

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO



FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

TRABAJO ESTRUCTURADO DE MANERA INDEPENDIENTE
Previo a la obtención del Título de INGENIERO MECÁNICO

TEMA: “ESTUDIO DE PROCESOS DE INDUSTRIALIZACIÓN EN EL LAVADO DE LA FRUTA PITAHAYA PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN EN EL CENTRO AGRÍCOLA DEL CANTÓN PALORA”

Autor: Pablo José Pazos Villarreal

Tutor: Ing. Mg. Jorge Patricio Guamanquispe Toasa

Ambato-Ecuador

2013

APROBACIÓN DEL TUTOR

Yo, Ing. Mg. Jorge Patricio Guamanquispe Toasa , en mi calidad de Tutor del Trabajo de Graduación sobre el tema “ESTUDIO DE PROCESOS DE INDUSTRIALIZACIÓN EN EL LAVADO DE LA FRUTA PITAHAYA PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN EN EL CENTRO AGRÍCOLA DEL CANTÓN PALORA” desarrollado por Pablo José Pazos Villarreal, Egresado de la Carrera de Ingeniería Mecánica, considero que dicho informe investigativo reúne los requisitos tanto técnicos como científicos y corresponde a las normas establecidas en el Reglamento de Graduación de Pregrado, modalidad Trabajo Estructurado de Manera Independiente, de la Universidad Técnica de Ambato y en el normativo para la presentación de trabajos de investigación de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica.

Por lo tanto, autorizo la presentación de la misma ante el organismo pertinente, para que sea sometido a evaluación por los profesores calificadores designados por el Honorable Consejo Directivo.

Ambato, 1 de Agosto del 2013

Ing. Mg. Jorge Guamanquispe
TUTOR

AUTORÍA DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN

Yo, Pablo José Pazos Villarreal, con C.I. 140050472-4, tengo a bien indicar que los criterios emitidos en el Trabajo de Graduación: “ESTUDIO DE PROCESOS DE INDUSTRIALIZACIÓN EN EL LAVADO DE LA FRUTA PITAHAYA PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN EN EL CENTRO AGRÍCOLA DEL CANTÓN PALORA”, como también los contenidos presentados, ideas, análisis y síntesis son de exclusiva responsabilidad de mi persona, como autor de este Trabajo de Graduación.

Ambato, 1 de Agosto del 2013

Pablo Pazos Villarreal

DEDICATORIA

Quiero dedicar este trabajo con mucho amor a mi madre quien me ha enseñado que todo en la vida se consigue con paciencia y mucho esfuerzo.

A mi Esposa, quien fue la impulsadora vital de este trabajo, que con su apoyo dio motivo para lograr este objetivo.

También quiero dedicar este trabajo a cada una de las personas quienes van a ser uso de esta investigación para enriquecer sus conocimientos profesionales como guía de sus objetivos.

Pablo Pazos Villarreal

AGRADECIMIENTO

Al ser más importante en la vida del hombre que siempre va a estar en primer plano a Dios todo poderoso y a su único hijo Jesús; quienes les agradezco profundamente por darme paciencia en los momentos más difíciles a lo largo de mi vida estudiantil.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

PORTADA.....	I
APROBACIÓN DEL TUTOR.....	II
AUTORÍA DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN	III
DEDICATORIA	IV
AGRADECIMIENTO	V
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	VI
ÍNDICE DE TABLAS	IX
ÍNDICE DE GRÁFICOS	XI
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	XII
ÍNDICE DE ANEXOS.....	XIV
CAPÍTULO I.....	1
EL PROBLEMA.....	1
1.1. TEMA DE INVESTIGACIÓN.....	1
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.2.1. CONTEXTUALIZACIÓN.....	1
1.2.2. ANÁLISIS CRÍTICO	8
1.2.3. PROGNOSIS	9
1.2.4. FÓRMULACIÓN DEL PROBLEMA	9
1.2.5. PREGUNTAS DIRECTRICES.....	10
1.2.6. DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA.....	10
1.2.6.1. DE CONTENIDOS.....	10
1.2.6.2. ESPACIAL	10
1.2.6.3. TEMPORAL	10
1.3. JUSTIFICACIÓN.....	10
1.4. OBJETIVOS.....	12
1.4.1. OBJETIVO GENERAL	12
1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	12
CAPÍTULO II.....	13
MARCO TEÓRICO	13
2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS.....	13
2.1.1. ANTECEDENTES	13
2.1.2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS	14
2.1.2.1. PRODUCCIÓN DE PITAHAYA EN EL ECUADOR.....	14
2.1.2.2. REQUERIMIENTOS MÍNIMOS Y EDÁFICOS	15
2.1.2.3. TECNOLOGÍA DE CULTIVO	16

2.1.2.4. DESARROLLO DE LA PLANTA.....	16
2.1.2.5. TRASPLANTE	17
2.1.2.6. TUTOREO O FORMACIÓN DE ESPALDERAS	17
2.1.2.7. SISTEMA DE EMPARRADO.....	18
2.1.2.8. PODAS, TIPOS Y PROCESOS.....	18
2.1.2.9. RIEGO, FERTILIZANTES Y ABONOS.....	19
2.1.2.10. COSECHA, POST-COSECHA Y RECEPCIÓN DE LA PLANTA	19
2.1.2.11. PRESENTACIÓN DEL PRODUCTO.....	21
2.1.2.12. TRANSPORTE Y COMERCIALIZACIÓN	21
2.2. FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA.....	22
2.3. FUNDAMENTACIÓN LEGAL	23
2.4. CATEGORÍAS FUNDAMENTALES.....	25
2.5. HIPÓTESIS	39
2.6. SEÑALAMIENTO DE VARIABLES.....	39
2.6.1. VARIABLE INDEPENDIENTE	39
2.6.2. VARIABLE DEPENDIENTE	40
CAPÍTULO III.....	41
MÉTODOLOGÍA	41
3.1. ENFOQUE	41
3.2. MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN	41
3.2.1. DE CAMPO	41
3.2.2. BIBLIOGRÁFICA.....	41
3.3. NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN	42
3.4. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	42
3.5. OPERACIÓN DE VARIABLES	43
3.5.1. VARIABLE INDEPENDIENTE	43
3.5.2. VARIABLE DEPENDIENTE.	44
3.6. TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	45
3.7. PLAN DE PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN.....	45
3.8. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	46
CAPÍTULO IV.....	47
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....	47
4.1. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....	47
ENCUESTA A LOS PRODUCTOS DE PITAHAYA (VER ANEXO 1)	48
4.1.2. SÍNTESIS DE LA INVESTIGACIÓN DE CAMPO.....	60
4.2. DIAGRAMA DEL PROCESO (MÉTODO ACTUAL).....	62
4.2.1. ANÁLISIS DEL TIEMPO DE LAVADO MÉTODO MANUAL	63
4.2.2. DIAGRAMA DE OPERACIONES (MÉTODO ACTUAL).....	64
4.2.3. DIAGRAMA DEL PROCESO (MÉTODO INDUSTRIAL)	65

4.2.4. ANÁLISIS DEL TIEMPO DE LAVADO MÉTODO INDUSTRIAL	66
4.2.5. DIAGRAMA DE OPERACIONES (MÉTODO INDUSTRIAL)	67
4.2.6. ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	67
4.2.7. TIPO DE MÁQUINA	68
4.2.8. SÍNTESIS DE LA EVALUACIÓN DE LOS PROCESOS DE LAVADO.....	73
4.3. VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS	74
4.2.1. ESPECIFICACIONES DE LA REGIÓN DE ACEPTACIÓN Y RECHAZO.....	74
4.2.2 ESPECIFICACIONES ESTADÍSTICAS.....	75
4.2.3. RESULTADO DE LAS FRECUENCIAS	75
CAPÍTULO V.....	79
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	79
5.1. CONCLUSIONES	79
5.2. RECOMENDACIONES.....	80
CAPÍTULO VI	81
PROPUESTA.....	81
6.1. DATOS INFORMATIVOS	81
6.2. ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA	82
6.3. JUSTIFICACIÓN.....	82
6.4. OBJETIVOS	83
6.4.1. OBJETIVO GENERAL.....	83
6.4.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	83
6.5. ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD	83
6.6. FUNDAMENTACIÓN.....	84
6.6.1. CÁLCULOS DEL PROTOTIPO DE MÁQUINA LAVADORA DE PITAHAYA POR DISCO.....	84
6.6.1.1. CONTENEDOR.....	85
6.6.1.2. CALCULO DEL DISCO DE CONTACTO	89
6.6.1.3. SELECCIÓN DEL MOTOR	93
6.6.1.4. SELECCIÓN DE BANDAS.....	96
6.6.1.5. DISEÑO DEL EJE DE REDUCCIÓN.....	105
6.6.1.6. DISEÑO DEL EJE DE ARRASTRE.....	117
6.6.1.7. CÁLCULO DE SOLDADURA	128
6.6.1.8. CÁLCULO DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE LA BANCADA SOMETIDOS A CARGAS	130
6.7. METODOLOGÍA DEL MODELO OPERATIVO.....	141
6.8. ADMINISTRACIÓN.....	148
6.8.1. ANÁLISIS DE COSTOS	148

6.8.1.1. COSTOS DIRECTOS.....	148
6.8.1.2. COSTOS INDIRECTOS	149
6.8.1.3. COSTO DE MÁQUINARIA	149
6.8.1.4. COSTO DE MANO DE OBRA.....	150
6.8.1.5. COSTOS VARIOS.....	150
6.9. PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN.....	150
6.9.1. FUNCIONAMIENTO.....	150
6.9.2. MANTENIMIENTO	151
BIBLIOGRAFÍA.....	153
LINKOGRAFÍA	153

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. EXPORTACIONES NO PETROLERAS DEL ECUADOR	4
TABLA 2. HECTÁREAS SEMBRADAS DE PITAHAYA POR PROVINCIA	6
TABLA 3. ESTUDIO DE PROCESOS DE INDUSTRIALIZACIÓN EN EL LAVADO DE LA FRUTA PITAHAYA.....	43
TABLA 4. OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE PITAHAYA EN EL CENTRO AGRÍCOLA DEL CANTÓN PALORA.	44
TABLA 5: TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN	45
TABLA 6. CANTIDAD DE FRUTA LAVADA EN KILOGRAMOS AL DÍA.....	48
TABLA 7. MÉTODO UTILIZADO EN EL LAVADO DE LA PITAHAYA	49
TABLA 8. AFECTACIONES DE SALUD POR EL TRABAJO.....	50
TABLA 9. OBREROS UTILIZADOS EN EL PROCESO DE TRABAJO.....	52
TABLA 10. FACTOR DIRECTO EN EL LAVADO DE LA FRUTA	53
TABLA 11. TIEMPO UTILIZADO EN EL LAVADO DE LA FRUTA.....	54
TABLA 12. OTRO FACTOR DETERMINANTE EN EL LAVADO DE LA PITAHAYA.....	56
TABLA 13. INFLUYE LA DEMORA EN LA PRODUCCIÓN	57
TABLA 14. CONSECUENCIAS DE LA DEMORA EN EL LAVADO DE LA PITAHAYA.....	58

TABLA 15. MÁQUINA PARA EL LAVADO DE PITAHAYA OPTIMIZARÍA SU PRODUCCIÓN	59
TABLA 16. DIAGRAMA DEL PROCESO DE LAVADO MANUAL	62
TABLA 17. RESUMEN DEL DIAGRAMA DE PROCESO MANUAL.....	63
TABLA 18. DIAGRAMA DEL PROCESO MECÁNICO	65
TABLA 19. RESUMEN DEL DIAGRAMA DEL PROCESO MECÁNICO	66
TABLA 20. CRITERIOS DE SELECCIÓN.....	70
TABLA 21. COSTOS DE SELECCIÓN DE LOS ELEMENTOS DE LA MÁQUINA DE LAVADO	70
TABLA 22. CANTIDAD DE PRODUCTO LAVADO	71
TABLA 23. MANTENIBILIDAD.....	71
TABLA 24. CONSUMO DE ENERGÍA	72
TABLA 25. VALOR DE PONDERACIÓN PARA LA MÁQUINA.....	72
TABLA 26. FRECUENCIAS OBSERVADAS DE LOS PRODUCTORES DE PITAHAYA.....	76
TABLA 27. FRECUENCIAS ESPERADAS DE LOS PRODUCTORES DE PITAHAYA.....	77
TABLA 28. ESTIMACIÓN DE LA CHI CUADRADO DE LOS PRODUCTORES DE PITAHAYA.....	77
TABLA 29. ESTIMACIÓN DE LA CAPACIDAD DE LAVADO DE LA MÁQUINA	85
TABLA 30. CÁLCULO DE COSTOS DIRECTOS.....	148
TABLA 31. CÁLCULO DE COSTOS DE MÁQUINARIA.....	149
TABLA 32. CÁLCULO DE COSTO DE MANO DE OBRA.....	150
TABLA 33. CÁLCULO DE COSTO DE MANO DE OBRA.....	150

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1. EVOLUCIÓN DE EXPORTACIONES TOTALES.....	2
GRÁFICO 2. EXPORTACIONES NO PETROLERAS: TRADICIONALES Y NO TRADICIONALES MILLONES USD	2
GRÁFICO 3. EXPORTACIONES NO PETROLERAS PRINCIPALES GRUPOS DE PRODUCTOS.....	3
GRÁFICO 4. PROVINCIAS PRODUCTORAS DE PITAHAYA	6
GRÁFICO 5. ÁRBOL DE PROBLEMAS	8
GRÁFICO 6. CATEGORÍAS FUNDAMENTALES.....	25
GRÁFICO 7. CANTIDAD DE FRUTA LAVADA EN KILOGRAMOS AL DÍA	48
GRÁFICO 8. MÉTODO UTILIZADO EN EL LAVADO DE LA PITAHAYA	50
GRÁFICO 9. AFECTACIONES DE SALUD POR EL TRABAJO	51
GRÁFICO 10. OBREROS UTILIZADOS EN EL PROCESO DE TRABAJO	52
GRÁFICO 11. FACTOR DIRECTO EN EL LAVADO DE LA FRUTA.....	53
GRÁFICO 12. TIEMPO UTILIZADO EN EL LAVADO DE LA FRUTA	55
GRÁFICO 13. OTRO FACTOR DETERMINANTE EN EL LAVADO DE LA PITAHAYA	56
GRÁFICO 14. INFLUYE LA DEMORA EN LA PRODUCCIÓN.....	57
GRÁFICO 15. CONSECUENCIAS DE LA DEMORA EN EL LAVADO DE LA PITAHAYA.....	58
GRÁFICO 16. MÁQUINA PARA EL LAVADO DE PITAHAYA OPTIMIZARÍA SU PRODUCCIÓN.....	60
GRÁFICO 17. PRODUCCIÓN ANUAL DE PITAHAYA EN PALORA	61
GRÁFICO 18. VERIFICACIÓN GRÁFICA DE LA HIPÓTESIS	78

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

ILUSTRACIÓN 1. REQUERIMIENTOS EDÁFICOS DEL SUELO.....	16
ILUSTRACIÓN 2. TRASPLANTE DE LA PITAHAYA.....	17
ILUSTRACIÓN 3. FORMACIÓN DE ESPALDARES	17
ILUSTRACIÓN 4. SISTEMAS DE EMPARRADO	18
ILUSTRACIÓN 5. PODAS, TIPOS Y PROCESOS	18
ILUSTRACIÓN 6. COSECHA, POST-COSECHA Y RECEPCIÓN DE LA PLANTA.....	19
ILUSTRACIÓN 7. FRUTO COSECHADO.....	20
ILUSTRACIÓN 8. POST-COSECHA DE LA PITAHAYA.....	20
ILUSTRACIÓN 9. PRESENTACIÓN DE LA PITAHAYA	21
ILUSTRACIÓN 10. TRANSPORTE Y COMERCIALIZACIÓN.....	22
ILUSTRACIÓN 11. TINA DE LAVADO POR INMERSIÓN PARA FRUTAS Y HORTALIZAS.	27
ILUSTRACIÓN 12. TAMBOR ROTATORIO PARA LAVADO POR ASPERSIÓN DE FRUTAS Y HORTALIZAS.....	30
ILUSTRACIÓN 13. LAVADORA POR ASPERSIÓN CON CEPILLOS ROTATORIOS PARA FRUTAS Y HORTALIZAS	30
ILUSTRACIÓN 14. SISTEMA COMBINADO DE LAVADO POR INMERSIÓN- ASPERSIÓN PARA FRUTAS Y HORTALIZAS	31
ILUSTRACIÓN 15. LAVADO POR FLOTACIÓN-SELECCIÓN Y/O CLASIFICACIÓN POR DENSIDAD PARA FRUTAS Y HORTALIZAS	31
ILUSTRACIÓN 16. SISTEMA DE LAVADO Y PELADO	32
ILUSTRACIÓN 17. LAVADORA CON CEPILLOS PARA FRUTAS.....	33
ILUSTRACIÓN 18. LAVADORA PARA FRUTAS CON AIRE-AGUA MWP-6.....	34
ILUSTRACIÓN 19. LAVADORA PARA FRUTAS Y HORTALIZAS MOW-5	36
ILUSTRACIÓN 20. LAVADORA PARA LAS MANZANAS, TOMATES, ETC.....	38
ILUSTRACIÓN 21. ESQUEMA DEL DEPÓSITO CONTENEDOR DE LA FRUTA	86

ILUSTRACIÓN 22. ESQUEMA DEL ÁREA EN LA CUAL ACTÚA LA FRUTA SOBRE EL DISCO.....	90
ILUSTRACIÓN 23. LONGITUD DE LA BANDA.....	97
ILUSTRACIÓN 24. EJE DE REDUCCIÓN.....	105
ILUSTRACIÓN 25. DIAGRAMA DE CUERPO LIBRE Y MOMENTO FLECTOR	106
ILUSTRACIÓN 26. ESQUEMA DE LA RECTA DE GOODMAN MODIFICADA	109
ILUSTRACIÓN 27. FACTOR DE TAMAÑO KB	110
ILUSTRACIÓN 28. RADIO EN EL DESBASTE DEL EJE	112
ILUSTRACIÓN 29. LÍMITE DE FATIGA.....	113
ILUSTRACIÓN 30. RELACIÓN DE TRANSMISIÓN	113
ILUSTRACIÓN 31. EJE DE ARRASTRE	118
ILUSTRACIÓN 32. DIAGRAMA DE CUERPO LIBRE Y MOMENTO FLECTOR	119
ILUSTRACIÓN 33. DIAGRAMA DE LA RECTA DE GOODMAN MODIFICADO	122
ILUSTRACIÓN 34. DIAGRAMA DE LONGITUD DE SOLDADURA.....	128
ILUSTRACIÓN 35. DIAGRAMA DE CUERPO LIBRE Y MOMENTO FLECTOR	132
ILUSTRACIÓN 36. DIAGRAMA DE CUERPO LIBRE Y MOMENTO FLECTOR	135
ILUSTRACIÓN 37. DIAGRAMA DE CUERPO LIBRE Y MOMENTO FLECTOR DEL MOTOR.....	137
ILUSTRACIÓN 38. DIAGRAMA DE CUERPO LIBRE Y MOMENTO FLECTOR DE LA BASE DEL MOTOR	138
ILUSTRACIÓN 39. DIMENSIONAMIENTO DE LOS ÁNGULOS.....	141
ILUSTRACIÓN 40. CORTE DE LOS SEGMENTOS.....	141
ILUSTRACIÓN 41. PERFORACIÓN PARA AJUSTE DEL MOTOR Y RODAMIENTOS.....	141
ILUSTRACIÓN 42. SOLDADURA DE LA BANCADA DE LA LAVADORA.....	142

ILUSTRACIÓN 43. CORTE DE LAS PLANCHAS PARA EL TAMBOR Y SU BASE.....	142
ILUSTRACIÓN 44. ROLADO DEL ACERO.....	143
ILUSTRACIÓN 45. ROLADO DE LAS PLATINAS.....	143
ILUSTRACIÓN 46. SOLDADURA DEL RECIPIENTE.....	143
ILUSTRACIÓN 47. SOLDADURA DE LAS PLATINAS.....	143
ILUSTRACIÓN 48. CORTE PARA COMPUERTA.....	144
ILUSTRACIÓN 49. MANZANA.....	144
ILUSTRACIÓN 50. DISCO DE (1M DIÁMETRO).....	145
ILUSTRACIÓN 51. EJE DE REDUCCIÓN.....	145
ILUSTRACIÓN 52. EJE DE ARRASTRE.....	145
ILUSTRACIÓN 53. VISTA INFERIOR DE LA BASE.....	145
ILUSTRACIÓN 54. VISTA LATERAL DE LA BASE.....	145
ILUSTRACIÓN 55. MONTAJE DE LOS EJES.....	146
ILUSTRACIÓN 56. PROTOTIPO ENSAMBLADO.....	146
ILUSTRACIÓN 57. FRUTA ANTES DE LAVADO.....	146
ILUSTRACIÓN 58. PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO.....	147
ILUSTRACIÓN 59. FRUTA DESPUÉS DE LAVADO.....	147
ILUSTRACIÓN 60. CÉSPED SINTÉTICO PARA EL TAMBOR.....	147
ILUSTRACIÓN 61. POLÍMERO PARA EL DISCO.....	147

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1. ENCUESTA A LOS PRODUCTORES DE PITAHAYA.....	156
ANEXO 2. TABLA DE DIMENSIONES DE LA FRUTA PITAHAYA.....	157
ANEXO 3. CONSTANTES PARA EL ESPESOR DE TUBOS A PRESIÓN ¹⁵⁸	

ANEXO 4. PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ACERO INOXIDABLE 430.....	159
ANEXO 5. COEFICIENTES DE LA PLACA PLANA CIRCULAR.....	160
ANEXO 6. PROPIEDADES DEL ACERO A-36	161
ANEXO 7. CONSTANTES FÍSICAS DE LOS MATERIALES	162
ANEXO 8. EFICIENCIAS EN MOTORES ELÉCTRICOS	162
ANEXO 9. DESIGNACIONES NORMALES PARA BANDAS	163
ANEXO 10. PROPIEDADES DE MATERIALES PARA BANDAS.....	164
ANEXO 11. DIMENSIONES DE CONVERSIÓN DE LONGITUD.....	164
ANEXO 12. FACTOR DE CORRECCIÓN DE ÁNGULO DE CONTACTO	165
ANEXO 13. FACTOR DE CORRECCIÓN DE LONGITUD DE BANDA.	165
ANEXO 14. POTENCIAS NOMINALES DE BANDAS EN V ESTÁNDAR	166
ANEXO 15. FACTORES DE SERVICIOS SUGERIDOS	166
ANEXO 16. PARÁMETROS DE BANDAS EN V	167
ANEXO 17. FACTORES DE SUPERFICIE	167
ANEXO 18. FACTOR DE MODIFICACIÓN DE CARGA.....	168
ANEXO 19. FACTOR DE TEMPERATURA.....	168
ANEXO 20. FACTOR DE CONFIABILIDAD	169
ANEXO 21. DIAGRAMA DE SENSIBILIDAD A LAS RANURAS PARA ACEROS.....	169
ANEXO 22. FACTOR TEÓRICO DE CONCENTRACIÓN DE ESFUERZO A TENSIÓN.....	170
ANEXO 23. SELECCIÓN DE COJINETES.....	171
ANEXO 24. FACTOR DE SEGURIDAD DE COJINETES	172
ANEXO 25. VALORES DE C/P PARA RODAMIENTOS	172
ANEXO 26. DISEÑO DE COJINETES.....	173
ANEXO 27. COJINETES DE BOLAS CON ANILLOS DE PROTECCIÓN	174

ANEXO 28. PROPIEDADES DEL ELECTRODO	175
ANEXO 29. ESFUERZOS PERMISIBLES SEGÚN EL CÓDIGO AISI PARA EL MATERIAL DE APORTE	175
ANEXO 30. PROPIEDADES DE MATERIALES	176
ANEXO 31. DISTRIBUCIÓN CHI CUADRADO	177
ANEXO 32. PROPIEDADES DE ACERO ANGULAR.....	178

RESUMEN EJECUTIVO

El presente proyecto de tesis analiza los procesos de industrialización en el lavado de la fruta pitahaya en el cantón Palora y la incidencia que este posee en el sector agrícola, con la finalidad de mejorar las actividades del lavado de dicho producto puesto que ha tenido acogida los últimos años y su capacidad de producción ha llegado a cantidades industriales.

Este estudio comprende estudios de campo para delimitar la calidad de procesos que se llevan a cabo en los sectores productivos, donde se aplicó el método de encuesta para determinar la cantidad de hectáreas productivas así como el análisis del procesos de lavado utilizado en frutas, para determinar los parámetros necesarios para el lavado de la fruta pitahaya con la finalidad de mejorar y proponer.

Después del procesamiento de datos, los resultados obtenidos fueron analizados y respetando parámetros y criterios técnicos se presenta el diseño de una máquina lavadora de la fruta pitahaya como propuesta de solución a la necesidad de los agricultores de este cantón.

Como propuesta del proyecto se tiene el diseño de una máquina lavadora de pitahaya y la construcción de un prototipo de la máquina para el mejoramiento del proceso industrial en la explotación de esta fruta.

En el diseño de la máquina se plantea el aumento de la capacidad productiva en los procesos de lavado así como el mejoramiento del proceso evitando un manejo desordenado del producto para incrementar la producción en el centro agrícola del cantón Palora.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1. TEMA DE INVESTIGACIÓN

“ESTUDIO DE PROCESOS DE INDUSTRIALIZACIÓN EN EL LAVADO DE LA FRUTA PITAHAYA PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN EN EL CENTRO AGRÍCOLA DEL CANTÓN PALORA”

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.2.1. CONTEXTUALIZACIÓN

El Ecuador es un país que se considera rico en recursos naturales, lo cual se ha visto evidenciado por ejemplo en el boom en la producción de cacao, que tuvo su mayor apogeo entre 1880 y 1920; o el boom bananero que comienza allá por 1944 y 1948 ubicando al país entre los principales productores y exportadores de esta fruta, actualmente recursos naturales no renovables sustentan los ingresos de divisas del Ecuador como es el caso del petróleo, justamente estos 3 productos son considerados dentro de las exportaciones ecuatorianas como tradicionales, considerando los conceptos de globalización, libre mercado y movilidad de los bienes y servicios a nivel mundial, los países en general y el Ecuador han tenido que incrementar su participación dentro del mercado mundial, para satisfacer las necesidades de los consumidores globales, ello ha hecho que la oferta productiva y exportable del Ecuador se incremente a productos como los camarones, brócoli, flores, vehículos, etc. Las exportaciones totales del Ecuador para el periodo Enero-Septiembre

2012, asciende a 18127 millones de dólares, demostrándose con ello, la activa relación de Ecuador con el mundo (ver gráfico 1).

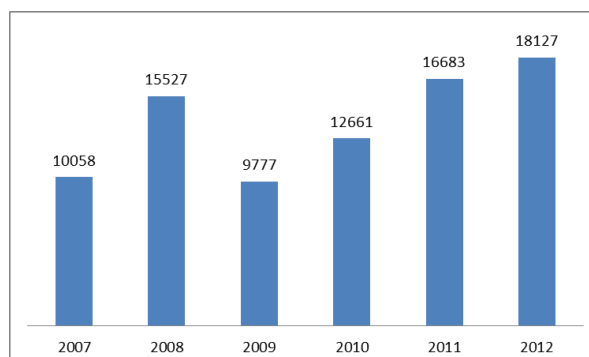


Gráfico 1. Evolución de Exportaciones Totales Ene-Sep 2007 - Ene-Sep 2012 Millones USD FOB

Fuente: Banco Central del Ecuador, BCE - **Elaboración:** Dirección de Inteligencia Comercial e Inversiones, PRO ECUADOR

La exportación de productos Tradicionales en el período de enero a septiembre del 2012 disminuyó 2.93% en comparación del mismo período del 2011, mientras que la exportación de productos no tradicionales se incrementó un 13.25%¹(ver gráfico 2).

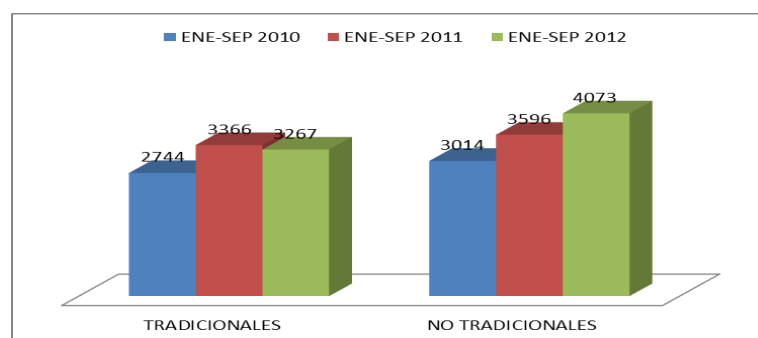


Gráfico 2. Exportaciones no petroleras: tradicionales y no tradicionales Millones USD

Fuente: Banco Central del Ecuador, BCE

Elaboración: Dirección de Inteligencia Comercial e Inversiones, PRO ECUADOR

¹ Productos no petroleros tradicionales y no tradicionales definidos por el Banco Central del Ecuador.

1.2.1.2. Principales productos no petroleros de exportación

Para el periodo de enero a septiembre del 2012, el banano y plátano se constituye en el principal sector de exportación con un 21.40% de participación del total no petrolero, le sigue camarón con una participación del 13.10%, y en tercer lugar se ubican los enlatados de pescado con el 10.80% de la exportación no petrolera, seguidos de las flores con un 7.60%. Sumando estos 4 grupos de productos, se tiene cerca del 52.90% de la exportación no petrolera (ver gráfico 3).

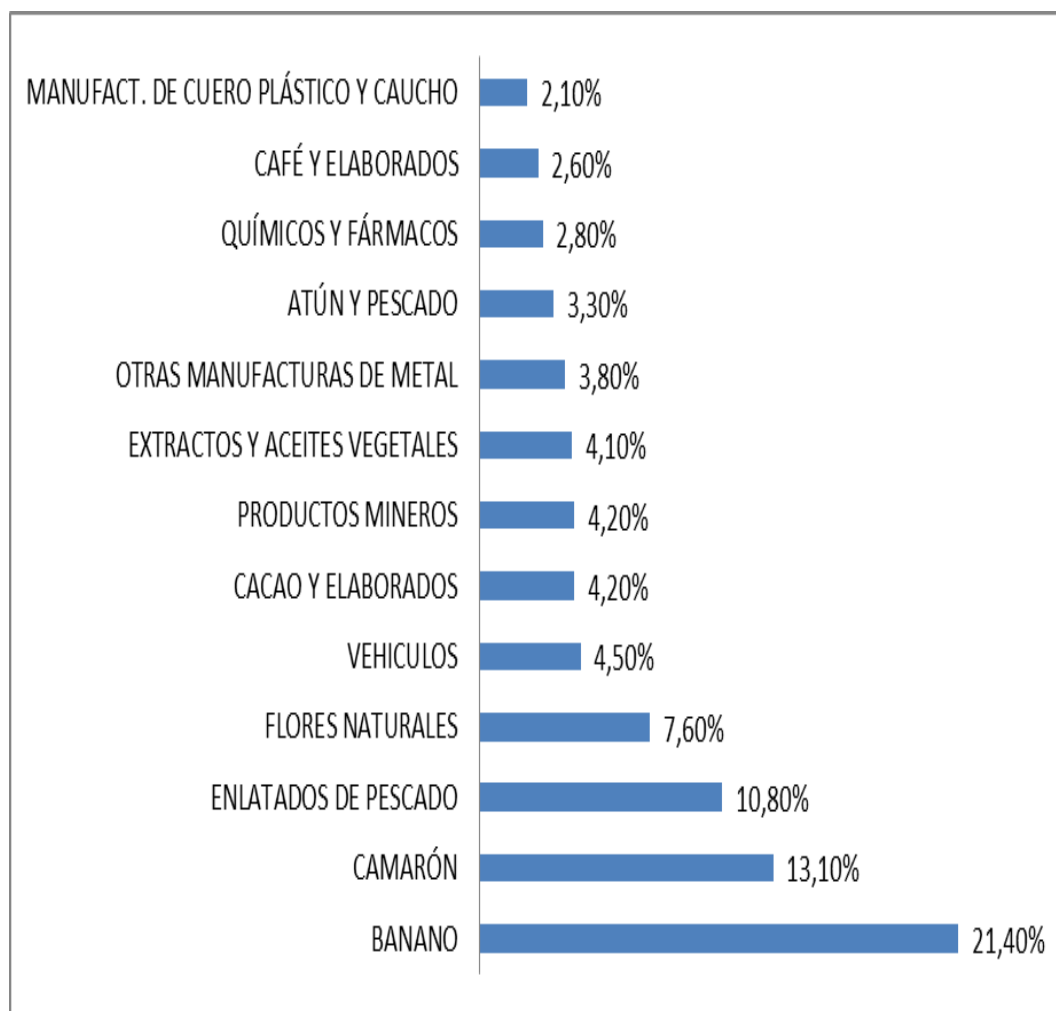


Gráfico 3. Exportaciones no petroleras principales grupos de productos
Participación % - Ene - Sep 2012

Fuente y Elaboración: Dirección de Inteligencia Comercial e Inversiones, PRO
ECUADOR

Al revisar a un nivel de sub-partida a 10 dígitos los principales productos industrializados que aparecen en el top 20 de productos no petroleros exportados durante el periodo de enero a septiembre del 2012 son vehículos en décimo puesto con 1.23% del total y cocinas de gas en el décimo primer lugar con 1.08% del total no petrolero. Adicionalmente, en los puestos 13 y 15 con participación del 0.98% y 0.86% respectivamente, incide la presencia de subpartidas referente a vehículos con otras características (ver tabla 1).

Tabla 1. Exportaciones No Petroleras del Ecuador
Miles USD FOB
Enero-Septiembre del 2012

EXPORTACIONES NO PETROLERAS DEL ECUADOR				
Miles USD FOB				
Enero - Septiembre del 2012				
#	Subpartida	Producto	Ene-Sep 2012	Particip. % 2012
1	0803.00.12.00	BANANAS FRESCAS TIPO «CAVENDISH VALERY»	1,502,215	20.47%
2	0306.13.91.00	LOS DEMAS CAMARONES CONGELADOS	947,712	12.91%
3	1604.14.10.00	ATUNES EN CONSERVA	566,834	7.72%
4	0603.11.00.00	ROSAS FRESCAS CORTADAS	419,710	5.72%
5	7108.12.00.00	LAS DEMAS FORMAS DE ORO EN BRUTO PARA USO NO MONETARIO	278,424	3.79%
6	1801.00.19.00	CACAO EN GRANO CRUDO, LOS DEMÁS EXCEPTO PARA SIEMBRA	225,851	3.08%
7	1511.10.00.00	ACEITE DE PALMA EN BRUTO	176,934	2.41%
8	1604.20.00.00	LAS DEMAS PREPARACIONES Y CONSERVAS DE PESCADO	167,245	2.28%
9	2101.11.00.00	EXTRACTOS, ESENCIAS Y CONCENTRADOS DE CAFÉ	131,052	1.79%
10	8704.21.10.90	LOS DEMAS VEHICULOS DIESEL, DE PESO TOTAL CON CARGA MÁXIMA INF O IGUAL 4,537 T, NO CONTEMPLADOS EN OTRA PARTE	89,966	1.23%
11	7321.11.19.00	LAS DEMÁS COCINAS DE COMBUSTIBLES GASEOSOS	79,095	1.08%
12	2301.20.11.00	HARINA DE PESCADO CON CONTENIDO DE GRASA SUPERIOR A 2% EN PESO	77,585	1.06%
13	8703.22.90.90	LOS DEMAS VEHICULOS DE CILINDRADA ENTRE 1.000 CM3 Y 1.500 CM3, NO CONTEMPLADAS EN OTRA PARTE	71,911	0.98%
14	1511.90.00.00	LOS DEMAS ACEITES DE PALMA Y SUS FRACCIONES	71,657	0.98%
15	8703.23.90.90	LOS DEMAS VEHICULOS A GASOLINA CILINDRADA ENTRE 1.500 CM3 Y 3.000 CM3, NO CONTEMPLADAS EN OTRA PARTE	62,757	0.86%
16	4407.22.00.00	MADERAS ASERRADAS O DESBASTADAS LONGITUDINALMENTE DE TROPICALES VIOLA, IMBUIA Y Balsa	60,455	0.82%
17	0901.11.90.00	LOS DEMÁS CAFÉS SIN TOSTAR, SIN DESCAFEINAR	58,762	0.80%
18	2008.91.00.00	PALMITOS EN CONSERVA	58,260	0.79%
19	0603.19.90.90	LAS DEMÁS FLORES Y CAPULLOS FRESCOS, CORTADOS, NO CONTEMPLADOS EN OTRA PARTE	56,748	0.77%
20	0803.00.11.00	BANANAS FRESCAS TIPO «PLANTAIN» (PARA COCCION)	50,581	0.69%
LOS DEMAS PRODUCTOS			2,185,780	29.78%
Total			7,339,534	100.00%

Fuente: Banco Central del Ecuador, BCE

Elaboración: Dirección de Inteligencia Comercial e Inversiones, PRO ECUADOR

Como se puede analizar en la información expuesta anteriormente, existe la necesidad de seguir ampliando la oferta exportable del Ecuador, ello ha hecho que aparezcan nuevos productos, que pueden ser comercializados tanto a nivel local como internacional, este es el caso particular de la pitahaya. La fruta Pitahaya tiene diversos usos y beneficios sin embargo su consumo principalmente se lo hace como fruta fresca con numerosas propiedades saludables para el cuerpo humano. El cultivo de la fruta es relativamente nuevo en el Ecuador, sin embargo encontramos variedades que fueron introducidas de Colombia siendo este país el pionero en la exportación al mercado Internacional, también existe un tipo de variedad local indígena en el sector del cantón Palora en la provincia de Morona Santiago.

Las actuales exportaciones de Colombia y Guatemala apenas cubren el 25% de la demanda total del mercado internacional, siendo los principales consumidores EEUU, Europa y Japón; creando una oportunidad para el desarrollo de la producción a gran escala en Ecuador.

Esta fruta es de sabor dulce con forma ovalada y de color rojo o amarillo intenso, tiene su pulpa espumosa con pequeñas y suaves pepas que pueden ser comestibles.

En el Ecuador, el cultivo de pitahaya recién tiene una apertura de producción, ya que sus inicios fue aproximadamente hace 10 años, y se localizaba en el sector noroccidente de la provincia de Pichincha.

De acuerdo con los datos del último Censo Agropecuario realizado por el INEC en el año 2000, el total de la superficie sembrada exclusivamente con Pitahaya fue de 165,5 hectáreas, mientras que la superficie cosechada alcanzó las 110 hectáreas (ver tabla 2).

Tabla 2. Hectáreas Sembradas de Pitahaya por provincia

Provincia	Sector	Ha
	Los Bancos	12
	Mindo	21
	Pacto	3
Pichincha	Nanegalito	4
	Nanegal	40,8
	Pedro Vicente Maldonado	5
	Puerto Quito	2
	Total Pichincha	87,8
Guayas	Santa Elena	12
Imbabura	García Moreno	3
Morona Santiago	Palora	51,7
Bolívar	Echandia	9
Loja	Vilcabamba	2
Total Ha. Sembradas		165,5

Fuente: INEC, Censo Agropecuario, 2000.

Elaborado por: Pablo Pazos, 2012.

En cuanto a la distribución geográfica de los cultivos, éstos se localizaron principalmente en las provincias de Pichincha, Bolívar, Morona Santiago, Guayas, otras provincias como se muestra en el gráfico siguiente:

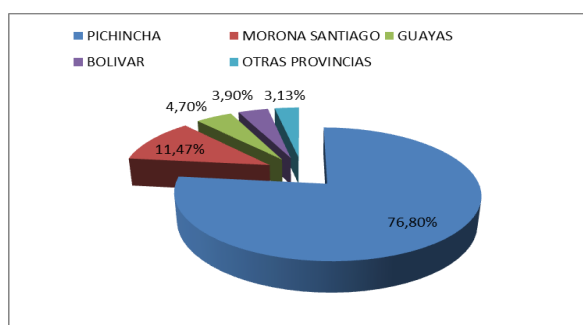


Gráfico 4. Provincias Productoras de Pitahaya Participación porcentual Año 2000

Fuente: Instituto Ecuatoriano de Estadísticas y Censos, Censo Agropecuario Año 2000.

Después de algunos años apareció una variedad de esta fruta en el oriente ecuatoriano, cuya diferencia era que tenía mucha más pulpa, tenía un mayor peso, más grados BRIX (miden el cociente total de sacarosa de un líquido) y de mejor apariencia que la fruta colombiana.

Justamente el presente trabajo investigativo se localizó en el cantón Palora, de donde proviene la pitahaya con más grados BRIX, y en donde la producción de pitahaya se está convirtiendo en una alternativa de empleo y desarrollo económico para sus pobladores, puesto que existen muchas personas que se están dedicando al cultivo de esta fruta, que como se ha demostrado existe una demanda insatisfecha a nivel internacional, es por ello que la mayor parte de la producción de pitahaya es comprada por distribuidores para la exportación, los grandes problemas que se enfrentan respecto a la pitahaya es que es necesario realizar un proceso de lavado para retirar las espinas que en la superficie de la fruta se encuentran, este proceso es realizado a mano por los productos de la fruta, lo que incrementa los tiempos de entrega de los pedidos a los distribuidores nacionales, ello identifica la necesidad de hallar un alternativa más eficiente, que permita lavar mayores cantidades de fruta en el menor tiempo posible, siendo ello el problema que sustenta la presente investigación.

1.2.2. ANÁLISIS CRÍTICO

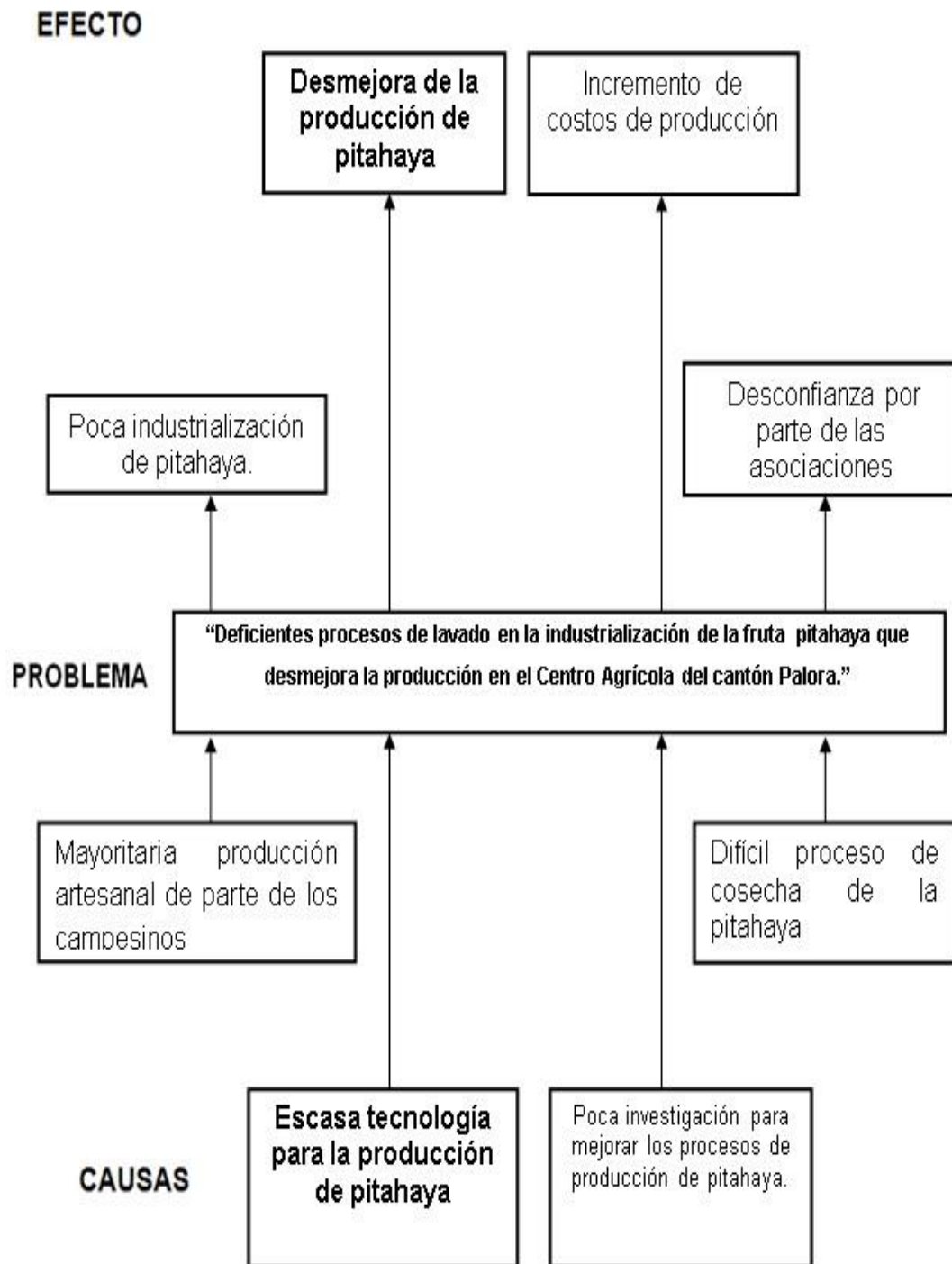


Gráfico 5. Árbol de Problemas

[Elaborado por: PAZOS, Pablo (2013)]

1.2.3. PROGNOSIS

El Cantón Palora, como otras localidades orientales ha sido desprovisto durante su existencia de oportunidades que puedan mejorar su situación económica y social, y para evitar el empeoramiento del escenario actual, la aplicación de alternativas productivas que generen beneficios sociales como empleo y mejoramiento de los ingresos de las familias, es absolutamente bienvenido.

La producción de pitahaya y su distribución son una alternativa tangible de crecimiento económico social, puesto que esta fruta tiene una importante demanda nacional e internacional, sin embargo debido a que la capacidad de producción se ve limitada por factores de incentivos estatales, tributarios, o tecnológicos, siendo estos últimos los que se analizarán en este trabajo, ya que de ellos depende la capacidad de expandir las áreas o hectáreas de producción, en el sentido que al existir mayor cantidad de fruta por lavar los tiempos aumentarían y se correrá con el riesgo de no cumplir con los pedidos, existirá una mayor probabilidad de deterioro de la fruta, etc., debido a que el proceso de lavado de la fruta es manual, la falta de aplicación de un método más eficiente que implique de cierta manera una semi-industrialización, significaría el poco aprovechamiento de la oportunidad de fomentar el desarrollo económico del cantón Palora.

1.2.4. FÓRMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿El estudio de procesos de industrialización en el lavado de la fruta pitahaya optimizará la producción en el Centro Agrícola del cantón Palora?

1.2.5. PREGUNTAS DIRECTRICES

- ¿Es posible investigar los diferentes procesos de industrialización en el lavado la fruta pitahaya?
- ¿Se puede analizar los factores que influyen en los métodos de trabajo para la industrialización en el lavado de la fruta pitahaya?
- ¿Es factible definir un método de trabajo para proponer un proceso de lavado de la fruta pitahaya?
- ¿Se podrá determinar un equipo óptimo de lavado para la fruta pitahaya?

1.2.6. DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.6.1. DE CONTENIDOS

El estudio está delimitado con las siguientes materias: Diseño de Elementos de Máquinas, Máquinas Agrícolas, Máquinas Hidráulicas, Mecanismos y Control Automático.

1.2.6.2. ESPACIAL

El estudio se realizará en el Centro Agrícola Del Cantón Palora, Provincia De Morona Santiago.

1.2.6.3. TEMPORAL

Agosto 2012 – Noviembre 2013

1.3. JUSTIFICACIÓN

Los cambios continuos que ocurren en el entorno industrial y de negocios, deben estudiarse desde el punto de vista económico y práctico;

estos incluyen la globalización del mercado, los procesos de fabricación, la estratificación de las corporaciones en un esfuerzo por ser más competitivas sin deteriorar la calidad, el avance de la tecnología computarizada aplicada a las empresas. Todo esto hace que las industrias planteen estrategias que implican mejora continua, orientada a los procesos de fabricación y al cliente.

El Ecuador es un país en vías de desarrollo, por lo que carece de tecnología de punta dentro de los métodos de proceso para la producción de frutas exóticas. La ingeniería incluye el uso de la capacidad tecnológica. Debido a la ingeniería de métodos, las mejoras en la productividad no tienen límite.

La diferencia en la productividad obtenida con la innovación tecnológica puede tener tal magnitud que los países desarrollados siempre podrán mantener su competitividad respecto a los países en desarrollo con salarios más bajos. Por lo tanto, la investigación y desarrollo (I&D) que conduce a nuevas tecnologías es esencial para la ingeniería. Los diez países con los gastos más altos en I&D por trabajador, según informa la Organización de Desarrollo Industrial de Naciones Unidas, son: Estados Unidos, Suiza, Suecia, Países bajos, Alemania, Noruega, Francia, Israel, Bélgica y Japón. Estos países son líderes en productividad. Si continúan dedicando recursos a Investigación y Desarrollo, la ingeniería de métodos, a través de la innovación de tecnología, será un instrumento en su aptitud para proporcionar bienes y servicios de alto nivel (Niebel, 1995).

Es por ello, la razón principal para realizar la investigación del estudio de procesos de industrialización en el lavado de la fruta pitahaya en el Centro Agrícola del cantón Palora es para encontrar mejoras que faciliten la realización del trabajo y permitan que se haga en menos tiempo, con menos inversión por unidad, en otras palabras optimizar la producción de dicha fruta en el país.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. OBJETIVO GENERAL

- Optimizar la producción en el Centro Agrícola del cantón Palora. mediante el estudio de procesos de industrialización en el lavado de la fruta pitahaya.

1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar las necesidades de lavado de los productores de pitahaya del Cantón Palora.
- Analizar los factores que influyen en los métodos de trabajo para la industrialización en el lavado de la fruta pitahaya.
- Proponer el proceso de lavado de la fruta pitahaya.
- Determinar el tipo de equipo óptimo para el lavado de la fruta pitahaya.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

2.1.1. ANTECEDENTES

Respecto a los antecedentes investigativos, que coadyuven a sustentar el cumplimiento de los objetivos planteados en el capítulo anterior, es necesario manifestar que no existen al momento investigación que se hayan enfocado en mejorar el proceso de lavado de la pitahaya, por cual es evidente que la presente investigación será innovadora en este asunto.

No obstante, como uno de los objetivos planteados es diseñar una máquina para el lavado de la pitahaya, es necesario recurrirá a investigaciones que se hayan concentrado en generar procesos de automatización del lavado de frutas o verduras, y con adquirir la suficiente información para el entendimiento y construcción de una máquina que satisfaga las necesidades de lavado de los productores de pitahaya del Cantón Palora.

PINOS, Willian (2011:46), Estudio del Sistema de Pelado de Papas para disminuir el tiempo de preparación de papas fritas en la Empresa de Comida Rápida (Pilita). Tesis previa a la obtención del título de Ingeniero Mecánico, UTA; afirma que: “Una máquina peladora de papas reducirá en gran parte el tiempo de labor diaria para la elaboración de papas fritas en la empresa de comida rápida “Pilita”, ya que en esta empresa el pelado de papas se realiza a pulso”.

JORDÁN, Diana (2009), Producción y Exportación de la Fruta Pitahaya hacia el mercado Europeo. Tesis previa a la obtención del título de Ingeniero Comercial, Escuela Superior Politécnica del Litoral; manifiesta que: “El mejoramiento continuo en calidad y presentación de la fruta harán que el precio de la Pitahaya ecuatoriana aumente en el transcurso del tiempo, mejorando la rentabilidad no sólo de este proyecto sino de todos los agricultores nacionales de esta fruta”.

GOMEZ, Mario (2010:143), Diseño y Construcción de una Planta Prototipo Procesadora de Frutas. Tesis previa a la obtención del título de Ingeniero Mecánico, Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga-Colombia; en donde se detallan los cálculos de una lavadora de frutas.

ERAZO, Pablo (2011:138), Diseño y Construcción de una mezcladora industrial para la Elaboración de Vino de Frutas con capacidad de 2000 litros. Tesis previa a la obtención del título de Ingeniero Mecánico, Escuela Politécnica Nacional: en donde las conclusión respecto a la máquina son: “Al menos un 70% de las empresas dedicadas a la elaboración de vino de frutas en la zona de Patate, realizan el proceso de mezclado de los ingredientes de forma manual, utilizando para ello paletas metálicas o de madera. Es por esta razón que el proyecto Diseño y Construcción de una mezcladora industrial para la Elaboración de Vino de Frutas con capacidad de 2000 litros, tiene gran posibilidad de desarrollarse y tener éxito en esta zona”.

2.1.2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.1.2.1. Producción de Pitahaya en el Ecuador

La producción de pitahaya en el Ecuador es variante en cada año, dado que tiene marcadamente tres estaciones en las que se obtiene una cosecha distribuida en los de noviembre a enero, de marzo a mayo y de julio a septiembre. Dado la estacionalidad de la cosecha de pitahaya

existen muchas veces escases y otras veces sobreoferta, debido a los cambios de la demanda.

Las épocas de cosecha para el Oriente ecuatoriano son en el mes de noviembre hasta mediados de enero donde se consigue el 34% de la producción anual, el 33% siguiente inicia desde el mes de marzo a mediados de mayo y el 33% restante desde el mes de julio a mediados de septiembre. En la sierra, el cultivo de pitahaya ha tenido problemas debido a los cambios climáticos en las zonas altas ya que no se dan las condiciones para dicho cultivo (Jordán D *et al.*, 2009).

La pitahaya amarilla que es producida en el oriente ecuatoriano es más grande y de mejor aspecto que la colombiana y además la productividad anual por hectárea de este cultivo es de 7.5 toneladas y su desarrollo es mucho más rápido, tercera parte del tiempo, que una producción de pitahaya amarilla que se la produce en Colombia (50 días frente a 150 días); su cáscara es roja y gruesa y tiene brácteas que al madurar se tornan amarillas, dándole un aspecto muy decorativo; el color de la pulpa puede variar de blanca a tonos rojizos suaves.

En términos de rentabilidad, si la cosecha se la hace con los cuidados necesarios y la fruta pueda desarrollarse como lo esperado: se puede obtener rendimientos de 12000 frutos/ha. (Jordán D *et al.*, 2009)

2.1.2.2. Requerimientos mínimos y edáficos

Para tener una buena producción, se requiere que el clima sea sub cálido, con una temperatura entre 18 y 25 grados centígrados, una pluviosidad entre 1200 a 2500mm por año, una humedad relativa entre 70% - 80%, una altitud de 700 y 1.900m.s.n.m, una duración de luminosidad y una formación ecológica para el buen desarrollo.

Con respecto a los requerimientos edáficos el suelo debe tener buen drenaje y buena disponibilidad de humedad.



Ilustración 1. Requerimientos edáficos del suelo

Fuente: http://presenciamazonica.blogspot.com/2005_09_01_archive.html

2.1.2.3. Tecnología de Cultivo

La preparación del terreno para la plantación variará de un lugar a otro, esto es si el sitio tiene vegetación natural (montaña) o es rastrojo de cultivo. En el primer caso se debe cortar la montaña o arbustos, destroncar y seguir con las labores de terrenos de rastrojo que son: arado, rastra, delineado y hoyado.

2.1.2.4. Desarrollo de la Planta

Se puede empezar diciendo que no se recomienda el uso de semillas, ya que su desarrollo es muy lento, llegando a casi dos años antes de que sea trasplantada al huerto donde se realizó la preparación del terreno. Su multiplicación y/o reproducción se realiza de forma vegetativa, es decir cortando los tallos maduros y poniéndolos en un recipiente con el fin de que sus raíces crezcan, con lo que se obtiene una nueva planta de hasta 20 cm de longitud, momento en el cual se encuentra lista para ir al terreno preparado.

2.1.2.5. Trasplante

El trasplante se realiza en cualquier fecha del año siempre que exista agua de riego, caso contrario se espera hasta invierno, después se procede con fertilización, controles fitosanitarios, tutorado, podas, control de malezas y riego.



Ilustración 2. Trasplante de la pitahaya

Fuente: <http://www.google.com.ec/imgres?q=siembra+de+pitahaya&num>.

2.1.2.6. Tutorado o formación de Espalderas

El tutorado o formación de espalderas, se conoce como la guía que se da a la planta para su crecimiento. La Pitahaya es de naturaleza trepadora y crece en los arbustos tratando de llegar a la parte más alta para alcanzar la luz solar, de esta manera el tutorado ayuda para que las ramas y tallos crezcan ordenadamente y faciliten las labores agrícolas en general.



Ilustración 3. Formación de Espaldares

[Elaborado por: PAZOS, Pablo (2013)]

2.1.2.7. Sistema de Emparrado

El sistema de emparrado, consiste en colocar postes, alambre o malla encima de los soportes con el fin de formar un techo a lo largo del surco sobre el cual se desarrolla la parte aérea de la planta.



Ilustración 4. Sistemas de Emparrado

[Elaborado por: PAZOS, Pablo (2013)]

2.1.2.8. Podas, tipos y procesos

Las podas son cortes de ramas y ramillas que están en exceso, se realizan con el fin de incrementar la producción, facilitar las prácticas culturales, ventilación y para reducir el desarrollo de enfermedades. Se practican dos tipos de podas: la de formación y fructificación.



Ilustración 5. Podas, tipos y procesos

[Elaborado por: PAZOS, Pablo (2013)]

2.1.2.9. Riego, Fertilizantes y abonos

Los riegos se realizan por surco o cada planta dependiendo de la época (invierno o verano). En verano puede hacerse uno o dos riegos semanales, tratando de mantener húmedo el suelo.

La fertilización debe realizarse en base a los resultados de los respectivos análisis de fertilidad de los suelos. Las aplicaciones se realizan cada 2 o 3 meses para procurar que la planta disponga de los nutrientes en forma permanente y dosificada, evitando de esta manera la aplicación masiva (una vez por año), con el riesgo de intoxicación y aporte menos oportuno.

2.1.2.10. Cosecha, Post-Cosecha y Recepción de la Planta

Cosecha.- A partir de los 18 meses de trasplante podemos obtener sus frutos, en un promedio de 3 a 4 frutos por planta, y aumenta consecutivamente hasta el quinto o sexto año cuando alcanza una producción promedio de 4.5 Kg. por planta, lo cual para una densidad de siembra recomendada de 1200 plantas por hectárea, representa una productividad de 10 toneladas la hectárea; sin embargo, existen dos cosechas principales en el año, febrero-marzo y julio-agosto por lo que hay épocas de sobreoferta y épocas de escasez.



Ilustración 6. Cosecha, Post-Cosecha y Recepción de la Planta

[Elaborado por: PAZOS, Pablo (2013)]



Ilustración 7. Fruto Cosechado

[Elaborado por: PAZOS, Pablo (2013)]

Post-Cosecha.- Se debe limpiar la fruta de sus espinas y/o residuos con un cepillo suave, para colocar en cestas de plástico de 52 x 35 x 18 cm, en cuyo fondo se coloca hojas de papel en blanco no de periódico, en las cuales podría desprenderse no solamente tinta sino además plomo.

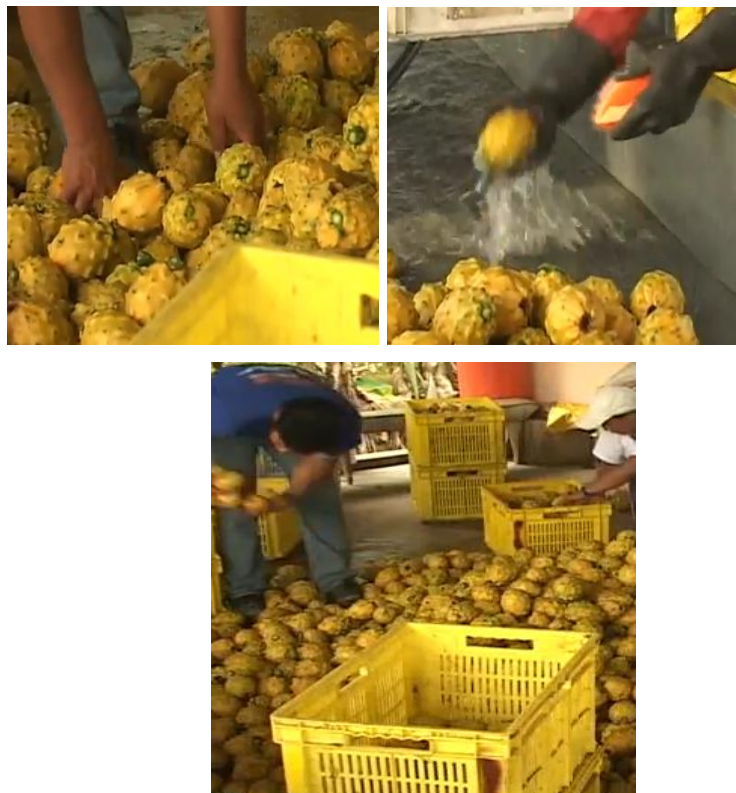


Ilustración 8. Post-Cosecha de la Pitahaya

[Elaborado por: PAZOS, Pablo (2013)]

Recepción de la Fruta.- Las jabas se deben localizar inmediatamente en un sitio seco y fresco, preferible aclimatado. Se recomiendan temperaturas de 4° C – 8° C, con una humedad relativa del 80 al 90%.

2.1.2.11. Presentación del Producto

La pitahaya debe lucir fresca, tener un color intenso y brillante, sus pupos no pueden estar lastimados. La fruta debe estar libre de picaduras y golpes y no tener indicios de marchitamiento o decadencia para evitar que sea rechazada por el importador / distribuidor.

Dependiendo de la variedad, la pitahaya puede medir ente 8 y 12 cm de largo y 6 a 10 cm de diámetro y llegar a pesar hasta 380 g. Se comercializan la fruta de 180–320 g.

Su rendimiento estimado promedio es de 8 a 10 toneladas de fruta/ha (Jordán Detal., 2009).



Ilustración 9. Presentación de la pitahaya

[Elaborado por: PAZOS, Pablo (2013)]

2.1.2.12. Transporte y comercialización

La pitahaya producida en esta sector ecuatoriano tiene como principal mercado de consumo los supermercados de la ciudades grandes del Ecuador como lo es Quito, Guayaquil entra otras y también es entregado

a empresas que se dedican a la exportación de este fruto a otros países de población masiva como lo son los países europeos y estados unidos para lo cual el producto debe ser transportado por carretera teniendo tiempos de entrega que cumplir para su pronto proceso comercial.



Ilustración 10. Transporte y comercialización

[Elaborado por: PAZOS, Pablo (2013)]

2.1.3. TÉRMINOS BÁSICOS

Pitahaya.- Fruta exótica, exclusiva de la amazonia.

Industrialización.- proceso por el cual se pretende un mejoramiento de producción y optimización de tiempo.

Optimización.- rapidez en los procesos con la finalidad de disminuir tiempos de producción.

2.2. FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA

La presente investigación se basa en el paradigma positivista, denominado también como paradigma cuantitativo, empírico-analítico, racionalista, este es un paradigma dominante dentro de algunas comunidades científicas (Kolakowski, 1998).

De acuerdo con Dobles, Zúñiga y García (1998) la teoría de la ciencia que sostiene el positivismo se caracteriza por afirmar que el único conocimiento verdadero es aquel que es producido por la ciencia, particularmente con el empleo de su método. En consecuencia, el

positivismo asume que sólo las ciencias empíricas son fuente aceptable de conocimiento.

Según Kolakowski (1998) el positivismo es un conjunto de reglamentaciones que rigen el saber humano y que tiende a reservar el nombre de ciencia a las operaciones observables en la evolución de las ciencias modernas de la naturaleza.

Este paradigma tiene como escenario de investigación la producción de la pitahaya en el Centro Agrícola de Palora a través de un estudio de proceso dentro de las actividades de cosecha de la fruta pitahaya; su lógica de análisis está orientado a lo confirmatorio, verificación, e hipotético deductivo mediante el respectivo análisis de resultados.

2.3. FUNDAMENTACIÓN LEGAL

Las normas de ingeniería reglamentan la fabricación, inspección, pruebas, embarque, procedimientos de reparación y mantenimiento de los diferentes equipos de ingeniería utilizados normalmente en plantas industriales. Todas estas normas son reconocidas en el ámbito internacional y cada una de ellas se especializa en un área de la ingeniería y afines. Existen normas internacionales y nacionales. Las normas internacionales son ASME, ANSI, ISO, y la nacional: INEN. ASME SFA-5.1/SFA-5.1M E 6013 / E 4313.

Ampliamente utilizado en el ramo metal-mecánico para la fabricación de autobuses, cajas de volteo, carrocerías en general, componentes de maquinaria agrícola, piezas de acero al bajo carbono en donde la buena apariencia de la soldadura sea requisito indispensable, etc. En la industria de la construcción es usado en la reparación, mantenimiento y construcción de estructuras ligeras, montajes temporales y cordones de vista en secciones gruesas.

ISO 9000, describe los fundamentos de los sistemas de gestión de la calidad y especifica la terminología para los sistemas de gestión de la calidad

ANSI B71.6 especificaciones de seguridad para máquinas.

A continuación se describirán brevemente las normas internacionales en las que se rige el presente proyecto:

Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos ASME, organización Premium internacional que promueve el arte, la ciencia y la práctica de ingeniería mecánica en todo el mundo. Esta sociedad es autora del código ASME sobre calderas recipientes a presión, que involucra un cuerpo de normas técnicas que abarcan entre otros aspectos las fases de diseño, materiales, procesos de fabricación y pruebas sobre estos equipos.

Instituto Nacional Estadounidense de Estándares (American National Standard Institute) ANSI se encarga del estudio, pruebas, publicaciones sobre tuberías, bombas y afines. Esta sociedad ha elaborado el código ANSI sobre tuberías, bombas y conexiones, es decir, un cuerpo de normas técnicas que abarcan las fases de diseño, materiales, procesos de fabricación y pruebas sobre estos equipos. Las normas ANSI por ser altamente confiables han sido asimiladas por otras normas internacionales como las ASME y así se encuentran referenciadas como ASME/ANSI.

Las normas ISO (International Standardization Organization) es la entidad internacional encargada de favorecer la normalización en el mundo.

La finalidad principal de las normas ISO es orientar, coordinar, simplificar y unificar los usos para conseguir menores costos y efectividad. Tiene valor indicativo y de guía. Actualmente su uso se va extendiendo y hay un gran interés en seguir las normas existentes porque desde el punto de

vista económico reduce costos, tiempo y trabajo. Criterios de eficacia y de capacidad de respuesta a los cambios. Por eso, las normas que presentemos, del campo de la información y documentación, son de gran utilidad porque dan respuesta al reto de las nuevas tecnologías. (Velásquez, 2006).

2.4. CATEGORÍAS FUNDAMENTALES

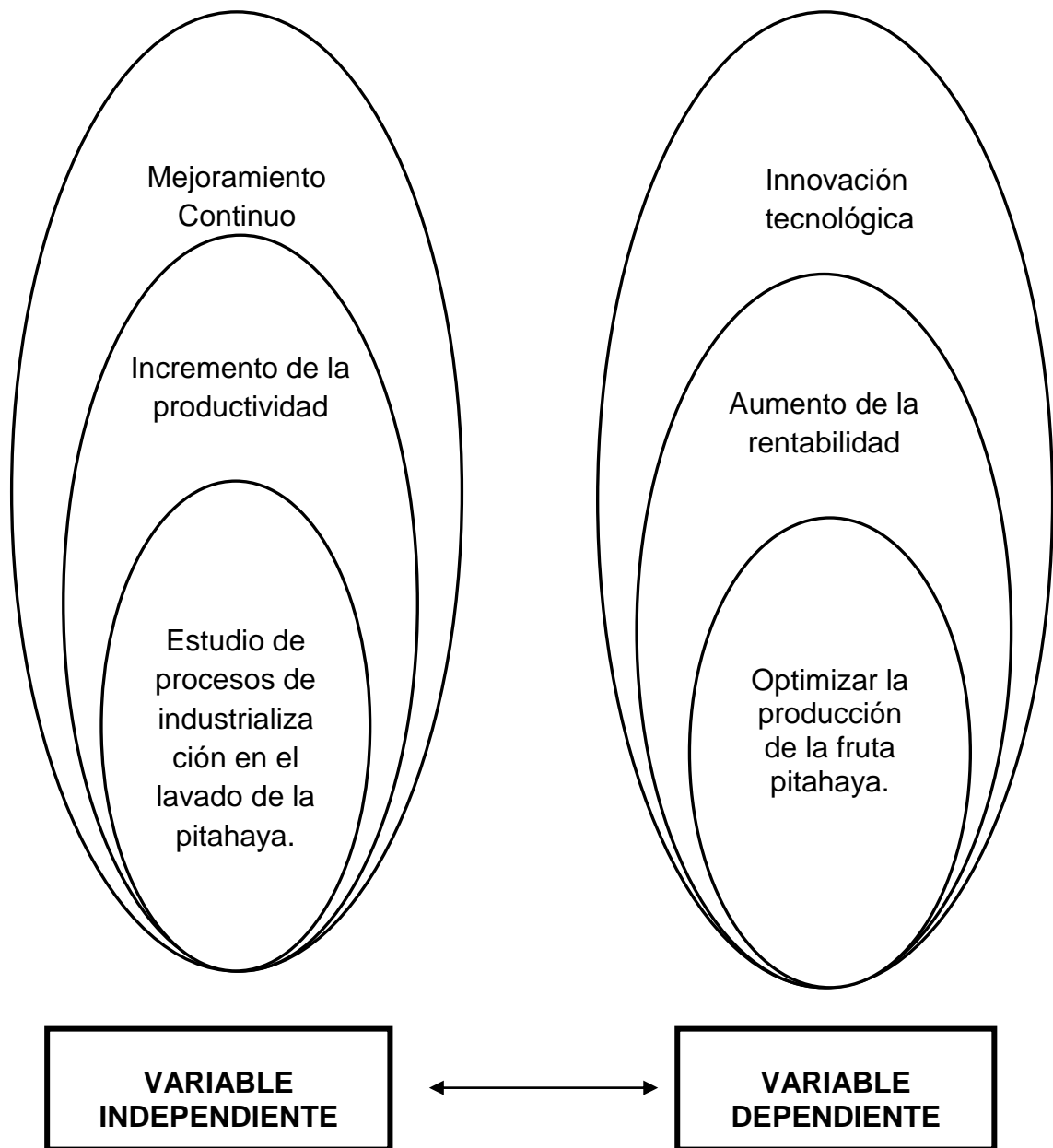


Gráfico 6. Categorías Fundamentales

[Elaborado por: PAZOS, Pablo (2013)]

2.4.1. LAVADO

2.4.1.1. LIMPIEZA EN HÚMEDO

La limpieza en húmedo puede efectuarse por diversos métodos, entre los cuales resultan más comunes la inmersión y la aspersion, aunque existen otros menos utilizados, como la flotación y la limpieza ultrasónica, entre otros. Las principales ventajas de este tipo de limpieza consisten en que elimina partículas y suciedad firmemente adheridas al producto, sin maltratar excesivamente su superficie, además de que permite el empleo de detergentes y productos sanitarios, como los desinfectantes y otros, lo cual vuelve dicho método mucho más eficiente para la limpieza de la materia prima que cuando se realiza en seco.

Sin embargo, la limpieza en húmedo también tiene algunas desventajas, como el empleo de grandes cantidades de agua (cuyo problema es no sólo el costo del agua, sino también la producción de grandes volúmenes de efluentes que normalmente exigen un tratamiento previo a su eliminación final), así como el hecho de que deja humedad en la superficie de la materia prima, por lo que en ocasiones es necesario secar antes las frutas y hortalizas para su almacenamiento y procesamiento ya que las superficies húmedas se alteran con rapidez.

El lavado por inmersión es el método más simple de limpieza húmeda; se emplea a menudo como paso previo a otros métodos de lavado (como aspersion) o incluso como una forma adecuada de recibir la materia prima de los grandes contenedores e introducirla a la línea de procesamiento, sin ocasionarle daños físicos por golpeo. Para el lavado por inmersión, se utilizan tinajas o depósitos de metal, cemento liso u otros materiales que permitan una adecuada limpieza y desinfección, provistos de rejillas laterales a través de las cuales se elimina la suciedad, así como rejillas en el fondo para la eliminación de lodo y piedras. En la ilustración 10 se

muestra una tina de lavado por inmersión para frutas y hortalizas. Con objeto de obtener mejores resultados durante el lavado por inmersión, es importante utilizar agua clorada (6 ppm) y efectuar un recambio frecuente del agua de inmersión. La eficiencia del lavado por inmersión puede mejorarse mediante las siguientes acciones:

- Agitación, ya sea del agua (mediante agitadores de hélice) o bien del producto dentro de la tina (utilizando paletas o tambores giratorios), aunque estos procedimientos llegan a deteriorar algunas materias primas delicadas. La agitación también puede producirse introduciendo aire comprimido al depósito, lo cual se ha utilizado para algunas frutas y hortalizas delicadas, como fresas, espárragos, etcétera.

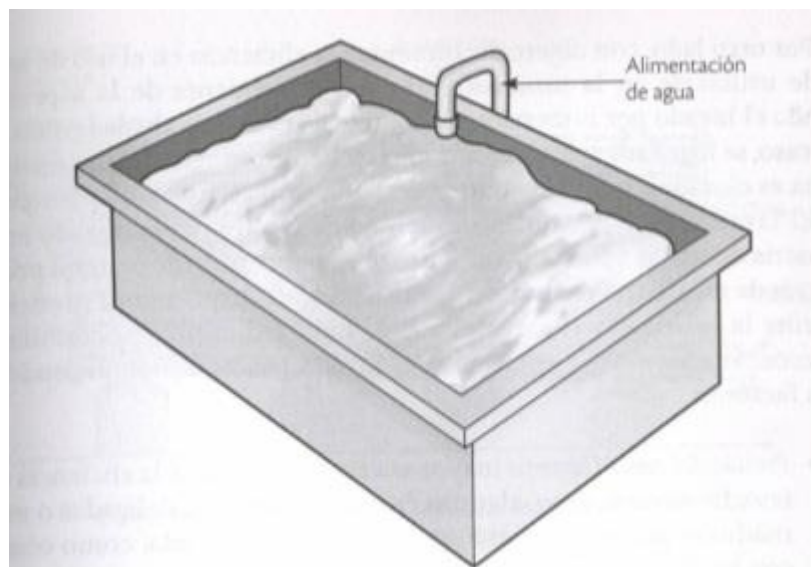


Ilustración 11. Tina de lavado por inmersión para frutas y hortalizas.

Cepillado de materia prima dentro de la tina de inmersión, cuando la firmeza de aquélla lo soporte. “Utilización de agua caliente, aunque esto acelera el deterioro de las frutas y hortalizas”. Aplicación de detergentes y productos sanitarios, cuyo uso debe ser en condiciones muy controladas para no afectar el producto.

En relación con estos últimos puntos, cabe mencionar que el empleo de detergentes y agua tibia facilita la operación de limpieza; sin embargo, algunos productos de limpieza pueden modificar alguna o algunas características de la materia prima. Existen modificaciones indeseables, por ejemplo:

Agente activo del producto de limpieza	Efecto en la materia prima
Hexametafosfato sódico:	reblandecimiento en chícharos
Algunos iones metálicos:	endurecimiento en frijoles y
Altas concentraciones de cloro	duraznos oscurecimiento en
activo:	papas

Por otro lado, con objeto de aumentar la eficiencia en el uso de agua, puede utilizarse en la inmersión el agua proveniente de la aspersion cuando el lavado por inmersión va seguido de otro método de lavado. En este caso, se logra además un recambio frecuente del agua de inmersión y, si ésta es clorada, resulta bastante adecuada para el propósito planteado. El lavado por aspersion es el método de lavado más utilizado en la industria de frutas y hortalizas. Consiste en hacer pasar la materia prima a través de aspersores o duchas de agua a presión, lo que remueve eficientemente la suciedad y la arrastra con el agua, reduciendo la posibilidad de recontaminación. La eficiencia del lavado por aspersion depende de estos factores:

- Presión del agua. Cuanto mayor sea ésta, mayor será la eficiencia del lavado; sin embargo, algunas frutas y hortalizas delicadas o muy maduras pueden dañarse con una presión elevada, como ocurre con las fresas o los espárragos.
- Temperatura del agua. El agua caliente remueve más eficientemente la suciedad, pero puede afectar la textura de las frutas y hortalizas sometidas al lavado.

- Otros factores como el número de aspersores utilizados, la distancia entre la fruta u hortaliza y el aspersor, y el tiempo de exposición de éstas a la aspersión.

Existen diversos equipos para el lavado por aspersión de frutas y hortalizas. Los más comunes son el tambor rotatorio (para frutas y hortalizas resistentes) y las bandas transportadoras o cangilones perforados, que pueden contar con cepillos rotatorios para aumentar la eficacia de la operación. La ilustración 12 esquematiza un tambor rotatorio para lavado por aspersión y la ilustración 13 un lavado por aspersión con cepillos rotatorios.

Cuando la materia prima presenta gran cantidad de suciedad fuertemente adherida a la superficie, es común utilizar un sistema de lavado combinado que consiste en un lavado inicial por inmersión, que ablanda la suciedad, seguido de un lavado por aspersión, que la elimina. La ilustración 14 presenta un sistema combinado de lavado por inmersión-aspersión.

Otros métodos, como el lavado por flotación, tienen un uso más limitado y específico. En este caso, se aprovecha la diferencia de densidad entre la materia prima y los contaminantes, o bien entre la materia prima con diferentes características. Por ejemplo, se utiliza como lavado-selección por tamaño para champiñones y como lavado-clasificación para manzanas, ya que la fruta sobremadura, magullada o podrida se hunde y aquélla en buen estado flota. En la ilustración 15 se muestra este sistema.

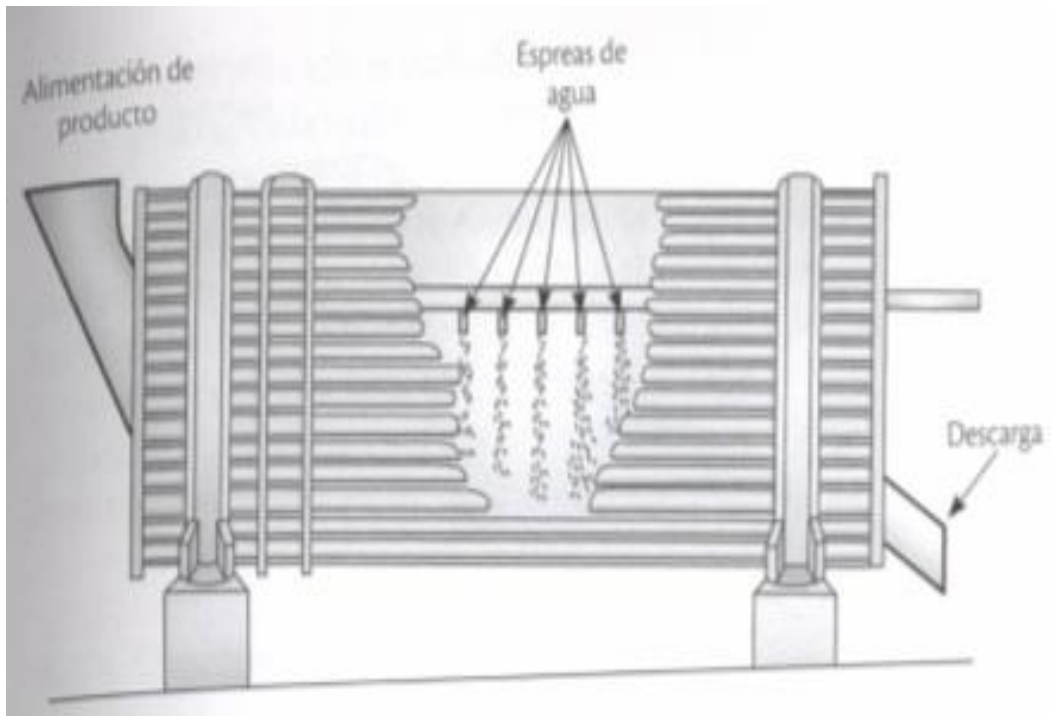


Ilustración 12. Tambor rotatorio para lavado por aspersión de frutas y hortalizas.

Fuente: Joslyn y Heid. 1963.

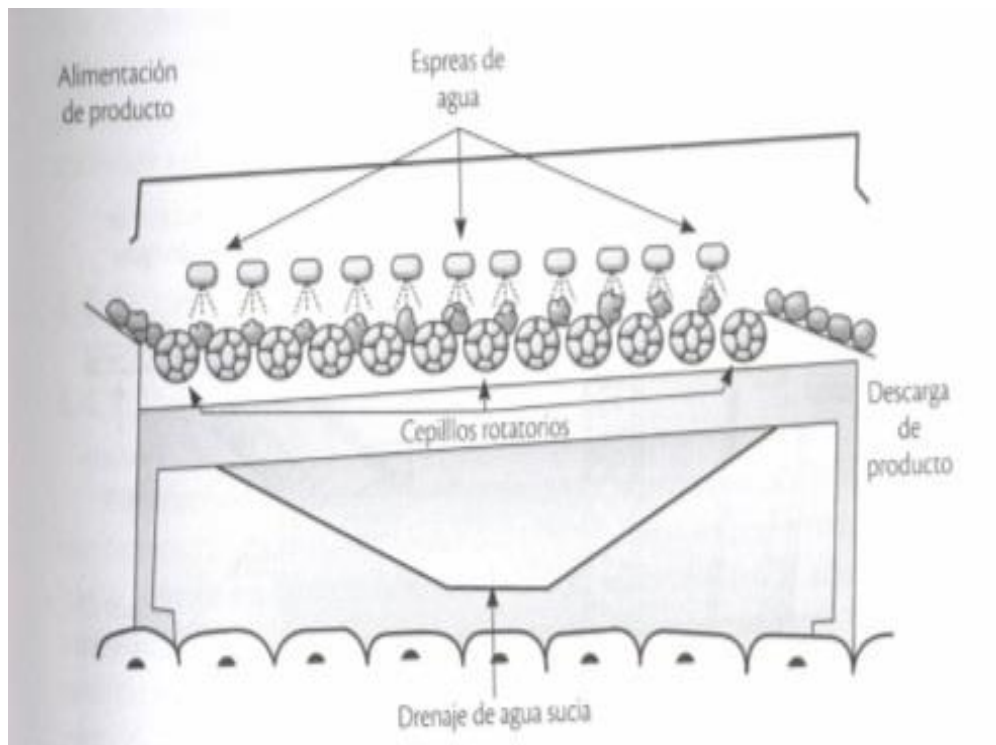


Ilustración 13. Lavadora por aspersión con cepillos rotatorios para frutas y hortalizas

Fuente: Peleg, 1985.

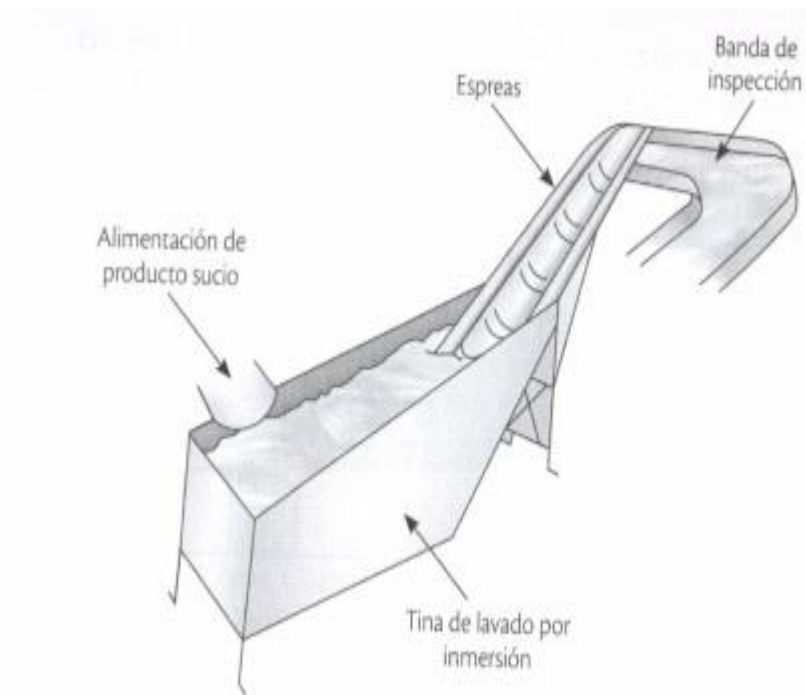


Ilustración 14. Sistema combinado de lavado por inmersión-aspersión para frutas y hortalizas

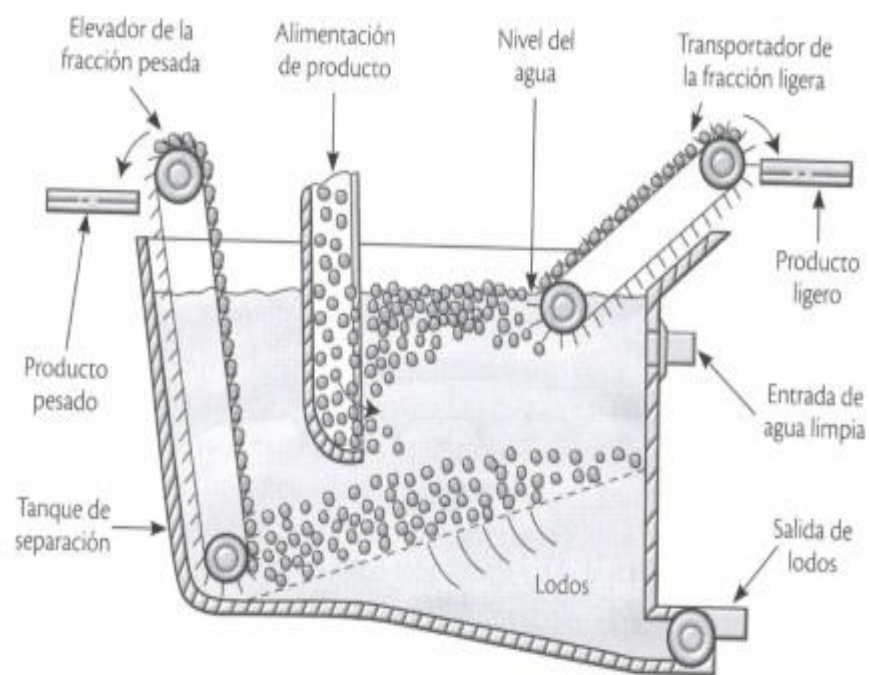


Ilustración 15. Lavado por flotación-selección y/o clasificación por densidad para frutas y hortalizas

Fuente: Peleg, 1985.

2.4.2. SISTEMAS Y MÁQUINAS REFERENCIAS

2.4.2.1. SISTEMA DE LAVADO

En la tesis de GÓMEZ, Mario (2010:67), Diseño y Construcción de una Planta Prototipo Procesadora de Frutas se describe un sistema de lavado, el cual sirvió de ejemplo para la siguiente investigación el cual consiste en: “ Este sistema está compuesto por un recipiente cilíndrico que contiene en su interior un conjunto rotor, que esta energizado por una transmisión por poleas y correas que a su vez están unidas a un motor de 0.4 Hp a 1090 rpm, este sistema transmite un movimiento rotativo a la fruta la cual es pelada por efectos de la fricción con la pared cilíndrica cuya superficie está recubierta con un material abrasivo denominado carborundo al mismo tiempo es lavado por efecto de una aspersion continua de agua proveniente de una tubería dispuesta en la parte superior del recipiente cilíndrico, la función principal es lavar de la superficie de la fruta todo el material removido y otros que pueden contaminar el producto, en su parte exterior se encuentra un ducto que comunica la peladora y lavadora con el sistema generador de vapor, en la entrada del ducto se encuentra una compuerta que permite el paso de la fruta al sistema generador de vapor (ver ilustración 16)” .

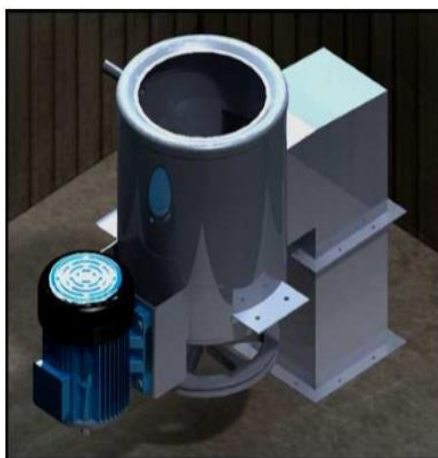


Ilustración 16. Sistema de Lavado y Pelado

Fuente: Mario Gómez

2.4.2.2. Lavadora con cepillos para frutas

La lavadora con cepillos para frutas presenta las siguientes características (ver ilustración 17):



Ilustración 17. Lavadora con cepillos para frutas

Fuente: http://www.megabelzyce.pl/es/mycie_owocow_i_warzyw_09.html

Uso.-

La lavadora sirve para lavar fresas, cerezas, tomates, champiñones como máquina de lavar de segundo grado (vendida con la lavadora con agua).

Construcción.-

Los cepillos que giran simultáneamente causan la rotación del producto y al mismo tiempo su lavado con la regadera de agua limpia. Se puede regular la eficacia con el grado de la inclinación de la máquina hacia delante. Debajo de los cepillos se encuentra una bañera para los residuos, de donde se puede filtrar el agua y dirigirla a la lavadora inicial. Los cepillos cilíndricos tienen cerdas suaves que no dañan el producto.

Materiales.-

La lavadora con cepillos está hecha de acero resistente a ácido y materias sintéticas que pueden entrar en contacto con la alimentación. Se puede lavar fácilmente todos los elementos de la máquina, la superficie de las piezas es lisa, el perfil de construcción es cerrado, redondeado.

Información Técnica.-

- Capacidad: hasta 2,5 t/h
- Longitud: 10 cepillos
- Anchura: 800/1000/1250 mm
- Dimensiones longitud x anchura x altura: 2200 x 1500 x 1800 mm
- Altura de fruta vertida: min. 900+200 mm
- Altura de fruta obtenida (ajustada): min. 900 mm
- Potencia: 0,37 Kw

2.4.2.3. Lavadora para frutas con aire-agua MWP-6

Esta máquina con aire y agua presenta la siguiente estructura:



Ilustración 18. Lavadora para frutas con aire-agua MWP-6

Fuente: http://www.megabelzyce.pl/es/mycie_owocow_i_warzyw_09.html

Uso.-

Lavadora de tipo MWP-6 sirve para lavar frutas y limpiar pescado.

Construcción.-

La lavadora está compuesta por las siguientes partes principales:

- contenedor inferior
- un canal ventilador lateral
- configuración de tubos con huecos de salida que bombean el aire
- una transportadora modular
- un despedrador que se encuentra en el tamiz de abajo en la bañera
- configuración de tuberías con agua fresca para lavar con válvulas: grifo 3/4' 1 unidad, válvula 1/2' 2 unidades, regaderas con toberas 2 unidades
- válvula de drenaje de contenedor principal (cierre 80 mm)

Materiales.-

La lavadora con agua y aire está hecha de acero resistente a ácidos. Todos los elementos de la máquina son preparados para un lavado preciso, la superficie de las piezas es lisa, el perfil de construcción es cerrado, redondeado.

Información Técnica.-

- Potencia: 3000 kg/h
- Anchura: 1300 mm
- Altura de la máquina: 1800 mm
- Longitud de la máquina: 3000 mm
- Alimentación de cinta transportadora: 1,1 kW, 380V, 2800 giros/min.
- Canal de ventilación lateral: 1,1 kW, 380V, 2800 giros/min.
- El consumo del agua: aprox. 0,5-1,8 m/h

- Peso: 550 kg

2.4.2.4. Lavadora para frutas y hortalizas MOW-5

La lavadora para frutas y hortalizas tiene las siguientes especificaciones:



Ilustración 19. Lavadora para frutas y hortalizas MOW-5

Fuente: http://www.megabelzyce.pl/es/mycie_owocow_i_warzyw_09.html

Usos.-

La máquina sirve para lavar frutas y hortalizas. Se caracteriza por alta eficacia y precisión. Lava estupendamente fresas, cerezas, ribes y otras frutas. Es uno de los componentes de la serie de productos para la producción de alimentación congelada.

Como Funciona.-

El agua sube del contenedor inferior a la bañera por medio de una bomba. En el fondo de la bañera en la parte superior se encuentran toberas, que junto con el relieve especial de la superficie generan durante el proceso de lavado varios flujos de agua. La fruta vertida es llevada varias veces

por las corrientes que surgen, que garantiza un excelente efecto de lavado. La materia tras salir de la zona de lavado es adicionalmente enjugada por las regaderas de agua en el tamiz de rejillas adecuadamente inclinado. En el contenedor inferior de la lavadora tiene lugar la sedimentación de contaminación grave (arena, tierra).

La contaminación ligera que flota en la superficie es filtrada en un tamiz reticular. Agua filtrada es utilizada en el proceso de lavado continuo (circulación cerrada). Las faltas de agua se nivelan con agua limpia de regaderas. La contaminación del fondo de la máquina es eliminada paso a paso en el proceso de lavado a través de una válvula en el fondo. La contaminación separada en el tamiz de rejillas, en el cual cae la materia lavada, llega al tamiz con hendiduras (de una inclinación adecuada) donde se separa el agua y la contaminación llega a un contenedor.

Materiales.-

La lavadora está hecha de acero resistente a ácidos. Todos los elementos de la máquina son preparados para un lavado preciso, la superficie de cada pieza es lisa, el perfil de construcción es cerrado, redondeado.

Información Técnica.-

- Potencia: 5 t/h (fresa)
- Peso: 480 kg
- Alimentación: 380 V, 50 Hz, 2,2 kW
- Dimensiones: 2200 x 1720 x 1350 mm
- Máximo volumen de la fruta vertida: 1400-1700 mm
- Máximo volumen de la fruta tras el lavado: 650-1100 mm

2.4.2.5. Lavadora para las manzanas, tomates, etc.

Esta máquina de lavado presenta los siguientes componentes:



Ilustración 20. Lavadora para las manzanas, tomates, etc.

Fuente: http://www.megabelzyce.pl/es/mycie_owocow_i_warzyw_09.html

Usos.-

La lavadora sirve para lavar manzanas (tomates) con su simultánea clasificación en el transportador de rodillos. Forma parte de línea para producción en la industria.

Construcción.-

La lavadora está compuesta por siguientes grupos de elementos:

- Contenedor inferior
- Canal ventilador lateral que insufla el aire
- Sistema de tuberías
- Transportador de rodillos
- Despedrador
- Sistema para pretratamiento de agua sucia
- Plataforma de transportador de rodillos
- Elementos regulatorios de la lavadora M20 con tuercas
- Cinta transportadora para el producto fuera de clasificación

Funcionamiento.-

El producto es vertido a la bañera, empujado por una corriente de agua hacia un elevador con una cinta de rodillos. En la bañera el producto es lavado con agua-aire. El producto se mueve en el elevador hacia arriba, rotando simultáneamente. Regaderas con agua limpia enjuagan el producto antes de su salida al transportador para la clasificación, y el personal que trabaja en el transportador hace la selección, transportando la parte clasificada a la cinta transportadora instalada encima del transportador de rodillos.

Información Técnica.-

- Eficacia: 6000 kg/h
- Longitud: 11200 mm
- Anchura: 1600 mm
- Altura: 2000 mm
- Canal ventilador lateral: 1,1 kW, 380 V; Bomba: 3 kW, 380 V

2.5. HIPÓTESIS

El estudio de procesos de industrialización en el lavado de la fruta pitahaya optimizará la producción en el Centro Agrícola del cantón Palora.

2.6. SEÑALAMIENTO DE VARIABLES

2.6.1. VARIABLE INDEPENDIENTE

Estudio de procesos de industrialización en el lavado de la fruta pitahaya.

2.6.2. VARIABLE DEPENDIENTE

Optimización de la producción de pitahaya en el Centro Agrícola del Cantón Palora.

CAPÍTULO III

MÉTODOLOGÍA

3.1. ENFOQUE

El presente trabajo es una investigación de enfoque cualitativo, porque se llevará a cabo un estudio de los procesos utilizados en otros sistemas de producción. Así también, este enfoque busca las causas medibles de los hechos que se estudia asumiendo una realidad estable mediante una perspectiva exterior, a través de un enfoque cuantitativo, en el cual se encuentran las valoraciones de los recursos como el económico, humano y tiempo.

3.2. MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN

El desarrollo de la presente investigación requiere de dos modalidades:

3.2.1. DE CAMPO

Debido a que se realizará un estudio en el lugar de los hechos donde se produce el problema.

3.2.2. BIBLIOGRÁFICA

Con el fin de conocer diferentes enfoques, teorías, conceptualizaciones y criterios de diferentes autores sobre los aspectos referentes al estudio del proceso dentro de las actividades de cosecha de la fruta pitahaya. Siendo necesaria la revisión de libros, revistas científicas, tesis, trabajos de investigación e internet.

3.3. NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN

Los tipos de investigación a seguir serán; el explicativo, ya que se buscará información para ahondar en el problema. Descriptivo puesto que examinará las variables y su relación fundamental, seguido de una asociación de variables porque se evaluará si existe una interacción de las mismas dentro del problema, y con lo cual se dará a conocer las diferentes actividades dentro de la etapa de post-cosecha de la fruta pitahaya para optimizar su producción y contribuir con el desarrollo del Cantón y la Provincia.

3.4. POBLACIÓN Y MUESTRA

En el Cantón Palora existen actualmente 20 productores de Pitahaya, los cuales producen y lavan 2333.33 kg, al día, lo que genera una producción anual de 525,000 kg, esta cantidad de pitahaya es lo que amerita la determinación de un mecanismo de lavado eficiente y ágil. En vista que la información pertinente para determinar y analizar la situación de los productores se hará mediante una investigación de campo, aplicando el método de recolección respectivo.

Actualmente en el cantón Palora existen solamente 20 productores de pitahaya, los cuales conforman para la presente investigación tanto la población como la muestra.

3.5. OPERACIÓN DE VARIABLES

3.5.1. VARIABLE INDEPENDIENTE

Tabla 3. Estudio de procesos de industrialización en el lavado de la fruta pitahaya

CONCEPTUALIZACIÓN	CATEGORÍAS	INDICADORES	ITEMS BASICOS	TÉCNICAS INSTRUMENTOS
<p>El estudio de procesos es un escrutinio minucioso y sistemático de todas las operaciones de trabajo</p> <p>El estudio de procesos nos permitirá encontrar mejoras de tiempo, con menor inversión por unidad.</p>	<p>Proceso Manual</p> <p>Proceso Mecánico</p>	<p>Cantidades de pitahaya lavadas</p> <p>Tiempo estándar requerido</p> <p>Instrumentos utilizados</p>	<p>¿Cuántos kilos de pitahaya se lava al mes?</p> <p>¿Cuánto tiempo se requiere para lavar una pitahaya?</p> <p>¿Qué instrumentos se utilizan para lavar la fruta?</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Encuesta a los productores • Bibliográfica Revistas Internet Libros

[Elaborado por: PAZOS, Pablo (2013)]

3.5.2. VARIABLE DEPENDIENTE.

Tabla 4. Optimización de la producción de pitahaya en el Centro agrícola del Cantón Palora.

CONCEPTUALIZACIÓN	DIMENSIONES	INDICADORES	ÍTEMES BÁSICOS	TÉCNICAS INSTRUMENTOS
<p>La optimización de la producción de pitahaya, se refiere a la utilización de mecanismos eficientes y eficaces llamados a agilizar la limpieza, procesamiento, presentación y despacho de esta fruta.</p>	<p>Mano de obra</p> <p>Limpieza de la fruta</p> <p>Factores de limpieza de la fruta</p>	<p>Cantidad de obreros</p> <p>Factores a limpiar</p> <p>Elementos usados en la limpieza</p>	<p>¿Cuántos obreros son utilizados en la limpieza?</p> <p>¿Qué tipo de factores se quitan de la fruta?</p> <p>¿Qué se usa para limpiar la fruta?</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Observación. • Encuesta a los productores • Bibliográfica Revistas Internet Libros

[Elaborado por: PAZOS, Pablo (2013)]

3.6. TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

La presente investigación se encuentra respaldada por dos técnicas que son investigación documental e investigación de campo, ya que la recolección de información se la ha realizado de libros, tesis de grado e internet que guarden relación con el tema de investigación que se ha planteado, como también la realización de encuestas que están dirigidas a los productores de pitahaya del Cantón Palora.

Tabla 5: Técnicas e instrumentos de recolección de la información

TÉCNICAS	INSTRUMENTOS
Lectura Científica	Tesis de grado, libros, revistas.
Encuesta	Cuestionario

Fuente: MÉTODología de investigación
[Elaborado por: PAZOS, Pablo (2013)]

3.7. PLAN DE PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN

Para el procesamiento se emplearán programas específicos así como hojas de cálculo, para los diagramas y hojas de proceso a utilizar. Se adjuntará además fotos y dibujos según la necesidad de esclarecer y comprender, al mismo tiempo que servirán para argumentar y presentar de mejor manera este trabajo investigativo.

Luego se selecciona el mejor procedimiento para cada operación, inspección o transporte tomando en cuenta las restricciones asociadas con cada alternativa, incluso las implicaciones de productividad, ergonomía y seguridad e higiene.

3.8. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

La información fue recolectada mediante la aplicación de la encuesta, luego se procesó la información, a través de la utilización de tablas y gráficos de pastel, en donde se detalló con porcentajes cada una de las respuestas obtenidas, con el respectivo análisis e interpretación. Esto se realizó mediante la utilización de una hoja de cálculo, para poder tener una buena codificación se procedió a enumerar cada una de las preguntas de los cuestionarios aplicadas a los productores de pitahaya, para que de esta manera se facilite el proceso de tabulación obteniendo información real y dando una solución adecuada al problema.

En el procesamiento y análisis de la información, se procedió a revisar y analizar toda la información, verificando que las encuestas realizadas estén debidamente llenadas.

El método estadístico que se empleó para la verificación de la hipótesis será el CHI^2 , ya que la Variable Independiente es cualitativa, y también la variable dependiente es cualitativa.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

En este capítulo se analizará e interpretará los resultados según las encuestas realizadas a los protagonistas ya mencionados en el capítulo anterior, para justificar el problema expuestos según sus la modalidad de investigación.

Se presenta los resultados de la investigación de campo, realizada para los productores de pitahaya del Cantón Palora, para con ello poder obtener los criterios suficientes que permitan contrastar las incógnitas establecidas en esta tesis.

Aplicando la comprobación de la hipótesis se va a concluir la validez del problema y su exposición en su comportamiento dentro del entorno situacional de los productores de pitahaya.

Según la interpretación de Luis E. Herrera y Otros, expresa que antes de la aplicación definitiva de los instrumentos de recolección de información, debe asegurarse de la validez y confiabilidad, realizando una prueba piloto; es decir, aplicando los instrumentos a un grupo de personas que pertenezcan a un universo similar al escogido.

Se realizó una encuesta borrador para aplicar la prueba piloto con una pequeña muestra de cinco personas que pertenece a la población en estudio para determinar posibles inconvenientes; por lo que fue la prueba

no hubo inconvenientes y se aplicó la investigación definitiva al tamaño de la población de 20 productores de pitahaya (Ver Capítulo III).

ENCUESTA A LOS PRODUCTOS DE PITAHAYA (ver anexo 1)

Pregunta 1

¿Cuánta fruta lava Usted al día en Kg?

Tabla 6. Cantidad de Fruta lavada en Kilogramos al día

En porcentajes

Kilogramos	Frecuencia	Porcentaje
100-150	10	50,00%
151-200	6	30,00%
201-250	2	10,00%
251-300	2	10,00%
Total	20	100%

Fuente: Investigación de campo
[Elaborado por: PAZOS, Pablo (2013)]

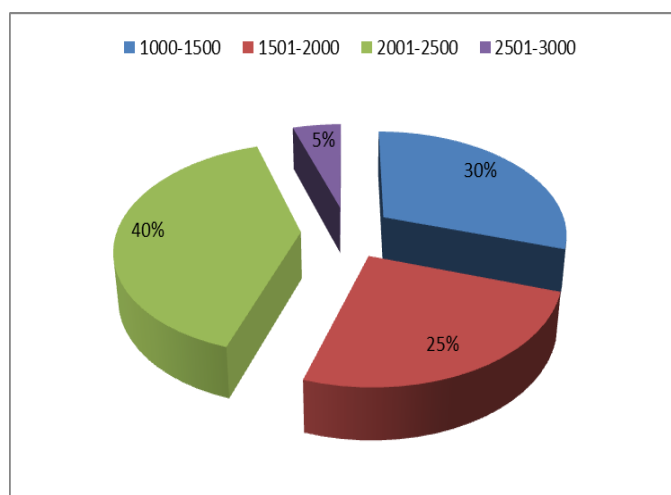


Gráfico 7. Cantidad de Fruta lavada en Kilogramos al día
 En porcentajes

Fuente: Investigación de campo
[Elaborado por: PAZOS, Pablo (2013)]

Análisis

Según la encuesta realizada a los productores de pitahaya, el 50% de ellos lavan entre 100-150 kilogramos al día, seguido del 30% de aquellos que lavan 151-200 kilos, tanto en el rango de 201-250 kilos y 251-300 kilos coinciden con un 10%.

Interpretación

Como se puede observar en la tabla 1, la cantidad de pitahaya es considerable, y se concentra en el rango de 100-150 kilos de fruta lavada al día por productor.

Pregunta 2

¿Qué método utiliza para el lavado de la fruta?

Tabla 7. Método utilizado en el lavado de la pitahaya
En porcentajes

Alternativa	Frecuencia	Porcentaje
Manual	20	100,00%
Mecánico	0	0,00%
Total	20	100%

Fuente: Investigación de campo
[Elaborado por: PAZOS, Pablo (2013)]

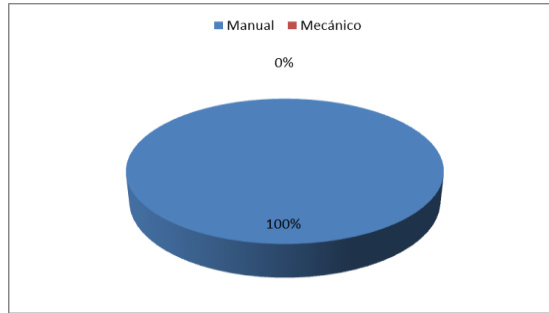


Gráfico 8. Método utilizado en el lavado de la pitahaya
En porcentajes

Fuente: Investigación de campo
[Elaborado por: PAZOS, Pablo (2013)]

Análisis

El 100% de los productores de pitahaya realizan el lavado de la fruta de forma manual.

Interpretación

Para una cantidad de pitahaya que se encuentra en el rango de 100-150 kilogramos diarios que deben ser lavados por productor, la utilización de un método manual implica que los trabajadores tomen fruta por fruta y retiren las suciedades y espinas, contribuyendo a incrementar los tiempos del proceso de lavado.

Pregunta 3

¿Se ha determinado deficiencias de salud debido al trabajo?

Tabla 8. Afectaciones de salud por el trabajo
En porcentajes

Alternativa	Frecuencia	Porcentaje
Si	3	15,00%
No	17	85,00%
Total	20	100%

Fuente: Investigación de campo

[Elaborado por: PAZOS, Pablo (2013)]

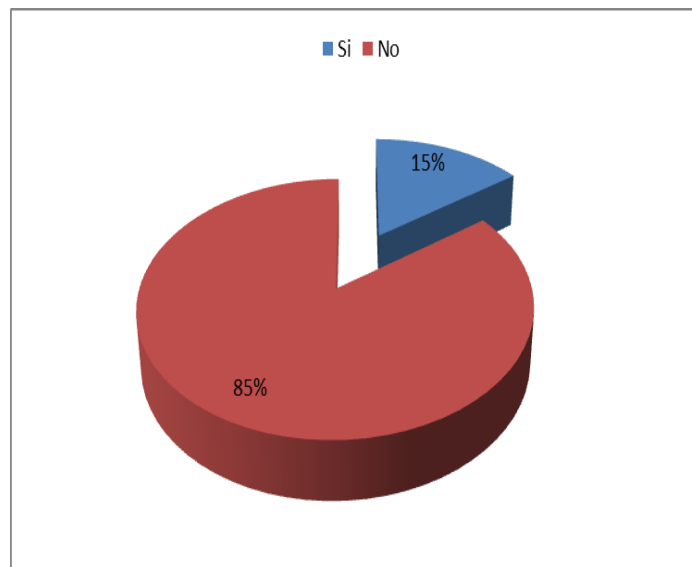


Gráfico 9. Afectaciones de salud por el trabajo
En porcentajes

Fuente: Investigación de campo

[Elaborado por: PAZOS, Pablo (2013)]

Análisis

Los productores investigados manifestaron que las actividades realizadas en el trabajo no provocan afectaciones de salud representado ello el 85%, frente a un 15% que dice que sí.

Interpretación

Las actividades de lavado de la fruta, que no implican utilización de químicos u otros factores, no generan problemas de salud entre los trabajadores que se dedican al lavado de la pitahaya.

Pregunta 4

¿Qué cantidad de obreros ocupa Usted por hora para una jornada diaria de trabajo en el Proceso del lavado?

Tabla 9. Obreros utilizados en el proceso de trabajo

En porcentajes

N° Trabajadores	Frecuencia	Porcentaje
1	3	15,00%
2	2	10,00%
3	1	5,00%
4	2	10,00%
5	2	10,00%
6	2	10,00%
7	4	20,00%
8	1	5,00%
9	2	10,00%
10	1	5,00%
Total	20	100%

Fuente: Investigación de campo

[Elaborado por: PAZOS, Pablo (2013)]

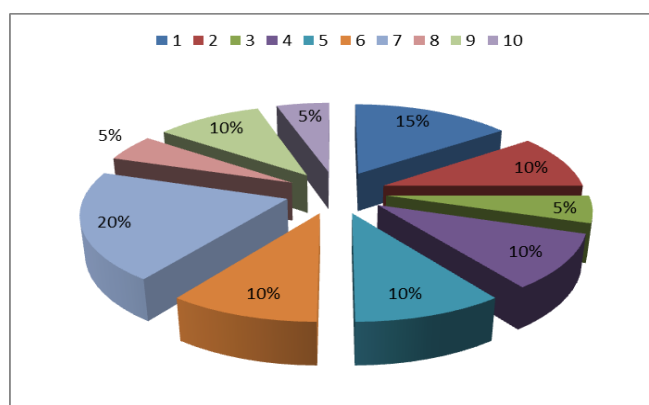


Gráfico 10. Obreros utilizados en el proceso de trabajo
En porcentajes

Fuente: Investigación de campo

[Elaborado por: PAZOS, Pablo (2013)]

Análisis

Debido a que el proceso de lavado de la pitahaya es manual, la utilización de obreros es inherente, es por ello los productores contratan un número interesante de personas para esta labor, donde el 20% de los productores tiene trabajando a unas 7 personas en el lavado, el 15% de los agricultores a 1 persona, etc.

Interpretación

La cantidad de pitahaya lavada bordea el rango de 100-150 kilos en promedio por productor, ello hace que a mayor velocidad de lavado, el número de trabajadores utilizados sea mayor para acelerar el proceso y cumplir con metas diarias de lavado.

Pregunta 5

¿Cuál es el factor directo en el lavado de la fruta?

Tabla 10. Factor directo en el lavado de la fruta

En porcentajes

Alternativa	Frecuencia	Porcentaje
Espina	16	80,00%
Suciedad	4	20,00%
Total	20	100%

Fuente: Investigación de campo
[Elaborado por: PAZOS, Pablo (2013)]

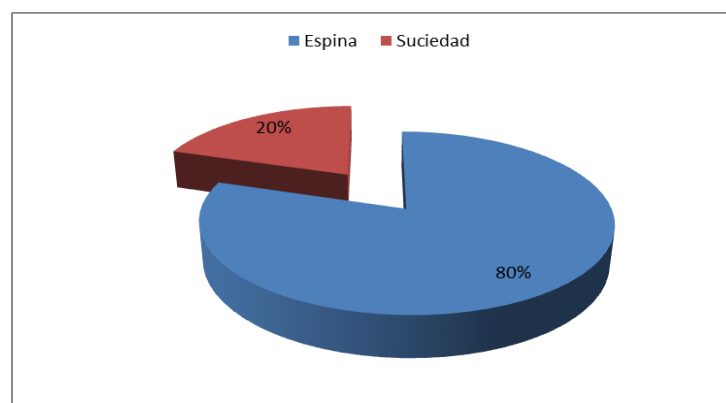


Gráfico 11. Factor directo en el lavado de la fruta
En porcentajes

Fuente: Investigación de campo
[Elaborado por: PAZOS, Pablo (2013)]

Análisis

El principal factor del lavado de la pitahaya es el retiro de las espinas existentes en la fruta siendo ello el 80% de las preocupaciones de los productores, seguido del 20% que opina que es la suciedad.

Interpretación

La pitahaya es una fruta que presenta en superficie espinas, por lo tanto es necesario realizar el proceso de lavado para retirar las mismas y con ello facilitar el tratamiento de empaque o uso para el consumo por parte los clientes.

Pregunta 6.

¿Cuál es el rango de tiempo que toma Usted para lavar un unidad de fruta?

Tabla 11. Tiempo utilizado en el lavado de la fruta

En porcentajes

Alternativa	Frecuencia	Porcentaje
0,0 - 0,5	10	50,00%
0,5 - 1	8	40,00%
1 - 1,5	2	10,00%
Total	20	100%

Fuente: Investigación de campo
[Elaborado por: PAZOS, Pablo (2013)]

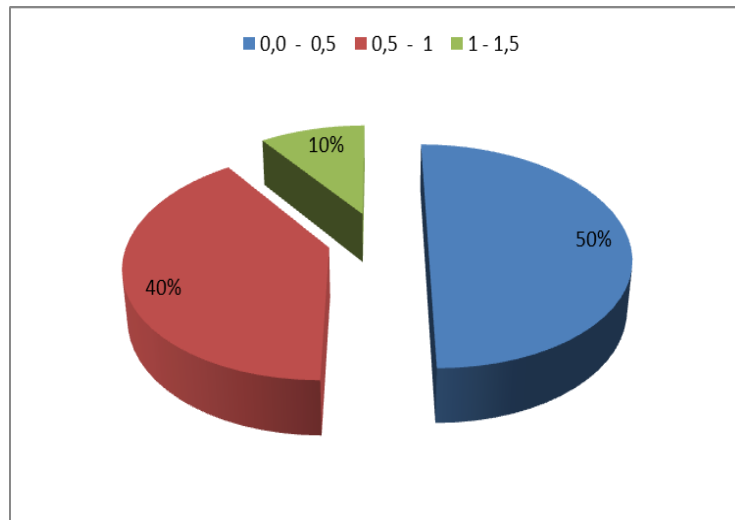


Gráfico 12. Tiempo utilizado en el lavado de la fruta
En porcentajes

Fuente: Investigación de campo
[Elaborado por: PAZOS, Pablo (2013)]

Análisis

El tiempo utilizado por unidad de fruta para realizar el proceso de lavado es menor a medio minuto lo que representa el 50% de las respuestas de los productores, seguido del 40% que se tarda entre medio minuto y un minuto en lavar una fruta y por último entre un minuto y un minuto y medio con el 10%.

Interpretación

El tiempo utilizado para lavar la fruta es mínimo y además tiene la tendencia a incrementarse debido a que el proceso es manual, lo que hace que la eficiencia de lavado disminuya por el natural cansancio de las personas.

Pregunta 7.

¿Qué otro factor considera usted determinante para el lavado de pitahaya?

Tabla 12. Otro factor determinante en el lavado de la pitahaya

En porcentajes

Alternativa	Frecuencia	Porcentaje
Agua	12	60,00%
Cepillo	7	35,00%
Otros	1	5,00%
Total	20	100%

Fuente: Investigación de campo

[Elaborado por: PAZOS, Pablo (2013)]

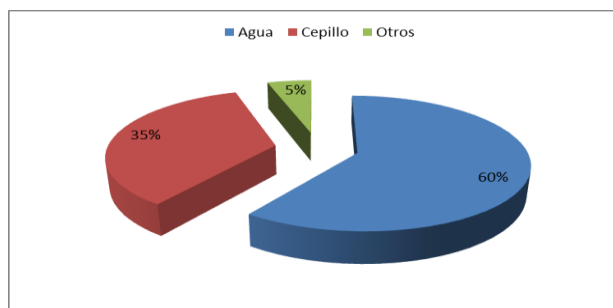


Gráfico 13. Otro factor determinante en el lavado de la pitahaya
En porcentajes

Fuente: Investigación de campo

[Elaborado por: PAZOS, Pablo (2013)]

Análisis

El agua es otro factor utilizado para el lavado de la fruta con el 60% de ponderación entre los productores de pitahaya, 35% el cepillo y 5% otros factores.

Interpretación

El elemento básico para el lavado de la pitahaya y el retiro de las espinas es el agua, elemento natural que en su composición no cuenta con contaminantes o reactivos que afecten a la pitahaya de manera significativa.

Pregunta 8

¿Influye sobre su producción la demora del lavado de la fruta?

Tabla 13. Influye la demora en la producción

En porcentajes

Alternativa	Frecuencia	Porcentaje
Si	16	80,00%
No	4	20,00%
Total	20	100%

Fuente: Investigación de campo
[Elaborado por: PAZOS, Pablo (2013)]

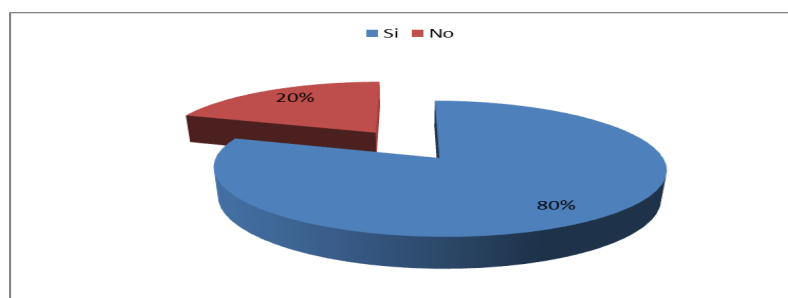


Gráfico 14. Influye la demora en la producción
En porcentajes

Fuente: Investigación de campo
[Elaborado por: PAZOS, Pablo (2013)]

Análisis

La demora es un factor que influye en el proceso producción, siendo ello una preocupación del 80% de los productores, puesto estos al no poder procesar rápidamente la fruta se expone a riesgos como el perecimiento de la pitahaya, cancelación de pedidos, etc.

Interpretación

La producción de pitahaya para el abastecimiento de los clientes y consumidores se ve afectada de una manera importante por la demora o excesivo tiempo utilizado para el lavado de la fruta.

Pregunta 9

¿Qué consecuencias acarrea la demora en el lavado de la pitahaya?

Tabla 14. Consecuencias de la demora en el lavado de la pitahaya
En porcentajes

Alternativa	Frecuencia	Porcentaje
Pérdida de mercado	9	45,00%
Disminución de costos de Producto	7	35,00%
Perecimiento del Producto	4	20,00%
Total	20	100%

Fuente: Investigación de campo
[Elaborado por: PAZOS, Pablo (2013)]

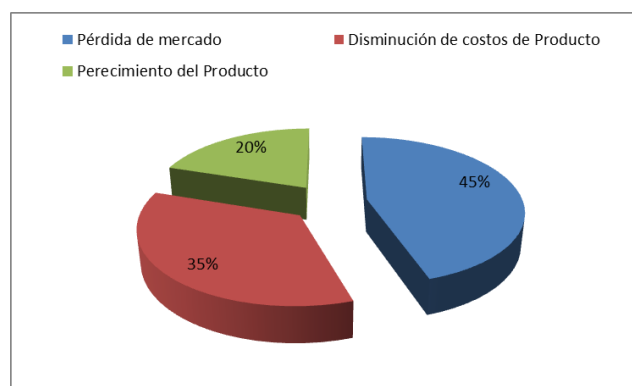


Gráfico 15. Consecuencias de la demora en el lavado de la pitahaya
En porcentajes

Fuente: Investigación de campo
[Elaborado por: PAZOS, Pablo (2013)]

Análisis

Las consecuencias que acarrea la demora en el lavado de la pitahaya provocan pérdida de mercado con una incidencia del 45%, Disminución de costos de producto con el 35% y perecimiento del producto con el 20%.

Interpretación

La pérdida de mercado es la principal consecuencia de la demora en el lavado de la producción en vista que, por el incumplimiento en la entrega del producto, los clientes se sienten insatisfechos y suspenden los pedidos, provocando que los productos para poder vender disminuyan el costo del producto.

Pregunta 10

¿Considera usted que una máquina para el lavado de pitahaya optimizaría su producción?

Tabla 15. Máquina para el lavado de pitahaya optimizaría su producción
En porcentajes

Alternativa	Frecuencia	Porcentaje
Si	16	80,00%
No	4	20,00%
Total	20	100%

Fuente: Investigación de campo
[Elaborado por: PAZOS, Pablo (2013)]

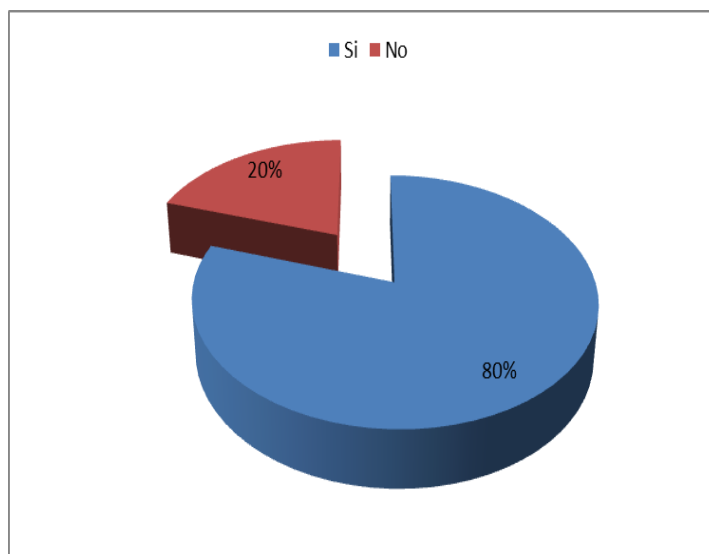


Gráfico 16. Máquina para el lavado de pitahaya optimizaría su producción
En porcentajes

Fuente: Investigación de campo
[Elaborado por: PAZOS, Pablo (2013)]

Análisis

La propuesta de la elaboración de una máquina de lavado presenta una aceptación del 80% entre los productores, seguido de una negativa del 20%.

Interpretación

Evidentemente la propuesta de construcción de una máquina de lavado para la pitahaya, presenta una aceptación elevada entre los productores de la misma, puesto que reduciría los tiempos del proceso y evitaría las consecuencias negativas previstas como pérdida de mercado.

4.1.2. SÍNTESIS DE LA INVESTIGACIÓN DE CAMPO

La producción de pitahaya en el cantón Palora se sustenta en la demanda existente a nivel internacional de este producto exótico, por lo tanto la mayor parte de este producto es para consumo externo. En la presente

investigación, se encuestó a los productores, lo que permitió generar un perfil de las condiciones productivas de la pitahaya, se determinó que en el Cantón Palora existe una población de 20 productores, que generan 525000 Kilogramos al año(ver gráfico 17), que se distribuyen en 3 estaciones de producción, y que debido a la reducida aplicación de herramientas tecnológicas el método más utilizado es el lavado manual; el factor más importante en la limpieza y presentación de la pitahaya es el retiro de las espinas que tiene la fruta en su superficie, que el tiempo dedicado al lavado de cada fruta bordea en promedio 55 segundos manualmente, que en definitiva la demora en el lavado afecta el proceso productivo de la pitahaya, acarreando problemas relacionados con pérdida de mercado y riesgo de perecimiento de la fruta, evidenciándose así la necesidad de generar un mecanismos más eficiente para el lavado de este producto, por lo cual los productores están de acuerdo con la construcción de una máquina que agilite el proceso de limpieza de la mismo.

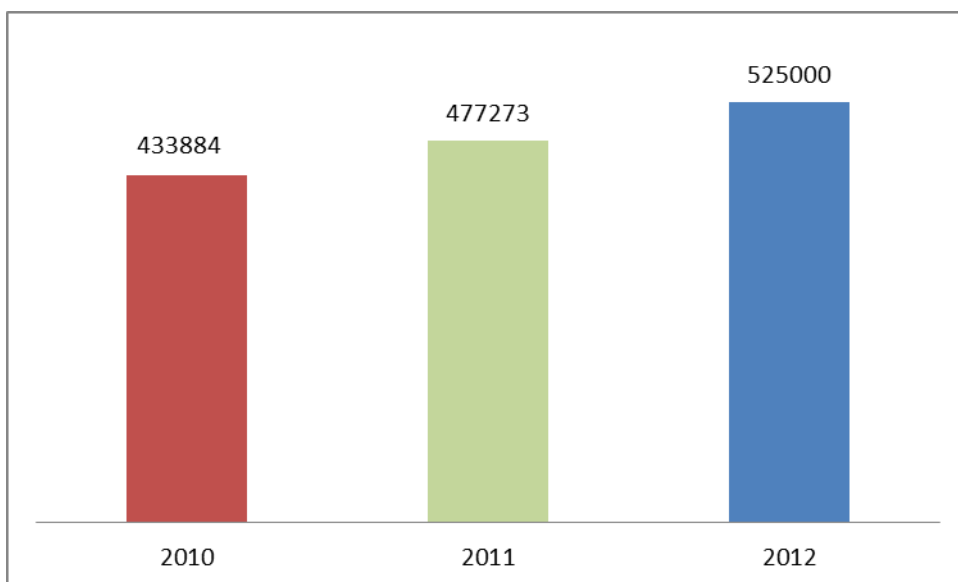


Gráfico 17. Producción Anual de Pitahaya en Palora
En kilogramos
Periodo 2010-2012

Fuente: Investigación de campo
[Elaborado por: Centro Agrícola de Palora (2012)]





4.2. DIAGRAMA DEL PROCESO (MÉTODO ACTUAL)

Tabla 16. Diagrama del Proceso de Lavado Manual

Método actual		DIAGRAMA DEL PROCESO TIPO PRODUCTO				
Método Propuesto						
Sujeto del Diagrama		Lavado de 2500 Kg de pitahaya con: 5 obreros proceso de limpieza, 4 obreros proceso de cosecha, 7 obreros proceso de lavado y 3 obreros trasportando la fruta desde la plantación a la zona e lavado, por ¼ Ha de producción			FECHA:	
Inicia en la plantación con la limpieza del espino en la fruta y termina con el empaque					Diagrama N° 001	
CENTRO AGRICOLA DEL CANTON PALORA						
Hecho por:	PABLO PAZOS V				Hoja N° 1 de 1	
Distancia en metros	Tiempo en minutos	SIMBOLO DEL DIAGRAMA				DESCRIPCION DEL PROBLEMA
2500	2000	●	→	□	⌋	1 limpiar el espino del fruto con cepillos
2500	1500	●	→	□	⌋	2 cortar la fruta con tijeras de poda (manual)
0	500	●	→	□	⌋	3 colocar en carretillas el fruto cosechado
20000	2000	○	→	□	⌋	1 transportar a la zona de lavado (carretillas)
0	60	●	→	□	⌋	4 colocar en una piscina de lavado
0	60	○	→	□	⌋	1 remojar la fruta mientras se realiza el lavado
0	3360	●	→	□	⌋	5 cepillado de la fruta
0	0,3	○	→	□	⌋	1 inspeccionar el producto lavado
0	0,3	●	→	□	⌋	6 enjuagar el producto
100	60	○	→	□	⌋	2 trasporte a la zona de empaque
0	60	●	→	□	⌋	7 selección del producto dañado
0	60	●	→	□	⌋	8 empaque
0	30	●	→	□	⌋	9 pesado
0	0	○	→	□	⌋	1 almacenamiento temporal
25100	9690,6					TOTAL

[Elaborado por: PAZOS, Pablo (2013)]

Tabla 17. Resumen del Diagrama de Proceso Manual

RESUMEN				
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	DISTANCIA (m)	TIEMPO (min)
OPERACIÓN		9	5000	7570,3
TRANSPORTE		2	20100	2060
INSPECCIÓN		1	0	0,3
DEMORA		1	0	60
ALMACENAJE		1	0	0
TOTAL			25100	9690,6


[Elaborado por: PAZOS, Pablo (2013)]

4.2.1. ANÁLISIS DEL TIEMPO DE LAVADO MÉTODO MANUAL

Para el cálculo de los tiempos del proceso general de producción no se tomó en cuenta el tiempo que el obrero tarda en almorzar debido a que los empleadores designan una hora de receso al medio día para esta actividad, además se promedió el número de frutas por kilogramo de peso en el cual nos demuestra que cada obrero debe lavar un promedio de 250-300 unidades de fruta dentro de las 8 horas laborables en un jornal diario, tomando en cuenta que un obrero tarda entre 0-0,5 minutos por unidad, estos datos fueron obtenidos por medio de la encuesta realizada a los productores, mismos que también participan en el proceso del lavado y otros.

Es también importante mencionar que para el consumo nacional no es tan necesario desespinar el fruto en la planta antes de la cosecha debido a que las incrustaciones de la espina entre fruto y fruto produce una pigmentación en la corteza del fruto, pero estas no se aprecian de manera inmediata puesto que comienzan a aparecer al tercero o cuarto día después de cosechado el producto, tiempo suficiente para su comercialización y consumo, aunque esto implica una mayor remoción de espina en el proceso de lavado volviéndolo más demorado y disminuyendo la cantidad de fruto lavado al día.

4.2.2. DIAGRAMA DE OPERACIONES (MÉTODO ACTUAL)

DIAGRAMA DE OPERACIONES			
NOMBRE DEL PRODUCTO: PITAHAJA		PESO DEL PROD:	
NOMBRE DEL PROCESO: LAVADO		N° DE OBREROS: 1	
NOMBRE DE LOS OBREROS:		FECHA: 19 de Noviembre del 2012	
METODO PRIMARIO <input type="checkbox"/>	NUEVO METODO <input type="checkbox"/>	DEPARTAMENTO:CAP	
			
MANO IZQUIERDA	SIMBOLO	SIMBOLO	MANO DERECHA
Se dirige a la fruta que esta en el tanque de agua	○		
coje la fruta	●		
se dirige a la posicion central de trabajo	○		
sostiene la fruta	●		coje el cepillo
rota de posicion la fruta	●		se dirige a la posicion central de trabajo
sumerge la fruta en el tanque de agua	●		cepilla la fruta
saca la fruta del tanque de agua	●		cepilla la fruta
mueve la fruta para verificar el estado de limpieza de la fruta	●		sumerge el cepillo en el tanque de agua
sostiene la fruta	●		saca el cepillo del tanque de agua
rota de posicion la fruta	●		cepilla la fruta
sumerge la fruta en el tanque de agua	●		cepilla la fruta
saca la fruta del tanque de agua	●		sumerge el cepillo en el tanque de agua
se dirige al tanque de agua	○		saca el cepillo del tanque de agua
coloca el fruto en un recipiente	●		se dirige a la posicion inicial de trabajo
se dirige a la posicion inicial de trabajo	○		

[Elaborado por: PAZOS, Pablo (2013)]






4.2.3. DIAGRAMA DEL PROCESO (MÉTODO INDUSTRIAL)

Tabla 18. Diagrama del Proceso Mecánico

Método industrial	Diagrama del Proceso Tipo Producto		
Método Propuesto			
Sujeto del Diagrama	Lavado de 7500 Kg de pitahaya con: 4 obreros proceso de limpieza, 5 obreros proceso de cosecha, 2 obreros proceso de lavado y 3 obreros trasportando la fruta desde la plantación a la zona e lavado, por 1Ha de producción	FECHA:	
inicia en la plantación con la limpieza del espino en la fruta y termina con el empaque		Diagrama N° 001	
CENTRO AGRICOLA DEL CANTON PALORA			
hecho por	PABLO PAZOS V	Hoja N° 1 de 1	
distancia en metros	tiempo en minutos	SIMBOLO DEL DIAGRAMA	DESCRIPCION DEL PROBLEMA
2500	2000		1 limpiar el espino del fruto con cepillos
2500	1500		2 cortar la fruta con tijeras de poda (manual)
0	500		3 colocar en carretillas el fruto cosechado
20000	2000		1 transportar a la zona de lavado (carretillas)
0	30		1 ingresar la fruta a la máquina de lavado
0	1543		5 lavado de la fruta
0	0,3		1 inspeccionar el producto lavado
100	60		2 trasporte a la zona de empaque
0	60		7 selección del producto dañado
0	60		8 empaque
0	30		9 pesado
0	0		1 almacenamiento temporal
25100	7783.3		TOTAL

[Elaborado por: PAZOS, Pablo (2013)]

Tabla 19. Resumen del Diagrama del Proceso Mecánico

RESUMEN				
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	DISTANCIA (m)	TIEMPO (min)
OPERACIÓN		7	5000	4390
TRANSPORTE		2	20100	2060
INSPECCIÓN		1	0	0,3
DEMORA		1	0	30
ALMACENAJE		1	0	0
TOTAL			25100	7783.3

[Elaborado por: PAZOS, Pablo (2013)]

4.2.4. ANÁLISIS DEL TIEMPO DE LAVADO MÉTODO INDUSTRIAL

Mediante la aplicación del método industrial, se obtendría como beneficios una reducción de la mano de obra utilizada en el proceso de lavado de la pitahaya, y un incremento de la cantidad lavada de esta fruta, con ello la alternativa manual quedaría relegada a un segundo plano, puesto que los tiempos de lavado y eficiencia del método manual se consideraría inadecuados para satisfacer la necesidad de los productores de pitahaya del Centro Agrícola (ver tabla 17 y 19).

4.2.5. DIAGRAMA DE OPERACIONES (MÉTODO INDUSTRIAL)

DIAGRAMA DE OPERACIONES			
NOMBRE DEL PRODUCTO: PITAHAYA		PESO DEL PROD:	
NOMBRE DEL PROCESO: LAVADO		N° DE OBREROS: 2	
NOMBRE DE LOS OBREROS:		FECHA: 19 de Noviembre del 2012	
METODO PRIMARIO <input type="checkbox"/>	NUEVO METODO <input type="checkbox"/>	DEPARTAMENTO:CAP	
			
OPERARIO DERECHO	SIMBOLO	SIMBOLO	OPERARIO IZQUIERDO
Se dirige a la gaveta que contiene el fruto	●	●	Se dirige a la gaveta que contiene el fruto
coje la gaveta	●	●	coje la gaveta
se dirige a el recipiente de remojo de la maquina	●	●	se dirige a el recipiente de remojo de la maquina
vierte el contenido de la gaveta	●	●	vierte el contenido de la gaveta
sostiene la gaveta vacia	●	●	se dirige a posicion inicial de trabajo
ubica la gaveta vacia a un costado	●		
se dirige a posicion inicial de trabajo	●		

[Elaborado por: PAZOS, Pablo (2013)]

4.2.6. ANÁLISIS DE RESULTADOS

La finalidad de la entrevista y los métodos de observación están orientados a la industrialización de los productores pitahayeros del cantón Palora por medio de la gestión del Centro Agrícola del Cantón Palora. Como se puede observar en las preguntas 1,2,5,6,8 Y 9 realizadas por medio de la encuesta tienen sus respuestas con lo cual se justifica la necesidad de diseñar y construir una máquina de lavado y las actividades

que realizan los productores de pitahaya en el proceso de lavado de esta fruta de gran aprecio en el mercado.

Mediante los datos obtenidos y el estudio de los procesos podemos concluir que el tiempo difiere debido a la implementación de un sistema industrial lo que conlleva a generar una mayor cantidad de pitahaya que se puede entregar, lo cual es benéfico para los productores, ya que esto implica una mayor rentabilidad de sus cultivos al incrementar sus ventas, entrega de fiabilidad hacia el comerciante y mercado de consumo.

4.2.7. TIPO DE MÁQUINA

Para tomar la decisión en un equipo, utilizando criterios ponderados y acordados. Además soluciones u otras opciones posibles.

Usamos la Matriz de Selección para proporcionar un enfoque lógico a la elección de un conjunto de opciones, así como para evaluar y disminuir una lista de soluciones potenciales para un problema.

Por medio de la matriz de selección se procede a validar los resultados obtenidos de con información numérica.

1. Establecer el objetivo principal a alcanzar y las opciones que ayuden a lograrlo.
2. Generar los criterios por los que se calificaran las opciones.
3. Se calificó cada criterio contra todos los demás. Creando una matriz de pares, es decir haciendo una tabla en la que se nombran las filas y columnas con cada uno de los criterios. Comparando la importancia de cada uno de ellos contra los demás por medio de la siguiente escala:

10 = Más Importante

5 = Igual de Importante

1 = Menos Importante

Sumar las filas de cada criterio (α). Sumar los valores de cada criterio para llegar a un total. Para cada criterio obtener el factor de ponderación (FP) dividiendo la suma entre el total.

4. Comparamos cada opción contra todas las demás. Creamos una matriz de pares para cada criterio que se tiene; nombramos las filas y columnas de cada matriz con las opciones a evaluadas. Hacemos la comparación y evaluación según la siguiente escala:

10 = Más Importante

1 = Igual de Importante

0,1 = Menos Importante

Calcular los totales y porcentajes del mismo modo que en el paso 3 para cada uno de los criterios.

5. Por último, construimos la matriz final. Etiquetando las filas con las opciones y las columnas con los criterios. Multiplicamos el Factor de Ponderación (FP) por el Peso de la Opción (PO) respectivo. Luego sumamos cada fila para obtener el puntaje final para cada opción. Finalmente seleccionamos la opción de mayor puntaje.

Tabla 20. Criterios de Selección

CRITERIO	Costo	Cantidad de Producto lavado	Mantenibilidad	Consumo de energía	Σ	Ponderado
Costo		10	1	10	21	0,49
Cantidad de Producto lavado	0,1		0,1	1	1,1	0,03
Mantenibilidad	1	10		10	20	0,46
Consumo de energía	0,1	1	0,1		1,1	0,03
				SUMA TOTAL	43,2	1,00

[Elaborado por: PAZOS, Pablo (2013)]

Tabla 21. Costos de Selección de los elementos de la máquina de lavado

COSTO	tambor rotativo/aspersores de agua	cepillos y aspersores de agua	Aire y aspersor de agua	Bañera con bomba Agua	Σ	Ponderado
tambor rotativo/aspersor de agua		1	10	10	21	0,40
cepillos y aspersor de agua	1		10	10	21	0,40
Aire y aspersor de agua	0,1	0,1		0,1	0,3	0,01
Bañera con bomba Agua	0,1	0,1	10		10,2	0,19
				SUMA TOTAL	52,5	1,00

[Elaborado por: PAZOS, Pablo (2013)]

Tabla 22. Cantidad de Producto Lavado

CANTIDAD DE PRODUCTO LAVADO	tambor rotativo/aspersores de agua	cepillos y aspersores de agua	Aire y aspersores de agua	Bañera con bomba Agua	Σ	Ponderado
tambor rotativo/aspersores de agua		1	10	1	12	0,33
cepillos y aspersores de agua	1		10	1	12	0,33
Aire y aspersores de agua	0,1	0,1		0,1	0,3	0,01
Bañera con bomba Agua	1	1	10		12	0,33
				SUMA TOTAL	36,3	1,00

[Elaborado por: PAZOS, Pablo (2013)]

Tabla 23. Mantenibilidad

MANTENIBILIDAD	tambor rotativo/aspersores de agua	cepillos y aspersores de agua	Aire y aspersores de agua	Bañera con bomba Agua	Σ	Ponderado
tambor rotativo/aspersores de agua		1	10	10	21	0,47
cepillos y aspersores de agua	1		10	1	12	0,27
Aire y aspersores de agua	0,1	0,1		10	10,2	0,23
Bañera con bomba Agua	0,1	1	0,1		1,2	0,03
				SUMA TOTAL	44,4	1,00

[Elaborado por: PAZOS, Pablo (2013)]

Tabla 24. Consumo de Energía

CONSUMO DE ENERGÍA	tambor rotativo/aspersor de agua	cepillos y aspersor de agua	Aire y aspersor de agua	Bañera con bomba Agua	Σ	Ponderado
tambor rotativo/aspersores de agua		1	10	10	21	0,47
cepillos y aspersores de agua	1		10	10	21	0,47
Aire y aspersores de agua	0,1	0,1		1	1,2	0,03
Bañera con bomba Agua	0,1	0,1	1		1,2	0,03
				SUMA TOTAL	44,4	1,00

[Elaborado por: PAZOS, Pablo (2013)]

Tabla 25. Valor de Ponderación para la Máquina

Alternativas	costo	Cantidad de Producto lavado	Mantenibilidad	Consumo de energía	Σ
Tambor rotativo/aspersores de agua	0,19	0,008418	0,218968969	0,01	0,43
cepillos y aspersores de agua	0,19	0,008418	0,125125125	0,01	0,34
Aire y aspersores de agua	0,00	0,00021	0,106356356	0,00	0,11
Bañera con bomba Agua	0,09	0,008418	0,012512513	0,00	0,12

[Elaborado por: PAZOS, Pablo (2013)]

4.2.8. SÍNTESIS DE LA EVALUACIÓN DE LOS PROCESOS DE LAVADO

La finalidad de la encuesta y los métodos de observación están orientados a la industrialización de los productores pitahayeros del cantón Palora por medio de la gestión del CAP.

Como se puede observar en las preguntas realizadas por medio de la encuesta tienen sus respuestas con lo cual se justifica las necesidades y las actividades que realizan los productores de pitahaya en el proceso de lavado de esta fruta de gran aprecio en el mercado.

Mediante los datos obtenidos y el estudio de los procesos podemos concluir que el tiempo difiere debido a la implementación de un sistema industrial lo que conlleva a realizar mayor oferta sobre el producto que se puede entregar lo cual es benéfico para los productores ya que esto implica una mayor rentabilidad de sus cultivos y una fiabilidad hacia el comerciante y mercado de consumo.

Además según la ponderación de las alternativas industriales podemos concluir que el método industrial que más se ajusta a las necesidades de los agricultores y las condiciones de la fruta pitahaya es el método de industrialización por medio de la máquina de tambor rotativo con aspersión de agua.

4.3. VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS

Hipótesis

En este Trabajo de investigación, la hipótesis planteada es la siguiente:

“El estudio de procesos de industrialización en el lavado de la fruta pitahaya optimizará la producción en el Centro Agrícola del cantón Palora”.

Planteamiento lógico de la hipótesis

Hipótesis nula (H_0)

“El estudio de procesos de industrialización en el lavado de la fruta pitahaya no optimizará la producción en el Centro Agrícola del cantón Palora”.

Hipótesis alternativa (H_1)

“El estudio de procesos de industrialización en el lavado de la fruta pitahaya optimizará la producción en el Centro Agrícola del cantón Palora”.

4.2.1. ESPECIFICACIONES DE LA REGIÓN DE ACEPTACIÓN Y RECHAZO

Para el proceso de la verificación de la hipótesis se utilizarán las preguntas 2 y 10 del presente Capítulo correspondientes a la encuesta realizada a los productores de pitahaya.

Para la determinación del punto crítico, que permita aprobar o rechazar las hipótesis planteadas se consideró los siguientes datos:

Grados de libertad (gl) = (f-1) (c-1)

gl=(2-1)(2-1)

gl= (1)(1)

gl= 1

Nivel de significancia: 5%

Con esta información se recurrió a la tabla de distribución Chi Cuadrado, para determinar el punto crítico, siendo este 3.8415 (ver anexo)

4.2.2 ESPECIFICACIONES ESTADÍSTICAS

Se trata de la elaboración de un cuadro de contingencia de dos filas por dos columnas con la aplicación de la siguiente fórmula estadística:

$$X^2 = \sum \frac{(O - E)^2}{E}$$

Dónde:

X^2 = Chi cuadrado

\sum = Sumatoria

O = Frecuencias Observadas

E = Frecuencias Esperadas

4.2.3. RESULTADO DE LAS FRECUENCIAS

Para continuar con el proceso de verificación de la hipótesis fue necesario elaborar una tabla con las preguntas 2 y 10 de la encuesta de los productores de pitahaya quedando de la siguiente manera:

Tabla 26. Frecuencias Observadas de los productores de pitahaya

ALTERNATIVAS	CATEGORÍAS		SUBTOTAL
	Manual/No	Mecánico/ Si	
2. ¿Qué método utiliza para el lavado de la fruta?	20	0	20
10. ¿Considera Usted que una máquina para el lavado de pitahaya optimizaría su producción?	4	16	20
SUBTOTAL	24	16	40

Fuente: Investigación de campo
[Elaborado por: PAZOS, Pablo (2013)]

La frecuencia esperada de cada celda, fue calculada mediante la siguiente fórmula aplicada a la tabla de frecuencias observadas.

$$f_e = \frac{(Total\ de\ fila)(total\ de\ columna)}{N}$$

Donde “N” es el número total de frecuencias observadas.

Para esta tesis la aplicación de la fórmula anterior se realiza en base a la tabla de frecuencias observadas de la siguiente manera:

$$E_{11} = \frac{24 * 20}{40} = 12$$

Al aplicar la fórmula anterior se obtiene la siguiente tabla de frecuencias esperadas:

Tabla 27. Frecuencias esperadas de los productores de pitahaya

ALTERNATIVAS	CATEGORÍAS		SUBTOTAL
	Manual/No	Mecánico/Si	
2. ¿Qué método utiliza para el lavado de la fruta?	12	8	20
10. ¿Considera Usted que una máquina para el lavado de pitahaya optimizaría su producción?	12	8	20
SUBTOTAL	24	16	40

Fuente: Investigación de campo

[Elaborado por: PAZOS, Pablo (2013)]

Con la información de las tablas anteriores se procede a la estimación de la Chi Cuadrado de esta investigación, que a continuación se expone:

Tabla 28. Estimación de la Chi Cuadrado de los productores de pitahaya

ALTERNATIVAS	O	E	O-E	(O-E) ²	(O-E) ² /E
Manual	20	12	8	64	5,33
Mecánico	0	8	-8	64	8,00
No	4	12	-8	64	5,33
Si	16	8	8	64	8,00
TOTAL	40	40	0	256	26,67

Fuente: Investigación de campo

[Elaborado por: PAZOS, Pablo (2013)]

El valor de Chi Cuadrado Calculada es de 26,67, lo que se procederá graficar mediante la curva de Chi Cuadrado para comprobar si se acepta o rechaza la hipótesis expuesta, quedando de la siguiente forma:

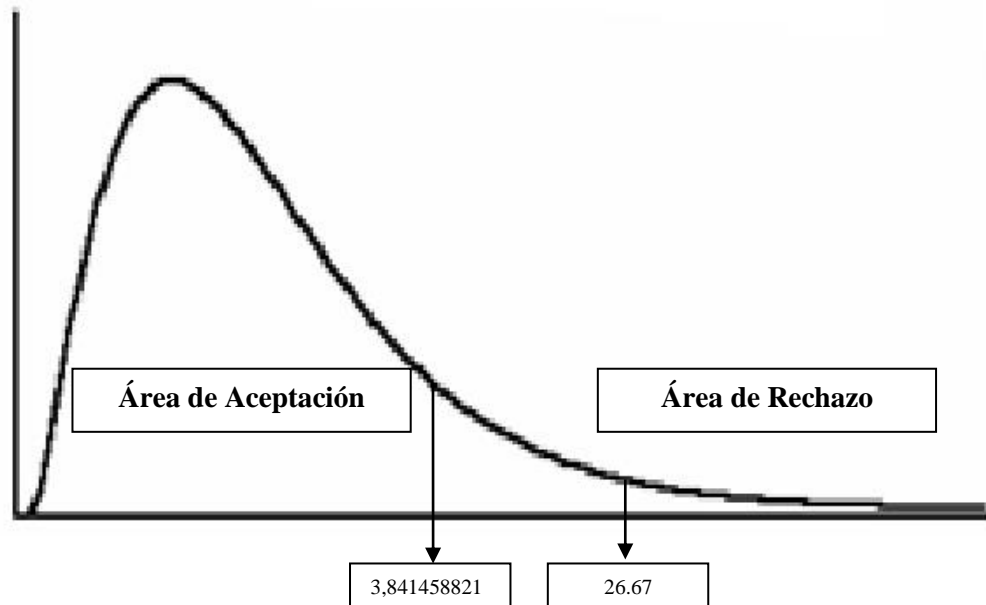


Gráfico 18. Verificación Gráfica de la Hipótesis

[Elaborado por: PAZOS, Pablo (2013)]

Como se puede observar gráficamente el valor de Chi Cuadrado estimado es decir 26.67, es mayor que la Chi Cuadrado establecida por la tabla (ver Anexo 31) es decir 3,841458821, por lo tanto se rechaza la hipótesis Nula de que “El estudio de procesos de industrialización en el lavado de la fruta pitahaya no optimizará la producción en el Centro Agrícola del cantón Palora”, y se acepta la hipótesis alternativa es decir “El estudio de procesos de industrialización en el lavado de la fruta pitahaya optimizará la producción en el Centro Agrícola del cantón Palora”.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

Por medio de los métodos estudiados podemos mencionar que el método industrial que más se ajusta a las necesidades en el lavado de la fruta pitahaya es el método por máquina de disco.

- El sistema de tambor horizontal debe ser modificado por el de disco con tambor vertical debido a las condiciones irregulares de la fruta.
- El sistema de lavado por disco se ajusta a las condiciones irregulares de la fruta pitahaya retirando el espino de la fruta y haciendo que esta no se maltrate o sufra laceraciones en su corteza.
- Según el análisis de los tiempos estudiados por medio de los diagramas de procesos tanto en el método industrial como en el método artesanal se puede considerar una reducción del tiempo de lavado y optimización en distribución de los recursos humanos, incrementándose la cantidad de fruta lavada.
- Mediante la implementación de la máquina lavadora de la fruta pitahaya se logró reducir el tiempo del proceso estudiado y a su vez se consiguió una mejor distribución de recursos lo cual llevó a un incremento productivo en las actividades de cosecha y postcosecha.
- El sistema de aspersion de agua de la máquina es fundamental puesto que ayuda a remover la suciedad como también las espinas que son retiradas por el efecto de fricción de la fruta con el disco de la máquina.

5.2. RECOMENDACIONES

Se tomaron en cuenta las siguientes recomendaciones:

- El material de construcción de las partes de contacto con la fruta debe ser un acero inoxidable 304 resistente a los ácidos de frutas y resistentes a la corrosión.
- Para la construcción de la máquina es recomendable seleccionar materiales con disponibilidad en el mercado nacional y costos accesibles.
- Para evitar daños por maltrato de la fruta se debe recubrir el interior del cilindro con polímeros que disminuyan el impacto de la fruta por el efecto centrífugo del disco.
- Para el correcto funcionamiento de la máquina es necesario tener en cuenta el manual de mantenimiento del sistema de drenaje de los residuos, como también de las partes móviles de la máquina.
- Diseñar y construir una máquina de lavado de pitahaya.

CAPÍTULO VI

PROPUESTA

6.1. DATOS INFORMATIVOS

TEMA: DISEÑO DE UNA MÁQUINA LAVADORA DE LA FRUTA PITAHAYA Y CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO POR EL SISTEMA DE DISCO PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN EN EL CENTRO AGRÍCOLA DEL CANTÓN PALORA

En la actualidad el lavado de la fruta pitahaya se lo realiza de la manera artesanal (manual), puesto que no se ha dispuesto de una máquina que realice esta actividad de postcosecha de este campo agrícola, por tal razón se implementa un sistema para el lavado de la pitahaya el cual traerá consigo beneficios tanto para los productores como para los obreros.

Con la implementación de la máquina lavadora de la fruta pitahaya por el sistema de disco se obtendrá diversos beneficios como es la optimización de tiempo de trabajo en el proceso de lavado como también la disminución del esfuerzo físico aplicado por los obreros, además esto representará una disminución de los costos operacionales debido a la reducción del personal antes ocupado para este proceso, siendo estos reubicados a otras áreas de trabajo requeridas.

Para la construcción de la máquina se usara como material principal acero inoxidable 304 resistente a los ácidos de frutas y resistentes a la corrosión el cual garantizará la seguridad de higiene en el proceso.

La máquina además debe estar dotada de un motor que funcione con 110 a 220 V de bajas revoluciones debido a que podría trabajar tanto en un sector industrial como en los sectores de producción donde disponen un voltaje de 110 voltios.

6.2. ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA

Considerando con los adelantos en la elaboración de tecnologías de maquinaria agrícola que hoy en día podemos visualizar tanto en empresas nacionales como extranjeras, es necesario que los sectores agrícolas productivos a nivel industrial de nuestro país estén dotados con maquinaria que abastezca las necesidades en los procesos industriales de mayor demanda tanto en mano de obra como calidad, debido a la optimización de los tiempos y de la producción en sí, para lo cual se requiere que el centro agrícola del cantón Palora brinde sus servicios como entidad promotora de la industrialización agrícola dotándose de máquinas que beneficien a los agricultores del sector.

La investigación ejecutada permitió obtener información que contribuyo a la generación de los cimientos técnicos para la construcción de maquinaria agrícola destinada al proceso de lavado de las frutas, teniéndose en consideración que para cualquier producto alimenticio se deberá proceder a construir la maquinaria en acero inoxidable.

6.3. JUSTIFICACIÓN

La razón por la que se desea construir el prototipo de máquina lavadora de pitahaya, es porque se logrará disminuir los tiempos de trabajo en el proceso de lavado de la fruta, y a la vez se pretende industrializar la producción agrícola del cantón Palora, con lo cual se mejora la calidad de trabajo para los obreros disminuyendo su esfuerzo físico, además se mejorará la distribución del personal, ocupándolo en los procesos de

mayor requerimiento siendo los principales benefactores los productores de Pitahaya.

Y por último se mejorara la calidad de la limpieza de la fruta evitando que la espina ocasione posibles heridas a los obreros ya que la mano del hombre intervendrá con menor frecuencia.

6.4. OBJETIVOS

6.4.1. OBJETIVO GENERAL

- Diseñar y construir un prototipo de máquina de lavado por disco para la fruta pitahaya que permita optimizar la producción a través de la disminución de tiempos y mejoramiento del proceso.

6.4.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar las pruebas de funcionamiento de la máquina lavadora de la fruta pitahaya por el sistema de discos.
- Diseñar una máquina lavadora de la fruta pitahaya por el sistema de disco.
- Tecnificar el proceso de lavado de la fruta pitahaya utilizando el principio de lavado de disco.

6.5. ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD

La elaboración de la propuesta es factible de realizar ya que se posee la información requerida además de los recursos tanto humano como materias primas entre otros elementos necesarios para la construcción de la lavadora de pitahaya por disco.

La utilización de un sistema mecánico en el proceso de lavado de la fruta pitahaya permite realizar el trabajo de una manera más rápida y sin excedente de personal permitiendo disminuir los costos de operación del proceso de lavado de la fruta creando un ahorro de capital e incremento en las actividades de la producción de la pitahaya.

6.6. FUNDAMENTACIÓN

6.6.1. CÁLCULOS DEL PROTOTIPO DE MÁQUINA LAVADORA DE PITAHAYA POR DISCO

La máquina trabajara con una carga máxima de 15 Kg, debido a que la producción al 2012 de los productores de pitahaya del Centro Agrícola se estima en 525,000 kg(ver gráfico 17 y tabla 29) que corresponden a la productividad de 70 hectáreas que se encuentran en posesión de los agricultores, y que se generan en 3 estaciones, las mismas que en promedio generan 175,000 kg, considerando que el proceso de cosecha de esta fruta es progresivo, es decir a medida que se produce la maduración completa, se estima que el tiempo necesario es de 75 días, lo que implica que la máquina de lavado propuesta tendrá que lavar 2333.33 kg al día, es decir que por hora de trabajo procesaría 291.67 kg, si no existiera el tiempo utilizado para cargar y descargar la fruta de la máquina, sin embargo deben ser considerados esos tiempos, los mismos que entre carga y descarga se estimó en 3 minutos, permitiendo calcular el número de cargas en una hora que es 20, dándonos como resultado que la máquina procesara por carga 15 kg(ver tabla 29), además cabe mencionar que no se puede en este caso particular incrementar la capacidad establecida, puesto que el lavado no tendrá la misma eficiencia, lo que conlleva retener la fruta más tiempo en la máquina y por consecuente se produce un ablandamiento de la corteza y daño en sí de la fruta.

Es importante añadir que para el lavado de cada unidad se debe considerar un proceso individual entre la pared del contenedor y la fruta, puesto que la pared cumple la función de cepillado por medio del césped sintético, para lo que se ha estimado las siguientes dimensiones:

- Un cilindro de 103 cm de diámetro y 40 cm de altura, estos son los parámetros de diseño con los que se podrá contener dicha cantidad de fruta.
- Como se requería obtener las dimensiones de la fruta, se realizó una toma de medidas por medio de una muestra aleatoria de diferentes tamaños de fruta, mediante el uso de un calibrador que se indica en el (Anexo 2)

Tabla 29. Estimación de la Capacidad de lavado de la máquina

PRODUCCION TOTAL DEL CANTON (Kg).	525000,00
NÚMERO DE ESTACIONES (3)	175000,00
TIEMPO DE LAVADO EN DIAS	75,00
KILOGRAMOS DE LAVADO AL DIA	2333,33
HORAS DE TRABAJO	8,00
KILOS POR HORA	291,67
TIEMPO DE CARGA Y DESCARGA EN MINUTOS	3,00
NUMERO DE CARGAS EN UNA HORA	20,00
KILOS LAVADOS POR CARGA	14,58

Fuente: Investigación de campo
[Elaborado por: PAZOS, Pablo (2013)]

6.6.1.1. CONTENEDOR

Datos:

Peso de la pitahaya por carga: 15 Kg

Velocidad angular del contenedor: $\omega_3 = 62,5 \text{ rpm}$

Dinámetro del contenedor: 103 cm = 1,03 m

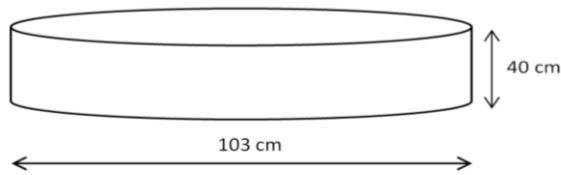


Ilustración 21. Esquema del depósito contenedor de la fruta
 [Elaborado por: PAZOS, Pablo (2013)]

Solución:

Velocidad lineal de la fruta en el contenedor:

$$\omega_3 = 62,5 \text{ rpm} \left(\frac{2\pi \text{ rad}}{60 \text{ s}} \right) = 6.54 \text{ rad/s}$$

$$v = \omega R \quad (\text{Ec.6.1})$$

$$v = \left(6.54 \text{ rad/s} \right) \left(\frac{1,03 \text{ m}}{2} \right) = 3.37 \text{ m/s}$$

Aceleración centrípeta de la fruta en el contenedor:

$$a_c = \frac{v^2}{R} \quad (\text{Ec.6.2})$$

$$a_c = \frac{(3.37 \text{ m/s})^2}{\frac{1,03 \text{ m}}{2}} = 22,05 \text{ m/s}^2$$

Fuerza excéntrica ejercida por la fruta en la pared del contenedor:

$$P_i = 15 \text{ Kg} \left(9,81 \text{ N/Kg} \right) = 147,15 \text{ N}$$

$$m_i = \frac{P_i}{g}$$

$$m_i = \frac{147,15 \text{ N}}{9,81 \text{ m/s}^2} = 15 \text{ Kg}$$

$$F_i = m_i a_c \quad (\text{Ec.6.3})$$

$$F_i = (15 \text{ Kg}) (22,05 \text{ m/s}^2)$$

$$F_i = 330,75 \text{ N}$$

Altura máxima efectiva de la pared del contenedor

La altura máxima efectiva donde se aplica la fuerza ejercida por la carga en el contenedor es igual a la altura promedio de la fruta.

$$D_2 = h_g = 10,63 \text{ cm} = 0,1063 \text{ m} \quad (\text{Anexo 2})$$

Área de contacto de la fruta con el contenedor

Para el cálculo del área de contacto nos planteamos el perímetro puesto que representa el recorrido de cada unidad de pitahaya y la altura máxima de la fruta.

Dónde:

p = perímetro

d = diámetro del contenedor

h_g = Altura máxima efectiva

Entonces:

$$p = \pi * d$$

$$p = \pi * (1,03\text{m})$$

$$p = 3,24\text{m}$$

Dónde:

A_t = Area de contacto de la fruta

$$A_t = p * h_e$$

$$A_t = 3.24 \text{ m} * 0.1063 \text{ m}$$

$$A_t = 0.34 \text{ m}^2$$

Esfuerzo admisible por flexión de la pared del contenedor

$$F_y = 205 \text{ MPa} \quad (\text{Anexo 6})$$

$$n = 3$$

$$\sigma_{adm} = \frac{S_y}{n} \quad (\text{Ec.6.4})$$

$$\sigma_{adm} = \frac{205}{3}$$

$$\sigma_{adm} = 68,3 \text{ MPa}$$

Presión que ejerce la fruta sobre el contenedor

$$P_i = \frac{F_i}{A_t} \quad (\text{Ec.6.5})$$

$$P_i = \frac{330,75 \text{ N}}{0.34 \text{ m}^2}$$

$$P_i = 972.8 \text{ Pa} = 0.00097 \text{ MPa}$$

Espesor de la pared del contenedor

Con la aplicación de la siguiente fórmula procedemos a obtener el espesor de la pared del contenedor

$$e = \frac{P_i * d}{2} * \frac{1}{\sigma_{adm} * m} + C \quad (\text{Ec.6.6})$$

Dónde:

e = espesor de la pared del tanque (Anexo 3)

P_i = Presión interior del tanque [MPa]

d = diámetro del contenedor

σ_{adm} = Esfuerzo admisible

m = Módulo de la junta o de la debilitación

C = constante del material

Datos:

$m = 0,85$ (Anexo 3)

$C = 1\text{mm}$ (Anexo 3)

$$e = \frac{0.00097 \text{ MPa} * 1,03 \text{ E } 3\text{mm}}{2} * \frac{1}{68,3 \text{ MPa} * 0.85\text{mm}} + 1.2 \text{ mm}$$

$$e = 1.2086 \text{ mm}$$

Una vez obtenido este valor para el contenedor se asume un espesor comercial que se encuentre en este rango de dimensión que será 1.27 mm para la construcción.

6.6.1.2. CALCULO DEL DISCO DE CONTACTO

El disco tendrá un diámetro de 100 cm, para lo cual nos aseguramos que no exista rozamiento con las paredes de la lavadora, además tenemos una carga de fruta de 15 Kg que se aplican directamente sobre el disco, el mismo que debido a su movimiento centrifugo enviará a la fruta hacia sus bordes; motivo del cálculo para posteriormente calcular el espesor del mismo.

Área del disco

$$A_t = \pi r^2 \quad (\text{Ec.6.7})$$

$$A_t = \pi(0.5 \text{ m})^2$$

$$A_t = 0.78 \text{ m}^2$$

De acuerdo con las dimensiones de la fruta tomadas del (Anexo 2) sabemos que su dimensión mayor es la que se encontrara formando el ancho de una superficie en el extremo del disco por donde transitará la fruta mientras se realice su lavado para lo cual determinamos el área efectiva de trabajo

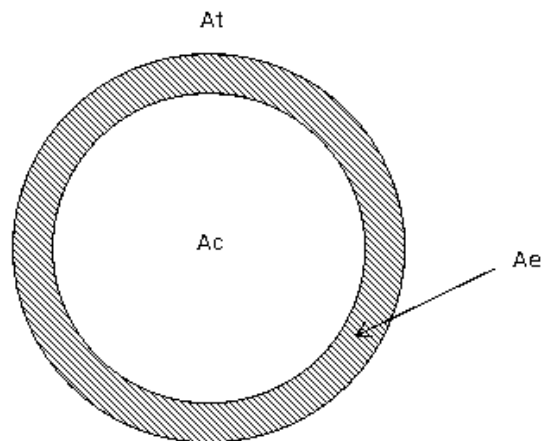


Ilustración 22. Esquema del área en la cual actúa la fruta sobre el disco
[Elaborado por: PAZOS, Pablo (2013)]

$$A_c = \pi r^2$$

$$A_c = \pi(0.39 \text{ m})^2$$

$$A_c = 0.47 \text{ m}^2$$

Entonces:

$$A_e = A_t - A_c$$

$$A_e = 0.78 \text{ m}^2 - 0.47 \text{ m}^2$$

$$A_e = 0.31 \text{ m}^2$$

$$F = m_i g \quad (\text{Ec.6.8})$$

$$F = 15 \text{Kg} * 9,81 \text{N/Kg}$$

$$F = 147,15 \text{ N}$$

Dónde:

$$P = \frac{F}{A} \quad (\text{Ec.6.9})$$

$$P = \frac{147,15 \text{ N}}{0,31 \text{ m}^2}$$

$$P = 474,68 \text{ Pa} = 0,00047 \text{ MPa}$$

$$e_1 = \sqrt{\frac{\varphi_x * P * r^2}{\sigma_{adm}}} \quad (\text{Ec.6.10})$$

Entonces:

e_1 = espesor de la placa [cm] (Anexo 5)

q = fuerza actuante [Kg/cm^2]

r = radio de la placa [cm]

σ_{adm} = esfuerzo admisible [Kg/cm^2]

φ_x = módulo de la placa

Datos:

$r = 50 \text{ cm}$

$S_y = 205 \text{ MPa}$ (Anexo 6)

$\varphi_x = 0,53$ (Anexo 5)

$n = 3$ (coeficiente de seguridad asumido)

$$e_1 = \sqrt{\frac{0,53 * 0,00047 \text{ MPa} * (500 \text{ mm})^2}{68,3 \text{ MPa}}}$$

$$e_1 = 0,95 \text{ mm}$$

Como se necesita que el disco tenga un mínimo de flexión realizamos un cálculo por flexión.

$$e_2 = \sqrt[3]{\frac{\varphi * q * r^4}{f * E}} \quad (\text{Ec.6.11})$$

Dónde:

e_2 = espesor de la placa [cm] (Anexo 5)

q = fuerza actuante [Kg/cm^2]

r = radio de la placa [cm]

σ_{adm} = tensión máxima admisible [Kg/cm^2]

φ = módulo de la placa

E = módulo de elasticidad

f = Flecha o deformación admisible [mm]

Datos:

$r = 50$ cm

$E = 207$ GPa = (Anexo 7)

$\varphi = 0,7$ (Anexo 5)

$f = 1$ (coeficiente de seguridad asumido)

$$e_2 = \sqrt[3]{\frac{0,7 * 0.00047 E - 3 \text{ GPa} * (500)^4}{1 * (207 \text{ GPa})}}$$

$e_2 = 4,63$ mm

Debido al diámetro del disco y a la cantidad de fruta que lava se toma un espesor mayor de 1 cm para materiales alternativos como lo es el nilón o madera tropicalizada de alta resistencia a la humedad.

6.6.1.3. SELECCIÓN DEL MOTOR

Para la obtención de la potencia requerida del motor realizamos el cálculo de inercias de los elementos móviles en los que este deberá actuar.

Entonces:

$$m_1 = 0,08 \text{ Kg} = \text{masa de la polea de 2"}$$

$$m_2 = 0,12 \text{ Kg} = \text{masa de la polea de 3"}$$

$$m_3 = 0,48 \text{ Kg} = \text{masa de la polea de 12"}$$

$$m_4 = 0,56 \text{ Kg} = \text{masa de la polea de 14"}$$

$$m_5 = 5 \text{ Kg} = \text{masa del eje de arrastre}$$

$$m_6 = 4,75 \text{ Kg} = \text{masa del eje de reducción}$$

$$m_7 = 37 \text{ Kg} = \text{masa del disco} + \text{masa de la manzana} + \text{carga}$$

Para lo cual aplicamos la fórmula de elemento circular para cada una de las inercias.

$$I_i = \frac{m_i * r_i^2}{2} \quad (\text{Ec.6.12})$$

Dónde:

$$I_i = \text{Inercia}$$

$$m_i = \text{masa}$$

$$r_i = \text{radio del elemento}$$

Entonces:

$$I_1 = \frac{m_1 * r_1^2}{2} = \frac{0,08 \text{ Kg} * (0,0254 \text{ m})^2}{2} = 2,58E - 5 \text{ Kg m}^2$$

$$I_2 = \frac{m_2 * r_2^2}{2} = \frac{0,12 \text{ Kg} * (0,038 \text{ m})^2}{2} = 8,60E - 5 \text{ Kg m}^2$$

$$I_3 = \frac{m_3 * r_3^2}{2} = \frac{0,48 \text{ Kg} * (0,152 \text{ m})^2}{2} = 5,54E - 3 \text{ Kg m}^2$$

$$I_4 = \frac{m_4 * r_4^2}{2} = \frac{0,56 \text{ Kg} * (0,178 \text{ m})^2}{2} = 8,85E - 3 \text{ Kg m}^2$$

$$I_5 = \frac{m_5 * r_5^2}{2} = \frac{5 \text{ Kg} * (0,019 \text{ m})^2}{2} = 9,07E - 4 \text{ Kg m}^2$$

$$I_6 = \frac{m_6 * r_6^2}{2} = \frac{4,75 \text{ Kg} * (0,016 \text{ m})^2}{2} = 5,98E - 4 \text{ Kg m}^2$$

$$I_7 = \frac{m_7 * r_7^2}{2} = \frac{37 \text{ Kg} * (0,5 \text{ m})^2}{2} = 4,62 \text{ Kg m}^2$$

Inercia total

$$I_T = I_1 + I_2 + I_3 + I_4 + I_5 + I_6 + I_7$$

$$I_T = 4,64 \text{ Kg m}^2$$

Momento opuesto producido por el deslizamiento de la fruta

$$M_o = m_{carga} * g * r_{contenedor} \quad (\text{Ec.6.13})$$

Dónde:

M_o = Momento opuesto

m_{carga} = masa de la fruta

g = gravedad

$r_{contenedor}$ = radio del contenedor

Entonces:

$$M_o = 15 \text{ Kg} * 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} * 0,515 \text{ m}$$

$$M_o = 75,78 \text{ N m}$$

Calculo del momento torsor

Para la obtención de la aceleración se considera la velocidad a la que gira la carga sobre el disco de contacto que será de 62,5 rpm debido a que

esta es la velocidad óptima para que la fruta no sea estropeada y se produzca un lavado efectivo.

$$M_T - M_o = I_T * a \quad (\text{Ec.6.14})$$

Dónde:

M_T = momento torsor

a = aceleración angular

$$a = \frac{w_f - w_o}{t} \quad (\text{Ec.6.15})$$

Dónde:

w_f = velocidad final

w_o = velocidad inicial

t = tiempo de arranque del motor = 3 s

Reemplazando:

$$a = \frac{62,5 - 0}{3}$$

$$a = 20,83 \frac{rpm}{s} = 2,18 \frac{rad}{s^2}$$

Entonces:

$$M_T = I_T * a + M_o$$

$$M_T = (4,64 \text{ N m}^2 * 2,18 \frac{rad}{s^2}) + 75,78 \text{ N m}$$

$$M_T = 85,89 \text{ N m}$$

Para lo cual la potencia será

$$Pot = M_T * nf \quad (\text{Ec.6.16})$$

Dónde:

$$nf = \text{velocidad} \frac{rad}{s}$$

$$Pot = 85,89 \text{ N m} * 6,54 \frac{\text{rad}}{\text{s}^2}$$

$$Pot = 564,29 \text{ W} = 0,76 \text{ Hp}$$

Potencia real

Considerando que la eficiencia nominal es del 98% para motores eléctricos como se indica en el (Anexo 8) obtenemos la potencia real.

$$Pot_{real} = Pot * eficiencia$$

$$Pot_{real} = 0,76 \text{ Hp} * 0,98$$

$$Pot_{real} = 0,75 \text{ Hp} = 559,5 \text{ W}$$

Por lo tanto se selecciona un motor de 1 Hp ya que nos brinda mayor seguridad y funcionalidad de la máquina para el lavado de la fruta Pitahaya.

6.6.1.4. SELECCIÓN DE BANDAS

Debido a que el motor seleccionado es de bajas revoluciones y posee 1750 rpm para alcanzar las revoluciones requeridas construimos un sistema reductor de velocidad por medio de ejes y bandas las mismas que se seleccionan según el siguiente criterio.

El tipo de banda que se selecciona es Tipo en "V" según la tabla 17-2 del libro de [Shigley] (Anexo 9-10) tenemos que: común para servicio ligero emplearemos bandas de sección transversal en 2L bajo la norma ANSI/RMA-IP-23 que se requiere un diámetro mínimo de 0,8 pulg.

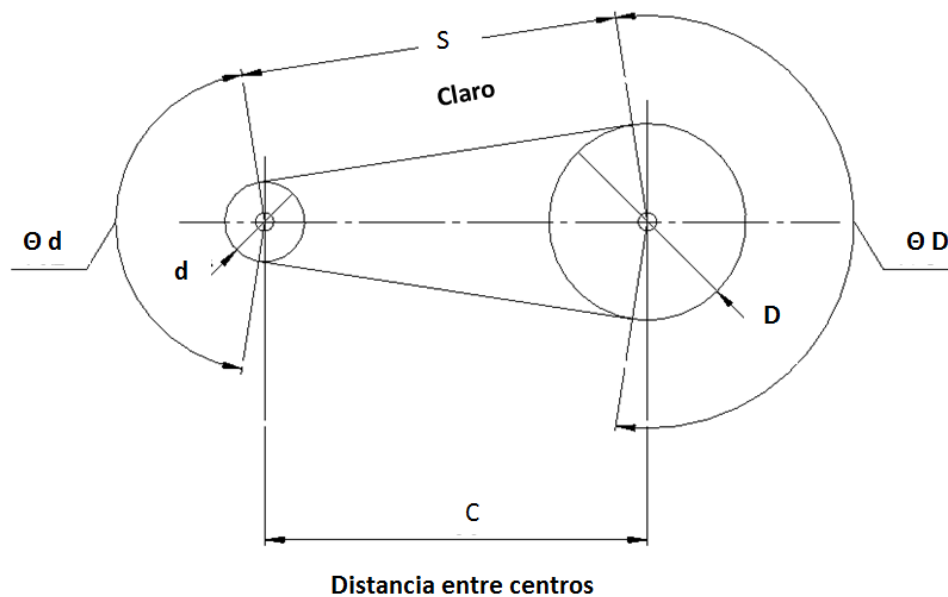


Ilustración 23. Longitud de la banda
[Elaborado por: PAZOS, Pablo (2013)]

Para encontrar el arco de contacto de la banda en la polea de 12 pulg en el sistema de reducción de velocidades de la máquina el cual cuenta de dos ejes primero hacemos el cálculo del sistema de tracción del motor y el eje N°1 el cual llamaremos (eje de reducción) y posteriormente trabajaremos entre el eje N°1 y el eje N°2 el cual será llamado (eje de arrastre) lo cual se usara la siguiente ecuación.

$$\theta_D = \pi - 2 \operatorname{sen}^{-1} \frac{D - d}{2C} \quad (\text{Ec.6.17})$$

Calculo entre el motor y el eje de reducción.

Dónde:

θ_D = Arco de contacto de la polea mayor [rad]

D = diámetro de la polea mayor

d = diámetro de la polea menor

C = distancia entre centros

Entonces:

$$\theta_D = \pi - 2\text{sen}^{-1} \frac{30,48 - 5,08}{2(37,5)}$$

$$\theta_D = 2,48 \text{ rad}$$

Calculo de la longitud de paso

$$L_p = 2C + \pi \left(\frac{D+d}{2} \right) + \frac{(D-d)^2}{4C} \quad (\text{Ec.6.18})$$

Dónde:

L_p = longitud de paso

C = distancia entre centros

Entonces:

$$L_p = 2(14,76) + \pi \left(\frac{12+2}{2} \right) + \frac{(12-2)^2}{4(14,76)}$$

$$L_p = 53,20 \text{ pulg}$$

Del (Anexo 11) Aplicamos

$$L_p = 53,20 \text{ pulg} * 1,3$$

$$L_p = 54,5 \text{ pulg}$$

Distancia entre centros

$$C = 0,25 \left\{ \left[L_p - \frac{\pi}{2} * (D+d) \right] + \sqrt{\left[L_p - \frac{\pi}{2} * (D+d) \right]^2 - 2(D-d)^2} \right\} \quad (\text{Ec.6.19})$$

$$C = 0,25 \left\{ \left[54,5 - \frac{\pi}{2} * (12+2) \right] + \sqrt{\left[54,5 - \frac{\pi}{2} * (12+2) \right]^2 - 2(12-2)^2} \right\}$$

$$C = 15,46 \text{ pulg}$$

Coefficiente de fricción

$$\exp(0,5123 * \theta) = \exp(0,5123 * 2,48) = 3,56$$

Potencia permitida por la banda

$$H_a = K_1 * K_2 * H_{tab} \quad (\text{Ec.6.20})$$

Dónde:

K_1 = factor de coreccion del angulo de cobertura (Anexo 12)

K_2 = factor de coreccion de la longitud de la banda(Anexo 13)

$$\angle \text{cobertura} = 2,48 \frac{180}{\pi} = 142^\circ$$

Velocidad periférica de la banda

$$V = \frac{\pi * d * n}{12} \quad (\text{Ec.6.21})$$

$$V = \frac{\pi * 2 * 1720}{12}$$

$$V = 900,59 \frac{\text{pie}}{\text{min}}$$

Del (Anexo 14)

$H_{tab} = 1,17$ potencias nominales en bandas

Reemplazando:

$$H_a = 0,91 * 0,95 * 1,17$$

$$H_a = 1,01$$

Potencia de diseño

$$H_d = H_{nom} * K_s * n_d \quad (\text{Ec.6.22})$$

Dónde:

K_s = factor de segurida (Anexo 15)

n_d = factor de diseño

Entonces

$$H_d = 1 * 1 * 1$$

$$H_d = 1$$

Numero de bandas

$$N_b = \frac{H_d}{H_a} \quad (\text{Ec.6.23})$$

$$N_b = \frac{1}{1,01}$$

$$N_b = 0,99$$

Tensión centrífuga

$$F_c = K_c \left(\frac{V}{1000} \right)^2 \quad (\text{Ec.6.24})$$

$$K_c = 0,561 \text{ (Anexo 16)}$$

$$F_c = 0,561 \left(\frac{900,59}{1000} \right)^2$$

$$F_c = 2 \text{ N}$$

Potencia transmitida

$$\Delta F = \frac{63025 \frac{H_d}{N_b}}{n \frac{d}{2}} \quad (\text{Ec.6.25})$$

$$\Delta F = \frac{63025 \frac{1}{0,99}}{1720 \frac{2}{2}}$$

$$\Delta F = 36,64 \text{ Lbf} = 163,059 \text{ N}$$

Tensión mayor

$$F_1 = F_c + \frac{\Delta F * \exp(f\phi)}{\exp(f\phi) - 1} \quad (\text{Ec.6.26})$$

$$F_1 = 2 + \frac{163,059 * 3,56}{3,56 - 1}$$

$$F_1 = 228,75 \text{ N}$$

Tensión menor

$$F_2 = F_1 - \Delta F \quad (\text{Ec.6.27})$$

$$F_2 = 228,75 - 163,059$$

$$F_2 = 65,69 \text{ N}$$

Tensión total

$$F_T = F_1 + F_2$$

$$F_T = 228,75 + 65,69$$

$$F_T = 294,44 \text{ N}$$

Donde F_T será la tensión transmitida al eje de reducción.

Calculo entre el eje de reducción y el eje de arrastre.

Dónde:

θ_D = Arco de contacto de la polea mayor

D = diámetro de la polea mayor

d = diámetro de la polea menor

C = distancia entre centros

Entonces:

$$\theta_D = \pi - 2 \text{sen}^{-1} \frac{35,56 - 7,62}{2(35)}$$

$$\theta_D = 2,36 \text{ rad}$$

Calculo de la longitud de paso

$$L_p = 2C + \pi \left(\frac{D + d}{2} \right) + \frac{(D - d)^2}{4C}$$

Dónde:

L_p = longitud de paso

C = distancia entre centros

Entonces:

$$L_p = 2(13,78) + \pi \left(\frac{14 + 3}{2} \right) + \frac{(14 - 3)^2}{4(13,78)}$$

$$L_p = 56,45 \text{ pulg}$$

Del (Anexo 11) Aplicamos

$$L_p = 57,45 \text{ pulg} * 1,3$$

$$L_p = 57,75 \text{ pulg}$$

Distancia entre centros

$$C = 0,25 \left\{ \left[L_p - \frac{\pi}{2} * (D + d) \right] + \sqrt{\left[L_p - \frac{\pi}{2} * (D + d) \right]^2 - 2(D - d)^2} \right\}$$

$$C = 0,25 \left\{ \left[57,75 - \frac{\pi}{2} * (14 + 3) \right] + \sqrt{\left[57,75 - \frac{\pi}{2} * (14 + 3) \right]^2 - 2(14 - 3)^2} \right\}$$

$$C = 14,47 \text{ pulg}$$

Coefficiente de fricción

$$\exp(0,5123 * \theta) = \exp(0,5123 * 2,36) = 3,35$$

Potencia permitida por la banda

$$H_a = K_1 * K_2 * H_{tab}$$

Dónde:

K_1 = factor de coreccion del angulo de cobertura (Anexo 12)

K_2 = factor de coreccion de la longitud de la banda (Anexo 13)

$$\angle \text{cobertura} = 2,36 \frac{180}{\pi} = 135,21^\circ$$

Velocidad periférica de la banda

$$V = \frac{\pi * d * n}{12}$$

$$V = \frac{\pi * 3 * 291,6}{12}$$

$$V = 291,6 \frac{\text{pie}}{\text{min}}$$

Del (Anexo14)

$$H_{tab} = 1,17 \text{ potencias nominales en bandas}$$

Reemplazando:

$$H_a = 0,89 * 0,95 * 1,17$$

$$H_a = 0,98$$

Potencia de diseño

$$H_d = H_{nom} * K_s * n_d$$

Dónde:

K_s = factor de seguridad (Anexo 15)

n_d = factor de diseño

Entonces

$$H_d = 1 * 1 * 1$$

$$H_d = 1$$

Numero de bandas

$$N_b = \frac{H_d}{H_a}$$

$$N_b = \frac{1}{0,98}$$

$$N_b = 1,02$$

Tensión centrífuga

$$F_c = K_c \left(\frac{V}{1000} \right)^2$$

$$K_c = 0,561 \text{ (Anexo 16)}$$

$$F_c = 0,561 \left(\frac{291,6}{1000} \right)^2$$

$$F_c = 0,047 \text{ Lbf}$$

Potencia transmitida

$$\Delta F = \frac{63025 \frac{H_d}{N_b}}{n \frac{d}{2}}$$

$$\Delta F = \frac{63025 \frac{1}{1,02}}{291,6 \frac{3}{2}}$$

$$\Delta F = 449,7 \text{ Lbf}$$

Tensión mayor

$$F_1 = F_c + \frac{\Delta F * \exp(f\phi)}{\exp(f\phi) - 1}$$

$$F_1 = 2 + \frac{449,7 * 3,35}{3,35 - 1}$$

$$F_1 = 641,1 \text{ Lbf}$$

Tensión menor

$$F_2 = F_1 - \Delta F$$

$$F_2 = 641,1 - 449,7$$

$$F_2 = 191,4 \text{ Lbf}$$

Tensión total

$$F_T = F_1 + F_2$$

$$F_T = 641,1 + 191,4$$

$$F_T = 832,5 \text{ Lbf} = 3,7 \text{ KN}$$

Donde F_T será la tensión entre el eje de reducción y el eje de arrastre.

De acuerdo con los datos de la tabla del (Anexo 10) se escogió una banda de caucho y lona de algodón vulcanizada.

6.6.1.5. DISEÑO DEL EJE DE REDUCCIÓN

Este eje se encuentra posicionado de manera vertical y es corto, además el eje no está sometido a cargas radiales elevadas por lo que la carga máxima que soporta es la producida por el torque del motor.

Para la elaboración del eje se empleó como material un Acero de transmisión 1018 de 1" 3/4 pulgadas de diámetro, que fue maquinado en un torno sus puntos de apoyo para los cojinetes logrando así la forma deseada.

A continuación se demuestra a través del cálculo el factor de seguridad que tiene dicho eje.

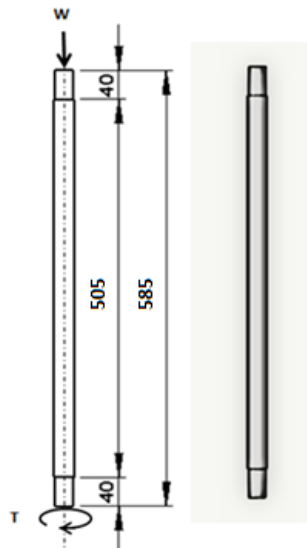


Ilustración 24. Eje de reducción
[Elaborado por: PAZOS, Pablo (2013)]

Para la realización del ANÁLISIS a través de los diagramas de momento y cuerpo libre aplicamos las tensiones de la banda que son las cargas que soportaran los ejes.

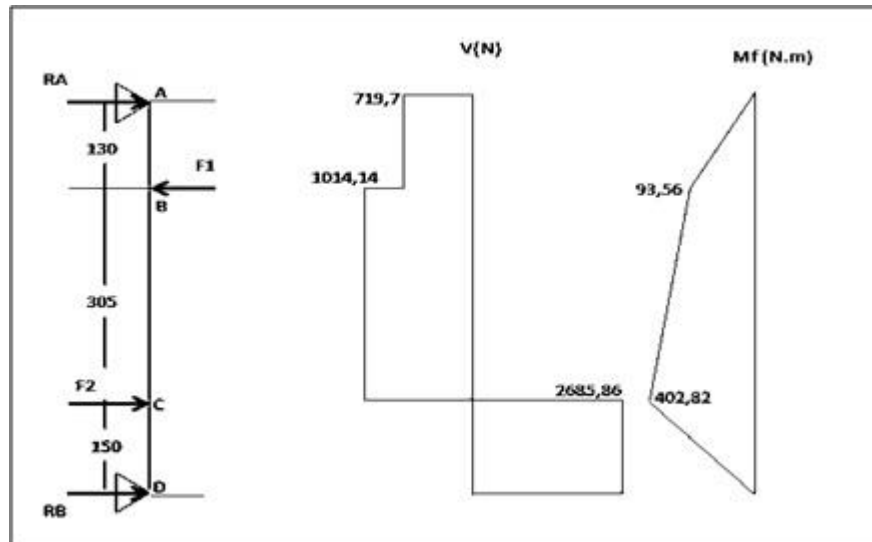


Ilustración 25. Diagrama de cuerpo libre y Momento flector
[Elaborado por: PAZOS, Pablo (2013)]

Utilizamos el principio de estática que manifiesta que la sumatoria de todas las fuerzas es igual a cero, para el cálculo de las reacciones en cada uno de los apoyos.

$$\sum MA = 0$$

$$F2(435) - F1(130) + RB(585) = 0$$

$$RB = \frac{F1(130) - F2(435)}{585}$$

$$RB = \frac{294,44 * (130) - 3700 * (435)}{585}$$

$$RB = -2685,85 \text{ N}$$

$$\sum MB = 0$$

$$F1(455) - F2(150) - RA(585) = 0$$

$$RA = \frac{F1(455) - F2(150)}{585}$$

$$RA = \frac{294,44 * (455) - 3700 * (150)}{585}$$

$$RA = -719,7 \text{ N}$$

Diseño de la carga estatica

Se utilizara la siguiente ecuacion para la obtencion del esfuerzo normal maximo.

$$\sigma_x = \frac{32M}{\pi d^3} \quad (\text{Ec.6.28})$$

Donde:

σ_x = Esfuerzo normal máximo

M = Momento máximo

d = diámetro del eje

Considerando que el diametro del eje es de 1" 3/4 pulgadas equivalentes a (0,044 m) entonces tendremos un esfuerzo normal máximo de:

$$\sigma_x = \frac{32 * 402,87}{\pi * (0,044)^3}$$

$$\sigma_x = 48,17 \text{ MPa} = \sigma_a$$

Mientras que para la obtencion del esfuerzo cortante maximo utilizaremos la siguiente ecuacion:

$$\tau_{xy} = \frac{16T}{\pi d^3} \quad (\text{Ec.6.29})$$

Donde:

τ_{xy} = Esfuerzo cortante máximo

T = Torque que soportará el eje

d = diámetro del eje

Torque aplicado al eje de reduccion

$$T = \frac{Pot * 60000}{w * 2\pi} \quad (\text{Ec.6.30})$$

$$T = \frac{0,559 * 60000}{291,6 * 2\pi}$$

$$T = 18,30 \text{ Nm}$$

Entonces:

$$\tau_{xy} = \frac{16 * 18,30}{\pi * (0,044)^3}$$

$$\tau_{xy} = 1,09 \text{ MPa}$$

Entonces:

$$\sigma_m = \sqrt{\sigma_{mx}^2 + 3 * \tau_{xy}^2} \quad (\text{Ec.6.31})$$

$$\sigma_m = \sqrt{0 + 3 * (1,09)^2}$$

$$\sigma_m = 1,88 \text{ MPa}$$

Una vez obtenido el esfuerzo medio, calculamos el factor de seguridad para la carga estatica mediante el uso de la siguiente de la ecuacion de GOODMAN MODIFICADO.

Los valores de $S_y=370 \text{ MPa}$ y $S_{ut}= 440$ son tomados de la tabla del (Anexo 30)

$$\frac{\sigma_a}{S_e} + \frac{\sigma_m}{S_{ut}} = \frac{1}{n} \quad (\text{Ec.6.32})$$

$$\frac{48,17}{56,56} + \frac{1,88}{440} = \frac{1}{n}$$

$$n = 1,17$$

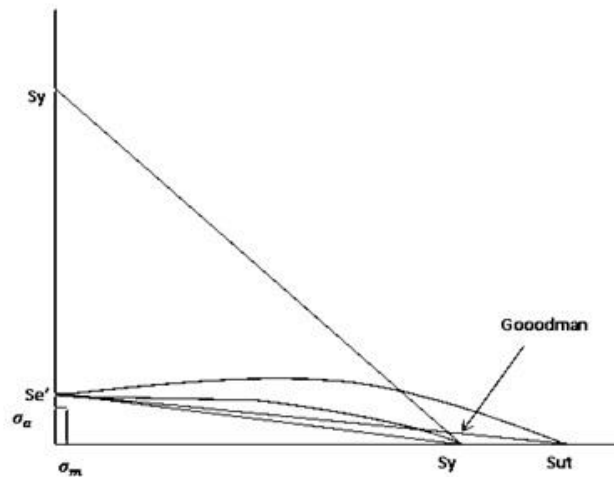


Ilustración 26. Esquema de la recta de Goodman modificada
 [Elaborado por: PAZOS, Pablo (2013)]

Diseño por fatiga

$$S_e = K_a * K_b * K_c * K_d * K_e * K_f * S'_e \quad (\text{Ec.6.33})$$

Dónde tenemos que:

K_a = factor de superficie

K_b = factor tamaño

K_c = factor de modificacion de carga

K_d = factor de temperatura

K_e = factor de confiabilidad

K_f = factor de efectos diversos

S'_e = limite de fatiga del eje rotatorio

Factor de superficie

para hallar el factor de superficie se utilizo una resistencia a la tension de 440 MPa para un acero 1018 maquinado en frio obtenido del (Anexo 17), y el valor del factor (a) lo obtubimos del anexo 12.

$$K_a = a S_{ut}^b \quad (\text{Ec.6.34})$$

Datos:

$$a = 4,51 \text{ MPa}$$

$$b = -0,265$$

$$Ka = 4,51 * 440^{-0,265}$$

$$Ka = 0,89$$

Factor de tamaño

Este factor se determinar mediante:

$$k_b = \begin{cases} (d/0.3)^{-0.107} = 0.879d^{-0.107} & 0.11 \leq d \leq 2 \text{ in} \\ 0.91d^{-0.157} & 2 < d \leq 10 \text{ in} \\ (d/7.62)^{-0.107} = 1.24d^{-0.107} & 2.79 \leq d \leq 51 \text{ mm} \\ 1.51d^{-0.157} & 51 < d \leq 254 \text{ mm} \end{cases}$$

Ilustración 27. Factor de tamaño K_b
[Fuente: *Diseño en Ingeniería Mecánica*, Joseph Shigley]

De donde obtenemos la siguiente ecuación:

$$Kb = 0,879 * d^{-0,107} \quad (\text{Ec.6.35})$$

$$Kb = 0,879 * 1,25^{-0,107}$$

$$Kb = 0,86$$

Factor de modificación de carga

El factor de modificación de carga lo obtenemos del (Anexo 18) tomando carga a torsión.

$$Kc = 0,59$$

Factor de temperatura

Es importante considerar los efectos térmicos producidos en el elemento mecánico, puesto que esta máquina trabaja a temperatura ambiente no

mayor a 25°C, nos apoyamos en la tabla del (Anexo 19) donde determinamos dicho factor.

$$K_d = 1$$

Factor de confiabilidad

Este factor lo obtenemos de la tabla del (Anexo 20)

$$K_e = 0,814$$

Factor de efectos diversos

Debido a otros defectos se toma en cuenta la reuccion en el limite de resistencia a la fatiga y calculamos por medio de:

$$k_f = 1 + q(K_t - 1) \quad (\text{Ec.6.36})$$

Dónde tenemos que:

$$K_t = \text{valor teorico}$$

$$q = \text{sensibilidad a las ranuras}$$

Y que por medio de la grafica del (Anexo 21) obtenemos el valor de sensibilidad a las ranuras bajo los parametros de $S_{ut}=0,44\text{Gpa}$ y un radio de ranura de 1,5mm, que se muestra a continuacion:

$$q = 0,7$$

Mientras que para determinar K_t nos respaldamos en la grafica del (Anexo 22) bajo los lineamientos de las curvas en la grafica para lo cual calculamos.

$$D/d = 1,25/1 = 1,25$$

$$r/d = 0,05/1 = 0,05 \text{ ver figura}$$

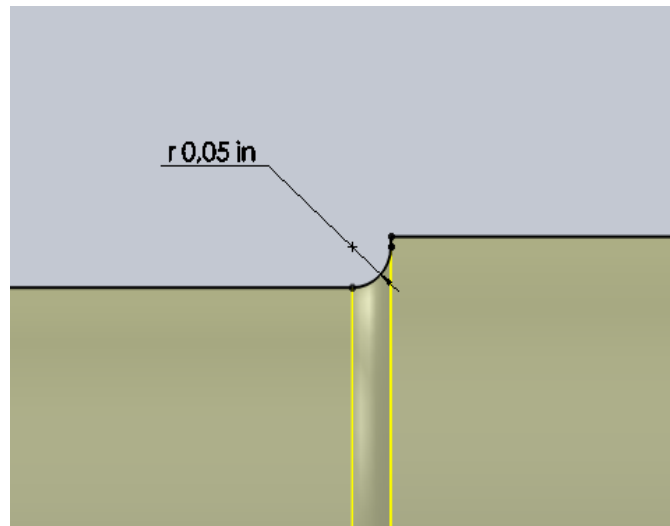


Ilustración 28. Radio en el desbaste del eje
 [Elaborado por: PAZOS, Pablo (2013)]

como el valor de D/d no es representado en la curva tomamos la curva mas cercana siendo esta equivalente a 1,2 y tenemos que:

$$K_t = 1,6$$

entonces reemplazamos los valores en la ecuacion 6,27 se tiene:

$$k_f = 1 + 0,7(1,6 - 1)$$

$$k_f = 1,42$$

Donde:

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

$$K_f = \frac{1}{1,42}$$

$$K_f = 0,70$$

Limite de fatiga de viga rotatoria

Para aceros:

$$S'_e = \begin{cases} 0.5 S_{ut} & S_{ut} \leq 200 \text{ kpsi (1400 MPa)} \\ 100 \text{ kpsi} & S_{ut} > 200 \text{ kpsi} \\ 700 \text{ MPa} & S_{ut} > 1400 \text{ MPa} \end{cases}$$

Ilustración 29. Límite de fatiga
[Fuente: *Diseño en Ingeniería Mecánica*, Joseph Shigley]

Entonces aplicamos:

$$S_e' = 0,5 * S_{ut} \quad (\text{Ec.6.37})$$

$$S_e' = 0,5 * 440$$

$$S_e' = 220 \text{ MPa}$$

Una vez obtenidos todos los factores influyentes para el diseño por fatiga reemplazamos en la ecuación 6,23 y tenemos:

$$S_e = K_a * K_b * K_c * K_d * K_e * K_f * S_e'$$

$$S_e = 0,89 * 0,86 * 0,59 * 1 * 0,814 * 0,70 * 220$$

$$S_e = 56,6 \text{ MPa}$$

Calculo de la relacion de velocidad

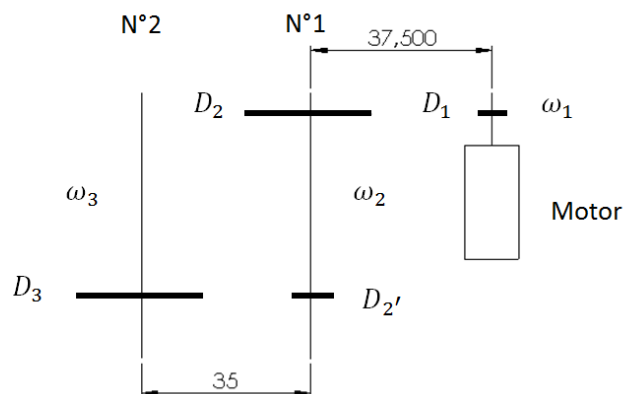


Ilustración 30. Relación de transmisión
[Elaborado por: PAZOS, Pablo (2013)]

$$\frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{D_1}{D_2} \quad (\text{Ec.6.38})$$

Dónde:

ω_1 = Número de revoluciones del motor [rpm]

ω_2 = Número de revoluciones del eje de reducción [rpm]

D_1 = Diámetro de la polea del motor [cm]

D_2 = Diámetro de la polea del eje de reducción [cm]

Entonces:

$$\omega_2 = \frac{\omega_1 * D_1}{D_2}$$

$$\omega_2 = \frac{1750 * 5,08}{30,48}$$

$$\omega_2 = 291,6 \text{ rpm}$$

Una vez calculada la reducción de velocidad por medio de la polea mayor del eje N°1 calculamos la segunda reducción de velocidad entre la polea menor del eje N°1 y la polea del eje de arrastre, por medio de la siguiente relación:

$$\frac{\omega_2}{\omega_3} = \frac{D_{2'}}{D_3}$$

Entonces tenemos:

$$\omega_3 = \frac{\omega_2 * D_{2'}}{D_3}$$

$$\omega_3 = \frac{291,6 * 7,62}{35,56}$$

$$\omega_3 = 62,5 \text{ rpm}$$

Selección de cojinetes

Los rodamientos son fundamentales en la construcción de máquinas con elementos de transmisión de movimiento ya que su función primordial es evitar la fricción entre parte fija y parte móvil, para ello se procede a la realización del cálculo partiendo de los datos ya conocidos como son:

La velocidad del eje de acuerdo con el tipo de máquina, uso y carga soportada (parámetro calculado en el diseño del eje), así como también el diámetro del eje donde se apoyará los rodamientos.

Datos:

$$\omega_2 = n = 291,6 \text{ rpm}$$

$$l_{10} = 10\,000 \text{ tomado del (Anexo 23) Catálogo General SKF}$$

$$fs = 2$$

Donde:

$$n = \text{velocidad angular [rpm]}$$

$$l_{10} = \text{vida útil de rodamientos}$$

$$fs = \text{factor de seguridad (Anexo 24)}$$

Se desea trabajar con rodamientos rígidos de bolas, para lo cual obtenemos los valores de C/P del (Anexo 25).

$$\frac{C}{P} = 5,13 \text{ valor interpolado}$$

$$Fr = 2685,85 \text{ N}$$

$$Fa = 1 \text{ N}$$

$$P = xFr + yFa \quad (\text{Ec.6.39})$$

Donde:

$$P = \text{carga dinámica equivalente}$$

$$Fr = \text{carga radial}$$

$F_a = \text{carga axial}$

$x, y = \text{factores para calculos de rodamientos (Anexo 26)}$

Asumimos un cojinete 62205-2RS1 del (Anexo 27) con el diametro de 25mm, de donde obtenemos el valor de C_o para dicho rodamiento.

$$C_o = 6959N$$

$$\frac{F_a}{C_o} = \frac{1}{6959}$$

$$\frac{F_a}{C_o} = 1,43 * 10^{-4}$$

Como el valor obtenido es despreciable trabajamos con el valor menor de la tabla del (Anexo 26) para encontrar (e).

$$e = 0,22$$

$$\frac{F_a}{F_r} = \frac{1}{2685,85}$$

$$\frac{F_a}{F_r} = 3,72E - 4$$

$$\frac{F_a}{F_r} < e$$

Entonces tomamos los valores x, y de la tabla del (Anexo 26):

$$x = 1$$

$$y = 0$$

Con los valores anteriores calculamos:

$$P = xF_r + yF_a$$

$$P = (1)(2685,85) + (0)(1)$$

$$P = 2685,85 N$$

Entonces si tenemos que:

$$\frac{C}{P} = 5,13$$

$$C = P * 5,13$$

$$C = 2685,85 * 5,13$$

$$C = 13778,41 \text{ N}$$

Comprobación de la carga estatica

$$P_o = 0,6Fr + 0,5Fa$$

$$P_o = 0,6(2685,85) + 0,5(1)$$

$$P_o = 1612,01 \text{ N}$$

Entonces calculamos

$$Co = fs + P_o$$

Donde:

Co = Capacidad de carga estatica

P_o = carga estatica

fs = factor de seguridad (Anexo 24)

$$Co = 2 * (1612,01)$$

$$Co = 3224,02 \text{ N}$$

$$Co_{req} \leq Co = \text{Ok}$$

6.6.1.6. DISEÑO DEL EJE DE ARRASTRE

Este eje de igual forma se encuentra posicionado de manera vertical y es corto, además el eje no está sometido a cargas radiales elevadas por lo que la carga máxima que soporta es la producida por el torque del eje de reducción.

Para la elaboración del eje se empleó como material un Acero de transmisión 1018 de 1" 3/4 pulgadas de diámetro, que fue máquinado en un torno sus puntos de apoyo para los cojinetes logrando así la forma deseada.

A continuación se demuestra a través del cálculo el factor de seguridad que tiene dicho eje.

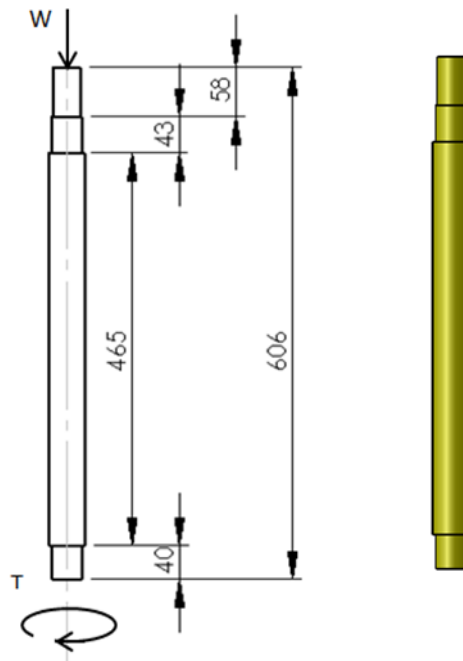


Ilustración 31. Eje de arrastre
[Elaborado por: PAZOS, Pablo (2013)]

Para la realización del ANÁLISIS a través de los diagramas de momento y cuerpo libre aplicamos las tensiones de la banda que son las cargas que soportarán los ejes.

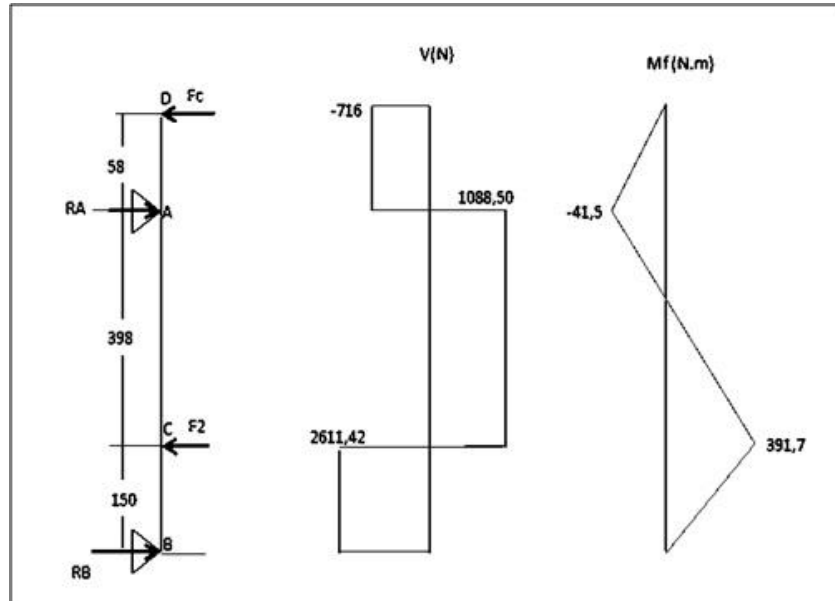


Ilustración 32. Diagrama de cuerpo libre y Momento flector
 [Elaborado por: PAZOS, Pablo (2013)]

Utilizamos el principio de estática que manifiesta que la sumatoria de todas las fuerzas es igual a cero, para el cálculo de las reacciones en cada uno de los apoyos.

$$\sum MA = 0$$

$$Fc(58) - F2(398) + RB(548) = 0$$

$$RB = \frac{F2(398) - Fc(58)}{548}$$

$$RB = \frac{3700 * (398) - 716,32 * (58)}{548}$$

$$RB = 2611,41 \text{ N}$$

$$\sum MB = 0$$

$$Fc(606) - RA(548) + F2(150) = 0$$

$$RA = \frac{Fc(606) - F2(150)}{548}$$

$$RA = \frac{716,32 * (606) - 3700 * (150)}{548}$$

$$RA = 1804,9 \text{ N}$$

Diseño de la carga estatica

Se utilizara la siguiente ecuacion para la obtencion del esfuerzo normal maximo.

$$\sigma_x = \frac{32M}{\pi d^3}$$

Donde:

σ_x = Esfuerzo normal máximo

M = Momento máximo

d = diámetro del eje

Considerando que el diametro del eje es de 1" 3/4 pulgadas equivalentes a (0,044 m) entonces tendremos un esfuerzo normal máximo de:

$$\sigma_x = \frac{32 * 391,7}{\pi * (0,044)^3}$$

$$\sigma_x = 46,83 \text{ MPa} = \sigma_a$$

Mientras que para la obtencion del esfuerzo cortante maximo utilizaremos la siguiente ecuacion:

$$\tau_{xy} = \frac{16T}{\pi d^3}$$

Dónde:

τ_{xy} = Esfuerzo cortante máximo

T = Torque que soportará el eje

d = diámetro del eje

Torque aplicado al eje de reduccion

$$T = \frac{Pot * 60000}{w * 2\pi}$$

$$T = \frac{0,559 * 60000}{62,5 * 2\pi}$$

$$T = 85,40 \text{ Nm}$$

Entonces:

$$\tau_{xy} = \frac{16 * 85,4030}{\pi * (0,044)^3}$$

$$\tau_{xy} = 5,12 \text{ MPa}$$

Entonces:

$$\sigma_m = \sqrt{\sigma_{mx}^2 + 3 * \tau_{xy}^2}$$

$$\sigma_m = \sqrt{0 + 3 * (5,12)^2}$$

$$\sigma_m = 8,87 \text{ MPa}$$

Una vez obtenido el esfuerzo medio, calculamos el factor de seguridad para la carga estatica mediante el uso de la siguiente de la ecuacion de GOODMAN MODIFICADO.

$$\frac{\sigma_a}{S_e} + \frac{\sigma_m}{S_{ut}} = \frac{1}{n}$$

$$\frac{46,83}{52,9} + \frac{8,87}{440} = \frac{1}{n}$$

$$n = 1,1$$

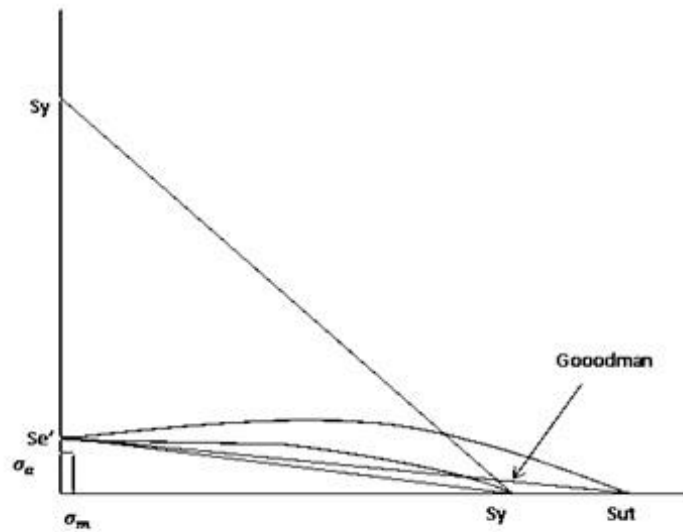


Ilustración 33. Diagrama de la recta de Goodman Modificado
 [Elaborado por: PAZOS, Pablo (2013)]

Diseño por fatiga

Utilizando la ecuación 6.23 tenemos:

$$S_e = K_a * K_b * K_c * K_d * K_e * K_f * S_e'$$

Dónde tenemos que:

K_a = factor de superficie

K_b = factor tamaño

K_c = factor de modificacion de carga

K_d = factor de temperatura

K_e = factor de confiabilidad

K_f = factor de efectos diversos

S_e' = limite de fatiga del eje rotatorio

Factor de superficie

para hallar el factor de superficie se utilizo una resisencia a la tension de 440 MPa para un acero 1018 máquinado en frio obtenido del anexo 11, y el valor del factor (a) lo obtubimos del anexo 12.

$$K_a = a S_{ut}^b$$

Datos:

$$a = 4,51 \text{ MPa}$$

$$b = -0,265$$

$$K_a = 4,51 * 440^{-0,265}$$

$$K_a = 0,89$$

Factor de tamaño

Este factor se determina mediante la ecuación 6.35 ver (figura 6,7).

$$K_b = 0,879 * d^{-0,107}$$

$$K_b = 0,879 * 1,5^{-0,107}$$

$$K_b = 0,84$$

Factor de modificación de carga

El factor de modificación de carga lo obtenemos del (Anexo 18) tomando carga a torsión.

$$K_c = 0,59$$

Factor de temperatura

Es importante considerar los efectos térmicos producidos en el elemento mecánico, puesto que esta máquina trabaja a temperatura ambiente no mayor a 25°C, nos apoyamos en la tabla del (Anexo 19) donde determinamos dicho factor.

$$K_d = 1$$

Factor de confiabilidad

Este factor lo obtenemos de la tabla del (Anexo 20)

$$K_e = 0,814$$

Factor de efectos diversos

Debido a otros defectos se toma en cuenta la reuccion en el limite de resistencia a la fatiga y calculamos por medio de la ecuacion 6.36.

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

Dónde tenemos que:

$$K_t = \text{valor teorico}$$

$$q = \text{sensibilidad a las ranuras}$$

Y que por medio de la grafica del (Anexo 21) obtenemos el valor de sensibilidad a las ranuras bajo los parametros de $S_{ut}=0,44\text{Gpa}$ y un radio de ranura de 1,5mm, que se muestra a continuacion:

$$q = 0,7$$

Mientras que para determinar K_t nos respaldamos en la grafica del (Anexo 22) bajo los lineamientos de las curvas en la grafica para lo cual calculamos.

$$D/d = 1,5/1,25 = 1,2$$

$$r/d = 0,05/1,25 = 0,04 \text{ ver figura 6,8.}$$

Con estos valores nos dirigimos a la tabla del (Anexo 22) donde:

$$K_t = 1,7$$

reemplazando los valores en la ecuacion 6,36 tenemos:

$$k_f = 1 + 0,7(1,7 - 1)$$

$$k_f = 1,49$$

Dónde:

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

$$K_f = \frac{1}{1,49}$$

$$K_f = 0,67$$

Limite de fatiga de viga rotatoria

(ver figura 6.9).

Entonces aplicamos la ecuacion 6.37.

$$S_e' = 0,5 * S_{ut}$$

$$S_e' = 0,5 * 440$$

$$S_e' = 220 \text{ MPa}$$

Una vez obtenidos todos los factores influyentes para el diseño por fatiga reemplazamos en la ecuacion 6,33 y tenemos:

$$S_e = 0,89 * 0,84 * 0,59 * 1 * 0,814 * 0,67 * 220$$

$$S_e = 52,9 \text{ MPa}$$

Selección de cojinetes

Se procede a la realizacion del calculo partiendo de los datos ya conocidos como son:

La velocidad del eje de acuerdo con le tipo de máquina, uso y acarga soportada (parametro calculado en el diseño del eje), asi como tambien el diametro del eje donde se apoyara los rodamientos.

Datos:

$$\omega_3 = n = 62,5 \text{ rpm}$$

$$l_{10} = 10\ 000 \text{ tomado del (Anexo 23) Catalogo General SKF}$$

$$f_s = 2$$

Dónde:

$$n = \text{velocidad angular [rpm]}$$

$l_{10} = \text{vida util de rodamientos}$

$f_s = \text{factor de seguridad (Anexo 24)}$

Se desea trabajar con rodamientos rígidos de bolas, para lo cual obtenemos los valores de C/P del (Anexo 25).

$$\frac{C}{P} = 3,36$$

$$F_r = 2611,41 \text{ N}$$

$$F_a = 225,4 \text{ N}$$

Para lo cual aplicamos la ecuación 6.39.

$$P = xF_r + yF_a$$

Donde tenemos que:

$P = \text{carga dinamica equivalente}$

$F_r = \text{carga radial}$

$F_a = \text{carga axial}$

$x, y = \text{factores para calculos de rodamientos (Anexo 26)}$

Asumimos un cojinete 63005-2RS1 del (Anexo 27) con el diametro de 30 mm, de donde obtenemos el valor de C_o para dicho rodamiento.

$$C_o = 5800 \text{ N}$$

$$\frac{F_a}{C_o} = \frac{225,4}{5800}$$

$$\frac{F_a}{C_o} = 0,038$$

Entonces trabajamos con la tabla del (Anexo 26) donde obtenemos:

$$e = 0,24$$

$$\frac{Fa}{Fr} = \frac{225,4}{2611,41}$$

$$\frac{Fa}{Fr} = 0,086$$

$$\frac{Fa}{Fr} > e$$

Entonces tomamos los valores x,y de la tabla del (Anexo 26):

$$x = 0,56$$

$$y = 2$$

Con los valores anteriores calculamos:

$$P = xFr + yFa$$

$$P = (0,56)(2611,41) + (2)(225,4)$$

$$P = 1913,18 \text{ N}$$

Entonces si tenemos que:

$$\frac{C}{P} = 3,36$$

$$C = P * 3,36$$

$$C = 1913,18 * 3,36$$

$$C = 6428,31 \text{ N}$$

Comprobación de la carga estatica

$$P_o = 0,6Fr + 0,5Fa$$

$$P_o = 0,6(2611,41) + 0,5(225,4)$$

$$P_o = 1679,54 \text{ N}$$

Entonces calculamos

$$Co = fs + P_o$$

Dónde:

$C_o = \text{Capacidad de carga estatica}$

$P_o = \text{carga estatica}$

$f_s = \text{factor de seguridad (Anexo 24)}$

$$C_o = 2 * (1679,54)$$

$$C_o = 3359,09 \text{ N}$$

$$C_{o,req} \leq C_o = \text{Ok}$$

6.6.1.7. CÁLCULO DE SOLDADURA

Se suele realizar soldadura de tope en recipientes sometidos a presión debido a la carga de tensión F , producida por el contenido del recipiente.

Para las cargas que se puedan generar ya sean de tensión o compresión, el esfuerzo normal medio será:

$$\sigma = \frac{F}{h * l} \quad (\text{Ec.6.40})$$

Dónde:

$F = \text{Fuerza ejercida por el contenido hacia la superficie}$

$h = \text{Espesor de la pared}$

$l = \text{Longitud de soldadura}$

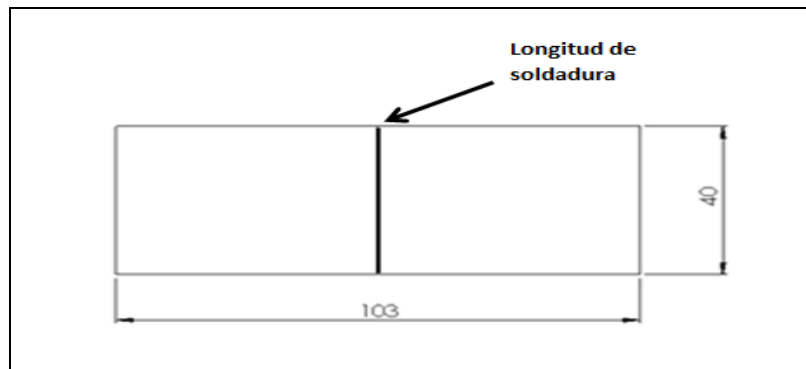


Ilustración 34. Diagrama de longitud de soldadura
[Elaborado por: PAZOS, Pablo (2013)]

Aplicando la ecuación 6.2 tenemos

$$F = P * A$$

Dónde

$$P = \textit{Presion de la fruta}$$

$$A = \textit{Area del recipiente}$$

$$F = 330,75 * 1.294$$

$$F = 427,99 \text{ N}$$

Reemplazando en la ecuación 6,40:

$$\sigma = \frac{427,29}{0,00133 * 0,4}$$

$$\sigma = 803,17 \text{ KPa}$$

Los factores de seguridad que se usan en soldadura son ($n=1,67$) para tensión y ($n=1,44$) para cortante.

$$\sigma_{real} = \sigma * n \quad (\text{Ec.6.41})$$

Dónde:

$$\sigma = \textit{Esfuerzo normal medio}$$

$$n = \textit{Factor de seguridad}$$

$$\sigma_{real} = 803,17 * 1,67$$

$$\sigma_{real} = 1341,30 \text{ KPa} = 13,95 \text{ Kgf/cm}^2$$

Se determinó que el acero a utilizar en la construcción del recipiente de acuerdo con el catalogo INDURA tiene mayor compatibilidad con el electrodo E-308L-16 el mismo que posee una resistencia a la tensión de $S_y = 4335 \text{ Kgf/cm}^2$ (Anexo 28)

Mediante la ecuación del (Anexo 29) procedemos a calcular el esfuerzo permisible.

$$\sigma_{per} = 06 * S_y \quad (\text{Ec.6.42})$$

Dónde:

σ_{per} = Esfuerzo permisible

S_y = Resistencia de fluencia

Entonces:

$$\sigma_{per} = 06 * 4335$$

$$\sigma_{per} = 2601 \text{ Kg/cm}^2$$

En conclusión:

$$\sigma_{per} > \sigma_{real}$$

$$2601 \text{ Kg/cm}^2 > 13,95 \text{ Kg/cm}^2$$

Gracias a esta comparación podemos determinar que la soldadura nos proporciona un amplio margen de confiabilidad y seguridad.

6.6.1.8. CÁLCULO DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE LA BANCADA SOMETIDOS A CARGAS

Debido a que algunos elementos de la estructura de la bancada se encuentran sometidos a cargas por el peso de los elementos, procedemos a comprobar su estructura por medio de los diagramas de esfuerzo y momentos para determinar su factor de seguridad y la confiabilidad que nos brinda el material proporcionado para la construcción, que en este caso se utiliza acero angular de 1 1/2" x 1 1/2" x 3/16".

Tramo de soporte de los elementos móviles

En este elemento se encuentran apoyados los elementos de la máquina así que será el que soporta los mayores esfuerzos.

$$w_1 = \sum \text{pesos}(\text{manzana} + \text{disco} + \text{chumaceras} + \text{eje de arrastre} + \text{carga})$$

$$w_1 = \sum (5 + 12 + 5 + 5 + 15) = 42 \text{ Kg} * \frac{9,81 \text{ m}}{\text{s}^2} = 412,02 \text{ N}$$

Esta carga se divide para el número de elementos estructurales que la soportan, para este caso particular serán dos segmentos con las mismas dimensiones.

Entonces:

$$w_1 = 206,01 \text{ N}$$

El segundo punto del mismo elemento que soporta las cargas del peso del eje de reducción y sus rodamientos es:

$$w_2 = \sum \text{pesos}(\text{chumaceras} + \text{eje de reducción})$$

$$w_2 = (0,68 + 4,75) * \frac{9,81m}{s^2} = 50,81 \text{ N}$$

La tercera carga se dividirá en cuatro partes, puesto que se apoya en cuatro puntos de los dos segmentos las mismas que se utilizaran para el cálculo dos cuartas partes aplicadas en dos puntos de igual longitud con respecto a los extremos del elemento estructural.

$$w_3 = \text{peso del tambor} / 4$$

$$w_3 = \frac{20kg}{4} * \frac{9,81m}{s^2}$$

$$w_3 = 49,05 \text{ N}$$

Entonces tenemos:

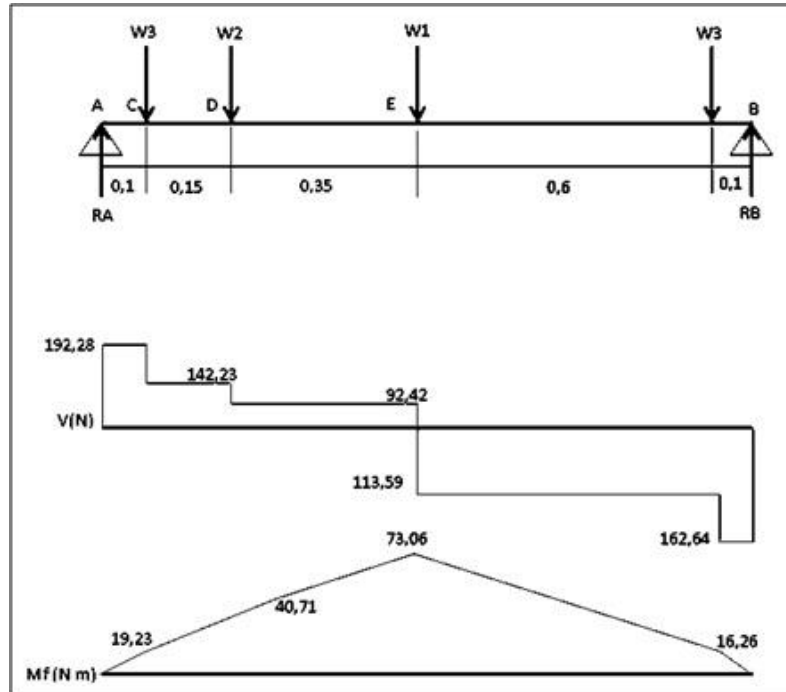


Ilustración 35. Diagrama de cuerpo libre y Momento flector
[Elaborado por: PAZOS, Pablo (2013)]

Utilizamos el principio de estática que manifiesta que la sumatoria de todas las fuerzas es igual a cero, para el cálculo de las reacciones en cada uno de los apoyos.

$$\sum MA = 0$$

$$-W3(0,1) - W2(0,25) - 206,01(0,6) - W3(1,1) + RB(1,2) = 0$$

$$-195,17 + RB(1,2) = 0$$

$$RB = \frac{195,17 \text{ Nm}}{1,2\text{m}}$$

$$RB = 162,64 \text{ N}$$

$$\sum MB = 0$$

$$-RA(1,2) + W3(1,1) + W2(0,95) + W1(0,6) + W3(0,1) = 0$$

$$-RA(1,2) + 191,78 = 0$$

$$RA = \frac{191,78 \text{ N m}}{1,2 \text{ m}}$$

$$RA = 192,28 \text{ N}$$

Calculamos el esfuerzo real a través de la siguiente ecuación:

$$\sigma = \frac{M * C}{I} \quad (\text{Ec.6.43})$$

Dónde:

$M = \text{momento maximo}$

$I = \text{inerxia (Anexo 32)}$

Remplazando tenemos:

$$\sigma = \frac{73,06 \text{ Nm} * 0,0123 \text{ m}}{4,57 \text{ E} - 8 \text{ m}^4}$$

$$\sigma = 19,66 \text{ MPa}$$

Consecuentemente calculamos el esfuerzo permisible aplicando ($S_y=36$ KPsi) por el material.

$$\sigma_{per} = 0,6 F_y$$

$$\sigma_{per} = 0,6(248,04 \text{ MPa})$$

$$\sigma_{per} = 148,82 \text{ MPa}$$

Una vez obtenidos los esfuerzos calculamos el factor de seguridad.

$$n = \frac{\sigma_{per}}{\sigma} \geq 1$$

$$n = \frac{148,82 \text{ MPa}}{19,66 \text{ MPa}}$$

$$n = 7,56 \geq 1$$

$$\frac{fa}{Fa} + \frac{fb}{Fb} \leq 0,95 \quad (\text{Ec.6.44})$$

$$f_a = \frac{F}{A} \quad (\text{Ec.6.45})$$

$$f_a = \frac{412 \text{ N}}{3,39E - 4 \text{ m}^2}$$

$$f_a = 1,21 \text{ MPa}$$

$$f_b = 19,66 \text{ MPa}$$

$$F_b = F_a = 148,82 \text{ MPa}$$

$$\frac{1,21}{148,82} + \frac{19,66}{148,82} \leq 0,95$$

$$0,14 \leq 0,95$$

Esta relación nos permite comprobar que tenemos un alto factor de confiabilidad lo que nos demuestra que el material seleccionado nos brinda la seguridad de construcción.

Tramo de soporte perpendicular al tramo de soporte de elementos móviles

En este elemento actúa la reacción previamente calculada en el tramo de elementos móviles.

$$w_1 = RA = 192,28 \text{ N}$$

Entonces tenemos:

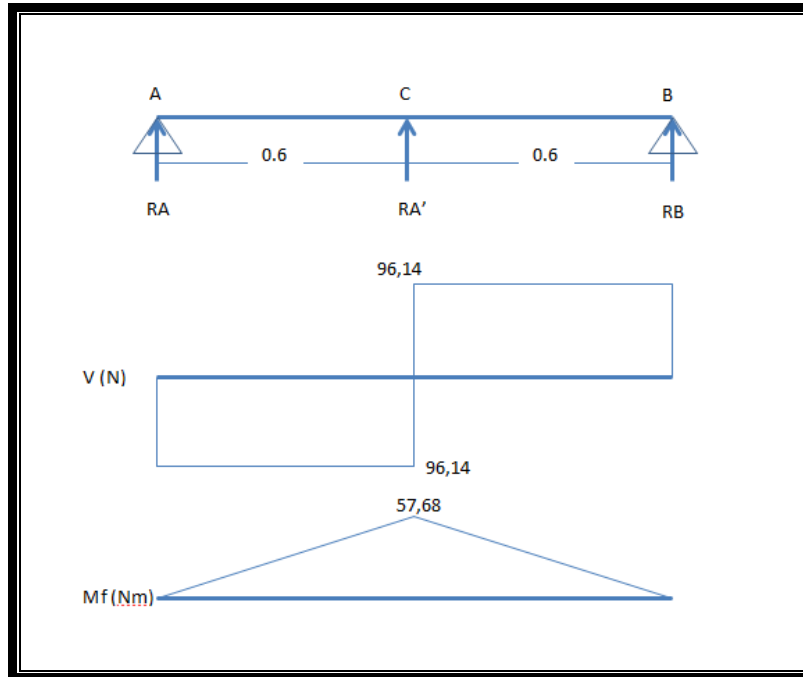


Ilustración 36. Diagrama de cuerpo libre y Momento flector
 [Elaborado por: PAZOS, Pablo (2013)]

Utilizamos el principio de estática que manifiesta que la sumatoria de todas las fuerzas es igual a cero, para el cálculo de las reacciones en cada uno de los apoyos.

$$\sum MA = 0$$

$$RB (1,2) + RA' (0,6) = 0$$

$$RB = \frac{-192,28 \text{ N} * 0,6 \text{ m}}{1,2\text{m}}$$

$$RB = -96,14 \text{ N}$$

$$\sum MB = 0$$

$$-RA(1,2) - RA'(0,6) = 0$$

$$RA = \frac{-192,28 \text{ N} * 0,6\text{m}}{1,2 \text{ m}}$$

$$RA = -96,14 \text{ N}$$

Calculamos el esfuerzo real a través de la siguiente ecuación:

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

Dónde:

$M =$ momento maximo

$I =$ inercia (Anexo 32)

Remplazando tenemos:

$$\sigma = \frac{57,68 \text{ Nm} * 0,0123\text{m}}{4,57 \text{ E} - 8\text{m}^4}$$

$$\sigma = 15,52 \text{ MPa}$$

Consecuentemente calculamos el esfuerzo permisible aplicando ($S_y=36$ KPsi) por el material.

$$\sigma_{per} = 0,6F_y$$

$$\sigma_{per} = 0,6(248,04 \text{ MPa})$$

$$\sigma_{per} = 148,82 \text{ MPa}$$

Una vez obtenidos los esfuerzos calculamos el factor de seguridad.

$$n = \frac{\sigma_{per}}{\sigma} \geq 1$$

$$n = \frac{148,82 \text{ MPa}}{15,52 \text{ MPa}}$$

$$n = 9,58 \geq 1$$

$$\frac{f_a}{F_a} + \frac{f_b}{F_b} \leq 0,95$$

$$f_a = \frac{F}{A}$$

$$f_a = \frac{192,28 \text{ N}}{3,39\text{E} - 4 \text{ m}^2}$$

$$f_a = 0,56 \text{ MPa}$$

$$f_b = 15,52 \text{ MPa}$$

$$F_b = F_a = 148,82 \text{ MPa}$$

$$\frac{0,56}{148,82} + \frac{15,52}{148,82} \leq 0,95$$

$$0,108 \leq 0,95$$

Esta relación nos permite comprobar que tenemos un alto factor de confiabilidad lo que nos demuestra que el material seleccionado nos brinda la seguridad de construcción.

Tramo de soporte del motor

En este elemento actúan las reacciones que ejerce el motor producto de la tensión de la banda.

Entonces tenemos:

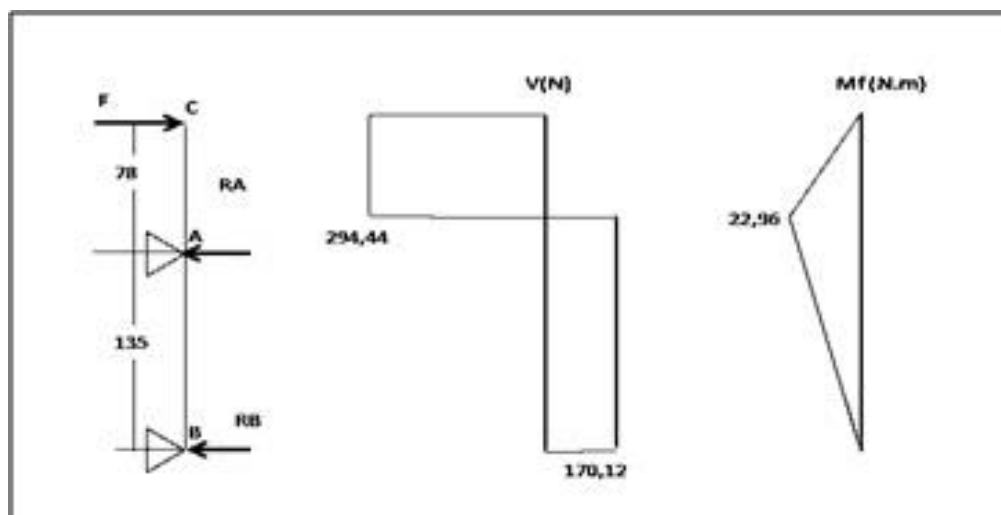


Ilustración 37. Diagrama de cuerpo libre y Momento flector del motor
[Elaborado por: PAZOS, Pablo (2013)]

Utilizamos el principio de estática que manifiesta que la sumatoria de todas las fuerzas es igual a cero, para el cálculo de las reacciones en cada uno de los apoyos.

$$\sum MA = 0$$

$$RB(135) - F(213) = 0$$

$$RB = \frac{294,44 \text{ N} * 213\text{mm}}{135\text{mm}}$$

$$RB = 464,56 \text{ N}$$

$$\sum MB = 0$$

$$-RA(135) - F(78) = 0$$

$$RA = \frac{-294,44 \text{ N} * 78\text{mm}}{135\text{mm}}$$

$$RA = -170,12 \text{ N}$$

Entonces se procede al análisis del elemento estructural aplicando las reacciones encontradas del análisis del motor.

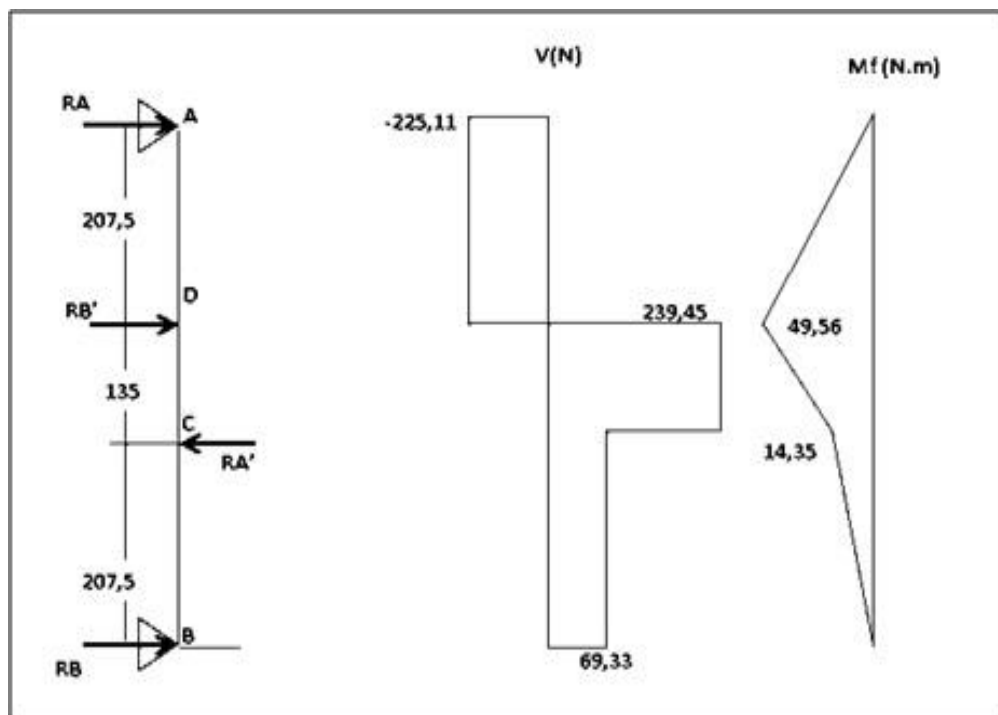


Ilustración 38. Diagrama de cuerpo libre y Momento flector de la base del motor

[Elaborado por: PAZOS, Pablo (2013)]

$$\sum MA = 0$$

$$RB'(207,5) - RA'(342,5) + RB(550) = 0$$

$$RB = \frac{RA'(342,5) - RB'(207,5)}{550}$$

$$RB = \frac{170,12 \text{ N}(342,5) - 464,56 \text{ N}(207,5)}{550}$$

$$RB = -69,32 \text{ N}$$

$$\sum MB = 0$$

$$-RA'(207,5) - RB'(342,5) - RA(550) = 0$$

$$RA = \frac{RA'(207,5) - RB'(342,5)}{550}$$

$$RA = \frac{170,12 \text{ N}(207,5) - 464,56 \text{ N}'(342,5)}{550}$$

$$RA = -225,11 \text{ N}$$

Calculamos el esfuerzo real a través de la siguiente ecuación:

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

Dónde:

$M = \text{momento maximo}$

$I = \text{inerxia (Anexo 32)}$

Reemplazando tenemos:

$$\sigma = \frac{49,56 \text{ Nm} * 0,0123\text{m}}{4,57 \text{ E} - 8\text{m}^4}$$

$$\sigma = 13,34 \text{ MPa}$$

Consecuentemente calculamos el esfuerzo permisible aplicando ($S_y=36$ KPsi) por el material.

$$\sigma_{per} = 0,6Fy$$

$$\sigma_{per} = 0,6(248,04 MPa)$$

$$\sigma_{per} = 148,82 MPa$$

Una vez obtenidos los esfuerzos calculamos el factor de seguridad.

$$n = \frac{\sigma_{per}}{\sigma} \geq 1$$

$$n = \frac{148,82 MPa}{13,34 MPa}$$

$$n = 11,15 \geq 1$$

$$\frac{fa}{Fa} + \frac{fb}{Fb} \leq 0,95$$

$$fa = \frac{F}{A}$$

$$fa = \frac{464,56 N}{3,39E - 4 m^2}$$

$$fa = 1,37 MPa$$

$$fb = 13,34 MPa$$

$$Fb = Fa = 148,82 MPa$$

$$\frac{1,37}{148,82} + \frac{13,34}{148,82} \leq 0,95$$

$$0,098 \leq 0,95$$

Esta relación nos permite comprobar que tenemos un lato factor de confiabilidad lo que nos demuestra que el material seleccionado nos brinda la seguridad de construcción puesto que aunque parezca ser sobredimensionado se conserva el mismo material en toda la estructura por su estética.

A la sazón se dice que el material seleccionado cumple con los requerimientos de la máquina.

6.7. METODOLOGÍA DEL MODELO OPERATIVO.

El método que se utilizó para la elaboración del prototipo fue el de campo y experimental. En el modelo operativo se tiene que las partes de la máquina se ensamblaron de una manera fácil y que permite acceder a su desmontaje para así poder realizar mantenimiento posterior a un tiempo de trabajo.

- Una vez obtenidos los materiales para la construcción de la bancada de la máquina (acero angular 1 1/2" de ancho x 3/16 " de espesor) se procedió a dimensionarlos y a cortarlos teniendo siempre en cuenta las normas de seguridad en el manejo de herramientas de taller.



Ilustración 39. Dimensionamiento de los ángulos

[Tomada por: PAZOS, Pablo (2013)]



Ilustración 40. Corte de los segmentos

[Tomada por: PAZOS, Pablo (2013)]

- Después de haber realizado el corte de todos los segmentos de la bancada se procedió a perforar los segmentos que sostendrán los rodamientos de los ejes, así como las bases para el motor.



Ilustración 41. Perforación para ajuste del motor y rodamientos

[Tomada por: PAZOS, Pablo (2013)]

- Culminada la actividad de preparación de los segmentos de bancad procedimos a unirlos con electrodo de soldadura AGA-E-6011 y también la aplicación de pintura anticorrosiva.



Ilustración 42. Soldadura de la bancada de la lavadora

[Tomada por: PAZOS, Pablo (2013)]

- Luego de realizada la construcción de la bancada procedimos a la compra de las planchas de acero galvanizado para lo cual se las recortaron según las medidas del diseño, quitando el exceso de material.



Ilustración 43. Corte de las planchas para el tambor y su base

[Tomada por: PAZOS, Pablo (2013)]

- Posteriormente se procedió al rolado del segmento que conforma el recipiente así como las platinas de (1" de ancho x 1/4" de espesor) que conformaran un anillo de soporte en la parte posterior.



Ilustración 44. Rolado del acero

[Tomada por: PAZOS, Pablo (2013)]



Ilustración 45. Rolado de las platinas

[Tomada por: PAZOS, Pablo (2013)]

- Después se realizó la unión de los materiales del tambor por medio de soldadura eléctrica dando forma al recipiente contenedor de la fruta.



Ilustración 46. Soldadura del recipiente

[Tomada por: PAZOS, Pablo (2013)]

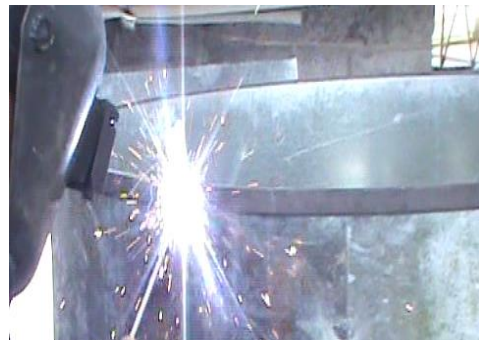


Ilustración 47. Soldadura de las platinas

[Tomada por: PAZOS, Pablo (2013)]

- Una vez culminada la soldadura del recipiente se procedió a realizar un corte en la pared del recipiente que será el espacio donde se montara una compuerta para la salida del fruto lavado.



Ilustración 48. Corte para compuerta

[Tomada por: PAZOS, Pablo (2013)]

- Por medio del corte por plasma obtuvimos la moldura del disco de la manzana la misma que unimos por medio de soldadura con el bocín previamente máquinado para el diámetro del eje que lo sostiene.



Ilustración 49. Manzana

[Tomada por: PAZOS, Pablo (2013)]

- Se realizó la adquisición de la plancha de nilón para la elaboración del disco el cual fue cortado en un taller de carpintería por medio de una caladora eléctrica.



Ilustración 50. Disco de (1m diámetro)

[Tomada por: PAZOS, Pablo (2013)]

- Después se realizó un montaje de los ejes de transmisión de velocidad previamente obtenidos y máquinados en un torno con las poleas.



Ilustración 51. Eje de reducción

[Tomada por: PAZOS, Pablo (2013)]



Ilustración 52. Eje de arrastre

[Tomada por: PAZOS, Pablo (2013)]

- Luego realizamos la construcción de la base del tambor añadiendo los collares de drenaje y de retención, como también el doblado de los extremos.



Ilustración 53. Vista inferior de la base

[Tomada por: PAZOS, Pablo (2013)]



Ilustración 54. Vista lateral de la base

[Tomada por: PAZOS, Pablo (2013)]

- Además se realizó un montaje previo de los ejes de transmisión de velocidad para comprobar el funcionamiento de las partes móviles.



Ilustración 55. Montaje de los ejes

[Tomada por: PAZOS, Pablo (2013)]

- Finalmente se realizó el ensamblaje de la máquina para la realización de las pruebas de funcionamiento.



Ilustración 56. Prototipo ensamblado

[Tomada por: PAZOS, Pablo (2013)]



Ilustración 57. Fruta antes de lavado

[Tomada por: PAZOS, Pablo (2013)]



Ilustración 58. Prueba de funcionamiento

[Tomada por: PAZOS, Pablo (2013)]



Ilustración 59. Fruta después de lavado

[Tomada por: PAZOS, Pablo (2013)]

- Luego de concluida la prueba de funcionamiento se llegó a determinar de la necesidad del recubrimiento del césped sintético en las paredes del recipiente y en el disco un polímero impermeable de cara liza, materiales que tienen la finalidad de aportar con el desprendimiento del espino que posee la fruta reemplazando el cepillo utilizado en el proceso manual (pregunta N°5 del Anexo 1), como también absorber el impacto de la fruta con la pared del recipiente.



Ilustración 60. Césped sintético para el tambor

[Tomada por: PAZOS, Pablo (2013)]



Ilustración 61. Polímero para el disco

[Tomada por: PAZOS, Pablo (2013)]

6.8. Administración

6.8.1. Análisis de costos

Los costos no se pueden diagnosticar con seguridad, pero ello nos da una información confiable y nos sirven de apoyo útil para la planeación y toma de decisiones.

6.8.1.1. Costos directos

Estos son los costos de cada uno de los materiales que se emplean en la construcción de la máquina lavadora de la fruta pitahaya.

Tabla 30. Cálculo de costos directos

Cantidad	Descripción	Unidad	Costo Unitario	Subtotal (USD)
2	ACERO INOXIDABLE	UN	130	260
2	CHUMACERA DE PARED UCF 207	UN	7,70	15,40
2	CHUMACERA DE PISO UCP 205	UN	5,50	11
2	PLATINA DE 1"X 1/4"	UN	7,27	14,54
1	EJE DE ACERO 1018 (1 1/8")X 60 cm	cm	0,163	9,78
1	EJE DE ACERO 1018 (1 3/4")X 6 cm	cm	0,228	1,728
1	EJE DE ACERO 1018 (1 1/2")X 66	cm	0,2	13,20
6,4	RODELA DE ACERO (400mmφ x 5mm e)	Kg	1,6	10,27
1	DISCO DE NILON (1mφ x 12 mm e)	m ²	200	200
2	Bisagras de sujeción 2"	UN	1	2
8	ELECTRODO E308L-16	UN	0,8	6,40
2	ELECTRODO AGA E6011	Lb	1,5	3
1	MOTOR ELECTRICO DE 1Hp 110/220	UN	150	150

1	INTERRUPTOR	UN	10	10
1	POLEA DE 2"	UN	3	3
1	POLEA DE 12"	UN	9	9
1	POLEA DE 3"	UN	3,5	3,5
1	POLEA DE 14"	UN	12	12
1	BANDA B26	UN	6	6
1	BANDA B25	UN	5	5
4	CESPED SINTETICO	m	13	52
3,5	CAUCHOS DE PUERTAS AUTOMOTRIZ	m	5	17,5
TOTAL				815,318

[Elaborado por: PAZOS, Pablo (2013)]

6.8.1.2. Costos indirectos

Son los gastos correspondientes a la utilización de maquinaria, al costo de mano de obra; entre otros gastos que se ven reflejados directamente en la construcción de la máquina

6.8.1.3. Costo de maquinaria

Es un valor por las horas de trabajo de cada máquina herramienta que fue utilizada para la construcción de la propuesta.

Tabla 31. Cálculo de costos de maquinaria

Máquina herramienta	Costo/hora	Horas empleadas	subtotal
Dobladora	4	,25	1
Taladro	3	0,5	1,5
Esmeril	2	0,5	1
Amoladora	2	2	4
Cizalla	2	0,5	1
Suelda eléctrica	2,5	3	7,5
Roladora	5	1	5
Otros			20
TOTAL			41

[Elaborado por: PAZOS, Pablo (2013)]

6.8.1.4. Costo de mano de obra

Es el gasto que corresponde a la mano de obra, entre otros gastos que no implican directamente pero que fueron necesarios para la construcción de la máquina lavadora de pitahaya.

Tabla 32. Cálculo de costo de mano de obra

N° de trabajadores	Costo/Hora	Horas empleadas (c/u)	Subtotal (USD)	TOTAL (USD)
1	4	40	160	160

[Elaborado por: PAZOS, Pablo (2013)]

6.8.1.5. Costos varios

Son los costos de actividades adicionales no directamente necesarias para la realización del proyecto.

Tabla 33. Cálculo de costo de mano de obra

Descripción	Costo (USD)
Transporte	50
Internet	15
Impresiones	60
Copias	5
Libros	10
Subtotal	140
15% otros	21
TOTAL	\$ 161

[Elaborado por: PAZOS, Pablo (2013)]

6.9. Previsión de la evaluación

6.9.1. Funcionamiento

El funcionamiento de la máquina lavadora de pitahaya es el que se presenta a continuación:

1. Revisar que la compuerta de descarga de la fruta está completamente cerrada.
2. Con la máquina desenchufada verificar la existencia de objetos extraños dentro de la máquina.
3. Una vez vertida la fruta en la máquina abrir la toma de agua para que se remoje la fruta y disminuya si fricción.
4. Después de realizadas estas indicaciones mover el interruptor de encendido a la posición "ON".
5. Una vez puesta en marcha supervisar que el lavado de la fruta sea el necesario
6. Transcurrido el tiempo aproximado de lavado apagar la máquina posicionando el interruptor en la posición "OFF",
7. después de comprobar que la máquina se encuentra apagada, abrir la compuerta para que salga el fruto lavado.
8. Repetir las operaciones 1-7 cada vez que se realice el uso de la máquina.
9. Después de culminadas las labores con la máquina desconectar de la toma corriente.
10. Remover los sedimentos con el chorro de agua teniendo estricta precaución de no hacer llegar el agua al motor.
11. Cerrar la llave de agua.

6.9.2. Mantenimiento

El mantenimiento que se debe realizar a la máquina es el que se presenta:

1. Después de culminada cada jornada de trabajo se debe limpiar los sedimentos del tambor de la lavadora teniendo precautelando al motor.
2. Realizar un chequeo preventivo del estado de las bandas cada mes.

3. Verificar el buen estado de las bisagras de la compuerta si estas presentan movimientos indeseados.
4. Con la máquina apagada verificar que el material sintético no se encuentre en mal estado, caso contrario reemplazarlo por uno nuevo.
5. Evitar siempre introducir las manos en la máquina cuando este encendida y en funcionamiento.
6. Cubrir la máquina con un forro para evitar la sedimentación de polvos volatizados en el ambiente.

BIBLIOGRAFÍA

1. Beer, M. 1992. "La renovación de las empresas a través del camino crítico". Mc. Graw Hill. Harvard Business School Press, España. pp: 152-160.
2. Jordán, D., Vasconez, J., Veliz, C. 2009. "Producción y exportación de la pitahaya hacia el mercado europeo". Tesis de Grado. Facultad de Ingeniería Comercial y Empresarial. ESPOL. Guayaquil-Ecuador. Consultado: 21/05/2012.
3. Mizrahi, Y., Nerd, A. 1999. "Climbing and Columnar Cacti: New Arid Land Fruit Crops". In J. Janick (ed). Perspectives on new crops and the new uses. ASHS Press, Alexandria, V. A. pp. 359-366.
4. Niebel, B. 1995. Ingeniería Industrial. "Métodos, estándares y diseño del trabajo". AlfaOmega Ediciones, Madrid-España. Pp: 387-391.

LINKOGRAFÍA

1. Betancourt, G., Toro, J. 2010. "Agenda prospectiva de investigación y desarrollo tecnológico para la cadena productiva de la pitahaya amarilla en fresco en el Valle del Cauca". Universidad del Valle. Cali-Colombia. Disponible en http://www.minagricultura.gov.co/archivos/agenda_pitaya_en_el_valle_del_cauca.pdf. Consultado: 17/05/2012.
2. Diario El Hoy. 2008. "Pitahaya quiere mayor mercado en el exterior". Ecuador. Disponible en internet: <http://www.hoy.com.ec/noticias-ecuador/pitahaya-quiere-mayor-mercado-en-el-exterior-295822.html> Consultado: 18/05/2012.

3. Diario El Universo. 2005. "Los principales consumidores de pitahaya". Ecuador. Disponible en:
<http://archivo.eluniverso.com/2005/01/08/0001/71/EF2F833485254581B3285E80F17926EE.aspx>. Consultado: 21/05/2012.

4. Dobles, C., Zúñiga, M. y García, J. 1998. "Investigación en educación: procesos, interacciones y construcciones". San José: EUNED. Disponible en:
<http://www.cidse.itcr.ac.cr/revistamate/ContribucionesV4n22003/meza/pag1.html>. Consultado el 21/05/2012.

5. FAO, 1997. El estado mundial de la agricultura y la alimentación 1997. ISBN 92-5-304005-X. Colección FAO: Agricultura, N° 30. Disponible en internet: <http://www.fao.org/docrep/w5800s/w5800s12.htm>. Consultado: 30/05/2012.

6. INEC, 2000. "Censo Agropecuario 2000". Ecuador. Disponible en <http://www.ecuadorencifras.com/cifras-inec/cultivosTransitorios.html>. Consultado 22/05/2012.

7. Kolakowski, 1998. "Los grandes paradigmas interpretativos de la realidad en Occidental". Disponible en <http://www.xtec.cat/~vmessegu/personal/fona/positivi.htm>. Consultado 30/05/2012

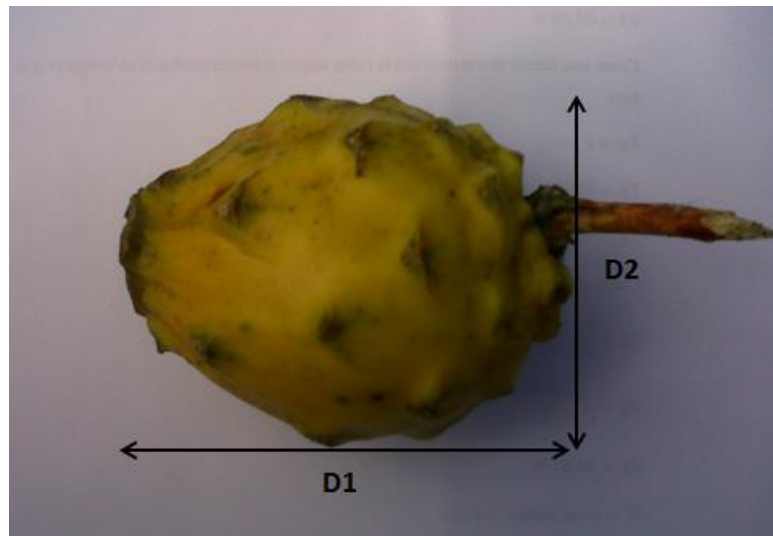
8. Velásquez, B. 2006. "Guía de estudio. Material complementario. Procesos químicos". Universidad Nacional Abierta. Caracas-Venezuela. Disponible en internet:
http://www.ciberesquina.una.edu.ve:8080/2008_2/Guia_de_estudio_240.pdf Consultado: 30/05/2012

ANEXOS

Anexo 1. Encuesta a los productores de pitahaya

PRODUCTORES DE PITAHAYA			
ENTREVISTADO:.....		ENTREVISTADOR: Pablo Pazos V	
LUGAR: CANTÓN PALORA		FECHA:.....	
SECTOR DE LA PLANTACIÓN:.....	CANTIDAD DE CULTIVO (ha).....		
OBJETIVO DEL ESTUDIO: El lavado de la fruta (PITAHAYA)			
PREGUNTA		VALORACIÓN	
¿Qué cantidad de fruta lava usted al día? (Kg)		
¿Qué método utiliza para el proceso de lavado de la fruta?		Manual	Mecánico
¿Se ha determinado deficiencias de salud en los obreros debido al trabajo?		(SI)	(NO)
¿Qué cantidad de obreros ocupa usted por (ha) para una jornada diaria de trabajo en el proceso de lavado?		N° de Obreros:.....	
¿Cuál es el factor directo en el lavado de la fruta?		Espino	Suciedad
¿Cuál es el rango de tiempo que le toma a usted lavar una unidad de fruta?		De 0 – 0,5 minutos	
		De 0,5 – 1 minutos	
		De 1 – 1,5 minutos	
¿Que otro factor considera usted determinante para el lavado de la pitahaya?		Agu a	cepillo Otros
¿Influye sobre su producción la demora del lavado de la fruta?		(SI)	(NO)
¿Qué consecuencias acarrea la demora en el lavado de pitahaya?		Pérdida de mercado	
		Disminución de costo del producto	
		Perecimiento del producto	
		Otros:..... ...	
¿Considera usted que una máquina para el lavado de pitahaya optimizaría su producción?		(SI)	(NO)

Anexo 2. Tabla de dimensiones de la fruta pitahaya



Dimensiones de la fruta Pitahaya, [Fuente: Guía de Observación]

[Tomada por: PAZOS, Pablo (2013)]

Para obtener las medidas de peso y diámetros de las frutas se procedió a realizar estas actividades en diferentes muestras de pitahaya y se obtuvo el promedio que es con el que se trabajará.

MUESTRA DE PITAHAYA	D1 (cm)	D2 (cm)	PESO (N)
1	10	6	2,57
2	11	7,5	2,78
3	13	8	3,56
4	9	7,8	2,10
5	9,5	6	2,05
6	12	8	3,23
7	11,5	6,8	2,83
8	14,3	10	4,41
9	7,5	5,3	1,96
10	8,5	6	2,00
PROMEDIO	10,63	7,14	2,749

[Fuente: Guía de Observación]

[Elaborado por: PAZOS, Pablo (2013)]

Anexo 3. Constantes para el espesor de tubos a presión

Tuberías	TUBOS SOMETIDOS A PRESION
<p>Espesores</p> $e = \frac{pd}{2} \cdot \frac{1}{\sigma_{ad}m} + c; \quad e' = \frac{pR}{2} \cdot \frac{1}{\sigma_{ad}m} + c \text{ (también para } e' \text{ de esferas).}$ <p style="text-align: center;">Para $R = d$, $e' = e$,</p> <p>siendo:</p> <ul style="list-style-type: none"> p, la presión interior, kg/cm². e, el espesor de la pared del tubo, cm. e', el espesor del fondo (o de la esfera), cm. τ_{ad}, la tensión máxima admisible, kg/cm². m, el módulo de la junta o de debilitación. c, constante del material (por conservación). <p>Tensión admisible (para p de máximo a cero):</p> <ul style="list-style-type: none"> $\tau_{ad} = 250$ a 500 kg/cm², para tubos de fundición gris $\tau_{ad} = 1200$ a 1730 kg/cm², para tubos de chapa de acero. <p>Módulo de junta:</p> <ul style="list-style-type: none"> $m = 1$, para tubos sin soldadura (de acero o fundición gris). $m = 0,85$ para tubos con juntas soldadas. $m = 0,70$ para tubos con juntas remachadas. <p>Constante del material:</p> <ul style="list-style-type: none"> $c = 1$ a 3 mm, según posibilidades de conservación. <p>Presión de prueba, $p' \approx 1,5 p$</p> <p>Espesores mínimos recomendables:</p> <ul style="list-style-type: none"> $e = 2$ a 3 mm, para tubos de acero sin soldadura. $e = 4$ a 5 mm, para tubos de acero soldados. $e = > 8$ mm, para tubos de fundición gris. <p>Ejemplo.—Cálculo de un calderín a $1,50$ m \varnothing, con fondo abombado (esférico) de $1,50$ m de radio (R), para una presión de trabajo 15 kg/cm². Material, chapa de acero A 42; juntas soldadas. Presión de prueba, $p' = 15 \times 1,5 = 22,5$ kg/cm².</p> $e = e' = \frac{15 \times 150}{2 \times 1730 \times 0,85} + c = 0,77 + c, \text{ cm.}$ <p>Haciendo $c = 2$, $e = e' = 7,7 + 2 = 9,7 \approx 10$ mm.</p> <p>Tensión máxima durante la prueba:</p> $\tau_{m\acute{a}x} = \frac{p'd}{2e} = \frac{22,5 \times 150}{2 \times 1,0} = 1688 \text{ kg/cm}^2 (< 2600 \times 0,85 = 2210 \text{ kg/cm}^2, \text{ tensión máxima admisible para la soldadura}).$ <p>Tensión máxima en el calderín en perfecto estado de conservación:</p> $\tau_{m\acute{a}x} = \frac{15 \times 150}{2 \times 1,0} = 1125 \text{ kg/cm}^2.$	

[Fuente: Prontuario de Máquinas]

Anexo 4. Propiedades mecánicas del acero inoxidable 430

FICHA TÉCNICA							
ACERO INOXIDABLE 430							
ESTÁNDARES APLICABLES:		ASTM A-240, UNS S43000, AMS5503					
EQUIVALENTES:		DIN: 1.4016, X6Cr17 JIS: SUS430					
430	COMPOSICION QUIMICA (%)						
	C	Mn	Si	Cr	Ni	Otros	
	0.12 max	1.0 max	1.0 max	16.0-18.0	0.75 max	P 0.040 max, S 0.030 max	
PROPIEDADES FÍSICAS TÍPICAS							
DENSIDAD							
7.90 g/cm ³ (0.285 lb/plg ³)							
PROPIEDADES MECÁNICAS TÍPICAS							
TEMPER.	RESISTENCIA A LA TENSIÓN	RESISTENCIA DE CEDENCIA (0.01%)	ELONGACIÓN (2") (%)	DUREZA TÍPICA			
ANNEALED	65 KSI min (450 MPa min)	30 KSI min (205 MPa min)	22 min	89 Rb max			
NOTA: La dureza es unicamente una guia, la RT y RC son las propiedades mandatorias							
CARACTERÍSTICAS							
El tipo 430 es un acero inoxidable ferrítico con moderada resistencia a la corrosión y al calor, el 430 no es endurecible por tratamiento térmico, es magnético y tiene una buena ductilidad; puede ser formado fácilmente.							
APLICACIONES							
Aplicaciones arquitectónicas, partes automotrices, monedas, utensilios de cocina, pernos y tornillos, equipo para procesamiento de alimentos, partes para quemadores, partes electrónicas y aplicaciones en general que requieran una moderada resistencia a la corrosión y oxidación.							
www.ulbrinox.com							

[Fuente: www.ulbrinox.com]

Anexo 5. Coeficientes de la placa plana circular

Placas cargadas	PLACA PLANA CIRCULAR
$\mu = 0,3$	Flecha, $f = \psi \cdot \frac{qr^4}{e^3 E}$
Fuerza actuante	q , kg/cm ² , uniformemente repartida sobre toda la placa.
Tensiones	$\sigma_x = \varphi_x \cdot \frac{q \cdot r^2}{e^2}$, $\sigma_y = \varphi_y \cdot \frac{qr^2}{e^2}$
Tensión reducida	$\sigma_r = \sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_y^2 - \sigma_x \sigma_y} = \sigma_x \sqrt{1 + \mu^2 - \mu} = 0,89 \cdot \sigma_x$ (hipótesis de trabajo de cambio de forma).
Placa apoyada	
Para tensiones	$\left\{ \begin{array}{l} \text{En el centro de la placa, } \varphi_x = \varphi_y = \varphi_{\max} = 1,24 \\ \text{En el borde de la placa, } \varphi_x = 0, \varphi_y = \varphi_y = 0,53 \end{array} \right.$
Para flecha	$\varphi = 0,7$
Placa empotrada	
Para tensiones	$\left\{ \begin{array}{l} \text{En el centro de la placa, } \varphi_x = \varphi_y = 0,49 \\ \text{En el borde de la placa, } \varphi_x = \varphi_{\max} = -0,75, \varphi_y = 0,3 \varphi_x \end{array} \right.$
Para flecha	$\varphi = 0,17$
Ejemplo 1.º.—Cálculo de una placa circular de 1,0 m de diámetro, empotrada, sometida a una presión de 10 kg/cm ² . Material, acero tipo A 42, $\nu = 1,5$ (coeficiente de seguridad).	
$\sigma_{ad} = \frac{2600}{1,5} = 1730 \text{ kg/cm}^2 (= \sigma_x; \sigma_y = 0,3 \times 1730 = 519 \text{ kg/cm}^2).$	
$e = \sqrt{\frac{\varphi_x q r^2}{\sigma_x}} = \sqrt{\frac{0,75 \times 10 \times 50^2}{1730}} = 3,3 \text{ cm (33 mm)}$	
Tensión reducida, $\sigma_r = 0,89 \times 1730 = 1540 \text{ kg/cm}^2 (\nu = 1,69).$	
Flecha $f = 0,17 \times \frac{10 \times 50^4}{3,3^3 \times 2100000} = 0,14 \text{ cm (1,4 mm)}$.	
Ejemplo 2.º.—Cálculo de una placa circular apoyada, de 2,0 m de diámetro, que soporta una carga uniformemente repartida de 150 kg/m ² . Acero A 42, y por su servicio, $\nu = 1,5$	
$\sigma_{ad} = \frac{2600}{1,5} = 1730 \text{ kg/cm}^2 (= \sigma_x; \sigma_y = 0,3 \sigma_x = 519 \text{ kg/cm}^2)$	
$e = \sqrt{\frac{1,24 \times 0,15 \times 100^2}{1730}} = 1,04 \text{ cm (= 11 mm)}$.	
Flecha, $f = 0,7 \times \frac{0,15 \times 100^4}{1,1^3 \times 2100000} = 3,8 \text{ cm (= 38 mm = } d/53).$	
Si se fija el límite de la placa, por ejemplo, $f = \frac{d}{300} = 6,67 \text{ mm} = 0,667 \text{ cm}$,	
$e = \sqrt[3]{\frac{\psi q r^4}{f E}} = \sqrt[3]{\frac{0,7 \times 0,15 \times 100^4}{0,667 \times 2100000}} = 1,95 \text{ cm} \approx 20 \text{ mm}$.	
$\sigma_x = 1,24 \times \frac{0,15 \times 100^2}{2,0^2} = 465 \text{ kg/cm}^2, \sigma_y = 0,3 \times 465 = 140 \text{ kg/cm}^2; \sigma_r = 0,89 \times 465 = 314 \text{ kg/cm}^2.$	
Si la placa fuese empotrada (p.e. soldada), para $\sigma_x = 1730 \text{ kg/cm}^2$, resultaría:	
$e = \sqrt{\frac{0,75 \times 0,15 \times 100^2}{1730}} = 0,8 \text{ cm (= 8 mm)}, \text{ y } f = 0,17 \times \frac{0,15 \times 100^4}{0,8^3 \times 2100000} = 2,37 \text{ cm (= } d/84).$	

[Fuente: Prontuario de Máquinas]

Anexo 6. Propiedades del acero a-36

PLANCHAS LAMINADAS AL CALIENTE


Especificaciones Generales

Norma: Ver tabla

Espesores: 1,20mm a 100,00mm

Rollos: Ancho 1000mm, 1220mm, 1500mm, 1800mm

Planchas: 4 x 8 pies y a medida



PLANCHAS

Calidad Comercial

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

Calidad Estructural

NORMA	COMPOSICION QUIMICA							PROPIEDADES MECANICAS					NORMA EQUIVALENTE
	% C	%MN	%P	%S	%SI	%CU	OTROS	Fluencia (Mpa)	Esfuerzo Máximo (Mpa)	Alargamiento %	Doblado 180°		
ASTM A-588M GRADO A	0,19 max	0,8 1,25	0,04 max	0,05 max	0,3 0,6	0,25 0,40	Ni 0,15-0,35 Cr 0,40-0,65 V 0,02-0,10	345 min	485 min	18 min			
ASTM A-283 GRADO C	0,12 0,18	0,3 0,6	0,025 max	0,03 max	0,04 max	0,2 max		205 min	380 516 max	25 min	0=1,5e	SAE 1015	
JIS G-3101 SS41 M	0,17 0,23	0,3 0,6	0,025 max	0,025 max	0,04 max	0,25 max		250 min	400 min 550 max	21 min		SAE 1020 ASTM A-36 ASTM A-570 GRADO 36	
A 36	0,25 0,29	0,80 1,2	0,04 max	0,05 max	0,4 max	0,20 max		250 min	400 min 550 max	20 min			
A570-GR50	0,25	1,35 max	0,035 max	0,04 max				340 min	450 min 550 max	17 min	1-1/2e		

[Fuente: www.dipac.com]

Anexo 7. Constantes físicas de los materiales

A continuación, en la tabla siguiente se indica el Módulo de Elasticidad o Módulo de Young para otros distintos metales,

Metal	Módulo de Young, $\gamma \cdot 10^{10}$ N/m ²
Cobre estirado en frío	12.7
Cobre, fundición	8.2
Cobre laminado	10.8
Aluminio	6.3-7.0
Acero al carbono	19.5-20.5
Acero aleado	20.6
Acero, fundición	17.0
Cinc laminado	8.2
Latón estirado en frío	8.9-9.7
Latón naval laminado	9.8
Bronce de aluminio	10.3
Titanio	11.6
Níquel	20.4
Plata	8.27

Anexo 8. Eficiencias en motores eléctricos

Tabla 1.- Eficiencia nominal y mínima asociada, en por ciento

Columna A Eficiencia Nominal	Columna B Eficiencia Mínima	Columna A Eficiencia Nominal	Columna B Eficiencia Mínima
99,0	98,8	94,1	93,0
98,9	98,7	93,6	92,4
98,8	98,6	93,0	91,7
98,7	98,5	92,4	91,0
98,6	98,4	91,7	90,2
98,5	98,2	91,0	89,5
98,4	98,0	90,2	88,5
98,2	97,8	89,5	87,5
98,0	97,6	88,5	86,5
97,8	97,4	87,5	85,5
97,6	97,1	86,5	84,0
97,4	96,8	85,5	82,5
97,1	96,5	84,0	81,5
96,8	96,2	82,5	80,0
96,5	95,8	81,5	78,5
96,2	95,4	80,0	77,0
95,8	95,0	78,5	75,5
95,4	94,5	77,0	74,0
95,0	94,1	75,5	72,0
94,5	93,6	74,0	70,0
		72,0	68,0

Anexo 9. Designaciones normales para bandas

Tipo	Sección transversal	Diámetro mínimo de polea*	Norma †
Común para servicio pesado	A	3.0 pulg	ANSI/RMA-IP-20-1977
	B	5.4 pulg	
	C	9.0 pulg	
	D	13.0 pulg	
	E	21.0 pulg	
Común SI para servicio pesado	13C	80 mm	ANSI/RMA-IP-20-1977
	16C	140 mm	
	22C	224 mm	
	32C	355 mm	
Angosta para servicio pesado	3V	2.65 pulg	RMA-IP-22
	5V	7.1 pulg	
	8V	12.3 pulg	
Angosta ranura	3VX	2.2 pulg	
	5VX	4.4 pulg	
Para servicio ligero	2L	0.8 pulg	RMA-IP-23
	3L	1.5 pulg	
	4L	2.5 pulg	
	5L	3.5 pulg	
Automotriz (en pulgadas)	0.25	2.25 pulg	ANSI/SAE J636C
	0.315	2.25 pulg	
	0.380	2.40 pulg	
	0.440	2.75 pulg	
	0.500	3.00 pulg	
	$\frac{11}{16}$	3.00 pulg	
	$\frac{3}{4}$	3.00 pulg	
	$\frac{7}{8}$	3.50 pulg	
1.0	4.00 pulg		
Automotriz SI	6A	57 mm	ANSI/SAE J636C
	8A	57 mm	
	10A	61 mm	
	11A	70 mm	
	13A	76 mm	
	15A	76 mm	
	17A	76 mm	
	20A	89 mm	
23A	102 mm		

* Puede haber diámetros más pequeños que éstos, pero su empleo puede acortar la duración de la correa o banda de transmisión.

† Otras normas se refieren a las bandas en doble V, correas de sincronización, bandas para velocidad variable y correas con rebordes en V: RMA IP 21, 24, 25 y 26, respectivamente.

Anexo 10. Propiedades de materiales para bandas

Tabla 17-1 PROPIEDADES DE ALGUNOS MATERIALES PARA BANDAS PLANAS

Material	Junta	Tamaño	Tensión permisible* lb	Carga última* lb	Resistencia última kpsi	Peso lb/pulg ³
Cuero curtido con corteza de roble	Maciza	$\frac{1}{2}$ " Capa		700	3-4	0.035-0.045
Cuero curtido con corteza de roble	Remachada	$\frac{1}{2}$ " Capa		300-600	1-2	0.035-0.045
Cuero curtido con corteza de roble	Enlazada	$\frac{1}{2}$ " Capa		300-600	1-2	0.035-0.045
Caucho y lona de algodón	Vulcanizada	28 oz	15-25	280		0.041
Caucho y lona de algodón	Vulcanizada	32 oz	15-25	300		0.047
Algodón (totalmente)	Tejida	35 oz	15-25	320		0.051
Algodón (totalmente)	Cosida				5	0.045
Nílon (nylon)	Núcleo solamente				7	0.044
Lona de balata	Vulcanizada		22-25		35	0.050

* En libras-fuerza por pulgada de ancho y por capa.

Anexo 11. Dimensiones de conversión de longitud

Sección de la banda	A	B	C	D	E
Cantidad a sumar	1.3	1.8	2.9	3.3	4.5

[Fuente: Diseño en Ingeniería Mecánica de Shigley Novena Edición, 2012]

Anexo 12. Factor de corrección de ángulo de contacto

$\frac{D-d}{C}$	θ , grados	K1	
		VV	Plana en V
0.00	180	1.00	0.75
0.10	174.3	0.99	0.76
0.20	166.5	0.97	0.78
0.30	162.7	0.96	0.79
0.40	156.9	0.94	0.80
0.50	151.0	0.93	0.81
0.60	145.1	0.91	0.83
0.70	139.0	0.89	0.84
0.80	132.8	0.87	0.85
0.90	126.5	0.85	0.85
1.00	120.0	0.82	0.82
1.10	113.3	0.80	0.80
1.20	106.3	0.77	0.77
1.30	98.9	0.73	0.73
1.40	91.1	0.70	0.70
1.50	82.8	0.65	0.65

[Fuente: Diseño en Ingeniería Mecánica de Shigley Novena Edición, 2012]

Anexo 13. Factor de corrección de longitud de banda

Factor de longitud	Longitud nominal de la banda, pulg				
	Bandas A	Bandas B	Bandas C	Bandas D	Bandas E
0.85	Hasta 35	Hasta 46	Hasta 75	Hasta 128	Hasta 195
0.90	38-46	48-60	81-96	144-162	Hasta 195
0.95	48-55	62-75	105-120	173-210	210-240
1.00	60-75	78-97	128-158	240	270-300
1.05	78-90	105-120	162-195	270-330	330-390
1.10	96-112	128-144	210-240	360-420	420-480
1.15	120 y mayor	158-180	270-300	480	540-600
1.20		195 y mayor	330 y mayor	540 y mayor	660

[Fuente: Diseño en Ingeniería Mecánica de Shigley Novena Edición, 2012]

Anexo 14. Potencias Nominales de Bandas en V Estándar

Sección de la banda	Diámetro de paso de la polea, pulg	Velocidad de la banda, pie/min				
		1 000	2 000	3 000	4 000	5 000
A	2.6	0.47	0.62	0.53	0.15	
	3.0	0.66	1.01	1.12	0.93	0.38
	3.4	0.81	1.31	1.57	1.53	1.12
	3.8	0.93	1.55	1.92	2.00	1.71
	4.2	1.03	1.74	2.20	2.38	2.19
	4.6	1.11	1.89	2.44	2.69	2.58
B	5.0 y mayor	1.17	2.03	2.64	2.96	2.89
	4.2	1.07	1.58	1.68	1.26	0.22
	4.6	1.27	1.99	2.29	2.08	1.24
	5.0	1.44	2.33	2.80	2.76	2.10
	5.4	1.59	2.62	3.24	3.34	2.82
	5.8	1.72	2.87	3.61	3.85	3.45
C	6.2	1.82	3.09	3.94	4.28	4.00
	6.6	1.92	3.29	4.23	4.67	4.48
	7.0 y mayor	2.01	3.46	4.49	5.01	4.90
	6.0	1.84	2.66	2.72	1.87	
	7.0	2.48	3.94	4.64	4.44	3.12
	8.0	2.96	4.90	6.09	6.36	5.52
D	9.0	3.34	5.65	7.21	7.86	7.39
	10.0	3.64	6.25	8.11	9.06	8.89
	11.0	3.88	6.74	8.84	10.0	10.1
	12.0 y mayor	4.09	7.15	9.46	10.9	11.1
	10.0	4.14	6.13	6.55	5.09	1.35
	11.0	5.00	7.83	9.11	8.50	5.62
E	12.0	5.71	9.26	11.2	11.4	9.18
	13.0	6.31	10.5	13.0	13.8	12.2
	14.0	6.82	11.5	14.6	15.8	14.8
	15.0	7.27	12.4	15.9	17.6	17.0
	16.0	7.66	13.2	17.1	19.2	19.0
	17.0 y mayor	8.01	13.9	18.1	20.6	20.7
E	16.0	8.68	14.0	17.5	18.1	15.3
	18.0	9.92	16.7	21.2	23.0	21.5
	20.0	10.9	18.7	24.2	26.9	26.4
	22.0	11.7	20.3	26.6	30.2	30.5
	24.0	12.4	21.6	28.6	32.9	33.8
	26.0	13.0	22.8	30.3	35.1	36.7
	28.0 y mayor	13.4	23.7	31.8	37.1	39.1

[Fuente: Diseño en Ingeniería Mecánica de Shigley Novena Edición, 2012]

Anexo 15. Factores de servicios sugeridos

Maquinaria impulsada	Fuente de potencia	
	Características del par de torsión normal	Par de torsión alto o no uniforme
Uniforme	1.0 a 1.2	1.1 a 1.3
Impacto ligero	1.1 a 1.3	1.2 a 1.4
Impacto medio	1.2 a 1.4	1.4 a 1.6
Impacto pesado	1.3 a 1.5	1.5 a 1.8

[Fuente: Diseño en Ingeniería Mecánica de Shigley Novena Edición, 2012]

Anexo 16. Parámetros de Bandas en V

Sección de la banda	K_b	K_c
A	220	0.561
B	576	0.965
C	1 600	1.716
D	5 680	3.498
E	10 850	5.041
3V	230	0.425
5V	1098	1.217
8V	4830	3.288

[Fuente: Diseño en Ingeniería Mecánica de Shigley Novena Edición, 2012]

Anexo 17. Factores de superficie

Surface Finish	Factor a		Exponent b
	S_{ut} kpsi	S_{ut} MPa	
Ground	1.34	1.58	-0.085
Machined or cold-drawn	2.70	4.51	-0.265
Hot-rolled	14.4	57.7	-0.718
As-forged	39.9	272.	-0.995

From C.J. Noll and C. Lipson, "Allowable Working Stresses," *Society for Experimental Stress Analysis*, vol. 3, no. 2, 1946 p. 29. Reproduced by O.J. Horger (ed.) *Metals Engineering Design ASME Handbook*, McGraw-Hill, New York. Copyright © 1953 by The McGraw-Hill Companies, Inc. Reprinted by permission.

[Fuente: Diseño en Ingeniería Mecánica de Shigley Novena Edición, 2012]

Anexo 18. Factor de modificación de carga

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

[Fuente: Diseño en Ingeniería Mecánica de Shigley Novena Edición, 2012]

Anexo 19. Factor de temperatura

Temperatura, °C	S_T/S_{RT}	Temperatura, °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	1 000	0.698
550	0.672	1 100	0.567
600	0.549		

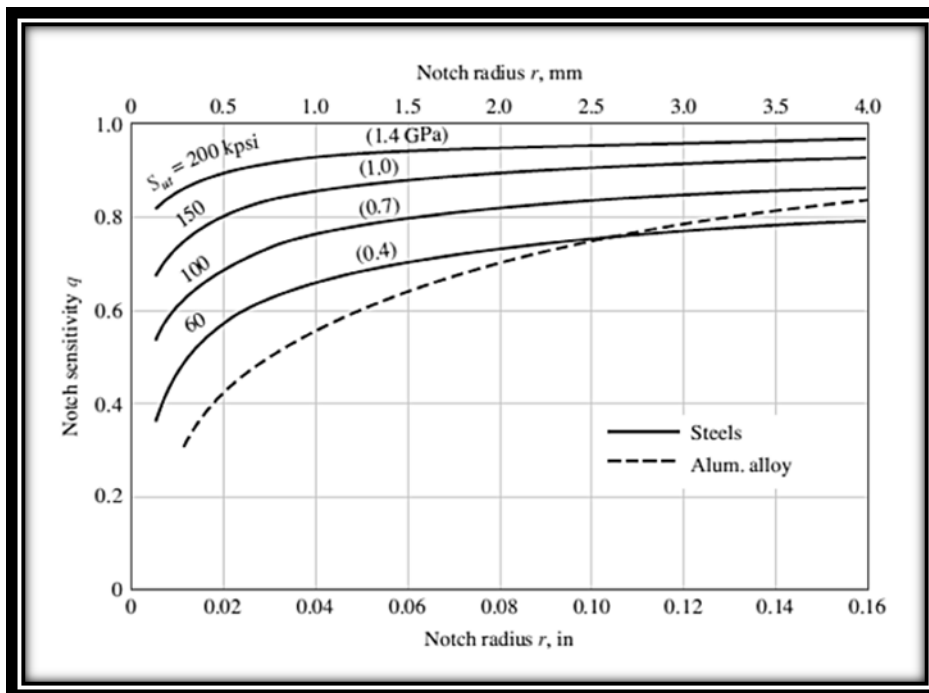
[Fuente: Diseño en Ingeniería Mecánica de Shigley Novena Edición, 2012]

Anexo 20. Factor de confiabilidad

Reliability, %	Transformation Variate z_α	Reliability Factor k_α
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

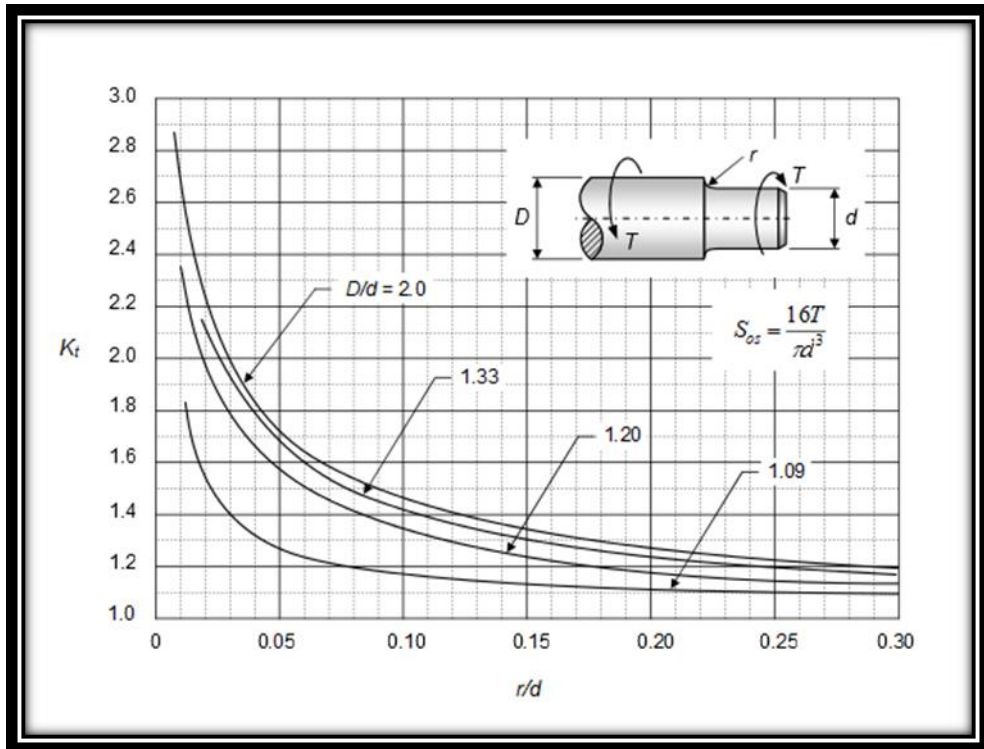
[Fuente: Diseño en Ingeniería Mecánica de Shigley Novena Edición, 2012]

Anexo 21. Diagrama de sensibilidad a las ranuras para aceros



[Fuente: Diseño en Ingeniería Mecánica de Shigley Novena Edición, 2012]

Anexo 22. Factor teórico de concentración de esfuerzo a tensión



[Fuente: Diseño en Ingeniería Mecánica de Shigley Novena Edición, 2012]

Anexo 23. Selección de cojinetes

Guía de valores requeridos de vida nominal L10h para diferentes clases de máquinas	
Clases de máquinas	L10h horas de servicio
Electrodomésticos, máquinas agrícolas, instrumentos, aparatos para uso médico.	300 a 3 000
Máquinas usadas intermitente o por cortos períodos: Máquinas-herramienta portátiles, aparatos elevadores para talleres, máquinas para la construcción.	3 000 a 8 000
Máquinas para trabajar con alta fiabilidad de funcionamiento por cortos períodos o intermitentemente: Ascensores, grúas para mercancías embaladas.	8 000 a 1 2000
Máquinas para 8 horas de trabajo diario no totalmente utilizadas: Transmisiones por engranajes para uso general, motores eléctricos para uso industrial, machacadoras giratorias.	10 000 a 25 000
Máquinas para 8 horas de trabajo diario totalmente utilizadas : Máquinas-herramientas, máquinas para trabajar la madera, máquinas para la industria mecánica general, grúas para materiales a granel, ventiladores, cintas transportadoras, equipo de imprenta, separadores y centrífugas.	20 000 a 30 000
Máquinas para trabajo continuo, 24 horas al día : Cajas de engranajes para laminadores, maquinaria eléctrica de tamaño medio, compresores, tornos de extracción para minas, bombas, maquinaria textil.	40 000 a 50 000
Máquinaria para abastecimiento de agua, hornos giratorios, máquinas cableadoras, maquinaria de propulsión para trasatlánticos.	60 000 a 100 000
Máquinaria eléctrica de gran tamaño, centrales eléctricas, ventiladores y bombas para minas, rodamientos para la línea de eje de trasatlánticos.	≈ 100 000

Anexo 24. Factor de seguridad de cojinetes

según sean las condiciones de funcionamiento, la carga más elevada que actúe sobre un rodamiento nunca deberá exceder de un cierto valor determinado por el factor de seguridad s_0 . En general, pueden usarse para s_0 los siguientes valores mínimos:

Aplicaciones donde se dé con seguridad un funcionamiento suave, sin vibraciones	$s_0 = 0.5$
Condiciones de trabajo medias, y situaciones normales de vibración	$s_0 = 1$
Cargas de choque acusadas	$s_0 = 1,5$ a 2
Rigurosas exigencias de funcionamiento silencioso	$s_0 = 2$

Anexo 25. Valores de C/P para rodamientos

Tabla 2 Rodamientos de bolas - valores C/P para diferentes duraciones L_{10} , expresadas en horas de funcionamiento, a diferentes velocidades n (rpm)

L_{10}	C/P cuando $n =$												
	10	16	25	40	63	100	125	160	200	250	320	400	500
100	-	-	-	-	-	-	-	-	1,08	1,15	1,24	1,34	1,45
500	-	-	-	1,06	1,24	1,45	1,68	1,98	1,98	1,98	2,12	2,28	2,47
1 000	-	-	1,15	1,34	1,58	1,87	1,98	2,12	2,28	2,47	2,67	2,88	3,11
1 250	-	1,06	1,24	1,45	1,68	1,98	2,12	2,28	2,47	2,67	2,88	3,11	3,38
1 500	-	1,15	1,34	1,58	1,87	2,12	2,28	2,47	2,67	2,88	3,11	3,38	3,63
2 000	1,06	1,24	1,45	1,68	1,98	2,28	2,47	2,67	2,88	3,11	3,38	3,63	3,91
2 500	1,15	1,34	1,58	1,87	2,12	2,47	2,67	2,88	3,11	3,38	3,63	3,91	4,24
3 250	1,24	1,45	1,68	1,98	2,28	2,67	2,88	3,11	3,38	3,63	3,91	4,24	4,58
4 000	1,34	1,58	1,87	2,12	2,47	2,88	3,11	3,38	3,63	3,91	4,24	4,58	4,93
5 000	1,45	1,68	1,98	2,28	2,67	3,11	3,38	3,63	3,91	4,24	4,58	4,93	5,32
6 300	1,58	1,87	2,12	2,47	2,88	3,38	3,63	3,91	4,24	4,58	4,93	5,32	5,75
8 000	1,68	1,98	2,28	2,67	3,11	3,63	3,91	4,24	4,58	4,93	5,32	5,75	6,20
10 000	1,87	2,12	2,47	2,88	3,38	3,91	4,24	4,58	4,93	5,32	5,75	6,20	6,70
12 500	1,98	2,28	2,67	3,11	3,63	4,24	4,58	4,93	5,32	5,75	6,20	6,70	7,23
16 000	2,12	2,47	2,88	3,38	3,91	4,58	4,93	5,32	5,75	6,20	6,70	7,23	7,81
20 000	2,28	2,67	3,11	3,63	4,24	4,93	5,32	5,75	6,20	6,70	7,23	7,81	8,43
25 000	2,47	2,88	3,38	3,91	4,58	5,32	5,75	6,20	6,70	7,23	7,81	8,43	9,11
32 000	2,67	3,11	3,63	4,24	4,93	5,75	6,20	6,70	7,23	7,81	8,43	9,11	9,83
40 000	2,88	3,38	3,91	4,58	5,32	6,20	6,70	7,23	7,81	8,43	9,11	9,83	10,6
50 000	3,11	3,63	4,24	4,93	5,75	6,70	7,23	7,81	8,43	9,11	9,83	10,6	11,5
63 000	3,38	3,91	4,58	5,32	6,20	7,23	7,81	8,43	9,11	9,83	10,6	11,5	12,4
80 000	3,63	4,24	4,93	5,75	6,70	7,81	8,43	9,11	9,83	10,6	11,5	12,4	13,4
100 000	3,91	4,58	5,32	6,20	7,23	8,43	9,11	9,83	10,6	11,5	12,4	13,4	14,6
200 000	4,93	5,75	6,70	7,81	9,11	10,6	11,5	12,4	13,4	14,6	15,6	16,6	18,2

Anexo 26. Diseño de cojinetes

Factores para el cálculo de los rodamientos rígidos de una hilera de bolas

Juego Normal			
F_a/C_0	e	X	Y
0,025	0,22	0,56	2
0,04	0,24	0,56	1,8
0,07	0,27	0,56	1,6
0,13	0,31	0,56	1,4
0,25	0,37	0,56	1,2
0,5	0,44	0,56	1

Factores X e Y para el cálculo de los rodamientos rígidos de bolas

F_a/C_0	Juego Normal				Juego C3				Juego C4						
	e	X	Y	$F_a/F_r \leq a$	$F_a/F_r > a$	e	X	Y	$F_a/F_r \leq a$	$F_a/F_r > a$	e	X	Y	$F_a/F_r \leq a$	$F_a/F_r > a$
0,025	0,22	1	0	0,56	2	0,31	1	0	0,46	1,75	0,4	1	0	0,44	1,42
0,04	0,24	1	0	0,56	1,8	0,33	1	0	0,46	1,62	0,42	1	0	0,44	1,38
0,07	0,27	1	0	0,56	1,6	0,36	1	0	0,46	1,48	0,44	1	0	0,44	1,27
0,13	0,31	1	0	0,56	1,4	0,41	1	0	0,46	1,3	0,48	1	0	0,44	1,18
0,25	0,37	1	0	0,56	1,2	0,46	1	0	0,46	1,14	0,53	1	0	0,44	1,05
0,5	0,44	1	0	0,56	1	0,54	1	0	0,46	1	0,56	1	0	0,44	

Anexo 27. Cojinetes de bolas con anillos de protección

Rodamientos rígidos de bolas con placas de protección o de obturación d 17-40 mm

Ejecución Z
1 placa de protección

Ejecución ZZ
2 placas de protección

Ejecución RS1
1 placa de obturación

Ejecución 2RS1
2 placas de obturación

Dimensiones principales	Capacidad de carga dinám. C	Cap. estát. Co	Límite de velocidad		Masa	Designaciones Ejecución						
			Ejecución Z, ZZ Lubricación con grasa	RS1, 2RS1 Lubricación con aceite		Z	ZZ	RS1	2RS1			
d	D	B	mm		kg							
17	35	10	4 050	2 800	19 000	24 000	13 000	0,026	6003-Z	6003-ZZ	6003-RS1	6003-2RS1
	35	14	4 050	2 800	-	-	13 000	0,052	-	-	6103-RS1	6103-2RS1
	40	12	4 380	3 100	17 000	20 000	12 000	0,065	6203-Z	6203-ZZ	6203-RS1	6203-2RS1
	40	16	4 380	3 100	-	-	12 000	0,083	-	-	6303-RS1	6303-2RS1
	47	14	4 500	3 200	18 000	19 000	11 000	0,12	6303-Z	6303-ZZ	6303-RS1	6303-2RS1
	47	19	4 500	3 200	-	-	11 000	0,15	-	-	6403-RS1	6403-2RS1
20	42	12	9 350	6 500	17 000	20 000	11 000	0,069	6004-Z	6004-ZZ	6004-RS1	6004-2RS1
	42	16	9 350	6 500	-	-	11 000	0,094	-	-	6204-RS1	6204-2RS1
	47	14	12 750	8 200	18 000	18 000	10 000	0,11	6204-Z	6204-ZZ	6204-RS1	6204-2RS1
	47	18	12 750	8 200	-	-	10 000	0,13	-	-	6304-RS1	6304-2RS1
	52	15	13 800	7 800	15 000	18 000	9 500	0,14	6304-Z	6304-ZZ	6304-RS1	6304-2RS1
	52	21	15 900	7 800	-	-	9 500	0,20	-	-	6404-RS1	6404-2RS1
25	47	12	11 200	8 000	15 000	18 000	9 500	0,080	6005-Z	6005-ZZ	6005-RS1	6005-2RS1
	47	16	11 200	8 000	-	-	9 500	0,10	-	-	6205-RS1	6205-2RS1
	52	15	14 000	6 950	12 000	15 000	8 500	0,13	6105-Z	6105-ZZ	6105-RS1	6105-2RS1
	52	18	14 000	6 950	-	-	8 500	0,15	-	-	6205-RS1	6205-2RS1
	62	17	22 500	11 400	11 000	14 000	7 500	0,23	6305-Z	6305-ZZ	6305-RS1	6305-2RS1
	62	24	22 500	11 400	-	-	7 500	0,22	-	-	6405-RS1	6405-2RS1
30	55	12	13 300	8 900	12 000	15 000	8 000	0,12	6006-Z	6006-ZZ	6006-RS1	6006-2RS1
	55	19	13 300	8 900	-	-	8 000	0,18	-	-	6206-RS1	6206-2RS1
	62	16	19 500	10 000	10 000	13 000	7 500	0,20	6206-Z	6206-ZZ	6206-RS1	6206-2RS1
	62	20	19 500	10 000	-	-	7 500	0,24	-	-	6306-RS1	6306-2RS1
	72	18	28 100	14 500	9 000	11 000	6 300	0,35	6306-Z	6306-ZZ	6306-RS1	6306-2RS1
	72	27	28 100	14 500	-	-	6 300	0,48	-	-	6406-RS1	6406-2RS1
35	62	14	15 900	8 500	10 000	13 000	7 000	0,16	6007-Z	6007-ZZ	6007-RS1	6007-2RS1
	62	20	15 900	8 500	-	-	7 000	0,21	-	-	6207-RS1	6207-2RS1
	72	17	23 500	13 700	9 000	11 000	6 300	0,29	6207-Z	6207-ZZ	6207-RS1	6207-2RS1
	72	23	23 500	13 700	-	-	6 300	0,37	-	-	6307-RS1	6307-2RS1
	80	21	33 200	18 000	8 500	10 000	6 000	0,48	6307-Z	6307-ZZ	6307-RS1	6307-2RS1
	80	31	33 200	18 000	-	-	6 000	0,66	-	-	6407-RS1	6407-2RS1
40	68	15	16 800	9 300	9 500	12 000	6 300	0,19	6008-Z	6008-ZZ	6008-RS1	6008-2RS1
	68	21	16 800	9 300	-	-	6 300	0,25	-	-	6208-RS1	6208-2RS1
	80	18	30 700	16 000	8 500	10 000	5 800	0,37	6208-Z	6208-ZZ	6208-RS1	6208-2RS1
	80	23	30 700	16 000	-	-	5 800	0,44	-	-	6308-RS1	6308-2RS1
	90	23	41 000	22 400	7 500	9 000	5 000	0,60	6308-Z	6308-ZZ	6308-RS1	6308-2RS1
	90	33	41 000	22 400	-	-	5 000	0,89	-	-	6408-RS1	6408-2RS1




SKF

[Fuente: Catalogo SKF]

Anexo 28. Propiedades del electrodo

Electrodos para aceros inoxidables

INDURA: 308-L
AWS: E 308L-16

Electrodo de acero inoxidable extra bajo carbono (0.03% máx.). Especial para soldadura en plantas químicas, en soldaduras de acero tipo 302, 304, 304L, 321, 347. El bajo contenido de carbono previene la formación de carburos de cromo en límites de grano.

Amperajes Recomendados:

Diámetro		Amps.
Pulg.	mm.	
3/32"	2,4	60 - 90
1/8"	3,2	80 - 120
5/32"	4,0	120 - 150
*3/16"	4,8	150 - 190

* Se fabrica a pedido.
Consulte cantidades mínimas y plazo de entrega.

CA, CC (+). Toda posición.

Resistencia a la tracción : 92.700 lb/pulg² (591 MPa)
 Limite de fluencia : 67.900 lb/pulg² (425 MPa)
 Alargamiento en 50 mm. : 44%

Composición Química (Típica):
 C: 0,03% Mn: 0,9% P: 0,02% S: 0,02% Si: 0,5%
 Cr: 19,0% Ni: 9,9%

[Fuente: www.indura.com]

Anexo 29. Esfuerzos permisibles según el código aisi para el material de aporte

Type of Loading	Type of Weld	Permissible Stress	n^*
Tension	Butt	$0.60S_y$	1.67
Bearing	Butt	$0.90S_y$	1.11
Bending	Butt	$0.60-0.66S_y$	1.52-1.67
Simple compression	Butt	$0.60S_y$	1.67
Shear	Butt or fillet	$0.30S_{ut}^{\dagger}$	

*The factor of safety n has been computed by using the distortion-energy theory.

[†]Shear stress on base metal should not exceed $0.40S_y$ of base metal.

[Fuente: Diseño en Ingeniería Mecánica de Shigley Novena Edición, 2012]

Anexo 30. Propiedades de Materiales

2	3	4	5	6	7	8
Núm. SAE y/o AISI	Procesamiento	Resistencia a la tensión, MPa (kpsi)	Resistencia a la cedencia, MPa (kpsi)	Elongación en 2 pulg, %	Reducción en área, %	Dureza Brinell
1006	HR	300(43)	170(24)	30	55	86
	CD	330(48)	280(41)	20	45	95
1010	HR	320(47)	180(26)	28	50	95
	CD	370(53)	300(44)	20	40	105
1015	HR	340(50)	190(27.5)	28	50	101
	CD	390(56)	320(47)	18	40	111
1018	HR	400(58)	220(32)	25	50	116
	CD	440(64)	370(54)	15	40	126
1020	HR	380(55)	210(30)	25	50	111
	CD	470(68)	390(57)	15	40	131
1030	HR	470(68)	260(37.5)	20	42	137
	CD	520(76)	440(64)	12	35	149
1035	HR	500(72)	270(39.5)	18	40	143
	CD	550(80)	460(67)	12	35	163
1040	HR	520(76)	290(42)	18	40	149
	CD	590(85)	490(71)	12	35	170
1045	HR	570(82)	310(45)	16	40	163
	CD	630(91)	530(77)	12	35	179
1050	HR	620(90)	340(49.5)	15	35	179
	CD	690(100)	580(84)	10	30	197
1060	HR	680(98)	370(54)	12	30	201
1080	HR	770(112)	420(61.5)	10	25	229
1095	HR	830(120)	460(66)	10	25	248

[Fuente: Diseño en Ingeniería Mecánica de Shigley Novena Edición, 2012]

Anexo 31. Distribución Chi Cuadrado

TABLA 3-Distribución Chi Cuadrado χ^2

P = Probabilidad de encontrar un valor mayor o igual que el chi cuadrado tabulado, v = Grados de Libertad

v/p	0,001	0,0025	0,005	0,01	0,025	0,05	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	0,35	0,4	0,45	0,5
1	10,8274	9,1404	7,8794	6,6349	5,0239	3,8415	2,7055	2,0722	1,6424	1,3233	1,0742	0,8735	0,7083	0,5707	0,4549
2	13,8150	11,9827	10,5965	9,2104	7,3778	5,9915	4,6052	3,7942	3,2189	2,7726	2,4079	2,0996	1,8326	1,5970	1,3863
3	16,2660	14,3202	12,8381	11,3449	9,3484	7,8147	6,2514	5,3170	4,6416	4,1083	3,6649	3,2831	2,9462	2,6430	2,3660
4	18,4662	16,4238	14,8602	13,2767	11,1433	9,4877	7,7794	6,7449	5,9886	5,3853	4,8784	4,4377	4,0446	3,6871	3,3567
5	20,5147	18,3854	16,7496	15,0863	12,8325	11,0705	9,2363	8,1152	7,2893	6,6257	6,0644	5,5731	5,1319	4,7278	4,3515
6	22,4575	20,2491	18,5475	16,8119	14,4494	12,5916	10,6446	9,4461	8,5581	7,8408	7,2311	6,6948	6,2108	5,7652	5,3481
7	24,3213	22,0402	20,2777	18,4753	16,0128	14,0671	12,0170	10,7479	9,8032	9,0371	8,3834	7,8061	7,2832	6,8000	6,3458
8	26,1239	23,7742	21,9549	20,0902	17,5345	15,5073	13,3616	12,0271	11,0301	10,2189	9,5245	8,9094	8,3505	7,8325	7,3441
9	27,8767	25,4625	23,5893	21,6660	19,0228	16,9190	14,6837	13,2880	12,2421	11,3887	10,6564	10,0060	9,4136	8,8632	8,3428
10	29,5879	27,1119	25,1881	23,2093	20,4832	18,3070	15,9872	14,5339	13,4420	12,5489	11,7807	11,0971	10,4732	9,8922	9,3418
11	31,2635	28,7291	26,7569	24,7250	21,9200	19,6752	17,2750	15,7671	14,6314	13,7007	12,8987	12,1836	11,5298	10,9199	10,3410
12	32,9092	30,3182	28,2997	26,2170	23,3367	21,0261	18,5493	16,9893	15,8120	14,8454	14,0111	13,2661	12,5838	11,9463	11,3403
13	34,5274	31,8830	29,8193	27,6882	24,7356	22,3620	19,8119	18,2020	16,9848	15,9839	15,1187	14,3451	13,6356	12,9717	12,3398
14	36,1239	33,4262	31,3194	29,1412	26,1189	23,6848	21,0641	19,4062	18,1508	17,1169	16,2221	15,4209	14,6853	13,9961	13,3393
15	37,6978	34,9494	32,8015	30,5780	27,4884	24,9958	22,3071	20,6030	19,3107	18,2451	17,3217	16,4940	15,7332	15,0197	14,3389
16	39,2518	36,4555	34,2671	31,9999	28,8453	26,2962	23,5418	21,7931	20,4651	19,3689	18,4179	17,5646	16,7795	16,0425	15,3385
17	40,7911	37,9462	35,7184	33,4087	30,1910	27,5871	24,7690	22,9770	21,6146	20,4887	19,5110	18,6330	17,8244	17,0646	16,3382
18	42,3119	39,4220	37,1564	34,8052	31,5264	28,8693	25,9894	24,1555	22,7595	21,6049	20,6014	19,6993	18,8679	18,0860	17,3379
19	43,8194	40,8847	38,5821	36,1908	32,8523	30,1435	27,2036	25,3289	23,9004	22,7178	21,6891	20,7638	19,9102	19,1069	18,3376
20	45,3142	42,3358	39,9969	37,5663	34,1696	31,4104	28,4120	26,4976	25,0375	23,8277	22,7745	21,8265	20,9514	20,1272	19,3374
21	46,7963	43,7749	41,4009	38,9322	35,4789	32,6706	29,6151	27,6620	26,1711	24,9348	23,8578	22,8876	21,9915	21,1470	20,3372
22	48,2676	45,2041	42,7957	40,2894	36,7807	33,9245	30,8133	28,8224	27,3015	26,0393	24,9390	23,9473	23,0307	22,1663	21,3370
23	49,7276	46,6231	44,1814	41,6383	38,0756	35,1725	32,0069	29,9792	28,4288	27,1413	26,0184	25,0055	24,0689	23,1852	22,3369
24	51,1790	48,0336	45,5584	42,9798	39,3641	36,4150	33,1962	31,1325	29,5533	28,2412	27,0960	26,0625	25,1064	24,2037	23,3367
25	52,6187	49,4351	46,9280	44,3140	40,6465	37,6525	34,3816	32,2825	30,6752	29,3388	28,1719	27,1183	26,1430	25,2218	24,3366
26	54,0511	50,8291	48,2898	45,6416	41,9231	38,8851	35,5632	33,4295	31,7946	30,4346	29,2463	28,1730	27,1789	26,2395	25,3365
27	55,4751	52,2152	49,6450	46,9628	43,1945	40,1133	36,7412	34,5736	32,9117	31,5284	30,3193	29,2266	28,2141	27,2569	26,3363
28	56,8918	53,5939	50,9936	48,2782	44,4608	41,3372	37,9159	35,7150	34,0266	32,6205	31,3909	30,2791	29,2486	28,2740	27,3362
29	58,3006	54,9662	52,3355	49,5878	45,7223	42,5569	39,0875	36,8538	35,1394	33,7109	32,4612	31,3308	30,2825	29,2908	28,3361

[Fuente: Estadística de Allen Webster, 2010]

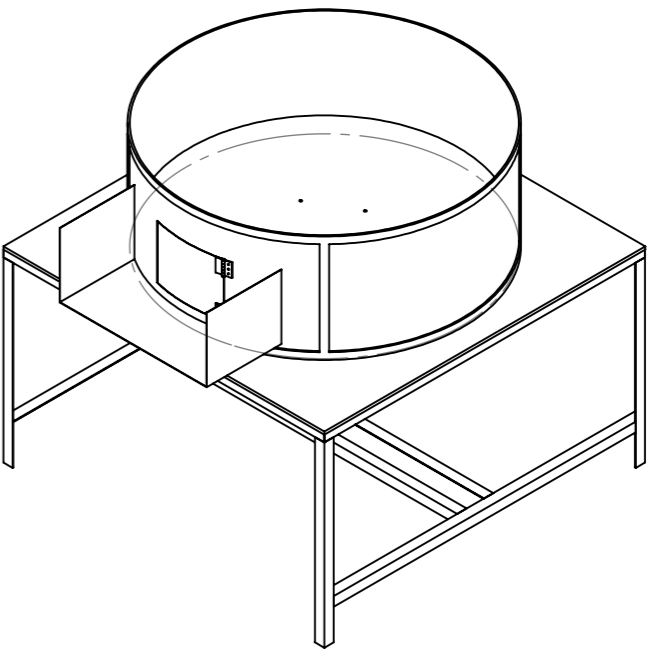
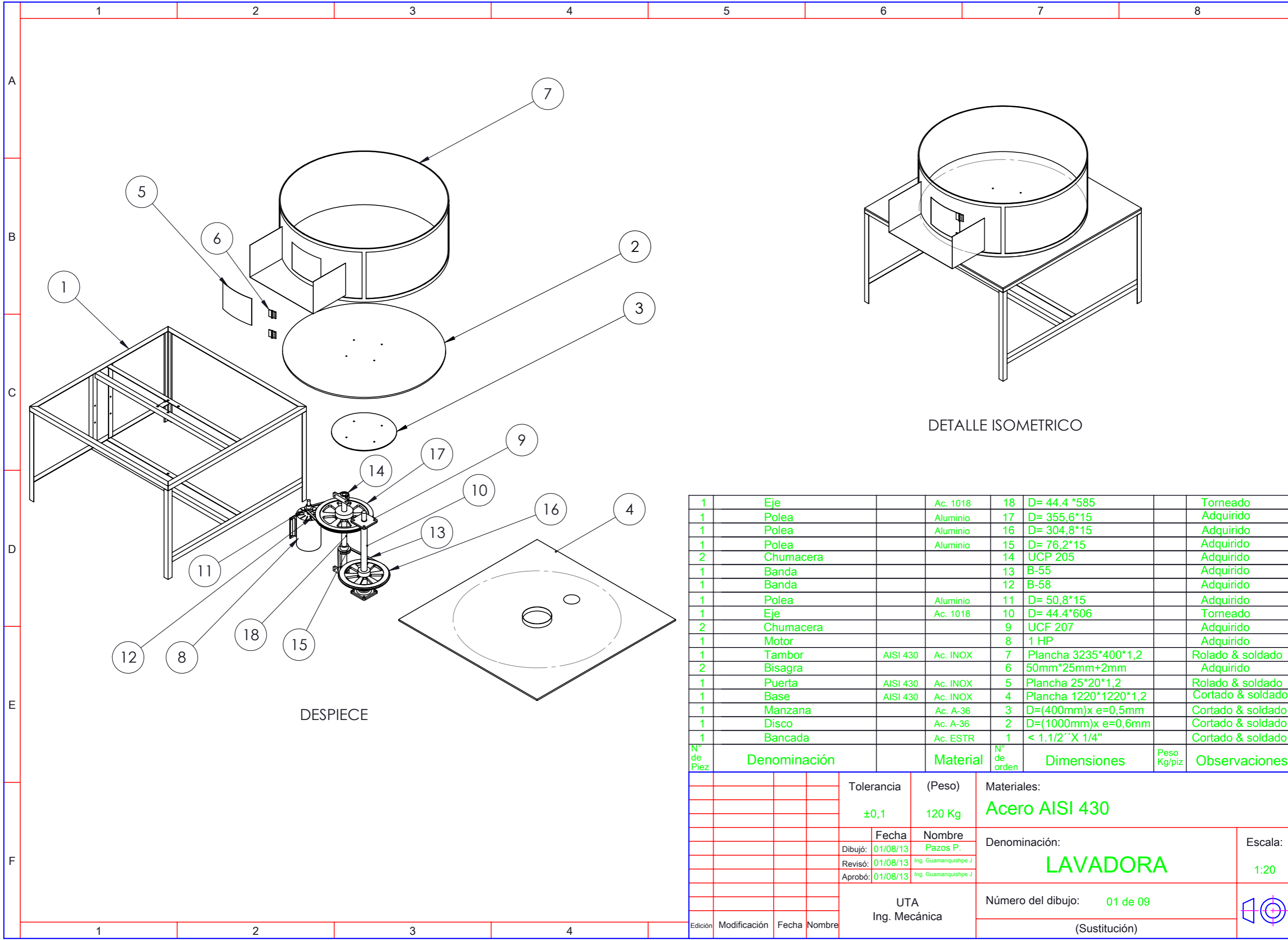
Anexo 32. Propiedades de Acero Angular

ANGLES Equal legs and unequal legs Properties for designing														
Size and Thickness	k	Weight per Ft	Area	AXIS X-X				AXIS Y-Y				AXIS Z-Z		
				I	S	r	y	I	S	r	x	r	Tan α	
In.	In.	Lb.	In. ²	In. ⁴	In. ³	In.	In.	In. ⁴	In. ³	In.	In.	In.	In.	
L 1¼x1¼x¼ x 9/16	½	2.77	0.813	0.227	0.227	0.529	0.529	0.227	0.227	0.529	0.529	0.341	1.000	
	7/16	2.12	0.621	0.179	0.144	0.537	0.506	0.179	0.144	0.537	0.506	0.343	1.000	
L 1½x1½x¼ x 9/16	7/16	2.34	0.688	0.139	0.134	0.449	0.466	0.139	0.134	0.449	0.466	0.292	1.000	
	¾	1.80	0.527	0.110	0.104	0.457	0.444	0.110	0.104	0.457	0.444	0.293	1.000	
L 1¼x1¼x¼ x 9/16	7/16	1.92	0.563	0.077	0.091	0.369	0.403	0.077	0.091	0.369	0.403	0.243	1.000	
	¾	1.48	0.434	0.061	0.071	0.377	0.381	0.061	0.071	0.377	0.381	0.244	1.000	
L 1½x1½x½	7/8	0.900	0.266	0.032	0.040	0.345	0.327	0.032	0.040	0.345	0.327	0.221	1.000	
L 1 x1 x½	¼	0.800	0.234	0.022	0.031	0.304	0.296	0.022	0.031	0.304	0.296	0.196	1.000	

AMERICAN INSTITUTE OF STEEL CONSTRUCTION

[Fuente: Catalogo AISC]

PLANOS

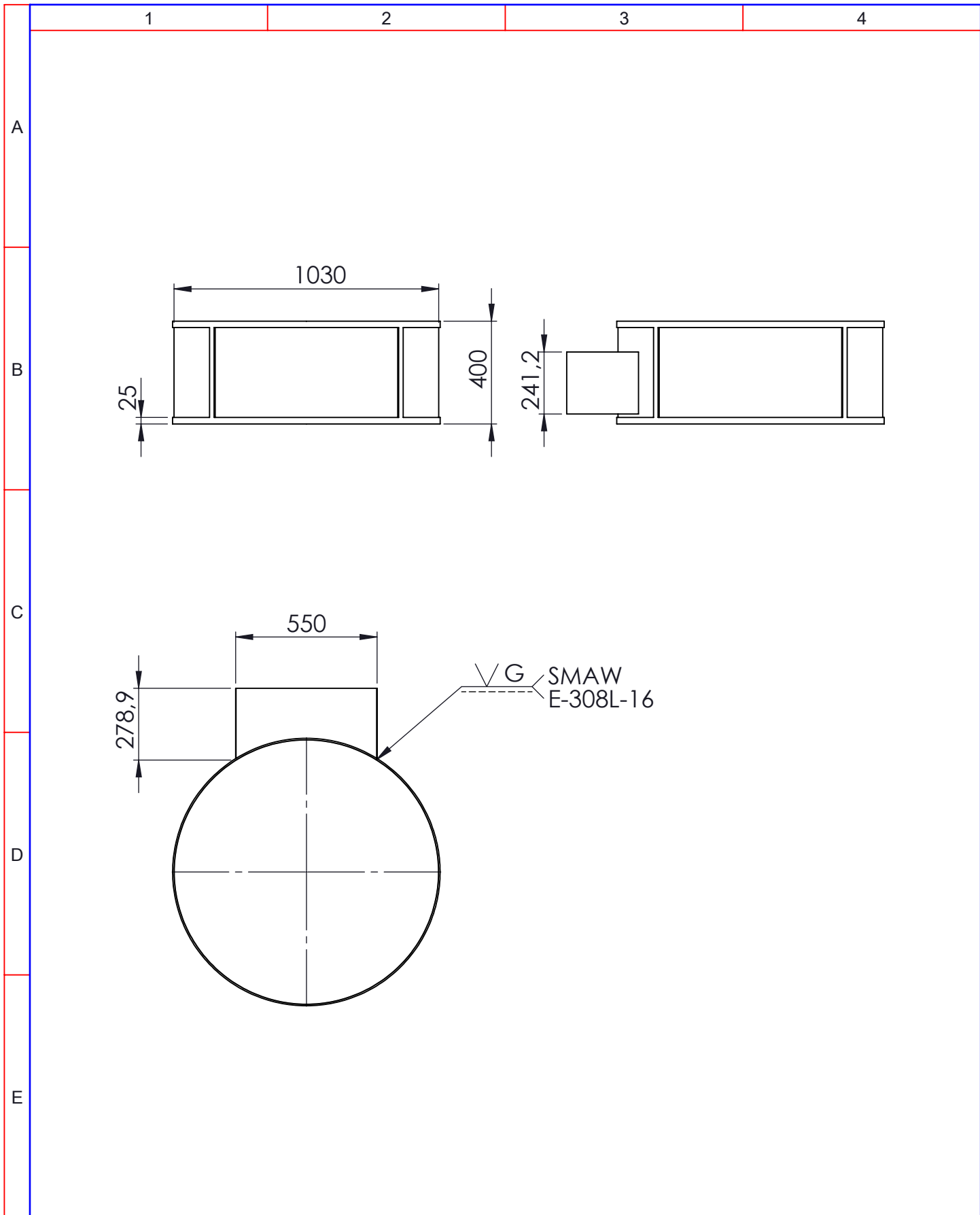


DETALLE ISOMETRICO

DESPIECE

N° de Piez	Denominación	Material	N° de orden	Dimensiones	Peso Kg/piz	Observaciones
1	Eje	Ac. 1018	18	D= 44.4 *585		Torneado
1	Polea	Aluminio	17	D= 355,6*15		Adquirido
1	Polea	Aluminio	16	D= 304,8*15		Adquirido
1	Polea	Aluminio	15	D= 76,2*15		Adquirido
2	Chumacera		14	UCP 205		Adquirido
1	Banda		13	B-55		Adquirido
1	Banda		12	B-58		Adquirido
1	Polea	Aluminio	11	D= 50,8*15		Adquirido
1	Eje	Ac. 1018	10	D= 44.4*606		Torneado
2	Chumacera		9	UCF 207		Adquirido
1	Motor		8	1 HP		Adquirido
1	Tambor	AISI 430	7	Plancha 3235*400*1,2		Rolado & soldado
2	Bisagra		6	50mm*25mm+2mm		Adquirido
1	Puerta	AISI 430	5	Plancha 25*20*1,2		Rolado & soldado
1	Base	AISI 430	4	Plancha 1220*1220*1,2		Cortado & soldado
1	Manzana	Ac. A-36	3	D=(400mm)x e=0,5mm		Cortado & soldado
1	Disco	Ac. A-36	2	D=(1000mm)x e=0,6mm		Cortado & soldado
1	Bancada	Ac. ESTR	1	< 1.1/2''X 1/4''		Cortado & soldado

Tolerancia		(Peso)	Materiales:	
±0,1		120 Kg	Acero AISI 430	
Fecha		Nombre	Denominación:	
Dibujó:	01/08/13	Pazos P.	LAVADORA	
Revisó:	01/08/13	Ing. Guamanquishpe J	Escala:	
Aprobó:	01/08/13	Ing. Guamanquishpe J	1:20	
UTA Ing. Mecánica			Número del dibujo:	01 de 09
			(Sustitución)	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	



				Tolerancia	(Peso)	Materiales:			
				±0,1	20 Kg	ACERO INOXIDABLE AISI 430			
				Fecha	Nombre	Denominación:	Escala:		
				Dibujó: 01/08/13	Pazos P			TAMBOR	1:20
				Revisó: 01/08/13	Ing. Guamanquishpe J.				
				Aprobó: 01/08/13	Ing. Guamanquishpe J.	Número del dibujo: 02 de 09			
				UTA Ing. Mecánica		(Sustitución)			
Edición	Modificación	Fecha	Nombre						

1

2

3

4

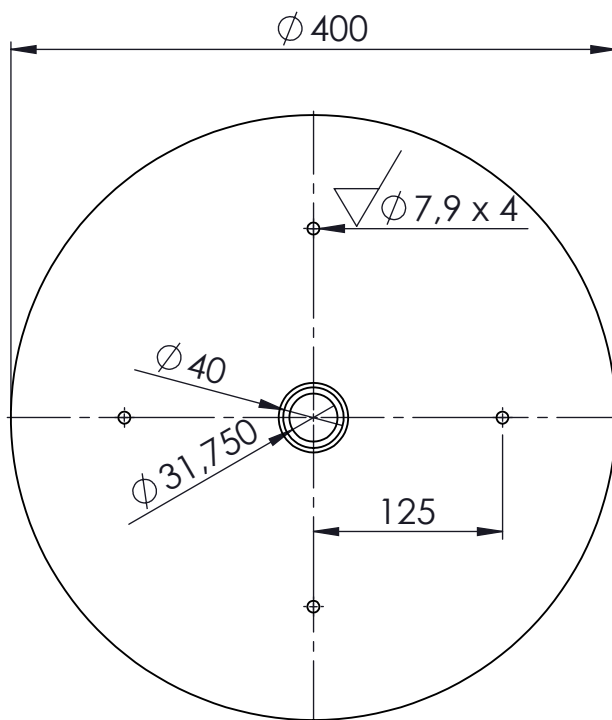
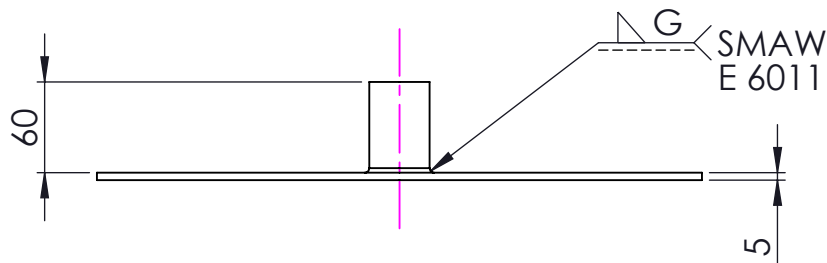
A

B

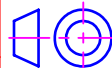
C

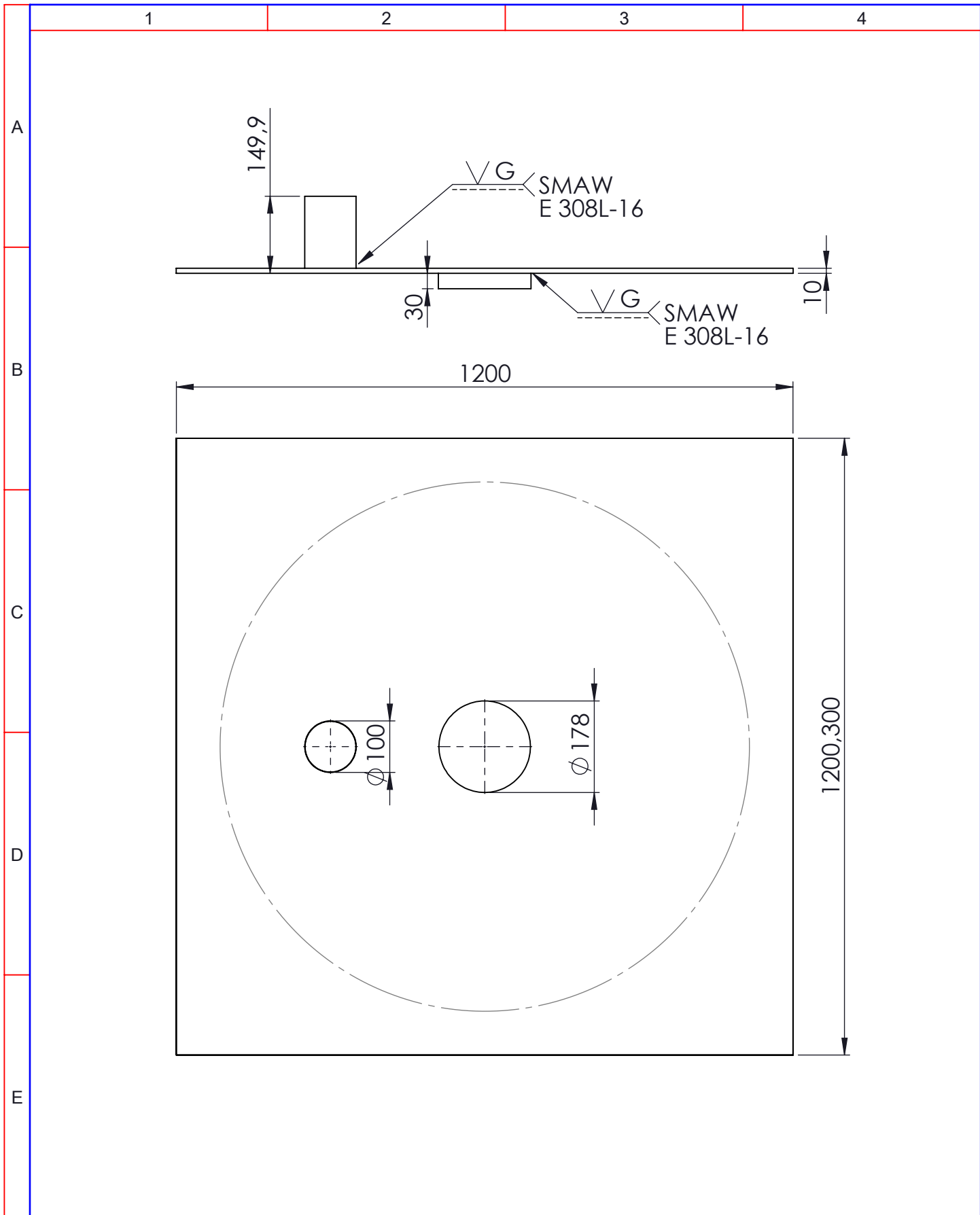
D

E

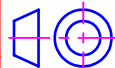


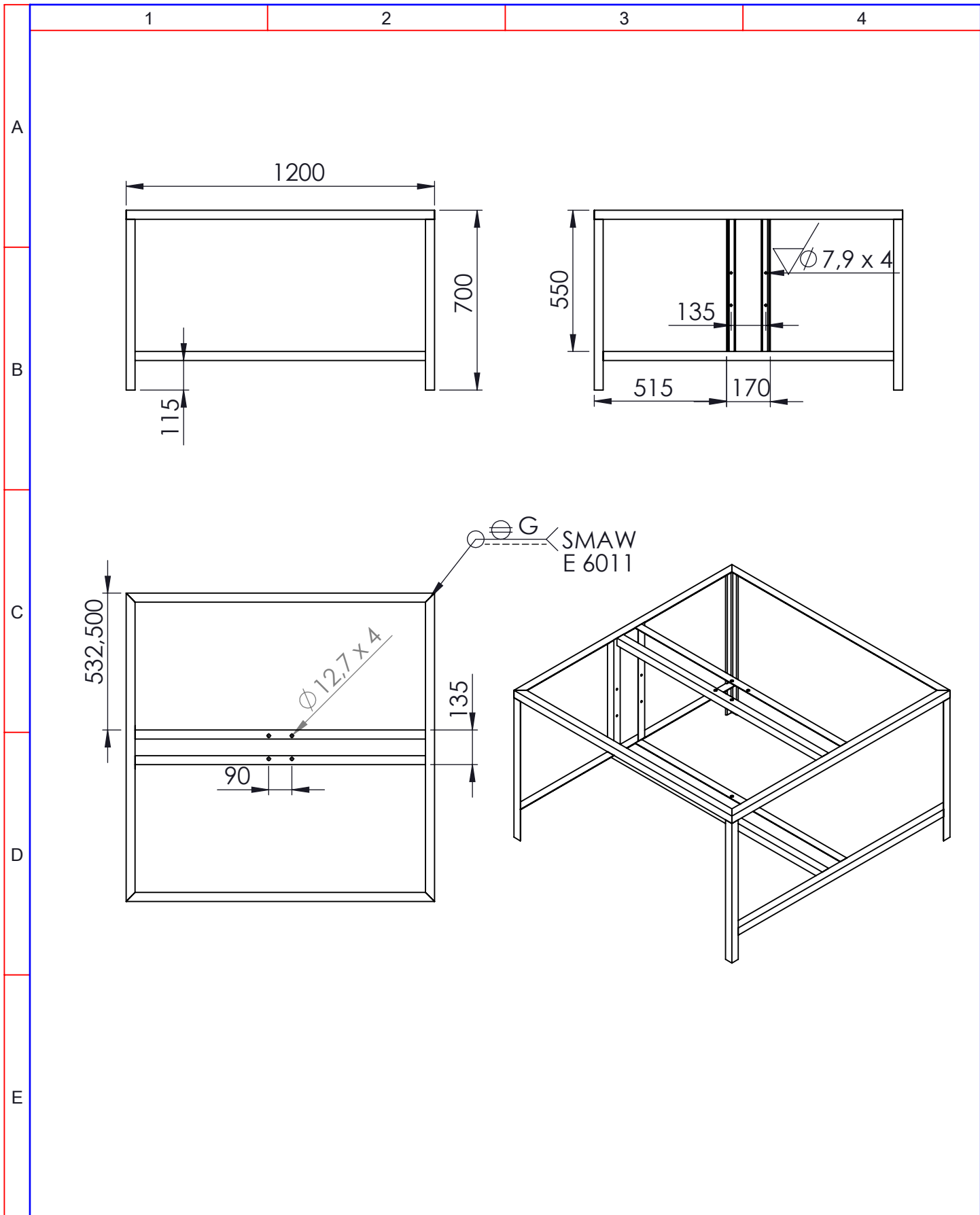
				Tolerancia	(Peso)	Materiales:			
				±0,1	10 Kg	ACERO A-36			
				Fecha	Nombre	Denominación:	Escala:		
				Dibujó: 01/08/13	Pazos P			MANZANA	1:20
				Revisó: 01/08/13	Ing. Guamanquishpe J.				
				Aprobó: 01/08/13	Ing. Guamanquishpe J.	Número del dibujo: 03 de 09			
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	UTA Ing. Mecánica		(Sustitución)			



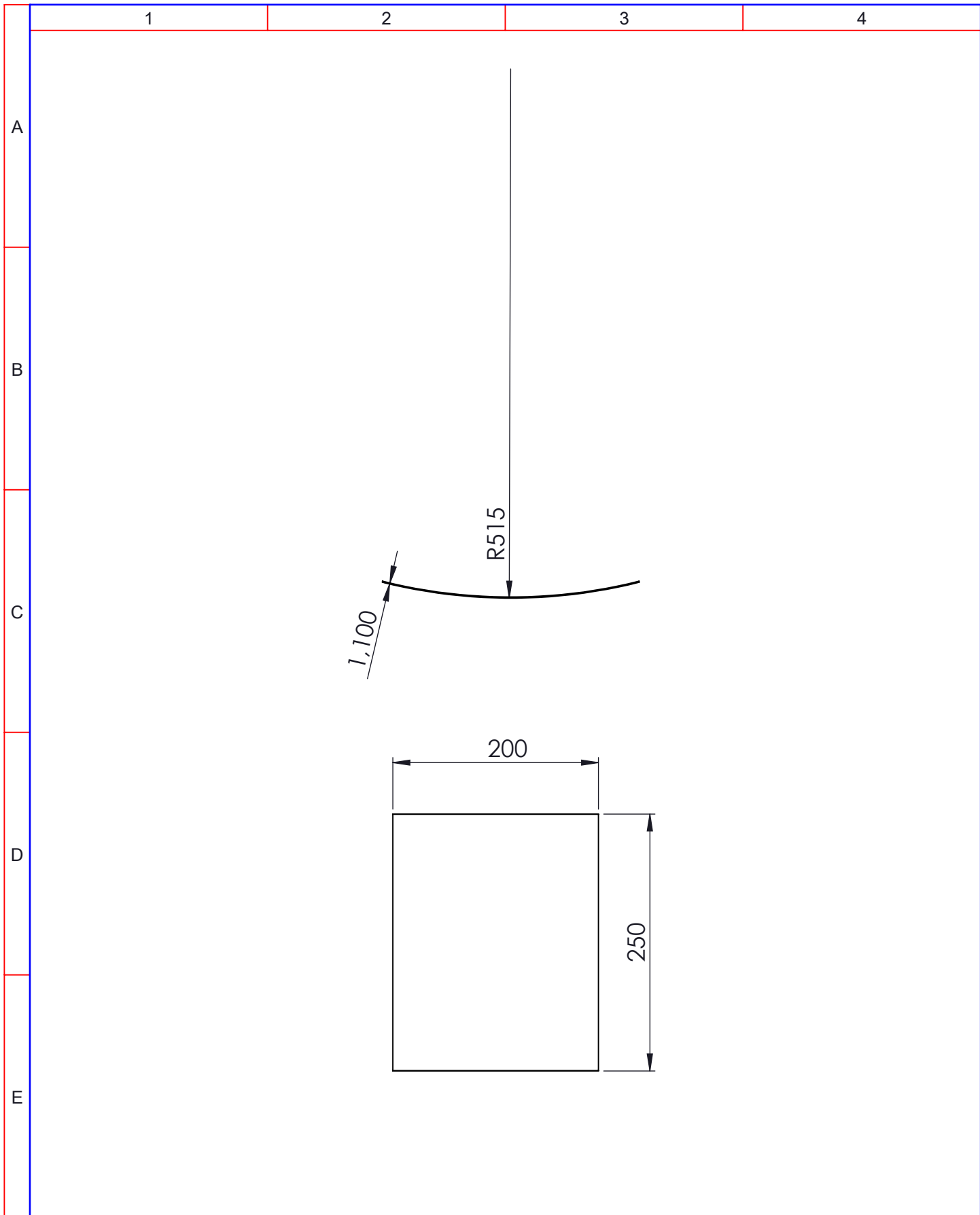


				Tolerancia	(Peso)	Materiales:			
				±0,1	7,58 Kg	ACERO INOXIDABLE AISI 430			
				Fecha	Nombre	Denominación:	Escala:		
				Dibujó: 01/08/13	Pazos P			BASE	1:10
				Revisó: 01/08/13	Ing. Guamanquishpe J.				
				Aprobó: 01/08/13	Ing. Guamanquishpe J.	Número del dibujo: 04 de 09			
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	UTA Ing. Mecánica		(Sustitución)			

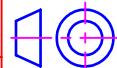




				Tolerancia	(Peso)	Materiales:			
				$\pm 0,1$	50 Kg	ACERO ESTRUCTURAL ANGULAR			
				Fecha	Nombre	Denominación:	Escala:		
				Dibujó: 01/08/13	Pazos P			BANCADA	1:20
				Revisó: 01/08/13	Ing. Guamanquishpe J.				
				Aprobó: 01/08/13	Ing. Guamanquishpe J.	Número del dibujo: 05 de 09			
				UTA Ing. Mecánica		(Sustitución)			
Edición	Modificación	Fecha	Nombre						



				Tolerancia	(Peso)	Materiales:			
				±0,1	0,20 Kg	ACERO INOXIDABLE AISI 430			
				Fecha	Nombre	Denominación:	Escala:		
				Dibujó: 01/08/13	Pazos P			PUERTA	1:5
				Revisó: 01/08/13	Ing. Guamanquishpe J.				
				Aprobó: 01/08/13	Ing. Guamanquishpe J.	Número del dibujo: 06 de 09			
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	UTA Ing. Mecánica		(Sustitución)			



1

2

3

4

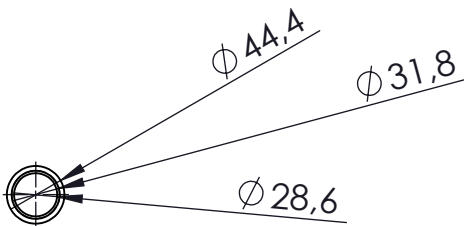
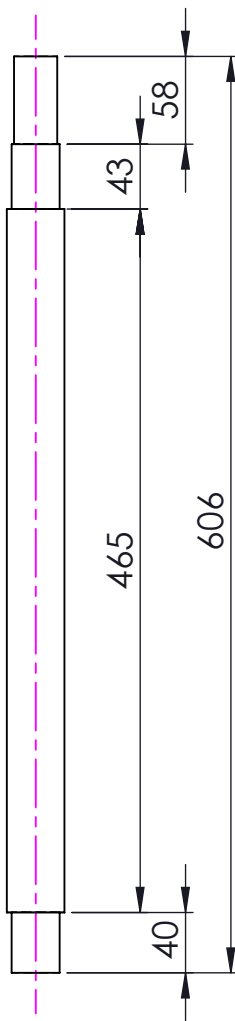
A

B

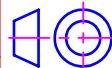
C

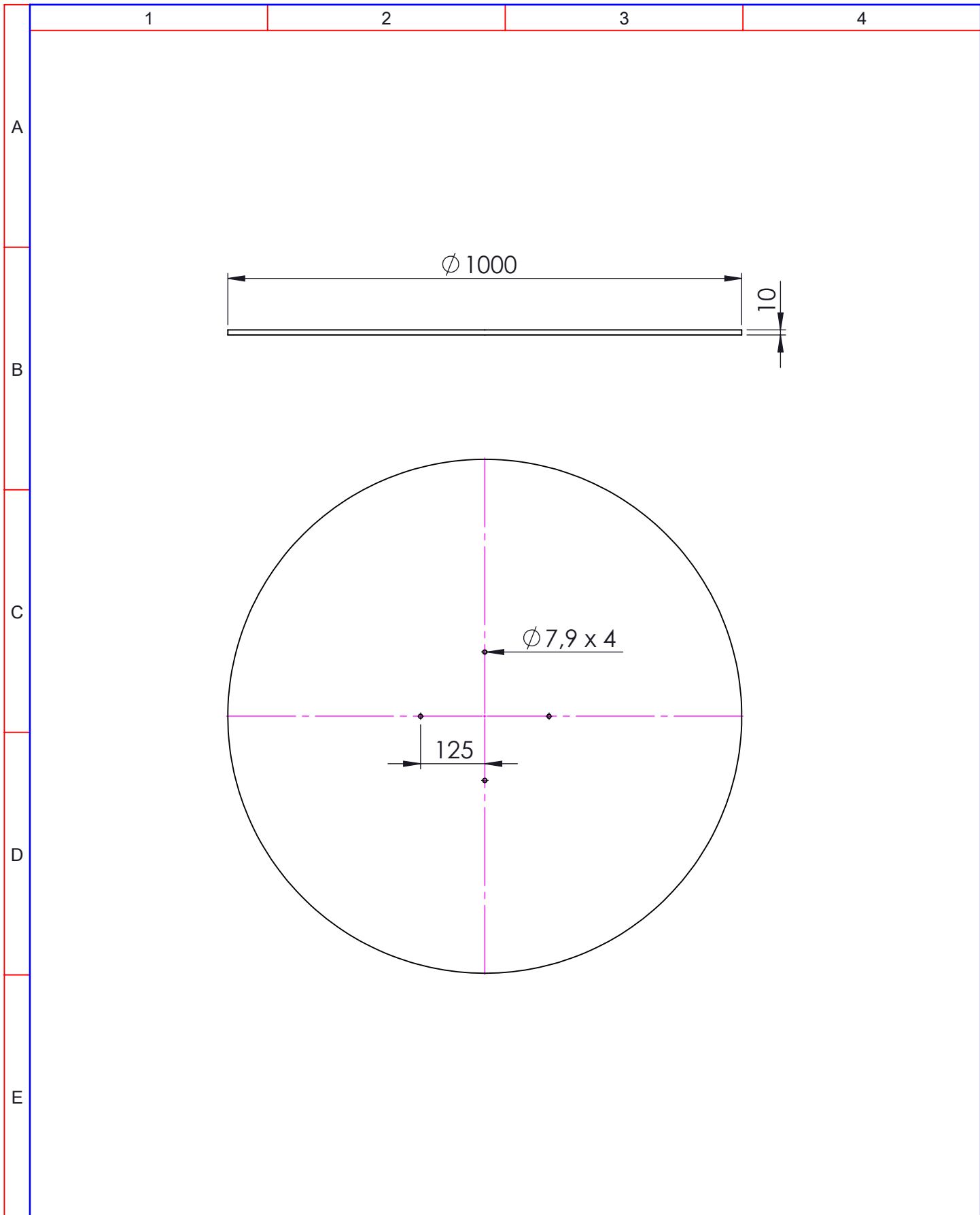
D

E

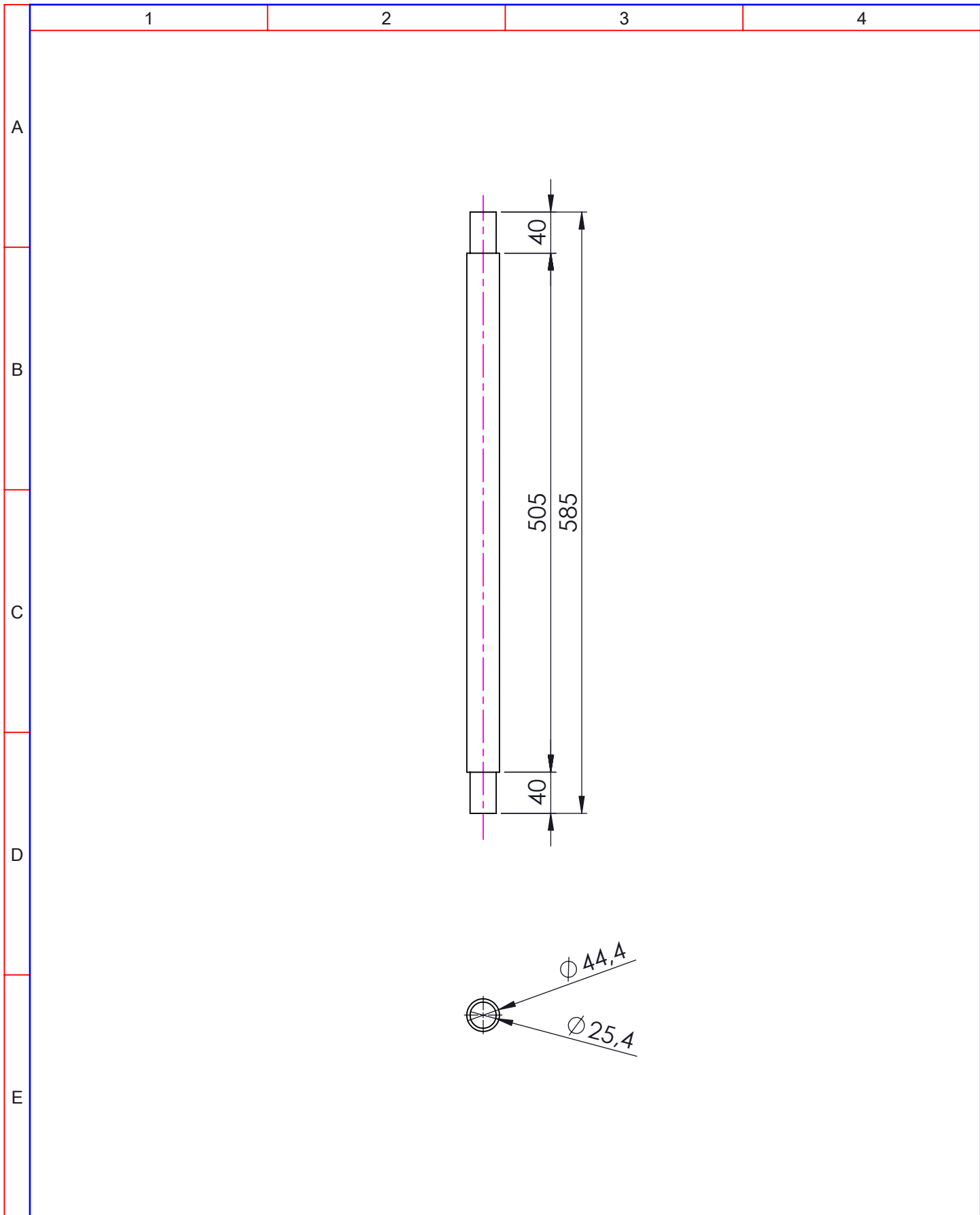


				Tolerancia	(Peso)	Materiales:			
				$\pm 0,1$	5 Kg	ACERO AISI 1018			
				Fecha	Nombre	Denominación:	Escala:		
				Dibujó: 01/08/13	Pazos P			EJE DE ARRASTRE	1:5
				Revisó: 01/08/13	Ing. Guamanquishpe J.				
				Aprobó: 01/08/13	Ing. Guamanquishpe J.	Número del dibujo: 07 de 09			
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	UTA Ing. Mecánica		(Sustitución)			





				Tolerancia	(Peso)	Materiales:	
				$\pm 0,1$	12 Kg	ACERO INOXIDABLE AISI 430	
				Fecha	Nombre	Denominación:	Escala:
				Dibujó: 01/08/13	Pazos P	DISCO	1:5
				Revisó: 01/08/13	Ing. Guamanquishpe J.		
				Aprobó: 01/08/13	Ing. Guamanquishpe J.		
				UTA		Número del dibujo: 08 de 09	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	Ing. Mecánica		(Sustitución)	



				Tolerancia	(Peso)	Materiales:			
				$\pm 0,1$	4,75 Kg	ACERO AISI 1018			
				Fecha	Nombre	Denominación:	Escala:		
				Dibujó: 01/08/13	Pazos P			EJE DE REDUCCIÓN	1:5
				Revisó: 01/08/13	Ing. Guamanquishpe J.				
				Aprobó: 01/08/13	Ing. Guamanquishpe J.	Número del dibujo: 09 de 09			
				UTA Ing. Mecánica		(Sustitución)			
Edición	Modificación	Fecha	Nombre						