UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

FACULTAD DE INGENIERÍAS

CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA

TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TITULO DE

"INGENIERO MECÁNICO"

TEMA:

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA DESPULPADORA DE FRUTAS HORIZONTAL CON UNA CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN DE 250 Kg/h

AUTORES:

EDISON MARCELO DEFAZ PALLASCO

FERNANDO PATRICIO TUZA CUZCO

DIRECTOR:

ING. CARLOS MALDONADO

QUITO – ENERO 2011

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo previo a la obtención del título de Ingeniero Mecánico ha sido realizado en forma total por los señores: Edison Marcelo Defaz Pallasco y Fernando Patricio Tuza Cuzco.

Atentamente:

Ing. Carlos Maldonado Dávila

DIRECTOR DE TESIS

DECLARACIÓN

Nosotros Edison Marcelo Defaz Pallasco y Fernando Patricio Tuza Cuzco, declaramos bajo juramento que el trabajo realizado es de nuestra autoría, que no ha sido previamente presentado y que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedemos el derecho de propiedad intelectual correspondiente de este trabajo a la Carrera de Ingeniería Mecánica de la Universidad Politécnica Salesiana según lo establecido por la ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por la normatividad institucional vigente.

_____	_____
Edison Marcelo Defaz Pallasco	Fernando Patricio Tuza Cuzco

DEDICATORIA

Antes de agradecer a todos los que me han ayudado en mi vida estudiantil quiero agradecer a Dios por darme la fortaleza, paciencia y sabiduría para llegar a cumplir mis objetivos, a mis queridas hermanas que han sido incondicionales conmigo, por su constante interés en mi superación profesional, a mis padres que gracias a sus concejos y apoyo han hecho que hoy cumpla una de mis metas planteadas, en general a todos los que pusieron su granito de arena e hicieron posible que hoy sea un día importante en mi vida gracias a todos.

Edison Marcelo Defaz Pallasco

Quiero dedicar todo el esfuerzo entregado en este proyecto a mis padres, María Laura y en especial a mi padre Segundo Rafael (+), por todo su apoyo incondicional a pesar de los momentos difíciles, hasta el final de sus días.

A mi esposa Maricela y a mi hijo Gabriel Alexander, mi sonrisa rocanrolera, por todo el apoyo, ánimo, paciencia y amor que me han brindado durante todo este tiempo, que ahora son mi motivo de superación.

A mis hermanos, Mirian, Gladys, Wilson y Wilman por todo su respaldo y ánimo para seguir adelante.

Fernando Patricio Tuza Cuzco

AGRADECIMIENTO

Dejamos constancia de nuestros sinceros agradecimientos a la Universidad, a los Catedráticos y Autoridades de la Carrera de Ingeniería Mecánica quienes con sus conocimientos y vocación de educadores contribuyeron a moldear nuestra vida profesional.

Una mención especial a nuestro director de la presente tesis al Ing. Carlos Maldonado Dávila, quien de una forma desinteresada, con sus vastos y elevados conocimientos, paciencia abnegada, vocación de enseñanza hizo posible la culminación del presente proyecto.

Además un agradecimiento a nuestro auspiciante aceros inoxidables "El Che", quien colaboró con nosotros, no solo con su apoyo económico, sino también orientó y entregó información que nos permitió culminar con éxito el presente trabajo.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la actualidad el Ecuador es un país productor de gran variedad de fruta, es así que parte de las fincas productoras de frutas únicamente se dedican al cultivo y cosecha, para luego venderlos en los mercados nacionales, cuyo valor final es pequeño comparado con el valor de los productos derivados de la fruta.

La no existencia de procedimientos que mejoren las condiciones de producción de los procesadores de pulpa, calidad del producto, e incremento en la capacidad competitiva de las unidades productoras de pulpa en nuestras pequeñas y medianas industrias provoca un problema en nuestro país.

Esto involucra la mejora en su diseño, capacidad de producción y rendimiento, de acuerdo a la necesidad que tiene la empresa auspiciante de aceros inoxidables "*El Che*", para esto es importante que todas las piezas del cuerpo de la máquina que entran en contacto con la fruta sean en acero inoxidable.

Para cada tipo de fruta hay uno o más procesos de industrialización, cada uno de los cuales presenta problemas específicos en relación con el control de procesos y generación de residuos.

JUSTIFICACIÓN

Las empresas de hoy en día están destinadas a desenvolverse en un mundo cada vez más competitivo que las obliga a adoptar nuevos modelos y estrategias industriales que resuelvan problemas relacionados con el manejo de la marca, canales de distribución de productos, certificaciones de calidad, altos costos de producción, deficiencias en los procesos y la existencia de inventarios para satisfacer las inestabilidades de la demanda, entre otros.

El desarrollo frutícola en nuestro país debe estar sustentado tanto en un aporte importante de innovación tecnológica, como en la identificación y control de los costos de producción, transformación y comercialización.

Por estas razones se plantea el diseño y construcción de una máquina despulpadora de frutas innovada, la cual será utilizada como un proyecto tipo que pretende servir de guía para la obtención de pulpa de fruta, para ser ofrecidas en los mercados nacionales e internacionales, obteniendo así los mejores resultados de producción y a la vez que permitan agregar valor tecnológico, para así, beneficiar al pequeño agricultor de nuestras zonas frutícolas incentivando a que el país produzca sus propios productos elaborados y semielaborados de frutas.

Este proyecto también beneficiara al consumidor final por cuanto este recibiría productos de alta calidad y a precios competitivos, mejorando la calidad de vida de los productores y el desarrollo socio productivo de la comunidad.

OBJETIVO GENERAL

Diseñar y construir una máquina despulpadora de frutas horizontal con una capacidad de producción de 250 kg/h, que será utilizada en la empresa de aceros inoxidables “El Che”.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Analizar cada uno de los parámetros requeridos para el diseño y construcción de la despulpadora de frutas.
- Diseñar y construir una máquina despulpadora de frutas horizontal que sea capaz de refinar, trozar y licuar diferentes clases de frutas de una manera automática, continua, rápida y eficiente.

- Realizar un manual de procedimiento de funcionamiento de la máquina y de mantenimiento de la misma.
- Fijar la relación costo - beneficio que se genera en la construcción de este tipo de despulpadora de frutas en nuestra industria.

ALCANCE

Su diseño abarcará una capacidad de producción de 250 kg/h, la mayoría de sus partes estarán construidas en acero inoxidable para evitar la corrosión, además tiene un análisis de costo - beneficio del proyecto, elaboración de planos del conjunto, despiece mecánico, desarrollo de un manual de operación y mantenimiento del equipo.

Se seleccionará los materiales más apropiados para el diseño, de manera que la máquina despulpadora sea segura, resistente, ligera y económica.

El presente proyecto estará destinado para la empresa patrocinadora de aceros inoxidables "El Che", la cual ofertará el proyecto a pequeños y medianos productores de pulpa.

Presenta una estructura innovadora que facilita su limpieza sin presentar con el tiempo corrosión en ninguno de sus componentes, requisito indispensable para la obtención de registro sanitario.

HIPOTESIS GENERAL

La máquina despulpadora de frutas tendrá una capacidad de producción de 250 Kg/h, la cual mejorara la capacidad de producción, costo, servicio y facilidad de transportación, siendo esta destinada a obtener pulpa de diferentes clases de frutas, permitiendo que por el extremo opuesto a la alimentación salgan las semillas y cáscaras y por la parte inferior del cuerpo salga la pulpa.

ÍNDICE **PÁGINA**

CERTIFICACIÓN II

DECLARACIÓN III

DEDICATORIA IV

AGRADECIMIENTO V

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA VI

JUSTIFICACIÓN VI

OBJETIVO GENERAL VII

OBJETIVOS ESPECIFICOS VII

ALCANCE VIII

HIPOTESIS GENERAL VIII

CAPÍTULO 1

ANTECEDENTES Y FUNDAMENTOS TEÓRICOS

ÍNDICE **PÁGINA**

1.0. ANTECEDENTES Y FUNDAMENTOS TEÓRICOS. 36

1.1. INTRODUCCIÓN. 36

1.1.1. Variedad de frutas. 37

1.1.2. Definición de pulpa. 37

1.2. EL PROCESO DE DESPULPADO DE FRUTA. 38

1.2.1. Flujograma para pulpa congelada. 39

1.3. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO. 40

1.3.1. Recepción de los frutos. 40

1.3.2. Selección. 40

1.3.2.1. Clasificación. 41

1.3.3. Lavado. 41

1.3.4. Pelado. 42

1.3.4.1. Corte y separación. 42

1.3.5. Escaldado. 43

1.3.6. Picado o molido. 44

1.3.7. Despulpado. 44

1.3.7.1. Refinado. 45

1.3.8. Conservación de la pulpa. 46

1.3.8.1. Tratamiento térmico. 46

1.3.8.2. Pasteurización y homogeneizado. 46

1.3.9. Envasado o llenado. 47

1.3.10. Cerrado o sellado. 47

1.3.11. Almacenamiento y congelación. 48

1.3.12. Control de calidad. 48

1.4. DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO, PERSONAL, TRANSPORTE, MATERIA PRIMA Y PRODUCCIÓN. 49

1.4.1. Equipo y máquinas. 49

1.4.2. Personal. 50

1.4.3. Materia prima. 50

1.4.4. El Trasporte. 50

1.4.5. Operaciones de producción. 50

1.5. ADITIVOS PERMITIDOS PARA LA ELABORACIÓN DE PULPA DE FRUTAS. 51

1.5.1. Acido cítrico. 51

1.5.2. Estabilizantes 51

1.5.3. Conservantes. 51

1.6. TIPOS DE MÁQUINAS DESPULPADORAS DE FRUTAS. 51

1.6.1. Máquina despulpadora horizontal. 52

1.6.2. Máquina despulpadora vertical. 53

1.7. ACEROS INOXIDABLES. 54

1.7.1. Principales aplicaciones. 55

1.7.2. El acero inoxidable en la industria alimenticia. 55

1.7.3. La resistencia a la corrosión actúa en los aceros inoxidables en dos formas. .. 56

1.7.4. Clasificación de los aceros inoxidables 56

1.7.4.1. Aceros inoxidables martensíticos – Serie 400 57

1.7.4.2. Aceros inoxidables ferríticos - Serie 400 57

1.7.5. Aceros inoxidables austeníticos - Serie 300 58

1.7.5.1. Aisi 300 58

1.7.5.2. Aisi 302 58

1.7.5.3. Aisi 304 59

1.8. SOLDADURAS EN LOS ACEROS INOXIDABLES. 59

1.8.1. Factores que afectan la resistencia a la corrosión de las soldaduras en acero inoxidable. 60

1.8.2. Penetración completa de las soldaduras. 60

1.8.3. Contaminación por hierro. 60

1.8.4. Evitar óxidos superficiales de la soldadura. 61

1.9.5. Otros defectos relacionados con la soldadura. 61

1.8.6. Preparación para la soldadura. 62

1.8.7. Corte y preparación de las juntas. 63

1.8.8. Diseño de las juntas. 63

1.8.9. Procesos de soldadura. 66

1.8.9.1. Soldadura por arco de metal protegido. 66

1.8.9.2. Tipos de electrodo. 67

1.8.9.3. Soldadura TIG. 69

1.8.9.4. Ventajas. 69

1.8.9.5. Consumibles. 69

1.9. RESISTENCIA A LA FATIGA. 70

1.9.1. Factores que influyen en la falla por fatiga. 70

1.9.1.1. Factores geométricos. 71

1.9.1.2. Factores mecánicos. 71

1.9.1.3. Factores metalúrgicos. 71

1.9.1.4. El factor tamaño. 72

1.9.1.5. Factores ambientales. 72

CAPÍTULO 2

DETERMINACIÓN DE PARAMETROS DE DISEÑO

ÍNDICE **PÁGINA**

2.0. DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS DE DISEÑO. 74

2.1. Estudio de campo. 74

2.1.1. Determinación de diámetros de pepas o semillas de frutas. 74

2.1.1.1. Durazno. 75

2.1.1.2. Pera. 75

2.1.1.3. Naranjilla. 76

2.1.1.4. Manzana. 76

2.1.1.5. Tomate de árbol. 77

2.1.1.6. Naranja. 78

2.1.1.7. Maracuyá. 78

2.1.1.8. Limón pequeño. 79

2.2. ANÁLISIS Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS. 80

2.2.1. Restricciones y limitaciones. 80

2.3. ESPECIFICACIONES. 80

2.3.1. Parámetros de diseño. 80

2.3.2. Parámetros funcionales. 81

2.3.3. Ambiente de trabajo. 81

2.3.4. Vida útil. 82

2.3.5. Materiales a utilizarse. 82

2.3.6. Procesos. 83

2.4. FORMULACIÓN DE ALTERNATIVAS. 83

2.4.1. Alternativa 1. Despulpadora de fruta horizontal. 84

2.4.1.1. Descripción. 84

2.4.1.2. Partes. 85

2.4.1.3. Ventajas. 85

2.4.1.4. Desventajas. 86

2.4.2. Alternativa 2. Despulpadora de frutas vertical. 86

2.4.2.1. Descripción. 86

2.4.2.2. Partes. 87

2.4.2.3. Ventajas. 88

2.4.2.4. Desventajas 88

2.5. SELECCIÓN DE ALTERNATIVA. 88

2.5.1. Evaluación. 88

2.5.2. Facilidad de construcción. 89

2.5.3. Costos. 89

2.5.4. Facilidad de montaje. 89

2.5.5. Facilidad de transportación. 89

2.5.6. Facilidad de mantenimiento. 90

2.5.7. Facilidad de operación. 90

2.5.8. Seguridad. 90

2.5.9. Peso moderado. 90

2.5.10. Calificación. 90

2.6. CALIFICACIÓN Y SELECCIÓN DE LA ALTERNATIVA. 91

CAPÍTULO 3

CÁLCULO, DISEÑO Y SELECCIÓN DE ELEMENTOS

ÍNDICE **PÁGINA**

3.0. CÁLCULO, DISEÑO Y SELECCIÓN DE ELEMENTOS. 93

3.1. DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA TOLVA. 93

3.1.1. Selección de la plancha para la tolva. 94

3.1.2. Cálculo del peso de la fruta. 95

3.2. DISEÑO DE CUCHILLAS DE CORTE. 98

3.2.1. Geometría de las cuchillas. 98

3.2.2. Resistencia a la fatiga. 101

3.2.3. Límite de resistencia a la fatiga. 101

3.2.4. Cálculo de volumen de cuchillas. 103

3.2.5. Masa total de cuchillas. 103

3.3. DISEÑO DEL AGITADOR. 104

3.3.1. Fuerza producida por la pulpa en el tambor interno. 104

3.3.2. Rotación centroidal de sólidos rígidos. 108

3.3.3. Momento de Inercia. 108

3.3.4. Cálculo del momento de inercia del agitador. 108

3.3.4.1. Momento de inercia de la lámina soporte 1. 109

3.3.4.2. Masa de láminas soporte 1. 110

3.3.4.3. Inercia de lámina soporte 1. 111

3.3.4.4. Momento de inercia de lámina soporte 2. 111

3.3.4.5. Masa de láminas soporte 2. 112

3.3.4.6. Inercia de lámina soporte 2. 112

3.3.4.7. Momento de inercia de rascadores. 112

3.3.4.8. Masa de rascadores. 113

3.3.4.9. Inercia de rascadores. 113

3.3.5. Momento de inercia de nylon sanitario. 114

3.3.5.1. Masa total del nylon. 114

3.3.5.2. Inercia del nylon sanitario. 115

3.3.6. Teorema de Steiner. 116

3.3.6.1. Teorema de Steiner aplicado al conjunto rascador – nylon. 116

3.3.6.2. Teorema de Steiner aplicado a láminas soporte 1. 117

3.3.6.3. Teorema de Steiner aplicado a láminas soporte 2. 117

3.3.7. Energía cinética de rotación. 118

3.4. POTENCIA TOTAL DE TRABAJO. 118

3.4.1. Potencia del sistema de corte y transportación. 118

3.4.2. Potencia del agitador. 119

3.5. POTENCIA TOTAL DE TRABAJO. 120

3.6. SELECCIÓN DEL MOTOR. 120

3.7. MOMENTO TORSOR. 122

3.7.1. Análisis del rascador. 125

3.7.2. Resistencia a la fatiga. 126

3.7.3. Límite de resistencia a la fatiga 126

3.7.4. Diseño de lámina soporte de rascadores. 128

3.7.5. Inercia de la lámina. 130

3.7.6. Resistencia a la fatiga. 131

3.7.7. Limite de resistencia a la fatiga. 131

3.8. DISEÑO DE PALETAS. 133

3.8.1. Resistencia a la fatiga. 137

3.8.2. Límite de resistencia a la fatiga. 137

3.8.3. Cálculo de volumen. 139

3.8.4. Masa total de paletas. 140

3.9. DISEÑO DE TRANSMISIÓN. 140

3.9.1. Relación de transmisión. 140

3.9.2. Potencia de diseño. 141

3.9.3. Selección de correa. 141

3.9.4. Selección de los diámetros mínimos de las poleas. 142

3.9.5. Distancia entre centro de poleas. 143

3.9.6. Longitud primitiva de correa. 143

3.9.7. Arco de contacto. 144

3.9.8. Cantidad de correas. 144

3.9.9. Velocidad de la correa. 145

3.9.10. Ángulos de abrazamiento. 146

3.9.11. Ángulo α. 146

3.9.12. Ángulo β. 146

3.10. TENSIONES PRODUCIDAS EN LA POLEA. 147

3.10.1. Tensiones resultantes. 148

3.10.2. Fuerzas presentes en las cuchillas de corte. 149

3.11. CÁLCULO DE REACCIONES EN EL EJE. 150

3.11.1. Representación de reacciones en el plano x-y. 152

3.11.2. Representación de reacciones en el plano x-z. 153

3.11.3. Momentos resultantes 154

3.12. DISEÑO DEL EJE. 155

3.12.1. Diseño estático. 155

3.12.2. Diseño a fatiga 157

3.12.3. Diseño para el punto B. 157

3.12.4. Límite de resistencia a la fatiga. 158

3.13. SELECCIÓN DE CHUMACERAS 161

3.13.1. Análisis para el punto A 162

3.13.2. Análisis para el punto C. 163

3.14. SELECCIÓN DE CHAVETAS. 164

3.15. DISEÑO Y SELECCIÓN DE TAMBORES. 164

3.15.1. Tambor exterior 164

3.15.2. Diseño del tambor exterior. 165

3.15.3. Tapa brida izquierda. 167

3.15.4. Tapa derecha. 168

3.15.5. Tambor de filtrado interno. 169

3.16. Diseño y selección de pernos. 170

3.17. ELEMENTOS VARIOS. 175

3.17.1. Bridas. 175

3.17.2. Soportes del cuerpo. 176

3.17.3. Soportes de chumaceras. 177

3.17.4. Placa base del motor. 178

3.18. DISEÑO ESTRUCTURAL DEL BASTIDOR. 178

3.18.1. Análisis de cargas. 180

3.18.2. Carga viva. 180

3.18.3. Carga muerta. 180

3.18.4. Sistema eléctrico. 181

CAPÍTULO 4

CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN, ANALISIS DE COSTOS, MANUAL DE MANTENIMIENTO, MANUAL DE FUNCIONAMIENTO, PROTOCOLO DE PRUEBAS.

ÍNDICE **PÁGINA**

4.0. CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN. 185

4.1. Resultados de las pruebas..... 185

4.1.1. Análisis de los resultados. 186

4.2. A NÁLISIS DE COSTOS. 186

4.2.1. Introducción. 186

4.3. ANÁLISIS DE COSTOS DIRECTOS. 187

4.3.1. Costos de materiales directos. 187

4.3.2. Costos de elementos normalizados. 188

4.3.4. Costo de montaje. 189

4.4. COSTO TOTAL DIRECTO. 189

4.5. ANÁLISIS DE COSTOS INDIRECTOS. 190

4.5.1. Costos de materiales indirectos. 190

4.5.2. Costos de ingeniería. 190

4.5.3. Gastos de imprevistos. 191

4.6. COSTO TOTAL INDIRECTO. 191

4.7. COSTO TOTAL DE LA MÁQUINA. 191

4.8. MANUAL DE MANTENIMIENTO. 192

4.8.1. Introducción. 192

4.8.2. Mantenimiento preventivo. 192

4.8.2.1. Características. 193

4.8.3. Mantenimiento Predictivo. 193

4.8.3.1. Características. 193

4.8.4. Mantenimiento de la máquina. 194

4.8.5. Objetivos del mantenimiento. 194

4.8.6. Fallas Tempranas. 195

4.8.7. Fallas adultas. 195

4.8.8. Fallas tardías. 195

4.8.9. Mantenimiento para el operador. 195

4.8.10. Mantenimiento de los elementos de la máquina. 196

4.8.11. Inspección. 196

4.8.12. Limpieza. 197

4.8.13. Ajustes. 197

4.8.14. Lubricación. 197

4.8.15. La tolva.....199

4.8.16. Mantenimiento en chumaceras.....200

4.8.17. Rodamientos.....200

4.8.18. Bandas.....200

4.8.19. Cuchillas.....201

4.8.20. Paletas.....202

4.8.21. Agitador.....202

4.8.22. Tambor exterior.....203

4.8.23. La máquina incorrectamente lubricada puede dar lugar a:.....203

4.8.24. Utensilio de limpieza para las partes de aceros inoxidables.....203

4.8.25. Herramienta de mantenimiento.....204

4.8.26. Hoja de mantenimiento.....205

4.9. MANUAL DE OPERACIÓN.....206

4.9.1. Introducción.....206

4.9.3. Verificación de la fruta y máquina.....207

4.9.4. Comprobaciones.....207

4.9.5. Inspecciones.....208

4.9.6. Funcionamiento.....208

4.10. PROTOCOLO DE PRUEBAS.....212

4.11. Verificación de las dimensiones principales. 213

4.12. Inspección de materiales. 213

4.13. Inspección visual de juntas empernadas, soldadas y rebabas. 215

4.14. Funcionamiento en vació de la máquina. 215

4.15. Funcionamiento con carga de la máquina. 216

CONCLUSIONES 217

RECOMENDACIONES 219

BIBLOGRAFIA 221

Direcciones de internet. 222

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1.1. Variedad de frutas 37

Gráfico 1.2. Pulpas de frutas 38

Gráfico 1.3. Selección de frutas 40

Gráfico 1.4. Clasificación de frutas 41

Gráfico 1.5. Pelado de frutas 42

Gráfico 1.6. Corte de frutas 43

Gráfico 1.7. Escaldado de frutas 44

Gráfico 1.8. Despulpado de frutas.....45

Gráfico 1.9. Refinado de frutas.....45

Gráfico 1.10. Envasado de pulpa de frutas.....47

Gráfico 1.11. Despulpadora horizontal.....53

Gráfico 1.12. Despulpadora Vertical.....54

Gráfico1.13. Junta para soldadura a tope de chapas.....65

Gráfico1.14. Junta para soldadura a tope de chapas.....65

Gráfico1.15. Junta doble "V" para placas.....65

Gráfico 1.16. Junta "U" para placas.....66

Gráfico 1.17. Junta doble "U" para placas.....66

Gráfico 2.1. Diámetro de pepa de fruta.....74

Gráfico 2.2. Pepa de durazno medida con el micrómetro.....75

Gráfico 2.3. Pera.....75

Gráfico 2.4. Naranjilla.....76

Gráfico 2.5. Manzana.....76

Gráfico 2.6. Medición de la pepa de la manzana.....77

Gráfico 2.7. Medición de la pepa de tomate de árbol.....77

Gráfico 2.8. Medición de la pepa de naranja 78

Gráfico 2.9. Medición de la pepa de maracuyá 78

Gráfico 2.10. Medición de la pepa de limón 79

Gráfico 2.11. Despulpadora horizontal 84

Gráfico 2.12. Despulpadora vertical 87

Gráfico 3.1. Arreglo general del eje 93

Gráfico 3.2. Geometría de la tolva 94

Gráfico 3.3. Tolva 94

Gráfico 3.4. Cálculo de volumen de tolva en Autocad 95

Gráfico 3.5. Arreglo de cuchillas 98

Gráfico 3.6. Detalle de cuchillas 98

Grafico 3.7. Diagrama de fuerzas de la cuchilla 99

Gráfico 3.8. Diagrama de momento ejercido sobre la cuchilla 100

Gráfico 3.9. Arreglo general del agitador 104

Gráfico 3.10. Fuerza F2 105

Gráfico 3.11. Segmento circular que ocupa la fruta 105

Gráfico 3.12. Longitud y diámetros del tambor de filtrado interno 107

Gráfico 3.13. Arreglo general del agitador 109

Gráfico 3.14. Detalle de lámina soporte 1 110

Gráfico 3.15. Detalle de lámina soporte 2 111

Gráfico 3.16. Geometría de rascadores 113

Gráfico 3.17. Detalle de nylon 114

Gráfico 3.18. Detalle del agitador 116

Gráfico 3.19. Detalle geométrico del agitador 121

Gráfico 3.20. Rascador por distribución racional de apoyos 123

Gráfico 3.21. Diagramas de corte y momento del rascador 124

Gráfico 3.22. Rascador 125

Gráfico 3.23. Diagramas de corte y momento 129

Gráfico 3.24. Diagrama de fuerza de lámina 130

Gráfico 3.25. Detalle de paletas 134

Gráfico 3.26. Diagrama de fuerzas de paleta 134

Gráfico 3.27. Diagrama de fuerza cortante ejercido sobre la paleta 135

Gráfico 3.28. Diagrama de momento ejercido sobre la paleta 136

Gráfico 3.29. Paleta 139

Gráfico 3.30. Ubicación de ejes y poleas 141

Gráfico 3.31. Angulo de abrazamiento 146

Grafico 3.32. Tensiones en la banda 147

Gráfico 3.33. Fuerzas presentes en el sistema de corte 149

Gráfico 3.34. Fuerzas X-Y 150

Gráfico 3.35. Fuerzas X-Z 150

Gráfico 3.36. Reacciones 152

Gráfico 3.37. Diagramas de corte y momento 153

Gráfico 3.38. Reacciones 153

Gráfico 3.39. Diagramas de corte y momento 154

Gráfico 3.40. Eje 157

Gráfico 3.41. Ubicación de chumaceras 161

Gráfico 3.42. Tambor exterior 164

Gráfico 3.43.Cilindro de pared delgada con tapas cerradas, sometido a presión interna 165

Gráfico 3.44. Tapa brida izquierda 168

Gráfico 3.45. Detalle de tapa derecha 169

Gráfico 3.46. Tambor de filtrado interno 170

Gráfico 3.47. Junta empernada sometida a torsión.....170

Gráfico 3.48. Brida derecha 175

Gráfico 3.49. Brida izquierda 176

Gráfico 3.50. Soporte derecho 176

Gráfico 3.51. Soporte izquierdo.....177

Gráfico 3.52. Soporte para chumaceras 177

Gráfico 3.53. Soporte para chumaceras 178

Gráfico 3.54. Vista frontal del bastidor 179

Gráfico 3.55. Vista lateral del bastidor 179

Gráfico 3.56. Soldadura TIG 183

Gráfico 4.1.Tolva 199

Gráfico 4.2. Chumacera.....200

Gráfico 4.3. Bandas 201

Gráfico 4.4. Cuchillas.....201

Gráfico 4.5.Paletas 202

Gráfico 4.6.Agitador.....202

Gráfico 4.7. Vista lateral 203

Gráfico 4.8. Vista frontal de la máquina 206

Gráfico 4.9. Selección y lavado de frutas 208

Gráfico 4.10. Interruptor 209

Gráfico 4.11. Frutas enviada al tambor interno.....210

Gráfico 4.12. Vista del agitador y el tambor interior. 210

Gráfico 4.13. Salida de pepas y cáscara de frutas 211

Gráfico 4.14. Salida de pulpas de frutas al recipiente 211

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla Nº1.1. Propiedades de aceros inoxidables Aisi 302 59

Tabla Nº1.2 Propiedades de aceros inoxidables AISI 304 59

Tabla Nº1.3. Influencia de las propiedades físicas en la soldadura de aceros inoxidables austeníticos, comparados con el acero al carbono......62

Tabla Nº1.4. Métodos de corte de Acero Inoxidable 64

Tabla Nº1.5. Materiales de aporte sugeridos para la soldadura del acero inoxidable..68

Tabla Nº2.1. Promedio de pepas de frutas 79

Tabla N°2.2. Análisis y selección de las alternativas de diseño.....91

Tabla Nº3.1. Diámetros y peso de fruta muestra. 96

Tabla Nº3.2. Diámetro mínimo de poleas según la sección. 142

Tabla 4.1. Resultado de pruebas en guayaba. 185

Tabla 4.2. Costos de materiales directos. 187

Tabla 4.3. Costos de elementos normalizados. 188

Tabla 4.4. Costos de maquinado.....189

Tabla 4.5. Costos total directo......189

Tabla 4.6. Costos de materiales indirectos......190

Tabla 4.7. Costos total indirecto......191

Tabla 4.8. Costo total......191

Tabla 4.9. Calcificación ISO de los lubricantes. 199

Tabla 4.10. Dimensiones......213

Tabla 4.11. Materiales. 214

Tabla 4.12. Apariencia......215

Tabla 4.13. Desempeño.....216

Tabla 4.14. Funcionamiento 216

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Especificaciones generales de planchas de acero inoxidable. *224*

Anexo 2. Factor de acabado superficial Ka..... *226*

Anexo 3. Factor de confiabilidad Kc *227*

Anexo 4. Factor Ke *228*

Anexo 5. Factor Kt *228*

Anexo 6. Factor q..... *229*

Anexo 7. Factor Kt para placas *230*

Anexo 8. Características técnicas del acero inoxidable. *231*

Anexo 9. Especificaciones técnicas del Nylon *232*

Anexo 10. FACTOR DE SERVICIO PARA MOTORES (Fs) *233*

Anexo 11. Especificaciones técnicas del motor *234*

Anexo 12. Coeficiente de corrección de potencia *237*

Anexo 13. Sección de Correas *238*

Anexo 14. Bandas en V..... *239*

Anexo 15. Factor de corrección de potencia para correas *241*

Anexo 16. Capacidad básica de correas *242*

Anexo 17. Coeficiente de fricción *243*

Anexo 18. Ejes en acero inoxidable AISI 304 / 304L austenítico del grupo 18/8 (18% Cr 8% Ni) *244*

Anexo 19. Factores de seguridad N *245*

Anexo 20. Coeficiente de velocidad fn *246*

Anexo 21. Factor de esfuerzos dinámicos fl *247*

Anexo 22. Valores X e Y de rodamientos *248*

Anexo 23. Chumaceras para C=10000 N a C= 12000N *249*

Anexo 24. Chavetas y chaveteros *250*

Anexo 25. Datos de presión de prensa dobladora / baroladora *251*

Anexo 26. Planchas perforadas en acero inoxidable *252*

Anexo 27. Pernos según norma DIN *254*

Anexo 28. Análisis y diseño en Sap 2000 V 11.0 ..... *256*

Anexo 29. Conductores para alimentar a un motor *270*

Anexo 30. Precio de la máquina despulpadora de frutas marca comek *271*

Anexo 31. Precio de la máquina despulpadora de frutas marca Ecoserv *273*

CAPÍTULO 1

ANTECEDENTES Y FUNDAMENTOS TEÓRICOS

CAPÍTULO 1

1.0. ANTECEDENTES Y FUNDAMENTOS TEÓRICOS.

1.1. INTRODUCCIÓN.

La producción eficiente y sostenible forma parte del desarrollo en la actividad agrícola que permite la opción de tecnología para incrementar significativamente los niveles de producción y productividad, para lo cual se debe promover facilitar el uso eficiente de recursos tecnológicos e introducirlos de modo tal, que permitan a los productores ser cada vez más competitivos ofreciendo productos de calidad para mantener una economía sostenible.

En el mundo globalizado de competitividad y una economía de libre mercado, el proceso de desarrollo de las micro empresa obliga a alcanzar resultado a corto plazo, lo cual implica la utilización de material e insumos de alta productividad, confiables que no alteran el medio ambiente, con la finalidad de negociar los mejores precios para la empresa.

La elaboración de un producto de calidad no solo presenta beneficios para los consumidores, sino también para los industrializados con la reducción de sus costos.

Una de las normativas básicas que toda empresa debe tener para el fin de brindar al consumidor un producto sano y seguro son las buenas prácticas de manufactura. Esta herramienta básica permite controlar todo el proceso productivo (recepción de materias primas, material de empaque, proceso de producción, almacenamiento, transporte y distribución).

El contar con instalaciones ópticas, maquinarias, herramientas y equipos adecuados con los procesos y con un personal debidamente entrenado en la preparación, ejecución, control y mejoramiento continuo de los procesos, tal cual lo determinan las buenas prácticas, es un factor preponderante y con una influencia muy marcada en materia de productividad, a través de la disminución considerable y teniendo a ser eliminada de proceso, mermas, desperdicio y devoluciones.

1.1.1. Variedad de frutas.

El Ecuador es un país que se caracteriza por las infinidades de variedades de las frutas, cada una con un sabor indescriptible.

"El país tiene tantas altitudes distintas que hay amplias variaciones climáticas de una parte del país a otra. Como consecuencia, este exquisito país cultiva distintas frutas, desde tropicales hasta templadas."[1]

Gráfico 1.1. Variedad de frutas

Fuente: http://tuvidasana.murke.net/files/2009/02/frutas.jpg&imgrefurl=

1.1.2. Definición de pulpa.

La pulpa es el producto pastoso, no diluido, ni concentrado, ni fermentado, obtenido por la desintegración y tamizado de la fracción comestible de frutas frescas, sanas, maduras y limpias. La pulpa es la parte comestibles de las frutas o es el producto que se obtiene

[1] www.frutas-ecologicas.es

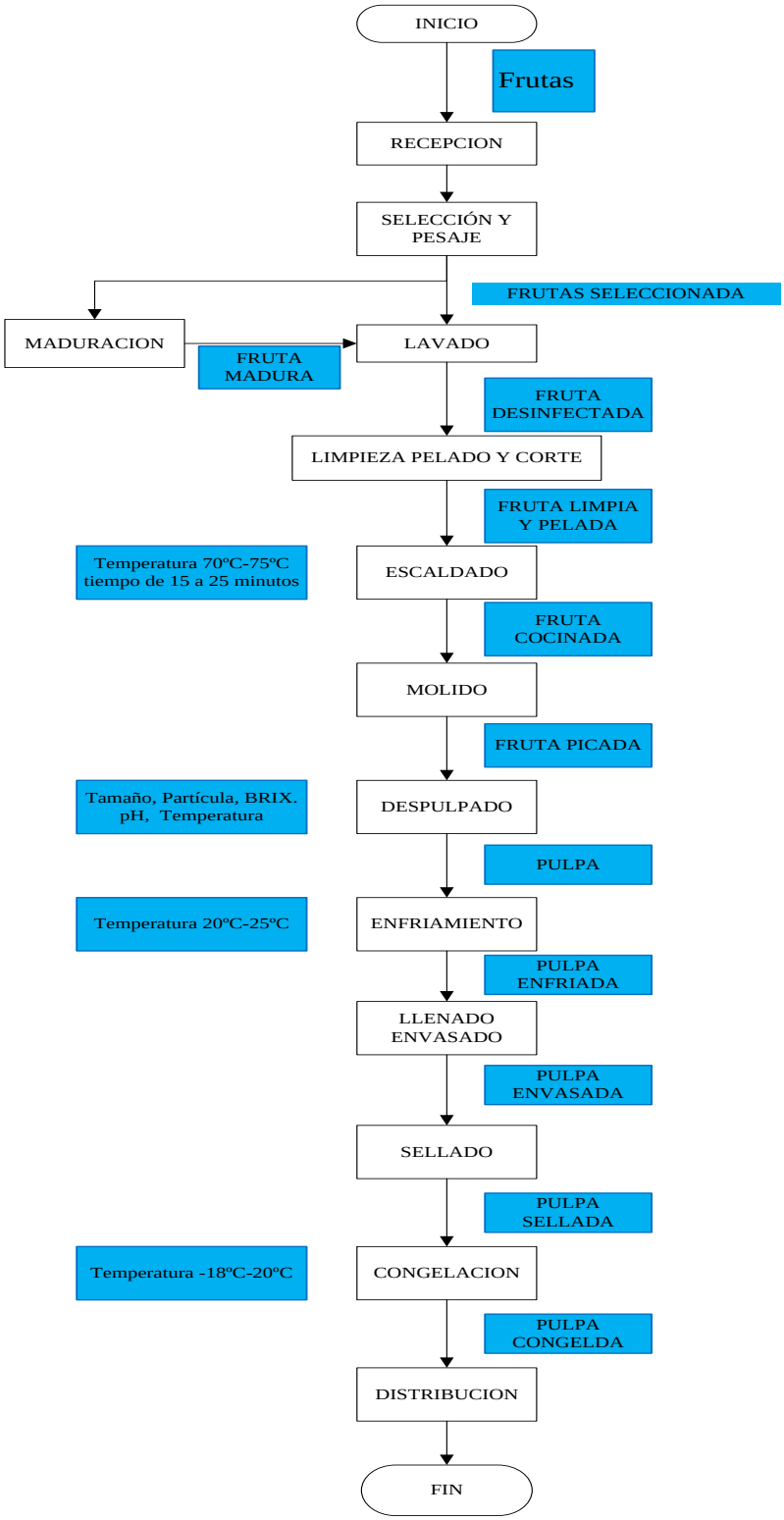
de la separación de las partes comestibles carnosas de estas, mediante procesos tecnológicos.

Gráfico 1.2. Pulpas de frutas
Fuente:Los autores

1.2. EL PROCESO DE DESPULPADO DE FRUTA.

Tiene como objetivo separar la semilla y la cáscara de la pulpa manteniendo inalteradas las condiciones de las frutas, tales como color, textura, sabor y especialmente su valor nutritivo. Para la manufactura de productos de pulpa de óptima calidad se requiere de frutas sanas, maduras (sin llegar al deterioro), exentas de materia terrosa, parásitos, residuos químicos, tóxicos, y limpias. Estas frutas se caracterizan por el aroma, color y sabor, además de una textura firme con ligero inicio de ablandamiento.

1.2.1. Flujograma para pulpa congelada.



1.3. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO.

1.3.1. Recepción de los frutos.

En esta etapa la fruta será recibida y pesada en la planta en cajas plásticas. Se debe tener cuidado de que la fruta no se maltrate. Aquí es necesario contar con 1 balanza para pesaje de la fruta en cajas, es recomendable una de 250 kg.

Además en esta fase permite verificar el grado de maduración y estado de la fruta, la cual debe encontrarse sana y sin ningún tipo de contaminación.

1.3.2. Selección.

Se debe seleccionar solo la fruta madura y sana. Los frutos deteriorados (podridos, con gusanos, etc.) se deben apartar y descartar en su totalidad. Todo el procedimiento se puede realizar sobre mesas o bandas transportadoras disponiendo de recipientes donde los operarios puedan colocar la fruta descartada, los elementos para decidir cuales frutas rechazar son en principio la vista y el olfato del operario. Las pérdidas en esta etapa se estiman en un 10%.

Gráfico 1.3. Selección de frutas

Fuente:http://4.bp.blogspot.com/ frutas.jpg

1.3.2.1. Clasificación.

Permite separar entre las frutas que pasaron la selección aquellas que están listas para el proceso, en razón de su grado de madurez y las verdes o pintonas que deben ser almacenadas.

Aquí los elementos más ágiles y económicos son los sentidos de los operarios, el color, aroma o dureza de las frutas permiten elegir las frutas adecuadas.

Para garantizar la calidad de los insumos utilizados en esta fase se toma una muestra representativa de materia prima destinada a determinar la calidad del lote recibido.

Gráfico 1.4. Clasificación de frutas

Fuente:http: http://www.viarural.com.ar/viarural.com.ar/agroindustria/frutas-empaque

1.3.3. Lavado.

El lavado de la fruta es sumamente importante y tiene por objetivo eliminar la materia extraña adherida a la misma. Es importante tomar en cuenta que el agua que se utilice en esta operación deberá ser potable, o agua clorada, con el fin de eliminar bacterias y no

reutilizarla a menos que haya sido tratada convenientemente, esta inmersión se realizara por espacio de 10 minutos.

1.3.4. Pelado.

La operación de pelado permite separar la cáscara o piel del resto de la fruta, esto se da por su incompatibilidad de color, textura o sabor al mezclarlas con la pulpa, este proceso se realiza con la ayuda de cuchillos de acero inoxidable de características adecuadas para tal fin.

Gráfico 1.5. Pelado de frutas

Fuente:Los autores

1.3.4.1. Corte y separación.

En esta fase se corta la fruta para separar la semilla y la cáscara de la pulpa. Esta operación debe ser ejecutada por los operarios que cumplan las medidas de higiene y sanidad exigidas.

Gráfico 1.6. Corte de frutas

Fuente:http://3.bp.blogspot.com/ Frutas+p.Fabricar.jpg

1.3.5. Escaldado.

En esta fase no son todas las frutas que es necesariamente que se deben escaldar. Un tipo de fruta que se debe escaldar es la manzana.

El escaldado consiste en someter la fruta aun calentamiento corto. El objetivo de este proceso es ablandar la fruta y con esto aumentar el rendimiento de la pulpa

Con esta operación se reduce la carga microbiana que aún permanecen en la fruta, también se realiza para inactivar enzimas que producen cambios indeseables de apariencia, color, aroma y sabor.

> "El método del escaldado se puede realizar con agua caliente o vapor o con soda caliente. Este método se realiza en recipientes de acero inoxidable (pailas) donde se sumerge la fruta en agua caliente durante no más de tres minutos; en este proceso también puede ser utilizado soda con una concentración que puede oscilar entre dos por ciento y diez por ciento. Posteriormente se retiran los residuos de la soda con abundante agua.[2]

[2] http://www.ual.es/~jfernand/TA/Tema6/Tema6-EscaldadoyPV.pdf

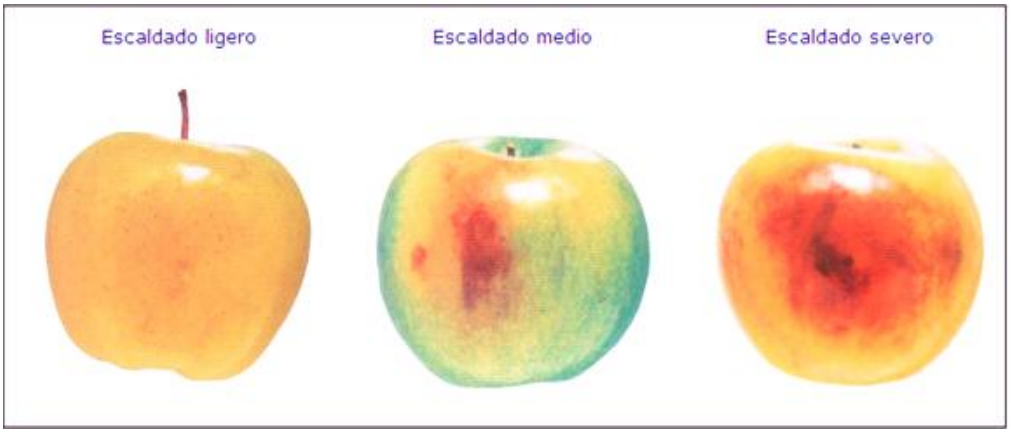


Gráfico 1.7. Escaldado de frutas
Fuente: http://www.scribd.com/doc/20754336/Escaldado-de-Frutas-y-Hortalisas

1.3.6. Picado o molido.

Consiste en reducir las frutas enteras y duras a un trozado con el fin de romper la estructura natural y así facilitar la posterior separación de la pulpa y la semilla durante el despulpado.

1.3.7. Despulpado.

En esta etapa se extrae la pulpa de la fruta en forma de pasta. La fruta es sometida a la acción del golpeteo, raspado y de la fuerza centrifuga que es creado por el giro de las paletas de la despulpadora. La fruta desintegrada es lanzada contra el tamiz y la pulpa pasa por las perforaciones. Las semillas y algún otro material que no pase por el tamiz son expulsados por el otro extremo y son considerados desechos. Esta operación será aplicada directamente solo para los casos de la mora, fresa y guayaba.

Gráfico 1.8. Despulpado de frutas
Fuente: http://www.bocatello.com/Images/image5.jpg

1.3.7.1. Refinado.

Una vez que se ha extraído la pulpa es dirigida a un sistema de tamices (refinador de productos), los cuales retiran completamente la semilla.

Gráfico 1.9. Refinado de frutas
Fuente: http://blogs.clarin.com/proemprendert/tag/pulpa/

1.3.8. Conservación de la pulpa.

El método de conservación de se usará para tiempos prolongados de almacenamiento, será adicionando Benzoato de Sodio en una proporción del 0.1%, así como la cantidad necesaria de ácido cítrico, con el fin de alcanzar un pH de 3.5 a 3.8. El aditivo se agregará después de la etapa de pasteurización.

1.3.8.1. Tratamiento térmico.

La pulpa obtenida del proceso de despulpado, se someterá a un tratamiento térmico hasta 80°C y a presión atmosférica. Este proceso se llevará en la marmita diseñada para este fin. El proceso se conoce como pasteurización y está dirigida a eliminar las formas vegetativas de los microorganismos que pueden causar deterioro en el producto.

1.3.8.2. Pasteurización y homogeneizado.

El objeto de esta operación es prevenir la oxidación de la pulpa durante el almacenamiento posterior lo cual afecta las propiedades nutritivas del producto. También se previene la formación de espuma; causada por la mezcla con aire y permite el llenado correcto y uniforme de los recipientes y envases.

Dicha operación consiste en elevar la temperatura a 60 °C por un tiempo de 20 minutos, manteniendo la agitación de la pulpa para provocar la salida del aire. Esto disminuye la solubilidad del oxígeno lo cual uniformiza el tamaño de las partículas y homogeneíza la apariencia de la pulpa.

1.3.9. Envasado o llenado.

Consiste en verter la pulpa en recipientes adecuados y compatibles con el producto, de manera uniforme en las cantidades requeridas.

Esta operación puede ser realizada de forma manual o por una máquina que efectúa de forma simultánea el llenado y cerrado de los envases.

Gráfico 1.10. Envasado de pulpa de frutas
Fuente: http://www.eltelegrafo.com.ec/economiasolidaria/noticia/archive/

1.3.10. Cerrado o sellado.

Esta operación depende del tipo de recipiente o envase que la empresa decida emplear, para lo cual se debe tener en cuenta que gran parte de la garantía de la conservación del producto dependerá de la hermeticidad de éste cerrado del envase.

1.3.11. Almacenamiento y congelación.

Las condiciones de éste almacenamiento dependerá del método de conservación que se haya escogido. En el caso de congelación, la estabilización de la baja temperatura y las condiciones de distribución de los envases y embalajes en el recinto, son críticas para garantizar las buenas condiciones del producto terminado que le ha de llegar al consumidor.

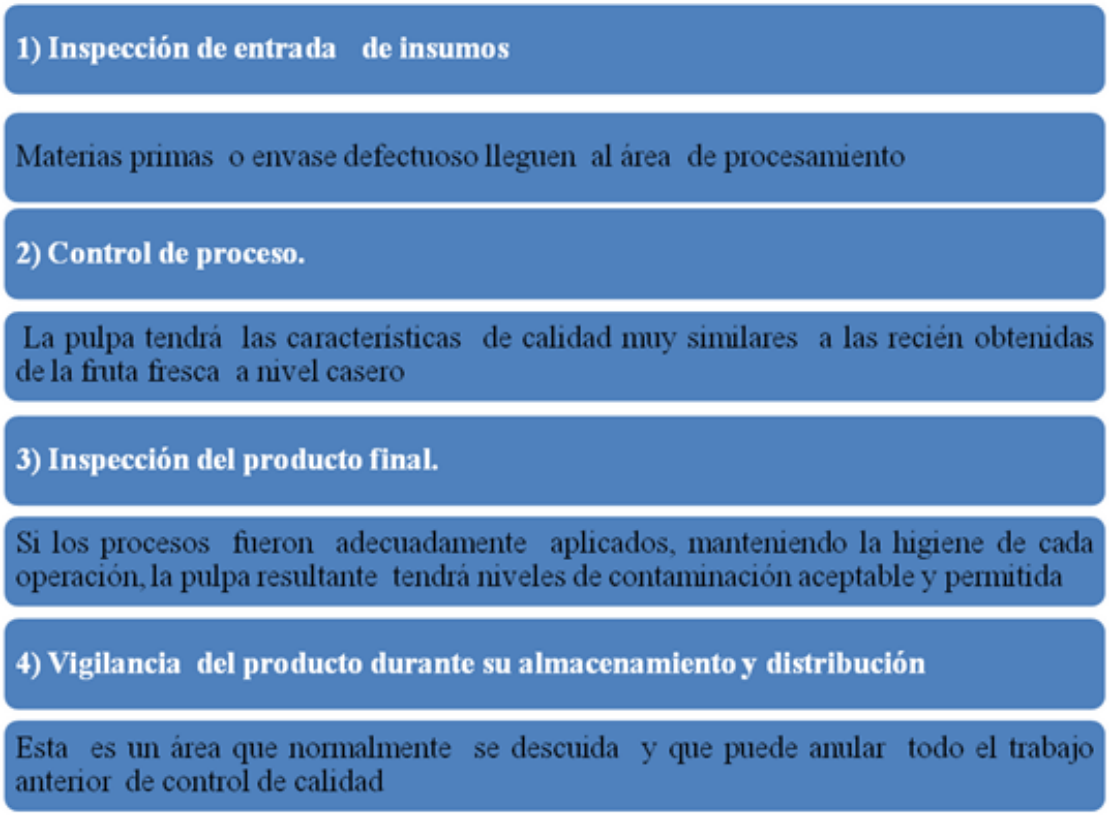
La congelación es un sistema de gran acogida en la industria, debido a la conservación de calidad nutricional y organoléptica según estudios de las pulpas obtenidas después de un período de seis meses o más.

1.3.12. Control de calidad.

Una vez obtenida las pulpas hay necesidad de evaluar la calidad del producto final. La calidad resultante será la que se haya logrado mantener después de haber procesado la fruta que llego a la fábrica en determinadas condiciones.

Si los procesos fueron adecuadamente aplicados, manteniendo la higiene en cada operación, la pulpa resultante tendrá niveles de contaminación aceptables y permitidos.

Un programa de control de calidad debe realizar una serie de operaciones que se detallan a continuación.



1.4. DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO, PERSONAL, TRANSPORTE, MATERIA PRIMA Y PRODUCCIÓN.

1.4.1. Equipo y máquinas.

Los equipos y los utensilios usados en la manipulación de alimentos, deben ser de un material que no transmita olores, ni sabores ni sustancias tóxicas. Las superficies de trabajo no deben tener hoyos, ni grietas. Se recomienda evitar el uso de maderas y de productos que puedan corroerse y se aconseja como material adecuado acero inoxidable.

1.4.2. Personal.

Toda persona que manipule alimentos debe contar con uniforme adecuado y protección personal como mascarilla, gorros, botes, cubrecabeza, etc., estos elementos deben ser lavables o desechables.

Debe haber indicadores que recuerden lavarse las manos y un control que garantice el cumplimiento.

1.4.3. Materia prima.

Las materias primas deben ser almacenadas en condiciones apropiadas que aseguren la protección contra contaminantes. El depósito debe estar alejado de los productos terminados, para impedir la contaminación cruzada. Además, deben tenerse en cuenta las condiciones óptimas de almacenamiento como temperatura, humedad ventilación e iluminación.

1.4.4. El Trasporte.

Debe prepararse especialmente teniendo en cuenta los mismos principios higiénicos-sanitarios que se consideran para los establecimientos e instalaciones de la empresa.

1.4.5. Operaciones de producción.

La elaboración o el procedimiento deben ser efectuados por empleados capacitados y supervisados por personal técnico, todas las operaciones de recepción, transporte,

empaques, preparación, procesamiento y almacenamiento de alimentos deben seguir principios sanitarios y debe realizarse sin demoras ni contaminaciones.

1.5. ADITIVOS PERMITIDOS PARA LA ELABORACIÓN DE PULPA DE FRUTAS.

1.5.1. Acido cítrico.

Es un producto blanquecino muy similar a los granos o cristales de azúcar blanca.

Es un producto natural, no es dañino para la salud. El ácido es el encargado de dar acidez adecuada. La acidez de la pulpa permite disminuir la posibilidad de vida de los microorganismos, favoreciendo su conservación.

1.5.2. Estabilizantes.

El estabilizante evita que las partículas de las frutas se sedimenten, se utiliza para que las partículas de la fruta queden uniformemente distribuidas en el néctar.

1.5.3. Conservantes.

Los conservadores contribuyen a garantizar la duración o conservación de la pulpa, disminuyendo el desarrollo y reproducción de microorganismo.

1.6. TIPOS DE MÁQUINAS DESPULPADORAS DE FRUTAS.

La máquina despulpadora consiste en un molino el cual tiene una tolva superior, por donde es alimentado con la materia prima, la que pasa a través de un filtro agujereado extractor de la pulpa en forma de cono cuyo interior está compuesto por

un tornillo sin fin el que es accionado por una manilla en sentido horario. Esta despulpadora puede servir para diferentes tipos de frutas sólo se debe cambiar el filtro del cono, dependiendo de qué tan pequeña sea la semilla. Otra característica de la despulpadora es su fácil instalación, ya que sólo se necesita una mesa o superficie lisa, fijándose a ella mediante una prensa. También cabe mencionar que esta despulpadora puede ser accionada mediante un motor, el que se conectara cuando se requiera, para así agilizar el proceso.[3]

A nivel general existen en el mercado nacional e internacional dos clases de despulpadoras de frutas que son la horizontal y vertical.

1.6.1. Máquina despulpadora horizontal.

Las máquinas horizontales constan de un eje en el cual se fijan unas paletas de acero inoxidable, algunas despulpadoras horizontales en lugar de aspas tienen un tornillo sin fin.

Las despulpadoras horizontales en su mayoría son utilizadas para la elaboración de pulpas de frutas su capacidad de producción varían de acuerdo a los requerimiento exigidos y requeridos según la producción que se desea obtener.

[3] www.fao.org/docrep/x5063s/x5063S03.htm

Gráfico 1.11. Despulpadora horizontal
Fuente: http://www.industriasima.com/home.html

1.6.2. Máquina despulpadora vertical.

En su mayoría son utilizadas en la industria del café para su elaboración y producción. "El despulpador de tambor está constituido por un cilindro giratorio, 1/3 de la superficie de este tiene una coraza de forma que las cerezas provenientes del tanque sifón son comprimidas entre el cilindro y la coraza, con el resultado de que la semilla de café es suavemente expulsada."[4]

[4] http://www.contactopyme.gob.mx/tecnologias/maquinaria.asp

Gráfico 1.12. Despulpadora Vertical
Fuente: http://www.promor.com.mx/tostaduria.html

1.7. ACEROS INOXIDABLES.

Los aceros inoxidables son una gama de aleaciones que contienen un mínimo de 12% de cromo. El cromo forma en la superficie del acero una película, extremadamente delgada, continua y estable. Esta película deja la superficie inerte a las reacciones químicas. Esta es la característica principal de resistencia a la corrosión de los aceros inoxidables.

El extenso rango de propiedades y características secundarias, presentes en los aceros inoxidables hacen de ellos un grupo de aceros muy versátiles.

La selección de los aceros inoxidables puede realizarse de acuerdo con sus características:

- Resistencia a la corrosión y a la oxidación a temperaturas elevadas.
- Propiedades mecánicas

- Características de los procesos de transformación a que será sometido.
- Costo total (reposición y mantenimiento)
- Disponibilidad del acero.

1.7.1. Principales aplicaciones.

Los aceros inoxidables ofrecen resistencia a la corrosión, una adecuada relación resistencia mecánica - peso, propiedades higiénicas, resistencia a temperaturas elevadas y criogénicas y valor a largo plazo. Son totalmente reciclables y amigables con el medio ambiente.

La facilidad de fabricación y las excelentes propiedades mecánicas ofrecidas por el acero inoxidable, lo hacen un material ideal para fabricar utensilios domésticos.

- Equipo hospitalario y farmacéutico.
- En la industria alimentaría y química, este tipo de acero es utilizado en tanques, tuberías, etc.
- En la construcción de maquinaria.
- En la industria química y petroquímica, los aceros inoxidables ofrecen elevada resistencia a la corrosión y excelentes propiedades mecánicas así como un bajo costo de mantenimiento.
- En la industria de alimentos y bebidas y en la industria farmacéutica, proveen excelentes condiciones de higiene además de su resistencia a la corrosión y duración a largo plazo.

1.7.2. El acero inoxidable en la industria alimenticia.

Los principales objetivos en la elaboración y/o producción de los alimentos son:

- Impedir la contaminación de las materias primas por la acción de microorganismos.
- Eliminar o intentar de ser posible, la mayor cantidad de microorganismos presentes en bruto.
- Prevenir el crecimiento de bacterias por medio de la disminución o aumento de la temperatura.
- Favorecer el desarrollo de microorganismos específicos inofensivos y antagonistas a los perjudiciales (Ejemplo: fermentación, siembra.)

1.7.3. La resistencia a la corrosión actúa en los aceros inoxidables en dos formas.

Permite que no se corroan en presencia de sustancias alimenticias, por lo tanto la cesión de partículas o elementos son insignificantes, lo que garantiza la no toxicidad de las sustancias alimenticias y la conservación de todas las propiedades organolépticas (sabor, olor, color).

La cesión de elementos metálicos es menor cuanto más liso es el acabado de la pared y menor la relación entre la superficie de contacto y el volumen del alimento contenido entre las paredes. Por eso hablamos de distintas rugosidades de los aceros inoxidables.

La segunda forma de resistencia a la corrosión es que permiten que se empleen medios de lavado y descontaminación, aunque estos sean muy enérgicos y con productos químicos que para otros materiales serían abrasivos.

1.7.4. Clasificación de los aceros inoxidables.

Los aceros inoxidables tienen una resistencia a la corrosión natural que se forma automáticamente, es decir no se adiciona. Tienen una gran resistencia mecánica, de al menos dos veces la del acero al carbono, son resistentes a temperaturas

elevadas y a temperaturas criogénicas. Son fáciles de transformar en gran variedad de productos y tiene una apariencia estética, que puede variarse sometiendo el acero a diferentes tratamientos superficiales para obtener acabado a espejo, satinado, coloreado, texturizado, etc. [5]

Según la estructura cristalina y el mecanismo de endurecimiento los aceros inoxidables se dividen en:

1.7.4.1. Aceros inoxidables martensíticos – Serie 400

"Son la primera rama de los aceros inoxidables, llamados simplemente al cromo y fueron los primeros desarrollados industrialmente." [6]

Características:

- Proviene de la martensita.
- La resistencia a la corrosión es relativamente pobre comparada con los austeníticos y ferríticos.
- Son la primera rama de los aceros inoxidables.
- Los tipos más comunes son el AISI 410, 420 y 431
- Tienen un contenido de carbono relativamente alto de 0.2 a 1.2% y de cromo de 12 a 18%.
- Principales aplicaciones: Ejes, flechas, instrumental quirúrgico y cuchillería.

1.7.4.2. Aceros inoxidables ferríticos - Serie 400

[5] www.aceros-inoxidables.com/info-tecnica.html

[6] www.utp.edu.co/~publio17/ac_inox.htm

- También se consideran simplemente al cromo, su contenido varia de 12 a 18%, pero el contenido de Carbono es bajo <0.2%.
- Los tipos más comunes son el AISI 430, 409 y 434. Las propiedades básicas son: Buena resistencia a la corrosión.
- La dureza no es muy alta y no pueden incrementarla por tratamiento térmico. Principales aplicaciones: Equipo y utensilios domésticos y en aplicaciones arquitectónicas y decorativas.

1.7.5. Aceros inoxidables austeníticos - Serie 300

"Son los más utilizados por su amplia variedad de propiedades, se obtienen agregando Níquel a la aleación, por lo que la estructura cristalina del material se transforma en austenita y de aquí adquieren el nombre."[7]

Los tipos de más comunes de aceros austeníticos son:

1.7.5.1. Aisi 300

Más resistente a la corrosión que los aceros martensíticos.

- No admiten tratamiento térmico ya que a cualquier temperatura y en cualquier estado se encuentra constituido por austenita.
- Tiene una resistencia mecánica más elevada a altas temperaturas que los otros aceros inoxidables.

1.7.5.2. Aisi 302

- Altamente resistente a la corrosión.

[7] www.utp.edu.co/~publio17/ac_inox.htm

- Altas propiedades mecánicas.

Tabla Nº1.1. Propiedades de aceros inoxidables Aisi 302

% C máx.	*%Mn máx.*	*%P máx.*	*%Si máx.*	*%Cr máx.*	*%Ni máx.*	*%S máx.*
0.15	2.00	0.045	1.00	17/19	8/10	0.030

1.7.5.3. Aisi 304

- Similar al 302 pero más resistente a la corrosión.
- Mejor soldabilidad
- Adecuada para fábricas de ácido fosfórico e industrias alimenticias.

Tabla Nº1.2 Propiedades de aceros inoxidables AISI 304

% C máx.	*%Mn máx.*	*%P máx.*	*%Si máx.*	*%Cr máx.*	*%Ni máx.*	*%S máx.*
0.08	2.00	0.045	1.00	18/20	8/10	0.030

1.8. SOLDADURAS EN LOS ACEROS INOXIDABLES.

Las propiedades físicas de los aceros al carbono y los inoxidables austeníticos son bastante diferentes, y esto requiere una revisión de los procesos de soldadura. En la tabla número tres de propiedades físicas, se incluyen algunos ítems como el punto de fusión, expansión térmica, conductividad térmica, y otros que no cambian significativamente con el tratamiento térmico o mecánico. Como se ilustra en esta tabla número tres, el punto de fusión de los grados austeníticos es menor, así que se requiere menos calor para lograr la fusión.

Su resistencia eléctrica es mayor que la de los aceros comunes, así que se requiere menos corriente eléctrica para la soldadura. Estos aceros inoxidables tienen un coeficiente de conductividad térmica menor, lo cual causa que el calor se concentre en

una zona pequeña adyacente a la soldadura. Los aceros inoxidables austeníticos también tienen coeficientes de expansión térmica aproximadamente 50% más grandes que los aceros al carbono, lo cual requiere más atención en el control de la distorsión y deformación.

1.8.1. Factores que afectan la resistencia a la corrosión de las soldaduras en acero inoxidable.

La fabricación de equipos resistentes a la corrosión debiera ser un esfuerzo conjunto de la selección de la aleación correcta y entonces emplear las prácticas correctas de fabricación y soldadura. Ambos elementos son esenciales.

1.8.2. Penetración completa de las soldaduras.

Es bien sabido que para lograr una óptima resistencia, las soldaduras a tope deben penetrar completamente. En servicio corrosivo, cualquier rendija resultante de la falta de penetración es un sitio potencial para el desarrollo de la corrosión por rendijas

1.8.3. Contaminación por hierro.

El hierro libre resulta a menudo incluido en la superficie del acero inoxidable durante las operaciones de formado o soldado. Algunas reglas a seguir para evitar la inclusión de partículas de hierro son:

No permitir el contacto de las superficies de acero inoxidable con elementos de hierro o acero. El contacto podría provenir de herramientas de izado, mesas de acero o rack de almacenamiento, por citar algunas.

No usar herramientas, tales como discos abrasivos que hayan sido previamente usados con hierro o acero ordinarios, ya que podrían tener hierro incrustado.

Usar sólo cepillos de acero inoxidable que nunca hayan sido usados con hierro o acero al carbono. Nunca usar cepillos de alambre de acero al carbono. No dejar las planchas u hojas de acero inoxidable en el piso, expuestas al tráfico.

"Se deben guardar en posición vertical. Si es posible, realizar las operaciones de fabricación de los equipos de acero inoxidable en un lugar alejado de donde se realicen operaciones con hierro o acero al carbono, para evitar contaminaciones con partículas de hierro provenientes de amoladoras, herramientas de corte." [8]

1.8.4. Evitar óxidos superficiales de la soldadura.

Para una mejor resistencia a la corrosión, las superficies de acero inoxidable deben estar libres de óxidos superficiales. Los óxidos pueden estar en la forma de tinte de calor, en el otro lado de la chapa, como resultante de la soldadura, o tinte de calor en la soldadura, o en la zona afectada por el calor.

1.9.5. Otros defectos relacionados con la soldadura.

Se listan tres defectos relacionados con la soldadura, y el procedimiento para su eliminación:

- Las marcas de encendido del arco dañan la capa protectora del acero inoxidable y crean imperfecciones similares a rendijas.

- Los puntos de parada de la soldadura pueden crear defectos similares a pinchazos de alfiler en el metal soldado. Ambas imperfecciones se deben eliminar mediante un ligero pulido con abrasivos de grano fino.
- Las salpicaduras de soldadura crean pequeñas marcas donde el metal fundido toca la superficie y se adhiere. La capa protectora de óxido del acero inoxidable es penetrada y se crean pequeñas rendijas donde esta capa es más débil. Las

[8] http://www.cientificosaficionados.com/libros/solinox1.pdf

salpicaduras de soldadura se pueden eliminar fácilmente aplicando una pasta a ambos lados de la soldadura.

1.8.6. Preparación para la soldadura.

Los aceros inoxidables deben ser manejados con un poco más de cuidado que los aceros ordinarios, en el corte y montaje. El cuidado que se tome en la preparación para la soldadura será tiempo bien usado, lo que incrementará la calidad de la soldadura y la terminación del producto, lo cual dará un óptimo rendimiento en servicio.

Tabla Nº1.3. Influencia de las propiedades físicas en la soldadura de aceros inoxidables austeníticos, comparados con el acero al carbono.

	Aceros inoxidables austeníticos	**Aceros al carbono**	**Observaciones**
Punto de fusión (Tipo 304)	1400 - 1450 ºC	1540 ºC	El Tipo 304 requiere menos calor para producir la fusión, lo cual significa una soldadura más rápida para el mismo calor, o menos calor para la misma velocidad
Respuesta magnética	No magnético a todas las temperaturas	Magnético hasta más de 705 ºC	Los aceros inoxidables al níquel no están sujetos a la sopladura de arco
Velocidad de conductividad térmica A 100 ºC A 650 ºC	28% 66%	100 % 100%	El tipo 304 conduce el calor mucho más lentamente que los aceros al carbono, lo cual produce gradientes de temperatura más pronunciados. Esto acelera la deformación. Una difusión más lenta del calor a través del metal de base significa que la zona soldada permanece caliente por más tiempo, resultado de lo cual puede ser una mayor precipitación de carburos, a menos que se usen medios artificiales para extraer el calor, tales como barras enfriadoras, etc.
			Esto es importante en los métodos de

Resistencia Eléctrica (aleado) (microhm.cm, aprox.) a 20 ºC a 885 ºC	72.0 126.0	12.5 125	fusión eléctrica. La resistencia eléctrica más grande del tipo 304 resulta en la generación de más calor para la misma corriente, o la misma cantidad de calor con menos corriente, comparado con los aceros al carbono. Esta propiedad, junto con una menor velocidad de conductividad térmica, resulta en la efectividad de los métodos para soldadura por resistencia del tipo 304
Expansión térmica en el rango indicado pulg./ºC x 10^{-6}	17.6 (20 - 500 ºC)	11.7 (20 - 628 ºC)	El tipo 304 se expande y contrae a una velocidad más alta que el acero al carbono, lo cual significa que se debe permitir expansión y contracción a fin de controlar la deformación y el desarrollo de tensiones térmicas después del enfriamiento. Por ejemplo, para el acero inoxidable deben usarse más puntos de soldadura que para el acero al carbono

Fuente: http://www.cientificosaficionados.com/libros/solinox1.pdf

1.8.7. Corte y preparación de las juntas.

Con excepción del corte oxiacetilénico, el acero inoxidable puede ser cortado con los mismos métodos utilizados para el acero al carbono. El corte oxiacetilénico resulta en la formación de óxidos de cromo refractarios, que impiden un corte preciso y parejo. El espesor y la forma de las partes a ser cortadas o preparadas para la soldadura, son los que dictan cuáles de los métodos que se muestran en la tabla número cuatro.

1.8.8. Diseño de las juntas.

El diseño de juntas utilizadas para acero inoxidable, es similar a las de los aceros ordinarios. El diseño de junta seleccionada debe producir una soldadura de resistencia apropiada y desempeño en servicio, manteniendo bajos los costos. Las soldaduras a tope deberán ser con penetración completa, para servicio en atmósferas corrosivas. Los filetes de soldadura no necesitan tener penetración completa, siempre que se suelden ambos

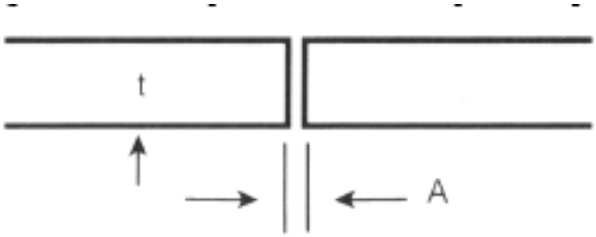
lados y las puntas para evitar espacios vacíos que puedan juntar líquido y permitir la corrosión por rendijas.

Tabla Nº1.4. Métodos de corte de Acero Inoxidable

Método	**Espesor**	**Comentario**
Guillotina	Láminas, cintas, placas finas	Preparar el borde expuesto al ambiente para eliminar rendijas
Corte por sierra y abrasivo	Amplio rango de espesores	Eliminar lubricantes o líquidos de corte antes la soldadura o tratamiento térmico
Maquinado	Amplio rango de formas	Eliminar lubricantes o líquidos de corte antes de la soldadura o tratamiento térmico
Corte con arco de plasma	Amplio rango de espesores	Amolar las superficies cortadas para limpiar el metal
Corte con polvo metálico	Amplio rango de espesores	Corte menos preciso que con plasma, se deben eliminar todas las escorias
Corte por arco de grafito	Usado para acanalar la parte de atrás de soldaduras y cortar formas irregulares	Amolar las superficies cortadas para limpiar el metal

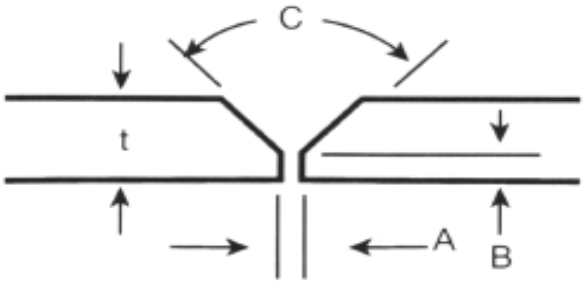
Fuente: http://www.cientificosaficionados.com/libros/solinox1.pdf

El diseño de juntas típico para la soldadura de chapas y planchas se muestra en las figuras que a continuación se presenta.



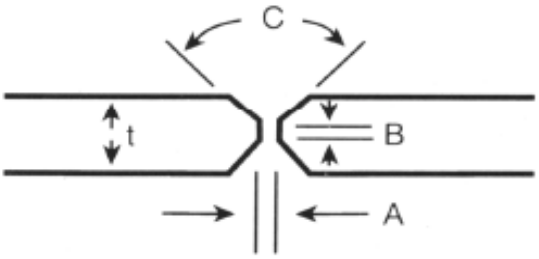
t máximo = 3.2 mm A = 0.8 - 2.3 mm

Gráfico1.13. Junta para soldadura a tope de chapas
Fuente: www.cinetificosaficionados.com/libros.pdf



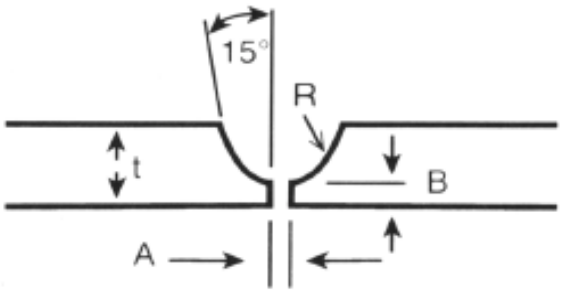
t máximo = 12.7 mm A = 0.8 - 2.4 mm
B = 1.6 - 2.4 mm C = 60 a 80°

Gráfico1.14. Junta para soldadura a tope de chapas
Fuente: www.cinetificosaficionados.com/libros.pdf



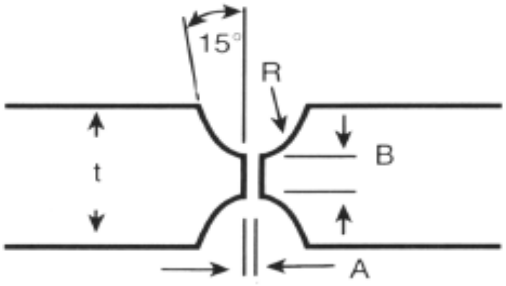
t = 12.7 mm o mayor A = 0.8 - 2.4 mm
B = 1.6 - 2.4 mm C = 60 a 80°

Gráfico1.15. Junta doble "V" para placas
Fuente: www.cinetificosaficionados.com/libros.pdf



t = 19 mm y más A = 1.6 mín. - 3.2 máx. (mm)
B = 1.6 - 2.4 mm R = 6.4 mm mín.

Gráfico 1.16. Junta "U" para placas
Fuente: www.cinetificosaficionados.com/libros.pdf



t = 19 mm y más A = 1.6 mm mín. - 3.2 mm
B = 1.6 a 2.4 mm R = 6.4 mm mín.

Gráfico 1.17. Junta doble "U" para placas
Fuente: www.cinetificosaficionados.com/libros.pdf

1.8.9. Procesos de soldadura.

1.8.9.1. Soldadura por arco de metal protegido.

Es un proceso versátil, ampliamente utilizado para la soldadura del acero inoxidable, cuando los tamaños o cantidades no justifican la soldadura automática. El electrodo es un alambre sólido recubierto con una capa de decapante extruido, aunque algunos fabricantes utilizan un alambre hueco.

La soldadura se lleva a cabo manualmente con el soldador manteniendo control sobre la longitud del arco y dirigiéndolo hacia la junta a soldar. El recubrimiento del electrodo tiene estas funciones:

- La cubierta exterior de decapante no se quema tan rápido como el alambre del electrodo, lo cual ayuda a controlar la acción del arco y permite soldar en varias posiciones.

- El decapante se utiliza para aportar aleación al metal de soldadura. El alambre del electrodo no siempre es de la misma composición que el metal que se deposita en la soldadura, y por lo tanto es una mala práctica sacar el recubrimiento del electrodo y utilizar el alambre como metal de aporte en otro proceso como la soldadura TIG.

- El recubrimiento gaseoso de la descomposición del decapante excluye al oxígeno y nitrógeno del metal fundido.

- La escoria fundida que se forma sobre la soldadura protege al metal de la contaminación atmosférica y ayuda a dar forma al cordón de soldadura.

1.8.9.2. Tipos de electrodo.

Los electrodos se seleccionan primero en base al metal a soldar y luego de acuerdo con el tipo de recubrimiento. Normalmente son de una aleación de la misma composición que el metal de base, o más alta. En algunos casos, por razones de diseño, se utilizan electrodos de aleaciones especiales.

El tipo de recubrimiento del electrodo generalmente se deja a criterio del fabricante. Los electrodos para aceros inoxidables se muestran en la siguiente figura.

Tabla Nº1.5. Materiales de aporte sugeridos para la soldadura del acero inoxidable.

Metal de base	Electrodo recubierto AWS o nombre común	Electrodo desnudo y varilla - AWS o nombre común
AISI (UNS)	AWS A5.4 (UNS)	AWS A 5.9 (UNS)
304 (S30400)	E 308[1] (W30810)	ER 308[1] (S30880)
304L (S30403)	E 308L (W30813)	ER 308L (S30883)
309 (S30900)	E 309[1] (W30910)	ER 309[1] (S30980)
310 (S31000)	E 310 (W31010)	ER 310 (S31080)
316 (S31600)	E 316[1] (W31610)	ER 316[1] (S31680)
316L (S31603)	E 316L (W31613)	ER 316L (S31683)
317 (S31700)	E 317[1] (S31780)	ER 317[1] (31780)
317L (31703)	E 317L (W31713)	ER 317L (S31783)
317 LM (S31725)	(3)	(3)
321 (S32100)	E 347 (W34710)	ER 321 (S52180)
347 (S34700)	E 347 (W34710)	ER 347 (S34780)
Aleación 904L (N08904)	(3)	(3)
Aleación 254 SMO[2] (S31254)	(3)	(3)
AL-6XN[2] (N08367)	(3)	(3)
1925 hMo[2] (N08926)	(3)	(3)
25-6 Mo[2] (N08926)	(3)	(3)

Metal de base	Electrodo recubierto AWS o nombre común	Electrodo desnudo y varilla - AWS o nombre común
AISI (UNS)	AWS A5.4 (UNS)	AWS A 5.9 (UNS)
20 MO-6[2] (N08026)	(3)	(3)
20Cb-3[2] (N08020)	E 320LR (W88022)	ER 320LR (N08022)
FUNDICIONES		
TIPO ACI (UNS)	**AWS A 5.4 (UNS)**	**AWS A5.9 (UNS)**
CF-8 (J92600)	E 308[1] (W30810)	ER 308[1] (S30880)
CF-3 (J92500)	E 308L (W30813)	ER 308L (S30883)
CF-8M (J92900)	E 316[2] (W31610)	ER 316[1] (S31680)
CF-3M (J92800)	E 316L (W31613)	ER 316L (S31683)
CN-7M (J95150)	E 320 LR (W88022)	ER 320 LR (N08022)
CK-3Mcu (S32154)	(3)	(3)
CA-6NM (J91540)	E 410 NiMo (W41016)	ER 410 NiMo (S41086)

Notas:
(1) La "L" o grado bajo en carbono o un grado estabilizado se usa siempre para una construcción soldada, excepto en algunas pocas instancias donde es más importante una dureza un poco mayor que una mejor resistencia a la corrosión.
(2) Nombre comercial
(3) Para soldar estos aceros inoxidables se usa normalmente un metal de aporte con 9% o más de molibdeno, tales como los dos listados abajo

Electrodo recubierto AWS A5.11 (UNS)	Electrodo desnudo y varilla AWS 5.14 (UNS)

Fuente: www.cinetificosaficionados.com/libros.pdf

El recubrimiento influencia cómo el electrodo opera en distintas posiciones, formas y uniformidad del cordón de soldadura. Hay dos clasificaciones básicas: 15 (óxido de calcio) y 16 (óxido de titanio).

Los fabricantes a menudo establecen sus propios sufijos para la designación de electrodos especiales, pero la Norma AWS A 5.4 – 81 reconoce sólo el -15 y -16.

1.8.9.3. Soldadura TIG.

El proceso TIG (Tungsten Inert Gas) se usa ampliamente y es muy adecuado para soldar acero inoxidable. Un gas inerte (normalmente argón) se usa para proteger del aire al metal fundido de la soldadura. Si se necesita, se agrega metal de aporte en forma de alambre dentro del arco, bien manual o automáticamente.

Mediante el proceso TIG se puede soldar materiales tan finos como algunas centésimas hasta espesores grandes, pero normalmente se usa hasta 1/4" (6.4 mm).

1.8.9.4. Ventajas.

- No hay escoria que eliminar, lo cual minimiza las tareas de limpieza posterior.
- Es un proceso de soldadura que se puede utilizar en todas posiciones, lo cual lo hace especialmente apto para la soldadura de cañerías.
- No hay salpicaduras de soldadura que limpiar.
- Prácticamente no hay una variación en la composición química de la aleación del metal de base durante la soldadura.

1.8.9.5. Consumibles.

Para soldar aceros inoxidables, en el escudo gaseoso se utiliza argón puro, helio o mezclas de los dos. Las mezclas de argón con oxígeno que se utilizan en la soldadura

MIG no deben ser usados en la TIG, debido al rápido deterioro de los electrodos de tungsteno.

Las adiciones de nitrógeno no se recomiendan por la misma razón. En la soldadura manual y realización de juntas por debajo de un espesor de 1.6 mm se prefiere al argón como escudo gaseoso. Da una buena penetración con una velocidad de flujo menor que la del helio, y hay menos oportunidad de fundir la soldadura. El helio produce un mayor flujo calorífico y una penetración más profunda, lo cual puede ser una ventaja en algunas operaciones de soldadura automática.

1.9. RESISTENCIA A LA FATIGA.

La fatiga es el proceso de iniciación y propagación de grietas en elementos metálicos, originados por tensiones de valor no constante en el tiempo.

A pesar de su tenacidad o alta capacidad de absorber energía sin fracturarse, lo que se traduce en altos niveles de esfuerzo para producir su falla. Los componentes metálicos se rompen o fracturan, de un modo instantáneo o progresivo, cuando se someten a la acción de cargas estáticas y/ o dinámicas.

1.9.1. Factores que influyen en la falla por fatiga.

En general, el área de la pieza donde se inicia la fisura por fatiga corresponde a aquella donde, por alguna razón, el esfuerzo logra niveles superiores al de fluencia, produciéndose una deformación plástica en frío, localizada y cíclica, en correspondencia con la naturaleza del esfuerzo, lo cual genera acritud o pérdida de ductibilidad en ese lugar y, por consiguiente, con el transcurrir del tiempo se produce una micro fractura frágil que una vez formada puede propagarse bajo la acción del esfuerzo.

Los factores o razones que inciden directamente en la elevación local de los esfuerzos y, por tanto, en la etapa de inicio de la fatiga suelen ser de tipo geométrico, mecánico, metalúrgico, de tamaño y ambiental.

1.9.1.1. Factores geométricos.

Aspectos de forma, tales como los cambios bruscos de sección, aristas y esquinas vivas o sin radio, bordes de agujeros, rugosidades superficiales, marcas de maquinado, deformaciones superficiales, etc., pueden actuar como concentradores de los esfuerzos haciendo que en dichos lugares se alcancen valores de hasta tres (3) y más veces el nominal.

1.9.1.2. Factores mecánicos.

Las sobrecargas frecuentes, la presencia de tensiones residuales y el tipo de carga (impactos, desbalanceos, vibraciones, etc.) pueden contribuir al agrietamiento prematuro y progresivo de los componentes.

1.9.1.3. Factores metalúrgicos.

En este caso es preciso considerar por lo menos tres niveles:

1. Aquellos aspectos de tipo estructural inherentes a la naturaleza propia de los sólidos policristalinos, como el carácter aleatorio de la orientación de los planos atómicos dentro de cada grano y la mayor o menor presencia de dislocaciones, hacen que la resistencia varíe de un grano o cristal a otro y promueven la iniciación de micro grietas en aquel o aquellos cristales de mínima resistencia.

2. Aquellos aspectos de tipo estructural derivados del procesamiento del material y *I* o de la manufactura de la pieza como los poros, cavidades de contracción e inclusiones no metálicas, pueden servir de concentradores de las tensiones.

3. Asimismo, las heterogeneidades de tipo químico o estructural como las segregaciones, el cambio de tamaño de grano y de fase debido a calentamientos durante la fabricación, el ensamble de las partes o el servicio, pueden dar lugar a alteraciones de la resistencia del material en las áreas afectadas.

1.9.1.4. El factor tamaño.

A mayor tamaño de la pieza, y bajo las mismas condiciones de esfuerzo, aumenta el volumen del material bajo esfuerzo, y, por tanto, la probabilidad de encontrar en él zonas defectuosas o de baja resistencia que lleven a la iniciación de grietas de fatiga.

1.9.1.5. Factores ambientales.

La naturaleza del medio en que se desempeña el componente (contaminantes, temperaturas bajas o altas, humedad, etc.) puede contribuir a crear problemas de corrosión o a deteriorar las propiedades mecánicas del material (fragilización, pérdida de resistencia, por ejemplo), favoreciendo así la iniciación de grietas de fatiga.

> Desde un diseño del componente que tenga muy en cuenta los factores de tipo geométrico y de tamaño, una selección del material con base en una previa verificación de sus propiedades mecánicas, en lo posible de su tenacidad a la fractura y una inspección no destructiva para determinar tamaños máximos tolerables de defectos presentes; pasando por un seguimiento durante las fases de manufactura y ensamble para minimizar la inclusión de nuevos defectos, una vigilancia permanente durante el desempeño para evitar sobrecargas, minimizar vibraciones y evitar ambientes peligrosos.[9]

[9] http://ciruelo.uninorte.edu.co//ingenieria_desarrollo/.pdf

CAPÍTULO DOS

DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS DE DISEÑO

CAPÍTULO 2

2.0. DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS DE DISEÑO.

2.3.2.1. Estudio de campo.

El estudio de campo nos permitirá tener una idea de cómo dimensionar el tamiz de la máquina despulpadora de frutas para nuestros requerimientos, en base a las dimensiones de las pepas de las frutas previo a la selección de una muestra de frutas.

2.1.1. Determinación de diámetros de pepas o semillas de frutas.

Para determinar las dimensiones de las pepas de las frutas se realizaron pruebas con siete frutas diferentes de las dos regiones principales del Ecuador, las pruebas realizadas fueron de cuatro tipos de tamaños por cada fruta y madurez, las frutas fueron seleccionadas al azar de una determinada muestra y se midieron como indica el gráfico 13, que en su mayoría las pepas de la frutas tiene una forma como se muestra en el gráfico 2.1.

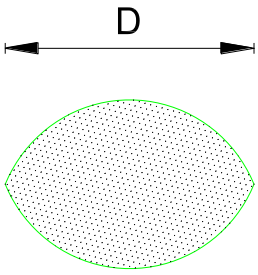


Gráfico 2.1. Diámetro de pepa de fruta
Fuente: Los autores

2.1.1.1. Durazno.

Para la medición se seleccionaron cuatro tipos de frutas con diferentes tamaños.

Gráfico 2.2. Pepa de durazno medida con el micrómetro
Fuente: Los autores

2.1.1.2. Pera.

Para la medición se seleccionaron tres tipos de peras de diferente tamaño, una de las frutas se indica en el gráfico 2.3.

Las pepas de la fruta fueron muy pequeñas, un milímetro en comparación con las demás frutas.

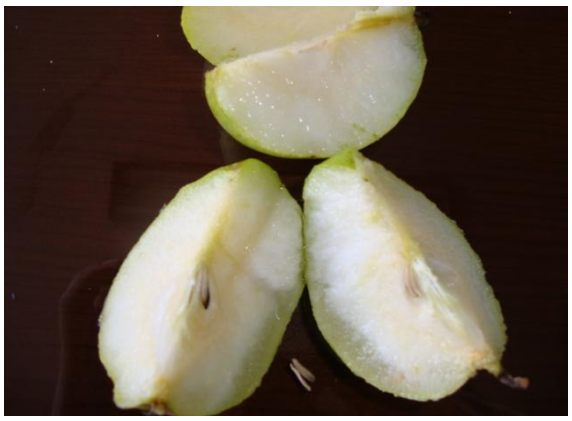


Gráfico 2.3. Pera
Fuente: Los autores

2.1.1.3. Naranjilla.

Para la medición de la pepa de ésta fruta solo se tomó la muestra con dos frutas debido a que las pepas son muy pequeñas.

Gráfico 2.4. Naranjilla
Fuente: Los autores

2.1.1.4. Manzana.

Para medir las pepas de ésta fruta se seleccionaron cuatro frutas.

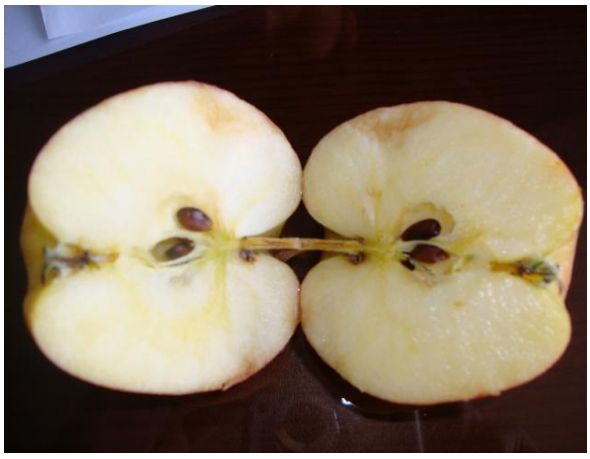


Gráfico 2.5. Manzana
Fuente: Los autores

Las cuatros frutas seleccionadas para medir las dimensiones de las pepas de las manzanas tuvieron una dimensión casi igual

Gráfico 2.6. Medición de la pepa de la manzana
Fuente: Los autores

2.1.1.5. Tomate de árbol.

Para la muestra de medición se seleccionaron tres frutas con diferentes tipos de maduración

Gráfico 2.7. Medición de la pepa de tomate de árbol
Fuente: Los autores

2.1.1.6. Naranja.

Para la medición de la pepa se utilizó cuatro tipos de naranjas de diferentes tamaños y diferente maduración, adicionalmente se peló la fruta.

Gráfico 2.8. Medición de la pepa de naranja
Fuente: Los autores

2.1.1.7. Maracuyá.

Para la medición de la pepa de la maracuyá se utilizaron 5 frutas diferentes. Las cuales todas tienen el mismo grado de madurez como se indica en el gráfico 2.9.

Gráfico 2.9. Medición de la pepa de maracuyá
Fuente: Los autores

2.1.1.8. Limón pequeño.

En esta fruta se seleccionaron cuatro tipos de limones pequeños y con diferentes tipos de maduración.

Gráfico 2.10. Medición de la pepa de limón
Fuente: Los autores

A continuación en la tabla N°2.1 se detalla los valores de todas las frutas medidas y sus respectivos promedios.

Tabla Nº2.1. Promedio de pepas de frutas

Frutas	Diámetro 1	Diámetro 2	Diámetro 3	Diámetro 4	Diámetro 5	Promedio mm
Durazno	16,27	16,05	15,99	16,12	15,95	16,07
Pera	1.1	1	1.1	1	1.2	1.08
Naranjilla	1	1.1	1	1.3	1	1.08
Manzana	2,69	2,86	2,99	2,55	2.38	2,69
Tomate de árbol	1,5	1,21	1,38	1.25	1.10	1,28
Naranja	5,1	5,39	4,33	4,89	4.56	4.85
Maracuyá	2,37	2,34	2,39	2,4	2,36	2,37
Limón pequeño	4,47	4,48	4,49	4,42	4,25	4,42

Fuente: Los autores

2.2. ANÁLISIS Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS.

2.2.1. Restricciones y limitaciones.

Se debe tener en cuenta que el diseño debe proporcionar las mejores condiciones de funcionamiento y operabilidad, adaptándose así a toda condición ambiental y física, por lo que existen varias restricciones y limitaciones a considerarse que se tomaran en cuenta debido a la necesidad de la empresa patrocinadora:

- La capacidad mínima de producción debe ser de 250 Kg/h.
- El diseño de cada parte o pieza que conforma la despulpadora deberá ser diseñada con materia prima existente en nuestro país.
- La máquina a diseñar no deberá superar las medidas descritas a continuación: Longitud=1000 mm, Ancho=550 mm, Alto=1100 mm.
- El motor seleccionado debe ser eléctrico, 110 V, 220V ya que será destinado a pequeños y medianos productores.

2.3. ESPECIFICACIONES.

2.3.1. Parámetros de diseño.

Para determinar los parámetros de diseño se partirá de la capacidad máxima de producción, 250 Kg/h.

Se debe tomar en cuenta la variedad de frutas a despulpar, el diámetro de su semilla o pepa de la fruta para la selección del tamiz, quedando definidos los siguientes parámetros:

- Capacidad mínima de la despulpadora de frutas: 250 Kg/h

- Variedad de frutas: Durazno, naranja, guanábana, naranjilla, pera, manzana, guayaba, Maracuyá, tomate de árbol.
- Tipo de tamiz: Dependiendo de la fruta a despulpar.
- Motricidad: Mediante un motor eléctrico monofásico.

2.3.2. Parámetros funcionales.

Para obtener un óptimo rendimiento en la producción de pulpa de fruta se debe tener un adecuado diseño, el cual debe satisfacer varios requerimientos funcionales. Para ello se ha tomado en cuenta los siguientes requerimientos:

- La máquina despulpadora de frutas podrá trabajar en forma continua hasta obtener la capacidad de producción que se requiere.
- Se debe tomar en cuenta que la pulpa es un producto alimenticio, por lo que se debe seleccionar materiales acorde con normas alimenticias. Por lo cual su estructura estará diseñada en acero inoxidable por pedido de la empresa patrocinadora.
- La máquina despulpadora de frutas debe ser de fácil operación, montaje y transportación.
- El mantenimiento de todas las partes, accesorios y piezas deben realizarse con facilidad, comodidad y rapidez.

2.3.3. Ambiente de trabajo.

El ambiente de trabajo es el medio donde va a funcionar la máquina despulpadora de frutas. Uno de los principales factores que se debe tener en cuenta es la temperatura y

humedad relativa en la que se desarrollara, para ello se ha tomado en cuenta zonas de la costa y sierra donde su temperatura y humedad son diferentes.

En la costa, calurosa y húmeda, tenemos una temperatura promedio anual de 26°C y humedad relativa alta de 77%.

En la sierra, generalmente fría y menos húmeda, tenemos una temperatura promedio de 17°C y humedad relativa baja a 68%.

2.3.4. Vida útil.

Es el tiempo proyectado en el cual un equipo opera con todas las funciones para el cual fue diseñado, sin presentar riesgo para sus operarios.

La vida útil depende de muchas variables, pero la más importante es el mantenimiento que recibió durante esa vida.

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 diseñara los elementos a falla por fatiga.

2.3.5. Materiales a utilizarse.

Para el diseño y construcción de la máquina se usarán materiales existentes en el país y de fácil adquisición, que permitan un óptimo rendimiento y funcionamiento de la máquina, adaptándose a todo tipo de clima.

2.3.6. Procesos.

Se utilizaran procesos de fabricación convencionales, en el que no dificulte su reparación o sustitución de elementos mecánicos, para ello se utiliza procesos de fabricación como: torneado, taladrado, corte, fresado, soldadura.

2.4. FORMULACIÓN DE ALTERNATIVAS.

Se ha considerado dos alternativas importantes, que posteriormente se seleccionará aquella que satisfaga la necesidad del auspiciante:

- Despulpadora de fruta horizontal
- Despulpadora de fruta vertical

Se toma en cuenta los siguientes factores:

- Facilidad de construcción: utilizando operaciones manuales y a través de máquinas herramientas.
- Bajos costos de cada uno de sus elementos: construcción y mantenimiento
- Facilidad de montaje
- Facilidad de Transportación
- Facilidad de mantenimiento
- Facilidad de operación
- Seguridad
- Eficiencia
- Peso moderado.

2.4.1. Alternativa 1. Despulpadora de fruta horizontal.

2.4.1.1. Descripción.

Se utiliza para eliminar partículas como semillas, vástagos, cáscaras, y otros productos no deseados en la obtención de pulpa para jugos, néctar o puré.

La fruta se deposita en la tolva de alimentación. En la primera parte del eje se encuentran unos pines destinados a romper la cáscara y posteriormente aspas con raspadores regulables para presionar las frutas contra el tamiz y filtrar las partículas.

Por el extremo opuesto a la alimentación salen las semillas, cáscaras y vástagos y por la parte inferior del cuerpo sale la pulpa.

Gráfico 2.11. Despulpadora horizontal
Fuente: www.alitecnoperu.com

2.4.1.2. Partes.

- **Cuerpo:** Es la carcasa en forma de cilindro de la máquina, en esta se acoplan distintos elementos como el tamiz, rascadores, eje y paletas.
- **Tamiz:** Son mallas en las cuales pasa la pulpa de la fruta y se separa la cáscara, pepas o semilla.
- **Rascadores:** Sirve para presionar las frutas contra el tamiz y filtrar las partículas.
- **Cuchillas:** Corta y troza la fruta que ingresa por la tolva.
- **Estructura:** Sirve para soportar al motor y a todo el cuerpo de la máquina en sí.
- **Paletas:** Sirven para llevar a la pulpa a las paredes del tamiz.
- **Tolva:** Se denomina tolva a un dispositivo destinado a depósito y canalización de materiales granulados, la misma que realiza la función de recibir el producto.
- **Motor:** La máquina usa un motor eléctrico con sistema de transmisión polea – banda, la cual hace girar al eje principal.
- **Chumaceras:** Sirve para fijar al eje principal y hacer girar al eje excéntricamente.

2.4.1.3. Ventajas.

- Interior soldado 100% para facilitar la limpieza y seguridad sanitaria.
- Mantenimiento reducido.
- Permite el procesamiento de baches más amplios de producción.
- Posibilita la automatización de procesos y el establecimiento de líneas continuas de producción.
- Reduce la manipulación del producto en la línea de producción.

2.4.1.4. Desventajas.

- Para despulpar frutas con semillas de diámetros grandes se necesita cambiar el tamiz, lo que significa pérdida de tiempo.

2.4.2. Alternativa 2. Despulpadora de frutas vertical.

2.4.2.1. Descripción.

Utiliza el mismo sistema de la despulpadora horizontal, con la diferencia que su cuerpo presenta una posición vertical. La fruta en trozos es introducida en la tolva superior y cae en un tamiz vertical.

Las paletas rotatorias elásticas comprimen el producto contra el tamiz y hacen pasar el jugo a través de este que finalmente es evacuado por la salida inferior.

Cáscaras, semillas y fibra según el calibre de las perforaciones del tamiz son rechazadas y se expulsan por la salida superior. Existen varias clases de malla según el tipo de fruta.

Gráfico 2.12. Despulpadora vertical
Fuente: http://www.adoos.com.

2.4.2.2. Partes.

- **Tolva:** Es un dispositivo destinado al depósito y canalización de materiales granulados, la misma que realiza la función de recibir el producto.
- **Tamiz:** Es la parte de la máquina por donde se filtra la pulpa separando pulpa de semillas y vástagos.
- **Motor:** La máquina usa un motor eléctrico con un sistema de transmisión, la cual hace girar al eje principal.
- **Cuchillas:** Corta y troza la fruta que ingresa por la tolva.
- **Estructura:** Presenta una estructura pequeña para soportar al motor y a todo el cuerpo de la máquina en sí.

2.4.2.3. Ventajas.

- Tiene un diseño compacto y durable.
- Es portátil y robusta solo basta conectarla a la red con voltaje de 110 o 220 voltios.
- Para su limpieza solo basta con remover la tolva, las paletas y el tamiz son fácilmente extraíbles.
- Puede ser lavada con chorro de agua ya que su motor y mecanismos de transmisión están protegidos convenientemente.

2.4.2.4. Desventajas

- Para reprocesar la pulpa es necesario cambiar a un tamiz más fino y refinar el producto, lo que significa pérdida de tiempo en la producción.
- Se la utiliza más para despulpar café.
- Se las utiliza cuando la capacidad de producción es baja.
- Vibraciones en su estructura.

2.5. SELECCIÓN DE ALTERNATIVA.

2.5.1. Evaluación.

Para una correcta selección de la alternativa se consideran los parámetros enunciados en la formulación de las alternativas.

2.5.2. Facilidad de construcción.

La máquina despulpadora de frutas es un equipo que no utiliza piezas ni partes que no se las puedan elaborar en un taller, al contrario utiliza piezas sencillas y de rápida construcción. El ensamblaje tampoco requiere de herramientas especiales ni mano de obra altamente calificada, por lo que se disminuye su costo. Factor de ponderación 7/10.

2.5.3. Costos.

Los costos involucran, el costo de construcción y mantenimiento, se aplica un factor que hace que la máquina sea competitiva en el mercado con otras de similares características disponibles. Factor de ponderación 8/10.

2.5.4. Facilidad de montaje.

Se realiza una ponderación de cada máquina para ver que tan simple resulta su ensamblaje de cada componente. Factor de ponderación 7/10.

2.5.5. Facilidad de transportación.

La facilidad de transportación es un factor muy importante ya que la máquina se trasladara a varios sitios del país. Factor de ponderación 8/10.

2.5.6. Facilidad de mantenimiento.

Se realiza una evaluación con la que el operador pueda realizar su propio mantenimiento, sin requerir de técnicos especializados. Factor de ponderación 8/10.

2.5.7. Facilidad de operación.

La máquina no debe presentar ninguna dificultad de operación, por lo que cualquier persona la puede operar con unas pocas indicaciones. Factor de ponderación 9/10.

2.5.8. Seguridad.

La máquina debe trabajar con un operador, para ello es de vital importancia que brinde una adecuada seguridad, por tal motivo debe presentar un factor de seguridad de 10/10.

2.5.9. Peso moderado.

El peso de la máquina a construirse debe ser máximo dos toneladas, esto por la facilidad de transportación de una finca a otra cuando se lo requiera.

2.5.10. Calificación.

Para seleccionar la alternativa más adecuada se debe seguir un criterio de comparación en el cual se valoran las alternativas planteadas anteriormente. Factor de ponderación 8/10.

2.2. CALIFICACIÓN Y SELECCIÓN DE LA ALTERNATIVA.

Para seleccionar la alternativa más adecuada se debe seguir un criterio de comparación y ponderación en el cual se valoran las alternativas planteadas anteriormente, y se procede a calificar a cada alternativa y luego seleccionar la alternativa a diseñarse, ver tabla a continuación.

Tabla N°2.2. Análisis y selección de las alternativas de diseño

CRITERIOS DE COMPARACION	FACTORES DE CALIFICACIÓN /ALTERNATIVAS			
	IDEAL	PONDERADO	ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2
Facilidad de construcción	10	7	7	6
Costos	10	8	7	7
Facilidad de montaje	10	7	7	6
Facilidad de transportación	10	8	6	7
Facilidad de mantenimiento	10	8	8	7
Facilidad de operación	10	9	9	8
Seguridad	10	10	9	6
Peso moderado	10	8	6	7
TOTAL	**80**	**65**	**59**	**54**
ALTERNATIVA SELECCIONADA			**ALTERNATIVA 1**	

Fuente: Los Autores

Como resultado de la evaluación de las dos alternativas presentadas, la alternativa 1 (Despulpadora de frutas horizontal) presenta una puntuación más alta, por lo tanto es la máquina que nos brinda la mejor solución para su diseño y construcción.

CAPÍTULO 3

CÁLCULO, DISEÑO Y SELECCIÓN DE ELEMENTOS

CAPÍTULO 3

3.0. CÁLCULO, DISEÑO Y SELECCIÓN DE ELEMENTOS.

De acuerdo a la alternativa y parámetros de diseño planteados, en esta parte del capítulo se procede a diseñar, seleccionar y dimensionar los elementos que van a constituir la máquina, para lo cual se debe partir del cálculo de todas las fuerzas que actúan sobre el eje principal.

Existe una fuerza distribuida que se produce por la presencia del peso de todos los elementos que acompañan al eje (Cuchillas, paletas, agitador) y la que se produce por la presencia de la fruta.

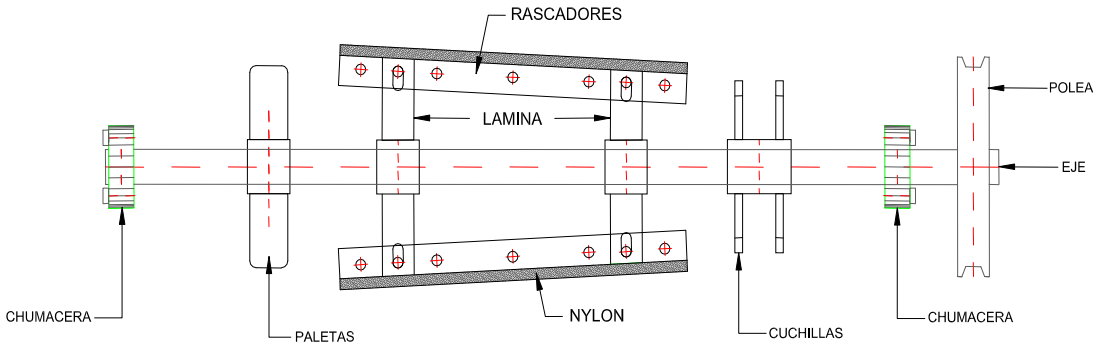


Gráfico 3.1. Arreglo general del eje
Fuente: Los autores

Se iniciará dimensionando y seleccionando el tipo de material a utilizarse en la tolva, teniendo en cuenta los parámetros requeridos por el auspiciante y la capacidad de producción.

3.1. DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA TOLVA.

Para la recolección de la fruta a despulpar se dimensiona una tolva con las dimensiones que se puede apreciar en el gráfico 3.2.

Se debe tener en cuenta el ángulo de inclinación, para lo cual se toma un valor de 58°, debido a que la fruta bebe deslizarse con rapidez.

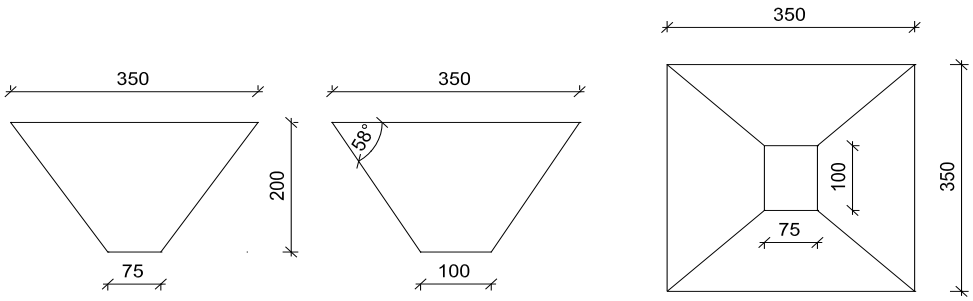


Gráfico 3.2. Geometría de la tolva
Fuente: Los autores

3.1.1. Selección de la plancha para la tolva.

Para seleccionar la plancha de la tolva se considera que su función es la recolección de la fruta a despulpar y no está sometido a grandes esfuerzos, por lo que se selecciona un acero inoxidable AISI 304, por tratarse de productos alimenticios.

Según el manual de productos de acero Dipac (ver anexo 1), se selecciona una plancha de 1220x2440x2 mm, la misma que tiene un peso de 46.74 Kg.

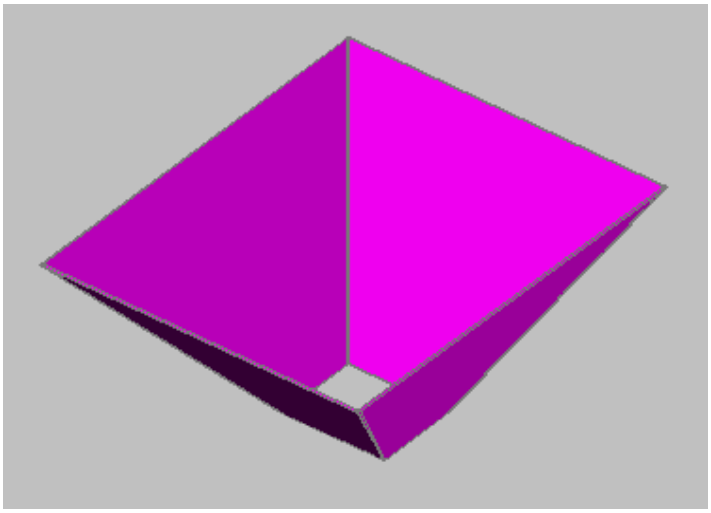


Gráfico 3.3. Tolva
Fuente: Los autores

Utilizando el software auto CAD 2007, se calcula el volumen neto de la tolva. Lo cual servirá para determinar el volumen de fruta que entrará en la tolva.

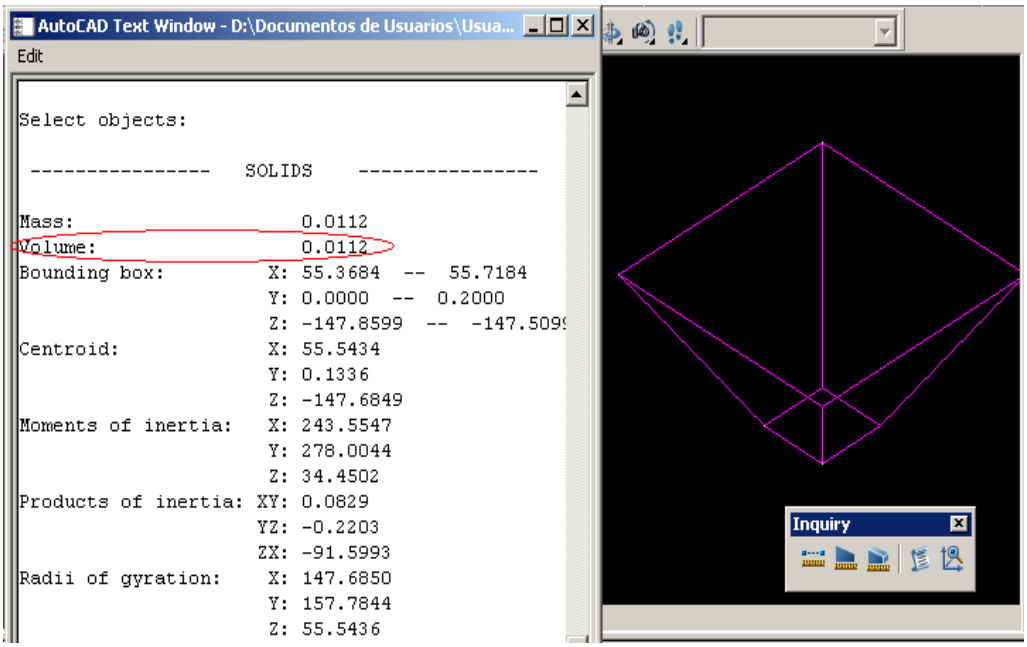


Gráfico 3.4. Cálculo de volumen de tolva en Autocad

Fuente: Los autores

El volumen calculado por el software es:

$V_{Tolva} = 0.0112m^3$

3.1.2. Cálculo del peso de la fruta.

Siguiendo con el cálculo, para el diseño de la máquina se tomará como muestra una sola fruta, ésta será la guayaba, sus diámetros y pesos de las muestras tomadas se detallan en la tabla 3.1.

Tabla Nº3.1. Diámetros y peso de fruta muestra.

N°	*Diámetro de guayaba(cm)*	*Diámetro de semilla (mm)*	*Peso promedio(Kg)*
1	**4.41**	**2.10**	**0.068**
2	**5.54**	**1.85**	**0.075**
3	**5.25**	**1.55**	**0.078**
4	**5.32**	**1.92**	**0.077**
5	**5.8**	**1.54**	**0.076**
6	**6.12**	**1.38**	**0.087**
Ø promedio	5.40	1.72	0.077

.

Fuente: Los autores

Se calcula el volumen de la guayaba utilizando el radio promedio de las medidas obtenidas en la tabla 3.1.

$$V_{guayaba} = \frac{4}{3} * \pi * r^3 \qquad (3.1)$$

Donde: $V_{guayaba}$ = Volumen de c/guayaba

r = radio de guayaba

$$V_{guayaba} = \frac{4}{3} * \pi * (2.7)^3$$

$$V_{guayaba} = 82.44cm^3 * \frac{1m^3}{(100cm)^3}$$

$$V_{guayaba} = 8.24x10^{-5} m^3$$

Determinamos la cantidad de guayabas que entran en el volumen total de la tolva.

$$\#_{guayabas} = \frac{V_{Tolva}}{V_{guayabas}} \qquad (3.2)$$

Donde: $\#_{guayabas}$ = Cantidad de frutas

V_{Tolva} = Volumen de la tolva

$$\#_{guayabas} = \frac{0.0112m^3}{8.24x10^{-5} m^3}$$

$$\#_{guayabas} = 136$$

$$m_{guayabas} = \#_{guayabas} x P_{promedioguayaba} \qquad (3.3)$$

$$m_{guayabas} = 136x0.0773Kg$$

$$m_{guayabas} = 10.51Kg$$

Para obtener mayor seguridad en el diseño, se aplica un factor se seguridad n = 2, según recomendación del anexo 19, obteniéndose el doble de la masa total de guayabas. Donde:

$$m_{Total\ guayabas} = 21.02Kg$$

Esta masa total obtenida es afectada por la gravedad para dejar expresado en unidades de fuerza, de tal manera que:

$$F = m_{Total\ guayaba} xg \qquad (3.4)$$

$$F = 21.02kgx9.81m/s^2$$

$$F=206.20\ N$$

Se debe tener en cuenta que este valor obtenido anteriormente es la fuerza que afecta a las cuchillas directamente.

$$F=206.20\ N$$

3.2. DISEÑO DE CUCHILLAS DE CORTE.

Para el sistema de corte se considera un mecanismo de cuatro cuchillas rectangulares rotadas a 180°, las cuales van soldadas a un bacín como se muestra en el gráfico 3.5.

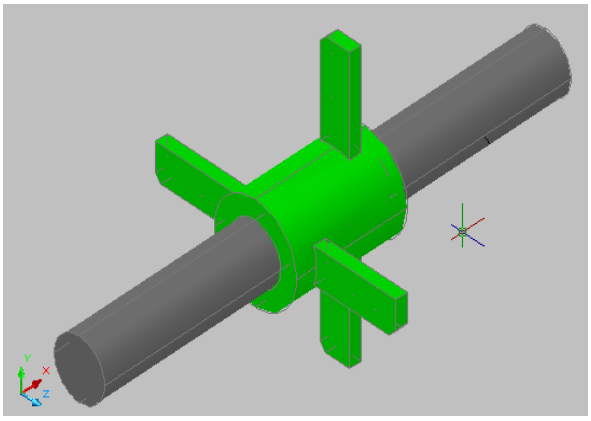


Gráfico 3.5. Arreglo de cuchillas
Fuente: Los autores

3.2.1. Geometría de las cuchillas.

Al no existir en el mercado nacional una empresa dedicada al diseño y fabricación de cuchillas de corte para este tipo de maquinaria, se realiza un arreglo geométrico de todo el sistema de corte, el cual tiene la función de cortar y trozar la fruta que entra por la tolva.

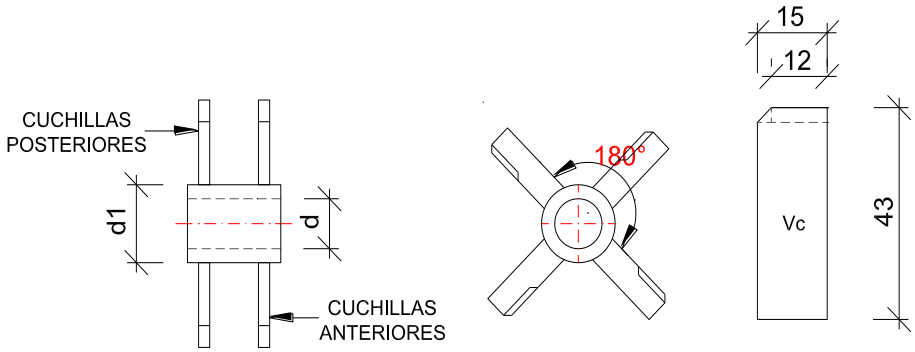


Gráfico 3.6. Detalle de cuchillas
Fuente: Los autores

Como las cuchillas se encuentran soldadas a un bocín, se considera como una viga en cantilever, en la cual actúa la fuerza de 21.02 *Kg* ejercida por el peso de la fruta que entra por la tolva.

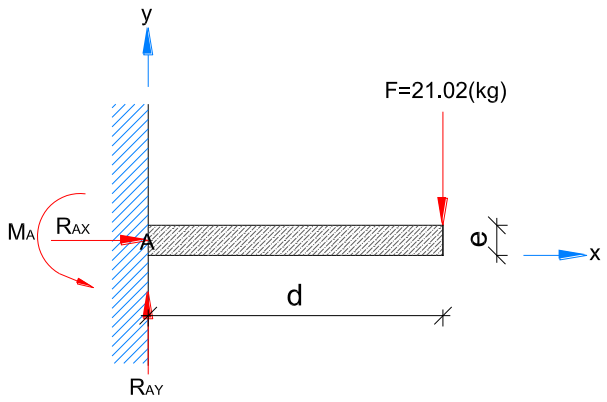


Grafico 3.7. Diagrama de fuerzas de la cuchilla
Fuente: Los autores

Para el diseño de las cuchillas de corte se asume un espesor de la plancha, para con ello realizar el cálculo del factor de seguridad y así verificar si este espesor es el adecuado, esto se lo realiza según:

$$n = \frac{Se}{\sigma} \qquad (3.5)$$

Donde: n = Factor de seguridad

Se = Límite de resistencia a la fatiga.

σ = Esfuerzo permisible.

El esfuerzo por flexión esta dado por:

$$\sigma = \frac{M * C}{I} \qquad (3.6)$$

Donde: M = Momento

C = Espesor / 2

I = Momento de inercia de la placa

El momento para esta viga esta dado por:

$M_A = F * d$ (3.7) Donde: F = Fuerza que ejerce la fruta.

$M_A = 21.02kg * 4.3cm$ d = Longitud de cuchilla

$M_A = 90.38Kg - cm$

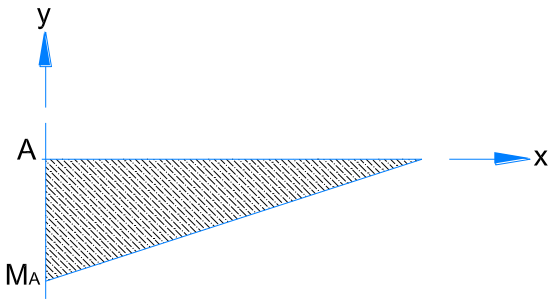


Gráfico 3.8. Diagrama de momento ejercido sobre la cuchilla
Fuente: Los autores

Se calcula C con la ecuación:

$C = h/2$ (3.8) Donde: h = espesor del diente de cuchilla

Para esta cuchilla se selecciona una plancha de acero inoxidable AISI 304 con un espesor de 6mm (ver anexo 1) por sus condiciones de trabajo con productos alimenticios, donde:

$C = 6mm/2$

$C = 3mm \approx 0.3cm$

Ahora se calcula la inercia de la cuchilla con la ecuación:

$I = \frac{b * h^3}{12}$ (3.9) Donde: b = d = Longitud del diente de cuchilla

$I = \frac{4.3cm * (0.6cm)^3}{12}$

$I = 0.0774\ cm^4$

Por lo tanto, reemplazamos valores en la ecuación 3.6 y se obtiene:

$$\sigma = \frac{90.38kg - cm * 0.3cm}{0.0774cm^4}$$

$\sigma = 350.31\ \text{Kg}/\text{cm}^2$

3.2.2. Resistencia a la fatiga.

Al utilizar un material acero inoxidable AISI 304 bajo la acción de cargas de fatiga, la resistencia a la fatiga será:

$Se' = 0.5Sut$ (3.10) Donde: $Sut = 5300Kg/cm^2$

$Se' = 0.5 * 5300kg/cm^2$

$Se' = 2650kg/cm^2$

3.2.3. Límite de resistencia a la fatiga.

Para determinar el límite de resistencia a la fatiga de las cuchillas, se utilizará la siguiente ecuación:

$Se = Se' * Ka * Kb * Kc * Kd * Ke$ (3.11)

Donde: *Sut* = Resistencia a la tensión

Se' = Límite de resistencia a la fatiga en viga rotatoria.

Se determina el valor de todos los factores de la ecuación 3.11

- *Ka* = Factor de acabado superficial (ver anexo 2)

“ $Ka = aSut^{b}$ ”[10]

$$Ka = 4.45 * (530)^{-0.265}$$

$$Ka = 0.84$$

Nota: a y b dependen de la condición de la superficie, que se la determina del anexo 2, para un maquinado o laminado en frío.

- *Kb* = Factor de corrección por tamaño (ver anexo 2)

Al no existir modificación de tamaño *Kb* = 1

- *Kc* = Factor de confiabilidad (ver anexo 3)

Se adopta una confiabilidad de *Kc* = 1, se tiene un modo de carga a flexión.

- *Kd* = Factor de corrección de temperatura (ver anexo 3)

Se determina si $T \leq 450°C$, pero como se trabaja a condiciones normales *Kd* = 1

- *Ke* = Factor de concentración de esfuerzos (ver anexo 4)

Al no existir discontinuidades en las cuchillas, el factor *Ke* = 1

Ahora bien, una vez ya obtenidos cada uno de estos factores, se reemplaza en la ecuación 3.11 de la siguiente manera:

$$Se = 2650 * 0.84 * 1 * 1 * 1 * 1$$

$$Se = 2226 Kg / cm^2$$

Reemplazando valores en la ecuación 3.5, se puede obtener el factor de seguridad requerido para el tipo de plancha seleccionada.

$$n = \frac{2226 kg / cm^2}{350.31 kg / cm^2}$$

[10] Anexo 2

$n = 6$

3.2.4. Cálculo de volumen de cuchillas.

Para el cálculo de volumen de cuchillas se lo hace con el software auto CAD 2007, el cual nos da un valor de $V_c = 1.93x10^{-6} m^3$.

Como tenemos cuatro cuchillas, se multiplica por cuatro para obtener su volumen total.

$V_T = V_c * 4$ Donde: V_T = Volumen total de las cuatro cuchillas

$V_T = (1.93x10^{-6}) * 4$

$V_T = 7.72x10^{-6} m^3$

Una vez obtenido el volumen total de las cuatros cuchillas, el siguiente paso es determinar la masa total que actúa en ese punto, teniendo como dato la densidad del acero inoxidable.

3.2.5. Masa total de cuchillas.

"$\delta_{aceroinoxidable} = 7.93 gr/cm^3$"[11]

Donde:

$\delta = densidad\,(Kg/m^3)$

$m = masa(Kg)$

$V = volumen(m^3)$

[11] Anexo 8

$$\delta = \frac{m}{V} \qquad (3.12)$$

$$m_{cuchillas} = \delta_{aceroinoxidable} x V_T$$

$$m_{cuchillas} = 7.93 \frac{gr}{cm^3} * \frac{1kg}{1000gr} * \frac{(100cm)^3}{1m^3} * 7.72x10^{-6} m^3$$

$$m_{cuchillas} = 0.0612\ Kg$$

3.3. DISEÑO DEL AGITADOR.

Para el diseño de todo el sistema que va a soportar a los rascadores, los cuales girarán alrededor del eje principal, se realiza un arreglo geométrico de todo el sistema, tomando en cuenta un ángulo de inclinación de 3°, el cual permitirá que las pepas y cáscaras se desplacen hacia la salida de desperdicios con mayor rapidez.

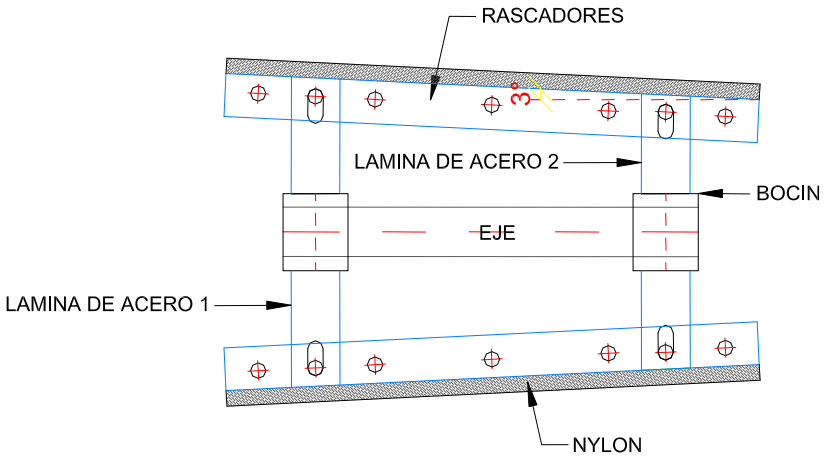


Gráfico 3.9. Arreglo general del agitador
Fuente: Los autores

3.3.1. Fuerza producida por la pulpa en el tambor interno.

Existe una fuerza que se produce por efectos de la pulpa almacenada en el tambor interno hacia el sistema de soportes de los rascadores, esta fuerza es la necesaria para mover la fruta que se encuentra en el fondo del tambor y esta aplicada en el extremo del sistema como se muestra en el gráfico 3.10.

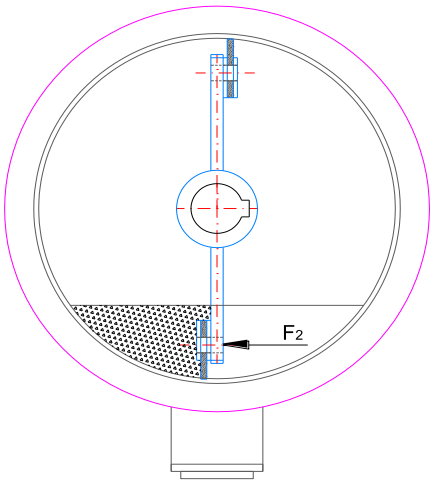


Gráfico 3.10. Fuerza F2
Fuente: Los autores

La fuerza F2 tiene que ser mayor al peso de la fruta, de manera que se pueda romper la inercia de esta masa.

Para hallar el valor de la fuerza F2, primero se determina el volumen que ocupa la fruta en el fondo del tambor. Ver gráfico 3.11.

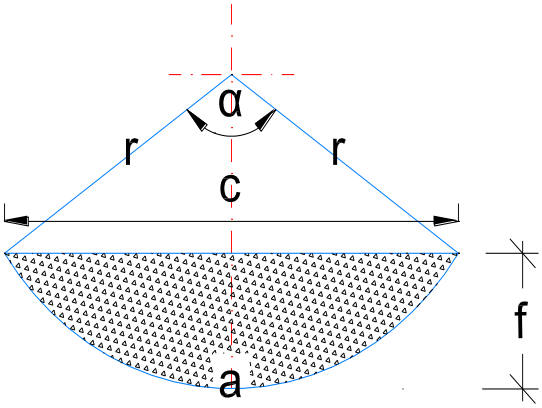


Gráfico 3.11. Segmento circular que ocupa la fruta
Fuente: Los autores

Por facilidad de cálculo se considera como un cilindro recto. El área para el sector circular esta dado por:

$$“ A = \frac{r * a - c * (r - f)}{2} “^{12} \qquad (3.13)$$

Donde: A = Área que ocupa la fruta

r = Radio

α = Ángulo

f = Altura

c = Cuerda

a = Arco

Se toma un ángulo de 120°, con un diámetro de tambor de 181 mm. Para determinar este diámetro se debe tomar en cuenta la longitud de las platinas soportes y asumir un diámetro aproximado de eje ya que no se ha calculado aún.

$$A = \frac{90 * 188.49 - 155.88 * (90 - 45)}{2}$$

$A = 4974.75 \ \text{mm}^2 \approx 4.97\text{x}10^{-3} \ \text{m}^2$

Una vez obtenida el área del segmento circular, se obtiene el volumen, para ello se toma una longitud de tambor de 284.5 mm, esto debido a que existe una separación entre lámina soporte de 180 mm y además la longitud de platina y rascadores deben salir como se muestra en el gráfico 3.12.

$$V = A * L \qquad (3.14)$$

Donde: V = Volumen segmento circular

A = Área que ocupa la fruta

L = Longitud del tambor

$V = 4.97x10^{-3} * 0.2845$

$V = 0.00141 \ \text{m}^3$

12 N. Larburu, “Máquinas Prontuario”, Tabla 11.2.1, Pág. 38

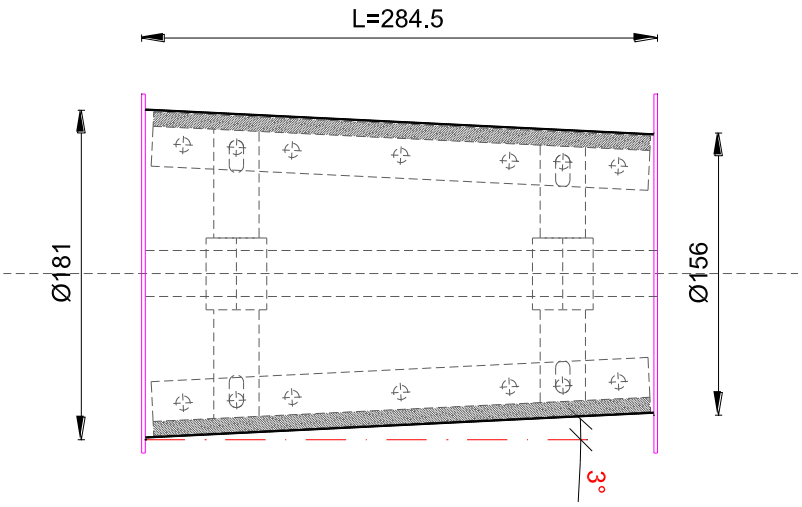


Gráfico 3.12. Longitud y diámetros del tambor de filtrado interno

Fuente: Los autores

Número de frutas para este volumen:

$$\#_{guayabas} = \frac{V_{segmentocircular}}{V_{guayabas}} \qquad (3.15)$$

$$\#_{guayabas} = \frac{0.00141}{8.24x10^{-5}}$$

$$\#_{guayabas} = 17$$

$$m_{Total\ guayabas} = \#_{guayabas} x P_{promedioguayaba} \qquad (3.16)$$

$$m_{Total\ guayabas} = 17x0.0773Kg$$

$$m_{Total\ guayabas} = 1.32Kg$$

Esta masa total obtenida es afectada por la gravedad para dejar expresado en unidades de fuerza F2, de tal manera que:

$$F_2 = m_{Total\ guayaba} xg$$

$$F_2 = 1.32Kg * 9.81m/s^2$$

$F_2 = 12.94$ N

Una vez obtenida la fuerza F2 se procede a calcular la potencia de trabajo.

3.3.2. Rotación centroidal de sólidos rígidos.

Es el producto del módulo de la fuerza por el brazo de la misma o distancia de su directriz al eje.

$$\sum M = I\alpha \qquad (3.17)$$

Donde: $\sum M$ = Momento par

I= Inercia

α = Aceleración angular

3.3.3. Momento de Inercia.

"Es una medida de la resistencia que opone todo el cuerpo al ponerse en movimiento de rotación o cambio de velocidad angular. El momento de inercia depende de la masa total del sólido y de su distribución con respecto al eje de rotación"[13]

3.3.4. Cálculo del momento de inercia del agitador.

Para realizar el diseño del agitador, inicialmente se calcula el momento de inercia de cada lámina que lo conforma.

El momento de inercia de todo el conjunto está dividido en tres partes.

[13] CAREL, Van Der Merwe, "Física general", Pág. 75

Momento de inercia de lámina 1

Momento de inercia de lámina 2

Momento de inercia de rascador

$I_A = I_{L1} + I_{L2} + I_R$ Donde: $I_A =$ Momento de inercia del agitador

$I_{L1} =$ Momento de inercia de lámina 1

$I_{L2} =$ Momento de inercia de lámina 2

$I_R =$ Momento de inercia de rascador

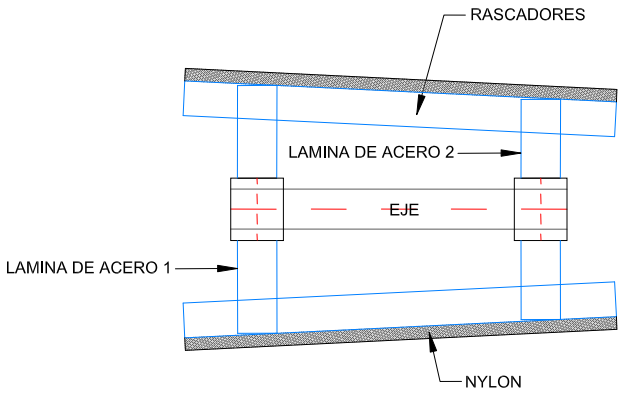


Gráfico 3.13. Arreglo general del agitador
Fuente: Los autores

3.3.4.1. Momento de inercia de la lámina soporte 1.

Se calcula el momento de inercia utilizando la geometría definida en el gráfico 3.14. Se debe tener en cuenta que el sistema está constituido de dos láminas soporte 1. Se selecciona una plancha de acero inoxidable AISI 304 con un espesor de 6 mm. (Ver anexo 1) por sus condiciones de trabajo con productos alimenticios.

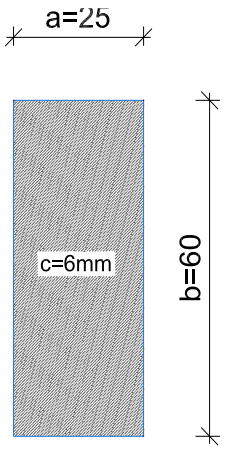


Gráfico 3.14. Detalle de lámina soporte 1

Fuente: Los autores

3.3.4.2. Masa de láminas soporte 1.

$\delta_{aceroinoxidable} = 7.93 gr/cm^3$ $\quad V_1 = a*b*c$ (3.18)

Donde:

$\delta = densidad\,(Kg/m^3)$

$m = masa(Kg)$

$V_1 = volumen(m^3)$

$V_1 = 60*25*6$

$V_1 = 9000 mm^3 \approx 9.0x10^{-6} m^3$

$$\delta = \frac{m}{V} \quad (3.19)$$

$$m_{lamin as} = \delta_{aceroinoxidable} x V_1$$

$$m_{lámin as} = 7.93 \frac{gr}{cm^3} * \frac{1kg}{1000gr} * \frac{(100cm)^3}{1m^3} * 9.0x10^{-6} m^3$$

$$m_{laminas1} = 0.071 \text{ Kg}$$

3.3.4.3. Inercia de lámina soporte 1.

Para una placa rectangular uniforme de masa m y de lados a, b y c

$$I_{l1} = \frac{m}{12}(a^2 + c^2) \qquad (3.20)$$

$$I_{l1} = \frac{0.071kg}{12}(0.025^2 + 0.006^2)$$

$$I_{l1} = 3.91x10^{-6} Kgm^2$$

3.3.4.4. Momento de inercia de lámina soporte 2.

Se calcula el momento de inercia utilizando la geometría definida en el gráfico 3.15. Se tendrá tener en cuenta que el sistema está constituido de dos láminas soporte 2. De la misma manera se selecciona una plancha de acero inoxidable AISI 304 con un espesor de 6 mm. (Ver anexo 1) por sus condiciones de trabajo con productos alimenticios.

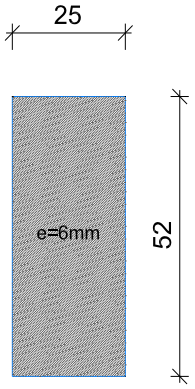


Gráfico 3.15. Detalle de lámina soporte 2
Fuente: Los autores

3.3.4.5. Masa de láminas soporte 2.

$\delta_{aceroinoxidable} = 7.93 gr/cm^3$

Donde:

$\delta = densidad\,(Kg/m^3)$

$m = masa(Kg)$

$V_2 = volumen(m^3)$

$V_2 = 52 * 25 * 6$

$V_2 = 7800 mm^3 \approx 7.8x10^{-6} m^3$

$$\delta = \frac{m}{V_2}$$

$$m_{lamina2} = \delta_{aceroinoxidable} x V_2$$

$$m_{lámina2} = 7.93 \frac{gr}{cm^3} * \frac{1kg}{1000gr} * \frac{(100cm)^3}{1m^3} * 7.8x10^{-6} m^3$$

$$m_{lamina2} = 0.061 \text{ Kg}$$

3.3.4.6. Inercia de lámina soporte 2.

Para una placa rectangular uniforme de masa m y de lados a, b y c.

$$I_{l2} = \frac{m}{12}(a^2 + c^2)$$

$$I_{l2} = \frac{0.061kg}{12}(0.025^2 + 0.006^2)$$

$$I_{l2} = 3.36x10^{-6} Kgm^2$$

3.3.4.7. Momento de inercia de rascadores.

Se dimensiona una platina, tomando una plancha de acero inoxidable AISI 304 con un espesor de 2 mm (ver anexo 1), ya que se necesita que sean platinas de espesores delgados las cuales van a sujetar al nylon sanitario.

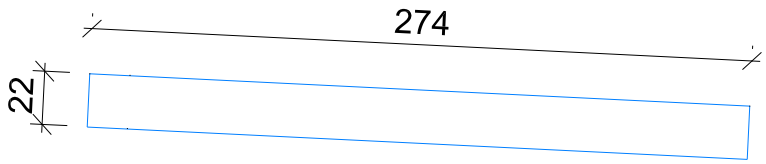


Gráfico 3.16. Geometría de rascadores

Fuente: Los autores

3.3.4.8. Masa de rascadores.

$\delta_{aceroinoxidable} = 7.93 gr/cm^3$

Donde:

$\delta = densidad\,(Kg/m^3)$

$m = masa(Kg)$

$V_p = volumenplatinas(m^3)$

$V_p = a * b * c$

$V_p = 274 * 22 * 2$

$V_p = 12056 mm^3 \approx 1.20 x 10^{-5} m^3$

$$\delta = \frac{m}{V_p}$$

$$m_{platina} = \delta_{aceroinoxidable} x V_p$$

$$m_{platina} = 7.93 \frac{gr}{cm^3} * \frac{1kg}{1000gr} * \frac{(100cm)^3}{1m^3} * 1.20 x 10^{-5} m^3$$

$$m_{platina} = 0.095 \text{ Kg}$$

3.3.4.9. Inercia de rascadores.

Para una placa rectangular uniforme de masa m y de lados a, b y c

$$I_R = \frac{m}{12}(a^2 + c^2)$$

Donde: I_R= Inercia de rascador

$$I_R = \frac{0.095kg}{12}(0.022^2 + 0.002^2)$$

$$I_R = 3.86x10^{-6} Kgm^2$$

3.3.5. Momento de inercia de nylon sanitario.

Se utilizará un nylon sanitario con una densidad de 1.14 gr/cm3 y un espesor $e = 3mm$, ya que se necesita un poco de flexibilidad en los extremos al momento de producir el giro del mecanismo.

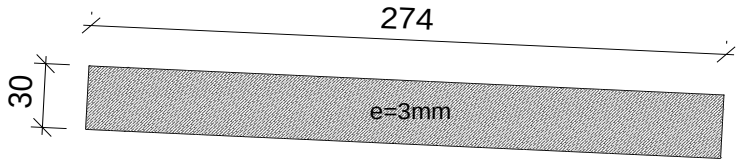


Gráfico 3.17. Detalle de nylon
Fuente: Los autores

3.3.5.1. Masa total del nylon.

"$\delta_{nylon} = 1.14gr/cm^3$" [14]

Donde:

$\delta = densidad(Kg/m^3)$

$m = masa(Kg)$

$V_r = volumenrascador(m^3)$

$V_n = a*b*c$

$V_n = 274*30*3$

$V_n = 24660mm^3 \approx 2.46x10^{-5} m^3$

[14] Anexo 9

$$\delta = \frac{m}{V_r}$$

$$m_{nylon} = \delta_{nylon} * V_n$$

$$m_{nylon} = 1.14 \frac{gr}{cm^3} * \frac{1kg}{1000gr} * \frac{(100cm)^3}{1m^3} * 2.46x10^{-5} m^3$$

$$m_{nylon} = 0.028Kg$$

3.3.5.2. Inercia del nylon sanitario.

Para una placa rectangular uniforme de masa m y de lados a, b y c.

$$I_n = \frac{m}{12}(a^2 + c^2)$$

Donde: *In* =Inercia del nylon

$$I_n = \frac{0.028kg}{12}(0.030^2 + 0.003^2)$$

$$I_n = 2.12x10^{-6} Kgm^2$$

En resumen, como el sistema rascador-nylon sanitario consta de dos platinas que sostienen a un nylon, se tiene:

$$I_{r-n} = 2I_R + I_n \qquad (3.21)$$

Donde: $I_{r-n} =$ Inercia del sistema rascador-nylon

$$I_{r-n} = 2(3.86x10^{-6}) + 2.12x10^{-6}$$

$$I_{r-n} = 9.84x10^{-6} Kgm^2$$

3.3.6. Teorema de Steiner.

Es el momento de inercia de un sólido con respecto a un eje cualquiera paralelo a otro que pase por su centro de masa como se muestra en el gráfico 3.17.

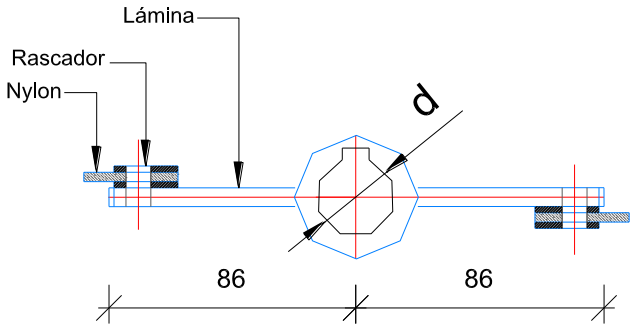


Gráfico 3.18. Detalle del agitador
Fuente: Los autores

$$I_{GA} = I_{Gl1} + I_{Gl2} + I_{Gr-n} \qquad (3.22)$$

Donde: $I_{GA} =$ Teorema de Steiner para el agitador

$I_{Gl1} =$ Teorema de Steiner de lámina soporte 1

$I_{Gl2} =$ Teorema de Steiner de lámina soporte 2

$I_{Gr-n} =$ Teorema de Steiner del rascador – nylon

3.3.6.1. Teorema de Steiner aplicado al conjunto rascador – nylon.

Se toma una d=0.086m

$$I_{Gr-n} = (I_{r-n} + md^2) * 2 \qquad (3.23)$$

$$I_{Gr-n} = (I_{p-r} + (2m_{rascador} + m_{nylon})d^2) * 2$$

$$I_{Gr-n} = (9.84x10^{-6} + (2*0.095 + 0.028)*0.086^2)*2$$

$$I_{Gr-n} = 3.24x10^{-3}\,Kgm^2$$

3.3.6.2. Teorema de Steiner aplicado a láminas soporte 1.

$$I_{Gl1} = (I_{l1} + m_{lamina1}d^2)*2$$

$$I_{Gl1} = (3.91x10^{-6} + 0.071*0.086^2)*2$$

$$I_{Gl1} = 1.058x10^{-3}\,Kgm^2$$

3.3.6.3. Teorema de Steiner aplicado a láminas soporte 2.

$$I_{Gl2} = (I_{l2} + m_{lamina2}d^2)*2$$

$$I_{Gl1} = (3.36x10^{-6} + 0.061*0.086^2)*2$$

$$I_{Gl1} = 9.09x10^{-4}\,Kgm^2$$

Una vez calculado todo el sistema aplicando el teorema de Steiner, el momento de inercia del agitador es:

$$I_{GA} = I_{Gl1} + I_{Gl2} + I_{Gr-n} \qquad (3.24)$$

$$I_{GA} = 1.058x10^{-3} + 9.09x10^{-4} + 3.24x10^{-3}$$

$$I_{GA} = 5.20x10^{-3}\,Kgm^2$$

3.3.7. Energía cinética de rotación.

La energía cinética de rotación de un cuerpo cuyo momento de inercia con respecto al eje es:

$$I_{GA} = 5.20x10^{-3} Kgm^2$$

"Este tipo de maquinaria trabaja con velocidades angulares comprendidas entre 500 a 600 rpm, para lo cual se toma una velocidad angular de 600 rpm."[15]

$$600\frac{rev}{\min} * \frac{2\pi rad}{1rev} * \frac{1\min}{60s} = 62.83\frac{rad}{s}$$

$$E_c = \frac{1}{2} I_{GA}\omega^2 \qquad (3.25)$$

Donde: I_{GA} = Inercia del agitador

$$E_c = \frac{1}{2}(5.20x10^{-3}) * (62.83)^2$$

ω = Velocidad angular

E_C = 10.26 Nm

E_c = Energía cinética

3.4. POTENCIA TOTAL DE TRABAJO.

Se tiene dos tipos de potencias influyentes más importantes con la cual trabaja la máquina, la potencia del sistema de transportación y la potencia del agitador.

3.4.1. Potencia del sistema de corte y transportación.

Es la potencia que se va a utilizar para transportar la fruta hacia el agitador.

[15] Tesis E.P.N. Despulpadora de mora,1995

Para ello se toma la masa total de guayabas que entran en la tolva.

Donde:

$m = 21.02Kg$

r = 0.06 m Donde: r = radio que giran las cuchillas

Expresamos en valores de Fuerza: $F = mg = 21.02Kg * 9.81\frac{m}{s^2} = 206.20N$

$P_t = F * r * \omega$ (3.26) Donde: P_t = Potencia de transportación

$P_t = 206.20N * 0.06m * 62.83\frac{rad}{seg}$ F = Fuerza

P_t = 777.33 W ω = Velocidad angular

3.4.2. Potencia del agitador.

Para el agitador se toma en cuenta la potencia que se necesita para mover la masa que se encuentra en el tambor de filtrado interno más la potencia de todo el implemento de rotación.

$P_{sistema} = P_{masa} + P_{agitador}$ (3.27)

Si: t = 60seg

$P_{masa} = F_2 * r * \omega *$ (3.28)

$P_{masa} = 12.94N * 0.086 * 62.83\frac{rad}{seg}$

P_{masa} = 69.91 W

$P_{agitador} = \frac{E_c}{t}$ (3.29)

$$P_{agitador} = \frac{10.26 Nm}{60 s}$$

$P_{agitador} = 0.17$ W

$$P_{sistema} = 69.91 + 0.17$$

$P_{Sistema} = 70.08$ W

3.5. POTENCIA TOTAL DE TRABAJO.

La potencia total de trabajo está dada por la suma de las potencias calculadas anteriormente.

$$P_{totaltrabajo} = P_t + P_{sistema} \qquad (3.30)$$

$$P_{totaltrabajo} = 777.33 + 70.08$$

$$P_{totaltrabajo} = 847.41 W * \frac{1 HP}{746 watts}$$

$P_{\text{total de trabajo}} = Pr = 1.13\ HP$

3.6. SELECCIÓN DEL MOTOR.

El motor a seleccionar debe cumplir con la potencia requerida Pr para accionar los elementos móviles de la máquina, además de vencer la fuerza de fricción de los mismos.

Se considera situaciones de sistemas mecánicos en malas condiciones, como bandas mal tensadas, mal anclaje del motor y vibraciones excesivas, además de prolongadas horas

de operación, numerosos arranques y malas instalaciones eléctricas, se recomienda un factor de servicio de 1.5 (ver anexo 10), para lo cual:

$$P_m = P_r * F_s \text{ ”[16]”} \qquad (3.31)$$

Donde: Pm = Potencia del motor

Pr = Potencia requerida

Fs = Factor de servicio

$$P_m = 1.13 * 1.5$$

$$Pm = 1.69\ HP$$

Por lo tanto se selecciona un motor eléctrico monofásico, 110V, 220V, 2HP, 1740 rpm, por todos los beneficios que nos presenta. (Ver Anexo 11).

Continuando con el diseño del agitador, se utiliza nuestra potencia de trabajo calculada anteriormente y se distribuye su fuerza. Por facilidad de cálculo se considera al sistema como se indica en el gráfico 3.19.

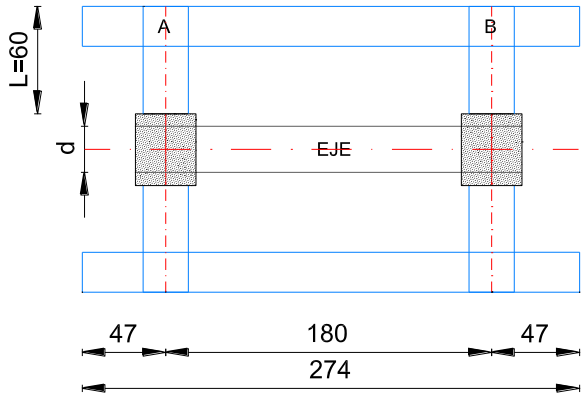


Gráfico 3.19. Detalle geométrico del agitador
Fuente: Los autores

[16] SHIGLEY, Joseph.” Manual de Diseño Mecánico” , Pág.40

3.7. MOMENTO TORSOR.

Se tiene que $P_{motor} = 2HP \approx 1492$ *Watts* y una velocidad angular $\omega = 62.83 \frac{rad}{seg}$

$P_{sistema} = T * \omega$ (3.32) Donde: P = Potencia del sistema

$T = \frac{P}{\omega}$ T = Momento torsor

$T = \frac{1492W}{62.83 \frac{rad}{seg}}$ $\omega =$ Velocidad angular

$T = 23.74\ N/m$

Si $T = F * L$ (3.33) siendo $L=0.086m$

$F = \frac{23.74Nm}{0.086m}$

$F = 276.12\ N$

A esta fuerza lo hacemos distribuida a lo largo del rascador. Siendo $L_{rascado} = 0.274m$ la longitud de rascado.

$Q = \frac{F}{L}$ (3.34) Donde: Q = Carga distribuida

$Q = \frac{276.12N}{0.274m}$

$Q = 1007.74\ N/m$

Se plantea como una viga por distribución racional de apoyos (ver gráfico 3.20).

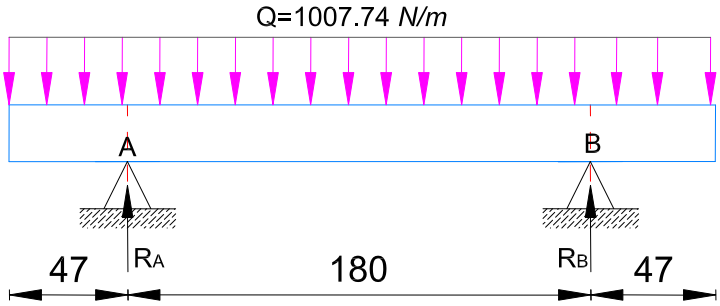


Gráfico 3.20. Rascador por distribución racional de apoyos
Fuente: Los autores

$$\sum F = 0$$

$$R_A + R_B = 276.12N$$

$$\sum M_A = 0$$

$$-(276.12)*0.09 + R_B *0.18 = 0$$

$$R_B = 138.06\ N$$

$$R_A = 138.06\ N$$

Utilizando el programa MD Solid 3.5, se grafica su diagrama de corte y momento, en el cual se obtiene el corte y momento máximo que se produce en las platinas.

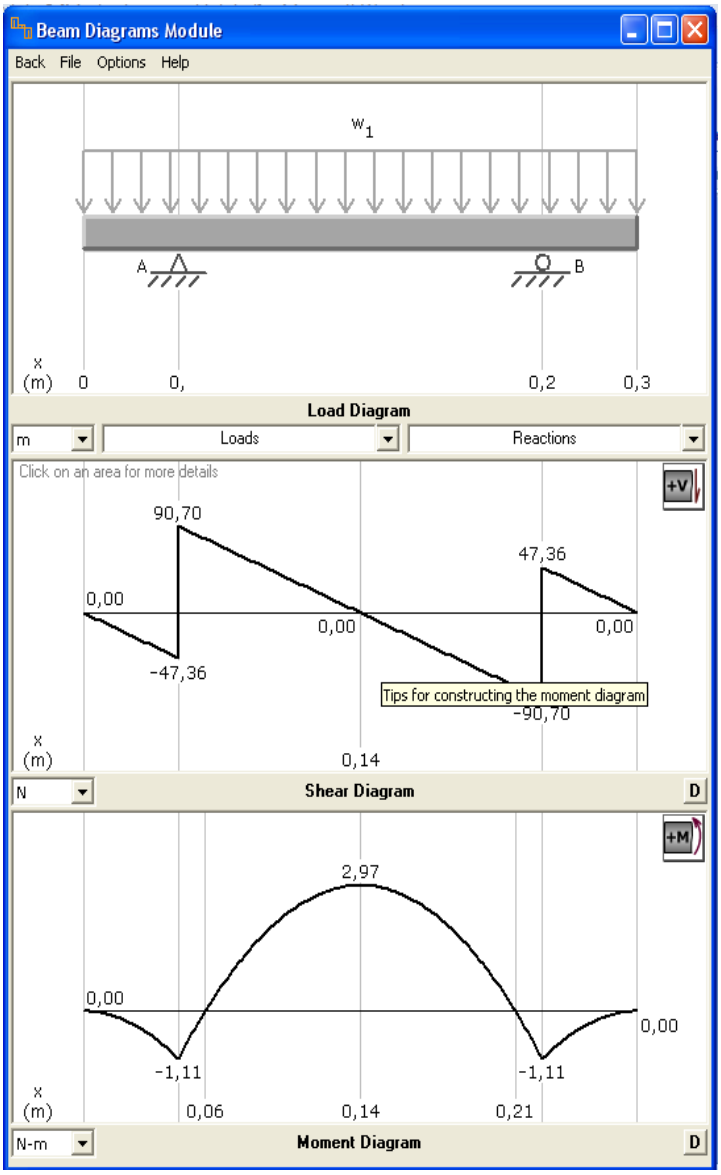


Gráfico 3.21. Diagramas de corte y momento del rascador

Fuente: Los autores

So obtiene un momento máximo de *2.97 Nm = 30.30 Kgcm* en el centro de la platina.

3.7.1. Análisis del rascador.

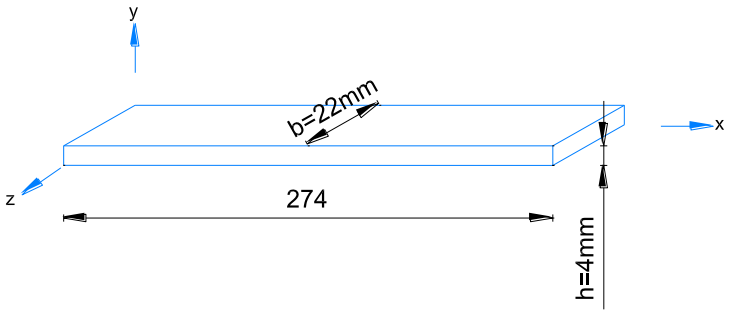


Gráfico 3.22. Rascador

Fuente: Los autores

Inercia del rascador:

$$I = \frac{b * h^3}{12} \qquad (3.35)$$

$$I = \frac{2.2cm * (0.4cm)^3}{12}$$

$I = 0.01173\ cm^4$

Se calcula C con la ecuación:

$C = h/2$ Donde: h = espesor del rascador

Para el rascador se selecciona una plancha de acero inoxidable AISI 304 con un espesor de 4mm (Ver Anexo 1) por sus condiciones de trabajo con productos alimenticios, donde:

$C = 4mm/2$

C = 2 mm ≈ 0.2 cm

El esfuerzo por flexión esta dado por:

$$\sigma = \frac{M * C}{I} \qquad (3.36)$$

Donde: M = Momento

$$\sigma = \frac{30.30 Kgcm * 0.2 cm}{0.01173 cm^4}$$

C = Espesor/2

$\sigma = 516.62\ Kg/cm^2$

I = Momento de inercia del rascador

3.7.2. Resistencia a la fatiga.

Al utilizar un material acero inoxidable AISI 304 bajo la acción de cargas de fatiga, la resistencia a la fatiga será:

$$Se' = 0.5 Sut$$

$$Se' = 0.5 * 5300 kg/cm^2$$

Donde: $Sut = 5300 Kg/cm^2$

$Se' = 2650\ Kg/cm^2$

3.7.3. Límite de resistencia a la fatiga

Se utilizará la ecuación 3.11:

$$Se = Se' * Ka * Kb * Kc * Kd * Ke$$

Donde: Sut = Resistencia a la tensión

Se' = Límite de resistencia a la fatiga en viga rotatoria

Se determina el valor de todos los factores de la ecuación 3.11

- Ka= Factor de acabado superficial (ver anexo 2)

" $Ka = aSut^{b}$ "[17]

$$Ka = 4.45 * (530)^{-0.265}$$

$$Ka = 0.84$$

Nota: a y b dependen de la condición de la superficie, que se determina del anexo 2, para un maquinado o laminado en frío.

- *Kb* = Factor de corrección por tamaño

Al no existir modificación de tamaño *Kb* = 1(ver anexo 2)

- *Kc* = Factor de confiabilidad (ver anexo 3)

Se adopta una confiabilidad R = 0.95, su factor es *Kc* = 0.868

- *Kd* = Factor de corrección de temperatura (ver anexo 3)

Se determina si $T \leq 450°C$, pero como se trabaja a condiciones normales *Kd* = 1

- *Ke* = Factor de concentración de esfuerzos (ver anexo 7)

$$K_e = \frac{1}{K_f} \qquad (3.37)$$

Al existir discontinuidades en la platina, agujeros, se considera un radio de ranura de 5 mm.

Donde: K_f= Factor de concentración de esfuerzos a fatiga

K_t= Factor de concentración de esfuerzos

q = Sensibilidad a las ranuras (ver anexo 6)

$$K_f = 1 + q(K_t - 1) \qquad (3.38)$$

[17] Anexo 1

$$K_f = 1 + 0.78(2.3 - 1)$$

$$K_f = 2.01$$

$$K_e = \frac{1}{2.01}$$

$$K_e = \frac{1}{2.01}$$

$$K_e = 0.49$$

Ahora bien, una vez ya obtenidos cada uno de estos factores, se reemplaza en la ecuación 3.11 de la siguiente manera:

$$Se = 2650 * 0.84 * 1 * 0.868 * 1 * 0.49$$

$$Se = 938.03 Kg / cm^2$$

Reemplazando valores en la ecuación 3.5, se puede obtener el factor de seguridad requerido para el tipo de plancha seleccionada.

$$n = \frac{938.03 kg / cm^2}{516.62 kg / cm^2}$$

$$n = 2$$

3.7.4. Diseño de lámina soporte de rascadores.

Para el diseño de las láminas soporte de rascadores se considera una fuerza F que se producen en las reacciones de los puntos A y B. Se debe tener en cuenta que el sistema está compuesto de cuatro láminas, por facilidad de cálculo se considera a todas de la misma longitud.

F = 138.06 *N*

Se diseña como una viga en cantilever, utilizando el programa MD Solid 3.5, se grafica su diagrama de cote y momento, en el cual se obtiene el corte y momento máximo.

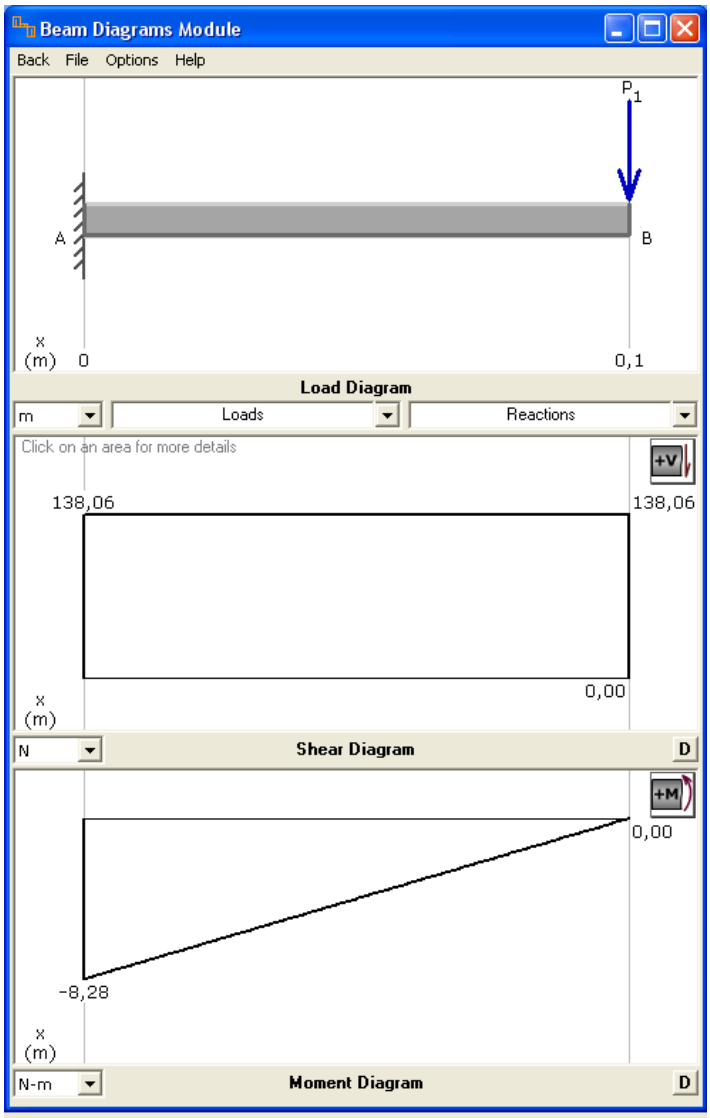


Gráfico 3.23. Diagramas de corte y momento
Fuente: Los autores

So obtiene un momento máximo de 8.*28 Nm = 84.48Kgcm*, en el punto A más crítico de la viga.

Para el diseño de la lámina se asume un espesor de plancha, para con ello realizar el cálculo del factor de seguridad y así verificar si este espesor es el adecuado.

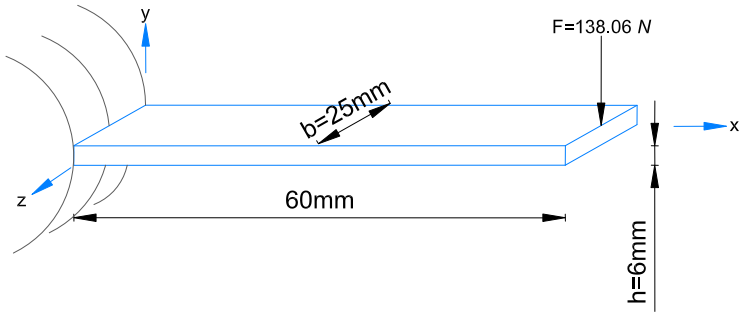


Gráfico 3.24. Diagrama de fuerza de lámina
Fuente: Los autores

3.7.5. Inercia de la lámina.

Para la lámina se selecciona una plancha de acero inoxidable AISI 304 con un espesor de 6 mm (ver Anexo 1) por sus condiciones de trabajo con productos alimenticios, donde:

$$I = \frac{b * h^3}{12}$$

$$I = \frac{2.5cm * (0.6cm)^3}{12}$$

$$I = 0.045\ cm^4$$

Calculamos C con la ecuación:

$C = h/2$ Donde: h = espesor de lámina

$C = 6mm/2$

$C = 3\ mm = 0.3\ cm$

El esfuerzo por flexión esta dado por:

$$\sigma = \frac{M * C}{I}$$

Donde: M = Momento máximo

$$\sigma = \frac{84.48 Kgcm * 0.3 cm}{0.045 cm^4}$$

C = Espesor/2

$\sigma = 563.20\ Kg/cm^2$

I = Momento de inercia de lámina

3.7.6. Resistencia a la fatiga.

Al utilizar un material acero inoxidable AISI 304 bajo la acción de cargas de fatiga, la resistencia a la fatiga será:

$$Se' = 0.5 Sut$$

$$Se' = 0.5 * 5300 kg/cm^2 \qquad Sut = 5300 Kg/cm^2$$

$Se' = 2650\ Kg/cm^2$

3.7.7. Limite de resistencia a la fatiga.

Se utilizará la ecuación 3.11:

$$Se = Se' * Ka * Kb * Kc * Kd * Ke$$

Donde: *Sut* = Resistencia a la tensión

Se´= Límite de resistencia a la fatiga en viga rotatoria

Se determina el valor de todos los factores de la ecuación 3.11

- *Ka*= Factor de acabado superficial (ver anexo 2)

$Ka = aSut^b$ [18]

$Ka = 4.45 * (530)^{-0.265}$

$Ka = 0.84$

Nota: a y b dependen de la condición de la superficie, que se la determina del anexo 2, para un maquinado o laminado en frío.

- *Kb* = Factor de corrección por tamaño (ver anexo 2)

Al no existir modificación de tamaño *Kb* = 1

- *Kc* = Factor de confiabilidad (ver anexo 3)

A modo de carga axial con un Sut=580MPa, su factor es *Kc* = 0.868

- *Kd* = Factor de corrección de temperatura (ver anexo 3)

Se determina si $T \leq 450°C$, pero como se trabaja a condiciones normales *Kd* = 1

- *Ke* = Factor de concentración de esfuerzos (ver anexo 7)

$$K_e = \frac{1}{K_f}$$

Al existir discontinuidades en la platina, un ojo chino que permitirá regular el espacio de rascado, se considera un radio de ranura de 5 mm.

Donde: K_f = Factor de concentración de esfuerzos a fatiga

K_t = Factor de concentración de esfuerzos

q = Sensibilidad a las ranuras (Ver anexo 6)

$$K_f = 1 + q(K_t - 1)$$

[18] Anexo 1

$$K_f = 1 + 0.78(2.38 - 1)$$

$$K_f = 2.07$$

$$K_e = \frac{1}{2.07}$$

$$K_e = 0.48$$

Ahora bien, una vez ya obtenidos cada uno de estos factores, se reemplaza en la ecuación 3.11 de la siguiente manera:

$$Se = 2650 * 0.84 * 1 * 0.868 * 1 * 0.48$$

$Se = 918.89\ Kg/cm^2$

Reemplazando valores en la ecuación 3.5, se puede obtener el factor de seguridad requerido para el tipo de plancha seleccionada.

$$n = \frac{918.89 kg/cm^2}{563.20 kg/cm^2}$$

$$n = 2$$

3.8. DISEÑO DE PALETAS.

La máquina consta de dos paletas que estarán situadas al final del eje, su función es la de trozar todos los desechos y a la vez sacarlos por el ducto de salida de desperdicios.

Para efectos de cálculo se considera la misma fuerza F = 138.06 *N*, ya que se tiene salida de desperdicio a la misma velocidad del sistema soporte de rascadores.

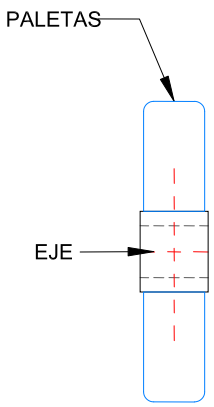


Gráfico 3.25. Detalle de paletas

Fuente: Los autores

Como las paletas se encuentran empotradas a un bocín mediante soldadura, se considera como una viga en cantilever, en la cual actúa la fuerza F de 138.06 *N* ejercida por los desechos de la fruta despulpada que sale.

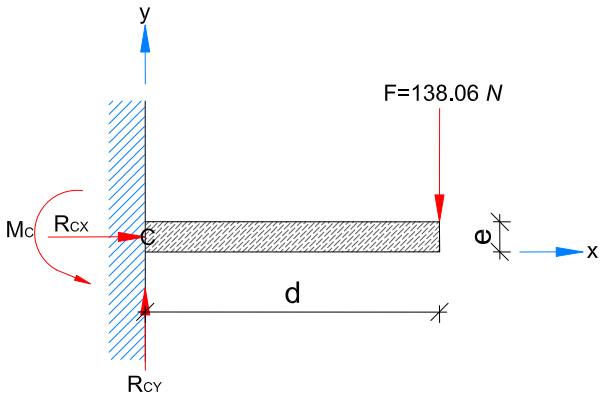


Gráfico 3.26. Diagrama de fuerzas de paleta

Fuente: Los autores

Al igual que en el diseño de las cuchillas de corte, para el diseño de las paletas se asume un espesor de plancha, para con ello realizar el cálculo del factor de seguridad y así verificar si este espesor es el adecuado, esto se lo realiza según:

$$n = \frac{Se}{\sigma}$$

El esfuerzo por flexión esta dado por:

$$\sigma = \frac{M * C}{I}$$

Donde: M = Momento

C = Espesor/2

I = Momento de inercia de la placa

El momento para esta viga esta dado por:

$$M_c = F * d$$

Donde: F = Fuerza que ejerce los desperdicios

d = Longitud de paleta

$$M_c = 14.08kg * 5.4cm$$

$$M_c = 76.07Kg - cm$$

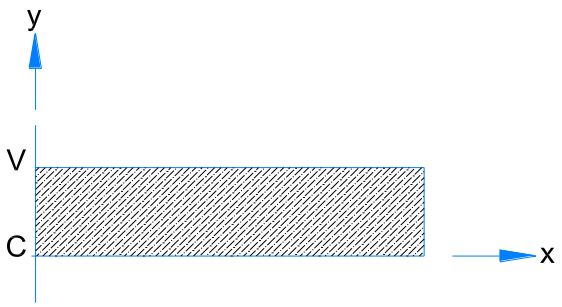


Gráfico 3.27. Diagrama de fuerza cortante ejercido sobre la paleta

Fuente: Los autores

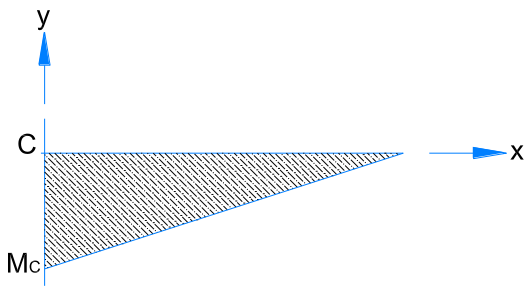


Gráfico 3.28. Diagrama de momento ejercido sobre la paleta

Fuente: Los autores

Se calcula C con la ecuación:

$C = h/2$ Donde: h= espesor del diente de paleta

Para esta paleta se selecciona una plancha de acero inoxidable AISI 304 con un espesor de 6 mm (Ver Anexo 1) por sus condiciones de trabajo con productos alimenticios, donde:

$C = 6mm/2$

C = 3 mm = 0.3 cm

Ahora se calcula la inercia de la paleta con la ecuación:

$I = \frac{b * h^3}{12}$ Donde: b = Longitud del diente de paleta

$I = \frac{3cm * (0.6cm)^3}{12}$

I = 0.054 cm^4

Por lo tanto, reemplazamos valores en la ecuación 3.6 y se obtiene:

$\sigma = \frac{76.07kgcm * 0.3cm}{0.054cm^4}$

σ = 422.63 Kg/cm^2

3.8.1. Resistencia a la fatiga.

Al utilizar un material acero inoxidable AISI 304 bajo la acción de cargas de fatiga, la resistencia a la fatiga será:

$Se' = 0.5Sut$

$Se' = 0.5 * 5300 kg/cm^2$ $\qquad$ $Sut = 5300 Kg/cm^2$

$Se' = 2650\, Kg/cm^2$

3.8.2. Límite de resistencia a la fatiga.

Se utilizará la ecuación 3.11:

$Se = Se' * Ka * Kb * Kc * Kd * Ke$

Donde: *Sut* = Resistencia a la tensión

Se' = Límite de resistencia a la fatiga en viga rotatoria

Se determina el valor de todos los factores de la ecuación 3.11

- *Ka* = Factor de acabado superficial (ver anexo 2)

" $Ka = aSut^b$ "[19]

$Ka = 4.45 * (530)^{-0.265}$

$Ka = 0.84$

Nota: a y b dependen de la condición de la superficie, que se la determina del anexo 2, para un maquinado o laminado en frío.

[19] Anexo 2

- *Kb* = Factor de corrección por tamaño (ver anexo 2)

Al no existir modificación de tamaño *Kb* = 1

- *Kc* = Factor de confiabilidad (ver anexo 3)

Se adopta una confiabilidad de *Kc* = 1, para un modo de carga a flexión.

- *Kd* = Factor de corrección de temperatura (ver anexo 3)

Se determina si $T \leq 450°C$, pero como se trabaja a condiciones normales *Kd* = 1

- *Ke* = Factor de concentración de esfuerzos

Al no existir discontinuidades en las cuchillas, el factor *Ke* = 1

Ahora bien, una vez ya obtenidos cada uno de estos factores, se reemplaza en la ecuación 3.11 de la siguiente manera:

$$Se = 2650 * 0.84 * 1 * 1 * 1 * 1$$

Se = 2226 Kg/cm^2

Reemplazando valores en la ecuación 3.5, se puede obtener el factor de seguridad requerido para el tipo de plancha seleccionada.

$$n = \frac{2226 kg/cm^2}{422.63 kg/cm^2}$$

$$n = 5$$

3.8.3. Cálculo de volumen.

Una vez definido sus dimensiones geométricas procedemos a calcular el volumen de una de las paletas utilizando el software autocad 2007 con las dimensiones descritas en el gráfico a continuación.

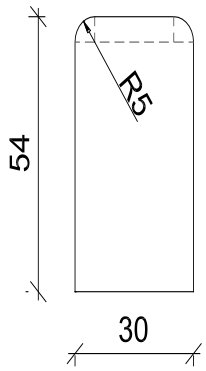


Gráfico 3.29. Paleta
Fuente: Los autores

$$V_{aleta} = 1.93x10^{-5}(m^3)$$

Para el diseño de la máquina utilizamos dos paletas entonces multiplicamos el volumen obtenido por dos para obtener el volumen total de paletas.

$$V_{TA} = V_T * 2$$

$$V_{TA} = 1.93x10^{-5} * 2$$

$$V_{TA} = 3.86x10^{-5} m^3$$

Ahora que se tiene el volumen de las dos paletas procedemos a calcular la masa total del material que actúa en ese punto.

3.8.4. Masa total de paletas.

$\delta_{acero\ inoxidable} = gr/cm^3$

Donde:

$\delta = densidad\,(Kg/m^3)$

$m = masa(Kg)$

$V_{TA} = Volumen\ de\ paleta$

$$\delta = \frac{m}{V_{TA}}$$

$$m_{paletas} = \delta_{aceroinoxidable} * V_{TA}$$

$$m_{paletas} = 7.93\frac{gr}{cm^3} * \frac{1kg}{1000gr} * \frac{(100cm)^3}{1m^3} * 3.86x10^{-5}m^3$$

$$m_{paletas} = 0.30kg$$

3.9. DISEÑO DE TRANSMISIÓN.

3.9.1. Relación de transmisión.

Se tiene una relación de transmisión de:

$$K = \frac{n_1}{n_2} \qquad (3.39)$$

Donde: n_1 = Velocidad angular de polea motriz = 1740rpm

n_2 = Velocidad angular de polea conducida = 600 rpm

$$K = \frac{1740}{600}$$

$$K = 2.9$$

3.9.2. Potencia de diseño.

Se aplica un coeficiente de corrección de potencia, teniendo en cuenta las condiciones de trabajo y naturaleza de carga, donde:

$P_d = P_{motor} * C_c$ (3.40) Donde: Pd = Potencia de diseño

Especificaciones de trabajo: "Cc = 1.2 = Coeficiente de corrección de potencia"[20]

- Motor eléctrico 110V
- Funcionamiento de 6 a 16 horas día
- Servicio normal

$P_d = 1.69HP * 1.2$

$P_d = 2.0\ HP$

3.9.3. Selección de correa.

Tomando en cuenta la potencia a transmitir corregida y el número de revoluciones que tiene la polea menor se determina la sección de la correa (ver anexo 13). Según el anexo13 se tiene una correa en V de sección A.

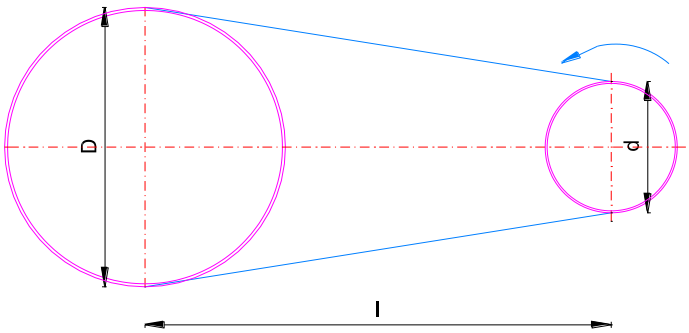


Gráfico 3.30. Ubicación de ejes y poleas
Fuente: Los autores

[20] Anexo 12

3.9.4. Selección de los diámetros mínimos de las poleas.

Hay que tener en cuenta que para cada perfil de correa existe un diámetro mínimo a utilizar.

Tabla Nº3.2. Diámetro mínimo de poleas según la sección.

A	2,60”	B	4,60”	C	7,00”	D	12,00”	E	18,00”

Fuente: www.elprisma.com

A partir de la relación: $n_1 * d = n_2 * D$ se pueden calcular los diámetros de ambas poleas.

Donde: n_1 = rpm de la polea pequeña (polea motriz)

d = Diámetro de la polea pequeña

n_2 = rpm de la polea mayor (polea conducida)

D = Diámetro de la polea mayor

Según la tabla 3.2, se tiene que el diámetro mínimo de la polea pequeña es

d =2.60 Pulg = 66.04 mm

$D = n_1 * d / n_2$ (3.41)

$D = 1740 rpm * 66.04 mm / 600 rpm$

D = 191.51 *mm*

3.9.5. Distancia entre centro de poleas.

"Cuando la distancia entre ejes de las poleas no está previamente establecida, por exigencia de la instalación, puede ser determinado con el siguiente criterio.

$$I \geq \frac{(k+1)*d}{2} + d(mm) \quad \text{Para} \quad 1 \leq K < 3"^{21} \qquad (3.42)$$

$$I = \frac{(2.9+1)*66.04mm}{2} + 66.04mm$$

Donde: I = Distancia entre ejes

$$I = 194.81mm$$

3.9.6. Longitud primitiva de correa.

El largo de la correa se calcula mediante la siguiente expresión:

"L = 2 * I + 1, 57 * (D + d) + (D – d) ^{2} / (4 * I)"[22] (3.43)

Donde:

C: distancia entre centro de poleas

D: diámetro de la polea mayor

d: diámetro de la polea menor

$$L = 2*194.81 + 1.57*(191.51 + 66.04) + (191.51 - 66.04)^2/(4*194.81)$$

$$L = 814.17\ mm$$

Según el Anexo 14, se selecciona una correa A-33 con una longitud primitiva L´=871mm, con este valor se calcula la distancia efectiva entre ejes aplicando la siguiente ecuación:

[21] CALERO Roque, "Fundamentos de mecanismos y máquinas para ingenieros", Pág. 264

[22] www.lapampa.edu.ar

“ $I_e = I \pm \frac{L - L'}{2}$ ”[23] (3.44) Donde: *Ie* = Distancia efectiva entre ejes

$$I_e = 194.81 + \frac{814.17 - 871}{2}$$

$I_e = 223.22\ mm$

3.9.7. Arco de contacto.

“La potencia se transmite desde la polea a la correa por fricción. Cuando mayor sea la superficie de contacto entre ambos elementos más eficiente será la transmisión de potencia. La situación ideal se presenta cuando ambas poleas tienen igual diámetro.

El arco de contacto se calcula mediante la siguiente expresión:

$$Arc = 180° - 60° \frac{(D - d)}{I_e}$$ ”[24] (3.45)

$$Arc = 180° - 60° \frac{(191.51 - 66.04)}{223.22}$$

$Arc = 146.27°$

3.9.8. Cantidad de correas.

Cada fabricante indica la potencia que puede transmitir cada correa a una determinada velocidad (en rpm) y en función del diámetro de la polea menor. Esto se tabula para cada sección de correa. Se obtiene la capacidad básica por correa (HP_{pc}).

La cantidad necesaria de correas se obtiene mediante la siguiente expresión:

[23] CALERO Roque, “Fundamentos de mecanismos y máquinas para ingenieros”, Pág. 266

[24] www.lapampa.edu.ar

$$Cant = \frac{P_d}{(HP_{pc} * F)} \qquad (3.46)$$

Donde: Pd = Potencia de diseño

F = Factor de corrección que se obtiene del anexo 15.

HP_{pc} = Capacidad básica por correa (ver anexo 16)

$$Cant = \frac{2.0}{(0.89 * 0.93)}$$

$$Cant = 2.3$$

Por lo que se adaptará 2 correas para el sistema de transmisión de potencia.

3.9.9. Velocidad de la correa.

"La velocidad de la correa debe ser lo mayor posible, para disminuir la cantidad de correas necesarias en la transmisión, pero nunca debe superar la velocidad máxima limite V_{max} = 30 m/s, para que el efecto de la fuerza centrifuga no disminuya la capacidad tractiva de la correa.

$$V = \frac{n_1 * \pi * d}{6000} \leq V_{max}\,(m/s)\text{"}^{25} \qquad (3.47)$$

$$V = \frac{182.21 rad/s * \pi * 66.04 mm}{6000}$$

$$V = 6.30 m/s \approx 1240.15 pie/\min$$

Donde: n_1 =Frecuencia de rotación de polea menor

d = Diámetro de polea menor (mm)

[25] http://www.elprisma.com/apuntes/ingenieria_mecanica/transmisioncorrea

3.9.10. Ángulos de abrazamiento.

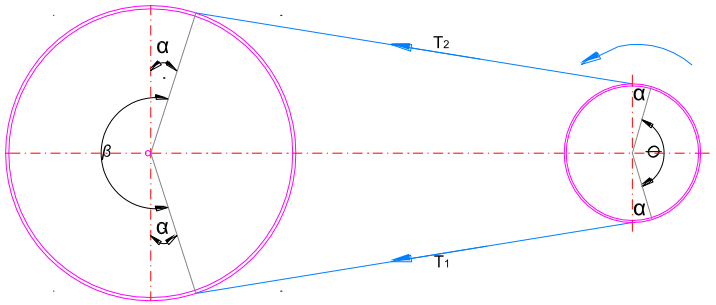


Gráfico 3.31. Angulo de abrazamiento

Fuente: Los autores

3.9.11. Ángulo α.

Se tiene el ángulo θ que es igual al ángulo del arco de contacto $Arc = 146.27°$

$2\alpha = 180 - \theta$

$\alpha = (180 - 146.27)/2$

$\alpha = 16.86°$

3.9.12. Ángulo β.

Utilizando el ángulo α se calcula el ángulo de abrazamiento β para la polea mayor.

$\beta = 180 + 2\alpha$

$\beta = 180^o + 2 * 16.86^o$

$\beta = 213.72^o * \frac{2\pi rad}{360°} = 3.73$ Rad

3.10. TENSIONES PRODUCIDAS EN LA POLEA.

Se utiliza la ecuación de Euler basada en la dependencia analítica entre las tensiones del hilo flexible inextensible que se desliza por un cilindro fijo.

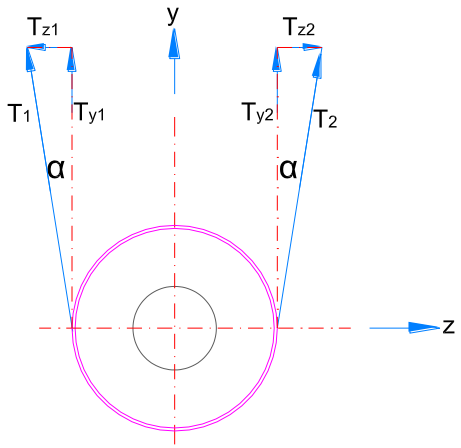


Grafico 3.32. Tensiones en la banda

Fuente: Los autores

Dicha ecuación está dada por:

$$“\frac{T_1}{T_2} = e^{\frac{f*\beta}{sen(\gamma/2)}}„^{26} \qquad (3.48)$$

Siendo:

f = 0.28 = Coeficiente de fricción entre el hilo y la superficie del cilindro (ver anexo 17)

β = Ángulo de abrazamiento

γ = 34° = Ángulo de garganta (ver anexo 13)

T_1, T_2 = Tensiones

[26] www.elprisma.com

$$\frac{T_1}{T_2} = e^{\frac{0.28*3.73}{sen(34/2)}}$$

$$\frac{T_1}{T_2} = 35.59 \qquad (3.49)$$

Cálculo de la tensión estática en función de la potencia a trasmitir.

"$T_1 - T_2 = \frac{33000 * P_d}{V(pie/\min)}$ " [27] (3.50) Donde: P_d = Potencia de diseño

$$T_1 - T_2 = \frac{33000 * 2.0HP}{1240.15 pie/\min}$$ V = Velocidad de la correa (pie/min)

$$T_1 - T_2 = 53.21 lbf \qquad (3.51)$$

Resolviendo las ecuaciones 3.49 y 3.51 se tiene:

$T_1 = 54.45\, lbf$

$T_2 = 1.53\, lbf$

3.10.1. Tensiones resultantes.

Si $\alpha = 16.86°$

$$T_y = (T_1 - T_2) * sen\alpha \qquad (3.52)$$

$$T_y = (54.45 - 1.53) * sen16.86$$

$$T_y = 15.34 lbf * \frac{1N}{0.22481 lbf} \approx 68.27 N$$

[27] www.elprisma.com

$$T_z = (T_1 + T_2) * \cos\alpha \qquad (3.53)$$

$$T_z = (54.45 + 1.53) * \cos 16.86$$

$$T_z = 53.57 lbf * \frac{1N}{0.22481 lbf} \approx 238.30\, N$$

3.10.2. Fuerzas presentes en las cuchillas de corte.

Para ello se toma la masa total de guayabas m = 21.02 Kg que en unidades de fuerza es *F*=206.20 *N*

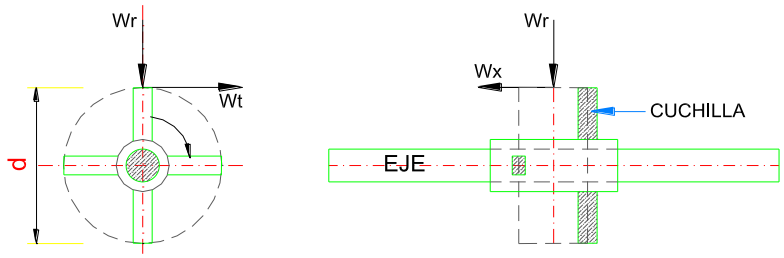


Gráfico 3.33. Fuerzas presentes en el sistema de corte
Fuente: Los autores

Donde: *Wx* = Fuerza tangencial del sistema de corte

Wr = Fuerza radial

Wt = Fuerza tangencial

Se tiene una fuerza radial y una fuerza tangencial.

Donde: *Wr*=206.20N (fuerza radial ejercida por la fruta sobre las cuchillas)

"$W_t = \frac{60 * 10^3 * H}{\pi * d * n}$"[28] (3.54) Donde: W_t = Carga transmitida

[28] SHIGLEY Joseph ; "Diseño en Ingeniería Mecánica", Cuarta edición, Pág.628

$$W_t = \frac{60*10^3*1.13HP}{\pi*122mm*600rpm}$$

H = Potencia total de trabajo

$W_t = Wx = 294.82 \quad N$

d = Diámetro de giro de cuchillas (mm)

n = Velocidad de giro de la máquina (rpm)

3.11. CÁLCULO DE REACCIONES EN EL EJE.

Se determinara las reacciones presentes en el eje, haciendo sumatoria de fuerzas y momentos.

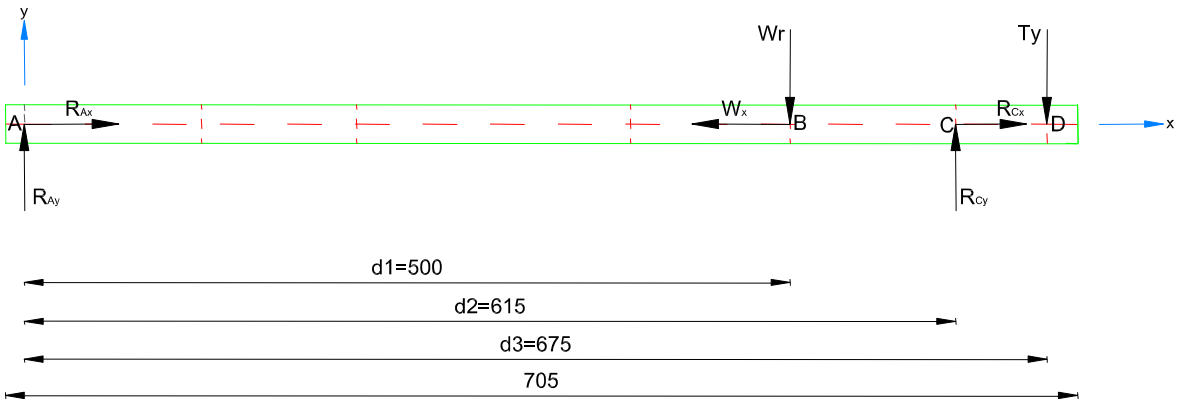


Gráfico 3.34. Fuerzas X-Y

Fuente: Los autores

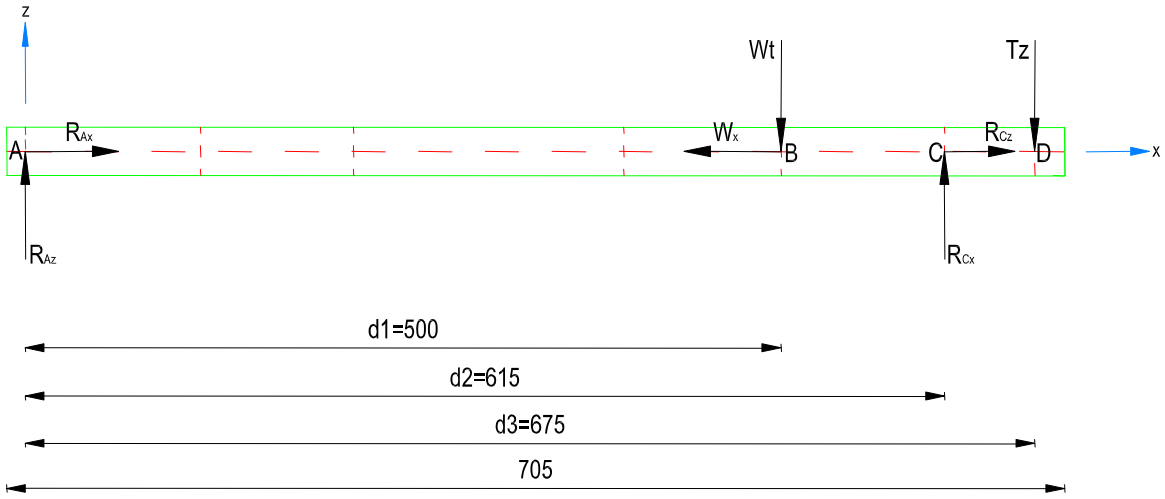


Gráfico 3.35. Fuerzas X-Z

Fuente: Los autores

Realizamos una sumatoria de fuerzas en X.

$$\Sigma Fx = 0$$

$$R_{AX} + R_{CX} - Wx = 0$$

$$R_{AX} + R_{CX} = 294.82N \qquad (3.55)$$

Realizamos una sumatoria de fuerzas en Y.

$$\Sigma Fy = 0$$

$$R_{Ay} + R_{Cy} - W_r - T_y = 0$$

$$R_{Ay} + R_{Cy} = W_r + T_y \qquad (3.56)$$

Realizamos una sumatoria de fuerzas en Z.

$$\Sigma Fz = 0$$

$$R_{Az} + R_{Cz} - W_t - T_z = 0$$

$$R_{Az} + R_{Cz} = W_t + T_z \qquad (3.57)$$

Aplicando una sumatoria de momentos en el punto A para el eje x-y:

$$\Sigma M_A = 0$$

$$W_r * d_1 + T_y * d_3 - Rc_y * d_2 = 0 \qquad (3.58)$$

$$Rc_y = W_r * d_1 + T_y * d_3 / d_2$$

$$Rc_y = \frac{206.20 * 500 + 68.27 * 675}{615}$$

$$Rc_y = 242.57\,\text{N}$$

Reemplazando en la ecuación 3.56 se tiene:

$$R_{Ay} = W_r + T_y - Rc_y$$

$$R_{Ay} = 206.20 + 68.27 - 242.57$$

$$R_{Ay} = 31.90\,\text{N}$$

Aplicando una sumatoria de momentos en el punto A para el eje x-z:

$$\Sigma M_A = 0$$

$$W_t * d_1 + T_z * d_3 - Rc_z * d_2 = 0 \qquad (3.59)$$

$$Rc_z = W_t * d_1 + T_z * d_3 / d_2$$

$$Rc_z = \frac{294.82 * 500 + 238.30 * 675}{615}$$

$$Rc_z = 501.23\,\text{N}$$

Reemplazando en la ecuación 3.57 se tiene:

$$R_{Az} = W_t + T_z - Rc_z$$

$$R_{Az} = 294.82 + 238.30 - 501.23$$

$$R_{Az} = 31.89\ \text{N}$$

3.11.1. Representación de reacciones en el plano x-y.

Gráfico 3.36. Reacciones
Fuente: Los autores

Se utiliza el programa MD Solid 3.5, para graficar el diagrama de corte y momento, en el cual se obtiene el corte y momento máximo.

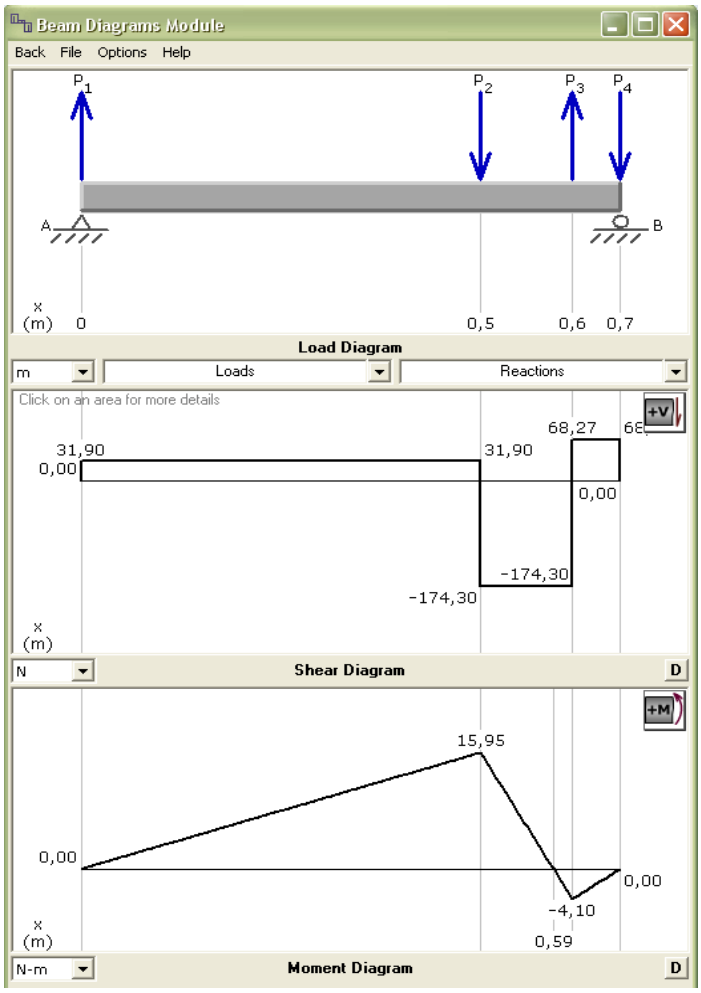


Gráfico 3.37. Diagramas de corte y momento

Fuente: Los autores

3.11.2. Representación de reacciones en el plano x-z.

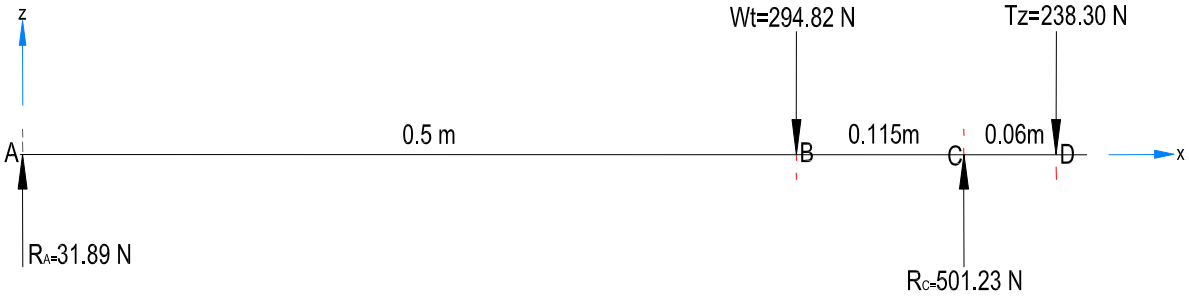


Gráfico 3.38. Reacciones

Fuente: Los autores

Se utiliza el programa MD Solid 3.5, para graficar el diagrama de cote y momento máximo.

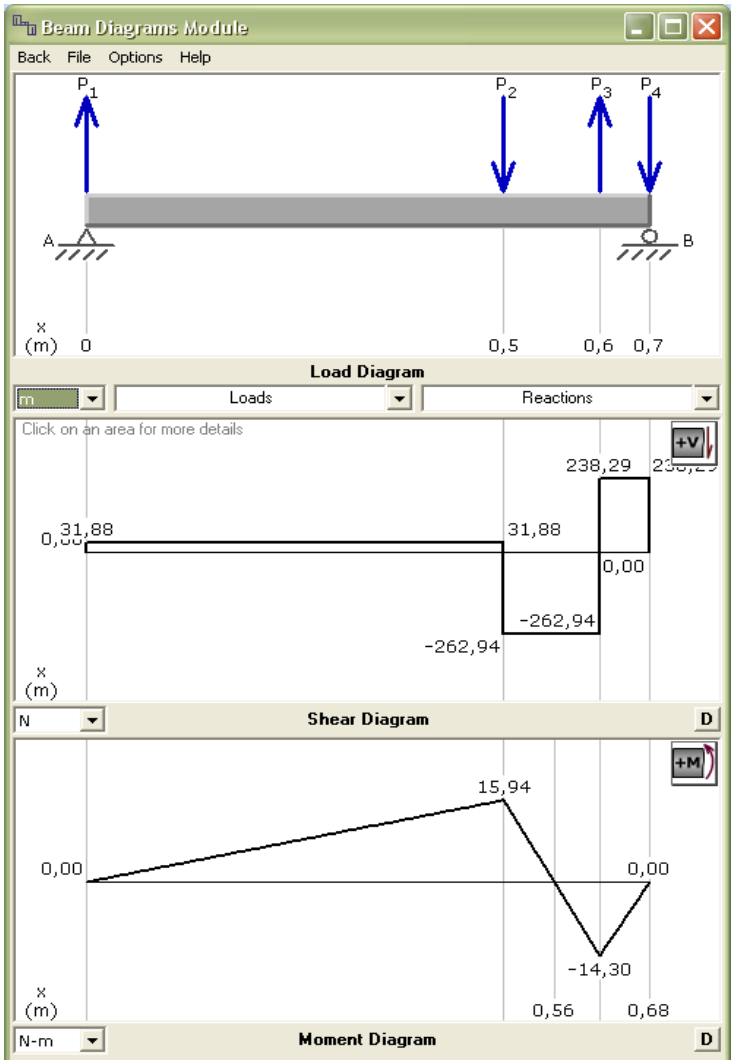


Gráfico 3.39. Diagramas de corte y momento

Fuente: Los autores

3.11.3. Momentos resultantes.

El momento resultante en el punto B esta dado por:

$$M_{RB} = \sqrt{M_{XY}{}^2 + M_{XZ}{}^2} \qquad (3.60)$$

$$M_{RB} = \sqrt{(15.95)^2 + (15.94)^2}$$

$$M_{RB} = 22.54 Nm$$

El momento resultante en el punto C esta dado por:

$$M_{RC} = \sqrt{M_{XY}{}^2 + M_{XZ}{}^2} \qquad (3.61)$$

$$M_{RC} = \sqrt{(4.10)^2 + (14.30)^2}$$

$$M_{RC} = 14.87 \ Nm$$

3.12. DISEÑO DEL EJE.

Para el diseño del eje se selecciona el tipo de material a utilizarse, como se trabajará con productos alimenticios se selecciona un eje en acero inoxidable AISI 304 con un límite de fluencia $S_y = 2.40x10^8 N/m^2$ (ver anexo 18).

3.12.1. Diseño estático.

Se analiza donde existe el punto más crítico, para el presente caso se tiene un momento máximo en el punto B del eje donde:

$$M_{RB} = 22.54 Nm$$

$$T = 23.74 \ Nm$$

Aplicando la teoría del esfuerzo cortante máximo se tiene que:

$$n = \frac{S_y}{\sigma_{eq}} \qquad \text{Siendo} \quad \sigma_{eq} = \sqrt{\sigma_x{}^2 + 4\tau_{xy}{}^2} \qquad (3.62)$$

Esfuerzo por flexión

$$\sigma_x = \frac{32M_{max}}{\pi * d^3} \qquad (3.63)$$

$$\sigma_x = \frac{32 * 22.54Nm}{\pi * d^3}$$

$$\sigma_x = \frac{229.59Nm}{d^3}$$

Esfuerzo por torsión

$$\tau_{xy} = \frac{16T}{\pi * d^3} \qquad (3.64) \qquad \text{Si: } T = 23.74\ Nm$$

$$\tau_{xy} = \frac{16 * 23.74Nm}{\pi * d^3}$$

$$\tau_{xy} = \frac{120.90Nm}{d^3}$$

Reemplazando

$$\sigma_{eq} = \sqrt{(\frac{229.59}{d^3})^2 + 4(\frac{120.90}{d^3})^2}$$

Utilizando un factor de seguridad de n = 2.5 (ver anexo 19) se tiene que:

$$2.5 = \frac{2.40x10^8\ N/m^2}{\sqrt{(\frac{229.59}{d^3})^2 + 4(\frac{120.90}{d^3})^2}}$$

$$(\sqrt{(\frac{229.59}{d^3})^2 + 4(\frac{120.90}{d^3})^2})^2 = (\frac{2.40x10^8}{2.5})^2$$

$$\frac{52711.56 + 58467.24}{d^6} = 9.21x10^{15}$$

$$d = 0.0152m \approx 1.52\,cm$$

Por lo que normalizando con catálogos de distribuidores de este tipo de material y diámetros se tiene un eje de diámetro d = 3/4 pulgadas

3.12.2. Diseño a fatiga.

Utilizando el diseño a falla estática obtenido anteriormente, se designa los siguientes diámetros para los tramos más críticos como se indica en el gráfico 3.40.

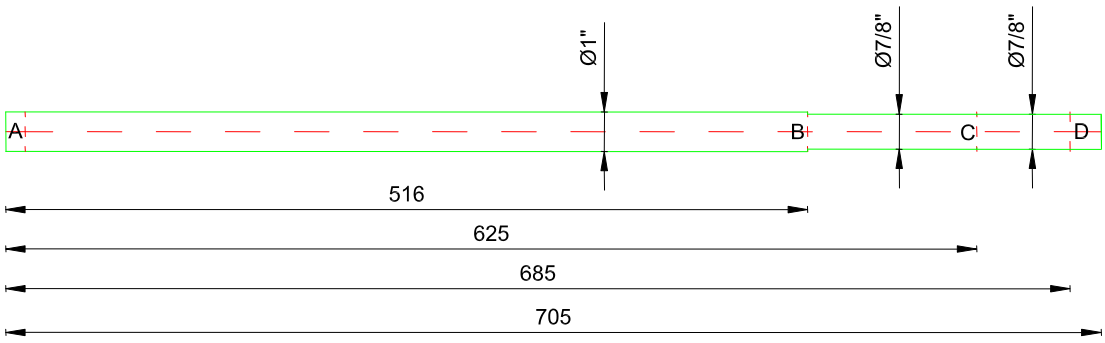


Gráfico 3.40. Eje
Fuente: Los autores

3.12.3. Diseño para el punto B.

Considerando un diámetro de 7/8" para todo el tramo BD, ya que en este tramo se presenta el mayor momento y aplicando la variación de esfuerzos se tiene:

$$\sigma_{xm} = 0$$

$$\sigma_{xa} = \frac{32M_B}{\pi * d_B{}^3} \qquad (3.65)$$

$$\sigma_{xa} = \frac{32 * 22.54Nm}{\pi * (0.0222m)^3}$$

$$\sigma_{xa} = 2.09x10^7 \ N/m^2$$

$$\tau_{xym} = \frac{16T}{\pi * d_B{}^3} \qquad (3.66) \qquad \text{y} \quad \tau_{xya} = 0$$

$$\tau_{xym} = \frac{16 * 23.74Nm}{\pi * (0.0222m)^3}$$

$$\tau_{xym} = 1.10x10^7 \text{ N/m}^2$$

Aplicando el criterio de Von Mises se tiene:

$$\sigma_{eqm} = \sqrt{(\sigma_{xm})^2 + 3(\tau_{xym})^2} \qquad (3.67)$$

$$\sigma_{eqm} = \sqrt{(0)^2 + 3(1.10x10^7)^2}$$

$$\sigma_{eqm} = 1.91x10^7 \text{ N/m}^2$$

$$\sigma_{eqa} = \sqrt{(\sigma_{xa})^2 + 3(\tau_{xya})^2} \qquad (3.68)$$

$$\sigma_{eqa} = \sqrt{(\sigma_{xa})^2 + 3(0)^2} = \sqrt{(\sigma_{xa})^2}$$

$$\sigma_{eqa} = \sqrt{(2.09x10^7)^2}$$

$$\sigma_{eqa} = 2.09\text{x}10^7 \text{ N/m}^2$$

Al utilizar un material acero inoxidable AISI 304 bajo la acción de cargas de fatiga, la resistencia a la fatiga será:

$Se' = 0.5Sut$ Donde $Sut = 5800Kg/cm^2$ =580 *Mpa* (ver anexo 18)

$$Se' = 0.5 * 5300kg/cm^2$$

$$Se' = 2900 \ kg/cm^2$$

3.12.4. Límite de resistencia a la fatiga.

Para determinar el límite de resistencia a la fatiga, se utilizará la siguiente ecuación:

$$Se = Se' * Ka * Kb * Kc * Kd * Ke$$

Donde: *Sut* =Resistencia a la tensión

Se' = Limite de resistencia a la fatiga en viga rotatoria

Se determina el valor de todos los factores de la ecuación 3.11

- *Ka* = Factor de acabado superficial (ver anexo 2)

$$Ka = aSut^{b}$$

$$Ka = 4.45 * (530)^{-0.265}$$

$$Ka = 0.84$$

Nota: a y b dependen de la condición de la superficie, que se la determina del anexo 3, para un maquinado o laminado en frío.

- *Kb* = Factor de corrección por tamaño

$$Kb = \left(\frac{d}{0.3} \right)^{-0.113}$$

$$Kb = \left(\frac{7/8}{0.3} \right)^{-0.113}$$

$$Kb = 0.88$$

- *Kc* = Factor de confiabilidad (ver anexo 3)

Para un factor de confiabilidad a modo de carga axial, según anexo 3 se tiene:

$$Kc = 0.868$$

- *Kd* = Factor de corrección de temperatura (ver anexo 3)

Se determina si $T \leq 450°C$, pero como se trabaja a condiciones normales:

Kd = 1

- *Ke* = Factor de concentración de esfuerzos(ver anexo 5)

➢ $\frac{D}{d} = \frac{1}{7/8} = 1.142$

- $\frac{r}{d} = \frac{1/16}{7/8} = 0.0714$

  Según anexo 5: *Kt* =1.7

Sensibilidad de la ranura (ver anexo 6) *q* = 0.90

$Kf = 1 + q(Kt - 1)$

$Kf = 1 + 0.90(1.7 - 1)$

$Kf = 1.63$

Por lo tanto: $Ke = \frac{1}{Kf}$

$Ke = \frac{1}{1.63} = 0.61$

Ahora bien, una vez ya obtenidos cada uno de estos factores, se reemplaza en la ecuación 3.11 de la siguiente manera:

$Se = 2900 * 0.84 * 0.88 * 0.86 * 1 * 0.61$

$Se = 1124.57 Kg/cm^2 = 1.12x10^8 N/m2$

Aplicando la fórmula de Soderbery se tiene que:

$$S_m = \frac{Se}{\frac{\sigma_a}{\sigma_m} + \frac{S_e}{S_y}} \qquad (3.69)$$

$$S_m = \frac{1.12x10^8}{\frac{2.09x10^7}{1.91x10^7} + \frac{1.12x10^8}{2.40x10^8}}$$

$S_m = 7.17x10^7 \ N/m2$

Factor de seguridad requerido:

$$n = \frac{S_m}{\sigma_m} \qquad (3.70)$$

$$n = \frac{7.17x10^7}{1.91x10^7}$$

$$n = 4$$

Por facilidad de construcción se considera al tramo CD con el mismo diámetro Ø = 7/8”, ya que su momento es menor.

3.13. SELECCIÓN DE CHUMACERAS.

A continuación se presenta la ubicación de las chumaceras en sus respectivos tramos de eje. Se seguirá los siguientes pasos descritos a continuación:

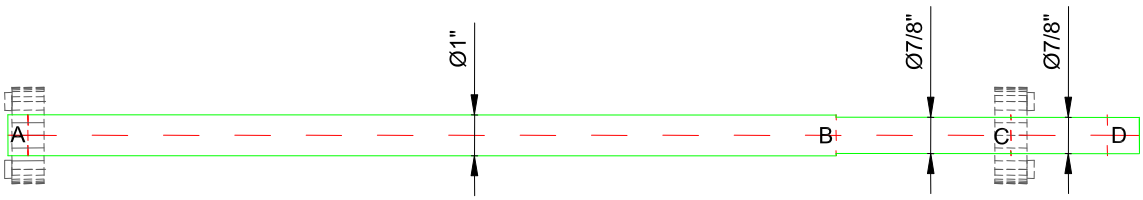


Gráfico 3.41. Ubicación de chumaceras
Fuente: Los autores

- Utilizando la velocidad angular con la que gira el eje, se procede a obtener un factor de velocidad (ver anexo 20)

  Si $n = 600rpm$ $fn = 0.382$

- Se obtiene un factor de esfuerzos dinámicos $f_L = 2.5$ para este caso, con accionamiento de un motor (ver anexo 21)

- Cálculo de la capacidad dinámica de carga para soporte con rodamientos x, y dependen del tipo de rodamiento.

" $P = x * F_r + y * F_a$ "[29] (3.71)

Donde: *Fr* = Carga radial

Fa = Carga axial

x = Coeficiente radial del rodamiento

y = Coeficiente axial del rodamiento

Los rodamientos de bolas de apoyo no pueden soportar cargas radiales, los valores de x e y se muestran en tablas de rodamientos según anexo 22.

$\frac{F_a}{C_o} = 0$ Se tiene un e = 0.22 Donde: *Co* = Capacidad estática de carga

$\frac{F_a}{F_r} = 0 < e$ Donde x = 1; y = 0

La carga radial equivalente para rodamientos de rodillos radiales con $\alpha = 0°$ es:

$P = Fr$

3.13.1. Análisis para el punto A

$P = F_{rA} = \sqrt{R_A y x^2 + R_A z x^2}$ (3.72)

$P = F_{rA} = \sqrt{(31.90)^2 + (31.89)^2}$

$P = F_{rA} = 45.10\ N$

Utilizando P, la capacidad de carga requerida será:

$C = \frac{f_L}{f_n} * P$ (3.73)

[29] www.uclm.es

$$C = \frac{2.5}{0.382} * 45.10$$

$$C = 295.19\,N$$

Utilizando el catálogo de rodamientos para soporte de pared con cuatro pernos de fijación, eje Ø = 1" (ver anexo 23) con prisionero de fijación se tiene:

C = 10800 N lo cual es mayor que 295.19 N

Se selecciona una chumacera tipo UCP 205-100D1

3.13.2. Análisis para el punto C.

$$P = F_{rC} = \sqrt{R_C yx^2 + R_C zx^2}$$

$$P = F_{rC} = \sqrt{(242.57)^2 + (501.23)^2}$$

$$P = F_{rC} = 556.71\ N$$

Utilizando P, la capacidad de carga requerida será:

$$C = \frac{f_L}{f_n} * P$$

$$C = \frac{2.5}{0.382} * 556.71$$

$$C = 3643.39\ N$$

Utilizando el catálogo de rodamientos para soporte de pared con rodamiento Y, cuatro pernos de fijación, eje Ø=7/8" (ver anexo 23) con prisionero de fijación se tiene:

C = 10800 N lo cual es mayor que 3643.39 N

Se selecciona una chumacera tipo UCP 205-014D1

3.14. SELECCIÓN DE CHAVETAS.

Para la selección de chavetas y chaveteros se tendrá en cuenta el diámetro del eje en cada sección, y se utilizara el anexo 24.

3.15. DISEÑO Y SELECCIÓN DE TAMBORES.

3.15.1. Tambor exterior.

Denominado también cuerpo, se ha seleccionado una plancha de acero inoxidable AISI 304 por sus condiciones de trabajo con productos alimenticios, con un espesor de 3 mm (ver anexo 1) y dimensiones geométricas como se puede observar en el gráfico 3.41. Con el espesor seleccionado resulta fácil el proceso de barolado y además nos evita olas al soldar el tambor con sus soportes.

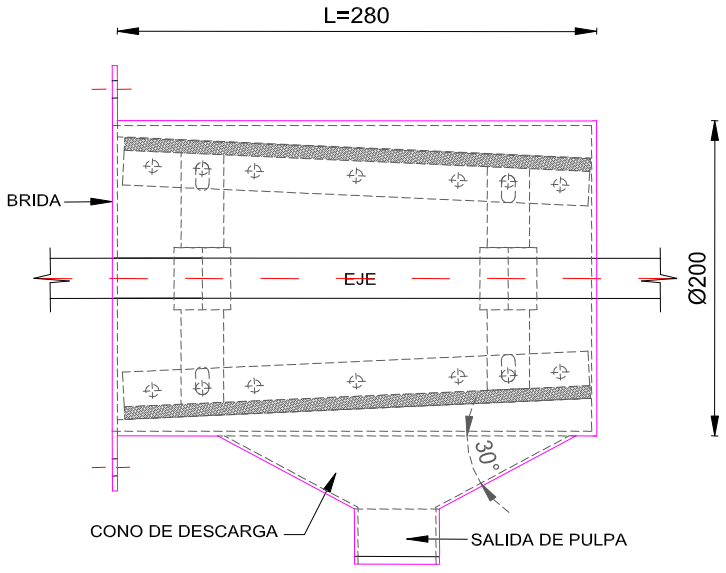


Gráfico 3.42. Tambor exterior

Fuente: Los autores

3.15.2. Diseño del tambor exterior.

El tambor exterior tiene la forma de un cilindro, para su diseño se utiliza una presión en base al esfuerzo que va ha ser sometido el material y se calculan los esfuerzos a tensión.

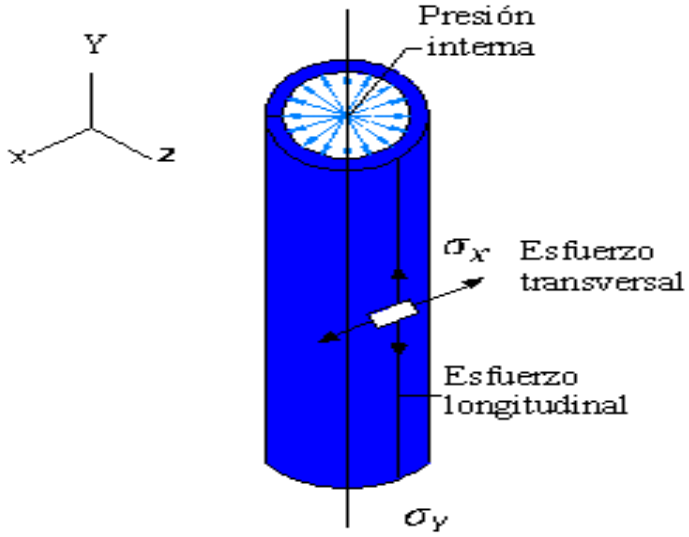


Gráfico 3.43.Cilindro de pared delgada con tapas cerradas, sometido a presión interna
Fuente: Los autores

Datos de diseño:

Se utiliza una plancha de acero AISI 304 con espesor de 3 mm cuyo diámetro exterior es de 200 mm.

El gráfico 3.43 muestra el esfuerzo tangencial, conocido como esfuerzo transversal, se alinea con dirección "x" y se representa como σ_x, el esfuerzo con dirección axial llamado también esfuerzo longitudinal, está alineado con dirección "y" y se representa con σ_Y

El esfuerzo transversal:

$$\text{“}\sigma_x = \frac{pD}{2t}\text{”}^{30} \qquad (3.74)$$

Donde: p = Presión interna del cilindro

[30] MOTT L. Robert;" Diseño de elementos de máquinas"; Tercera edición Pág. 155

D = Diámetro del cilindro

t = Espesor de la pared del cilindro

El esfuerzo longitudinal:

"$\sigma_y = \frac{pD}{4t}$"[31] (3.75) Donde:

p = Presión interna del cilindro

D = Diámetro del cilindro

t = Espesor de la pared del cilindro

El factor de seguridad:

$n = \frac{Se}{\sigma}$ (3.76) Donde: n =Factor de seguridad

Se =Limite de resistencia a la fatiga

σ = Esfuerzo permisible

Considerando Tensión pura, para su construcción se utilizará una prensa dobladora de 3.5 Kg/ mm^2 (ver anexo 25), para doblar la plancha de acero, esta es la presión más significativa a la que somete la máquina dobladora sobre la plancha de acero inoxidable.

Si la pared del cilindro es relativamente delgada el esfuerzo trasversal máximo es σ_x.

El esfuerzo transversal es:

$\sigma_x = \frac{pD}{2t}$

[31]MOTT L. Robert;" Diseño de elementos de máquinas"; Tercera edición; Pág. 156

$$\sigma_x = \frac{3.5x10^6 N/m^2 * 0.2m}{2 * 0.003m}$$

$$\sigma_x = 116666666.\ N/m2$$

$$\sigma_y = \frac{pD}{4t}$$

$$\sigma_y = \frac{3.5x10^6 N/m^2 * 0.2m}{4 * 0.003m}$$

$$\sigma_y = 58333333.\ N/m2$$

El factor de seguridad se aplica al de mayor esfuerzo que es el esfuerzo transversal.

Se utiliza un acero inoxidable AISI 304 con un límite de fluencia $S_y = 2.40x10^8 N/m^2$.

$$n = \frac{Se}{\sigma}$$

$$n = \frac{2.40x10^8}{116666666.}$$

$$n = 2$$

Lo que nos indica que el espesor seleccionado es suficiente para soportar los esfuerzos aplicados.

3.15.3. Tapa brida izquierda.

Para cerrar al tambor exterior, se lo hará por medio de una tapa brida que estará ubicado en el lado izquierdo del cuerpo de la máquina, por facilidad en el momento de la limpieza estará unido al cuerpo por medio de pernos.

Se conserva el mismo tipo de material y espesor utilizado en el tambor exterior, se ha adaptado una forma geométrica como se ve en el gráfico 3.44, de manera que los desperdicios salgan por la boca de salida de una manera rápida.

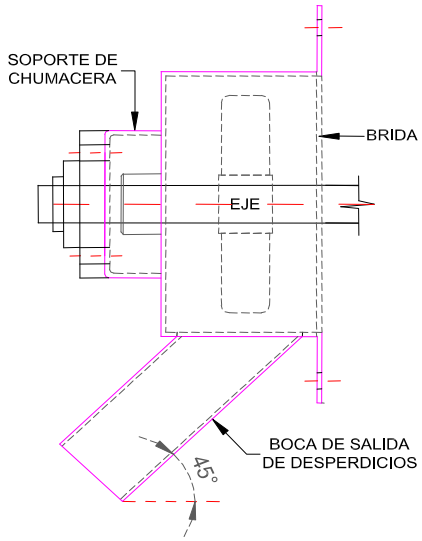


Gráfico 3.44. Tapa brida izquierda
Fuente: Los autores

3.15.4. Tapa derecha.

De la misma manera, para complementar todo el cuerpo de la máquina se adapta una forma geométrica como se ve en el gráfico 3.45, usando el mismo material y espesor de plancha del tambor exterior.

Es aquí por donde ingresa la fruta para ser cortada por las cuchillas.

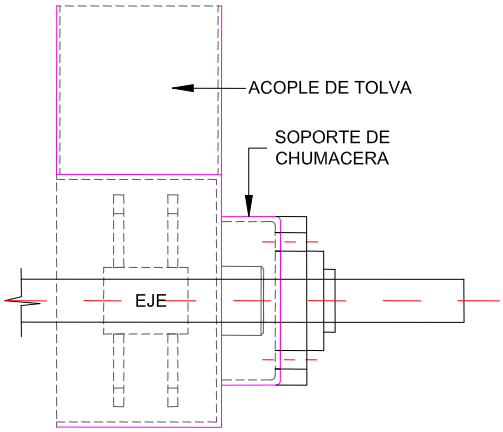


Gráfico 3.45. Detalle de tapa derecha
Fuente: Los autores

3.15.5. Tambor de filtrado interno.

Para el tambor de filtrado interno se selecciona una plancha perforada con agujeros redondos en acero inoxidable (ver anexo 26).

Como se tiene un diámetro promedio de pepas mayor a 1.6mm y una fuerza pequeña en el interior del tambor, se selecciona una plancha del tipo $\frac{D1T2}{\%23}$, con un espesor de 1mm.

Donde: D = Diámetro de perforaciones

T = Separación entre centros

% = Porcentaje de abertura

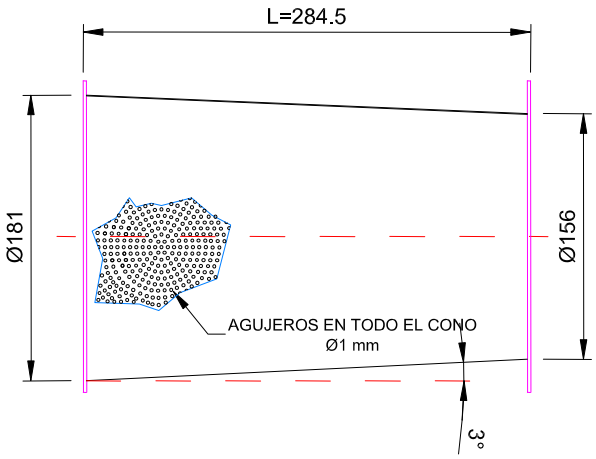


Gráfico 3.46. Tambor de filtrado interno
Fuente: Los autores

3.16. Diseño y selección de pernos.

Para la sujeción de varias partes de la máquina se va a utilizar diferentes pernos, dependiendo de la localización de los pernos pueden estar sometidos a torsión o corte.

Para el presente caso se diseñará los pernos que servirán para unir la tapa brida izquierda con el cuerpo o tambor exterior.

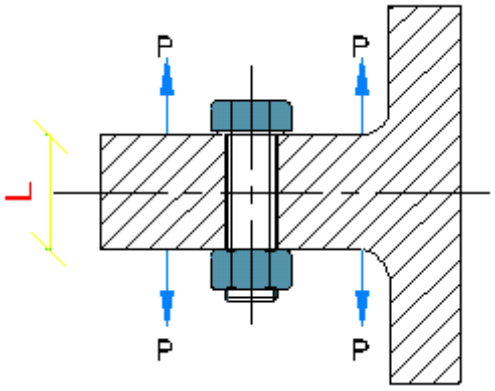


Gráfico 3.47. Junta empernada sometida a torsión
Fuente: Los autores

Se diseña los penos utilizando una carga de prueba, para lo cual se propone una distribución de 8 pernos alrededor de la tapa brida.

La determinación de la carga de prueba es la suma de los pesos del tambor exterior, la tapa brida izquierda y la fuerza producida por el torque.

- Peso de todo el cuerpo =16.84 *Kg* + 6.2 *Kg* = 23.04 *Kg** 9.8 *m/s2=225.79 N*
- Fuerza producida por el torque= 276.12 *N*

Ct = 225.79 *N+276.12 N= 501.91 N*

$$F_p = \frac{Ct}{Np} \qquad (3.77)$$

Donde: F_p = Carga de prueba

$$F_p = \frac{501.91N}{8}$$

Ct = Carga total

$$F_p = 62.73\ N$$

Np = Número de pernos

$S_P = 0.85\ S_Y$ (3.78)

Donde: S_P = Resistencia de prueba

S_Y = Resistencia última

Se utilizara pernos de acero inoxidable según la norma DIN 931, M6x25 clase 6.8, con un límite de rotura $S_Y = 600\ N/mm^2 = 6x10^8\ N/m^2$ (ver anexo 27).

$S_P = 0.85 * 6x10^8\ N/m^2$

$S_P = 5.1x10^8\ N/m^2$

$F_P = A_t * S_P$ (3.79)

Donde: F_P = Carga de prueba

A_t = Área de Tracción

S_P = Resistencia de prueba

Se determina el área de tracción:

$$A_t = \frac{F_p}{S_p}$$

$$A_t = \frac{62.73}{5.1x10^8}$$

$$A_t = 1.23x10^{-7}\,\mathrm{m}^2$$

La rigidez efectiva estimada del perno de cabeza en la zona de sujeción es:

$$Kb = \frac{A_t E}{L_t} \qquad (3.80)$$

Donde: K_b = Rigidez efectiva estimada

Se tiene que el agarre L_t es:

L_t = 6+1.5+6=13.5 mm (dato de diseño)

A_t = Área de Tracción

E = 30x10^6 Psi = 2.07x10^{11} Pa

L_t = Longitud de agarre

$$Kb = \frac{1.23x10^{-7}\,m^2 * 2.07x10^{11}\,N/m^2}{0.0135m}$$

$$Kb = 1886000\ N/m$$

Se procede a determinar la rigidez del elemento, se utiliza pernos M6x25 clase 6.8, según la norma DIN 931 (ver anexo 27) y con los datos de carga de prueba se establece si este resistirá o no los esfuerzos a los que se le van a someter.

Se calcula el modulo de rigidez Km:

$$K_m = \frac{0.577 * \pi * E * d}{2\ln\left\{5\left[\frac{0.577 * l + 0.5 * d}{0.577 * l + 2.5 * d}\right]\right\}} \qquad (3.81)$$

Donde: E = 2.07x10^{11} Pa

$$K_m = \frac{0.577 * \pi * 2.07x10^{11} * 0.00635}{2\ln\left\{5\left[\frac{0.577 * 0.0135 + 0.5 * 0.00635}{0.577 * 0.0135 + 2.5 * 0.00635}\right]\right\}}$$

K_m = Rigidez del elemento

$$K_m = \frac{2382702149}{1.67}$$

l = Longitud de tracción o agarre

$$K_m = 1426767754\ N/m$$

d = Diámetro del perno

La constante de la unión será:

$$C = \frac{K_b}{K_b + K_m} \qquad (3.82)$$

Donde: C = Constante de la unión

$$C = \frac{1886000}{1886000 + 1426767754}$$

K_b = Rigidez efectiva estimada

$$C = 1.32x10^{-3}$$

K_m = Rigidez del elemento

Tensión inicial *Fi*:

$Fi = 0.75\ F_P$ (3.83)

Donde: Fi = Tensión Inicial

$Fi = 0.75 * 62.73\ N$

F_P = Carga de prueba

$Fi = 47.04\ N$

Se calcula la fracción del esfuerzo por apriete:

$$\xi_1 = \frac{F_i}{S_p A_t} \qquad (3.84)$$

Donde: ξ_1 = Fracción del esfuerzo de prueba

$$\xi_1 = \frac{47.04N}{5.1x10^8\ N/m^2 * 1.23x10^{-7}\ m^2}$$

Fi = Tensión inicial

$$\xi_1 = 0.74988044$$

A_t = Área de tracción

S_P = Resistencia de prueba

Ahora se determina la fracción de esfuerzo por carga extrema.

$$\xi_2 = \xi_1 + \frac{C * C_t}{S_P A_t} \qquad (3.85)$$

$$\xi_2 = 0.74988044 + \frac{1.32x10^{-3} * 501.91N}{5.1x10^{8}\ \mathrm{N/m^2}\ * 1.23x10^{-7}\ m^2}$$

$\xi_2 = 0.760441913$

Donde: ξ_1 = Fracción del esfuerzo de prueba que el perno siente cuando se aprieta.

ξ_2 = Fracción del esfuerzo de prueba que el perno siente por la carga extrema.

C = Constante de la unión

A_t = Área de tracción

S_P = Resistencia de prueba

Y para concluir se determina el factor de seguridad:

$$n = \frac{1 - \xi_1}{\xi_2 - \xi_1} \qquad (3.86)$$

$$n = \frac{1 - 0.749880}{0.760441 - 0.749880}$$

$n = 24$

Donde: ξ_1 = Fracción del esfuerzo de prueba que el perno siente cuando se aprieta.

ξ_2 = Fracción del esfuerzo de prueba que el perno siente por la carga extrema.

n = Factor de seguridad.

Con el factor de seguridad se determina si el perno va a satisfacer las condiciones de trabajo para las que se lo selecciono, en este caso el perno DIN 931, M6x25 clase 6.8 será capaz de resistir los esfuerzos de trabajo.

3.17. ELEMENTOS VARIOS.

Existen elementos secundarios que acompañan al cuerpo y a toda la máquina en general, que se describen a continuación.

3.17.1. Bridas.

Teniendo en cuenta el diseño de pernos a utilizarse en la tapa, se dimensiona las bridas con una distribución de 8 pernos y un espesor de 6 mm como se ve en el gráfico 3.48 y 3.49.

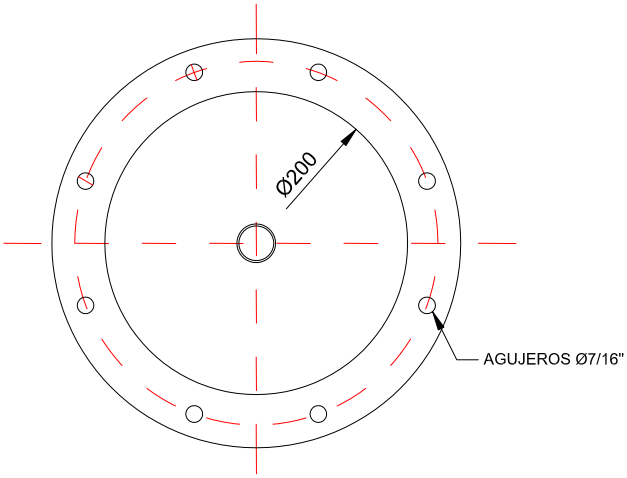


Gráfico 3.48. Brida derecha
Fuente: Los autores

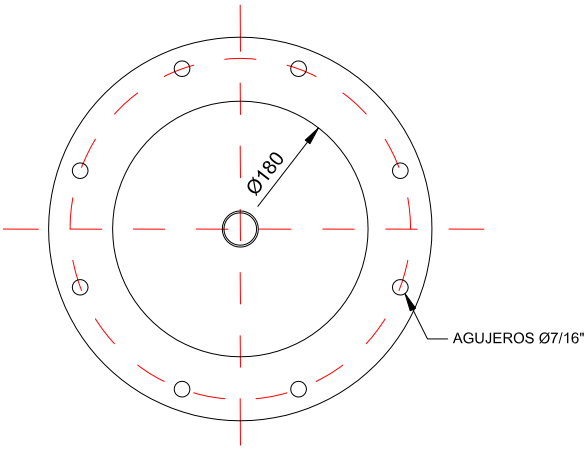


Gráfico 3.49. Brida izquierda
Fuente: Los autores

3.17.2. Soportes del cuerpo.

Teniendo en cuenta que todo el cuerpo de la máquina debe apoyarse en dos soportes, se plantea unos soportes en acero inoxidable AISI 304, con un espesor de 3 mm, los cuales irán soldados mediante soldadura TIG al cuerpo de la máquina, con un refuerzo de una placa.

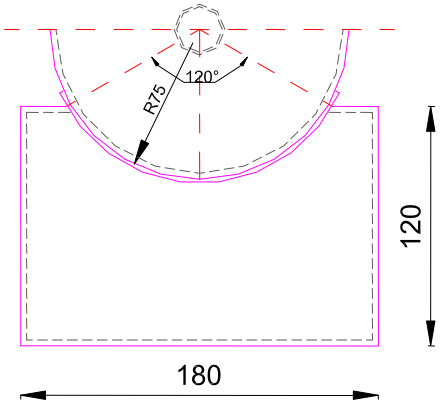


Gráfico 3.50. Soporte derecho
Fuente: Los autores

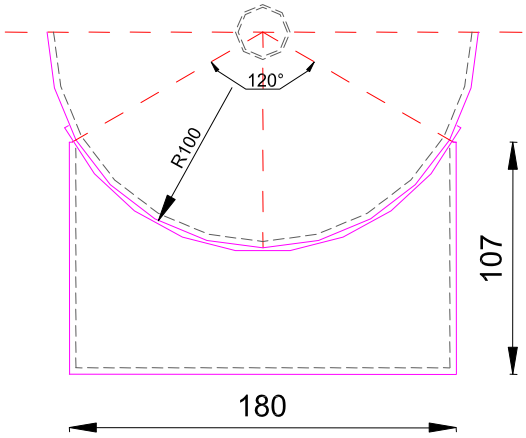


Gráfico 3.51. Soporte izquierdo
Fuente: Los autores

3.17.3. Soportes de chumaceras.

Al ser una pieza parte del cuerpo y teniendo que soportar a las chumaceras, se hace un diseño geométrico como se ve en la figura 3.52, se utiliza acero inoxidable AISI 304 con un espesor de 3mm.

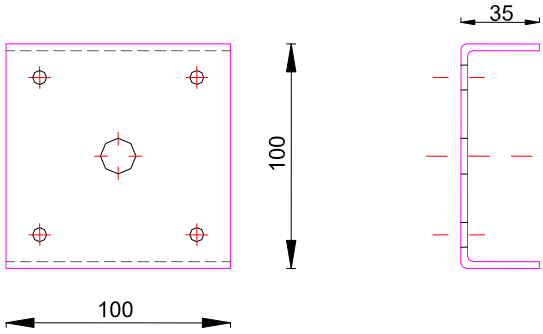


Gráfico 3.52. Soporte para chumaceras
Fuente: Los autores

3.17.4. Placa base del motor.

Conservando el mismo tipo de material acero inoxidable AISI 304, se selecciona una placa de 6 mm de espesor a la cual se le hará cuatro orificios para fijar al motor, y un ojo chino para poder hacer el ajuste de bandas por medio de un perno regulador.

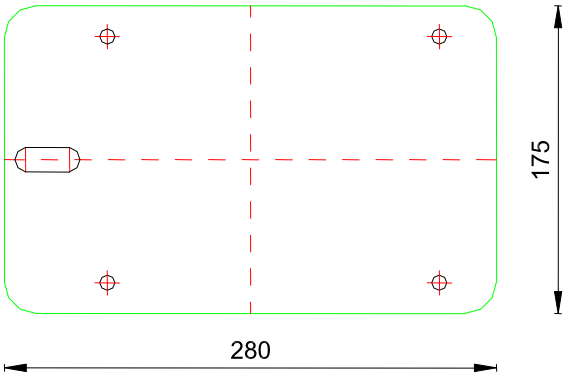


Gráfico 3.53. Soporte para chumaceras
Fuente: Los autores

3.18. DISEÑO ESTRUCTURAL DEL BASTIDOR.

Para la selección de la estructura que soportará a todo el cuerpo de la máquina, se plantea una forma geométrica como la del gráfico 3.54 y 3.55.

Su construcción se lo hará en acero inoxidable AISI 304, con perfiles tipo C, pero al no existir en el mercado nacional este tipo de perfiles en acero inoxidable, se doblará las planchas y se obtendrá el tipo de perfil requerido.

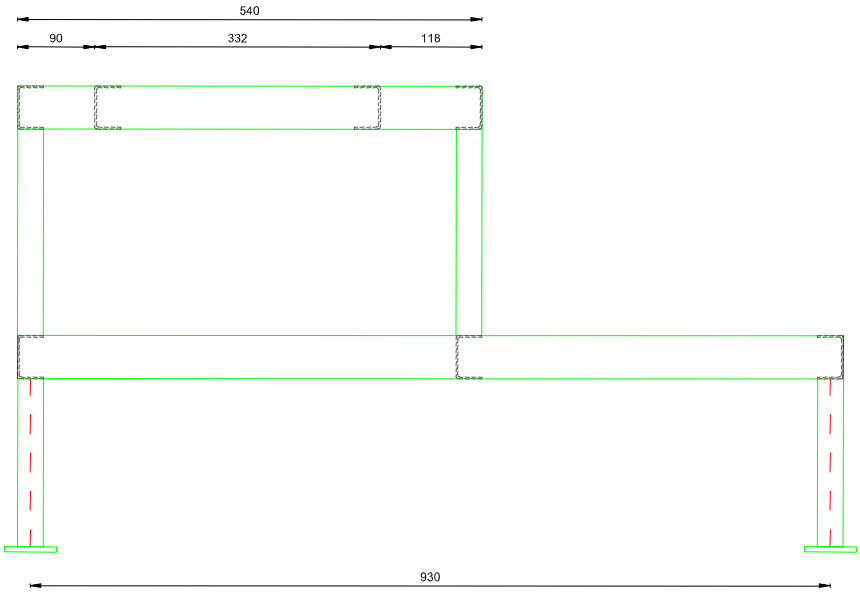


Gráfico 3.54. Vista frontal del bastidor

Fuente: Los autores

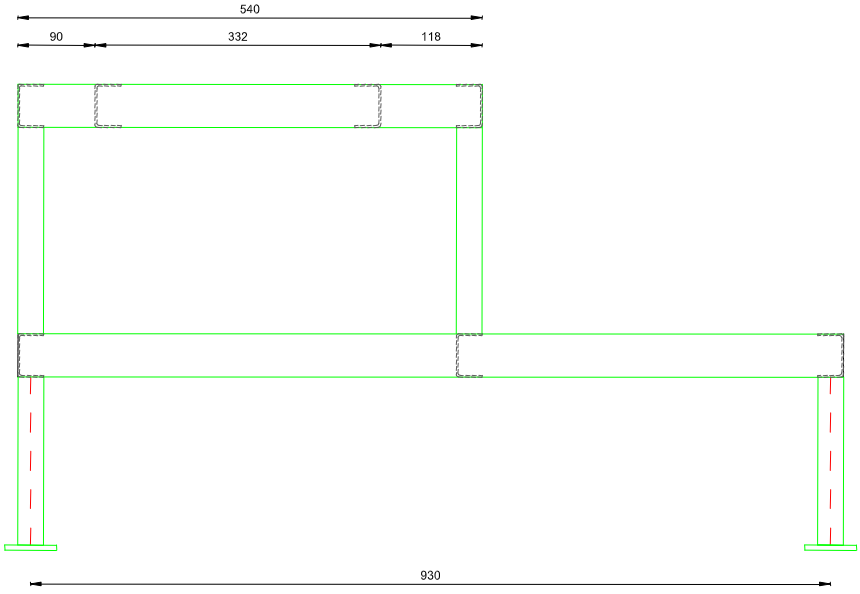


Gráfico 3.55. Vista lateral del bastidor

Fuente: Los autores

3.18.1. Análisis de cargas.

Las cargas más influyentes que se presentan para el diseño del bastidor son:

3.18.2. Carga viva.

Se toma en cuenta esta carga ya que se necesita hacer limpieza, mantenimiento o por construcción y el peso de la fruta cuando está en el punto más crítico, lleno total.

$C_{viva1}=P_{persona}+P_{fruta}$

$C_{viva1}=65+30$

$C_{viva1}=95\ Kg$

Donde: C_{viva1} = Carga viva total que actúa en el cuerpo

$C_{viva2}=65\ Kg$

Donde: C_{viva2} = Carga viva total que actúa en la estructura donde se ubica el motor

3.18.3. Carga muerta.

Se considera como carga muerta 1 al peso propio de todos los elementos que conforman el cuerpo y carga muerta 2 al peso del motor, placa, protección y otros.

$C_{muerta1}=50\ Kg$

$C_{muerta2}=40\ Kg$

Para el diseño del bastidor se lo hará mediante el programa Sap 2000 V11.0, donde se consideran las cargas descritas anteriormente con un factor de seguridad n = 2, según recomendación del anexo 19.

Se tiene que tener en cuenta que el programa considera el peso propio de la estructura.

Según el análisis y diseño realizado en el programa Sap 2000 V11.0 (ver anexo 28), para la fabricación del bastidor se utilizara un perfil tipo C en acero Inoxidable Aisi 304 de 50x30x2 mm.

Este tipo de perfil se utilizará para toda la estructura debido a que se necesita conservar su sección y medidas para su unión, soldadura y una mejor visualización.

3.18.4. Sistema eléctrico.

El sistema eléctrico consta de un cajetín on / off, el cual contiene dos botones, on para su accionamiento y off para el paro de la máquina.

La máquina tendrá un tiempo de operación entre 30 y 60 minutos, con un servicio periódico, ya que se necesita hacer limpieza del tambor interno de filtrado para una mejor producción.

Se tiene una intensidad de corriente del motor de 29.0 / 13.5 Amperios.

Por las características mencionadas anteriormente, su cableado se lo hará con cable sólido # 10 o similar, según anexo 29.

3.19.0 SELECCIÓN DE LA SOLDADURA

Para seleccionar el método más adecuado de soldadura en la construcción de la máquina se ha tomado como referencia la resistencia del cordón y el que no produzca escorias ni corrosión debido a que la utilización de la misma es para el sector alimenticio.

El desarrollo de la soldadura mediante el proceso "TIG" hace que sean las soldaduras más limpias y puras comparadas con otros métodos, y por ende es el más utilizado en la construcción de máquinas alimenticias con aceros inoxidables.

En el proceso de soladura se elige el sistema TIG porque es más resistente, dúctil y segura contra la corrosión que las realizadas por los otros sistemas, todo el proceso se realiza sin proyecciones, chispas, escoria o humos. Puede emplearse para soldar prácticamente todos los metales que se utilizan en la industria:

Cuando se necesita alta calidad y mayores requerimientos de terminación, se hace necesario utilizar el sistema TIG para lograr soldaduras homogéneas, de buena apariencia y con un acabado completamente liso.

De este modo, se elimina la posibilidad inclusiones en el metal depositado, no hay necesidad de limpieza posterior en la soldadura, y hacerse tanto de forma manual como automática.

3.19.1 Descripción General.

La soldadura mediante el proceso "TIG" efectúa la unión del metal por medio del calentamiento que produce el arco eléctrico. Una terminal es generalmente un electrodo de Tungsteno y la otra es la pieza a soldar que se va a trabajar. El arco eléctrico es protegido de la contaminación de la atmósfera, mediante la pantalla de un gas inerte.

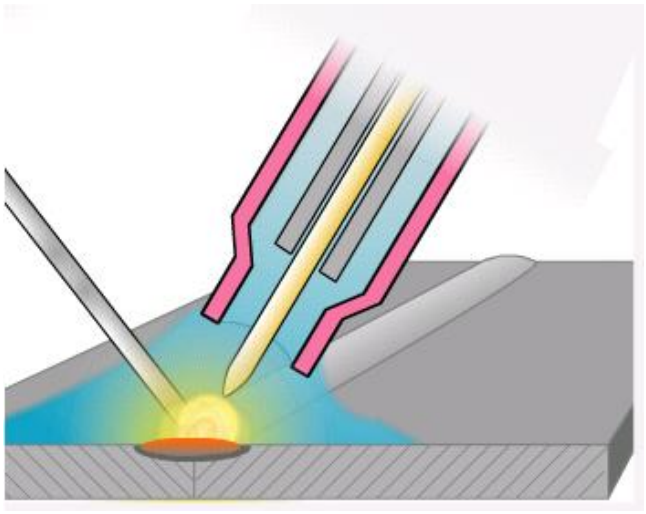


Gráfico 3.56. Soldadura TIG
Fuente: http://www.esab.com/es/sp/education/proceso-gtaw-tig.cfm

Para la unión mediante soldadura de todos los elementos que conforman la máquina, se utilizará material de aporte tipo ER 308L Ø 1/16”x 36”, un electrodo de tungsteno al 2% de Torio T 3327 Ø 3/32”x7”, gas Argón al 100%.

CAPÍTULO 4

CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN, ANÁLISIS DE COSTOS, MANUAL DE MANTENIMIENTO, MANUAL DE FUNCIONAMIENTO, PROTOCOLO DE PRUEBAS

CAPÍTULO IV

4.0. CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN.

Para obtener la capacidad de producción de la máquina, se procederá a tomar varios resultados de las pruebas realizadas, se deberá tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- Peso de cada carga
- Medir la velocidad angular
- Medir el tiempo de procesamiento
- Calcular la capacidad de la máquina

4.1. Resultados de las pruebas.

Las pruebas se han realizado con una sola fruta, la guayaba, para lo cual se ha obtenido los siguientes resultados.

Tabla 4.1. Resultado de pruebas en guayaba.

Velocidad angular W (rpm)	Peso de carga P (Kg)	Diámetro de agujeros de tamiz Ø (mm)	Tiempo de procesamiento t (min)	Pulpa Pp (Kg)	Desechos D (Kg)
560	6.6	1	1.0	4.6	2.0
560	9	1	1.5	6.8	2.2
560	11.35	1	2.0	8.63	2.72

Fuente: Los autores

4.1.1. Análisis de los resultados.

Para la fruta seleccionada se ha obtenido una capacidad de producción de 250 kilogramos por hora.

4.2. A NÁLISIS DE COSTOS.

4.2.1. Introducción.

El análisis de costos, tiene por objetivo determinar el monto total de los recursos económicos necesarios para la construcción 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 tomará en cuenta los costos parciales de:

- Materiales directos
- Elementos normalizados
- Costos de maquinado
- Costos de montaje

De igual manera para determinar el costo total indirecto, se tomará en cuenta los costos parciales de:

- Materiales indirectos
- Costos de ingeniería
- Gastos de imprevistos

Con la suma total de los costos directos e indirectos se podrá obtener el costo total de la máquina.

4.3. ANÁLISIS DE COSTOS DIRECTOS.

4.3.1. Costos de materiales directos.

Se denominan materiales directos a la materia prima que se utiliza para construir los elementos que conforman la máquina.

Tabla 4.2. Costos de materiales directos.

MATERIAL	***CANT***	***VALOR UNIT(usd)***	***VALOR TOT(usd)***
Plancha acero inoxidable AISI 304 1220x2440x6 mm, plancha utilizada (1/4 de plancha).	1	400.00	400.00
Plancha acero inoxidable AISI 304 1220x2440x3 mm, plancha utilizada (½ de plancha).	1	183.85	183.85
Plancha acero inoxidable AISI 304 1220x2440x2 mm	1	260.85	260.85
Eje macizo acero inoxidable AISI 304 Ø1”,L=800 mm	1	30.20	30.20
Eje hueco acero inoxidable AISI 304 Øext15/8”L=500mm (Bocines).	1	20.50	20.50
Plancha de acero inoxidable perforada AISI 304, tipo D1T2.5 / %25, e=1mm (1/4 de plancha).	1	100.00	100.00
Nylon / Caucho sanitario (Silicón de alta temperatura)	1	110.00	110.00
SUBTOTAL			*1105.40*

Fuente: Acero Comercial Ecuatoriano

4.3.2. Costos de elementos normalizados.

Son elementos de libre comercialización en el mercado y no necesitan ser alterados para su uso.

Tabla 4.3. Costos de elementos normalizados.

MATERIAL	***CANT***	***VALOR UNIT(usd)***	***VALOR TOT(usd)***
Chumaceras de pared tipo YET. Para Ø= 1”	2	8.50	17.00
Pernos de acero inoxidable AISI 304 M6x25, otros.	24	1.20	28.80
Motor monofásico 2HP	1	185.00	185.00
Banda tipo A-33, Dayco.	2	7.50	15.00
Polea de aluminio doble ranura Ø ext. = 66mm	1	8.20	8.20
Polea de aluminio doble ranura Ø ext. = 192mm	1	22.50	22.50
SUBTOTAL			*276.50*

Fuente: Acero Comercial Ecuatoriano

4.3.3. Costos de maquinado.

Es el valor de la mano de obra directa empleada en máquinas herramientas y equipamiento eléctrico.

Tabla 4.4. Costos de maquinado

MAQUINA	***COSTO POR MÁQUINA + MANO DE OBRA (usd/h)***	***TIEMPO TOTAL (h)***	***VALOR TOTAL(usd)***
Torno	12.00	5	60.00
Soldadura	20.00	4	80.00
Cizalla	20.00	1/2	10.00
Dobladora	20.00	1/2	10.00
Taladro	10.00	3	30.00
SUBTOTAL			*190.00*

Fuente: Aceros "El Che"

4.3.4. Costo de montaje.

Es el costo de la mano de obra necesaria para el armado y ensamblado de cada una de las partes y accesorios. Se considera el trabajo de 2 personas durante 3 días, con un costo de $ 20 diarios c/ trabajador, teniendo un costo total de $ 120.00.

4.4. COSTO TOTAL DIRECTO.

Tabla 4.5. Costos total directo.

COSTOS	***VALOR (usd)***
Materiales directos	*1105.40*
Elementos normalizados	*276.50*
Maquinado	190.00
Montaje	120.00
SUBTOTAL	***1691.90***

Fuente: Los autores

4.5. ANÁLISIS DE COSTOS INDIRECTOS.

4.5.1. Costos de materiales indirectos.

Los materiales indirectos son los que se utilizan en la preparación de la materia prima, no forman parte en los mecanismos.

Tabla 4.6. Costos de materiales indirectos.

MATERIAL	***CANT***	***VALOR UNIT(usd)***	***VALOR TOT(usd)***
Electrodos/ Material de aporte	1Kg	-	40.00
Argón industrial	3m3	23.00	23.00
Discos para pulir tipo Flap	3	7.50	22.50
Guaype	10	0.10	1.00
Otros	-	30.00	30.00
SUBTOTAL			*116.50*

Fuente: Acero Comercial Ecuatoriano

4.5.2. Costos de ingeniería.

Es el costo en que el ingeniero con experiencia en diseño de maquinaria alimenticia ha dedicado durante un tiempo determinado. Se emplean aproximadamente unas 40 horas.

Un ingeniero con estas características percibe un mínimo de $ 25 por cada hora ingenieril, por lo tanto el costo del diseño es 1000 dólares.

4.5.3. Gastos de imprevistos.

Son los costos de movilización de personas y transporte de materiales. Se estima unos 30 dólares aproximadamente.

4.6. COSTO TOTAL INDIRECTO.

Tabla 4.7. Costos total indirecto.

COSTOS	***VALOR (usd)***
Materiales indirectos	*116.50*
Ingeniería	1000.00
Imprevistos	30.00
SUBTOTAL	***1146.50***

Fuente: Los autores

4.7. COSTO TOTAL DE LA MÁQUINA.

Tabla 4.8. Costo total.

COSTOS	***VALOR (usd)***
Directos	*1691.90*
Indirectos	*1146.50*
TOTAL(NO INCLUYE I.V.A)	***2838.40***

Fuente: Los autores

4.8. MANUAL DE MANTENIMIENTO.

4.8.1. Introducción.

El presente manual provee las pautas y los procedimientos básicos para mantener el equipo en buenas condiciones.

La duración del servicio satisfactorio obtenido del equipo dependerá, en parte, de la instalación y el mantenimiento adecuados.

Este manual de instrucciones se suministra para presentar la información básica sobre el funcionamiento y mantenimiento de la máquina; debido a las tantas variaciones y unidades de diseños especiales, es imposible abarcar cada variación de diseño o contingencia que pueda surgir, no obstante, la información básica aquí contenida abarcará la mayoría de las aplicaciones.

El mantenimiento preventivo y predictivo es el que se selecciona para la máquina despulpadora de fruta, con los dos mantenimientos se prolongará la vida útil de la misma a si como su correcto funcionamiento.

4.8.2. Mantenimiento preventivo.

Este tipo de mantenimiento surge de la necesidad de rebajar el correctivo y todo lo que representa. Pretende reducir la reparación mediante una rutina de inspecciones periódicas y la renovación de los elementos dañados, si la segunda y tercera no se realizan, la tercera es inevitable.

4.8.2.1. Características.

Básicamente consiste en programar revisiones, apoyándose en el conocimiento de la máquina en base a la experiencia y los históricos obtenidos de la misma. Se confecciona un plan de mantenimiento para la máquina, donde se realizarán las acciones necesarias, engrasar, cambiar correas, desmontaje, limpieza, etc.

4.8.3. Mantenimiento Predictivo.

Este tipo de mantenimiento se basa en predecir la falla antes de que esta se produzca.

Se trata de conseguir adelantarse a la falla o al momento en que el equipo o elemento deja de trabajar en sus condiciones óptimas. Para conseguir esto se utilizan herramientas y técnicas de monitores de parámetros físicos.

El uso del mantenimiento predictivo consiste en establecer, en primer lugar, una perspectiva histórica de la relación entre la variable seleccionada y la vida del componente.

Esto se logra mediante la toma de lecturas (por ejemplo la vibración de un cojinete) en intervalos periódicos hasta que el componente falle.

4.8.3.1. Características.

El mantenimiento predictivo es una técnica para pronosticar el punto futuro de falla de la componente de la máquina despulpadora, de tal forma que dicha componente pueda reemplazarse, con base a un plan elaborado, justo antes de que se produzca la falla.

Así, el tiempo muerto de la máquina despulpadora se minimiza y el tiempo de vida de las componentes de las mismas se maximiza.

4.8.4. Mantenimiento de la máquina.

El mantenimiento de la máquina despulpadora de fruta debe ser un sistema organizativo e informativo que debe estar encaminado a la permanente consecución de los siguientes parámetros.

- Optimización de la disponibilidad del equipo productivo.
- Disminución de los costos de mantenimiento.
- Optimización de los recursos humanos.
- Maximización de la vida de la máquina.

4.8.5. Objetivos del mantenimiento.

- Evitar, reducir, y en su caso, reparar, las fallas de los elementos que constituyen la máquina despulpadora.
- Evitar detenciones inútiles o para de máquinas para no afectar la producción, de la misma.
- Evitar incidentes y aumentar la seguridad para las personas.
- Conservar la máquina despulpadora en condiciones seguras y preestablecidas de operación.
- Alcanzar o prolongar la vida útil de la máquina.

4.8.6. Fallas Tempranas.

Ocurren al principio de la vida útil y constituyen un porcentaje pequeño del total de fallas. Pueden ser causadas por problemas de materiales, de diseño o de montaje en la máquina.

4.8.7. Fallas adultas.

Son las fallas que presentan mayor frecuencia durante la vida útil. Son derivadas de las condiciones de operación y se presentan más lentamente que los anteriores ejemplos: (cambios de rodamientos de una máquina, etc.).

4.8.8. Fallas tardías.

Representan una pequeña fracción de las fallas totales, aparecen en forma lenta y ocurre en la etapa final de la vida útil de la máquina, ejemplo (envejecimiento de la aislación de un pequeño motor eléctrico)

4.8.9. Mantenimiento para el operador.

- En este tipo de mantenimiento se responsabiliza del primer nivel de mantenimiento al operario de la máquina.
- El trabajo de mantenimiento delimita hasta donde se debe formar y orientar al personal, para que las intervenciones efectuadas por el sean eficaces.
- El mantenimiento de la despulpadora de fruta que se realice por el personal tiene que tener acceso con facilidad a todos los componentes que deban ser verificados de manera regular.
- La norma es especialmente aplicable al mantenimiento de la lubricación, el mantenimiento de la máquina debe seguir un conjunto de reglas y planes.

- El mantenimiento en la máquina debe ser hecho con estricto requisitos sobre higiene impuestos en el proceso de elaboración de alimentos.

4.8.10. Mantenimiento de los elementos de la máquina.

El mantenimiento del sistema de alimentación comprende, la lubricación, la tensión de la banda, transmisión de potencia, la limpieza de cuchillas, rascadores, salida de desperdicio, las paletas y el tamiz.

Para realizar el mantenimiento de este mecanismo se recomienda realizar:

- Inspección
- Limpieza
- Ajustes
- Lubricación

4.8.11. Inspección.

Se recomienda una inspección diaria de todo el equipo para encontrar piezas dañadas, fallas leves o imperfecciones en el equipo.

La máquina debe ser monitoreada durante su operación para identificar anomalías durante el proceso y éstas sean corregidas.

Durante la operación, si se identifica que no se está realizando el corte de la fruta correctamente, es señal de que requieren hacer ajustes o reparaciones o en caso extremo recurrir a un chequeo general y detallado de la máquina. Durante la inspección si se encuentran partes rotas, éstas deben ser reemplazadas o reparadas antes de que el problema se agrave y afecte a otros sistemas y sé causa de un paro de la máquina.

4.8.12. Limpieza.

Se tienen que mantener todos los componentes de los elementos de la máquina completamente limpios y libres de polvos, grasa o residuos de pulpa de frutas, ya que éstos pueden hacer que la sincronía del sistema se desajuste o se dañe, y por consiguiente general algún daño en alguno de los elementos que forman el sistema.

En lo referente a las cuchillas, éstas se deben limpiar constantemente para evitar problemas con la operación de corte.

Este proceso debe ser monitoreado constantemente para que la fruta sea procesada satisfactoriamente.

Se recomienda realizar una limpieza detallada del mecanismo después de cada proceso de elaboración de la pulpa de fruta.

4.8.13. Ajustes.

Es indispensable analizar todos los tornillos de la estructura, es posibles que debido a vibraciones se aflojen, si es así deben ajustarse.

4.8.14. Lubricación.

Una de las partes más importante del mantenimiento es la lubricación, que se lleva a cabo en los puntos y partes que se encuentran en constante fricción, dentro de los componentes a lubricar se encuentran los rodamientos.

Es necesario remover el exceso de lubricante con una estopa, para evitar la contaminación del jugo o goteo, para el caso de los rodamientos, estos deben ser suministrados de grasa recomendada por el fabricante, además de tener un chequeo semanal para tener en óptimas condiciones la máquina.

Cabe mencionar, que después de los trabajos de limpieza realizados a la máquina entera, está, debe quedar completamente seca para evitar oxidación en algunos elementos de la máquina, por esta razón, es que dichas partes deben estar siempre cubiertas con una capa de pintura que los proteja, y es recomendable que en un lapso de cada tres meses se realicen trabajos de pintura y en su caso agregar un nuevo recubrimiento.

La lubricación de la máquina y componentes es necesaria para disipara calor, prevenir el desgaste y reducir la fricción.

En la industria alimenticia, se utilizan muchos tipos de lubricantes y fluidos dependiendo de los requisitos de la aplicación ejemplos:

- Acción sellante (grasas lubricantes)
- Proteger contra la corrosión

La norma ISO 6743 divide los lubricantes industriales en 14 familias distintas dependiendo de la aplicación.

Tabla 4.9. Calcificación ISO de los lubricantes.

Categoría	ISO-L-6743
Aceites de engranajes	parte 6, familia CKB
Aceites hidráulicos	parte 4, familia HM y HV
Aceites de compresores	parte 3, familia DA (succión), o DV (rotatorio)
Grasas lubricantes	parte 9, familia X
Aceites térmicos	parte 12, familia Q

Fuente: http://www.alcion.es/Download/ArticulosPDF/al/gratis/05articulo.pdf

4.8.15. La tolva.

Se reduce a la limpieza de la misma, luego del proceso de despulpado, es posible que queden residuos adheridos a las partes internas.

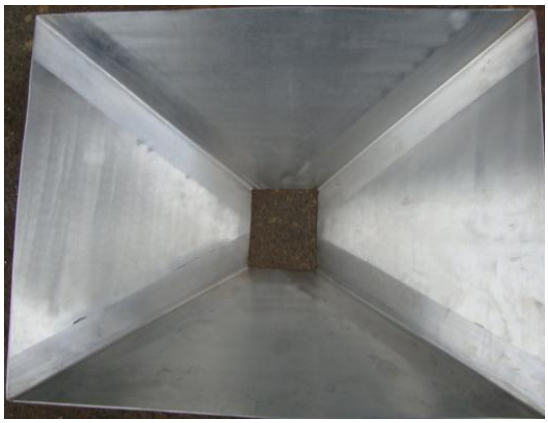


Gráfico 4.1.Tolva
Fuente: Los autores

4.8.16. Mantenimiento en chumaceras.

Engrasar las chumaceras manualmente cada 40 horas de servicio y revisar que los tornillos que las sujetan estén bien apretados, de lo contrario apretar.

Al remplazar una chumacera se deberá comprar la tuerca de seguridad de los tornillos y nunca se deberá poner una tuerca de seguridad usada.

Gráfico 4.2. Chumacera
Fuente: Los autores

4.8.17. Rodamientos.

Verificar los rodamientos que se encuentre en perfecto estado cada 160 horas de servicio si estos empiezan a zumbar o producen ruido diferente a lo normal, cambiar inmediatamente.

4.8.18. Bandas.

Verificar que las bandas estén en buen estado y bien tensadas cada 80 horas de servicio.

Gráfico 4.3. Bandas
Fuente: Los autores

4.8.19. Cuchillas

Verificar que las cuchillas estén bien afiladas cada 80 horas de trabajo, si es necesario afilarlas.

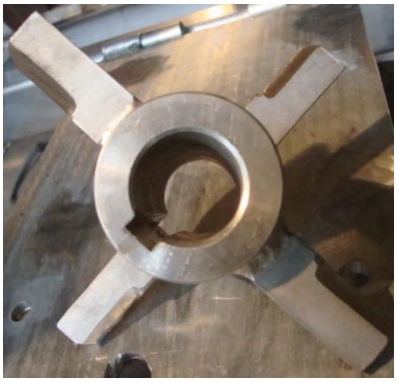


Gráfico 4.4. Cuchillas
Fuente: Los autores

4.8.20. Paletas.

Verificar que las paletas estén en su lugar y sin desgaste cada 80 horas de trabajo.

Gráfico 4.5.Paletas
Fuente: Los autores

4.8.21. Agitador.

Al realizar el mantenimiento interno del tambor tener mucho cuidado con desalinear el agitador.

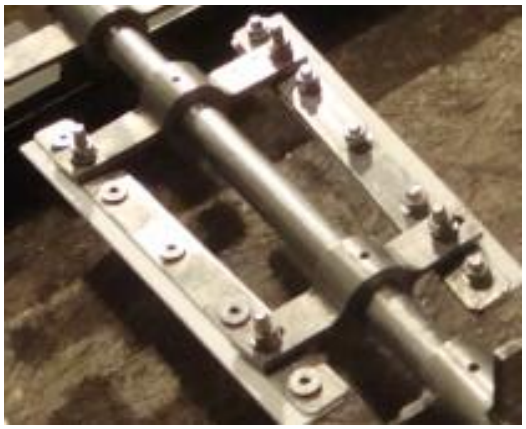


Gráfico 4.6.Agitador
Fuente: Los autores

4.8.22. Tambor exterior.

Después de cada proceso de despulpado de frutas es necesario lavar con agua a presión para que se limpie tanto el tambor exterior en su parte externa e interna y al mismo tiempo el tambor interior, las bocas de descarga de pulpa, y la boca de salida de cáscara y pepa de la fruta. Chulillas, paletas y el agitador.

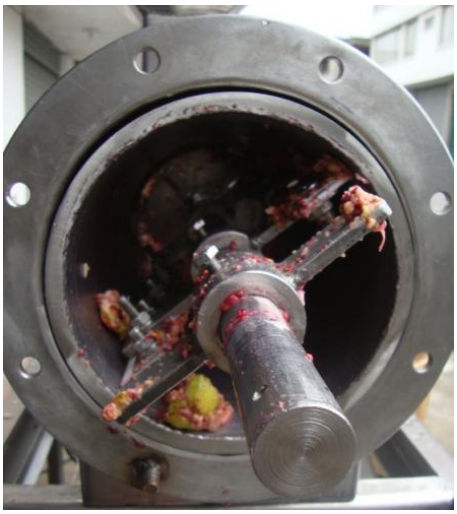


Gráfico 4.7. Vista lateral

(Tambor exterior, tambor interior Agitador, cuchillas, eje)
Fuente: Los autores

4.8.23. La máquina incorrectamente lubricada puede dar lugar a:

- Aumento en el desgaste de la máquina
- Parada no planificada en el proceso de despulpado
- Disminución de calidad

4.8.24. Utensilio de limpieza para las partes de aceros inoxidables.

Para eliminar la suciedad, polvo, se utilizara un paño húmedo o una gamuza.

Para eliminar la suciedad más difícil se utilizan los estropajos de nylon los conocidos como (SCOTH BRITE), no se deben utilizar estropajos de acero, bayetas o cepillos de alambres.

Dependiendo de la cantidad de suciedad y de la acumulación de depósito, la frecuencia de una limpieza regular es de 6 a 12 meses para una suciedad moderada y de 3 a 6 meses para una suciedad más abundante.

4.8.25. Herramienta de mantenimiento.

A continuación se presenta una lista de las herramientas y otros elementos necesarios para realizar el mantenimiento básico de la despulpadora.

- Banco de trabajo
- Martillo
- Mazo de cabeza de plástico
- Taladro portátil
- Juego de brocas
- Sierra manual
- Juego de destornilladores
- Pinzas
- Alicates
- Juegos de llaves
- Pernos, tuercas y chumaceras más comunes para repuestos
- Flexómetro

- Multímetro digital
- Cepillo de cerdas plásticas
- Brochas
- Grasa mineral y aceite lubricante

4.8.26. Hoja de mantenimiento.

El objetivo de esta hoja es proporcional al operario una serie de tareas, que debe realizarse, para mantener el buen funcionamiento de la misma, la eficiencia, mediante un buen control preventivo.

Tabla 4.10. Tabla de mantenimiento.

Programa de mantenimiento de la máquina despulpadora				
Código máquina: 001 Potencia: 2HP Voltaje: 110,220 V Fecha:		Hora Inicio: Hora final:		
Elemento	Operación	Diario	Semanal	Mensual
Estructura general	Limpieza	X		
Tambor Exterior	Limpieza	X		
Bandas	Revisión			X
Motor	Revisión			X

Fuente: Los autores

4.9. MANUAL DE OPERACIÓN.

4.9.1. Introducción.

Es muy importante que antes de operar la máquina se realice la lectura minuciosa del manual de operación y mantenimiento.

Si realiza una adecuada instalación, se lleva a cabo el plan de mantenimiento y se opera según el manual, la máquina no presentará problema de ningún tipo, el plan de mantenimiento va relacionado directamente con la buena operación de la misma, ya que el operador deberá entender y conocer las precauciones de seguridad antes de usarla.

Gráfico 4.8. Vista frontal de la máquina
Fuente: Los autores

4.9.2. Seguridad Industrial.

El manejo de la máquina requiere ciertas precauciones para evitar accidentes laborales.

- Las conexiones eléctricas deben estar correctamente aisladas y realizar la conexión a tierra para evitar cualquier descarga eléctrica.
- Evitar que los elementos mecánicos en movimientos queden desprotegidos.
- Usar orejeras si lo es necesario.
- El operario deberá utilizar el equipo de seguridad sugerido, cubre boca, mandil y guantes de látex para evitar la posible contaminación en el proceso de despulpado.
- Es importante comentar que el usuario por ningún motivo debe introducir las manos con la máquina en movimiento, esto para evitar posibles accidentes.
- Para el mantenimiento asegurarse de que el suministro eléctrico este totalmente desconectado.

4.9.3. Verificación de la fruta y máquina.

- Verificar que la fruta que ingrese al proceso sea de alta calidad y se encuentre en buen estado.
- Verificar que la máquina se encuentre libre de sustancias y artículos extraños tales como polvo para evitar alteraciones.
- Estar seguro de que todos los sistemas y componentes se encuentren en su estado y posición optima para comenzar a operar.

4.9.4. Comprobaciones.

- Comprobar que el espacio donde será colocada la máquina cuente con la superficie totalmente plana, ya que de lo contrario esto afectaría a la operación de la misma.

- Se requiere que el lugar de trabajo cuente con las dimensiones mínimas requeridas que son de 2.5 m de alto, 2.0 m de ancho y 2.5 m de largo.
- Que no se encuentre personal ajeno al proceso de despulpado.

4.9.5. Inspecciones.

- Inspeccionar que se cuente con una conexión de corriente eléctrica de 110 V, 220V.
- Debemos asegurarnos que el botón de control se encuentre en la posición de apagado
- Verificar que la máquina se encuentre conectada a la corriente eléctrica.
- Confirmar que la tolva alimentadora cuente con suficiente fruta para comenzar el proceso.

4.9.6. Funcionamiento.

- Seleccionar las frutas, lavar la misma y si es necesario cortar la fruta en dos

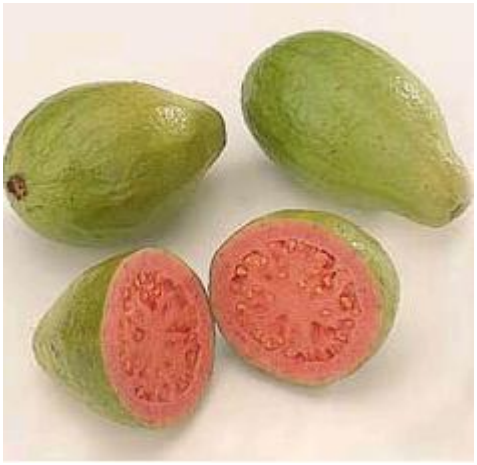


Gráfico 4.9. Selección y lavado de frutas
Fuente: Los autores

- Encender el interruptor de control y esperar un tiempo (1minuto) a que todo el sistema se estabilice.

Gráfico 4.10. Interruptor
Fuente: Los autores

- Cargar la fruta hasta el nivel de llenado de la tolva.

- Una vez cargada la fruta, esta resbala por la tolva hacia las cuchillas de corte, las cuales están girando a grandes revoluciones.

- La fruta es cortada y trozada, para luego transportar el producto hacia el tambor interno de filtrado.

- Esta fruta trozada es enviada hacia las paredes del tambor de filtrado interno, por medio del agitador que esta rotando a grandes revoluciones.

Gráfico 4.11. Frutas enviada al tambor interno
Fuente: Los autores

- La pulpa sale por los orificios del tambor interno, filtrando así las semillas y cáscaras de la fruta.

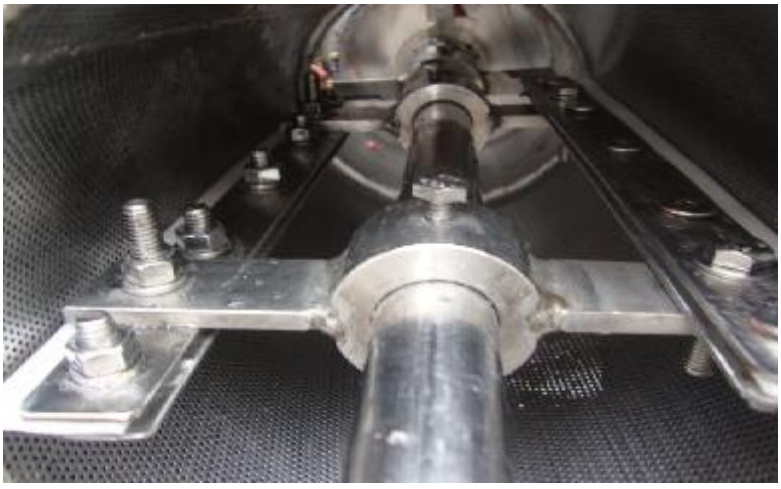


Gráfico 4.12. Vista del agitador y el tambor interior.
Fuente: Los autores

- Las semillas y cáscaras filtradas, por rotación salen del tambor de filtrado interno hacia la salida de desperdicios.

Gráfico 4.13. Salida de pepas y cáscara de frutas
Fuente: Los autores

- La pulpa que sale del tambor de filtrado interno, en cambio cae hacia el fondo del tambor externo llevando a la pulpa hacia el cono de descarga.

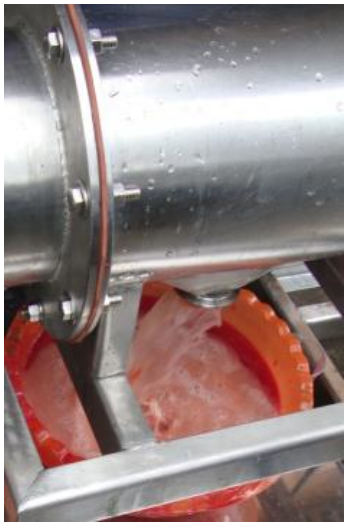


Gráfico 4.14. Salida de pulpas de frutas al recipiente
Fuente: Los autores

4.9.7. Recomendaciones para el proceso.

- ❖ Por ningún motivo se debe apagar la máquina a la mitad del proceso, siempre se debe apagar cuando el proceso haya terminado.
- ❖ Una vez terminado el ciclo de trabajo de un día, se debe apagar la máquina y asegurarse de limpiar, de preferencia proyectar un chorro de agua desde la tolva alimentadora hasta el sistema de corte y exprimido.
- ❖ Evitar dejar residuos de pulpa ya que este se puede agriar y producir malos olores.

4.10. PROTOCOLO DE PRUEBAS.

Una vez construida la máquina despulpadora de frutas, se debe realizar una serie de pruebas que verifiquen su funcionamiento. Estas pruebas se detallan en un protocolo de pruebas que verifica los siguientes aspectos.

- Dimensiones.
- Inspección de materiales.
- Inspección visual de juntas empernadas, soldadas y rebabas.
- Funcionamiento en vacío.
- Funcionamiento con carga.
- Capacidad de producción.

4.11. Verificación de las dimensiones principales.

Se realiza las mediciones de las dimensiones principales como su longitud, ancho y altura de la máquina construida, para luego comparar con las dimensiones que se exponen en los planos.

Tabla 4.10. Dimensiones.

Fabricantes: Edison Defaz y Fernando Tuza							
Cliente: Aceros Inoxidable " El che"							
Descripción: Presentación Final							
Elemento	Descripción de la operación	Instrumento de medición	Valor medido	Valor nominal	Tolerancia	Aprobado	
						Si	No
Largo (mm)	Medición	Flexómetro		963	+/-2		
Ancho (mm)	Medición	Flexómetro		600	+/-2		
Alto (mm)	Medición	Flexómetro		1080	+/-2		

Fuente: Los autores

4.12. Inspección de materiales.

Se realiza la comprobación de materiales y las especificaciones de los mismos utilizados en la construcción de la máquina.

Tabla 4.11. Materiales.

Fabricantes: Edison Defaz y Fernando Tuza				
Cliente: Aceros Inoxidables " El che"				
Descripción: Presentación Final				
Ítem	Referencia	Especificación	Aprobado Si	No
1	Estructura	Perfil tipo c AISI 304		
2	Motor	2 HP Monofásico		
3	Protección del motor	AISI 304		
4	Polea menor	Fundición Al		
5	Bandas de transmisión	Coreas tipo "A" EN "V"		
6	Polea mayor	Fundición Al		
7	Chumaceras	UCP2		
8	Tambor exterior	AISI 304		
9	Salida de pulpa	AISI 304		
10	Salida de desperdicio	AISI 304		

Fuente: Los autores

4.13. Inspección visual de juntas empernadas, soldadas y rebabas.

Se verifica el ajuste correcto de pernos y de las juntas soldadas, de manera que exista una buena soldadura que garantice seguridad en toda la máquina, y que no existas aristas vivas.

Tabla 4.12. Apariencia.

Fabricantes: Edison Defaz y Fernando Tuza				
Cliente: Aceros Inoxidables " El che"				
Descripción: Presentación Final				
Ítem	Referencia	Especificación	Aprobado Si	No
1	Máquina en general	Sin aristas vivas ni rebabas		
2	Pernos	Correctamente ajustados		
3	Partes móviles	Cubiertas		

Fuente: Los autores

4.14. Funcionamiento en vació de la máquina.

Se verifica el normal funcionamiento de la máquina sin aplicar carga alguna. Para ello se pone en funcionamiento la máquina durante un tiempo de 1 hora y se verifica si existe falla alguna en algún mecanismo o parte.

Tabla 4.13. Desempeño

Fabricantes: Edison Defaz y Fernando Tuza							
Cliente: Aceros Inoxidable " El che"							
Descripción: Presentación Final							
Ítem	Referencia	Especificaciones	Observaciones	Valor calculado	Tolerancia	Aprobado	
						Si	No
1	Inicio (On)	Interruptor					
2	Apagado (Off)	Interruptor					
3	Vibraciones de Funcionamiento	Mínimo en el accionamiento					

Fuente: Los autores

4.15. Funcionamiento con carga de la máquina.

Unas ves aplicadas la carga a la máquina, se verifica su correcto funcionamiento, capacidad de producción y la calidad de pulpa que se produce.

Tabla 4.14. Funcionamiento

Fabricantes: Edison Defaz y Fernando Tuza							
Cliente: Aceros Inoxidable " El che"							
Descripción: Presentación Final							
Ítem	Peso de carga de fruta (Kg)	Tiempo de procesamiento	Pulpa obtenida (Kg)	Producción a obtener 250 (Kg/h)	Desechos de Fruta (Kg)	Aprobado	
						Si	No

Fuente: Los autores

CONCLUSIONES

- La máquina despulpadora está diseñada para un régimen de trabajo de 8 a 16 horas al día, con una capacidad de producción de 250 a 400 Kg/h, dependiendo del tipo de fruta.

- Existen factores muy influyentes en la capacidad de producción, estos son:
  - La velocidad de giro del eje motriz
  - El tamaño de los tambores interior y exterior
  - El tamaño del agitador
  - El número y tamaño de las cuchillas
  - La capacidad de alimentación de la tolva
  - La madurez de la fruta.
  - Tipo de fruta.

- La máquina construida responde a los objetivos planteados, obteniendo pulpa 100% libre de cáscaras y pepas.

- El costo de construcción resulta bajo con respecto a otras máquinas importadas de la misma capacidad de producción y materia prima.

- La utilización de materia prima disponible en el mercado nacional, hace que sea una máquina competitiva, lo cual es rentable para su comercialización.

- Mediante pruebas realizadas con dos tipos de frutas se determinó una capacidad de producción de 300 Kg/h para la guayaba, y para la mora una capacidad de producción de 380 Kg/h.

RECOMENDACIONES

- Después de cada proceso de despulpado se recomienda ingresar un poco de agua hervida al tambor interior de manera que pueda salir la pulpa que aún están en las paredes del mismo, luego hacer una limpieza utilizando agua a presión, ingresando el agua por el cuello de la tolva para evitar la presencia de residuos en el interior del tamiz de filtrado interno.

- Al ingresar las frutas por la tolva, se debe tener control en no permitir el ingreso de pedazos de metales, rocas u otros objetos hacia el interior del cuerpo de la máquina.

- Antes de ingresar las frutas a la tolva, se debe clasificar la fruta de tal manera que todas estén con sus diámetros no mayores a 60 mm, de manera que puedan las frutas ingresar correctamente por el cuello de la tolva hacia las cuchillas de corte.

- Para tener una mayor fijación de la máquina y disminuir vibraciones, se recomienda anclar hacia el piso a las placas con pernos expansivos.

- Por trabajarse en ambientes húmedos y con líquidos, se recomienda proteger al motor, poleas y bandas.

- Para su mantenimiento y operación de la máquina se debe seguir correctamente las indicaciones de los respectivos manuales descritos en la presente tesis.

- Se debe colocar el tamiz adecuado para el despulpado de cada fruta, para obtener buena calidad de pulpa y un correcto funcionamiento de la máquina.

- Se debe tensar adecuadamente las bandas, para evitar patinamiento en las poleas.

BIBLOGRAFIA

- CALERO, ROQUE; Fundamentos de Mecanismos y Máquinas para ingenieros, Madrid 1999.

- GERE, JAMES. M. Timoshenko; Resistencia de Materiales. 5ta. Ed. Madrid; Thomson, 2002, xviii, 926 p.

- SHIGLEY, JOSEPH. EDWARD; MISCHKE C. R. Diseño e Ingeniería Mecánica, 5ta, ed. México, McGraw-HILL. 2001, 883 p.

- GUZMÁN C., RAMOS L.R., MORATAYA C., LAYRISSE I.; Criterios para el Diseño.

- GERE, JAMES. M. Timoshenko; Resistencia de Materiales. 5ta. Ed. Madrid; Thomson, 2002, xviii, 926 p.

- NICOLAS,LARBURU; Máquinas Prontuario; Técnicas Máquinas Herramientas, 13 Edición, 626 p.

- CAREL, VAN DER MERWE; Física general, 982 p.

- MOTT, ROBERT L; Diseño de elementos de máquinas, 4ta,ed.

- TESIS E.P.N. Rosero A; Toapanta R. Diseño de una maquina separadora de la semilla de cacao, Marzo 2008.

- TESIS E.P.N. Olivo C; Silva A. Diseño y construcción de una maquina clasificadora de café según norma INEN 285:2006, Febrero 2009.

Direcciones de internet.

http://www.frutas-ecologicas.es/

http://www.contactopyme.gob.mx/tecnologias/maquinaria.asp

http://4.bp.blogspot.com/ frutas.jpg

http://www.viarural.com.ar/viarural.com.ar/agroindustria/frutas-empaque/

http://3.bp.blogspot.com/ Frutas+p.Fabricar.jpg

http://www.scribd.com/doc/20754336/Escaldado-de-Frutas-y-Hortalisas

http://www.industriasima.com/home.html

http://www.aceros-inoxidables.com/info-tecnica.html

http://www.utp.edu.co/~publio17/ac_inox.htm

http://www.adoos.com.

http://www.alcion.es/Download/ArticulosPDF/al/gratis/05articulo.pdf

http://www.dipacmanta.com

http://www.grupofl.com/fichastecnicas.html#tabla

http://www.ivanbohman.com

http://www.imporinox.com/calidades2.html

http://www.uclm.es/profesorado/porrasysoriano/.../Tema10.pdf

http://www.repermetal.com/planchas.html

http://www.procobre.org

http://www.lapampa.edu.ar

http://www.elprisma.com/apuntes/ingenieria_mecanica/transmisioncorrea

ANEXOS

Anexo 1. Especificaciones generales de planchas de acero inoxidable.

DISERVICIOS

DIPAC® PRODUCTOS DE ACERO

PLANCHAS

PLANCHAS INOXIDABLES

Especificaciones Generales

Norma	304, 316, 430
Espesores	Desde 0.40mm hasta 15.00mm
Rollos	X 1220mm
Planchas	4 x 8 pies
	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-hightC	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	4024	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	4021	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

DISERVICIOS

PLANCHAS

COMPOSICION QUIMICA %			PROPIEDADES MECANICAS							
			Pruebas Mecánicas							
Cr	Mo	Otros Elementos	Resistencia Mecánica min Kg/mm2	psi	Punto de fluencia [1] min kg/mm2	psi	Elongación % min JIS Nº 13 (Muestra)	Pruebas de Dureza		PRUEBA DE FLEXIBILIDAD 180° radio (t, mm)
								Escala 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	56,500	20	92	200	

www.dipacmanta.com

Anexo 2

Anexo 2. Factor de acabado superficial Ka

$k_a = aS_{ut}^b$ LN(1, C)				
Acabado superficial	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_{ut} en kpsi o MPa.

Factor de tamaño Kb

$$k_b = \begin{cases} (d/0.3)^{-0.107} = 0.879d^{-0.107} & 0.11 \le d \le 2 \text{ in} \\ 0.91d^{-0.157} & 2 < d \le 10 \text{ in} \\ (d/7.62)^{-0.107} = 1.24d^{-0.107} & 2.79 \le d \le 51 \text{ mm} \\ 1.51d^{-0.157} & 51 < d \le 254 \text{ mm} \end{cases}$$

Anexo 3. Factor de confiabilidad Kc

$k_c = \alpha \bar{S}_{ut}^{\beta} LN(1, C)$

Modo de carga	α kpsi	α MPa	β	C	Promedio k_c
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

Factor de corrección de temperatura Kd

Table 6–4

Effect of Operating Temperature on the Tensile Strength of Steel.* (S_T = tensile strength at operating temperature; S_{RT} = tensile strength at room temperature; $0.099 \leq \hat{\sigma} \leq 0.110$)

Temperature, °C	S_T/S_{RT}	Temperature, °F	S_T/S_{RT}
20	1.000	70	1.000
50	1.010	100	1.008
100	1.020	200	1.020
150	1.025	300	1.024
200	1.020	400	1.018
250	1.000	500	0.995
300	0.975	600	0.963
350	0.943	700	0.927
400	0.900	800	0.872
450	0.843	900	0.797
500	0.768	1000	0.698
550	0.672	1100	0.567
600	0.549		

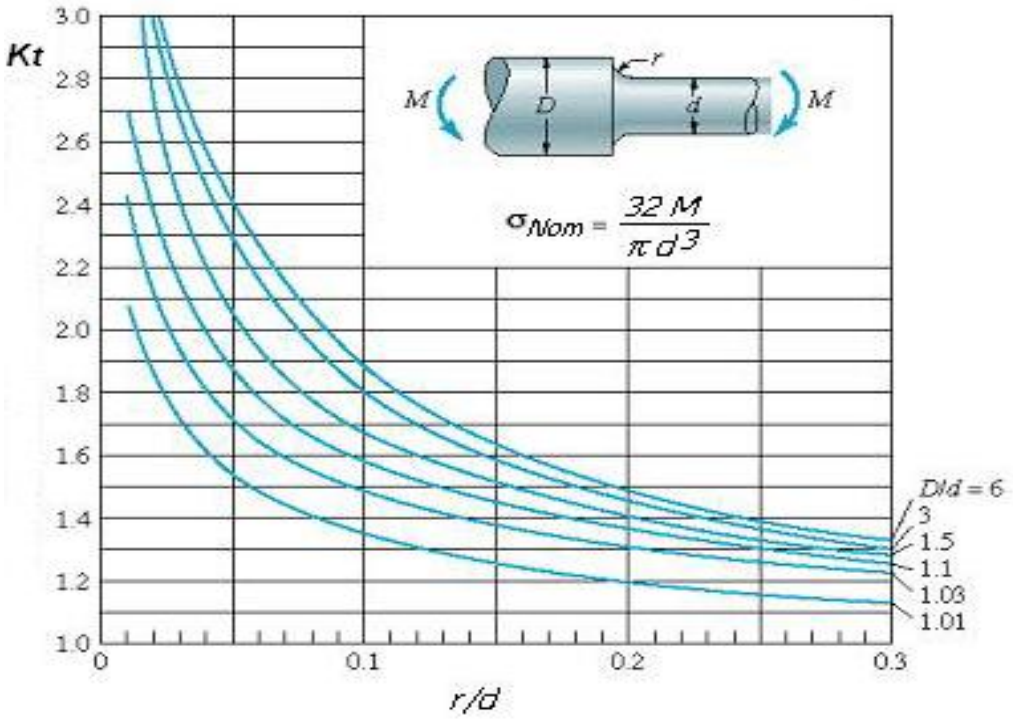
Anexo 4

Anexo 4. Factor Ke

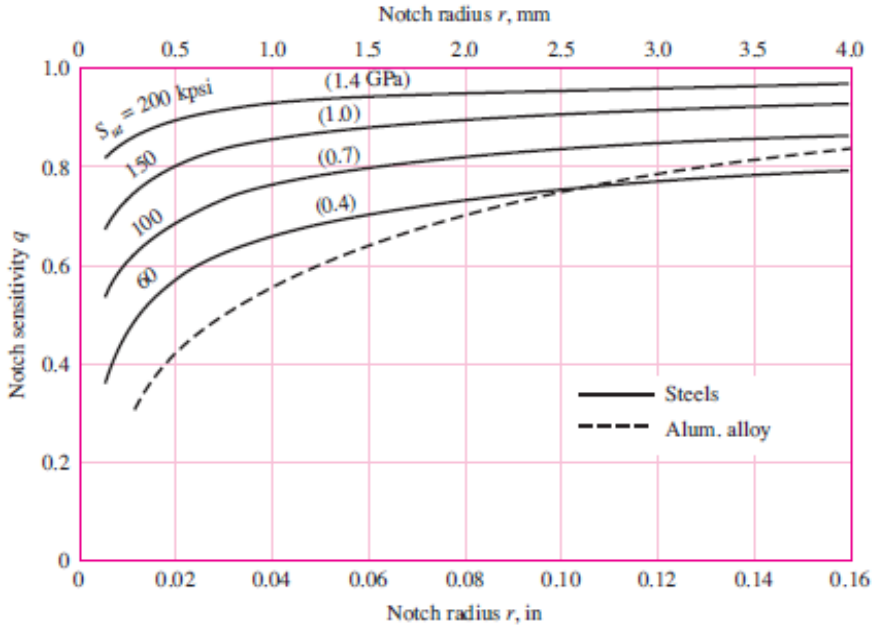
Reliability, %	Transformation Variate z_a	Reliability Factor k_e
50	0	1.000
90	1.288	0.897
95	1.645	0.868
99	2.326	0.814
99.9	3.091	0.753
99.99	3.719	0.702
99.999	4.265	0.659
99.9999	4.753	0.620

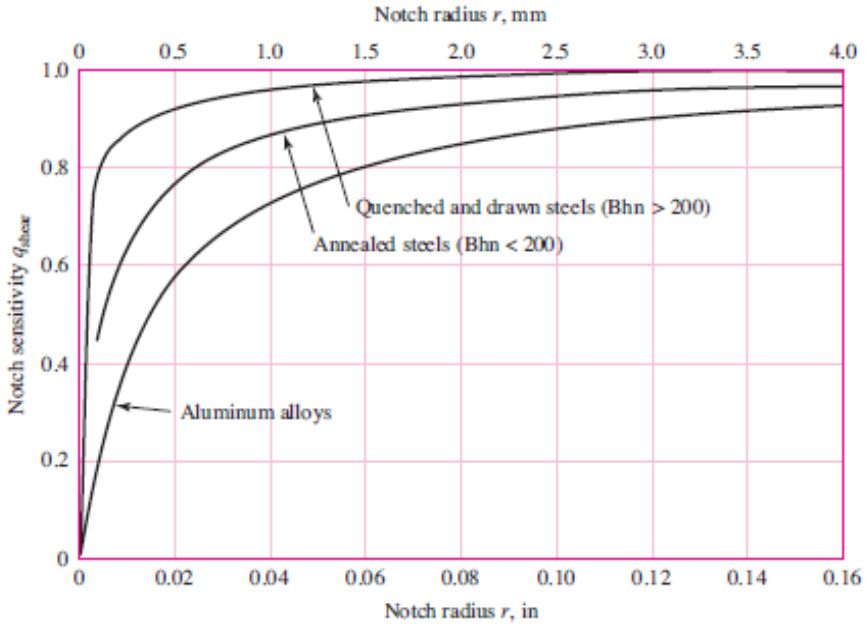
Anexo 5

Anexo 5. Factor Kt

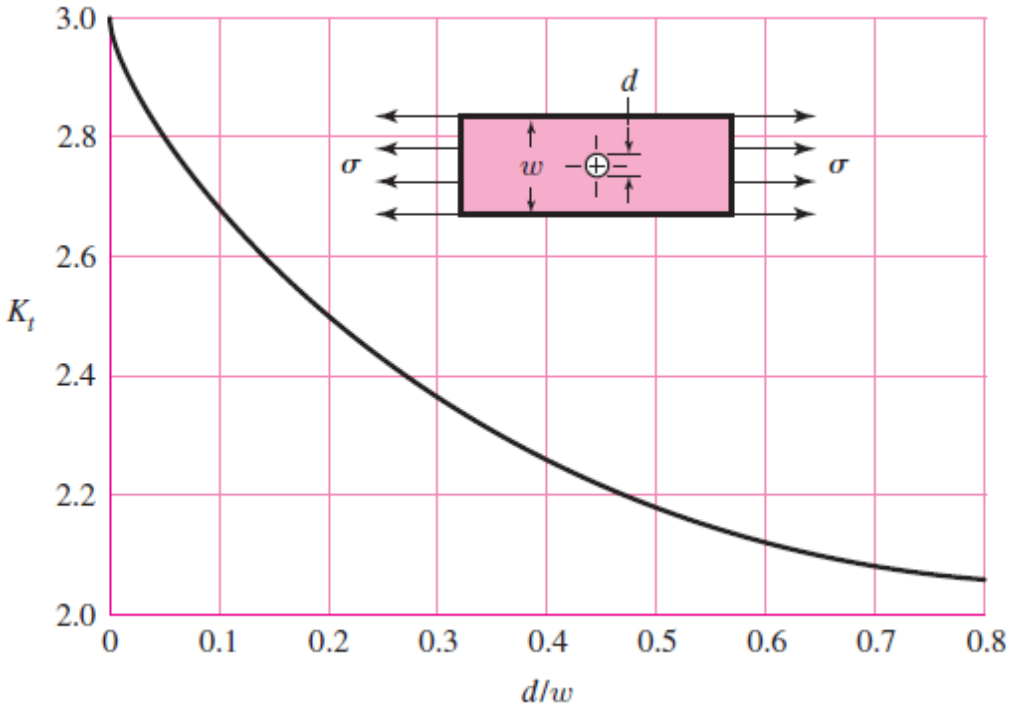


Anexo 6. Factor q





Anexo 7. Factor Kt para placas



Anexo 8

Anexo 8. Características técnicas del acero inoxidable.

CARACT. TECNICAS	ACERO AL CROMO - NIQUEL AISI 304	
PROPIEDADES FISICAS	Peso específico (g/cm3)	7.93
	Módulo de elasticidad (N/mm2)	193.000
	Estructura	Austenítico
	Calor específico a 20°C (J/kg°K)	500
	Conductibilidad térmica (W/m°K)	16 - 21
PROPIEDADES ELECTRICAS	Capacidad de resistencia eléctrica a 20°C (μΩm)	0.72
PROPIEDADES MECANICAS A 20°C	Dureza Brinell con deformacion en frío HB	180+330
	Dureza Rockwell con deformacion en frío HRC	10+35
	Resistencia a la tracción(N/mm2)	500+700
	Alargamiento 50 mm A(%)	65+50 50+10
OTRAS PROPIEDADES	Soldabilidad	Muy buena
	Maquinabilidad comparado con un acero Bessemer	45%
	Embutición	Muy buena

http://www.grupofl.com/fichastecnicas.html#tabla

Anexo 9

Anexo 9. Especificaciones técnicas del Nylon

IVAN BOHMAN C.A.

PLASTICOS DE INGENIERÍA

IBCA pone a su disposición Nylon y Teflón, en su ingreso al mundo de Plásticos de Ingeniería, que servirá para mejorar nuestro programa de productos.

NYLON:

Es uno de los polímeros más comunes en su uso. Se denominan técnicamente poliamidas, por los grupos amida en su cadena principal. Todas las poliamidas absorben agua con el tiempo, por lo que se requiere tener cuidado en las medidas finales de las piezas y dejar las tolerancias adecuadas.
La velocidad lineal de deslizamiento sin lubricación no debe ser más de 2 m/s. Existen poliamidas que pueden estar mezcladas con grafito, aceite, bisulfuro de molibdeno, etc, que pueden mejorar el resultado al deslizamiento.
Nylon 6A o Poliamida 6, es el más conocido de los plásticos de ingeniería. Tiene las siguientes características:

- *Alta resistencia mecánica.*
- *Buena resistencia a la fatiga.*
- *Buenas características al deslizamiento.*
- *Resistencia al desgaste.*

Sus nombres comerciales más comunes son: Grilón, Nylon, Ertalón, Sustamid, etc.

TEFLÓN:

Producto blanco que es capaz de reunir características como: Temperatura de utilización de hasta 260 °C, soporta casi todos los productos químicos, bajo coeficiente de rozamiento. Se debe cuidar de su baja resistencia a la compresión.

- *Es el plástico más resistente a la fricción.*
- *El de mayor resistencia química.*
- *Aislante eléctrico.*
- *Apto para contacto con alimentos.*

PROPIEDADES		NYLON 6A	PTFE
Propiedades físicas	Densidad g/cm3	1.14	2.14-2.20
	Absorción de agua %	1.80	>0.01
Propiedades mecánicas	Resistencia a la tensión kg/cm2	720-840	140-350
	Dureza Rockwell HRD	D75-80	D55
	Resistencia al impacto IZOD kg cm/cm con notch	18.0-25.0	2.5-2.7
	Coeficiente de fricción	0.37	0.10-0.04
Propiedades térmicas	Coeficiente lineal de expansión X 10-5 / ° C	8.0	7.0-10.0
	Conductividad térmica kcal/m. Hr. °C	0.18	6.00
	Temperatura de distorsión °C	55-58	120
	Resistencia a temperatura °C	79-121	260-278

MEDIDAS EN NYLON 6A

REDONDO

DIÁMETRO (mm)	PESO APROX. kg/m
40	1.6
50	2.4
55	2.9
60	3.5
65	4.1
70	4.7
75	5.4
80	6.2
100	9.7
120	14.0
150	21.6
200	38.5

PLACAS

(mm)	PESO APROX. kg/m
12.5x610	11.5
15x610	13.8
20x610	18.4
25x610	23.0

MEDIDAS EN TEFLÓN

REDONDO

DIAMETRO (mm)	PESO APROX. kg/m
38	2.8
50	4.7
55	5.7
60	6.8
65	8.0
70	9.3
75	10.5
80	12.0
100	19.0
130	28.0
150	41.5

www.ivanbohman.com

Anexo 10

Anexo 10. FACTOR DE SERVICIO PARA MOTORES (Fs)

APLICACIONES GENERALES

AGITADORES	
Líquidos	1,00
Líquidos y sólidos	1,25
Líquidos con densidad variable	1,50
BOMBAS	
Centrífugas:	
Normales	1,25
Alta densidad ó sobrecarga	1,50
Rotativas, a engranajes,paletas ó lóbulos	1,50
A Pistón:	
Simple efecto:De 1 ó 2 cilindros	2,50
De 3 ó más cilindros	2,00
Doble efecto	2,50
COMPRESORES	
Alternativos: (mayor de 4 cilindros)	2,50
Menor de 4 cilindrosConsultar en fábrica	
Rotativos	1,50
Centrífugos	1,25
ELEVADORES	
Montacargas	1,75
Carga de pasajeros(Consultar en fábrica)	

EXTRUSORAS	
Densidad constante	1,50
Densidad variable	2,50
GENERADORES	
Motosoldadores	2,00
Carga uniforme	1,00
GUINCHES O PUENTES GRÚAS	
De tracción	1,75
Malacate principal	2,00
HORNOS	
De cemento, rotativos ó secadores	2,00
IMPRESORA	
Rotativas	1,00
Prensa	1,50
MAQUINAS HERRAMIENTAS	
Cepillo	150
Calandras, prensa deestampado	2,00
Roscados	2,50
MEZCLADORAS	
De tambor	1,50
De concreto	1,75

MOLINOSA	
A martillo	2,00
A bolas	2,25
SOPLADORES	
Centrífugos	1,00
Metálicos	1,25
Lóbulos	1,50
TRANSPORTADORES	
Aéreos, cintas, correas,discos, a tornillo	1,50
Vibratorios	2,50
TRITURADOR	
De piedra	2,75
VENTILADORES	
Centrifugos	1,00
Metálicos	1,25
Lóbulos	1,50
ZARANDA	
Rotativa	1,50
Vibratoria	2,50

APLICACIONES ESPECIFICAS

CELULOSA Y PAPEL	
Bombas servicios, bobinadoray desbobinadora	1,50
Cilindros, desfibradoras	1,75
Calandras, cortadores,refinadores, prensas, lavadores, descascadores, picadores	2,00
INDUSTRIA DEL CAUCHO	
Calandras	2,00
Molinos	2,25
Mezcladores (Bambury),Conformadoras	2,50

CERÁMICA	
Prensas	2,25
Extrusora	1,50
Molinos	2,00
DRAGAS	
Bombas, malacates, zarandas,guinche de maniobras	1,75
INDUSTRIA TEXTIL	
Cardas, bobinadora,secadores	1,50
Tambor de secado,calandras, lavadora de ropa	2,00
PETROLEO	
Filtros	1,25
Equipos de bombeo	2,00

INDUSTRIAS ALIMENTICIAS BEBIDAS	
Embotelladoras, envasadoras	1,00
Cortadores, moledor de carne,mezclador de maza	1,75
INDUSTRIA DEL AZÚCAR	
Mesa inclinada	1,75
Molienda	2,00
SIDERÚRGICA	
Formadoras de espiras, Bobinadora, desbobinadora	1,75
Trefiladora	2,00

http://www.apiro.com/acoleeslasticotecnica5.html

Anexo 11. Especificaciones técnicas del motor

Manual de Instrucciones para la Instalación de Motores Eléctricos carcazas NEMA 42/48 y 56

LEA ATENTAMENTE ESTE MANUAL ANTES DE INICIAR LA INSTALACION DEL MOTOR

INSPECIONAR EL MOTOR ANTES DE ACEPTARLO

- Verifique si ocurrieron daños durante el transporte.
- Verifique los datos de la tarjeta de identificación.
- Retire el dispositivo de bloqueo del eje (cuando exista), antes de poner el motor en funcionamiento.
- Gire el eje con la mano para verificar si está girando libremente.
- Asegurar que el motor no tenga sido expuesto a polvo o humedad durante el transporte a almacenamiento.

INFORME CUALQUIER DANO INMEDIATAMENTE A TRANSPORTADORA QUE ENTREGÓ EL MOTOR!

MANIPULACION Y TRANSPORTE

1 - GENERAL

El levantamiento así como el descenso del motor deben ser realizados de forma suave, sin golpes, caso contrario los rodamientos pueden sufrir daños.
Cuando manipular el motor utilizar siempre equipamientos y materiales correctos.

ALMACENAMIENTO

Si los motores no fueran inmediatamente instalados, deben ser almacenados en un local seco, libre de polvo, vibraciones, gases y vapores corrosivos; dotado de temperatura uniforme, colocándolos en posición normal y sin apoyar sobre ellos otros objetos.

La temperatura de almacenamiento del motor debe ser entre 5°C y 60°C, con humedad relativa no excediendo a 50%. Las grasas anticorrosivas de los ejes y bridas deben ser verificados y caso necesario reaplicados .
La grasa utilizada por los motores WEG es "DASCO GUARD 400TX AZ" de la empresa Stuart, o "ANTICORIT TX &RV" de la empresa Fuchs. La camada de grasa debe ser de 200 μm para un periodo de 2 años.
En el caso de motores con más de dos años de almacenaje, se debe proceder al cambio de rodamientos.
En los motores monofásicos almacenados durante dos años o más, se debe además cambiar los capacitores (cuando existan).
Recomendamos girar el eje del motor (con la mano) al menos una vez al mes.

Para los motores con **Caja de conexión**, verificar:
- El interior debe estar limpio e sin humedad.
- No debe existir corrosión en los terminales y contactos.
- Juntas de vedación, tapas y caja de conexión deben estar en buenas condiciones, no debiendo estar resecadas, frágiles o partidas.
- Las aperturas para entrada de los cables (cuando existan) deben estar vedadas.

En el caso de motores almacenados más de 6 meses o cuando están sometidos a ambientes con alta humedad, se debe medir la resistencia del aislamiento antes de instalarlo. Se el motor dispone de resistencias de calentamiento, estas deberán ser conectadas.

Medición de la resistencia Del aislamiento

Mida la resistencia del aislamiento antes de poner el motor en servicio y cuando haya indicios de humedad en el bobinado.
La resistencia, medida a 25°C debe ser:

$$Ri \geq (20xU) / (1000 + 2P)\ [M\Omega]$$

(medido con MEGGER a 500Vc.c);

9 - Sistema de arranque

Es preferible que el motor arranque en forma directa. En el caso que esto no sea posible, utilizar métodos compatibles con la carga y tensión del motor. Cuando se utilizan métodos de arranque con tensión reducida, se debe acordar que el par de arranque también sufrirá una reducción.

- Sentido de Giro

Para motores trifásicos: El sentido de giro es el horario, mirando el motor desde el lado del acoplamiento y conectando las fases en la secuencia L1, L2, L3. Para cambiar el sentido del giro, invertir dos de los tres cables de alimentación.

Para motores monofásicos: El sentido de giro es el horario, mirando el motor desde el lado del acoplamiento. Para cambiar el sentido de giro (cuando posible) cambiar el cable 5 por el 8 (mirar nota en la tarjeta de identificación).

LA CONEXION DE LOS CABLES DE ALIMENTACION ELECTRICA DEBE SER EFECTUADA POR PERSONAL CALIFICADO CON MUCHA ATENCION PARA A SEGURAR UN CONTACTO SEGURO Y PERMANENTE. DESPUES DE HABER CONECTADO EL MOTOR, VERIFIQUE QUE NINGUN CUERPO EXTRAÑO PERMANEZCA EN EL INTERIOR DE LA CAJA DE CONEXION. TODA ENTRADA DE CABLES A LA CAJA QUE NO ESTE SIENDO UTILIZADA, DEBE SER CERRADA.

Asegúrese de utilizar el diámetro correcto para el cable de alimentación, tomando como base la corriente nominal indicada en la tarjeta de identificación del motor, de acuerdo con la norma estandar.

ANTES DE CONECTAR EL MOTOR, VERIFIQUE QUE LA CONEXION A TIERRA FUE REALIZADA DE ACUERDO CON LAS NORMAS VIGENTES. ESTE DETALLE ES FUNDAMENTAL PARA EVITAR ACCIDENTES.

El aislamiento de los terminales debe ser hecho con cinta aislante compatible con la clase térmica del motor.

PROTECCION TERMICA

Motores con protección térmica del tipo automático: reconectarán automáticamente tan pronto el protector enfriar. No utilizar motores con protección térmica automática en aplicaciones donde la reconexión automática puede se tornar peligroso para las personas o para lo equipamiento.

Motores con protección térmica del tipo manual: Caso el protector actuar, desconecte el motor de la red, después que el protector enfriar (5 minutos o más), haga "reset" en el protector y conecte el motor a la red nuevamente. Este procedimiento es necesario porque este tipo de protector puede reconectar inesperadamente después del trabajo.

Cuando el motor estuviere equipado con dispositivos de protección o monitoreo de temperatura, tales como, termostatos, termistores, protectores térmicos, etc... que necesiten ser conectados a algún dispositivo externo equivalente para que la protección sea efectiva, lo mismo debe ser obligatoriamente conectado, corriendo riesgo de invalidar la garantía.

No altere el reglaje de los dispositivos de protección, porque los mismos pueden se tornar inoperantes.
OBS: Motores con protección térmica tendrán descrito en la tarjeta de identificación lo siguiente: Protector térmico o termostato.

10 - Puesta en marcha (Start-Up)

LA CUÑA DEBE ESTAR COMPLETAMENTE FIJADA O RETIRADA ANTES DE PONER EN MARCHA EL MOTOR

a) El motor debe arrancar y funcionar de manera suave. En el caso de que esto no ocurra, desconecte el motor y verifique nuevamente el sistema de montaje y de conexiones antes de nueva puesta en marcha.
b) Si se perciben vibraciones excesivas, verifique se los tornillos de fijación están sueltos o se la vibración es originada por maquinas adyacentes. Se debe hacer una verificación periódica de la vibración.
c) Dejar en marcha el motor bajo carga nominal durante un pequeño periodo de tiempo y comparar la corriente de operación con la tarjeta de identificación.
d) Cuando el motor es arrancado por convertidor de frecuencia verificar la máxima velocidad especificada para que la utilización no sea excedida.

MANTENIMIENTO

PELIGRO:
CONTROL DE SEGURIDAD (Check list)

donde U= tensión; (V); P= potencia (kW).
Si la resistencia del aislamiento medida es inferior a 2 (MΩ), el bobinado deberá ser secado de acuerdo con lo que sigue:
- Calentar en un horno partiendo de una temperatura de 80°C elevando 5°C por hora hasta llegar a los 105°C; esta última temperatura debe permanecer durante un período mínimo de una hora. Medir se la resistencia del aislamiento del bobinado permanece constante y con valores dentro de los mínimos recomendados; caso contrario, se deberá proceder a una nueva impregnación del estator.

OBS: Los agujeros de drenaje (cuando existan) deben ser retirados durante el secado.

INSTALACION

1 - Seguridad

Los profesionales que trabajan en instalaciones eléctricas, sean en el montaje, en la operación o en el mantenimiento, deberán estar permanentemente informados y actualizados sobre las normas y requisitos vigentes en materia de seguridad y cuidadosamente ponerlas en práctica.
Se recomienda que estos servicios sean efectuados por personal calificado.

VERIFIQUE QUE LOS MOTORES ELECTRICOS ESTEN DESCONECTADOS ANTES DE INICIAR CUALQUIER TRABAJO DE MANTENIMIENTO.

Todas las partes girantes, tales como poleas, acoplamientos, ventiladores externos y el eje deben estar protegidos contra toques.
Al realizar servicios de mantenimiento en el motor, desconecte la red de alimentación.
Se debe verificar que los motores no arranquen accidentalmente.

Verifique se todos los accesorios fueron desconectados.
Para impedir la penetración de polvo o agua en el interior de la caja de conexión (cuando exista), es necesario instalar prensa cables o electroductos roscados en las salidas de los cables.
No se debe modificar el reglaje de los dispositivos de protección, porque los mismos pueden se quedar ineficaces.

2 - Condiciones de Trabajo

Las máquinas eléctricas, en general, son indicadas para instalación y operación a una altitud hasta 1000m, sobre el nivel del mar con temperatura ambiente de -20°C a 40°C. Variaciones cuando existan, deben estar indicados en la tarjeta de identificación.

COMPARE LOS VALORES DE CORRIENTE, TENSION, FRECUENCIA, VELOCIDAD, POTENCIA Y OTROS VALORES EXIGIDOS POR LA APLICACION, CON LOS DATOS CONTENIDOS EN LA TARJETA DE INDENTIFICACION DEL MOTOR.

EL MOTOR SOLAMENTE DEBE SER CONECTADO Y LIGADO DE ACUERDO CON SUS VALORES NOMINALES.

MANTENER LA ENTRADA Y SALIDA DE AIRE DEL MOTOR SIEMPRE LIMPIAS. EL AIRE EXPELIDO POR EL MOTOR NO DEBE SER ASPIRADO NUEVAMENTE POR EL VENTILADOR. LA DISTANCIA ENTRE LA ENTRADA DE AIRE DEL MOTOR Y LA PARED, NO DEBE SER INFERIOR A ¼ DEL DIAMETRO DE LA ABERTURA DE LA ENTRADA DE AIRE.

Motores ODP-Motores abiertos (IPOO, IP21, IP23, etc...): son motores para uso en locales limpios, secos, con circulación de aire suficiente para su refrigeración. Este tipo de motor no debe ser utilizado en la presencia de materiales inflamables o combustibles. Motores abiertos pueden emitir llama/ chispa o metal fundido en una eventual falla del aislamiento (corto circuito).
Motores TCVE-(Totalmente Cerrados Ventilación Externa): Son motores para uso donde humedad, polvo y materiales corrosivos están presentes, en ambientes cerrados y también abiertos.
Motores para áreas de riesgo (áreas clasificadas) deben ser instalados en áreas en conformidad con lo especificado en la tarjeta de identificación del motor.

3 - Cimentación del motor

Los motores con patas (pies) deberán ser instalados sobre apoyos rígidos para evitar excesivas vibraciones.
Motores con brida deben ser apropiadamente fijados y alineados.
Las partes metálicas deberán estar pintadas para evitar la corrosión.

NOTA: Caso el sentido de rotación es importante para un funcionamiento correcto, verificar el sentido de rotación antes de acoplar la carga al motor.
El cliente es totalmente responsable de estos apoyos.

4 - Agujeros de drenaje

Asegúrese que los agujeros de drenaje del motor se sitúen en su parte inferior, cuando la forma de montaje del motor difiera de la especificada en la compra del mismo.

1 - Inspección General

- Inspeccionar el motor periódicamente.
- Mantener limpio el motor y asegurar libre flujo de aire producido por el ventilador.
- Verifique el sello o "V Ring" y efectúe la substitución en caso que sea necesario.
- Verifique el ajuste de las conexiones del motor, así como los tornillos de sustentación.
- Verifique el estado de los rodamientos teniendo en cuenta: aparición de fuertes ruidos, vibraciones, temperaturas excesivas y condiciones de la grasa.
- Cuando de detecte un cambio en las condiciones de trabajo normales del motor, analice el motor y reemplace las piezas requeridas.

La frecuencia adecuada para realizar las inspecciones dependerá del tipo de motor de las condiciones de aplicación.

LUBRIFICACION

Motores con rodamientos del tipo ZZ no necesitan de relubrificación, ya vienen lubricados de la fabrica para su vida útil normal y utilizan grasa Polyrex EM.

Motores que trabajan en la vertical (forma constructiva tipo "V") tienen la vida útil de la grasa reducida a 50%, y consecuentemente del rodamiento. La temperatura máxima de trabajo para los rodamientos es de 70°C, habiendo una reducción de 50% en su vida útil para cada 15°C excedentes.

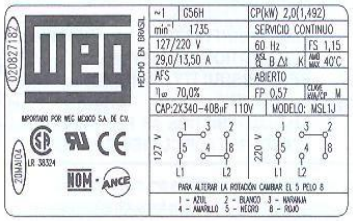
DESMONTAJE Y MONTAJE DE RODAMIENTOS

La substitución de rodamientos, cuando necesario, deberá ser efectuado por personal calificado, utilizando solo herramientas y métodos adecuados.

Las garras del extractor deberán estar aplicadas sobre la pista interna del rodamiento o sobre la tapa de rodamiento interior al intentar extraer el rodamiento.
Es esencial que el montaje de los rodamientos sea ejecutado en condiciones de rigurosa limpieza, para asegurar el buen funcionamiento y evitar daños. Rodamientos nuevos estos deberán ser retirados de su embalaje solamente en el momento previo de su montaje al motor.
Antes de la colocación de un rodamiento nuevo, es necesario verificar si el alojamiento del mismo en el eje se encuentra exento de rebabas o señales de golpes.

PARTES Y PIEZAS-REPUESTOS

Al solicitar piezas para reposición, es conveniente indicar la designación completa del motor, así como el código del mismo que aparece marcados en la tarjeta de identificación.
En el caso de tener el numero de serie del motor en la tarjeta de identificación, esto debe constar en el pedido.



MOTORES PARA AMBIENTES PELIGROSOS

Además de las recomendaciones anteriores se deben tener en cuenta las siguientes:

LA ESPECIFICACION DEL LOCAL PARA LA INSTALACION DEL MOTOR ES RESPONSABILIDAD DEL USUARIO, QUE DETERMINARA LAS CARACTERISTICAS DE LA ATMOSFERA AMBIENTE. DE ACUERDO CON LAS NORMAS APROPRIADAS PARA AMBIENTES PELIGROSOS.

Los motores para ambiente peligrosos son fabricados conforme normas para estos ambientes, siendo certificados por organismos acreditados.

1 - Instalación de motores para ambientes peligrosos

La instalación debe seguir procedimiento elaborados por la legislación vigente en el lugar.

LA INSTALACION PARA MOTORES EN AMBIENTES PELIGROSOS DEBE SER EJECUTADA POR PERSONAL ESPECIALIZADO Y LA PROTECCION TERMICA INTRISECA AL MOTOR EXTERNA AL MISMO OPERANDO CON CORRIENTE NOMINAL.

2 - Mantenimiento de Motores para ambientes peligrosos

El mantenimiento debe ser ejecutado por talleres técnicos autorizados y acreditados por WEG.
Talleres y personal sin autorización que realicen reparación en los motores para ambientes peligrosos, serán totalmente responsables por el trabajo ejecutado y los daños ocurridos en su servicio.

5 - Balanceo.

Balanceos especiales deben ser solicitados previamente a la fabrica.
Los elementos de transmisión, tales como, poleas, acoplamientos, etc. necesitan ser balanceados dinámicamente con "media cuña" antes de ser instalados. Utilice siempre herramientas apropiadas tanto en la instalación como en el desacople de los motores.

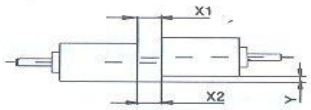
6 - Alineación

ALINEAR LAS PUNTAS DEL EJE Y UTILICE SIEMPRE QUE FUERA POSIBLE ACOPLAMIENTOS FLEXIBLES.

Cerciórese de que los dispositivos de montaje del motor no permitan alteraciones en la alineación y futuros daños al equipamiento.
Cuando se proceda el montaje del acoplamiento deben ser usados los medios adecuados e las herramientas necesarias para no dañar los rodamientos.
Montaje correcto del acoplamiento: compruebe que la distancia Y (excentricidad) sea inferior a 0,05mm y que la diferencia de X1 a X2 (perpendicularidad) también sea menor que 0,05mm.
OBS: Para una mejor montaje se recomienda seguir las orientaciones del fabricante del acoplamiento.

7 - Poleas

Cuando se utilice un acoplamiento por medio de correas y poleas, se debe observar:
- Las correas deben ser estiradas apenas lo suficiente como para evitar deslizamiento en el funcionamiento, de acuerdo con las recomendaciones del fabricante de las correas.Caso las mismas estén muy "apretadas" esto reducirá la vida útil de los rodamientos.
- Las poleas deben estar montadas lo más cercano posible del rodamiento del motor, siempre tocando su apoyo.



Nota: La dimensión X1 y X2 debe tener 3mm como mínimo.

Atencion:
Una excesiva tensión en las correas dañará los rodamientos y hasta puede provocar la ruptura del eje.

8 - Conexión

PELIGRO

Con el motor parado, puede existir energía eléctrica en el inferior de la caja de conexiones, para las resistencias de calentamiento o inclusive para el bobinado.

PELIGRO

Los capacitores de los motores monofásicos pueden tener energía eléctrica, mismo con el motor parado. No tocar los capacitores y los terminales del motor sin verificar que no exista tensión en los mismos.

TODA CONEXION EFECTUADA DE FORMA INCORRECTA PUEDE QUEMAR EL MOTOR.

La tensión y forma de conexión están indicadas en la tarjeta de identificación. Para que no haya variación de desempeño, la variación aceptable de tensión y frecuencia debe ser observada conforme la norma NEMA MG 1.14.30 verificar también el balanceo de tensión entre fases.

CUALQUIER MODIFICACION ELECTRICA O MECANICA EN LOS MOTORES PARA AMBIENTES PELIGROSOS ACARREARA LA PARDIDA DE LA CERTIFICACION DE LOS MISMOS.

En la ejecución del mantenimiento, instalación y relubricación, se deben seguir las siguientes orientaciones:
- Verificar si los componentes están exentos de rebanas, golpes y suciedad.
- Observar si las piezas están en perfectas condiciones.
- Lubricar superficialmente las guías de las tapas con aceite protector para facilitar el montaje.
- Utilizar solamente martillo de material blando en la colocación de las piezas.
- Verificar si todos los tornillos están bien apretados.
- Utilizar sonda calibrada para verificar asiento de la caja de conexiones (menor de 0,05mm).

NO RECUPERAR PIEZAS DAÑADAS O CON DESGASTE. SUBSTITUIR POR NUEVAS, ORIGINALES DE FABRICA

WEG EXPORTADORA S.A.
Av. Prefeito Waldemar Grubba, 3000
89256-900 - Jaraguá do Sul - SC - Brazil
Phone 55 47 3276-4000
www.weg.net

0280.1531-02/072005

GARANTIA

WEG ofrece garantía contra defectos de fabricación o de materiales para sus productos, por un periodo de 18 meses, contados a partir de la fecha de la emisión de la factura de la fabrica o del distribuidor / revendedor, teniendo como limite 24 meses de la fecha de fabricación independiente de la fecha de instalación del motor, siempre y cuando hayan sido satisfechos los siguientes requisitos:
- Transporte, manipulación y almacenamiento adecuados;
- Instalación correcta y en condiciones ambientales especificas y sin presencia de gases corrosivos;
- Operación dentro de los limites de la capacidad del motor;
- Realización periódica del debido mantenimiento preventivo;
- Realización de reparaciones y/o modificaciones al producto original efectuada solo por los agentes autorizados WEG.
- Entregar el producto al proveedor en el caso de ocurrir una falla con reclamación de garantía en un período mínimo suficiente como para identificar la causa de la anomalía y su conveniente reparación;
- Dar aviso inmediato a WEG, por parte del cliente, de los defectos detectados y que los mismos sean posteriormente analizados por WEG como causados por defectos de fabricación.

La garantía no incluye los servicios de desmontaje del motor en el taller del cliente, costos de transporte del producto y gastos de traslado, alojamiento y alimentación del personal de Asistencia Técnica cuando sean solicitados por el cliente.
Los servicios en garantía serán prestados exclusivamente en talleres de Asistencia Técnica Autorizada WEG o en la propia fábrica.
Se excluyen de esta garantía los componentes cuya vida útil, en uso normal, sea inferior al período de garantía otorgado por WEG las reparaciones o substituciones de piezas o productos, a criterio de WEG o su Asistencia Técnica Autorizada, no prorrogará el plazo de garantía original.
La presente garantía se limita al producto entregado, no siendo responsable WEG por daños a personas, a terceros, a otros equipos e instalaciones, utilidades que se dejen de obtener o cualquier otro daño emergente o consecuente.

Fuente: Catalogo Weg

Anexo 12. Coeficiente de corrección de potencia

Valores de C_c de corrección de potencia, según las condiciones de trabajo y naturaleza de la carga.

Tipo de servicio	Condiciones de trabajo	Motor eléctrico	Motor de explosión n. cil. > 4	Motor de explosión n. cil. < 4
Ligero	Servicio intermitente – funcionamiento ≤ 6 horas diarias ninguna punta de carga.	1	1,1	1,2
Normal	Funcionamiento de 6 ÷ 16 horas día – puntas de carga o puesta en marcha ≤ 150 por 100 del trabajo a plena carga.	1,2	1,3	1,4
Pesado	Puntas de carga o puesta en marcha ≤ 250 por 100 del trabajo a plena carga – servicio continuo 16 ÷ 24 horas-día.	1,4	1,5	1,6
Muy pesado	Puntas de carga > 250 por 100 del trabajo a plena carga – funcionamiento continuo.	1,6	1,8	2

Nota: Si se ha previsto la instalación de poleas tensoras, deberá aumentarse el valor de C_c en 0,1 para los sistemas que actúan interiormente y en 0,2 para los que actúan exteriormente. Dichas poleas han de aplicarse siempre sobre el ramal tenso.

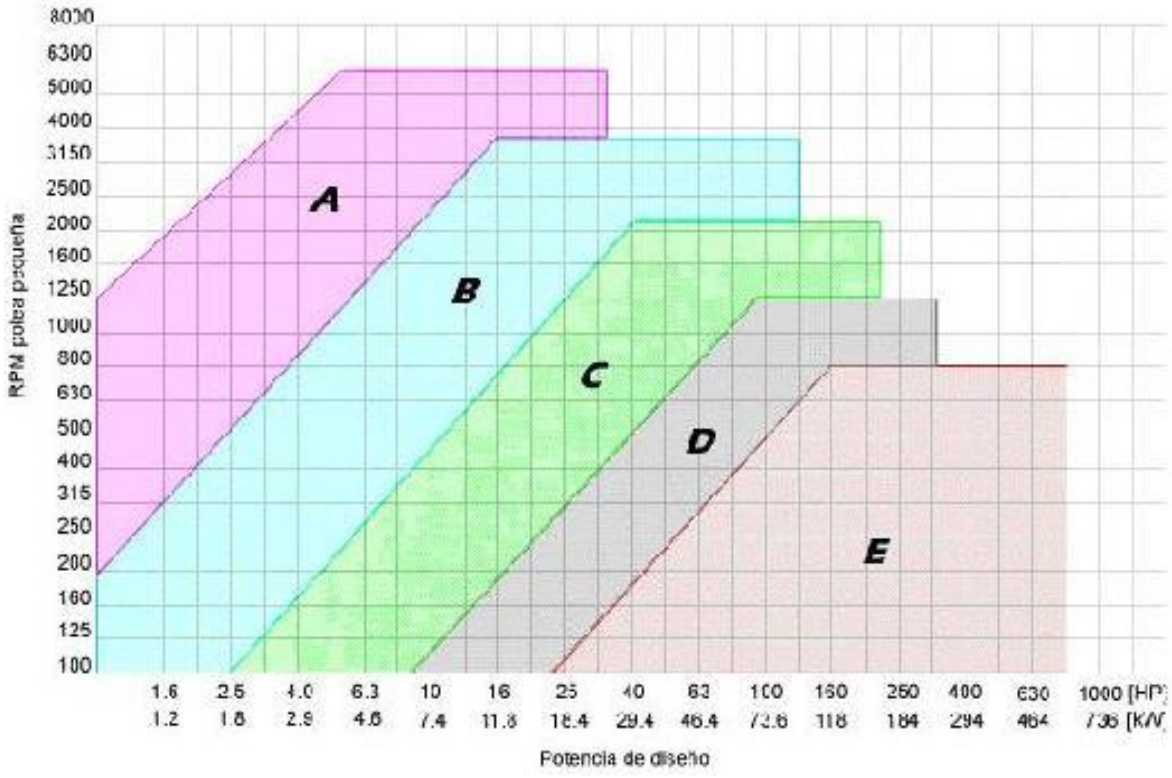
Fuente: CALERO Roque, Fundamentos de mecanismos y máquinas para ingenieros

Anexo 13

Anexo 13. Sección de Correas

Sección	Ancho Superior (mm)	Altura (mm)	Angulo(grados)
O	10	7	40
A	13	8	34
B	17	10	40
C	22	14	40
D	32	18	40
E	38	25	40

Gráfico de selección del perfil de correa



www.lapampa.edu.ar/Diseño

Anexo 14. Bandas en V

IVAN BOHMAN C.A.

Sirviendo al País desde 1935

MITSUBOSHI

BANDAS EN "V" INDUSTRIALES Y AUTOMOTRICES

CON TECNOLIGIA JAPONESA

LA MARCA REGISTRADA MITSUBOSHI "SET FREE" ES GARATÍA DE ALTA CALIDAD EN BANDAS TIPO "V" DESAROLLADAS POR NUESTRO DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CON CONOCIMIENTOS ACTULIZADOS EN PRODUCCION DE BANDAS , CON LAS SIGUIENTES CARACTERISTICAS:

AJUSTE LIBRE.- TODAS LAS BANDAS EN "V" CONVENCIONALES MITSUBOSHI SON "SET FREE", QUIERE DECIR QUE NO ES NECESARIO UN AJUSTE PRECISO, TODOS LOS TAMAÑOS ESPECÍFICOS DE LAS BANDAS EN "V" CONVENCIONALES SON MANUFACTURADAS CON MÍNIMA TOLERANCÍA LONGITUDINAL QUE RESULTA EN UNA CONDICIÓN PARA USARLA CON EL AJUSTE NESESARIO.

CAPACIDAD DE CARGA SUPERIOR.- LAS BANDAS MITSUBOSHI SON FABRICACIÓN CONSISTE DE UN CORDÓN DE POLIESTER ESPECIALMENTE TRATADO QUE LE DA LA CAPACIDAD PARA SOPORTAR MAYOR CARGA DE TRABAJO A LA ESPECIFICACIONES EN EN SU DISEÑO.

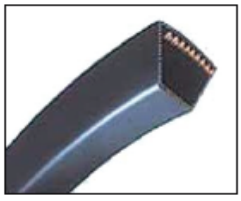
CAPACIDAD DIMENSIONAL.- SE PUEDE CONSEGUIR UNA ESTABILIDAD DIMENSIONAL CON LAS BANDAS MITSUBOSHI. TIENEN AJUSTE PRECISO POR LO TANTO PERMANECEN AJUSTADAS A LO LARGO DE SU VIDA DE SERVICIO. SON DISEÑADAS PARA ABSORBER PROBLEMAS DEBIDO AL DILATAMIENTO Y CONSTANTE FATIGA POR FLEXIÓN.

LARGA VIDA ÚTIL.- LA COMBINACIÓN DE BALANCE Y COHESÍON SUPERIOR DE LOS COMPONENTES DE LA FABRICACIÓN DE LA BANDA, DAN UNA MARCADA RESISTENCIA A CARGAS DE CHOQUE, ALTAS TEMPERATURAS Y CALENTAMIENTOS SUJETO A FATIGA.

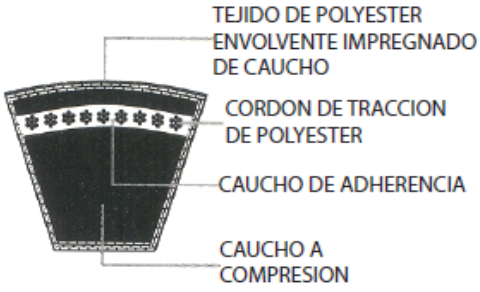
INCREMENTO EN PRODUCTIVIDAD.- LAS BANDAS MITSUBOSHI PUEDEN INCREMENTAR SU PRODUCTIVIDAD, ASEGURAN ALTA CAPACIDAD DE CARGA, MENOR MANTENIMIENTO Y UNA LARGA VIDA ÚTIL.

BANDA CONVENCIONAL

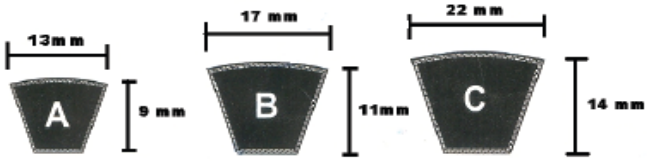
LAS BANDAS MITUBOSHI SE UTILIZAN EN DIFERENTES TIPOS DE TRANSPORTES CON ALTA VELOCIDAD, E INSTALADAS EN MAQUINARIA LIGERA, PESADA O DE AUTOMOCION, LAS BANDAS TIENEN UNA EXCEPCIONAL ESTABILIDAD EN SU LONGUITUD. RIGUROSOS CONTROLES HAN DEMOSTRADO ESTA OPTIMA CALIDAD EN LAS BANDAS.



CONSTRUCCION INTERNA



DIMENSIONES DE LOS DIFERENTES TIPOS
DE BANDAS EN "V" (CORTE TRANSVERSAL)



MEDIDAS DISPONIBLES EN PULGADAS

TIPO A			TIPO B				TIPO C	
REFERENCIA			REFERENCIA				REFERENCIA	
A-20	A-50	A-80	B-30	B-60	B-90	B-158	C-60	
A-21	A-51	A-81	B-31	B-61	B-91	B-162	C-68	
A-22	A-52	A-82	B-32	B-62	B-92	B-173	C-75	
A-23	A-53	A-83	B-33	B-63	B-93	B-180	C-78	
A-24	A-54	A-84	B-34	B-64	B-94	B-195	C-80	
A-25	A-55	A-85	B-35	B-65	B-95	B-240	C-90	
A-26	A-56	A-86	B-36	B-66	B-96		C-95	
A-27	A-57	A-87	B-37	B-67	B-97		C-96	
A-28	A-58	A-88	B-38	B-68	B-98		C-100	
A-29	A-59	A-90	B-39	B-69	B-100		C-105	
A-30	A-60	A-91	B-40	B-70	B-102		C108	
A-31	A-61	A-93	B-41	B-71	B-103		C-112	
A-32	A-62	A-96	B-42	B-72	B-105		C-120	
A-33	A-63	A-97	B-43	B-73	B-107		C-128	
A-34	A-64	A-100	B-44	B-74	B-108		C-135	
A-35	A-65	A-105	B-45	B-75	B-110		C-136	
A-36	A-66	A-112	B-46	B-76	B-112		C-144	
A-37	A-67	A-120	B-47	B-77	B-114		C-150	
A-38	A-68		B-48	B-78	B-118		C-162	
A-39	A-69		B-49	B-79	B-120		C-173	
A-40	A-70		B-50	B-80	B-124		C-180	
A-41	A-71		B-51	B-81	B-128		C-190	
A-42	A-72		B-52	B-82	B-130		C195	
A-43	A-73		B-53	B-83	B-132		C-210	
A-44	A-74		B-54	B-84	B-134		C-225	
A-45	A-75		B-55	B-85	B-136		C-240	
A-46	A-76		B-56	B-86	B-140		C-255	
A-47	A-77		B-57	B-87	B-142		C-280	
A-48	A-78		B-58	B-88	B-144			
A-49	A-79		B-59	B-89	B-150			

DIAMETRO DE POLEAS RECOMENDABLE

TIPO BANDA	DIÁMETRO PRIMITIVO STANDART	DIÁMETRO PRIMITIVO MÍNIMO
A	95 mm	65 mm
B	145 mm	115 mm
C	225 mm	175 mm

AL UTILIZAR POLEAS DE DIAMETRO PEQUEÑOS, SE ACORTA LA VIDA DE LA BANDA, POR QUE NO SOLO HACE QUE LA BANDA SUFRA UN EXCESO DE ESFUERZO CUANDO FLEXIONA, SINO QUE PRODUCE UN DECRECIMIENTO EN LA TRANSMISIÓN DE FUERZAS.

ES ESENCIAL QUE LA BANDA NO CORRA SOBRE POLEAS CUYOS DIAMETROS ESTEN POR DEBAJO DE LOS RECOMENDADOS PARA CADA TIPO DE SECCION COMO SE INDICA EN LA TABLA;

Anexo 15

Anexo 15. Factor de corrección de potencia para correas

(Dp-dp)/C	0.00	0.10	0.20	0.30	0.40	0.50	0.60	0.70	0.80	0.90	1.00	1.10	1.20	1.30	1.40
Arco de contacto	180º	174º	169º	163º	157º	151º	145º	139º	133º	127º	120º	113º	106º	99º	91º
Factor de corrección (F)	1.00	0.99	0.97	0.96	0.94	0.93	0.91	0.89	0.87	0.85	0.82	0.80	0.77	0.73	0.70

www.lapampa.edu.ar

Anexo 16

Anexo 16. Capacidad básica de correas

CLASSICAL SECTION BASIC HORSEPOWER RATING TABLES

SUPER BLUE RIBBON (AP) — Super II (A) — Gold Label Cog-Belt (AX)

RPM OF FASTER SHAFT	RATED HORSEPOWER PER BELT FOR SMALL SHEAVE DATUM DIAMET…																									
	2.2 *			2.4 *			2.6 *			2.8 *			3.0			3.2			3.4			3.6			3.	
	AP	A	AX	AP	A	AX	AP	A	AX	AP	A	AX	AP	A	AX	AP	A	AX	AP	A	AX	AP	A	AX	AP	A
950	0.52	0.67	1.08	0.75	0.89	1.28	0.97	1.11	1.49	1.18	1.32	1.69	1.40	1.54	1.89	1.62	1.79	20.9	1.83	1.96	2.29	2.04	2.16	2.48	2.25	2.3
1160	0.57	0.74	1.22	0.83	1.00	1.46	1.10	1.26	1.70	1.36	1.52	1.94	1.62	1.77	2.18	1.27	2.02	2.41	2.13	2.27	2.64	2.38	2.52	2.87	2.63	2.7
1425	0.61	0.81	1.37	0.93	1.13	1.66	1.24	1.43	1.94	1.56	1.74	2.23	1.86	2.04	2.51	2.17	2.34	2.78	2.47	2.63	3.06	2.77	2.92	3.33	3.07	3.2
1750	0.64	0.88	1.52	1.02	1.25	1.87	1.39	1.61	2.21	1.77	1.97	2.54	2.13	2.33	2.87	2.50	2.68	3.20	3.86	3.03	3.52	3.21	3.38	3.83	3.57	3.7
2850	0.58	0.92	1.87	1.15	1.47	2.38	1.71	2.01	2.87	2.26	2.55	3.36	2.80	3.07	3.84	3.33	3.59	4.31	3.85	4.09	4.78	4.37	4.59	5.23	4.87	5.0
3450	0.46	0.85	1.96	1.12	1.49	2.56	1.76	2.11	3.12	2.39	2.73	3.68	3.01	3.32	4.23	3.61	3.9	4.77	4.20	4.46	5.30	4.77	5.04	5.82	5.33	5.5
100	0.12	0.15	0.21	0.15	0.17	0.24	0.18	0.20	0.27	0.21	0.23	0.30	0.23	0.26	0.33	0.26	0.29	0.36	0.29	0.32	0.38	0.32	0.35	0.41	0.35	0.3
200	0.20	0.25	0.36	0.25	0.30	0.41	0.31	0.35	0.47	0.36	0.41	0.52	0.42	0.46	0.57	0.47	0.5	0.63	0.52	0.57	0.68	0.57	0.62	0.73	0.63	0.6
300	0.27	0.33	0.49	0.34	0.41	0.56	0.42	0.48	0.64	0.50	0.58	0.72	0.58	0.64	0.79	0.65	0.7	0.87	0.73	0.79	0.94	0.81	0.87	1.02	0.88	0.9
400	0.32	0.40	0.60	0.42	0.50	0.70	0.52	0.60	0.80	0.62	0.70	0.90	0.72	0.80	0.99	0.82	0.90	1.09	0.92	1.00	1.18	1.02	1.09	1.28	1.12	1.1
500	0.37	0.46	0.70	0.49	0.59	0.82	0.62	0.71	0.94	0.74	0.83	1.06	0.86	0.95	1.18	0.98	1.07	1.29	1.10	1.19	1.41	1.22	1.31	1.52	1.34	1.4
600	0.41	0.52	0.80	0.56	0.66	0.94	0.70	0.81	1.08	0.85	0.95	1.22	0.99	1.09	1.35	1.14	1.23	1.49	1.28	1.37	1.62	1.42	1.51	1.75	1.56	1.6
700	0.45	0.57	0.88	0.62	0.74	1.05	0.78	0.90	1.20	0.95	1.06	1.36	1.12	1.23	1.52	1.28	1.39	1.67	1.44	1.56	1.82	1.61	1.71	1.97	1.77	1.8
800	0.48	0.61	0.97	0.67	0.80	1.15	0.86	0.99	1.32	1.05	1.17	1.50	1.23	1.36	1.67	1.42	1.54	1.84	1.60	1.72	2.01	1.78	1.90	2.18	1.97	2.0
900	0.51	0.65	1.04	0.72	0.86	1.24	0.93	1.07	1.44	1.14	1.27	1.63	1.35	1.48	1.82	1.55	1.68	2.01	1.75	1.88	2.20	1.96	2.08	2.38	2.18	2.2
1000	0.54	0.69	1.11	0.77	0.92	1.33	1.00	1.15	1.54	1.23	1.37	1.75	1.45	1.59	1.96	1.68	1.8	2.17	1.90	2.03	2.37	2.12	2.25	2.58	2.34	2.4
1100	0.56	0.73	1.18	0.81	0.97	1.41	1.06	1.22	1.64	1.31	1.46	1.87	1.56	1.71	2.10	1.80	1.94	2.32	2.04	2.18	2.54	2.29	2.42	2.76	2.52	2.6
1200	0.58	0.76	1.24	0.85	1.02	1.49	1.12	1.29	1.74	1.39	1.55	1.99	1.66	1.81	2.23	1.92	2.07	2.47	2.18	2.33	2.71	2.44	2.58	2.94	2.70	2.8
1300	0.59	0.78	1.30	0.89	1.07	1.57	1.18	1.36	1.83	1.47	1.64	2.10	1.75	1.92	2.36	2.03	2.19	2.61	2.31	2.46	2.87	2.59	2.74	3.12	2.87	3.0
1400	0.61	0.81	1.35	0.92	1.12	1.64	1.23	1.42	1.92	1.54	1.72	2.20	1.84	2.01	2.48	2.14	2.3	2.75	2.44	2.60	3.02	2.74	2.89	3.29	3.03	3.1
1600	0.63	0.85	1.45	0.98	1.19	1.77	1.33	1.53	2.09	1.67	1.87	2.40	2.01	2.20	2.71	2.35	2.53	3.01	2.69	2.85	3.31	3.02	3.18	3.61	3.35	3.5
1700	0.64	0.87	1.50	1.01	1.23	1.84	1.37	1.59	2.17	1.74	1.94	2.49	2.09	2.29	2.82	2.45	2.63	3.13	2.80	2.98	3.45	3.15	3.31	3.76	3.49	3.6
1800	0.64	0.88	1.55	1.03	1.26	1.90	1.42	1.64	2.24	1.80	2.01	2.59	2.17	2.37	2.92	2.54	2.73	3.26	3.91	3.09	3.58	3.28	3.45	3.91	3.64	3.8
1900	0.65	0.90	1.59	1.05	1.29	1.95	1.45	1.68	2.32	1.85	2.07	2.67	2.25	2.45	3.02	2.64	2.83	3.37	3.02	3.21	3.71	3.40	3.58	4.05	3.78	3.9
2000	0.65	0.91	1.63	1.07	1.32	2.01	1.49	1.73	2.38	1.91	2.13	2.76	2.32	2.53	3.12	2.72	2.93	3.48	3.13	3.32	3.84	3.52	3.70	4.19	3.91	4.0
2100	0.65	0.92	1.66	1.09	1.35	2.06	1.53	1.77	2.45	1.96	2.19	2.84	2.39	2.61	3.22	2.81	3.02	3.59	3.23	3.42	3.96	3.64	3.82	4.33	4.04	4.2
2200	0.64	0.92	1.70	1.10	1.37	2.11	1.56	1.81	2.52	2.01	2.25	2.92	2.45	2.68	3.31	2.89	3.10	3.70	3.32	3.52	4.08	3.75	3.94	4.46	4.17	4.3
2300	0.64	0.93	1.73	1.12	1.39	2.16	1.59	1.85	2.58	2.05	2.30	2.99	2.51	2.75	3.40	2.97	3.19	3.80	3.41	3.62	4.20	3.86	4.05	4.59	4.29	4.4
2400	0.63	0.93	1.76	1.13	1.41	2.20	1.62	1.88	2.64	2.10	2.35	3.06	2.57	2.81	3.49	2.04	3.27	3.90	3.50	3.72	4.31	3.96	4.16	4.71	4.41	4.5
2500	0.62	0.93	1.79	1.14	1.43	2.24	1.64	1.92	2.69	2.14	2.40	3.13	2.63	2.88	3.57	3.11	3.34	4.00	3.59	3.81	4.42	4.06	4.26	4.84	4.52	4.7
2600	0.61	0.93	1.81	1.14	1.44	2.28	1.66	1.95	2.75	2.18	2.45	3.20	2.68	2.94	3.65	3.18	3.42	4.09	3.67	3.89	4.53	4.15	4.36	4.95	4.63	4.8
2700	0.60	0.93	1.84	1.15	1.45	2.32	1.68	1.98	2.80	2.21	2.49	3.27	2.73	2.99	3.73	3.24	3.49	4.18	3.75	3.98	4.63	4.24	4.46	5.07	[illegible]	4.9
2800	0.59	0.92	1.86	1.15	1.47	2.36	1.70	2.00	2.85	2.24	2.53	3.33	2.78	3.05	3.80	3.30	3.55	4.27	3.82	4.06	4.73	4.33	4.55	5.18	[illegible]	5.0
2900	0.57	0.91	1.88	1.15	1.47	2.39	1.72	2.02	2.90	2.27	2.57	3.39	2.82	3.10	3.88	3.36	63.82	4.35	3.89	4.13	4.82	4.41	4.63	5.29	[illegible]	5.13
3000	0.56	0.91	1.90	1.15	1.48	2.42	1.73	2.05	2.94	2.30	2.60	3.45	2.86	3.14	3.95	3.41	3.66	4.44	3.95	4.20	4.92	4.48	4.72	5.39	[illegible]	5.22

* = Diameters below RMA minimum for other than Cog-Belt V-belts. Use with Super Blue Ribbon or Aramax V-belts will result in reduced life and loss of efficiency.

⚠ **WARNING** ** = sheave rim speeds in excess of 6,000 feet per minute — see page 236

Anexo 17. Coeficiente de fricción

Valores de la razón de tensiones *m* y el coeficiente de fricción *f*, en dependencia de las recomendaciones practicas de algunas firmas productoras de correas, para $\alpha = 180\ ^{\circ}$ y $c_{\alpha} = 1$.

Parámetros	Firmas productoras				
	Blauri	Desch	Lutgert	Gates	GoodYear
m	101	101	6.714	5	5
f	1.469	1.469	0.606	0.5123	0.5123

http://www.elprisma.com/apuntes/ingenieria_mecanica/transmisioncorrea

Anexo 18

Anexo 18. Ejes en acero inoxidable AISI 304 / 304L austenítico del grupo 18/8 (18% Cr 8% Ni)

SUMINISTROS

- Laminas desde 0.3 hasta 50.8 milímetros de espesor, en dimensiones 4’ x 8’, 5’ x 10’, 5’ x 20’, 6’ x 20’ y rollos.
- Ejes desde 1/8” hasta 16” de diámetro.

ACABADOS

- Laminas: No. 1, 2B, 2D, BA y pulidos No. 3 o No. 4 con película protectora.
- Ejes: torneados y / o calibrados

APLICACIONES
Debido a su excelente resistencia a la corrosión y buenas propiedades mecánicas, temperaturas altas, este acero de la serie 300 cubre la más amplia gama de aplicaciones en la industria, tales como utensilios de cocina, lavaplatos, cubiertería, equipos para procesar carnes, implementos quirúrgicos y hospitalarios, utensilios para alimentos y bebidas, equipos para mataderos, equipos farmacéuticos, refrigeración y tuberías, tanques y recipientes para procesar una amplia variedad de líquidos corrosivos.

PROPIEDADES MECÁNICAS

Limite de fluencia	24Kg/mm2
Resistencia ultima	58 Kg/mm2
Dureza Brinell	149
Resistencia al impacto Charpy	14 Kg. m/cm2
Modulo de elasticidad	19.300 Kg/mm2
Porcentaje de alargamiento en 2¨	55%

PROPIEDADES FÍSICAS

Calor especifico a 20 C	0.12 Cal7g C
Conductividad térmica a 20 C	0.035 Cal/cm.seg C
Resistividad eléctrica magnética a 200H	1.02

http://www.imporinox.com/calidades2.html

Anexo 19. Factores de seguridad *N*

N	
1.25-2.0	Diseño de estructuras bajo cargas estáticas para las que haya un alto grado de confianzaen todos los datos de diseño.
2.0-2.5	Diseño de elementos de máquina bajo cargas dinámicas con una confianza promedio en todos los datos de diseño.
2.5-4.0	Diseño de estructuras estáticas o elementos de máquina bajo cargas dinámicas con incertidumbre acerca de las cargas,propiedades de los materiales, analisis de esfuerzos o el ambiente.
4.0 o más	Diseño de estructuras estáticas o elementos de máquina bajo cargas dinámicas con incertidumbre en cuanto a alguna combinación de cargas, propiedades del material,análisis de esfuerzos o el ambiente.
3.0-4.0	Diseño de estructuras bajo cargas estáticas donde haya un alto grado de confianzaen todos los datos de diseño.
4.0-8.0	Diseño de estructuras estáticas o elementos de maquinas bajo cargas dinámicas,con incertidumbre acerca de cargas,propiedades de materiales, análisis de esfuerzos o el ambiente.

Fuente: Diseño de elementos de máquinas; Robert L. MOTT

Anexo 20. Coeficiente de velocidad fn

n r.p.m.	fn	n r.p.m.	fn	n r.p.m.	fn	n r.p.m.	fn	n r.p.m.	fn
10	1.494	100	0.693	450	0.420	2100	0.251	8200	0.160
12	1.405	105	0.682	460	0.417	2200	0.247	8400	0.158
14	1.335	110	0.672	470	0.414	2300	0.244	8600	0.157
16	1.277	115	0.662	480	0.411	2400	0.240	8800	0.156
18	1.228	120	0.652	490	0.408	2500	0.237	9000	0.155
20	1.186	125	0.644	500	0.406	2600	0.234	9200	0.154
22	1.148	130	0.635	520	0.400	2700	0.231	9400	0.153
24	1.116	135	0.627	540	0.395	2800	0.228	9600	0.152
26	1.086	140	0.620	560	0.390	2900	0.226	9800	0.150
28	1.060	145	0.613	580	0.386	3000	0.223	10000	0.149
30	1.036	150	0.606	600	0.382	3100	0.221	10500	0.147
32	1.014	155	0.599	620	0.378	3200	0.218	11000	0.145
34	0.994	160	0.593	640	0.374	3300	0.216	11500	0.143
36	0'975	165	0.586	660	0.370	3400	0.214	12000	0.141
38	0.958	170	0.581	680	0.366	3500	0.212	13000	0.137
40	0.941	175	0.575	700	0.363	3600	0.210	14000	0.134
42	0.926	180	0.570	720	0.359	3700	0.208	15000	0.131
44	0.912	185	0.565	740	0.356	3800	0.206	16000	0.128
46	0.898	190	0.560	760	0.353	390	0.205	17000	0.125
48	0.885	195	0.555	780	0.350	4000	0.203	18000	0.123
50	0.874	200	0.550	800	0.347	4100	0.209	19000	0.121
52	0.863	210	0.541	820	0.344	4200	0.199	20000	0.119
54	0.851	220	0.533	840	0.341	4300	0.198		
56	0.841	230	0.525	860	0.339	4400	0.196		
58	0.831	240	0.518	880	0.336	4500	0.195		
60	0.822	250	0.511	900	0.333	4600	0.193		
62	0.813	260	0.504	920	0.331	4700	0.192		
64	0.805	270	0.498	940	0.329	4800	0.191		
66	0.797	280	0.492	960	0.326	4900	0.190		
68	0.788	290	0.487	980	0.324	5000	0.188		
70	0.781	300	0.481	1000	0.322	5200	0.186		
72	0.774	310	0.476	150	0.317	5400	0.183		
74	0.767	320	0.471	1100	0.312	5600	0.181		
76	0.760	330	0.466	11150	0.307	5800	0.179		
78	0.753	340	0.461	1200	0.303	6000	0.177		
80	0.747	350	0.457	1300	0.295	6200	0.175		
82	0.741	360	0.453	1400	0.288	6400	0.173		
84	0.735	370	0.448	1500	0.281	6600	0.172		
86	0.729	380	0.444	1600	0.275	6800	0.170		
88	0.724	390	0.441	1700	0.270	7000	0.168		
90	0.718	400	0.437	1800	0.265	7200	0.167		
92	0.713	410	0.433	1850	0.262	7400	0.65		
94	0.708	420	0.430	1900	0.260	7600	0.164		
96	0.703	430	0.426	1950	0.258	7800	0.162		
98	0.698	440	0.423	2000	0.255	8000	0.161		

Tabla 2.- Coeficiente de velocidad para rodamientos de bolas fn.

www.uclm.es/profesorado/porrasysoriano/.../Tema10.pdf

Anexo 21. Factor de esfuerzos dinámicos fl

Lugar de montaje	f_l	Lugar de montaje	f_l
Maquinaria en general		Engranajes	
Trenes de laminación	2.0-2.5	Engranajes universales pequeños	2.5-3.5
Rodamientos de empuje para barcos	2.9-3.6	Engranajes univ. de tipo medio	3.0-4.0
Rodamientos de ejes propulsores	> 6.0	Grandes engranajes para barcos	2.6-4.0
de hélices de barcos		Engranajes para vehículos sobre	3.5-4.5
Ventiladores pequeños	2.5-3.5	carriles	
Ventiladores de tipo medio	3.0-4.5	Engranajes para laminadores	3.0-5.0
Ventiladores grandes	4.5-5.5	Vehículos	
Bombas centrífugas	2.5-4.5	Motocicletas	1.4-1.9
Centrifugadoras	3.0-4.0	Coches ligeros	1.6-2.1
Poleas para cables de extracción	4.5-5.0	Coches pesados	1.7-2.2
Rodillos para cinta transportadora	3.0-4.5	Camiones ligeros	1.7-2.2
Draga de rueda de paletas, rueda de paletas	> 6.0	Camiones pesados	2.0-2.6
y elevador		Autobuses	2.0-2.6
Machacadoras de piedra	3.0-3.5	Tractores	1.6-2.2
Molinos batidores	3.5-4.5	Vehículos a orugas	2.1-2.7
Cribas vibratorias	2.5-2.8	Ruedas delanteras	
Grandes apisonadoras vibratorias	1.6-2.0	Cajas de cambio	
Excitadores excéntricos		Eje de transmisión	
Aparatos vibratorios	1.0-1.5	Motores eléctricos	
Prensa para briquetas	4.5-5.0	Motores para aparatos	1.5-2.0
Grandes batidoras	3.5-4.0	electrodomésticos	
Molinos de tubos	> 6.0	Motores pequeños de serie	2.5-3.5
Rodillos para hornos giratorios	4.5-5.0	Motores de tipo medio de serie	3.0-4.0
Tornos, fresadoras y taladradoras	2.7-4.5	Grandes motores estacionarios	3.5-4.5
Rectificadoras, lapeadoras y pulidoras	2.7-4.5	Motores eléctricos de tracción	3.0-4.0
Volantes	3.4-4.0	Cajas de grasa	
Maquinaria de imprenta	4.0-4.5	Vagonetas	3.0-4.0
Maquinas para la fabricación de papel	5.0-6.0	Tranvías	4.5-5.5
Máquinas para trabajar la madera	3.0-4.0	Coches de viajeros	4.0-5.0
Maquinaria textil	3.6-4.7	Vagones de mercancías	3.5-4.0
Máquinas para fundición centrifugada	3.4-4.0	Vagones de descombro	3.5-4.0
		Automotores	4.0-5.0
		Locomotoras	4.0-5.5
		(rodamientos exteriores)	
		Locomotoras	4.5-5.5
		(rodamientos interiores)	

Tabla 1.- Coeficiente de esfuerzo dinámico FL según el tipo de montaje y clases de esfuerzo.

www.uclm.es/profesorado/porrasysoriano/.../Tema10.pdf

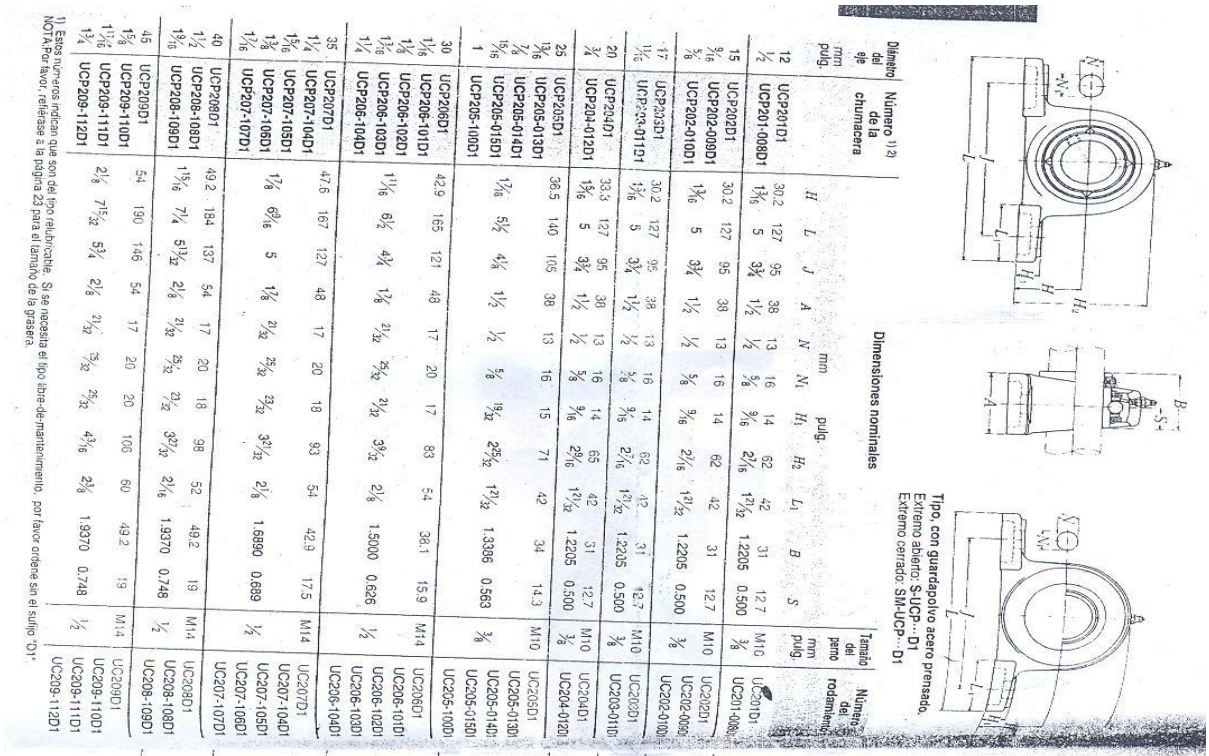
Anexo 22. Valores X e Y de rodamientos

Rodamientos de bolas					
Tipos de rodamientos	$\frac{Fa}{Fr} \leq e$		$\frac{Fa}{Fr} > e$		e
	X	Y	X	Y	
Rodamientos rígidos de bolas Series EL, R, 160,60, 62, 63, 64,					
$\frac{Fa}{Co}$ = 0'025				2	0'22
= 0'04				1'8	0'24
= 0'07				1'6	0'27
=0'13				1'4	0'31
= 0'25	1	0	0'56	1'2	0'37
= 0'5				1	0'44
Rodamiento de bolas a rótula 135, 126, 127, 108, 129	1	1'8	0'65	2'8	0'34
1200-1203		2		3'1	0'31
04-05		2'3		3'6	0'27
06-07		2'7		4'2	0'23
08-09	1	2'9	0'65	4'5	0'21
10-12		3'4		5'2	0'19
13-22		3'6		5'6	0'17
24-30		3'3		5	0'2
2200-2204		1'3		2	0'5
05-07		1'7		2'6	0'37
08-09		2		3'1	0'31
10-13	1	2'3	0'65	3'5	0'28
14-20		2'4		3'8	0'26

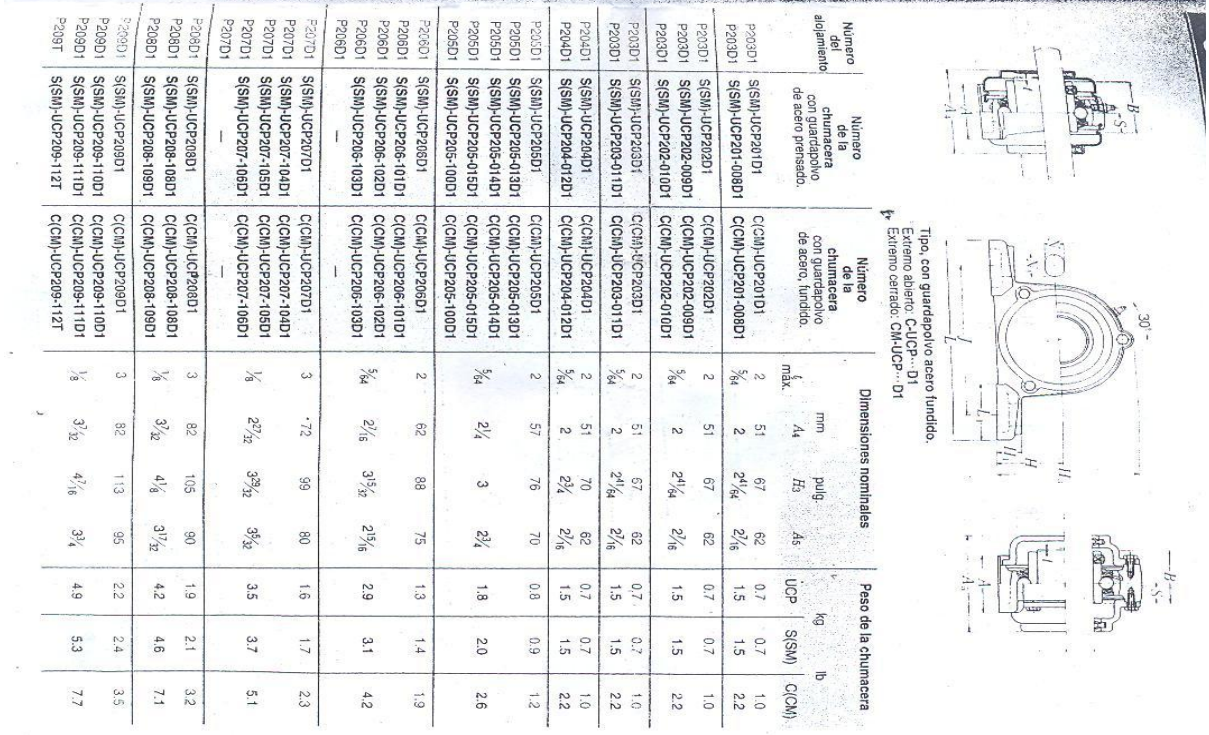
www.uclm.es/profesorado/porrasysoriano/.../Tema10.pdf

Anexo 23

Anexo 23. Chumaceras para C=10000 N a C= 12000N



Tipo, con guardapolvo acero prensado.
Extremo abierto: S-UCP··-D1
Extremo cerado: SM-UCP··-D1



Tipo, con guardapolvo acero fundido.
Extremo abierto: C-UCP··-D1
Extremo cerado: CM-UCP··-D1

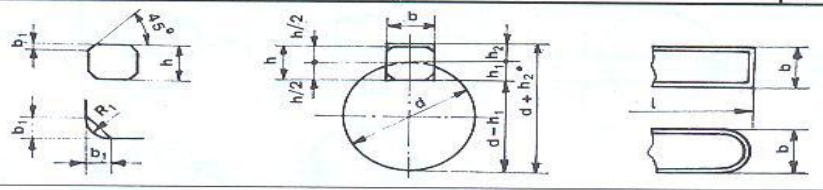
Diámetro del eje	Número de la chumacera	Dimensiones nominales												Tamaño del perno	Número del rodamiento	Número del alojamiento	Número de la chumacera con guardapolvo de acero prensado.	Número de la chumacera con guardapolvo de acero, fundido.	Dimensiones nominales					Peso de la chumacera	
		H	L	J	A	N	N_1	H_1	H_2	L_1	B	S						f máx.	A_4	H_3	A_5	UCP	S(SM)	C(CM)
mm pulg.		mm pulg.				mm								mm pulg.					mm	pulg				kg	lb
12 ½	UCP201D1 UCP201-008D1	30.2 1⅜	127 5	95 3¾	38 1½	13 ½	16 ⅝	14 ⅝	62 2⁹⁄₁₆	42 1⁶⁵⁄₆₄	31 1.2205	12.7 0.500		M10 ⅜	UC201D1 UC201-008D1	P203D1 P203D1	S(SM)-UCP201D1 S(SM)-UCP201-008D1	C(CM)-UCP201D1 C(CM)-UCP201-008D1	2 5⁄64	51 2	67 2⁴⁹⁄₆₄	62 2⁹⁄₁₆	0.7 1.5	0.7 1.5	1.0 2.2
15 ⅝	UCP202D1 UCP202-009D1	30.2 1⅜	127 5	95 3¾	38 1½	13 ½	16 ⅝	14 ⅝	62 2⁹⁄₁₆	42 1⁶⁵⁄₆₄	31 1.2205	12.7 0.500		M10 ⅜	UC202D1 UC202-009D1	P203D1 P203D1	S(SM)-UCP202D1 S(SM)-UCP202-009D1	C(CM)-UCP202D1 C(CM)-UCP202-009D1	2 5⁄64	51 2	67 2⁴⁹⁄₆₄	62 2⁹⁄₁₆	0.7 1.5	0.7 1.5	1.0 2.2
17	UCP203D1 UCP203-011D1	30.2 1⅜	127 5	95 3¾	38 1½	13 ½	16 ⅝	14 ⅝	62 2⁹⁄₁₆	42 1⁶⁵⁄₆₄	31 1.2205	12.7 0.500		M10 ⅜	UC202D1 UC202-010D1	P203D1 P203D1	S(SM)-UCP202D1 S(SM)-UCP202-010D1	C(CM)-UCP202D1 C(CM)-UCP202-010D1	2 5⁄64	51 2	67 2⁴⁹⁄₆₄	62 2⁹⁄₁₆	0.7 1.5	0.7 1.5	1.0 2.2
1⅛	UCP203D1 UCP203-011D1	33.3 1⅜	127 5	95 3¾	38 1½	13 ½	16 ⅝	14 ⅝	65 2⁹⁄₁₆	42 1⁶⁵⁄₆₄	31 1.2205	12.7 0.500		M10 ⅜	UC203D1 UC203-011D1	P203D1 P203D1	S(SM)-UCP203D1 S(SM)-UCP203-011D1	C(CM)-UCP203D1 C(CM)-UCP203-011D1	2 5⁄64	51 2	67 2⁴⁹⁄₆₄	62 2⁹⁄₁₆	0.7 1.5	0.7 1.5	1.0 2.2
20 ¾	UCP204D1 UCP204-012D1	33.3 1⅜	127 5	95 3¾	38 1½	13 ½	16 ⅝	14 ⅝	65 2⁹⁄₁₆	42 1⁶⁵⁄₆₄	31 1.2205	12.7 0.500		M10 ⅜	UC204D1 UC204-012D1	P204D1 P204D1	S(SM)-UCP204D1 S(SM)-UCP204-012D1	C(CM)-UCP204D1 C(CM)-UCP204-012D1	2 5⁄64	51 2	67 2⁴⁹⁄₆₄	62 2⁹⁄₁₆	0.7 1.5	0.7 1.5	1.0 2.2
25 1	UCP205D1 UCP205-013D1 UCP205-014D1 UCP205-015D1 UCP205-100D1	36.5 1⅜	140 5½	105 4⅛	38 1½	13 ½	16 ⅝	15 ⅝	71 2¹⁄₁₆	42 1⁶⁵⁄₆₄	34 1.3386	14.3 0.563		M10 ⅜	UC205D1 UC205-013D1 UC205-014D1 UC205-015D1 UC205-100D1	P205D1 P205D1 P205D1 P205D1 P205D1	S(SM)-UCP205D1 S(SM)-UCP205-013D1 S(SM)-UCP205-014D1 S(SM)-UCP205-015D1 S(SM)-UCP205-100D1	C(CM)-UCP205D1 C(CM)-UCP205-013D1 C(CM)-UCP205-014D1 C(CM)-UCP205-015D1 C(CM)-UCP205-100D1	2 5⁄64	57 2¼	76 3	70 2¾	0.8 1.8	0.9 2.0	1.2 2.6
30 1⅛ 1⅜ 1½ 1¼	UCP206D1 UCP206-101D1 UCP206-102D1 UCP206-103D1 UCP206-104D1	42.9 1¹¹⁄₁₆	165 6½	121 4¾	48 1⅞	17 ⅝	20 ²⁵⁄₃₂	17 ⅝	83 3¼	54 2⅛	38.1 1.5000	15.9 0.626	M14 ½	M10 ⅜	UC206D1 UC206-101D1 UC206-102D1 UC206-103D1 UC206-104D1	P206D1 P206D1 P206D1 P206D1 P206D1	S(SM)-UCP206D1 S(SM)-UCP206-101D1 S(SM)-UCP206-102D1 S(SM)-UCP206-103D1 —	C(CM)-UCP206D1 C(CM)-UCP206-101D1 C(CM)-UCP206-102D1 C(CM)-UCP206-103D1 —	2 5⁄64	62 2½	88 3⁵⁄₁₆	75 2¹⁵⁄₁₆	1.3 2.9	1.4 3.1	1.9 4.2
35 1¼ 1⅝ 1⅜ 1⅛	UCP207D1 UCP207-104D1 UCP207-105D1 UCP207-106D1 UCP207-107D1	47.6 1⅞	167 6⁹⁄₁₆	127 5	48 1⅞	17 ⅝	20 ²⁵⁄₃₂	18 ²³⁄₃₂	93 3²⁷⁄₃₂	54 2⅛	42.9 1.6890	17.5 0.689	M14 ½		UC207D1 UC207-104D1 UC207-105D1 UC207-106D1 UC207-107D1	P207D1 P207D1 P207D1 P207D1 P207D1	S(SM)-UCP207D1 S(SM)-UCP207-104D1 S(SM)-UCP207-105D1 S(SM)-UCP207-106D1 —	C(CM)-UCP207D1 C(CM)-UCP207-104D1 C(CM)-UCP207-105D1 C(CM)-UCP207-106D1 —	3 ·72	99	80	1.6	1.7	2.3
40 1½ 1⅜ 1⅛	UCP208D1 UCP208-108D1 UCP208-109D1	49.2 1¹⁵⁄₁₆	184 7¼	137 5¹³⁄₃₂	54 2⅛	17 ⅝	20 ²⁵⁄₃₂	18 ²³⁄₃₂	98 3²⁷⁄₃₂	52 2⅛	49.2 1.9370	19 0.748	M14 ½		UC208D1 UC208-108D1 UC208-109D1	P208D1 P208D1 P208D1	S(SM)-UCP208D1 S(SM)-UCP208-108D1 S(SM)-UCP208-109D1	C(CM)-UCP208D1 C(CM)-UCP208-108D1 C(CM)-UCP208-109D1	3 ⅛	82 3²⁄₃₂	105 4⅛	90 3¹⁷⁄₃₂	1.9 4.2	2.1 4.6	3.2 7.1
45 1⅝ 1½ 1¼	UCP209D1 UCP209-110D1 UCP209-111D1 UCP209-112D1	54 2⅛	190 7¹⁵⁄₃₂	146 5¾	54 2⅛	17 ⅝	20 ²⁵⁄₃₂	20 ²⁵⁄₃₂	106 4³⁄₁₆	60 2⅜	49.2 1.9370	19 0.748	M14 ½		UC209D1 UC209-110D1 UC209-111D1 UC209-112D1	P209D1 P209D1 P209D1 P209T	S(SM)-UCP209D1 S(SM)-UCP209-110D1 S(SM)-UCP209-111D1 S(SM)-UCP209-112T	C(CM)-UCP209D1 C(CM)-UCP209-110D1 C(CM)-UCP209-111D1 C(CM)-UCP209-112T	3 ⅛	82 3²⁄₃₂	113 4⅜	95 3¾	2.2 4.9	2.4 5.3	3.5 7.7

1) Estos números indican que son del tipo relubricable. Si se necesita el tipo libre de mantenimiento, por favor ordene sin el sufijo "D1".
NOTA-Por favor, refiérase a la página 23 para el tamaño de la grasera.

Fuente: Catálogo UCP

Anexo 24. Chavetas y chaveteros

Pasadores y chavetas — **CHAVETAS PARALELAS SERIE NORMAL** — **TABLA 18 . 13**



Dimensiones en mm.

(De UNE 17.102 h1)

CHAVETA

Sección b × h	Ancho b		Altura h		Chaflán b_1		Longitud l	
	Nominal	Toler. h9	Nominal	Toler. h9 y h11	Mínima	Máximo	De...	...a
4 × 4	4	0 −0,030	4	0 −0,030	0,16	0,25	8	45
5 × 5	5		5		0,25	0,40	10	56
6 × 6	6		6		0,25	0,40	14	70
8 × 7	8	0 −0,036	7	0 −0,090	0,25	0,40	18	90
10 × 8	10		8		0,40	0,60	22	110
12 × 8	12	0 −0,043	8		0,40	0,60	28	140
14 × 9	14		9		0,40	0,60	36	160
16 × 10	16		10		0,40	0,60	45	180
18 × 11	18		11	0 −0,110	0,40	0,60	50	200
20 × 12	20	0 −0,052	12		0,40	0,80	56	220
22 × 14	22		14		0,60	0,80	63	250
25 × 14	25		14		0,60	0,80	70	280
28 × 16	28		16		0,60	0,80	80	320
32 × 18	32	0 −0,062	18		0,60	0,80	90	360
36 × 20	36		20	0 0,130	0,60	1,20	100	400
40 × 22	40		22		1,00	1,20	—	—
45 × 25	45		25		1,00	1,20	—	—
50 × 28	50		28		1,00	1,20	—	—
56 × 32	56	0 −0,074	32	0 −0,160	1,00	2,00	—	—
63 × 32	63		32		1,60	2,00	—	—
70 × 36	70		36		1,60	2,00	—	—
80 × 40	80		40		2,50	3,00	—	—
90 × 45	90	0 −0,087	45		2,50	3,00	—	—
100 × 50	100		50		2,50	3,00	—	—

CHAVETERO

Diámetro del eje d		Sección de la chaveta	Ancho b, tolerancia						Profundidad				Chaflán R_1	
			Nominal	Clase de ajuste del enchavetado					Eje h_1		Cubo h_2			
				Libre		Normal		Ajustado						
Más de	hasta	b × h		Eje h9	Cubo D10	Eje N9	Cubo Js 9	Eje y cubo P9	Nominal	Toler.	Nominal	Toler.	Mín.	Máx.
10	12	4 × 4	4	+0,030 0	+0,078 +0,030	0 −0,030	±0,015	−0,012 −0,042	2,5	+0,1 0	1,8	+0,1 0	0,08	0,16
12	17	5 × 5	5						3		2,3		0,16	0,25
17	22	6 × 6	6						3,5		2,8		0,16	0,25
22	30	8 × 7	8	+0,036 0	+0,098 +0,040	0 −0,036	±0,018	−0,015 −0,051	4	+0,2 0	3,3	+0,2 0	0,16	0,25
30	38	10 × 8	10						5		3,3		0,25	0,40
38	44	12 × 8	12	+0,043 0	+0,120 +0,050	0 −0,043	±0,0215	−0,018 −0,061	5		3,3		0,25	0,40
44	50	14 × 9	14						5,5		3,8		0,25	0,40
50	58	16 × 10	16						6		4,3		0,25	0,40
58	65	18 × 11	18						7		4,4		0,25	0,40
65	75	20 × 12	20	+0,052 0	+0,149 +0,065	0 −0,052	±0,026	−0,022 −0,074	7,5		4,9		0,40	0,60
75	85	22 × 14	22						9		5,4		0,40	0,60
85	95	25 × 14	25						9		5,4		0,40	0,60
95	110	28 × 16	28						10		6,4		0,40	0,60
110	130	32 × 18	32	+0,062 0	+0,180 +0,080	0 −0,062	±0,031	−0,026 −0,088	11		7,4		0,40	0,60
130	150	36 × 20	36						12	+0,3 0	8,4	+0,3 0	0,70	1,00
150	170	40 × 22	40						13		9,4		0,70	1,00
170	200	45 × 25	45						15		10,4		0,70	1,00
200	230	50 × 28	50						17		11,4		0,70	1,00
230	260	56 × 32	56	+0,074 0	+0,220 +0,100	0 −0,074	±0,037	−0,032 −0,106	20		12,4		0,70	1,00
260	290	63 × 32	63						20		12,4		1,20	1,60
290	330	70 × 36	70						22		14,4		1,20	1,60
330	380	80 × 40	80						25		15,4		2,00	2,50
380	440	90 × 45	90	+0,087 0	+0,260 +0,120	0 −0,087	±0,0435	−0,037 −0,124	28		17,4		2,00	2,50
400	500	100 × 50	100						31		19,5		2,00	2,50

Fuente: N.Larburu, Máquinas Prontuario

Anexo 25

Anexo 25. Datos de presión de prensa dobladora / baroladora

PROPIEDAD	Mpa(N/mm2)	Pa=(N/m2)	Kg/mm2	Psi
Resistencia mecanica	520	5,20E+08	53.06	75400
Presión (prensa,baroladora)	34.48	3,45E+07	3.5	5000
Módulo de proporcionalidad(E)	196000	1,96E+11	20000	2,84E+07
Esfuerzo de fluencia mínimo	240	2,40E+08	24	34800
Esfuerzo de fluencia máximo	350	3,50E+08	36	50750

Fuente: Tesis E.P.N. Soldadura fuerte de acero inoxidable austenítico

Anexo 26. Planchas perforadas en acero inoxidable

REPER METAL

01. NOSOTROS | 02. PRODUCTOS | 03. CONTACTO

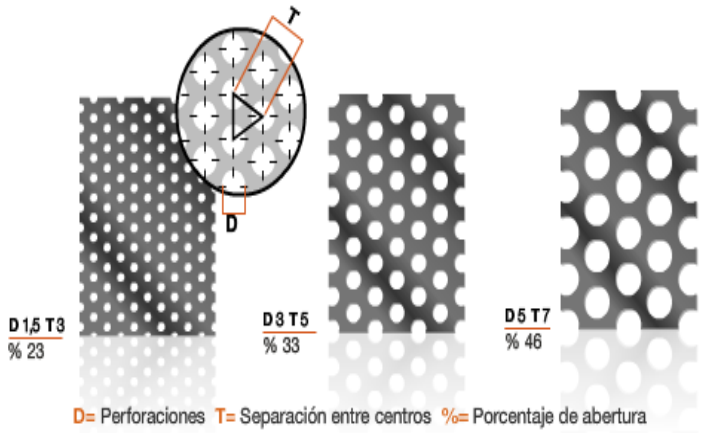
Planchas Perforadas | Planchas Expandidas | Mallas Acero INOX | Pisos y Gratings Metálicos

AGUJEROS REDONDOS | AGUJEROS CUADRADOS | AGUJEROS LARGOS REDONDEADOS | AGUJEROS DECORATIVOS

PLANCHAS PERFORADAS

agujeros redondos

Perforaciones: Desde 0,5 mm. a 50 mm.
Espesores: Desde 0,5 mm. a 10 mm.
Dimensiones: Planchas de 1x2 mts.
Materiales: Hierro, Acero Inox, Galvanizado, Aluminio.
Para otro tipo de perforaciones y formatos consultar.
*Preguntar por nuestro stock de cribas molineras



D= Perforaciones T= Separación entre centros %= Porcentaje de abertura

Aplicaciones:

Cribas / Zarandas / Clasificación de minerales / Máquinas Agrícolas Clasificación de cereales / Industria del cemento / Fábricas de papels Azucareras / Instalaciones / Carboníferas / Filtros / Electrodomésticos Protecciones / Decoración de Interiores/ Arquitectura.

Ver cuadro de especificaciones

Planchas Perforadas

D	T	%	Espesor											
			0,5	0,8	1	1,5	2	2,5	3	4	5	6	8	10
0,5	1,25	14,5	●											
0,8	1,60	22,5	●											
0,8	2	14,5		●										
1	2	23	●	●	●									
1,2	2,25	14,5			●									
1,5	3	23	●	●	●	●								
1,8	3	33			●									
2	3,5	30	●	●	●	●								
2	4	23					●							
2,5	4	35	●	●	●	●								
2,5	5	23					●	●						
3	5	33	●	●	●	●	●							
3	6	23							●					
3,5	5	44	●	●	●	●								
3,5	6	31					●		●					
4	6	40	●	●	●	●								
4	7	30					●		●	●				
5	7	46	●	●	●	●								
5	8	35					●		●	●	●			
6	8,5	44	●	●	●	●								
6	10	33					●		●	●	●	●		
7	10	44			●	●								
7	11	37					●		●	●	●	●		
8	11	48			●	●								
8	12	40					●		●	●	●	●		
8	15	26											●	
8	Aboc.	4,5					●							
9	13	45			●	●								
9	14	37					●		●	●	●	●		
10	14	46		●	●	●								
10	15	40					●		●	●	●	●		
10	18	28											●	●
12	16	51			●	●								
12	17	45					●		●	●	●	●		
12	20	32											●	●
14	20	44											●	●

http://www.repermetal.com/planchas.html

Anexo 27. Pernos según norma DIN

Características de los pernos milimétricos

La resistencia del perno está determinada por su diámetro y por el material del cual está hecho. La resistencia y tipo de acero del perno están marcados en alto relieve en la cabeza de los pernos. Los pernos de la serie milimétrica usados en mecánica están fabricados según las normas DIN 931 (y otros); mientras que los pernos usados en estructuras están fabricados según las normas DIN 6914 (y otras).

Designaciones para pernos según DIN

Clase		**3.6**	**4.6**	**4.8**	**5.6**	**5.8**	**6.8**	**6.9**	**8.8**	**10.9**	**12.9**	**14.9**
Denominación antigua		4A	4D	4S	5D	5S	6S	6G	8G	10K	12K	
Resistencia estática $R_m = \sigma_B$ en N/mm^2	nom mín.	300 330	400 400	400 420	500 500	500 520	600 600	600 600	800 800	1,000 1,040	1,200 1,220	1,400
Límite de fluencia $R_{el} = \sigma_S$ en N/mm^2	nom mín.	180 190	240 240	320 340	300 300	400 420	480 480	540 540				
Límite 0.2 % $R_{p0.2} = \sigma_{0.2\%}$ en N/mm^2	nom mín.								640 640	900 940	1,080 1,100	1,260
Trabajo de resilencia en Joule	mín.				25				30	20	15	
Alargamiento de rotura (probeta corta) en %		25	22	14	20	10	8	12	12	9	8	7
Dureza Brinell HB	mín. máx.	90 209	114 209	124 209	147 209	152 209	181 238	183 238	219 285	295 363	353 412	
Dureza Vickers HV	mín. máx.	95 220	120 220	130 220	155 220	160 220	190 250	194 250	230 300	310 382	372 434	
Dureza Rockwel HRB	mín. máx.	52 95	67 95	71 95	79 95	82 95	89 99	90 99				
Dureza Rockwell HRC	mín. máx.								20 30	31 39	38 44	

Otras marcas en los pernos se refieren mayormente al fabricante.

Combinación ideal de pernos y tuercas

Perno	3.6	4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8	10.9	12.9	14.9
	4			5		6	8	10	12	14

Convenciones Pernos

- la primera cifra da el 1 % de la resistencia mínima a la tracción R_m (equivale a la resistencia estática σ_B) en N/mm^2
- la segunda cifra da el décuplo de la relación entre la fluencia mínima R_{el} (equivalente al límite de fluencia σ_S) y la resistencia mínima a la tracción
- ambas cifras multiplicadas entre sí dan el 10% del límite de fluencia mínima
- aparte de llevar estos dos grupos de números (separados por un punto), puede llevar la marca y/ó logotipo del fabricante

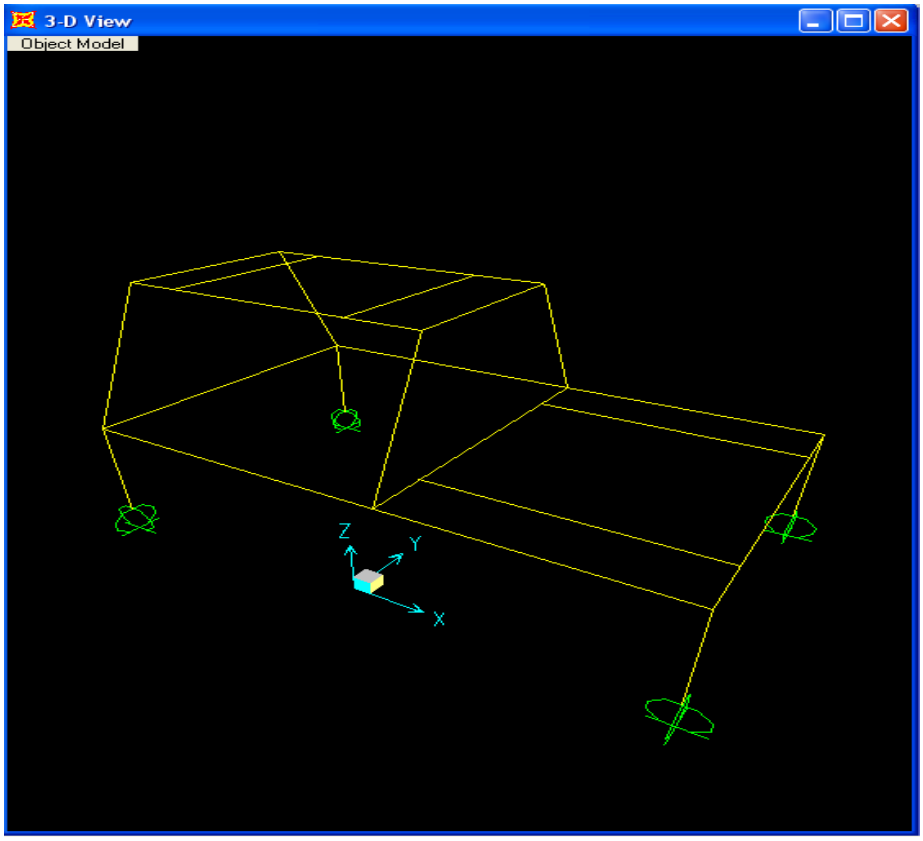
http://www.vendo.com.pe/Accesorios/Caracteristicas

Anexo 28

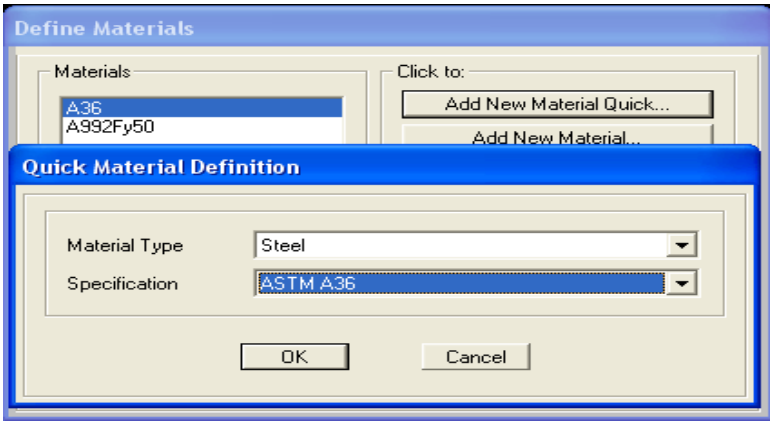
Anexo 28. Análisis y diseño en Sap 2000 V 11.0

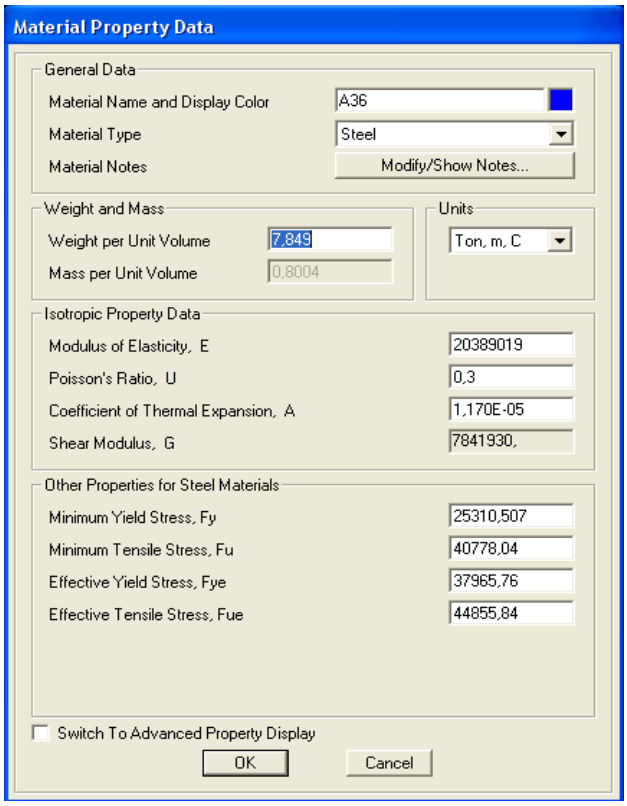
Para el presente análisis estructural se plantea una estructura en perfiles tipo C, utilizando acero A-36 para su análisis, se seguirá los siguientes pasos.

1) **Se crea en el programa la geometría de la estructura, configurando a la vez sus unidades Ton,m,C.**

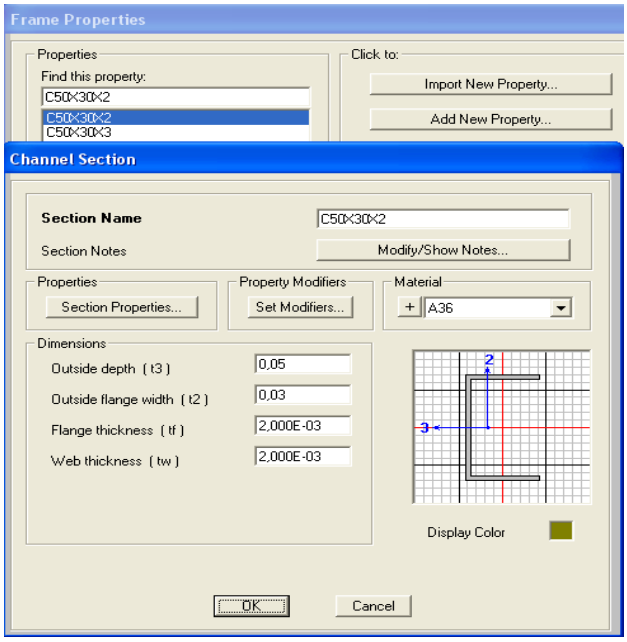


2) Se define el tipo de material a utilizarse



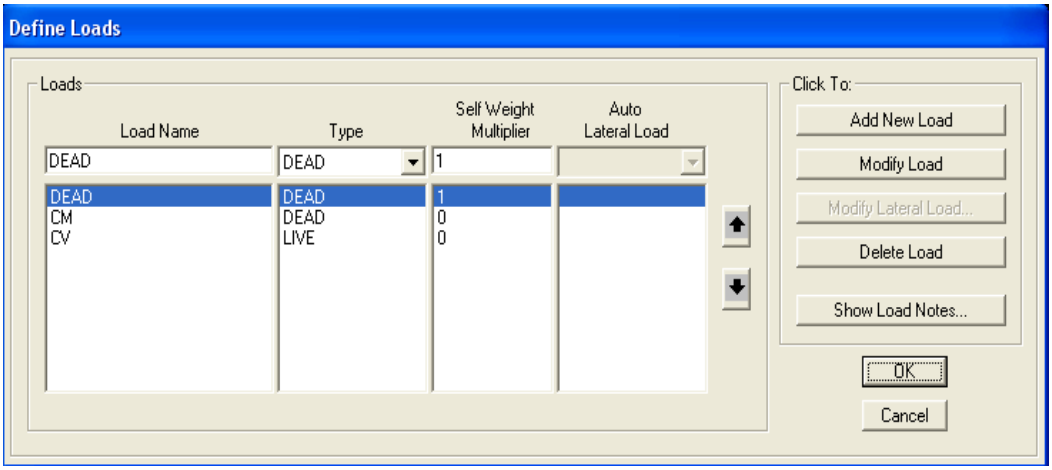


3) Se define el tipo de sección con sus respectivos espesores

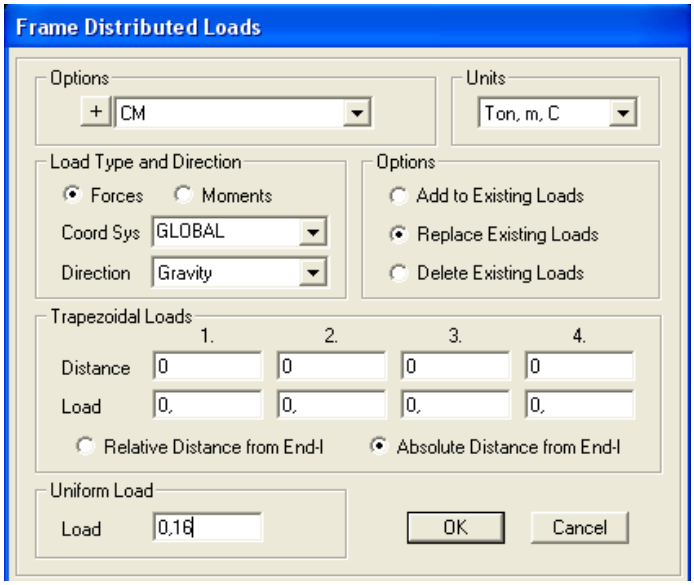


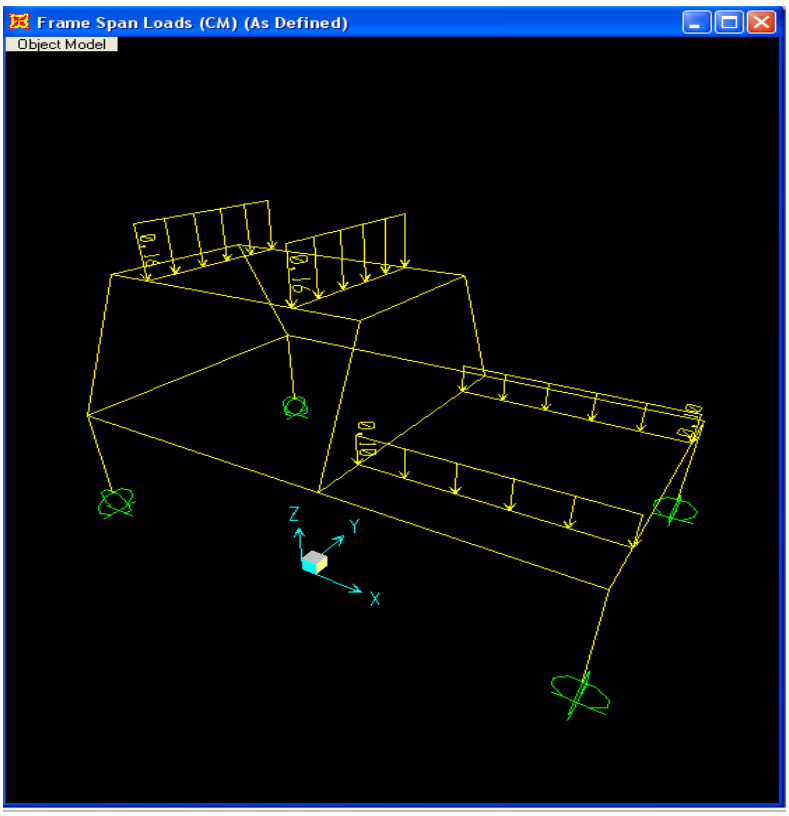
4) Se define los estados de cargas

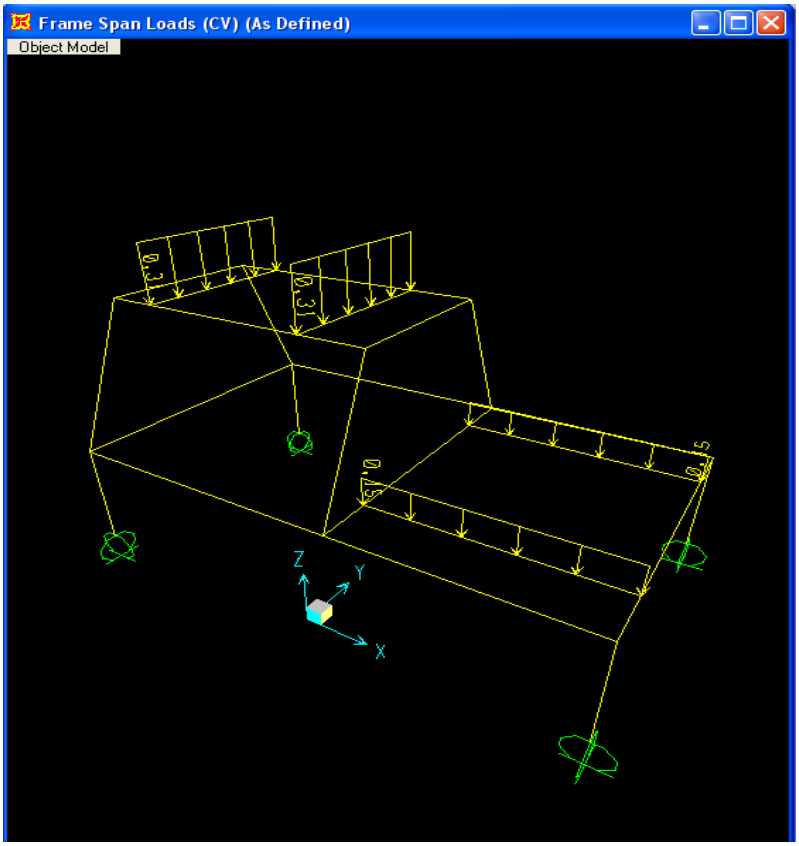
Es aquí donde el programa le considera al peso propio de la estructura al tener un factor 1.



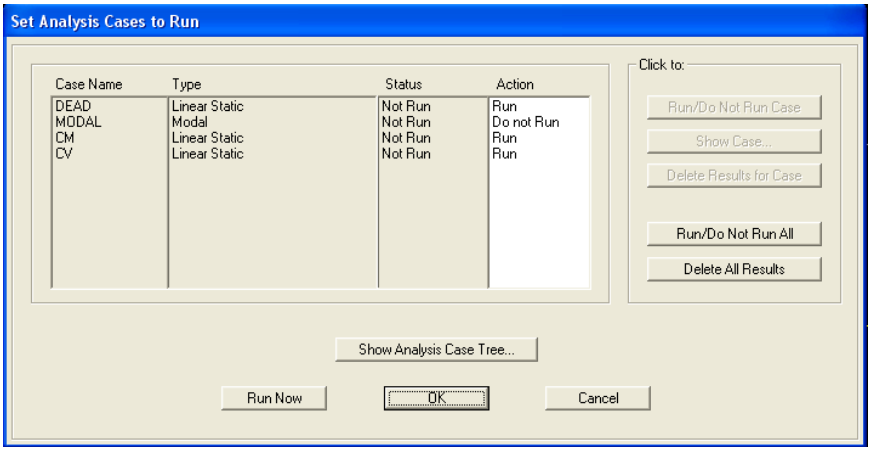
5) Aplicamos las cargas distribuidas vivas y muertas

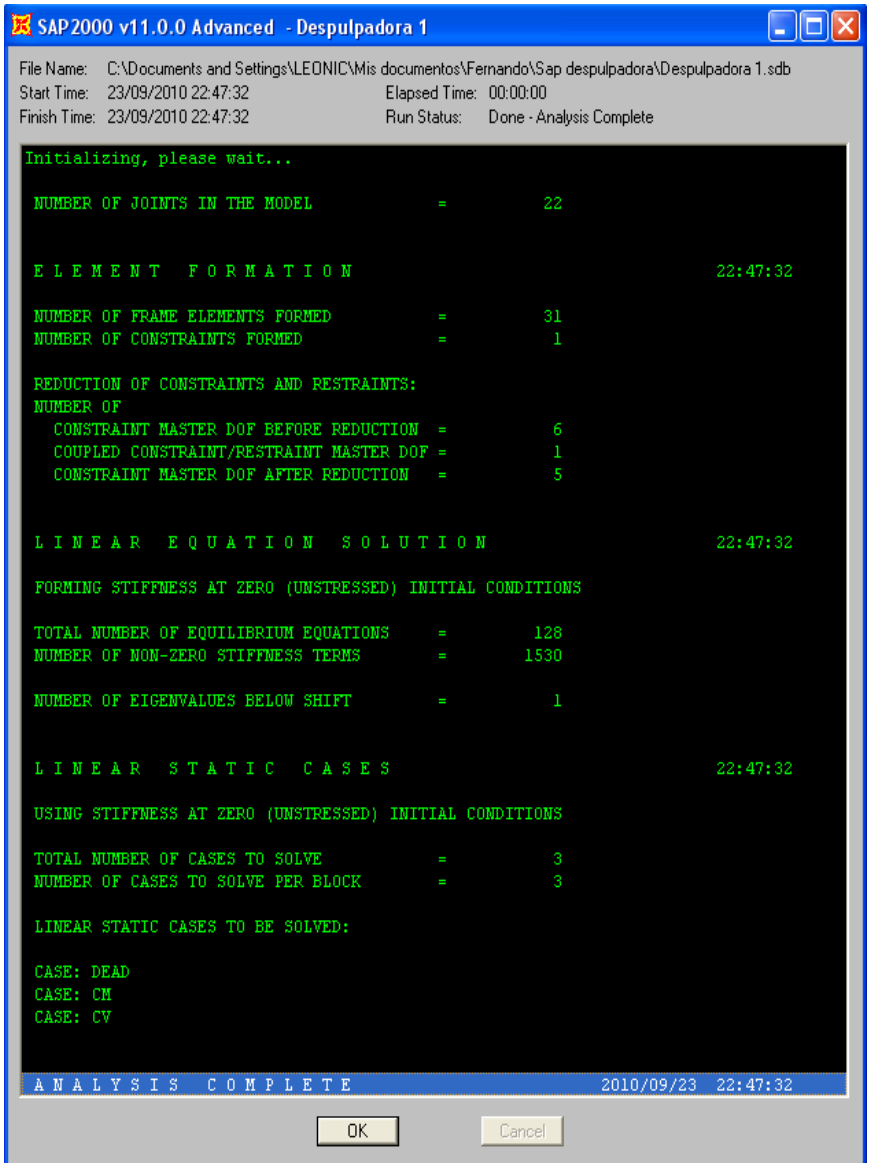






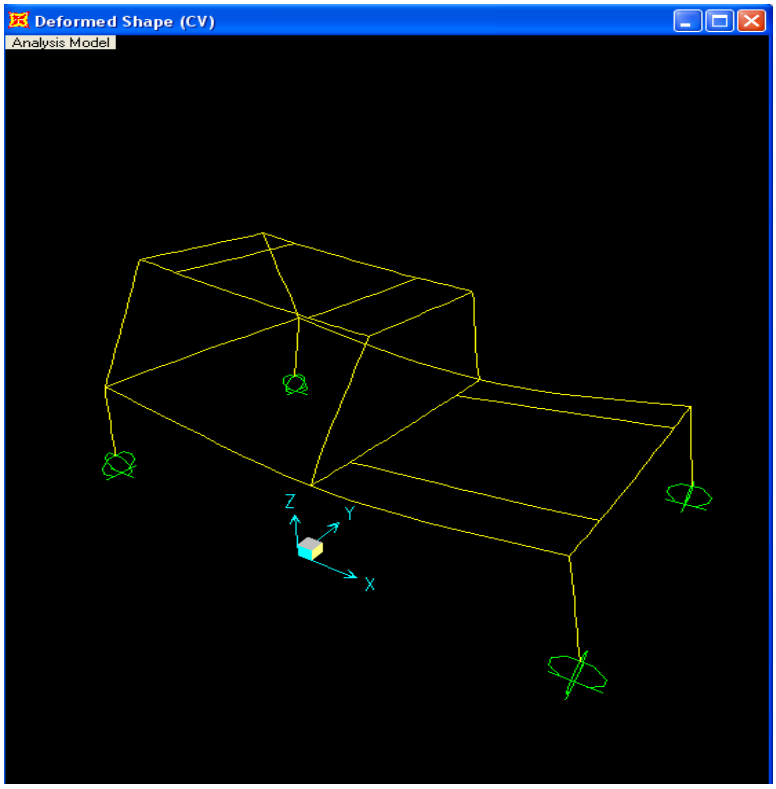
6) Se envía a analizar todos los casos de cargas.

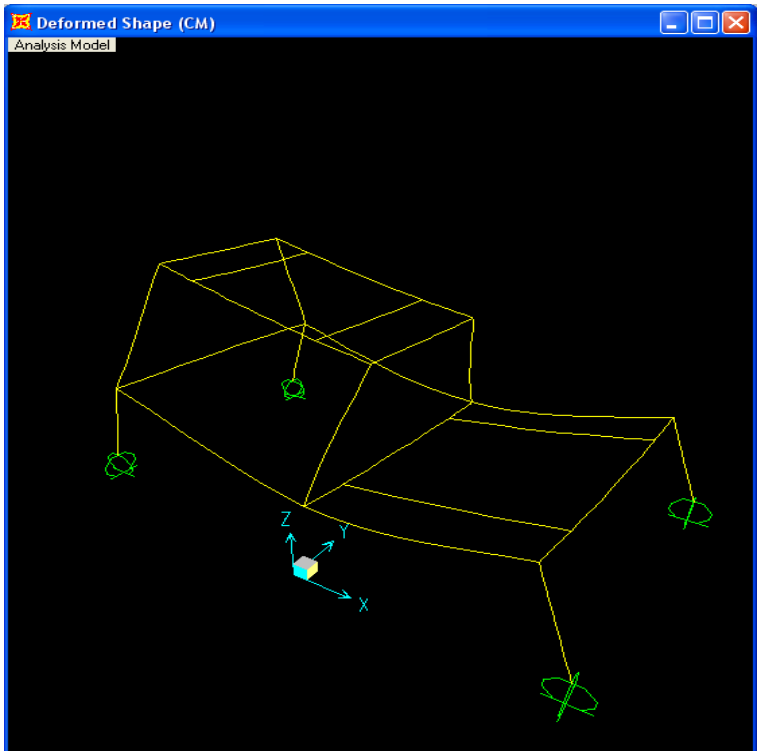




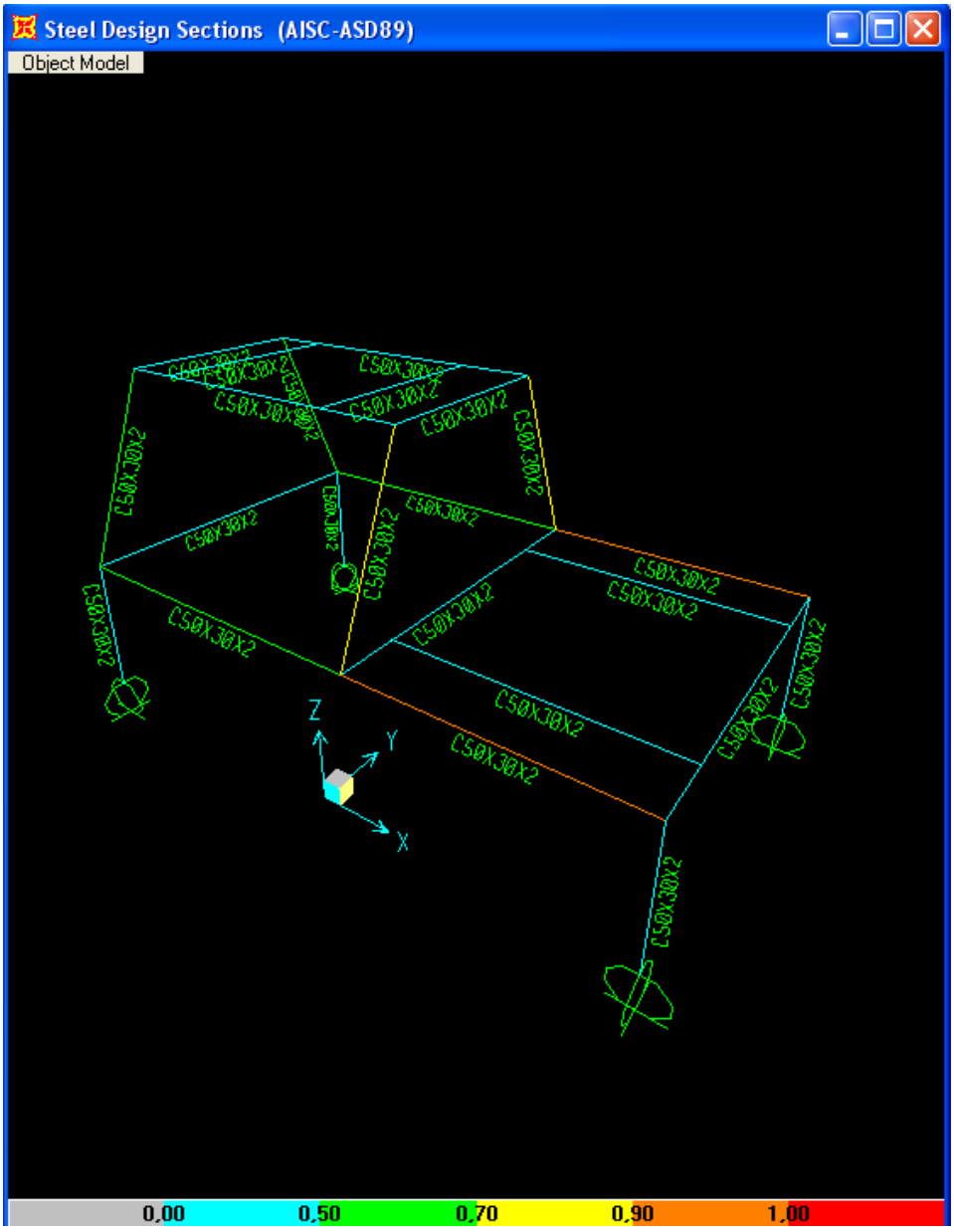
Resultados del análisis

Deformación por carga viva y muerta


Deformed Shape (CV)
Analysis Model
Z
Y
X

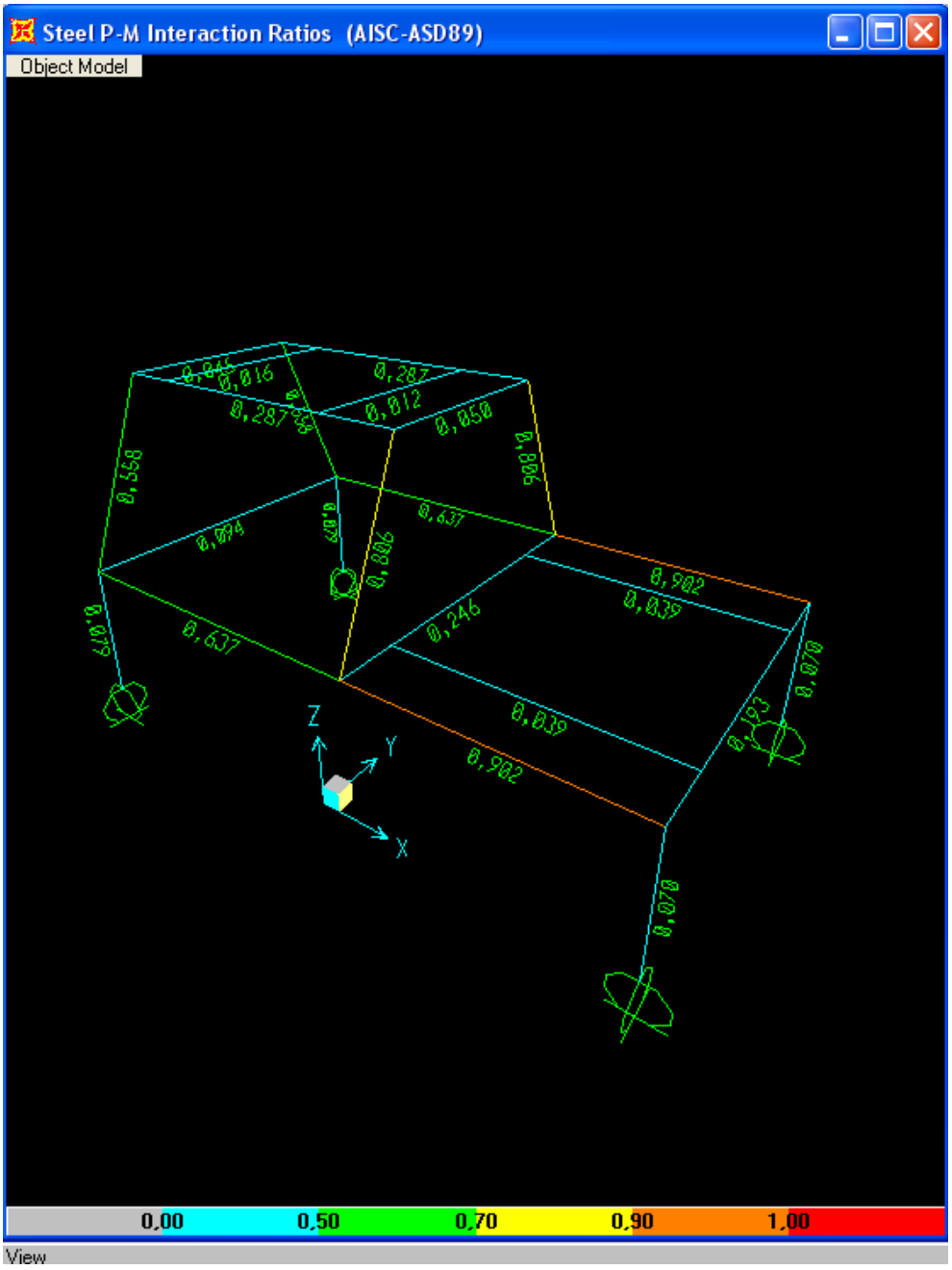

Deformed Shape (CM)
Analysis Model
Z
Y
X

Diseño y selección del tipo de perfil

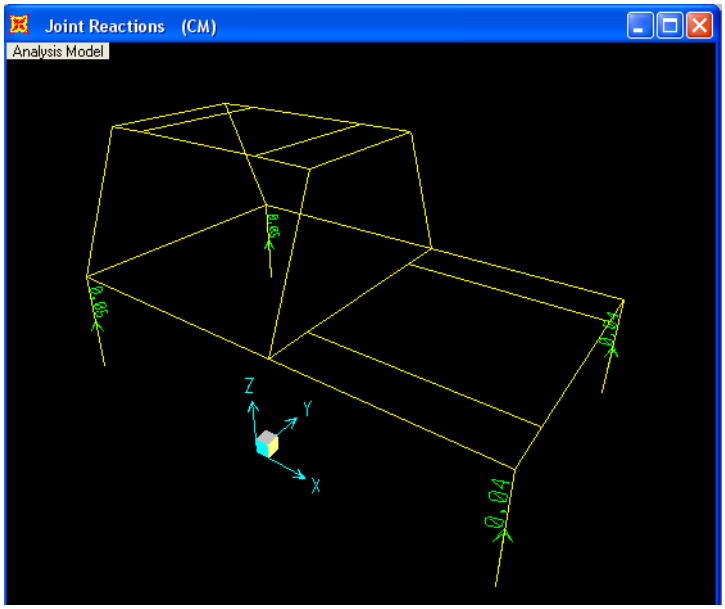


Radios de giro

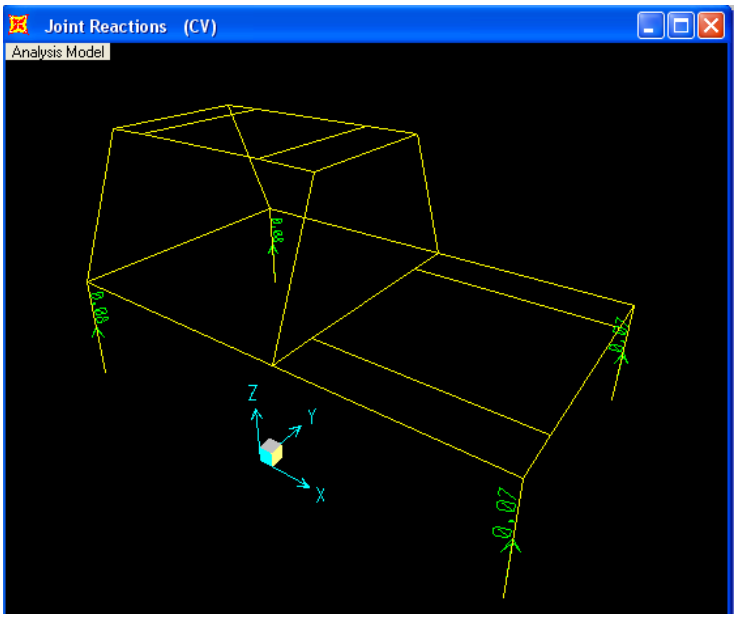
- La viga más crítica es donde se obtiene un radio de giro de 0.902, a la cual se toma como referencia para el diseño.



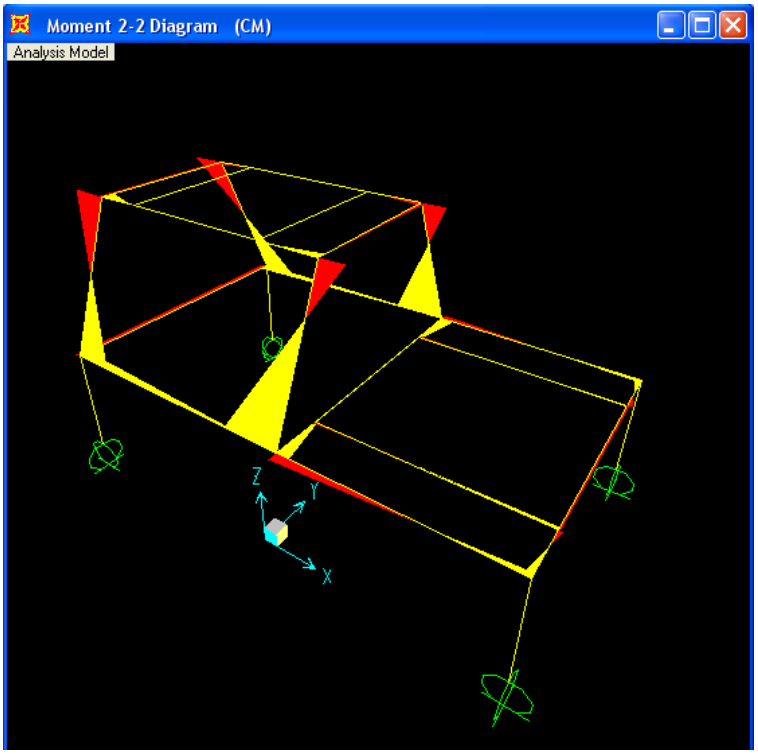
Reacciones por carga muerta



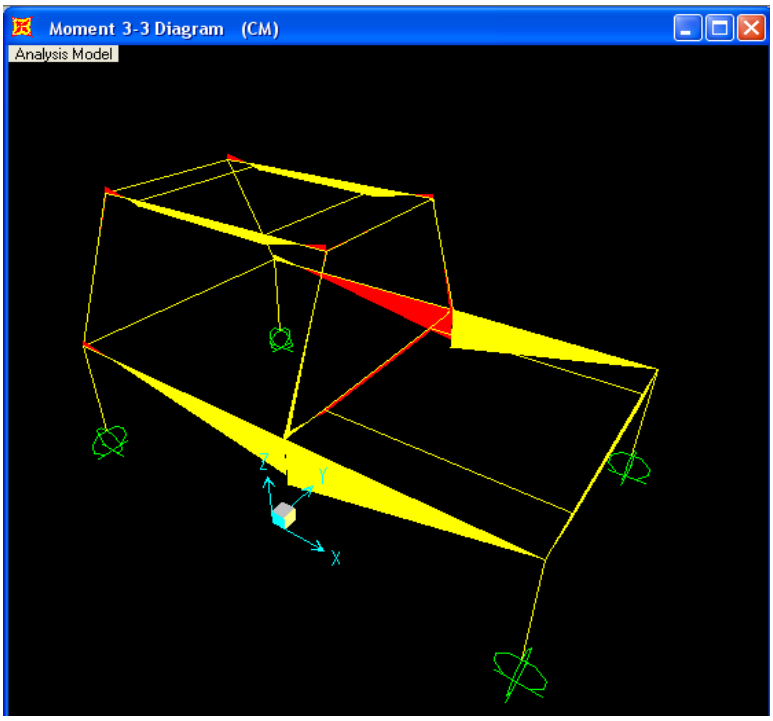
Reacciones por carga viva



Momento 2-2 por carga muerta



Momento 3-3 por carga muerta



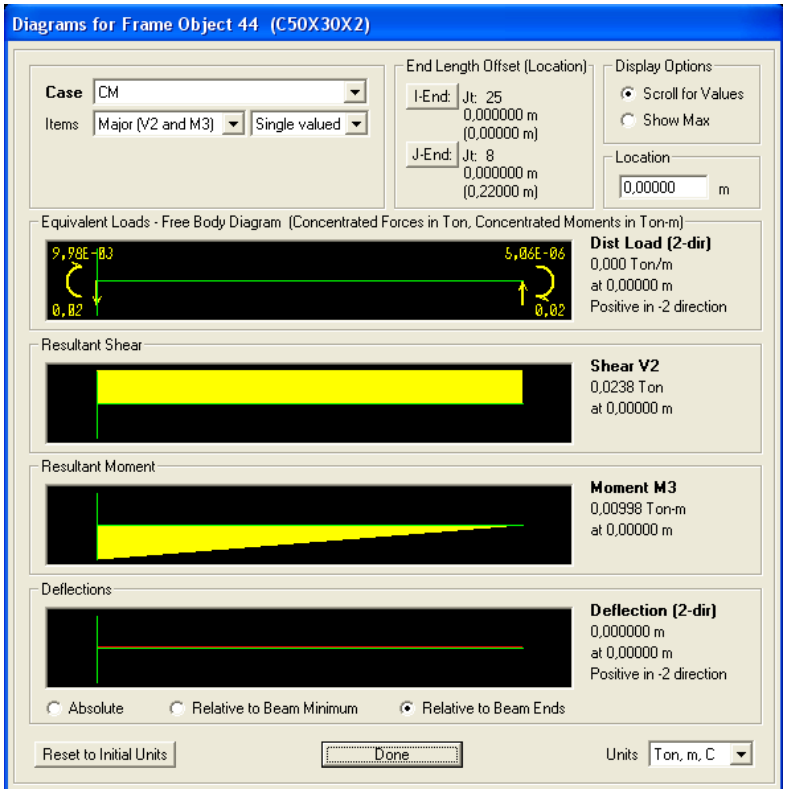


Diagrama de corte 2-2 por carga muerta

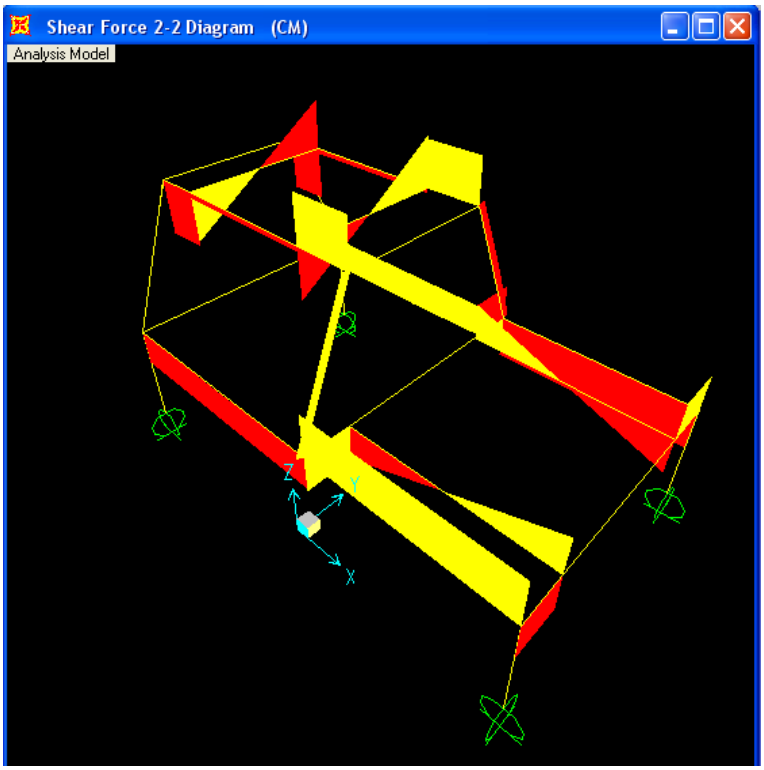


Diagrama de corte 3-3 por carga muerta

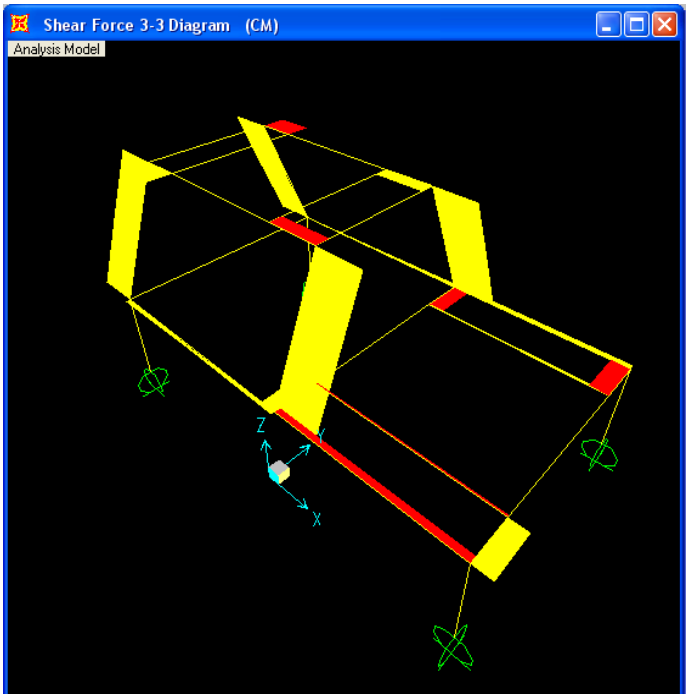
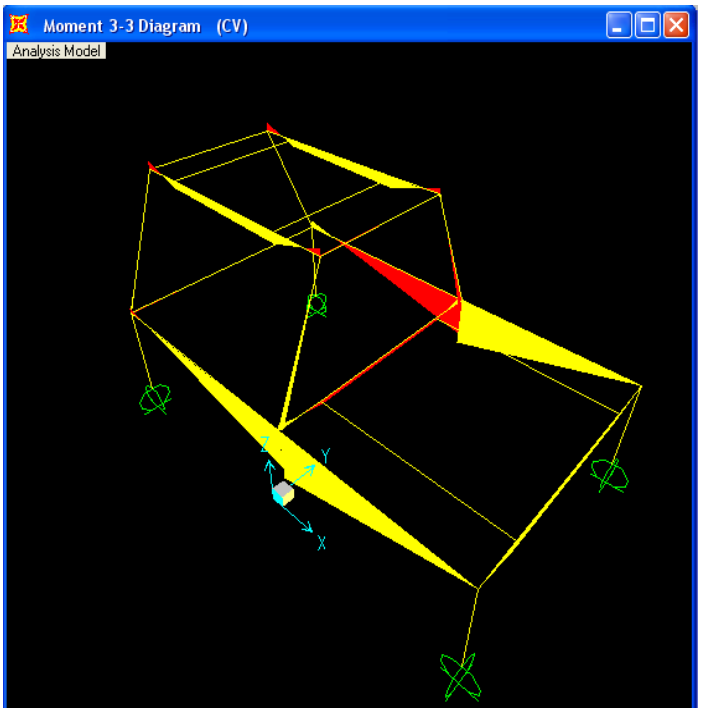


Diagrama de momento 3-3 por carga viva



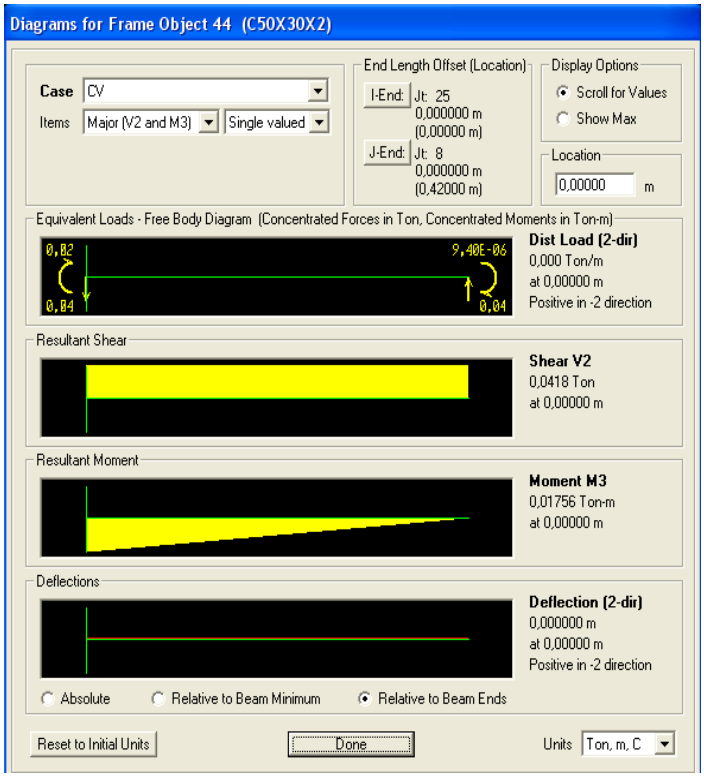
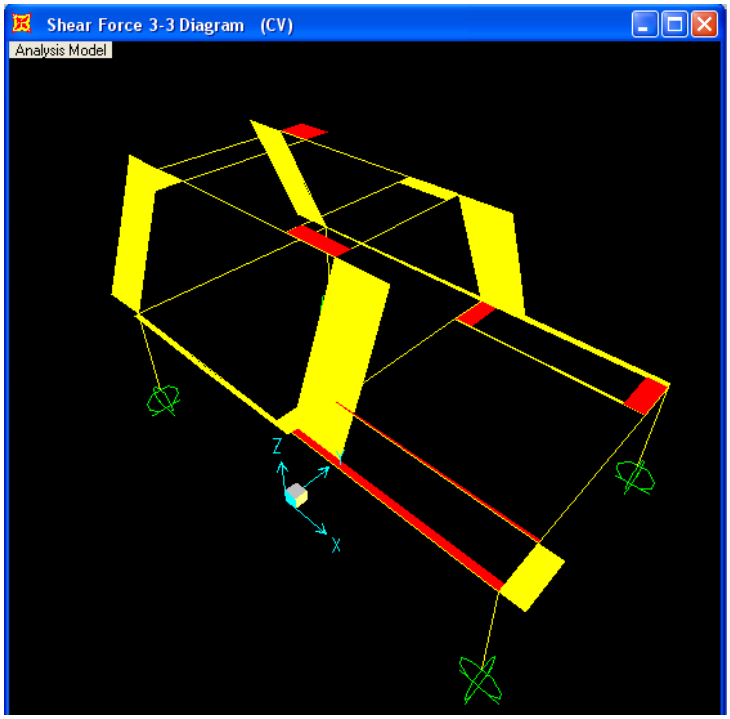


Diagrama de corte 3-3 por carga viva



Anexo 29. Conductores para alimentar a un motor

Los conductores que se emplean para alimentar un motor se dimensionarán siguiendo el siguiente criterio:

"Los conductores que alimentan un motor deben tener una ampacidad no menor a un 125 % de la corriente a plena carga del motor"

En el caso de motores de múltiples velocidades, la selección del conductor de alimentación se basará en la mayor de las corrientes de placa que presenta dicho motor.

Las excepciones a esta regla son dos. La primera corresponde a motores que son operados por períodos cortos de tiempo, en forma intermitente, en forma periódica y con ciclo de trabajo variable. En este caso la ampacidad de los conductores de alimentación será no menor a la corriente nominal de placa multiplicada por los factores de la tabla siguiente.

Factores de dimensionamiento de alimentación a motores de régimen no permanente.

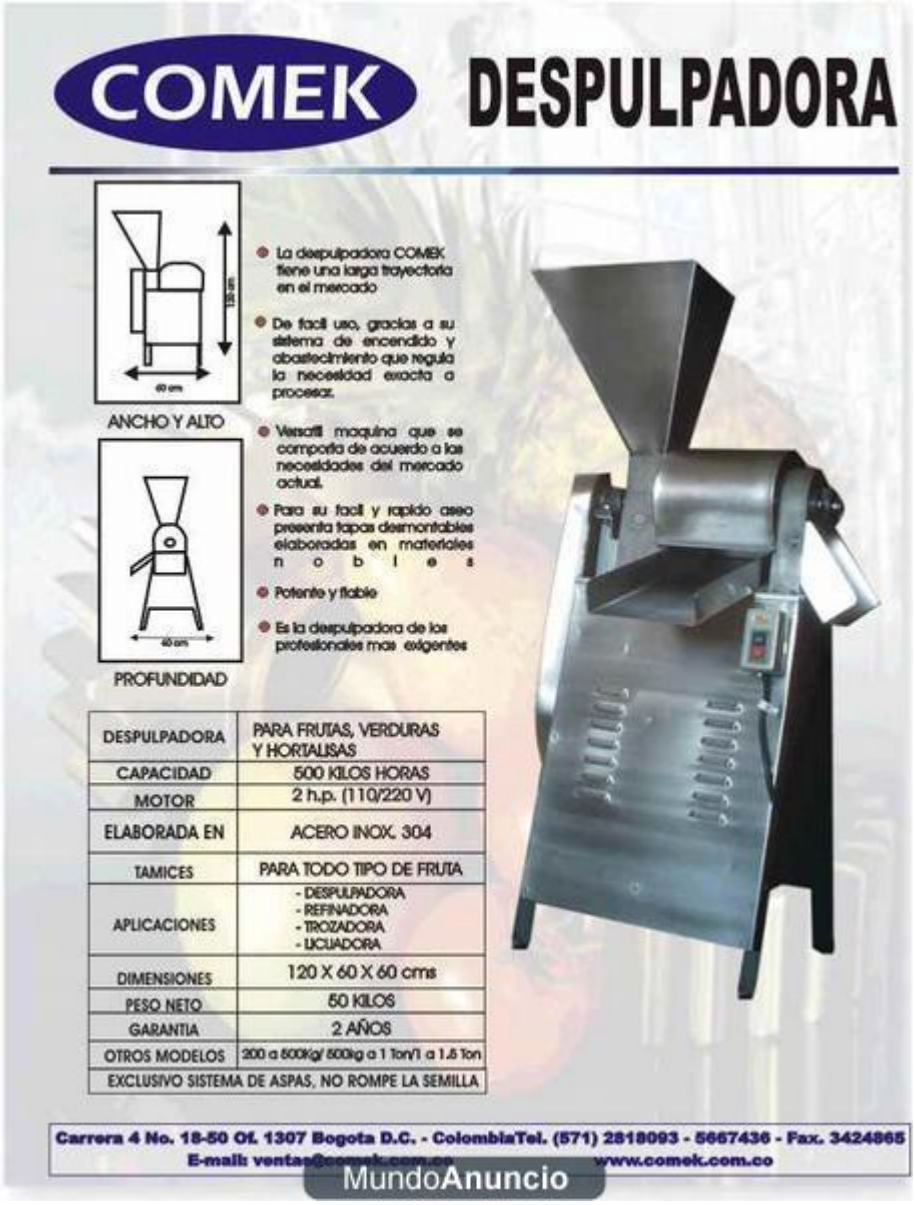
Servicio	Tiempo de operación 5 minutos de operación	15 minutos de operación	Entre 30 y 60 minutos de operación	Más de 60 minutos de operación
Período corto	1,10	1,20	1,50	Na
Intermitente	0,85	0,85	0,90	1,40
Periódico	0,85	0,90	0,95	1,40
Variable	1,10	1,20	1,50	2,00

Fuente: Norma NCH 4/2000 en discusión.

TABLA BASE DE SECCIONES ECONOMICAS (SECCIONES MILIMETRICAS)		
Sección Nominal	Rango de Intensidad de Corriente [Amp]	
mm^2	Inferior	Superior
0,75	–	1,5
1	1,5	2
1,50	2	4
2,50	4	6
4	6	9
6	9	14
10	14	23
16	23	37
25	37	54
35	54	77
50	77	108
70	108	149
95	149	195
120	195	245
150	245	305
185	305	385
240	385	491
300	491	634
400	634	818
500	818	-

www.procobre.org

Anexo 30. Precio de la máquina despulpadora de frutas marca comek



DESPULPADORA DE FRUTAS

- Es también trozadora, licuadora y refinadora.
- Elaborada en acero inoxidable 304 en todas sus partes, incluso el cuerpo del equipo.
- Sistema: Horizontal con corrector de inclinaciÃ³n que la convierte en semi horizontal, para mayor rendimiento.

Garantia absoluta de rendimiento, ya que el sistema de aspas patentado permite que el desecho salga totalmente seco, (libre de pulpa).

- Sistema de aspas protegidas para impedir que parta la semilla. Dotada de dos tamices para cualquier tipo de fruta, incluyendo frutas de alta dificultad.

Medidas:

Altura: 1,20 mts

Ancho: 80 mts

Profundidad: 60 mts

- Peso: 55 kilos
- Motor: SIEMENS 2 h.p. (1.750 r.p.m.)
- Capacidad: 500 kilos / hora.
- Precio: $ USD 3490

Estos precios no incluye IVA

Anexo 31

Anexo 31. Precio de la máquina despulpadora de frutas marca Ecoserv

Despulpadoras de frutas

Fabricación

ECOSERV fabrica despulpadoras de 50, 150, 300 y 600 Kg por hora, en acero inoxidable para alimentos,
sistema de despulpado especial en acero, envíos a todo el país, garantía y servicio técnico post-venta.
Mas información en la pagina WEB www.ecoserv.ec.tf Quito-Ecuador

Precio: $ 3,390.00 Estos precios no incluyen IVA

Nombre:	Ecoserv
Contacto:	Christian de la Torre
Telefono:	0983-4140-5-
Celular:	0983-4140-5-

PLANOS