1,3^{+0,1}$
Más de 12 hasta 17	5 x 5	$D - 2,9^{+0,1}$	$D + 2,2^{+0,1}$	$D + 1,8^{+0,1}$
Más de 17 hasta 22	6 x 6	$D - 3,5^{+0,2}$	$D + 2,6^{+0,1}$	$D + 2,1^{+0,1}$
Más de 22 hasta 30	8 x 7	$D - 4,1^{+0,2}$	$D + 3^{+0,1}$	$D + 2,4^{+0,1}$
Más de 30 hasta 38	10 x 8	$D - 4,7^{+0,2}$	$D + 3,4^{+0,2}$	$D + 2,8^{+0,1}$
Más de 38 hasta 44	12 x 8	$D - 4,9^{+0,2}$	$D + 3,2^{+0,2}$	$D + 2,6^{+0,1}$
Más de 44 hasta 50	14 x 9	$D - 5,5^{+0,2}$	$D + 3,6^{+0,2}$	$D + 2,9^{+0,1}$
Más de 50 hasta 58	16 x 10	$D - 6,2^{+0,2}$	$D + 3,9^{+0,2}$	$D + 3,2^{+0,2}$
Más de 58 hasta 65	18 x 11	$D - 6,8^{+0,2}$	$D + 4,3^{+0,2}$	$D + 3,5^{+0,2}$
Más de 65 hasta 75	20 x 12	$D - 7,4^{+0,2}$	$D + 4,7^{+0,2}$	$D + 3,9^{+0,2}$
Más de 75 hasta 85	22 x 14	$D - 8,5^{+0,2}$	$D + 5,6^{+0,2}$	$D + 4,8^{+0,2}$
Más de 85 hasta 95	25 x 14	$D - 8,7^{+0,2}$	$D + 5,4^{+0,2}$	$D + 4,6^{+0,2}$
Más de 95 hasta 110	28 x 16	$D - 9,9^{+0,2}$	$D + 6,2^{+0,2}$	$D + 5,4^{+0,2}$
Más de 110 hasta 130	32 x 18	$D - 11,1^{+0,3}$	$D + 7,1^{+0,2}$	$D + 6,1^{+0,2}$
Más de 130 hasta 150	36 x 20	$D - 12,3^{+0,3}$	$D + 7,9^{+0,2}$	$D + 6,9^{+0,2}$
Más de 150 hasta 170	40 x 22	$D - 13,5^{+0,3}$	$D + 8,7^{+0,2}$	$D + 7,7^{+0,2}$
Más de 170 hasta 200	45 x 25	$D - 15,3^{+0,3}$	$D + 9,9^{+0,2}$	$D + 8,9^{+0,2}$
Más de 200 hasta 230	50 x 28	$D - 17^{+0,3}$	$D + 11,2^{+0,3}$	$D + 10,1^{+0,3}$
Más de 230 hasta 260	56 x 32	$D - 19,3^{+0,3}$	$D + 12,9^{+0,3}$	$D + 11,8^{+0,3}$



Renom

Constructora Española de Manguinaria, S.A.

C.I.F. A-08-047.300
 Ctra de Ribes, 50 - 08591 AIGUAFREDA (Barcelona)
 Apdo. 1255 - Tef +34 93 844 00 00 y +34 93 844 22 44 - Fax: +34 93 844 21 12
<http://www.cemsa-renom.com> e-mail: info@cemsa-renom.com

Más de 260 hasta 290	63 x 32	$D - 19,6^{+0,3}$	$D + 12,6^{+0,3}$	$D + 11,5^{+0,3}$
Más de 290 hasta 330	70 x 36	$D - 22^{+0,3}$	$D + 14,2^{+0,3}$	$D + 13,1^{+0,3}$
Más de 330 hasta 380	80 x 40	$D - 24,6^{+0,3}$	$D + 15,6^{+0,3}$	$D + 14,5^{+0,3}$
Más de 380 hasta 440	90 x 45	$D - 27,5^{+0,3}$	$D + 17,7^{+0,3}$	$D + 16,6^{+0,3}$
Más de 440 hasta 500	100 x 50	$D - 30,4^{+0,3}$	$D + 19,8^{+0,3}$	$D + 18,7^{+0,3}$

* Para la ejecución de los ranurados en los árboles y agujeros, recomendamos el empleo de la norma DIN 6 885 hoja 1, en la que se ampara, en lo esencial, la presente tabla.

* El ranurado del eje " $D - r_1$ " sirve tanto para el ajuste con juego en el lomo como para el ajuste con aprieto en el lomo.

* Para la actualización de estos valores y detalles complementarios, recomendamos consultar la última edición de la norma a que nos hemos referido.

ANEXO D

PROFORMAS

ANEXO D-1

Motor

ANEXO D-2

Cadenas y piñones

ANEXO D-3

Aceros

ANEXO D-1

Motor



IAS HENRIQUES C.A.

Somos Contribuyentes Especiales
Resolución N° 6925

Cotización N° 076470

QP - 10966

Quito, 28 de septiembre de 2010

Sr (es) .

E.P.N.
Atención:

Código : 008258

Ruc/Céd. :

Estimados Señores:

Tenemos el agrado de presentar a Ustedes nuestra cotización de mercaderías, de acuerdo a sus requerimientos :

CODIGO	DESCRIPCION	CLASE	CANT.	UND	PRECIO UNIT.	DCTO %	TOTAL
MESIU104	MOTOR/BRIDA SIEMENS 1HP 1660RPM 3F	41300	1.00	UND	247.00	25.00	185.25
MRSIP038	REDUCTOR/LINEA MHL20/2 14.30/1 PAM19/200	43460	1.00	UND	451.00	25.00	338.25
SUBTOTAL \$							523.50
% IVA							62.82
TOTAL USD\$							586.32

Condiciones de Pago: CONTADO

Plazo de Entrega : Inmediato salvo venta previa, una vez recibida la orden de compra

Validez de la Oferta : 5 días laborables

Por favor no dude en contactarse con nuestro Dpto.Técnico al 2436483 ó 2459656 o con personal de Ventas al 2273140 ó 6001200, si deseara mas información.

Esperamos poder servirle pronto.

Atentamente,

Almacén Quito Norte
qnorte@maquinarias-henriques.com

Transporte a ciudades fuera de Guayaquil y Quito corren por cuenta del cliente. Maquinarias Henriques se hará responsable de la mercadería hasta entregarla al transportador, en adelante es responsabilidad del cliente. □

Observaciones :

Digitado por : Kelvin Cedeño qnorte@maquinarias-henriques.com

ANEXO D-2

Cadenas y piñones



Tecno Transmisiones Ecuador S.A.

PRODUCTOS PARA TRANSMISION DE POTENCIA

Av. Carlos Julio Arosemena, Cda. Miraflores # 204 A-B, Guayaquil - Ecuador

Teléf.: 6018555 - 6018556 Fax: 6018557

e-mail: ventas@tecnoecuador.com - tvera@tecnoecuador.com

R.U.C. 0992603054001

Señores:				Ciudad:	COTIZACION
SR JUAN LARREA AYMAR				QUITO	10-12-1-00879
Para:				Vendedor:	
SR. JUAN LARREA AYMAR				ING. TULIO VERA ECHEVERRY	
Dia	Mes	Año	Tiempo de Entrega	Validez de la Oferta	Condiciones de Pago
14	12	2010	INMEDIATA	15 DÍAS	30 DÍAS
ITEM	CANT.	DESCRIPCION		V. UNITARIO	V. TOTAL
1	1	PIÑON C/TRANSMISION PASO 80 TIPO B 11 DIENTES		15,04	15,04
2	1	PIÑON C/TRANSMISION PASO 80 TIPO B 32 DIENTES		83,00	83,00
3	1	C/TRANSMISION 80-1 SENCILLA		60,00	60,00
OBSERVACIONES:				SUBTOTAL	158,04
				IVA	18,96
				TOTAL	177,00

CADENAS DE TRANSMISION – PIÑONES – ACOPLER – SISTEMAS DE FIJACION – CRC
 LOCTITE – MOTORES – REDUCTORES – WEG – POLEAS – CORREAS – RODAMIENTOS

ANEXO D-3

Aceros

PROFORMA

NUMERO DE OFERTA: 020015596 QUITO, 14-12-10
 NOMBRE/RAZON SOCIAL: LARREA AYMAR JUAN LUIS
 CODIGO DE CLIENTE: 002000000 TELEFONO: 022 607168
 CODIGO DE DIRECCION: 002016276 MOJAS- JARDIN DEL VALLE
 ESTA COTIZACION ES VALIDA SOLO POR 1 DIA

Pos	Artículo	Descripción	Cantidad	Precio	Total USD.	Und	Pag.	1
10	EF18400	E. AC. FRIO 4 (63.6426 KG/MT)"	5.74	2.02	11.59	Kg		
20	EF18200	E. AC. FRIO 2 (15.9107 KG/MT)"	11.16	1.85	20.64	Kg		
30	PAI3N148040	PLAN.AC.INOX. 4X8 304-2B 4.MM	1.00	428.12	428.12	u		
40	PLF48100	PLANCHA LAM FRIO 4X8X1MM	1.00	24.54	24.54	u		
50	PLF48110	PLAN.LAM.AL FRIO 1.10mm(1/20)"	1.00	26.99	26.99	u		
60	PLC480030	PLANCHA 4x8 3mm (1/8)"	1.00	70.87	70.87	u		
70	PLC480060	PLANCHA 4x8 6mm (1/4)"	1.00	141.74	141.74	u		
80	AL02503	ANG.IMP. 25mmx3mm(1x1/8)"	1.00	6.06	6.06	u		

ESTE DOCUMENTO NO CONSTITUYE VENTA Y LOS PRECIOS PUEDEN CAMBIARSE SIN PREVIO AVISO

	Subtotal	730.56		Merc.	
	Iva	87.66		Impuesto	
	Total USD	818.23			87.67
VENDEDOR:	TORRES LOAYZA GABRIELA ESPERANZA			Payment	V00

ANEXO E

PROTOCOLO DE PRUEBAS

ANEXO E-1

Formato del Protocolo de Pruebas

ANEXO E-2

Resultado del Protocolo de Pruebas

FORMATO DE PROTOCOLO DE PRUEBAS DE LA MÁQUINA							
EMPRESA							
AVALUADOR							
FECHA							
LUGAR							
PRUEBA	ELEMENTO		FUNCIONAMIENTO				
			Bueno	Regular	Malo		
Verificación de los componentes principales	Motor eléctrico.						
	Reductor de velocidades.						
	Piñones y cadenas						
Trabajo en vacío de la máquina recubridora	TIEMPO [min]	Motor Eléctrico.		Reductor de Velocidad		Catalinas y Cadenas	
		Falla	No Falla	Falla	No Falla	Falla	No Falla
	10						
	20						
	30						
	40						
	50						
	60						

FORMATO DE PROTOCOLO DE PRUEBAS DE LA MÁQUINA						
EMPRESA						
AVALUADOR						
FECHA						
LUGAR						
PRUEBA	Tiempo [min]	Velocidad de giro (35 rpm)		Capacidad de carga		
		Si	No	10 kg	20 kg	30 kg
Trabajo con carga de la máquina recubridora	10					
	20					
	30					
	40					
	50					
	60					

ANEXO E-2

Resultado del Protocolo de Pruebas

FORMATO DE PROTOCOLO DE PRUEBAS DE LA MÁQUINA						
EMPRESA	ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL					
AVALUADOR	Wilber Burbano Pabón.		Juan Larrea Aymar.			
	Ing. Jaime Vargas T.					
FECHA	09 de Diciembre, 2010					
LUGAR	QUITO					
PRUEBA	DISEÑO		PROTOTIPO		ACEPTACIÓN	
					SI	NO
Dimensiones Principales	Peso	170 Kg	Peso	175 Kg	✓	
	Ancho Total	959 mm	Ancho Total	947 mm	✓	
	Altura Total	1597 mm	Alto Total	1611 mm	✓	
	Largo Total	1636 mm	Largo Total	1670 mm	✓	
Inspección Visual	CORDONES DE SOLDADURA		APRUEBA		OBSERVACIONES	
	Número	Ubicación	Si	No		
	Cordón #1	Bombo	✓		Pulir sobremonta	
	Cordón #2	Bombo-Soporte	✓		-----	
	Cordón #3	Soporte-Brida 1	✓		-----	
	Cordón #4	Brida 2-Eje	✓		-----	
	Cordón #5	Estructura	✓		Pulir sobremonta	

✓ Significa aprobación

X

Significa desaprobado

FORMATO DE PROTOCOLO DE PRUEBAS DE LA MÁQUINA							
EMPRESA	ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL						
AVALUADOR	Wilber Burbano Pabón.			Juan Larrea Aymar.			
	Ing. Jaime Vargas T.						
FECHA	09 de Diciembre, 2010						
LUGAR	QUITO						
PRUEBA	ELEMENTO			FUNCIONAMIENTO			
				Bueno	Regular	Malo	
Verificación de los componentes principales	Motor eléctrico.			✓			
	Reductor de velocidades.			✓			
	Catalinas y cadenas			✓			
Trabajo en vacío de la máquina recubridora	TIEMPO [min]	Motor Eléctrico.		Reductor de Velocidad		Piñones y Cadenas	
		Falla	No Falla	Falla	No Falla	Falla	No Falla
	10		✓		✓		✓
	20		✓		✓		✓
	30		✓		✓		✓
	40		✓		✓		✓
	50		✓		✓		✓
	60		✓		✓		✓

✓ Significa aprobación

X Significa desaprobado

FORMATO DE PROTOCOLO DE PRUEBAS DE LA MÁQUINA						
EMPRESA	ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL					
AVALUADOR	Wilber Burbano Pabón.		Juan Larrea Aymar.			
	Ing. Jaime Vargas T.					
FECHA	09 de Diciembre, 2010					
LUGAR	QUITO					
PRUEBA	Tiempo [min]	Velocidad de giro (35 rpm)		Capacidad de carga		
		Si	No	10 kg	20 kg	30 kg
Trabajo con carga de la máquina recubridora	10	✓		✓	✓	✓
	20	✓		✓	✓	✓
	30	✓		•	✓	✓
	40	✓		•	✓	✓
	50	✓		•	•	✓
	60	✓		•	•	✓

Nota: Los puntos en gráficos indican que no se trabajo con esos parámetros tanto de tiempo como de carga

✓ Significa aprobación

X Significa desaprobado

ANEXO F

MANUAL DE OPERACIÓN Y MANUAL BÁSICO DE MANTENIMIENTO

Manual de operación.

Manual de mantenimiento.

MANUAL DE OPERACIÓN

INSTRUCCIONES ANTES DEL PRIMER USO

- El propietario es responsable de que el personal usuario de la máquina recubridora cuente con la debida cualificación.
- Identificar todos los componentes de la máquina recubridora, y que se encuentren en perfectas condiciones y correctamente ensambladas.
- Verificar que la máquina se encuentre desconectada de la alimentación eléctrica.
- Asegurarse que las cadenas y rodamientos se encuentren correctamente lubricadas y engrasadas.
- Proceder a instalar las tapas protectoras del sistema motriz.
- Realizar una adecuada limpieza de la máquina recubridora en su totalidad.

OPERACIONES INICIALES PARA LA OPERACIÓN

1. Verificar la limpieza al 100% porque procesa alimentos de consumo humano.
2. Asegurarse que no existan fugas de gas en el sistema de quemadores.
3. Asegurarse que la máquina se encuentre conectada a línea de suministro eléctrico.
4. Asegurarse que la máquina esté totalmente detenida, para la colocación del material base.
5. Asegurarse que las tapas protectoras se encuentren instaladas.
6. El operador debe vestir una adecuada ropa de trabajo de manera de proteger su integridad y el producto a recubrir.
7. Colocar la carga a recubrir, sin exceder su capacidad máxima

8. Accionar la máquina y mantenerse a una distancia mínima de 50cm de los quemadores.
9. Proceder a colocar el recubriente parcialmente durante intervalos de tiempo determinados, según el tipo de recubrimiento.
10. Durante el trabajo con la máquina el operador debe inspeccionar el proceso de recubrimiento de manera visual.
11. Una vez que el operador determine que el recubrimiento este listo vaciar la carga final con la ayuda de las cucharetas de descarga.
12. Limpiar el bombo y los elementos de la máquina después de cada proceso.

MANUAL BÁSICO DE MANTENIMIENTO

La máquina está concebida para un funcionamiento permanente en condiciones normales, por lo que no requiere un mantenimiento regular.

Los trabajos de mantenimiento solamente deben ser llevados a cabo cuando la máquina está detenida, (excepto cuando se trata de los trabajos de engrasado).

Para el mantenimiento de la máquina, se tiene que considerar los elementos expuestos a mayor desgaste, en especial la cadena y los rodamientos.

Para un adecuado funcionamiento de la recubridora se tiene que realizar un procedimiento básico de mantenimiento siguiendo los siguientes pasos:

- Desconectar la máquina recubridora de la línea de alimentación eléctrica y suministro de GLP.
- Quitar las tapas de protección de los mecanismos.
- Proceder a la limpieza total de los mecanismos.
- Verificar que todos los elementos se encuentren en perfecto estado, caso contrario reponerlos con elementos de las mismas características.
- Realizar la lubricación tanto de los rodamientos, como de la cadena y las catalinas, según las especificaciones del fabricante.
- Proceder a cubrir los mecanismos con las tapas protectoras.
- Realizar una limpieza total de la máquina.

Se recomienda realizar este procedimiento con frecuencia mínima de una vez cada mes, dependiendo del régimen de trabajo, o cuando la situación lo amerite.

ANEXO G

PLANOS DE TALLER Y DE MONTAJE