



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**

**CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA**

**MODALIDAD: PRESENCIAL**

**Informe final del Trabajo de Graduación o Titulación previo a la**

**Obtención del Título de Ingeniero Mecánico**

**TEMA:**

---

“ESTUDIO DE PARÁMETROS TÉCNICOS EN EL PROCESO DE PULIDO MECÁNICO Y SU EFECTO EN LA PRODUCTIVIDAD DE MAÍZ BLANCO DE LA EMPRESA INKLERSA S.A. EN EL MERCADO MAYORISTA DE AMBATO”

---

**AUTOR:** Damián Bladimir Coque Núñez

**TUTOR:** Ing. Msc. Diego Fernando Núñez

**Ambato – Ecuador**

**2015**

## CERTIFICACIÓN

En mi calidad de director de tesis de grado, previo a la obtención del título de Ingeniero Mecánico, con el tema: ESTUDIO DE PARÁMETROS TÉCNICOS EN EL PROCESO DE PULIDO MECÁNICO Y SU EFECTO EN LA PRODUCTIVIDAD DE MAÍZ BLANCO DE LA EMPRESA INKLERSA S.A. EN EL MERCADO MAYORISTA DE AMBATO, elaborada por el señor Damián Bladimir Coque Núñez, egresado de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato, certifico que la presente trabajo es original de su autor, ha sido revisada en cada uno de sus capítulos, está concluida y puede continuar con el trámite correspondiente.

Ambato, mayo del 2015.

.....  
Ing. Msc. Diego Fernando Núñez

Director de Tesis

## **AUTORÍA**

El documento emitido en el trabajo de investigación sobre el tema “ESTUDIO DE PARÁMETROS TÉCNICOS EN EL PROCESO DE PULIDO MECÁNICO Y SU EFECTO EN LA PRODUCTIVIDAD DE MAÍZ BLANCO DE LA EMPRESA INKLERSA S.A. EN EL MERCADO MAYORISTA DE AMBATO”, como también los contenidos, ideas, análisis, conclusiones, recomendaciones y propuesta, son de exclusiva responsabilidad del autor.

Ambato, mayo del 2015.

.....

Damián Bladimir Coque Núñez

C.I: 180461246-1

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a Dios por brindarme salud y vida todos los días, así como también la fuerza para mantenerme firme ante las dificultades de la vida.

Agradezco también a mis padres Marlitt y Nelson, por su apoyo incondicional, la paciencia y sobre todo, el sacrificio que han hecho para dejarme la mejor herencia que es el estudio. Por no dejarme solo con mis problemas, demostrando una actitud fuerte y transparente, y por ser buen ejemplo de vida.

Agradezco a toda mi familia por haberme educado con cariño y siempre me han dejado una imagen de humildad y respeto.

Agradezco a mi hija por ser motivo de mi superación y transformar mi angustia en sed de superación

Agradezco también a todo el personal docente que siempre me ha guiado, y brindado apoyo durante toda la carrera, además del conocimiento necesario para desarrollarme como profesional. Un especial agradecimiento al Ing. Diego Núñez, Ing. Edison Viera, Ing. Gonzalo López y al Ing. Jorge Guamanquispe por haber guiado y supervisado la elaboración de este proyecto, de manera muy profesional y paciente. También al Ing. Mauricio Mayorga por su colaboración en la construcción de la máquina.

Y como no agradecer a mis amigos por brindarme su sincera amistad en momentos difíciles, e innumerables momentos de alegría.

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo a mi madre Marlitt Núñez por ser la persona que siempre ha estado a mi lado aconsejando, apoyando y dándome ánimos para seguir adelante, por ser el pilar fundamental de lo que soy ahora y por tener infinita paciencia y amor con todos sus hijos. A mi padre Nelson Coque por ser ejemplo de padre, persona y profesional, forjando mi carácter como una persona de bien y siempre mostrándose como un ser humano justo y transparente. A mis hermanos Ricardo, José y Doménica por hacer mi vida más alegre.

También quiero dedicar este trabajo a mi querida hija Nathaly, por llenar mi vida de felicidad y ser el objetivo primordial de mi superación.

Y por último a mis tíos Washington, Marcelo, Patricio, Lucia, Adela, Stalin y mi abuela Clarita que con humildad y paciencia me guiaron por buen camino y ayudaron a vencer obstáculos, por estar siempre ahí brindándome con cariño, palabras de aliento.

## RESUMEN EJECUTIVO

Luego de analizar las causas de la baja productividad en el proceso de pulido de maíz en la empresa INKLERSA S.A. en el mercado mayorista de Ambato, la tesis “ESTUDIO DE PARÁMETROS TÉCNICOS EN EL PROCESO DE PULIDO MECÁNICO Y SU EFECTO EN LA PRODUCTIVIDAD DE MAÍZ BLANCO DE LA EMPRESA INKLERSA S.A. EN EL MERCADO MAYORISTA DE AMBATO”, tiene por objeto diseñar y construir una máquina pulidora eficiente, que cubra las necesidades de producción de la empresa tomando en cuenta todos los parámetros técnicos para obtener un pulido de calidad. La máquina posee un sistema formado por un eje con un rodillo abrasivo compuesto por discos de pulido dispuestos en forma vertical, un cilindro perforado (tamiz) alrededor del rodillo abrasivo, y una turbina de extracción.

El rodillo genera fricción desprendiendo el pericarpio del grano de maíz, una turbina extrae el pericarpio y separará el grano del pericarpio a través del tamiz enviando el afrecho resultante junto con otros desperdicios que se encuentran entre los granos de maíz, a un saco que posteriormente este afrecho es procesado para realizar alimento para animales de granja. Como resultado se obtiene maíz pilado listo para comercializar. Su diseño compacto facilita el transporte, permite un pulido de calidad, es eficiente y de bajo costo además es fácil de operar. Las partes de la máquina se diseñaron y construyeron utilizando materiales y factores de seguridad que garantizan la rigidez y resistencia de los elementos mecánicos, acorde con normas y libros.

Las pruebas se realizaron con maíz de tipo GUAGAL o conocido comúnmente como costeño a diferentes tiempos y velocidades de operación, determinando así las condiciones óptimas para el correcto pulido. Las partes funcionan de acuerdo al propósito de diseño, esto significa que no se rompe el maíz pero que si se lo desprende del pericarpio el cual se expulsa junto con otros residuos al exterior. La máquina presta servicio a una empresa ayudando de esta forma al desarrollo agroindustrial de la empresa y consecuentemente de la provincia de Tungurahua. Asiéndose presente el aporte social científico y tecnológico en este hecho.

# ÍNDICE DE CONTENIDOS

	Pág.
CAPÍTULO I.....	1
1.1 TEMA .....	1
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	1
1.3 CONTEXTUALIZACIÓN .....	1
1.3.1 ANÁLISIS CRÍTICO .....	7
1.3.2 PROGNOSIS .....	7
1.3.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	8
1.3.4 PREGUNTAS DIRECTRICES .....	8
1.3.5 DELIMITACIÓN DEL OBJETO A INVESTIGAR .....	8
1.4 JUSTIFICACIÓN .....	9
1.5 OBJETIVOS .....	11
1.5.1 OBJETIVO GENERAL.....	11
1.5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	11
CAPÍTULO II .....	12
2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS.....	12
2.2 FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA.....	14
2.3 FUNDAMENTACIÓN LEGAL.....	15
2.3.1 LEY ORGÁNICA DEL MINISTERIO DE AGRICULTURA .....	15
2.3.2 NORMAS EMPLEADAS EN LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO. .	16
2.3.3 ALINORM 95/29 .....	17
2.4 CATEGORÍAS FUNDAMENTALES .....	20
2.4.1 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	20
2.4.2 SISTEMAS MECÁNICOS.....	22
2.4.3 DISEÑO MECÁNICO.....	24
2.4.4 ESTRUCTURA DEL GRANO DE MAÍZ.....	24
2.4.5 RELACIÓN PERICARPIO-DUREZA.....	28
2.4.6 MAQUINARIA AGROINDUSTRIAL .....	30

2.4.7 DESARROLLO AROINDUSTRIAL.....	31
2.4.8 PLANTAS INDUSTRIALES .....	32
2.4.9 CONTROL DE CALIDAD .....	33
2.4.10 PRODUCTIVIDAD.....	34
2.5 HIPÓTESIS.....	35
2.6 SEÑALAMIENTO DE VARIABLES.....	36
2.6.1 VARIABLE INDEPENDIENTE.....	36
2.6.2 VARIABLE DEPENDIENTE .....	36
 CAPÍTULO III.....	 37
3.1 ENFOQUE INVESTIGATIVO .....	37
3.2 MODALIDAD DE LA INVESTIGACIÓN .....	37
3.2.1 INVESTIGACIÓN DE CAMPO .....	37
3.2.2 INVESTIGACIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	37
3.2.3 INVESTIGACIÓN EXPERIMENTAL.....	38
3.3 NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	38
3.3.1 INVESTIGACIÓN EXPLORATORIA .....	38
3.3.2 INVESTIGACIÓN DESCRIPTIVA.....	38
3.3.3 INVESTIGACIÓN EXPLICATIVA .....	38
3.4 POBLACIÓN Y MUESTRA.....	39
3.4.1 POBLACIÓN.....	39
3.4.2 MUESTRA.....	39
3.5 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES .....	40
3.5.1 VARIABLE INDEPENDIENTE: Estudio de parámetros técnicos en el proceso de pulido mecánico del maíz .....	40
3.5.2 VARIABLE DEPENDIENTE: Productividad de maíz blanco de la empresa INKLERSA S.A en Ambato .....	41
3.6 PLAN DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN .....	42
3.7 PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS .....	43
 CAPÍTULO IV.....	 44
4.1 ANÁLISIS DE RESULTADOS .....	44



4.2 ESTUDIO DE LAS ALTERNATIVAS .....	49
4.2.1 ALTERNATIVA 1: MÁQUINA PULIDORA DE MAÍZ POR MEDIO DE CUCHILLAS .....	49
4.2.2 ALTERNATIVA 2: MÁQUINA PULIDORA DE MAÍZ POR MEDIO DE RODILLO ABRASIVO.....	52
4.2.3 ANÁLISIS Y SELECCIÓN.....	54
4.2.4 TABLA DE CONCLUSIONES.....	60
4.3 DISEÑO DE LA MÁQUINA PULIDORA DE MAÍZ .....	61
4.4 DISEÑO DEL SISTEMA DE PULIDO .....	64
4.5 DISEÑO DEL SISTEMA DE LIMPIEZA .....	93
4.6 DISEÑO DE LA BANCADA.....	115
4.7 DISEÑO DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE LA MÁQUINA .....	123
4.7.1 CARACTERÍSTICAS DE LOS MOTORES .....	123
4.7.2 SELECCIÓN DE CONTACTORES .....	123
4.7.3 SELECCIÓN DEL DISYUNTOR.....	123
4.7.4 SELECCIÓN DE CABLES .....	124
4.8 ANÁLISIS DE PARÁMETROS TÉCNICOS DE PILADO DE MAÍZ .....	127
4.9 ANÁLISIS DE COSTOS .....	133
4.9.1 COSTOS DIRECTOS.....	133
4.9.2 COSTOS INDIRECTOS.....	135
4.9.3 COSTO TOTAL. ....	135
4.9.4 DETERMINACIÓN DEL COSTO DE UN QUINTAL DE MAÍZ PULIDO POR EL PROCESO MECÁNICO.....	138
4.9.5 DETERMINACIÓN DEL COSTO DE UN QUINTAL DE MAÍZ PULIDO POR EL PROCESO MANUAL. ....	138
4.9.6 CÁLCULO DEL TIR Y EL VAN .....	139
4.9.7 CÁLCULO RELACIÓN BENEFICIO COSTO.....	140
4.10 ANÁLISIS DE LA PRODUCTIVIDAD .....	141
4.10.1 PRODUCTIVIDAD DEL PROCESO MANUAL .....	141
4.10.2 PRODUCTIVIDAD DEL PROCESO MECÁNICO.....	141
4.11 VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS .....	142
CAPÍTULO V .....	143

5.1 CONCLUSIONES .....	143
5.2 RECOMENDACIONES .....	144
 CAPÍTULO VI.....	 146
6.1 TEMA DE LA PROPUESTA.....	146
6.2 ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA .....	146
6.3 JUSTIFICACIÓN .....	147
6.4 OBJETIVOS .....	147
6.4.1 OBJETIVO GENERAL.....	147
6.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	147
6.5 ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD .....	148
6.6 FUNDAMENTACIÓN .....	148
6.6.1 MISIÓN DEL MANTENIMIENTO.....	148
6.6.2 TIPOS DE MANTENIMIENTO .....	149
6.7 METODOLOGÍA .....	150
6.7.1 GUÍA DE INSTALACIÓN. ....	150
6.7.2 GUÍA DE OPERACIÓN.....	151
6.7.3 GUÍA DE MANTENIMIENTO .....	155
6.7.4 SOLUCIÓN A PROBLEMAS COMUNES .....	160
6.8 ADMINISTRACIÓN.....	162
6.9 PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN .....	162
6.9.1 CONTROL GENERAL DE LA MÁQUINA .....	163
6.10 BIBLIOGRAFÍA .....	164

## TABLAS

	Pág.
Tabla 1. 1 El maíz Blanco: estimación de la producción mundial.....	3
Tabla 1. 2 El maíz Blanco: estimación de la producción mundial (Continuación). 4	4
Tabla 1. 3 Porcentaje de la superficie total de maíz en el mundo.....	5
Tabla 1. 4 Oferta efectiva mensual de maíz blanco en el mercado nacional .....	6

Tabla 2. 1 Media de las características físicas evaluadas a partir del grano entero y pericarpio de nueve genotipos de maíz .....	29
Tabla 3. 1 Operacionalización de la variable independiente.....	40
Tabla 3. 2 Operacionalización de la variable dependiente.....	41
Tabla 3. 3 Plan de recolección de información .....	42
Tabla 4. 1 Resultados de la encuesta realizada a los trabajadores de la empresa INKLERSA .....	44
Tabla 4. 2 Cuadro de ventajas y desventajas de la opción 1 .....	51
Tabla 4. 3 Cuadro de ventajas y desventajas de la segunda opción.....	53
Tabla 4. 4 Evaluación del peso de mayor a menor de los parámetros funcionales	56
Tabla 4. 5 Peso específico de cada parámetro funcional .....	56
Tabla 4. 6 Evaluación del criterio costo de fabricación .....	57
Tabla 4. 7 Evaluación del criterio costo de mantenimiento .....	58
Tabla 4. 8 Evaluación del criterio capacidad .....	58
Tabla 4. 9 Evaluación del criterio consumo de energía .....	59
Tabla 4. 10 Evaluación del criterio fabricación .....	59
Tabla 4. 11 Evaluación del criterio mantenimiento .....	59
Tabla 4. 12 Evaluación del criterio tamaño .....	60
Tabla 4. 13 Tabla de conclusiones .....	60
Tabla 4. 14 Grados a los que empieza a resbalar un grano de maíz por el disco..	73
Tabla 4. 15 Tiempos de traslado de un grano de maíz desde A hacia B.....	74
Tabla 4. 16 Tabla de las características del rodamiento cónico KM12649, .....	90
Tabla 4. 17 Determinación de parámetro Htab por interpolación.....	104
Tabla 4. 18 Propiedades del acero ASTM A36.....	117
Tabla 4. 19 Atributos y entradas necesarias para restricción .....	118
Tabla 4. 20 Cantidad de afrecho removido en 2.23 [qq] de muestra .....	127
Tabla 4. 21 Peso de afrecho removido .....	128
Tabla 4. 22 Tabulación de datos de pulido manual.....	129
Tabla 4. 23 Tabulación de datos de pulido con máquina.....	130
Tabla 4. 24 Calidad del proceso manual .....	132
Tabla 4. 25 Calidad del proceso mecánico.....	132
Tabla 4. 26 Detalle de los costos de materiales .....	134
Tabla 4. 27 Detalle de costos directos.....	135

Tabla 4. 28 Detalle de costos indirectos.....	135
Tabla 4. 29 Detalle del costo total.....	135
Tabla 4. 30 Tabla de la depreciación anual de la máquina .....	136

## ILUSTRACIONES

	Pág.
Ilustración 1. 1 Distribución del maíz blanco en los diferentes mercados del país	6
Ilustración 2. 1 Proceso de pulido de maíz mediante piedras abrasivas.....	14
Ilustración 2. 2 Piedras abrasivas empleadas para pulir maíz manualmente .....	14
Ilustración 2. 3 Categorización de variables .....	20
Ilustración 2. 4 Modelo del efecto de la fricción .....	21
Ilustración 2. 5 Modelo del efecto de la abrasión .....	21
Ilustración 2. 6 Partes de una máquina pulidora de grano .....	23
Ilustración 2. 7 Corte transversal de un grano de maíz .....	25
Ilustración 2. 8 Corte longitudinal de un grano de maíz .....	25
Ilustración 2. 9 Microestructura de la superficie dura (pericarpio) y el fondo blando (endospermo) del grano de maíz; H representa al pericarpio y S al endospermo .	27
Ilustración 2. 10 Pulidora de Maíz SKU-OE .....	30
Ilustración 4. 1 Diagrama estadístico de pregunta 1	45
Ilustración 4. 2 Diagrama estadístico de la pregunta 2 .....	45
Ilustración 4. 3 Diagrama estadístico de la pregunta 3 .....	45
Ilustración 4. 4 Diagrama estadístico de la pregunta 4 .....	46
Ilustración 4. 5 Diagrama estadístico de la pregunta 5 .....	46
Ilustración 4. 6 Diagrama estadístico de la pregunta 6 .....	47
Ilustración 4. 7 Diagrama estadístico de la pregunta 7 .....	47
Ilustración 4. 8 Diagrama estadístico de la pregunta 8 .....	48
Ilustración 4. 9 Diagrama estadístico de la pregunta 9 .....	48
Ilustración 4. 10 Diagrama estadístico de la pregunta 10 .....	49
Ilustración 4. 11 Pulidora de maíz por medio de cuchillas .....	50
Ilustración 4. 12 Partes de la pulidora de maíz por medio de cuchillas .....	51
Ilustración 4. 13 Pulidora de maíz por medio de rodillo abrasivo .....	52
Ilustración 4. 14 Partes de Pulidora de maíz por medio de rodillo abrasivo.....	52

Ilustración 4. 15 Prototipo para obtener primeros parámetros técnicos de pulido	61
Ilustración 4. 16 Dimensiones principales de un grano de maíz.....	62
Ilustración 4. 17 Medición del largo de un grano de maíz dimensión (a).....	62
Ilustración 4. 18 Medición del ancho de un grano de maíz dimensión (b) .....	63
Ilustración 4. 19 Medición del espesor de un grano de maíz dimensión (c).....	63
Ilustración 4. 20 Medición del peso de un grano de maíz.....	63
Ilustración 4. 21 Esquema de la forma de los granos de la piedra.....	65
Ilustración 4. 22 Código de designación de piedras abrasivas.....	66
Ilustración 4. 23 Dimensiones principales de la cámara de pulido .....	67
Ilustración 4. 24 Comprobación del número de granos de maíz por disco .....	70
Ilustración 4. 25 Diagrama para identificar las fuerzas ejercidas por el peso.....	72
Ilustración 4. 26 Dimensiones para el cálculo de la fricción .....	74
Ilustración 4. 27 Diagrama de cuerpo libre del grano de maíz .....	75
Ilustración 4. 28 Diagrama de cuerpo libre del eje principal .....	80
Ilustración 4. 29 Propiedades de masa del eje principal .....	85
Ilustración 4. 30 Disposición de rodamientos .....	86
Ilustración 4. 31 Carga axial equivalente.....	87
Ilustración 4. 32 Velocidad de entrada y salida de aire en la turbina.....	95
Ilustración 4. 33 Dimensiones de voluta y turbina.....	98
Ilustración 4. 34 Relación de velocidades en la periferia del rotor .....	98
Ilustración 4. 35 Ángulo de contacto .....	102
Ilustración 4. 36 Disposición de elementos internos.....	107
Ilustración 4. 37 Diagrama de cuerpo libre del eje de la turbina .....	107
Ilustración 4. 38 Disposición de poleas para el sistema de limpieza .....	108
Ilustración 4. 39 Diagrama de cuerpo libre de la polea .....	108
Ilustración 4. 40 Descomposición de fuerzas en el plano X-Y .....	109
Ilustración 4. 41 Diag. de fuerzas cortantes y momentos flectores plano x-y ....	110
Ilustración 4. 42 Descomposición de fuerzas en el plano X-Z .....	110
Ilustración 4. 43 Diagramas de fuerzas cortantes y momentos flectores plano X-Z .....	111
Ilustración 4. 44 Estructura o bancada de la máquina.....	116
Ilustración 4. 45 Selección del tipo de análisis .....	116
Ilustración 4. 46 Tipo de unión entre componentes .....	117

Ilustración 4. 47 Tipo de sujeción .....	118
Ilustración 4. 48 Aplicación de carga de presión sobre la estructura.....	119
Ilustración 4. 49 Aplicación de carga de presión .....	119
Ilustración 4. 50 Aplicación de fuerza en los agujeros de la bancada.....	120
Ilustración 4. 51 Aplicación de fuerza de torsión .....	120
Ilustración 4. 52 Control de mallado para la estructura .....	121
Ilustración 4. 53 a) Esfuerzo tridimensional general; b) Esfuerzo plano con cortantes transversales.....	121
Ilustración 4. 54 Trazado de esfuerzos ( $\sigma_{Min}=0.505[Kpa]$ ; $\sigma_{Max}=119.546[Mpa]$ ) .....	122
Ilustración 4. 55 Trazado de Factor de seguridad ( $n= 2.1$ ) .....	122
Ilustración 4. 56 Circuito abierto para encendido de máquina.....	125
Ilustración 4. 57 Circuito cerrado para el encendido de la máquina.....	125
Ilustración 4. 58 Configuración final de la máquina.....	126
Ilustración 4. 59 Maíz pulido, resultante de las pruebas con la máquina.....	126
Ilustración 4. 60 Afrecho extraído con la máquina .....	126
Ilustración 4. 61 Porcentaje de afrecho removido a distintas [rpm] .....	127
Ilustración 4. 62 Peso de afrecho removido en distintos tiempos.....	128
Ilustración 4. 63 Cantidad vs Tiempo (proceso manual) .....	129
Ilustración 4. 64 Cantidad vs Tiempo (pulido mecánico).....	130
Ilustración 4. 65 Comparación capacidad de pulido manual vs mecánico [lb/min] .....	131
Ilustración 4. 66 Comparación capacidad de pulido manual vs mecánico [qq/h]	131
Ilustración 4. 67 Comparación de la calidad entre los procesos de pulido .....	133
Ilustración 6. 1 Cimentación para el montaje de la máquina.....	150
Ilustración 6. 2 Área requerida para la ubicación de la máquina.....	151
Ilustración 6. 3 Inspección visual del acople .....	152
Ilustración 6. 4 Compuerta de salida del producto (abierta).....	152
Ilustración 6. 5 Compuerta de salida del producto (Cerrada) .....	152
Ilustración 6. 6 Turbina para extracción del afrecho.....	154
Ilustración 6. 7 Tolva para colocación del producto .....	154
Ilustración 6. 8 Extracción de la tolva.....	156
Ilustración 6. 9 Extracción de pernos de la tapa.....	156

Ilustración 6. 10 Extracción de la tapa .....	157
Ilustración 6. 11 Extracción de cilindro y tamiz .....	157
Ilustración 6. 12 Extracción del seguro para apriete de los discos .....	158
Ilustración 6. 13 Extracción del seguro polea eje .....	158
Ilustración 6. 14 Extracción de tapas laterales de la turbina .....	159
Ilustración 6. 15 Extracción de los elementos internos de la turbina.....	159

# **CAPÍTULO I**

## **EL PROBLEMA**

### **1.1 TEMA**

ESTUDIO DE PARÁMETROS TÉCNICOS EN EL PROCESO DE PULIDO MECÁNICO Y SU EFECTO EN LA PRODUCTIVIDAD DE MAÍZ BLANCO DE LA EMPRESA INKLERSA S.A. EN EL MERCADO MAYORISTA DE AMBATO

### **1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **1.3 CONTEXTUALIZACIÓN**

“Con el crecimiento del mercado en el sector del maíz blanco se van generando problemas dentro de la industria alimenticia principalmente en los procesos de limpieza y pulido del grano, existiendo una gran diferencia entre el volumen de materia prima que ingresa, frente al volumen de salida, lo que obliga a la adquisición de nueva maquinaria y equipos, que mejoren el sistema de producción teniendo en cuenta un criterio de selección en el trabajo específico a realizar. Esto ha llevado a que muchos sistemas como en el caso de la limpieza y el pulido a mano, se encuentren obsoletos y no funcionen de una manera óptima y eficiente. Por ende, es necesario analizar la resistencia que presentan las partículas no consumibles y agentes contaminantes en el maíz los cuales son condicionantes en el proceso de producción de maíz pulido. El maíz sin duda es uno de los alimentos de primer orden a nivel mundial, que también genera grandes sumas de dinero, y es imprescindible su presentación para mejorar la utilidad en las empresas y en si mejorar la calidad del producto para el consumo humano



La necesidad de elaborar productos mejorando su calidad cada vez más obliga a productores, exportadores, expendedores, etc., a sacar al mercado un producto de alta calidad y excelente presentación para poder competir con otras empresas similares. La existencia de maquinaria sembradora, fumigadora, cosechadora, etc., realizan un trabajo específico, a la vez que el pulido y la limpieza del maíz se lo realiza de una manera compleja y conlleva pérdida de materia prima y tiempo. Se estima que la producción mundial actual de maíz blanco es de unos 65-70 millones de toneladas tabla 1.1, cantidad que representa el 12-13% de la producción mundial anual de todos los tipos de maíz. Más del 90% del maíz blanco se produce en los países en desarrollo, donde representa la cuarta parte de la producción total de maíz y un poco menos de dos quintas partes de la superficie total de maíz.” (Ransom, A y Palmer, B, 2006)

Según la (FAO, 2012) “El maíz amarillo y el blanco ocupan superficies aproximadamente iguales si se excluye el maíz cultivado en las zonas templadas tabla 1.2. En el mundo en desarrollo, la superficie sembrada con maíz blanco es mayor que la del maíz amarillo en las zonas tropicales de tierras altas y subtropicales de altitudes intermedias, y el maíz blanco ocupa alrededor del 40% de la superficie de maíz en las tierras bajas tropicales.

Argentina, Brasil y China tienen más del 60% de la producción total de maíz en el mundo en desarrollo; a China sola le corresponde el 45%. Cuando se excluye a estos países, el maíz blanco ocupa más del 60% de la superficie de maíz en los países en desarrollo y apenas menos del 60% de la producción total de maíz en esos países. Por el contrario, el maíz blanco es un producto de mucha menor importancia en el mundo desarrollado.

Por ejemplo, en los Estados Unidos de América, con mucho el mayor productor de maíz en el mundo, el cultivo de maíz blanco constituye menos del 1% de la producción total de maíz del país, y es realizado en gran parte por agricultores contratados a causa del mercado relativamente limitado.”

“Entre las regiones geográficas individuales de los países en desarrollo, la producción de maíz blanco tiene una importancia fundamental en África. En esta

región, que produce alrededor de la tercera parte del maíz blanco de todo el mundo, representa aproximadamente el 90% de la producción total de maíz de la región. Los principales productores son Kenya, Malawi, Tanzania, Zambia y Zimbabwe, países donde el maíz blanco constituye entre las dos terceras partes y el 90% de la producción total de cereales.

Otros productores importantes de la región son Egipto, Etiopía y Nigeria, donde el maíz blanco representa el 15-35% de la producción total de cereales.

En estos últimos países, el maíz blanco rivaliza en importancia con otros cereales como el trigo, el arroz, el mijo y el sorgo.” (Ransom, A y Palmer, B, 2006)

**Tabla 1. 1** El maíz Blanco: estimación de la producción mundial

	1979-81	1989-91	1992	1993	1994	1995	1996	Tasas de crecimiento anual de la producción entre 1979-81 y 1989-91		Participación media estimada del maíz blanco en la prod. total de maíz
	promedio	promedio						Prod. Total	Per Cápita	
	(..... Miles de toneladas .....)							(..... porcentaje .....)		
<b>EN DESARRO.</b>	39 951	52 373	53 343	60 193	59 341	58 750	63 205	2,7	0,6	
<b>Africa</b>	15 864	22 850	19 170	24 609	24 203	24 200	27 298	3,7	0,7	
Afr. del Norte	3 050	4 654	4 860	4 827	5 392	5 019	5 479	4,3	1,5	
Egipto	3 001	4 576	4 816	4 787	5 272	4 919	5 318	4,3	1,7	95
Afr. Occidental	1 558	3 450	3 289	4 165	3 556	3 824	3 950	8,3	4,9	
Benin	274	401	437	459	466	440	479	3,9	1,6	95
Côte d'Ivoire	246	348	377	370	399	410	391	3,5	-0,3	70
Ghana	342	660	658	865	846	931	907	6,8	3,3	90
Nigeria*	539	1 759	1 530	2 070	1 980	1 840	n.a.	12,6	9,0	90
Togo	134	241	250	354	243	203	373	6,0	2,9	90
Afr. Central	1 274	1 559	1 728	1 674	1 673	2 007	2 114	2,0	-0,1	
Angola	303	228	369	274	201	235	398	-2,8	-5,4	100
Camerún	397	382	361	409	428	621	622	-0,4	-3,2	95
Zaire	574	949	999	992	1 045	1 106	1 044	5,2	1,8	95
Afr. Oriental	9 742	12 881	9 163	13 745	13 254	13 039	15 370	3,1	0,1	
Etiopía	1 224	1 771	1 800	1 649	2 026	2 509	3 260	3,8	1,2	100
Kenya	1 714	2 420	2 430	2 089	3 060	2 699	2 079	3,5	0,0	100
Malawi	1 275	1 481	612	2 034	1 040	1 661	1 793	1,5	-2,8	100
Mozambique	383	370	133	533	526	734	947	-0,3	-2,0	100
Somalia	120	238	101	79	149	146	142	7,1	4,4	100
Tanzania	1 762	2 634	2 226	2 282	2 159	2 567	2 314	4,1	0,7	100
Uganda	361	598	657	805	901	950	800	5,2	2,1	100
Zambia	941	1 345	483	1 598	1 020	738	1 410	3,6	0,1	100
Zimbabwe	1 738	1 766	344	2 434	2 210	798	2 375	0,2	-3,1	95 <sup>1</sup>
Afr. del Sur	240	306	130	198	328	276	385	2,5	-0,5	
Lesotho	112	139	61	92	175	72	199	2,2	-0,5	100
Swazilandia	85	122	54	73	99	76	136	3,7	0,8	100

Fuente: (FAO, 2012)

**Tabla 1. 2** El maíz Blanco: estimación de la producción mundial (Continuación)

<b>América Cen.</b>	<b>13 162</b>	<b>14 985</b>	<b>18 665</b>	<b>19 817</b>	<b>19 595</b>	<b>17 827</b>	<b>18 892</b>	<b>1,3</b>	<b>-1,1</b>	
El Salvador	491	537	671	599	457	615	599	0,9	-0,5	95
Guatemala	757	983	1 093	1 061	950	850	909	2,6	-0,2	80
Honduras	387	518	534	561	554	625	551	3,0	-0,5	95
México	11 273	12 618	16 083	17 219	17 324	15 378	16 435	1,1	-1,2	95
Nicaragua	174	251	239	270	229	314	316	3,7	0,9	95
<b>América Cen.</b>	<b>13 162</b>	<b>14 985</b>	<b>18 665</b>	<b>19 817</b>	<b>19 595</b>	<b>17 827</b>	<b>18 892</b>	<b>1,3</b>	<b>-1,1</b>	
El Salvador	491	537	671	599	457	615	599	0,9	-0,5	95
Guatemala	757	983	1 093	1 061	950	850	909	2,6	-0,2	80
Honduras	387	518	534	561	554	625	551	3,0	-0,5	95
México	11 273	12 618	16 083	17 219	17 324	15 378	16 435	1,1	-1,2	95
Nicaragua	174	251	239	270	229	314	316	3,7	0,9	95
<b>Caribe</b>	<b>55</b>	<b>61</b>	<b>69</b>	<b>72</b>	<b>73</b>	<b>70</b>	<b>80</b>	<b>0,9</b>	<b>0,6</b>	
<b>Amér. del Sur</b>	<b>2 259</b>	<b>2 764</b>	<b>2 951</b>	<b>3 091</b>	<b>3 170</b>	<b>3 490</b>	<b>3 302</b>	<b>2,0</b>	<b>0,0</b>	
Argentina	467	295	535	545	518	570	523	-4,5	-5,8	5
Bolivia**	157	125	129	151	161	156	174	-2,3	-4,7	30
Brasil	385	477	611	600	650	726	640	2,2	0,1	2
Colombia	521	707	634	678	697	620	635	3,1	1,1	60 <sup>2</sup>
Ecuador**	43	104	106	116	116	114	130	9,2	6,4	20
Perú**	196	201	130	193	182	179	205	0,3	-1,5	25
Venezuela	437	770	760	758	796	1 080	945	5,8	3,2	90 <sup>3</sup>
<b>Asia</b>	<b>8 611</b>	<b>11 714</b>	<b>12 488</b>	<b>12 604</b>	<b>12 300</b>	<b>13 163</b>	<b>13 633</b>	<b>3,1</b>	<b>1,1</b>	
China	3 031	4 575	4 789	5 149	4 977	5 612	5 963	4,2	2,7	5
India	519	709	804	758	716	755	810	3,2	1,1	8
Indonesia	1 412	2 238	2 798	2 261	2 404	2 886	2 805	4,7	2,6	35
Nepal	242	424	452	420	446	456	466	5,8	2,9	35
Pakistán	509	654	651	667	725	701	704	2,5	-0,7	55
Filipinas	2 857	3 040	2 919	3 266	2 937	2 683	2 775	0,6	-1,4	65
<b>DESARRO.</b>	<b>5 879</b>	<b>5 983</b>	<b>2 915</b>	<b>6 166</b>	<b>8 898</b>	<b>3 885</b>	<b>7 688</b>	<b>0,2</b>	<b>-0,5</b>	
EE.UU.*	939	1 000	1 444	1 600	1 700	1 715	1 702	0,6	-0,3	1
Sudáfrica**	4 882	4 909	1 377	4 496	6 118	2 120	5 836	0,1	-2,4	45
<b>MUNDO</b>	<b>45 830</b>	<b>58 356</b>	<b>56 258</b>	<b>66 359</b>	<b>68 239</b>	<b>62 635</b>	<b>70 893</b>	<b>2,4</b>	<b>0,7</b>	

Nota: La suma de los países individuales no concuerda con el total de la subregión. \* Datos no oficiales \*\* Datos oficiales Fuente: FAO  
Hasta fines de los 80, 90 por ciento.  
<sup>2</sup> Hasta fines de los 70, 75 por ciento.  
<sup>3</sup> Hasta fines de los 80, 80 por ciento.

Fuente: (FAO, 2012)

(Cabrerizo, C., 2008) Explica que “la gran demanda del producto tanto en la localidad como en el extranjero obliga reducir tiempos de producción obteniéndose defectos en la presentación del producto y costo elevado. Se originan colapsos en la producción, inexistencia en el stock en temporadas altas de actividad comercial de este tipo de productos. Siendo la agricultura el mayor componente del producto interior básico del Ecuador, el maíz es el único cultivo con cobertura nacional que cubre una superficie de siembra aproximada de 500 mil hectáreas, de las cuales, la mitad es maíz amarillo duro cristalino, base de la Cadena del Maíz, que en su gran mayoría se siembra en el litoral ecuatoriano; mientras que el otro 50% es maíz de

altura (blanco), de subsistencia para un alto número de pequeños agricultores, caracterizados por un bajo ingreso económico y que constituye además la base de la dieta de la población rural andina.”

**Tabla 1. 3** Porcentaje de la superficie total de maíz en el mundo

Ambiente	Color		TOTAL
	Blanco	Amarillo	
Tierras bajas tropicales	18	26	44
Zonas subtropicales/tropicales de altitudes intermedias	14	8	22
Tierras altas tropicales/de transición	6	1	7
<b>Subtotal de las zonas anteriores</b>	<b>38</b>	<b>35</b>	<b>73</b>
Zonas templadas	1	26	27
<b>TOTAL</b>	<b>39</b>	<b>61</b>	<b>100</b>

**Fuente:** (Ransom, A y Palmer, B, 2006)

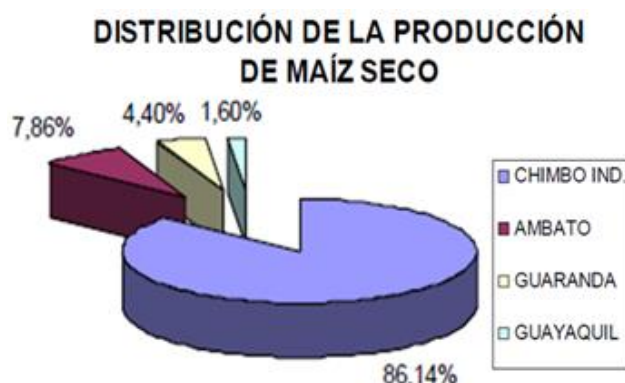
(Cabrerizo, C., 2008) Señala que “las principales zonas de producción de maíz duro, que se encuentran ubicadas en las provincias de Los Ríos (centro norte), Guayas (centro norte) y Manabí (centro y sur), presentan mucha variación, tanto en la aptitud agrícola de los suelos, como en el clima.

En cuanto al maíz blanco constituye el eje principal sobre el cual se desarrollan los sistemas de producción de los pequeños y medianos productores de la zona andina con una superficie cultivada que en el mejor de los casos llega a una hectárea por productor.

En la sierra, en la zona norte (Carchi, Imbabura y Pichincha) se siembran los maíces de tipo amarillo harinoso, en la zona central (Chimborazo, Tungurahua y especialmente Bolívar) se cultivan de preferencia los blancos harinosos y al sur (Cañar y Azuay) los materiales denominados Zhimas.

Es importante señalar que estos materiales sembrados a lo largo de la sierra ecuatoriana pertenecen a una gran diversidad genética nativa de maíz (17 razas de maíz criollas en la sierra ecuatoriana). Mención particular hay que hacer a Loja en cuyos valles tropicales de los cantones Pindal Celica y Zapotillo se cultiva el maíz amarillo duro en una superficie de alrededor de 20 000 ha.”

A continuación se muestra la distribución de la producción de maíz blanco en los diferentes mercados del Ecuador



**Ilustración 1. 1** Distribución del maíz blanco en los diferentes mercados del país

**Fuente:** (Rosillo, F., 2009)

**Tabla 1. 4** Oferta efectiva mensual de maíz blanco en el mercado nacional

ABASTECIMIENTO MENSUAL ESTACIONAL PROMEDIO DE MAÍZ BLANCO SECO EN EL MERCADO NACIONAL					
CIUDAD	Guayaquil	Ambato	Guaranda	Riobamba	Quito
	(Pequeños sacos)	(Pequeños sacos)	(Pequeños sacos)	(Pequeños sacos)	(Pequeños sacos)
<b>VOLUMEN</b>	18 Ton	90 Ton	50 Ton	13.76 Ton	34.399 Ton

**Fuente:** (Rosillo, F., 2009)

(Rosillo, F., 2009) Explica que “En primera instancia cabe recalcar que el maíz regresa para ser procesado en mote y otros derivados para el consumo, por esa razón es muy notable que el maíz seco presenta un gran índice de acopio por parte del cantón Ambato en la provincia de Tungurahua.

Siendo el 7.86% el porcentaje de maíz blanco destinado para el cantón Ambato.

También se pudo observar en la Ilustración 1.1 que el mayor acopio de maíz, es en el cantón San José de Chimbo con el 86.14% de la producción total de la provincia del Bolívar, pero haciendo un paréntesis de que el maíz es fresco, no seco.”

### **1.3.1 ANÁLISIS CRÍTICO**

La gran demanda del producto tanto en la localidad como en el extranjero obliga a producir en menos tiempo obteniéndose defectos en la presentación del producto y costo elevado. Se originan colapsos en la producción, inexistencia en el stock en temporadas altas de actividad comercial de este tipo de productos.

El compromiso se hace latente al investigar sobre los procesos de manufactura de producción de maíz limpio y pulido, tomando en cuenta que se llega a facturar grandes pagos por mano de obra en pequeñas y medianas empresas, siendo este un egreso que se podría mejorar, el complicado manejo manual de la limpieza y pulido del maíz hace que el operario sufra lesiones en la columna principalmente, y por ende a corto o mediano plazo haya que renovar el personal.

Las elevadas pérdidas de producción se basan en la relación materia prima versus producto terminado elevando el costo del producto vendido, durante este proceso el propietario pierde dinero en mano de obra que pudiese ser aprovechada en otras labores, incrementando el tiempo de trabajo y al mismo tiempo reduce la calidad del producto terminado ocasionando pérdidas económicas. El uso limitado de los procesos de manufactura ha sido uno de los factores principales de la mala calidad en todos los procesos para obtener maíz pulido debido a que existe insuficiente información acerca del manejo correcto de los procesos de manufactura, además no se encuentran estándares preestablecidos para la obtención del mismo.

### **1.3.2 PROGNOSIS**

La competitividad de empresas relacionadas en esta área está reducida por un retraso en la producción y un maíz de baja calidad existen pérdidas de capital, inversión innecesaria y además interrupciones en el proceso de manufactura. Si la innovación se va dejando de lado por parte de las empresas dedicadas a la cosecha, venta, exportación, etc., del maíz y no se procura desarrollar técnicas y procesos sostenibles en la producción a la larga estas dejarán de ser competitivas, el mercado del maíz cada vez tendrá mayores pérdidas y dimitirá de ser una alternativa

sustentable alejándonos a salir del subdesarrollo, siendo las ventas del maíz el medio con el cual lograríamos dar trabajo a muchas familias y paliar en algo la falta de empleo en nuestro país.

### **1.3.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿Se mejorará la productividad de maíz blanco en la Empresa INKLERSA S.A. en el Mercado Mayorista de Ambato mediante un estudio de parámetros técnicos en el proceso de pulido mecánico?

### **1.3.4 PREGUNTAS DIRECTRICES**

¿Cuál es el procedimiento óptimo para pulir maíz blanco?

¿Cuáles son las características del sistema para obtener maíz pulido?

¿Cómo mejorar la productividad de maíz pulido?

¿Cómo determinar la mejora en el proceso del pulido de maíz?

### **1.3.5 DELIMITACIÓN DEL OBJETO A INVESTIGAR**

#### **1.3.5.1. DE CONTENIDO**

Control de Calidad

Mecanismos

Diseño de Elementos Mecánicos

Estructuras Metálicas

Vibraciones

### **1.3.5.2. DELIMITACIÓN ESPACIAL**

La investigación consta con estudios de campo los cuales se realizaron en la Empresa INKLERSA S.A en el Mercado Mayorista del Cantón Ambato. Además de ensayos experimentales que fueron realizados en los laboratorios de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica (Campus Huachi) de la Universidad Técnica de Ambato, Provincia de Tungurahua.

### **1.3.5.3. DELIMITACIÓN TEMPORAL**

El proyecto de investigación se ejecutó en el período de Noviembre del 2013 hasta Febrero del 2015.

## **1.4 JUSTIFICACIÓN**

En la industrialización de maíz se obtienen importantes subproductos utilizados como materias primas industriales para la alimentación humana y del ganado, por ende la industria de maíz en nuestro país ha tenido un crecimiento significativo tanto en el consumo interno y para la exportación.

Por lo que se vuelve importante la investigación acerca de los adecuados procesos de producción y técnicas empleadas en el transcurso de la operación.

El interés de esta investigación pretende analizar cuál es la principal causa de la baja producción del maíz pulido en el mercado mayorista, buscando mejorar los métodos de pulido, debido a que en la actualidad este proceso se realiza de forma manual.

Este trabajo es novedoso por el hecho de que se puede brindar una solución aplicable para todos los productores y servirá además para optimizar recursos, reduciendo el tiempo de procesamiento del maíz, disminuyendo el número de obreros para realizar esta operación, considerando los avances tecnológicos en el Agro.



La implementación de un sistema mecánico aumentará la cantidad del maíz pulido, obteniendo un producto sin residuos minimizando costos, y dejando atrás los métodos tradicionales y monótonos que causan demoras en la producción post cosecha del maíz.

En la presente investigación es susceptible de medir el incremento en la producción, los procesos de cambio en el pulido de maíz. Mediante métodos de comparación de costos, calidad de producto final y aprovechamiento de materia prima, etc.

La ejecución del proyecto es factible porque se dispone de los recursos y se tiene la información suficiente para desarrollar el proyecto, además se consta con la colaboración de los trabajadores de la empresa, que muestran una actitud positiva ante el mismo.

La industria del maíz en la provincia no tiene la capacitación necesaria y se desconoce sobre técnicas para aprovechar de una mejor manera la materia prima, hallándose en el sector la falta de maquinaria disponible para este tipo de procesos para pulir maíz.

La razón por la que se justifica realizar el proyecto se debe a la necesidad que tiene la pequeña industria del maíz e implementar su uso para mejorar el proceso de pulido de maíz que actualmente tiene una creciente demanda y se hace indispensable aumentar su producción y además eliminar las interrupciones en el proceso de manufactura; aportando a la misión y visión de la carrera debido a que propone un método que ayuda en el desarrollo del sector Agro de nuestra Provincia, teniendo en cuenta el cuidado del medioambiente.

La productividad es un aspecto muy importante al dar un valor agregado al maíz, debido a que el tiempo que se emplea en este proceso debe ser el más corto posible y la calidad con la que sale el producto debe ser alta, por esta razón se ha considerado como objetivo primordial realizar la transformación de este producto de una manera mucho más técnica y eficiente por medio de una máquina que realice la operación tomando en cuenta los parámetros técnicos, para un pulido de calidad, empleando el menor tiempo y así transformar este proceso a algo más lucrativo.

## **1.5 OBJETIVOS**

### **1.5.1 OBJETIVO GENERAL**

Establecer los parámetros técnicos en el proceso de pulido mecánico y su efecto en la productividad de maíz blanco de la empresa INKLERSA S.A. en el Mercado Mayorista de Ambato.

### **1.5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Establecer los parámetros óptimos para obtener un buen pulido de maíz blanco.

Determinar las características del sistema para el pulido de maíz.

Determinar el sistema mecánico más eficiente para mejorar la productividad de maíz pulido.

Cuantificar las pérdidas durante el proceso de pulido de maíz.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

La (TAIWANTRADE, 2010) dice que “el maíz es un cereal nativo de América, cuyo centro original de domesticación fue Mesoamérica. Debido a su productividad y adaptabilidad, el cultivo del maíz se ha extendido rápidamente a lo largo de todo el planeta después de que los españoles y otros europeos exportaran la planta desde América durante los siglos XVI y XVII. A partir de 1920 las máquinas se especializaron y entre 1950 y 1970 se desarrollaron máquinas más potentes y rígidas que aprovechaban los nuevos materiales de pulido desarrollados en aquel momento. Estas máquinas conformaron las primeras plantas procesadoras de maíz y tenían las siguientes características:”

Capacidad: 3,000 Kg/h.

Potencia requerida: 124 HP.

Limpiador y separador automático.

Rodillos de caucho descascarador con separador.

Separador de maizal automático.

Soplador de cáscaras.

Máquina pulidora por fricción

El maíz a pilarse seguía la siguiente cadena de proceso. Primero el maíz seco, que llega, es cargado y llevado a través de una tolva dentro de un limpiador y separador para obtener el material externo, tales como paja, impurezas y otros desechos. Una fuerza de aire hace volar los desechos de peso ligero y un mecanismo semejante a una manga es utilizado para separar las partículas más pesadas. Esta máquina realiza una separación constante independientemente del tamaño y condiciones de los granos.

El maíz es sujeto a una fuerza abrasiva para obtener las cáscaras. Después de la operación de limpieza y separación, los granos filtrados son llevados hacia una cámara descascaradora. El flujo del maizal será transformado uniformemente con la ayuda del rodillo alimentador.

La velocidad del flujo es controlada por una válvula reguladora. La cámara descascaradora es equipada con un par de rodillos de caucho los cuales giran hacia la dirección interna a varias velocidades.

El maizal es descascarado cuando pasa a través del despojador entre los rodillos de caucho. El despojador es ajustado por una agarradera o mango.

En la sección de aspirado, el maíz descascarado es separado de las cáscaras. Las cáscaras son sopladas fuera de la máquina por un ventilador y los granos inmaduros son descargados fuera de la máquina a través de un conducto. El maíz es pulido por fricción entre los granos de maíz al pasar a través del despojador entre el filtro y unos rodillos.

Un chorro de aire es soplado desde el ventilador, y pasado a través de la cavidad del mango principal y fluirá dentro de la cámara.

Las láminas de caucho son cerradas en el interior del armazón del tipo de fricción de la máquina pulidora de maíz así como para minimizar la intensa presión localizada y de esa manera evitar la excesiva rotura del maíz. Este logra una mayor uniformidad del lustre.

En el Barrio San Alfonso de la Parroquia Juan Benigno Vela, se pudo encontrar las piedras que se solían utilizar para realizar el proceso de pulido de maíz, además se muestra el modo de uso de las mismas.

Las piedras más grandes tienen una forma cóncava especial en la que se limita el recorrido del maíz lo que ayuda a que los maíces se mantengan en esta. Las piedras más pequeñas son porosas que sirven para quitar el afrecho del maíz, el maíz se deposita en la piedra cóncava y con la porosa se procede a realizar un movimiento que se produzca una fricción tal que levante el afrecho del maíz, para posteriormente soplar y así dejar el maíz descubierto.



**Ilustración 2. 1** Proceso de pulido de maíz mediante piedras abrasivas

**Fuente:** El Autor



**Ilustración 2. 2** Piedras abrasivas empleadas para pulir maíz manualmente

**Fuente:** El Autor

## **2.2 FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA**

El presente trabajo investigativo se encuentra ubicado en el paradigma Crítico-Propositivo; crítico porque se analizan los parámetros técnicos de pulido de maíz y propositivo por se busca una solución a la baja productividad de maíz blanco de la empresa INKLERSA S.A y a la falta de innovación de máquinas para pulir maíz blanco seco de los pequeños productores del mismo, esta etapa del proceso de

mejoramiento del maíz es de vital importancia porque en ella puede optimizarse el resultado económico del mismo; o encontrarse con una pérdida muy importante, es la etapa del proceso en donde más notoria se hace la relación costo-beneficio

## **2.3 FUNDAMENTACIÓN LEGAL**

### **2.3.1 LEY ORGÁNICA DEL MINISTERIO DE AGRICULTURA**

#### **DECRETO LEY N° 25902 [15]**

#### **TÍTULO II**

#### **DE LA FINALIDAD Y ÁMBITO**

**Artículo 2.-**El Ministerio de Agricultura, dentro del ámbito de una economía de mercado tiene por finalidad promover el desarrollo sostenido del Sector Agrario.

**Artículo 3.-**El ámbito del Sector Agrario comprende las tierras de uso agrícola, de pastoreo, forestal y crianzas de aptitud agraria; a su vez, los álveos y cauces de los ríos y sus márgenes, y otras fuentes acuíferas de uso agrario, la infraestructura hidráulica para la producción agraria; los recursos forestales, flora y fauna; los cultivos, la crianza animal, silvicultura, aprovechamiento de maderas y de productos silvestres; los servicios que le concierne en materia de tecnología agraria; de protección y sanidad agraria; lo relacionado a la conservación y manejo de los recursos naturales, la agroindustria, agro exportación y la comercialización de productos e insumos.

#### **LEY ORGÁNICA DE DESARROLLO ARTESANAL**

#### **TÍTULO I**

#### **GENERALIDADES**

#### **CAPÍTULO I**

**Art. 5.-DEFINICIONES.-** Para los efectos de la presente ley se entenderá por:

Artesanía.- Es el producto tangible e intangible de la actividad artesanal de artes u oficios realizados manualmente, con o sin ayuda de maquinaria, equipos o herramientas; con el objeto de producir bienes y/o prestar servicios, mediante la transformación de materias primas orgánicas e inorgánicas utilizando productos semi-elaborados, orgánicos e inorgánicos.

## **TÍTULO VII**

### **RÉGIMEN DEL BUEN VIVIR**

Capítulo primero (Inclusión y equidad)

Sección octava (Ciencia, tecnología, innovación y saberes ancestrales)

**Art. 386.-** El sistema comprenderá programas, políticas, recursos, acciones, e incorporará a instituciones del Estado, universidades y escuelas politécnicas, institutos de investigación públicos y particulares, empresas públicas y privadas, organismos no gubernamentales y personas naturales o jurídicas, en tanto realizan actividades de investigación, desarrollo tecnológico, innovación y aquellas ligadas a los saberes ancestrales.

El Estado, a través del organismo competente, coordinará el sistema, establecerá los objetivos y políticas, de conformidad con el Plan Nacional de Desarrollo, con la participación de los actores que lo conforman.

**Art. 388.-** El Estado destinará los recursos necesarios para la investigación científica, el desarrollo tecnológico, la innovación, la formación científica, la recuperación y desarrollo de saberes ancestrales y la difusión del conocimiento. Un porcentaje de estos recursos se destinará a financiar proyectos mediante fondos concursales. Las organizaciones que reciban fondos públicos estarán sujetas a la rendición de cuentas y al control estatal respectivo.

### **2.3.2 NORMAS EMPLEADAS EN LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO.**

American Gear Manufacturers Association (AGMA)

American Iron and Steel Institute (AISI)  
American National Standards Institute (ANSI)  
American Society of Mechanical Engineers (ASME)  
American Society of Testing and Materials (ASTM)  
International Standards Organization (ISO)  
Society of Automotive Engineers (SAE)

### **2.3.3 ALINORM 95/29**

## **APÉNDICE VIII**

### **ANTEPROYECTO DE NORMA REVISADA DEL CODEX PARA EL MAÍZ**

**(En el Trámite 5/8)**

Esta Norma se limita a las disposiciones esenciales relativas a la salud pública, la inocuidad de los alimentos y la protección del consumidor. Figuran disposiciones relativas a la calidad y la composición sobre las que ha habido un acuerdo internacional y que se recomiendan encarecidamente a los comerciantes para que formen, cuando convenga, la base de contratos de compra y venta.

#### **1. ÁMBITO DE APLICACIÓN**

La presente norma se aplica al maíz para el consumo humano, es decir, listo para ser utilizado como alimento humano, presentado en forma envasada o vendido suelto directamente del envase al consumidor. En esta Norma se especifican los requisitos para el maíz en grano entero desgranado de tipo dentado. *Zea mays indentata* L., y/o el maíz desgranado de grano duro. *Zea mays indurata* L., o para sus híbridos.

#### **2. DESCRIPCIÓN**

##### **2.1 Definición del producto**

Por maíz se entienden los granos desgranados de las especies definidas en el ámbito de aplicación.



### **3. COMPOSICIÓN ESENCIAL Y FACTORES DE CALIDAD**

#### **3.1 Factores de calidad - Generales**

**3.1.1** El maíz deberá ser inocuo y apropiado para el consumo humano.

**3.1.2** El maíz deberá estar exento de sabores y olores extraños y de insectos vivos.

**3.1.3** El maíz deberá estar exento de suciedad en cantidades que puedan representar un peligro para la salud humana.

#### **3.2 Factores de calidad - Específicos**

##### **3.2.1 Contenido de humedad**

Para determinados destinos, por razones de clima, duración del transporte y almacenamiento, deberían requerirse límites de humedad más bajos.

##### **3.2.2 Materias extrañas**

Son los componentes orgánicos e inorgánicos que no sean maíz; granos rotos, otros granos y suciedad. La suciedad son las impurezas de origen animal (incluidos insectos muertos) 0,1% m/m máximo

##### **3.2.2.3 Otras materias orgánicas extrañas**

Se definen como componentes orgánicos que no sean granos de cereales comestibles (semillas extrañas, tallos, etc.) (1,5% m/m máx.).

### **4. CONTAMINANTES**

#### **4.1 Metales pesados**

El maíz deberá estar exento de metales pesados en cantidades que puedan representar un peligro para la salud humana.

### **5. HIGIENE**

**5.1** Se recomienda que el producto regulado por las disposiciones de esta Norma se prepare y manipule de conformidad con las secciones apropiadas del Código Internacional de Prácticas Recomendado - Principios Generales de Higiene de los

Alimentos (CAC/RCP 1 -1969, Rev.2-1985), y otros códigos de prácticas recomendados por la Comisión del Codex Alimentarius que sean pertinentes para este producto.

## **6. ENVASADO**

**6.1** El maíz deberá envasarse en recipientes que salvaguarden las cualidades higiénicas, nutritivas, tecnológicas y organolépticas del producto.

**6.2** Los recipientes, incluido el material de envasado, deberán estar fabricados con sustancias que sean inocuas y adecuadas para el uso al que se destinan. No deberán transmitir al producto ninguna sustancia tóxica ni olores o sabores desagradables.

**6.3** Cuando el producto se envase en sacos, éstos deberán estar limpios, ser resistentes, y estar bien cosidos o sellados.

## **8. MÉTODOS DE ANÁLISIS Y MUESTREO**

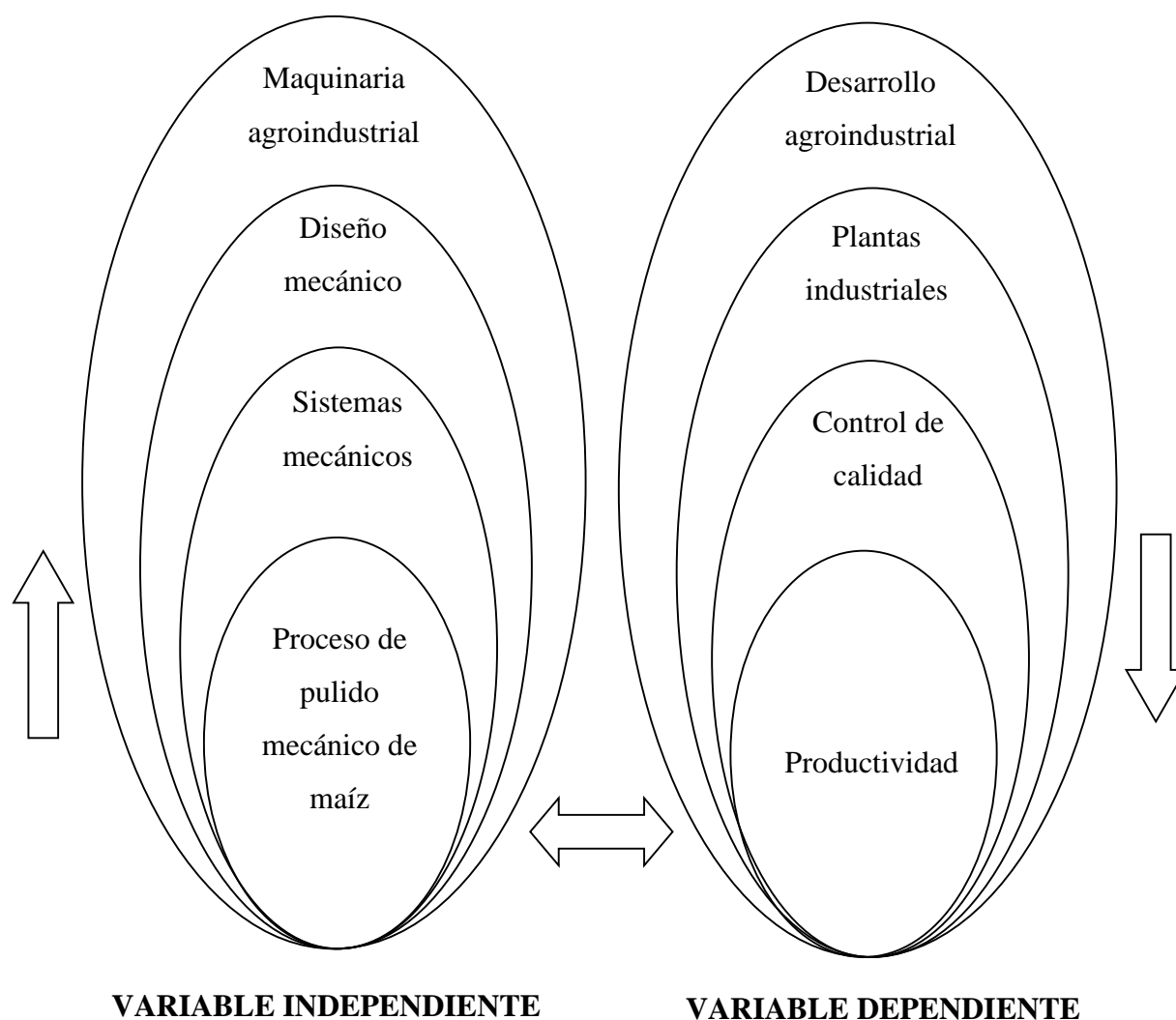
### **8.1 Muestreo**

De acuerdo con: ISO 950-1979 Cereales - Muestreo (en grano).

### **8.2 Determinación de la humedad**

De acuerdo con: ISO 6540-1980 Maíz - Determinación del contenido de humedad (en granos molidos y en granos enteros) (Tipo I).

## 2.4 CATEGORÍAS FUNDAMENTALES



**Ilustración 2. 3** Categorización de variables

**Elaborado por:** El Autor

### 2.4.1 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

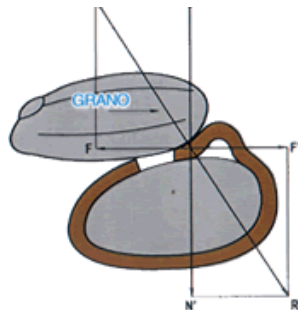
#### 2.4.1.1. PROCESO DE PULIDO MECÁNICO DE MAÍZ

El pulido – cuando se realiza por un medio abrasivo – no depende sólo de la elección de un cuerpo abrasivo más o menos grueso, y de mayor o menor durabilidad, sino que deberá trabajarse con la calidad que mejor se adapte al maíz a procesar, a la

instalación con que se cuenta, al grado de pulido buscado, a la cantidad de máquinas disponibles (para determinar la cantidad de pasos más conveniente).

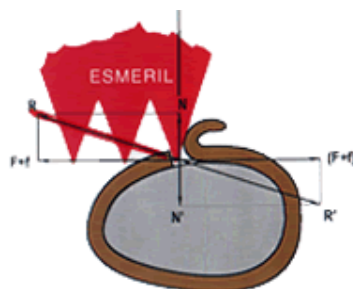
Algunas veces se siente la tentación de reducir la cantidad de pasos pensando que acelerando el proceso de remoción del afrecho se obtiene mejor rendimiento. Pues no siempre es así. El porcentaje de quiebra si bien es muy importante de controlar, no lo es menos la cantidad de afrecho a remover. O sea buscar que en el grano quede la mayor cantidad de masa posible frente al grado de blancura buscado. Tampoco es despreciable el análisis del porcentaje de despunte. Nótese que para un grano de tamaño promedio la diferencia de peso entre un grano entero y un despuntado puede llegar a ser del orden del 1,8%. Este sería el porcentaje de peso perdido directamente en el proceso. Esto estaría definido no solo por el tipo de abrasivo elegido sino también por la maquina a utilizar, por la presión dentro de la cámara, y la velocidad de rotación, etc.

#### 2.4.1.2. MODELOS DE PULIDO



**Ilustración 2. 4** Modelo del efecto de la fricción

**Fuente:** (FAO, 2012)



**Ilustración 2. 5** Modelo del efecto de la abrasión

**Fuente:** (FAO, 2012)

## **2.4.2 SISTEMAS MECÁNICOS**

“Un sistema mecánico es un conjunto de elementos dinámicamente relacionados, que permiten producir, transmitir, regular o modificar movimiento y se encargan de transformar distintos tipos de energía. Cada operador cumple una función específica dentro del sistema. Presentan elementos sólidos, que realizan movimientos por acción o efecto de una fuerza, el movimiento es producido a partir de un motor accionado por la energía eléctrica o en algunos casos por motores de combustión interna. El término mecanismo se emplea para designar a las esquematizaciones que representan el funcionamiento de las máquinas reales.” (Norton, 2005)

Para diseñar el proyecto se basa en el movimiento que se tiene (movimiento de entrada) y el que se requiere (movimiento de salida), después se elige el mecanismo adecuado.

Existen dos grupos de mecanismos:

1. Mecanismos de transmisión del movimiento.
2. Mecanismos de transformación del movimiento.

En estos mecanismos podemos distinguir tres tipos de movimiento.

1. Movimiento circular o rotatorio, como el que tiene una rueda.
2. Movimiento lineal, es decir, en línea recta y de forma continua.
3. Movimiento alternativo: Es un movimiento de ida y vuelta, de vaivén. Como el de un péndulo.

Los mecanismos de transmisión son aquellos en los que el elemento motriz (o de entrada) y el elemento conducido (o de salida) tienen el mismo tipo de movimiento. Los mecanismos de transformación son aquellos en los que el elemento motriz y el conducido tienen distinto tipo de movimiento.

### **2.4.2.1. PARTES Y PIEZAS DE UNA PULIDORA**

Tolva: Ducto donde se deposita el grano que se va a pulir.

Canaleta: Recipiente en forma de canal que nos sirve para dirigir el grano a las piedras, al mismo tiempo que ajustamos la cantidad deseada.

Morenillo: Pieza con estrías que al dar vueltas y rozar con la canaleta le hace vibrar con lo que evitamos que el grano se atranque y que su caída sea constante y precisa.

Puente: Pieza de hierro unida a la piedra superior por medio de la que transmitimos el movimiento, al mismo tiempo es su punto de apoyo.

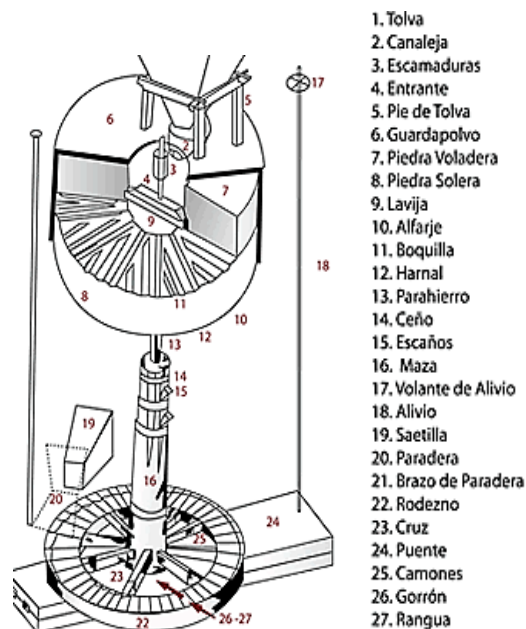
Gorro: Pieza solidaria con el eje, es la que ajusta con el puente para recibir el movimiento.

Broncera: Pieza de hierro sujeta a la piedra inferior, que lleva alojado en su parte central un rodamiento para centrar el eje. Es el cojinete superior del eje.

Polea motriz: Polea plana solidaria con el eje, es a través de la que se transmite el movimiento a la máquina.

Polea cernedor: Polea más pequeña a través de la que se mueve el tamiz para separar el afrecho del maíz.

Pie de la pulidora: Compuesto por una carcasa de acero que lleva un cojinete para soportar el peso del árbol y piedra, así como el tiro de la correa. Va apoyado sobre una palanca que permite subirlo o bajarlo, con lo que se juntan o separan las piedras.



**Ilustración 2. 6** Partes de una máquina pulidora de grano

**Fuente:** (Quijano, M., 2009)

### **2.4.3 DISEÑO MECÁNICO**

(Shigley, 2008) Expone que “Diseñar es formular un plan para satisfacer una necesidad específica o resolver un problema. Si el plan resulta en la creación de algo físicamente real, entonces el producto debe ser funcional, seguro, confiable, competitivo, útil, que pueda fabricarse y comercializarse.

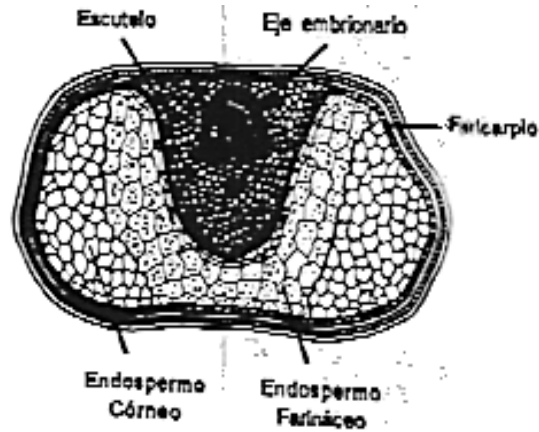
Las fuentes personales de creatividad de un diseñador, la habilidad para comunicarse y la destreza para resolver problemas están entrelazadas con el conocimiento de la tecnología y sus principios fundamentales. Las herramientas de la ingeniería (como las matemáticas, la estadística, la computación, las gráficas y el lenguaje) se combinan para producir un plan, que cuando se lleva a cabo crea un producto funcional, seguro, confiable, competitivo, útil, que puede fabricar y comercializar, sin importar quién lo construya o lo use.

El diseño mecánico es el diseño de objetos y sistemas de naturaleza mecánica; piezas, estructuras, mecanismos, máquinas y dispositivos e instrumentos diversos. En su mayor parte, el diseño mecánico hace uso de la matemática, las ciencias de materiales y las ciencias mecánicas aplicadas a la ingeniería como ciencias térmicas y de los fluidos entre otros. El diseño mecánico principia con la identificación de una necesidad y con una decisión de hacer algo al respecto. Después de muchas iteraciones, el proceso finaliza con la presentación de los planes para satisfacer tal necesidad.”

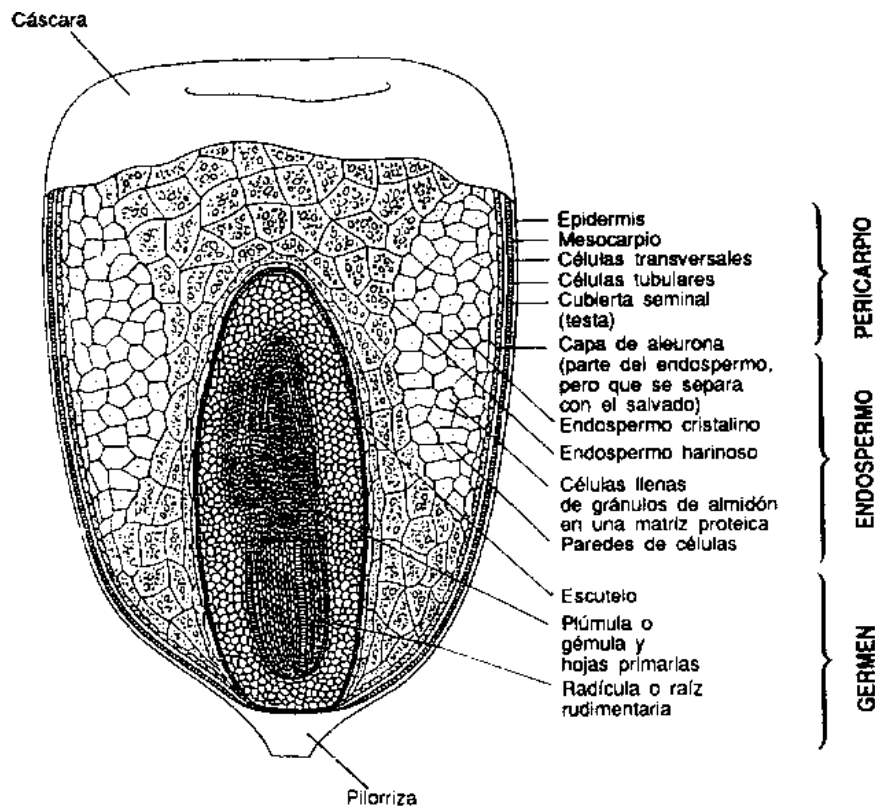
### **2.4.4 ESTRUCTURA DEL GRANO DE MAÍZ**

El grano de maíz se clasifica botánicamente como un cariósipide, seco indehiscente, con semillas individuales en el fruto. En esta clase de fruto, el ovario maduro no se separa fácilmente de la semilla, siendo una característica de todos los granos de los cereales. El grano de maíz se adhiere a la mazorca a través del pedicelo.

El grano de maíz está compuesto de cuatro partes principales que pueden ser apreciadas a simple vista: Pericarpio, endospermo, germen y pedicelo (piloriza).



**Ilustración 2. 7** Corte transversal de un grano de maíz  
**Fuente:** (FAO, 2012)



**Ilustración 2. 8** Corte longitudinal de un grano de maíz  
**Fuente:** (FAO, 2012)

#### 2.4.4.1. PERICARPIO.

Es la estructura más externa de la semilla, siendo una membrana delgada y casi invisible que está adherida a la capa de aleurona y se piensa que juntamente con



está, le imparte propiedades semipermeables al grano de maíz. El pericarpio está compuesto de un conjunto de capas externas que rodean el grano y representan del 5 a 6% del peso seco del grano y su espesor es variable.

Para medir el porcentaje de pericarpio en el grano se empleó la técnica descrita por el CIAT para frijol y adaptada por el Laboratorio de Maíz del INIFAP. Que consiste en poner a remojar 75 granos por 24 horas; después se separan el pico, pericarpio y el endospermo con ayuda de un bisturí, se meten a una estufa con bomba de vacío, a 80°C y una presión de vacío de 25 pulg de mercurio por 4 horas, se sacan y se dejan enfriar, luego se pesa cada componente y se aplica la fórmula:

$$\%P = \frac{P_2}{P_1 + P_2 + P_3} \times 100 \quad (1)$$

Donde:

%P= Porcentaje de pericarpio

P<sub>1</sub>= Peso del endospermo

P<sub>2</sub>= Peso del pericarpio

P<sub>3</sub>= Peso del pico

#### **2.4.4.2. ENDOSPERMO.**

El endospermo, es la estructura anatómica de mayor volumen en el grano de maíz, constituyendo del 82 al 84% del peso seco del grano, encontrándose constituido principalmente por almidón (86 - 89 %); está formado por una capa celular llamada aleurona, lugar donde residen las enzimas hidrolíticas. Después de la aleurona se encuentra el endospermo propiamente dicho, formado por dos regiones típicas, que son el endospermo duro o córneo y el endospermo suave o harinoso.

El endospermo harinoso presenta una apariencia opaca y quebradiza, los gránulos de almidón son de forma esférica y suelta con paredes celulares delgadas, con un reducido porcentaje de glutenina y las matrices protéicas son delgadas e incompletas en algunos lugares de la periferia de los gránulos de almidón. En el

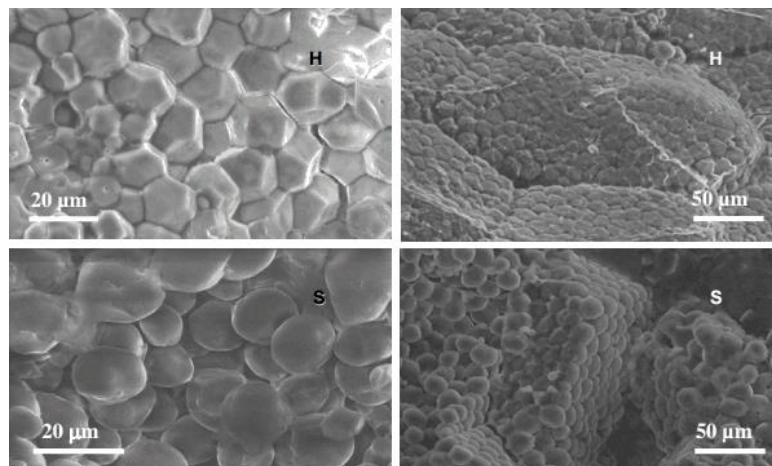
endospermo córneo las células cercanas a la capa de aleurona son muy pequeñas, empaquetadas en una pared celular densa, con alto porcentaje de glutenina y matrices protéicas densas que envuelven a los gránulos de almidón, los cuales son pequeños y más internamente son de mayor tamaño; su apariencia translúcida se debe a que los espacios intergranulares están cubiertos por cuerpos de zeína.

#### 2.4.4.3. GERMEN.

El germen representa el 10-12% del peso seco del grano y está formado por el escutelo (cotiledón), que ocupa aproximadamente el 90% de esta estructura y un embrión. En el escutelo se almacenan los nutrientes que son utilizados durante la germinación. El embrión está formado por la plúmula o vástago y la raíz primaria.

#### 2.4.4.4. PEDÍCELO.

El pedicelo o piloriza constituye aproximadamente el 1% del peso seco del grano. El pericarpio se extiende hasta la base del grano donde se une al pedicelo. La mayor parte de sus células son de paredes delgadas, presentando grandes espacios intercelulares que están conectados con la parte interna del pericarpio.



**Ilustración 2. 9** Microestructura de la superficie dura (pericarpio) y el fondo blando (endospermo) del grano de maíz; H representa al pericarpio y S al endospermo

**Fuente:** (REDALYC, 2006)

## **2.4.5 RELACIÓN PERICARPIO-DUREZA.**

Si bien el pericarpio se encuentra rodeando completamente al grano, su espesor varía en las diferentes regiones del mismo, el espesor máximo se localiza en la región basal y decrece hacia las partes central y superior, hallándose en la concavidad distal el valor más bajo. La relación que guarda el espesor de pericarpio con la dureza del endospermo no es totalmente clara, en 8 razas de maíz evaluadas, el espesor del pericarpio máximo es de (123 micras), medido en la región central del grano, fue para el maíz palomero toluqueño y el mínimo (23 micras) correspondió a blandito de Sonora; sin embargo, maíces como el cristalino de Chihuahua y el reventador, que se clasificaron como maíces duros, presentaron valores de 45 y 39 micras, Esta correlación indica que los maíces duros poseen un porcentaje de pericarpio mayor que los suaves. El espesor del pericarpio se obtiene de la siguiente forma. Se seleccionan 15 granos y se colocan en una solución 1:2 de agua/glicerina por 24 h a temperatura ambiente. Posteriormente se sacan del vaso de precipitados y se secan con un algodón; después con un bisturí se realiza un corte en forma de cuadrado en la parte dorsal del grano, procurando que ocupe la mayor área posible en esta zona: luego de realizar los cortes de cinco granos, estos se juntan y se superponen, para tomar la lectura en el centro de las mismas, con un calibrador micrométrico (Uchida outside micrometer calipers, Uchida Yoko Co. LTD ); dividiendo el resultado entre cinco para obtener el grosor de pericarpio; y esto se repite para el resto de los 10 granos.

En el caso del espesor de pericarpio se tuvieron maíces con espesores desde 53 hasta 106  $\mu$ , siendo estos resultados acordes con los reportados por Helm y Zuber (1969), quienes encontraron valores entre 62 y 160  $\mu$

### **2.4.5.1. DUREZA**

La dureza del grano es la resistencia que posee a la acción mecánica o al quebrado. Esa resistencia, que determina la calidad que posee el grano para su uso y conservación, se relaciona en forma directa con la dureza del endospermo, que a su vez, se debe a la relación entre los endospermos córneo y harinoso, y en menor

medida, a la compactación de los componentes celulares, al grosor de la matriz proteica que rodea a los gránulos de almidón, y al grosor del pericarpio. Tanto mayor será la dureza del grano, cuanto mayor sea la proporción de endospermo córneo que lo componga. La dureza mecánica del grano se determinó con un modelo medidor de fuerza de desplazamiento 921A (Sistemas de Tricor Inc, Elgin, IL) equipada con un transductor de fuerza electrónica de 20 kg y una sonda de 0,8mm. El funcionamiento del medidor de fuerza se controló con el software de DFR (DFR Operación para Windows, versión 4.25, Tricor Systems Inc., Elgin, IL). Los granos se equilibraron durante 4 semanas a  $27 \pm 1$  ° C y  $70 \pm 5\%$  de humedad relativa antes de la medición de dureza. Sesenta núcleos fueron analizados para el pico de fuerza (en Newtons, N) para cada genotipo. El núcleo se colocó en una placa de metal con el embrión hacia abajo. La sonda viajó a una velocidad de 1 cm  $\text{min}^{-1}$  hasta que el núcleo esté agrietado, y la fuerza máxima aplicada fue grabada.

**Tabla 2. 1** Media de las características físicas evaluadas a partir del grano entero y pericarpio de nueve genotipos de maíz

Genotype	Whole grain			Pericarp			
	Hardness <sup>†</sup>	Weight <sup>‡</sup>	Density <sup>‡</sup>	Fiber <sup>‡</sup>	Ratio P/K <sup>§</sup>	Thickness	
	N <sup>††</sup>	g	$\text{g cm}^{-3}$	mg		Embryo <sup>¶</sup>	Opposite <sup>#</sup>
						$\mu\text{m}$	
P84 c2	195.36	16.66	0.77	370.44	0.071	98.10	96.10
P84 × P47	183.78	27.88	0.76	393.27	0.060	85.60	88.00
Sinaloa 35	191.63	13.59	0.78	424.35	0.076	94.80	85.80
Yucatan 7	162.40	17.07	0.76	270.65	0.053	72.90	61.10
P47 × P84	174.76	26.76	0.78	363.13	0.057	85.30	80.90
P80 c2	164.27	26.00	0.75	376.13	0.058	70.60	64.20
Muneng-8128 C0 HC1-18-2-1-1	152.17	17.81	0.79	231.00	0.067	71.80	71.30
CML290	150.86	22.47	0.74	235.33	0.050	66.80	60.50
CML244 × CML349	140.26	31.50	0.73	405.40	0.048	61.80	62.50
Overall mean	165.19	22.19	0.76	334.19	0.060	78.60	74.50
LSD (0.05)	18.04	0.94	0.01	156.13	0.005	8.92	8.28
F test <sup>‡‡</sup>	***	**	***	*	***	*	*
CV	17.95	26.74	2.18	25.80	15.67	18.68	20.07

\* Significant at  $P < 0.05$ .

\*\* Significant at  $P < 0.01$ .

\*\*\* Significant at  $P < 0.001$ .

<sup>†</sup> Means from combined data over two seasons total  $n = 60$ . Genotype × environment interaction was not significant ( $P > 0.1$ ).

<sup>‡</sup>  $n = 3$ .

<sup>§</sup> P/K, pericarp cell wall dry wt/whole kernel dry wt.  $n = 20$ .

<sup>¶</sup> Pericarp thickness over the embryo area.  $n = 20$ .

<sup>#</sup> Pericarp thickness from the opposite side of embryo.  $n = 20$ .

<sup>††</sup> N = Newton.

<sup>‡‡</sup> Orthogonal comparisons of means using two contrast groups (resistant vs. susceptible).

**Fuente:** (García-Lara. et al, 2004)

La dureza promedio de 143.05 [N] (7.6 – 16.9 kg-f) mostró una relación con el tamaño y el arreglo del gránulo de almidón dentro del endospermo. Los maíces

duros mostraron gránulos poligonales grandes y pequeños dentro de una matriz proteica compacta.

#### **2.4.6 MAQUINARIA AGROINDUSTRIAL**

La maquinaria agroindustrial se desarrolló mediante la incorporación de diferentes clases y tipos de máquinas, equipos y herramientas en el sector agrícola y pecuario, con el propósito de lograr una mayor eficiencia técnica y económica. Lo que permitió a la agroindustria una mayor productividad. La mecanización agrícola y pecuaria es compleja y comprende toda la maquinaria accionada por medios mecánicos que utilizan una fuerza motriz proveniente de motores de combustión interna o motores eléctricos.

Como maquinaria agroindustrial para pulir maíz seco tenemos la pulidora universal que utiliza el movimiento relativo de alta velocidad entre el conjunto de diente que se mueve y los conjuntos de dientes regulares, lo que hace que el material se limpie a través de la conmoción y la fricción.

La estructura de la pulidora universal es simple, mientras que la operación es constante. La pulidora universal mejora la tasa de utilización de los suministros y reduce el coste. La pulidora universal es ampliamente utilizada en la agroindustria, para pulir granos de arroz, maíz y café.



**Ilustración 2. 10 Pulidora de Maíz SKU-OE**

**Fuente:** (TOROTRAC, 2009)

## **2.4.7 DESARROLLO AROINDUSTRIAL**

(Álvarez, J., 2010) Dice que “En los últimos años las entidades del Estado han venido dirigiendo sus esfuerzos a facilitar la mecanización del pequeño productor, mediante la producción de equipos y metodologías propias para este sector, con el desarrollo de tecnología en mecanización a pequeña escala.

Se puede decir, que el uso eficiente de maquinaria agrícola moderna adecuada, promueve el crecimiento económico al aumentar la productividad, sin causar mayor impacto al ambiente y sin causar desempleo en zonas donde la mano de obra es abundante.

Los factores productivos en la agroindustria son básicamente: la tierra, el trabajo y el capital; los cuales, combinados con la administración dan origen a los productos necesarios como materia prima en los procesos industriales.

Históricamente, desde la economía clásica, la tierra y el trabajo han sido los elementos claves de la producción. Esta concepción prevaleció por mucho tiempo en Ecuador y en ella se basaron muchas teorías del desarrollo agrícola, por lo menos hasta los años setenta del siglo pasado, basándose en una situación de abundancia de mano de obra agrícola, la cual servía para iniciar un proceso de acumulación de capital.

La importancia del capital en el desarrollo agroindustrial se hizo patente cuando se vio su necesidad para acceder a tecnologías, que aumentarán la producción agrícola. Con el avance del desarrollo de un país, la agricultura va teniendo un lugar menos preponderante en el crecimiento del mismo, la mano de obra deja de ser menos abundante, y el capital se hace más importante.

En la actualidad, la tierra y sus condiciones agrícolas es lo primero que debe analizarse, cuando se quiere establecer un proyecto agroindustrial; los aspectos que se deben tener en cuenta son: su ubicación con respecto al mercado, el ambiente ecológico que la rodea, la tendencia de la tierra y su demanda, todo lo cual determina su precio o el costo de oportunidad para su uso. Dentro del análisis de la tierra hay que considerar como un factor sumamente importante, el agua, con el fin

de tener en cuenta los riesgos climáticos en el proceso productivo. En cuanto a la tendencia de integración de la tierra al proceso, la agroindustria se puede integrar a ella en dos maneras, una es verticalmente, comprende la tierra y otra de manera horizontal, contratando la producción con los agricultores.”

Los proyectos agropecuarios deben, también, tener en cuenta todos los factores relacionados con la conservación del medio ambiente; por eso, la Sostenibilidad en el uso de los recursos naturales es fundamental. La comisión Brundtland dice que “El desarrollo sostenible es el que busca satisfacer las necesidades del presente, sin comprometer las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades”

En cuanto al trabajo, este debe ser cualificado para lograr un eficiente desarrollo agroindustrial. Junto con el trabajo, debe analizarse la determinación de los salarios, lo cual es fundamental para la estabilidad de la empresa; y este análisis debe tener en cuenta, la equidad, pues los trabajadores deben tener ingresos adecuados para satisfacer dignamente sus necesidades y las de sus familias. Además de los salarios la empresa debe asegurar los servicios básicos de seguridad social.

#### **2.4.8 PLANTAS INDUSTRIALES**

Una planta industrial es un conjunto formado por máquinas, aparatos y otras instalaciones dispuestas convenientemente en edificios o lugares adecuados, cuya función es transformar materias o energías de acuerdo a un proceso básico preestablecido. La función del hombre dentro de este conjunto es la utilización racional de estos elementos, para obtener mayor rendimiento de los equipos. (Shema, 2008)

Clasificación de las Plantas Industriales.

- 1) Por la índole del proceso puesto en práctica.
  - a) Proceso continuo: Es una planta que trabaja las 24 horas diarias.
  - b) Proceso repetitivo: Planta en la que el tratamiento del producto se hace por lotes.

c) Proceso continuo: Planta en la que se manipulan partidas del producto contra perdido.

2) Por el tipo de proceso predominante

Mecánico, Químico

3) Por las materias primas predominantes.

Maderera, Peces del mar, Petrolera, Petroquímica, Carboquímica.

4) Por el tipo de productos obtenidos.

Alimenticia, Farmacéutica, Textil, Del cemento

5) Por tipo de actividad económica

a) Agricultura, silvicultura, caza y pesca.

b) Explotación de minas y canteras.

c) Manufactureras.

d) Construcción.

e) Comercio.

f) Transporte, almacenaje y comunicaciones.

#### **2.4.9 CONTROL DE CALIDAD**

(Turmero I., 2008) Dice “El control de calidad son todos los mecanismos, acciones, herramientas que se realiza para detectar la presencia de errores. La función del control de calidad existe para conocer las especificaciones establecidas por la ingeniería del producto y proporcionar asistencia al departamento de fabricación, para que la producción alcance estas especificaciones.

Como tal, la función consiste en la recolección y análisis de grandes cantidades de datos que después se presentan a diferentes departamentos para iniciar una acción correctiva adecuada. Todo producto que no cumpla las características mínimas para



decir que es correcto, será eliminado, sin poderse corregir los posibles defectos de fabricación.

Para controlar la calidad de un producto se realizan inspecciones o pruebas de muestreo para verificar que las características del mismo sean óptimas. El único inconveniente de estas pruebas es el gasto que conlleva el control de cada producto fabricado, ya que se eliminan los defectuosos, sin posibilidad de reutilizarlo.

La evolución del concepto de calidad en la industria y en los servicios nos muestra que pasamos de una etapa donde la calidad solamente se refería al control final. Para separar los productos malos de los productos buenos. A una etapa de Control de Calidad en el proceso, con el lema: "La Calidad no se controla, se fabrica". Finalmente llegamos a una Calidad de Diseño que significa no solo corregir o reducir defectos sino prevenir que estos sucedan, como se postula en el enfoque de la Calidad Total."

#### **2.4.9.1. CALIDAD**

La calidad se refiere al conjunto de propiedades inherentes de un objeto que le confieren capacidad para satisfacer necesidades implícitas o explícitas. Por otro lado, la calidad de un producto o servicio es la percepción que el cliente tiene del mismo, es una fijación mental del consumidor que asume conformidad con dicho producto o servicio y la capacidad del mismo para satisfacer sus necesidades.

#### **2.4.10 PRODUCTIVIDAD**

Según el diccionario de la Real Academia Española (RAE), 2012. "La productividad es un concepto que describe la capacidad o el nivel de producción de trabajo o de equipos industriales."

De acuerdo a la perspectiva con la que se analice este término puede hacer referencia a diversas cosas, aquí se presentan algunas posibles definiciones. "En el campo de la economía, se entiende por productividad al vínculo que existe entre lo

que se ha producido y los medios que se han empleado para conseguirlo (mano de obra, materiales, energía, etc.). La productividad suele estar asociada a la eficiencia y al tiempo: cuanto menos tiempo se invierta en lograr el resultado anhelado, mayor será el carácter productivo del sistema.” (Shema, 2008)

Algunos de los aspectos indispensables que no deben olvidarse son: la calidad, la producción, la eficiencia, la innovación, la tecnología y los nuevos métodos de trabajo. Conceptos que tienen que ver con la productividad a largo y pequeño plazo. En una empresa, la productividad es fundamental para crecer o aumentar la rentabilidad y para alcanzar una buena productividad deben analizarse con detenimiento los métodos utilizados, el estudio de tiempos y la organización del sistema.

Mejorar la productividad es clave para mejorar el nivel de vida de la sociedad, ya que repercute en más potencial de incrementar los sueldos y más rentabilidad para el capital invertido, que incentiva cada vez más la inversión, el crecimiento de empleo y el crecimiento de la economía.

Para hallar la productividad de acuerdo con el manual publicado por la OECD (Organization for Economic Cooperation and Development) de un determinado aspecto, se hace uso de la siguiente fórmula:

$$\text{Productividad} = \frac{O}{I} \quad (2)$$

Donde:

O (Output)= Productos o servicios producidos

I (Input)= Recursos utilizados como: mano de obra, capital, energía, materiales, etc.

## **2.5 HIPÓTESIS**

El estudio de parámetros técnicos en el proceso de pulido mecánico mejorará la productividad de maíz blanco de la Empresa INKLERSA S.A. en el Mercado Mayorista de Ambato.

## **2.6 SEÑALAMIENTO DE VARIABLES**

### **2.6.1 VARIABLE INDEPENDIENTE**

Estudio de parámetros técnicos en el proceso de pulido mecánico

### **2.6.2 VARIABLE DEPENDIENTE**

Productividad de maíz blanco de la Empresa INKLERSA S.A. en el Mercado Mayorista de Ambato

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA**

#### **3.1 ENFOQUE INVESTIGATIVO**

Para realizar la investigación se obtuvo información de fuentes primarias como: informes técnicos, documentos oficiales de instituciones públicas, revistas científicas, libros, normas técnicas, tesis, e internet, y de fuentes secundarias como libros y artículos técnicos. La investigación presenta un análisis cualitativo y cuantitativo, cualitativo porque se estudió las características de los sistemas de pulido y cuantitativo porque se analizó los parámetros técnicos del proceso de pulido de maíz. Y posteriormente se realizó el análisis de dicha información.

#### **3.2 MODALIDAD DE LA INVESTIGACIÓN**

##### **3.2.1 INVESTIGACIÓN DE CAMPO**

Para este estudio se ha necesitado de la investigación de campo, debido a que se estuvo presente en la empresa tomando datos sobre el proceso de producción de maíz pulido.

##### **3.2.2 INVESTIGACIÓN BIBLIOGRÁFICA**

Porque requirió de datos o información que se ha escrito acerca del problema planteado en tesis, informes técnicos, documentos oficiales de instituciones públicas, e internet. Esto ha sido el eje principal para el desarrollo conceptual del proyecto, por lo cual fue indispensable la ayuda que nos facilitó la biblioteca de la

Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato para, profundizar y deducir diferentes enfoques, sobre los procesos de pulido de maíz

### **3.2.3 INVESTIGACIÓN EXPERIMENTAL**

Ya que se ha realizado experimentos para la comprobación del funcionamiento del proyecto antes de aplicar los acabados. Se pudo manipular la variable independiente, para observar los efectos que esta produce sobre la variable dependiente con lo cual se determinó la validez del presente proyecto.

## **3.3 NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN**

### **3.3.1 INVESTIGACIÓN EXPLORATORIA**

El nivel exploratorio ha sido utilizado por ser más flexible, fue un estudio poco estructurado y el objetivo general fue crear hipótesis, obteniendo un conocimiento previo del problema en el campo de trabajo, para luego ser estudiado.

### **3.3.2 INVESTIGACIÓN DESCRIPTIVA**

Se describieron los pasos realizados para la toma de datos, la metodología empleada para la obtención de los mismos, así como también el análisis de los datos obtenidos durante la investigación y además se describió el desarrollo del diseño, esta información sirvió de respaldo para la construcción del proyecto.

### **3.3.3 INVESTIGACIÓN EXPLICATIVA**

Debido a que se explicó los fenómenos y relaciones del comportamiento de las variables para conocer así sus aspectos importantes.

El fin de este tipo de investigación fue describir las causas por las que había una baja productividad de maíz blanco pulido en la empresa INKLERSA y la

metodología de este tipo de investigación fue cuantificar los parámetros que intervienen en el proceso

### **3.4 POBLACIÓN Y MUESTRA**

#### **3.4.1 POBLACIÓN**

La población está dada por los trabajadores de la empresa INKLERSA, debido a que ellos están en contacto con la producción de maíz pulido. Así como también la materia prima a analizar que en este caso son los granos de maíz seco. Siendo así existen 20 trabajadores en la empresa, los mismos que son la población. Y la producción semanal es 5 quintales de maíz los que serán nuestra población total de materia prima.

#### **3.4.2 MUESTRA**

Existen 20 trabajadores en la empresa, por lo que esta población es la muestra debido a que el valor de la población es menor a 85. Para sacar la muestra de los granos de maíz se ocupa la siguiente fórmula (Naranjo Galo, 2010):

$$n = \frac{N}{(N-1)E^2 + 1} \quad (3)$$

Donde:

n= Tamaño de la Muestra

N= Universo o Población

E= Error admisible de la población (1% - 9%)

La población es de 500 libras de grano de maíz blanco seco y se estima un error admisible del 5% (carácter empírico o experimental).

$$n = \frac{500}{(500-1)0,05^2 + 1} \therefore$$

n=223 libras de maíz

### 3.5 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

#### 3.5.1 VARIABLE INDEPENDIENTE: ESTUDIO DE PARÁMETROS TÉCNICOS EN EL PROCESO DE PULIDO MECÁNICO DEL MAÍZ

**Tabla 3. 1** Operacionalización de la variable independiente

40

CONCEPTUALIZACIÓN	DIMENSIONES	INDICADORES	ÍTEMS	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
Un sistema de pulido de maíz es el sistema que se utiliza para pulir maíz mediante el movimiento de un material abrasivo. Su función principal es quitar o limpiar todas las impurezas que cubre el producto (afrecho). Teniendo en cuenta el porcentaje de quiebra del grano y la cantidad de afrecho a remover.	Proceso manual de Pulido del maíz  Proceso mecánico de Pulido del maíz	Velocidad de la superficie abrasiva durante el pulido  Modelos de pulido	Velocidad de giro 750[rpm] Velocidad de giro 1800[rpm] Velocidad de giro 3600[rpm] Velocidad de giro 4500[rpm]  Pilado de maíz por medio de cuchillas  Pilado de maíz por medio de piedras abrasivas	Observación: Ficha de Observación  Ensayos: Ficha técnica

**Elaborado por:** El Autor

### 3.5.2 VARIABLE DEPENDIENTE: PRODUCTIVIDAD DE MAÍZ BLANCO DE LA EMPRESA INKLERSA S.A EN AMBATO

**Tabla 3. 2** Operacionalización de la variable dependiente

CONCEPTUALIZACIÓN	DIMENSIONES	INDICADORES	ÍTEMS	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
<p>La productividad es la relación que existe entre la cantidad y/o calidad de las utilidades producidas y los medios usados para llevar a cabo la producción.</p> <p>Suele estar asociada a la eficiencia y al tiempo: cuanto menos tiempo se invierta en lograr el resultado anhelado, mayor será el carácter productivo del sistema. La mejor productividad supone una mayor rentabilidad a cada empresa.</p>	<p>Maíz pulido</p>	<p>Tiempo que tarda el proceso de pulido para no dañar el grano</p> <p>Calidad del maíz pulido</p>	<p>Maíz en [lb]</p> <p>5-10-15-20-25 [min]</p> <p>Porcentaje de afrecho removido</p> <p>60%</p> <p>70%</p> <p>80%</p> <p>90%</p> <p>100%</p>	<p>Encuesta:</p> <p>A los trabajadores sobre aspectos importantes del proceso</p> <p>Observación:</p> <p>Ficha de Observación</p> <p>Ensayos:</p> <p>Ficha técnica</p>

**Elaborado por:** El Autor



### 3.6 PLAN DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

Para la recolección de la información necesaria los tipos de investigación que se utilizaron son: bibliográfica porque se analizó y dedujo diferentes enfoques de autores sobre una acción determinada, como fuentes primarias, secundarias, las cuales brindaron datos necesarios para desarrollar la investigación; y de campo, pues se estuvo en el lugar de instalación del sistema para anotar los eventos que sucedieron, también se utilizó la observación y el ensayo. En la investigación la información se recolectó de los trabajadores encargados del pulido de maíz, mediante un cuestionario de preguntas orientadas a conocer la problemática para pulir el maíz.

**Tabla 3. 3** Plan de recolección de información

<b>PLAN DE RECOLECCIÓN</b>		
<b>TIPOS DE INFORMACIÓN</b>	<b>TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN</b>	<b>INSTRUMENTOS PARA RECOLECTAR INFORMACIÓN</b>
1. Información Secundaria	1.1 Técnica Lectura exploratoria 1.2 Instrumento Fichaje o Resúmenes	1.1.1 Investigación Bibliográfica o documental (Publicaciones, artículos, estudios, fichas técnicas sobre: Propiedades mecánicas del maíz y Diseño mecánico 1.1.2 Link Internet
2. Información Primaria	2.1 Observación Fichaje Fotografía Video	2.1.1 Cuaderno de notas, diario, ficha de campo, lista de cotejo CD USB Gráficos y Tablas

**Elaborado por:** El Autor

### **3.7 PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS**

Una vez recolectada la información mediante la observación, marco teórico y catálogos se realizó un bosquejo de la estructura, para determinar los dispositivos y materiales a utilizar en la construcción de la máquina pulidora de maíz, después se realizó un prototipo de la máquina para analizar parámetros importantes en el proceso de pulido. Luego se realizaron los respectivos cálculos y planos de diseño para posteriormente adquirir los materiales para su construcción. Se realizó una encuesta a los trabajadores de la empresa INKLERSA y los datos recopilados se tabularon una vez terminadas las encuestas, la información se analizó mediante tablas y gráficos estadísticos que muestran claramente los problemas que se tienen al pulir maíz.

Se siguió el siguiente procedimiento para la recolección, procesamiento y análisis de la información:

1. Se encuestó directamente a los empleados de la empresa INKLERSA
2. La información recolectada se detalló, mediante tablas e ilustraciones
3. Posteriormente se analizó las tablas e ilustraciones y se realizó el análisis e interpretación de los resultados de cada una.

Se tabuló también los parámetros técnicos de pilado de maíz, para posteriormente analizar y comparar entre los métodos de pulido (manual y semiautomático) siguiendo los siguientes puntos:

1. Se tabuló los tiempos de producción de maíz (capacidad de pulido en qq/h) por ambos métodos (manual y semiautomático).
2. Se tabuló la capacidad de pilado de maíz a distintas rpm.
3. Se tabuló el porcentaje de quiebre o desgaste de los granos.
4. Se tabuló la cantidad de afrecho removido.
5. Se analizó y comparó entre métodos de pulido (manual y semiautomático).

## CAPÍTULO IV

### ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

#### 4.1 ANÁLISIS DE RESULTADOS

Para desarrollar el análisis de resultados se rigió en las encuestas ejecutadas en la investigación de campo (Anexo A1) a los trabajadores de la empresa INKLERSA del mercado mayorista de Ambato en la provincia de Tungurahua. Mediante estos resultados se procedió a realizar el respectivo análisis de cada una de las preguntas de nuestra encuesta.

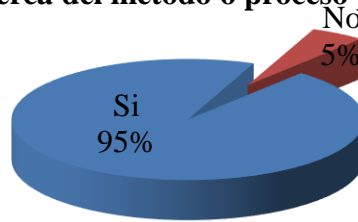
**Tabla 4. 1** Resultados de la encuesta realizada a los trabajadores de la empresa INKLERSA

<b>Preguntas</b>	<b>Si</b>	<b>No</b>	<b>De 1 a 2</b>	<b>Quintales</b>	<b>De 2 a 4</b>	<b>Quintales</b>	<b>De 4 a 6</b>	<b>Quintales</b>	<b>Calidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Excelente</b>	<b>Bueno</b>	<b>Regular</b>	<b>Pésimo</b>	<b>Total</b>
<b>1</b>	19	1													20
<b>2</b>	4	16													20
<b>3</b>	14	6													20
<b>4</b>			0		7		13								20
<b>5</b>	2	18													20
<b>6</b>	20	0													20
<b>7</b>	11	9													20
<b>8</b>	15														20
<b>9</b>									9	11					20
<b>10</b>											1	7	10	2	20

Elaborado por: El Autor

1. Análisis de la primera pregunta

**¿Conoce usted acerca del método o proceso para pulir maíz?**



**Ilustración 4. 1** Diagrama estadístico de pregunta 1

**Elaborado por:** el Autor

De acuerdo a la encuesta realizada a los empleados de la empresa el 5% de los mismos opinaron que no poseen ningún conocimiento acerca del proceso de pulido de maíz, pero el 95% opina lo contrario, que cada uno ellos si poseen conocimientos básicos del proceso de pulido de maíz.

2. Análisis de la segunda pregunta

**¿Conoce usted otro lugar dentro de la ciudad donde se realice este proceso?**



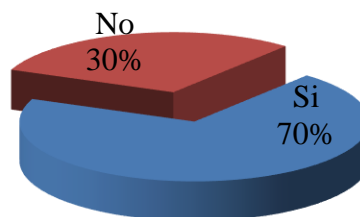
**Ilustración 4. 2** Diagrama estadístico de la pregunta 2

**Elaborado por:** el Autor

El 80% de los trabajadores respondieron negativamente ante esta pregunta, mientras que el 20% respondió que sí, esto indica que la mayoría de trabajadores no conoce al menos un lugar dentro de la ciudad en donde también se realice este proceso.

3. Análisis de la tercera pregunta

**¿Estaría dispuesto a utilizar una máquina que facilite el pulido de maíz?**



**Ilustración 4. 3** Diagrama estadístico de la pregunta 3

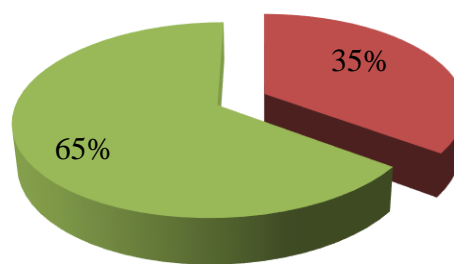
**Elaborado por:** el Autor

La encuesta muestra que el 70% de los trabajadores estarían dispuestos a utilizar una máquina que facilite el proceso de pulido de maíz, debido a que se facilitaría el trabajo que ellos realizan y dejarían de estar expuestos al ambiente contaminado por partículas de afrecho, además de la supresión de posturas inadecuadas durante el trabajo.

#### 4. Análisis de la cuarta pregunta

**¿Cuántos quintales de maíz pulido produce semanalmente la empresa?**

■ de 1 a 2 quintales ■ de 2 a 4 quintales ■ de 4 a 6 quintales



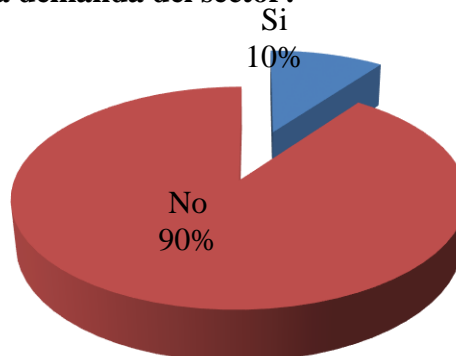
**Ilustración 4. 4** Diagrama estadístico de la pregunta 4

**Elaborado por:** el Autor

El 65% de los trabajadores respondieron que le empresa produce de 4 a 6 quintales semanales, el otro 35% respondió que le empresa produce de 2 a 4. Esta pregunta corrobora la información dada por el dueño de la empresa. Indicando que la cantidad mínima de producción de maíz pulido está en los 5 quintales semanales.

#### 5. Análisis de la quinta pregunta

**¿Cree usted que la producción de maíz pulido actual por la empresa cubre con la demanda del sector?**



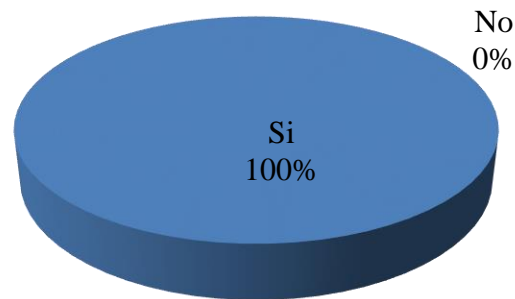
**Ilustración 4. 5** Diagrama estadístico de la pregunta 5

**Elaborado por:** el Autor

En esta pregunta se obtuvo que el 90% de los trabajadores creen que la empresa no cubre con la demanda del sector debido a que el proceso manual es muy lento y trabajoso, mientras que el 10% de los trabajadores creen que la empresa si cubre con la demanda de maíz pulido. Este resultado concuerda con la información dada por el dueño de la empresa, la cual explica que la demanda de maíz pulido en el Mercado Mayorista de Ambato es superior a la capacidad de producción del mismo por la empresa.

#### 6. Análisis de la sexta pregunta

**¿Al implementar una máquina para pulir maíz, cree usted que aumentará la producción diaria de maíz?**



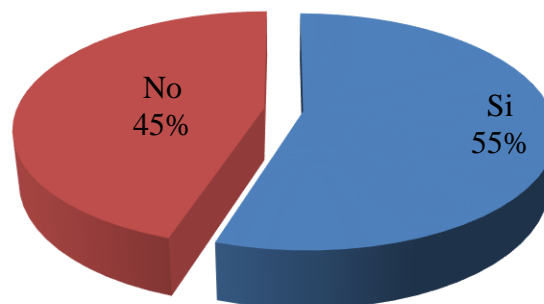
**Ilustración 4. 6** Diagrama estadístico de la pregunta 6

**Elaborado por:** el Autor

En esta pregunta se muestra que el 100% de los trabajadores piensan que con una máquina para pulir maíz se aumentará la producción debido a que una máquina realiza el labor mucho más rápido que un obrero convencional.

#### 7. Análisis de la séptima pregunta

**¿Cree usted que una máquina realizaría mejor el proceso de pulido de maíz?**



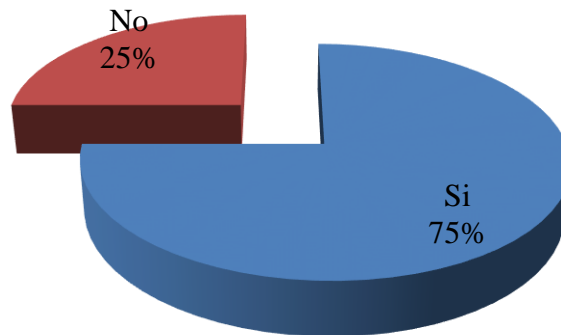
**Ilustración 4. 7** Diagrama estadístico de la pregunta 7

**Elaborado por:** el Autor

Como resultado a esta pregunta se obtuvo que el 55% de los trabajadores piensa que una máquina realizaría mejor el proceso de pulido de maíz, asumo que el 45% restante piensa que el proceso manual realiza mejor el proceso.

#### 8. Análisis de la octava pregunta

**¿Cree usted que se debe evaluar la calidad del grano después del proceso de pulido?**



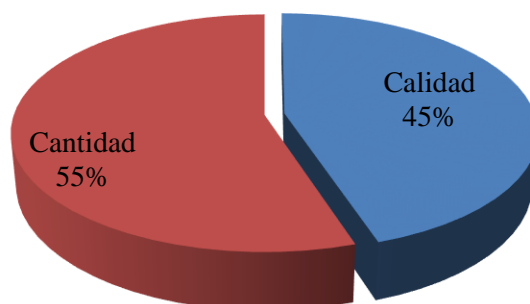
**Ilustración 4. 8** Diagrama estadístico de la pregunta 8

**Elaborado por:** el Autor

En esta pregunta se obtuvo que el 75% de los trabajadores creen que la empresa debería realizar un control de calidad al final del proceso de pulido para evitar pérdidas como por ejemplo granos partidos al final del proceso, mientras que el 25% de los trabajadores creen que la empresa no debería realizar un control de calidad del maíz pulido

#### 9. Análisis de la novena pregunta

**¿Qué aspecto considera usted más importante en el proceso de pulido de maíz, calidad o cantidad?**



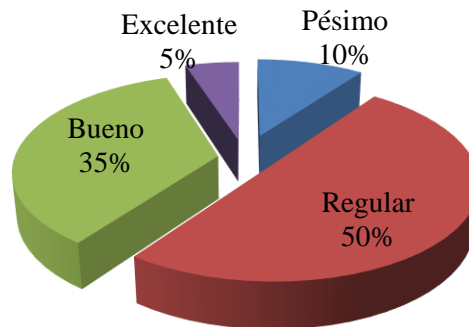
**Ilustración 4. 9** Diagrama estadístico de la pregunta 9

**Elaborado por:** el Autor

De acuerdo a la encuesta el 55% de los trabajadores cree que al final del proceso de pulido de maíz, la cantidad es el objetivo más importante mientras que el otro 45% piensa que la calidad del maíz pulido es mucho más importante que la cantidad.

#### 10. Análisis de la décima pregunta

**¿Con respecto a la calidad en el proceso de pulido de maíz que lleva a cabo la empresa como lo considera usted?**



**Ilustración 4. 10** Diagrama estadístico de la pregunta 10

**Elaborado por:** el Autor

De acuerdo a la encuesta el 50% de los trabajadores opina que el proceso de pulido que realiza la empresa es regular, el 35% opina que es bueno, el 10% piensa que el proceso es pésimo y apenas un 5% de los trabajadores piensa que el proceso que realiza la empresa es excelente.

## 4.2 ESTUDIO DE LAS ALTERNATIVAS

Con la intención de desarrollar un proyecto eficiente se han considerado dos alternativas de sistemas para pulir maíz con el objetivo de seleccionar la que mejor cumpla con las condiciones de trabajo y se ajuste a las necesidades de la empresa.

### 4.2.1 ALTERNATIVA 1: MÁQUINA PULIDORA DE MAÍZ POR MEDIO DE CUCHILLAS

El funcionamiento de este sistema se basa básicamente en el desgaste de la capa de pericarpio por medio de cuchillas de acero templado que giran a grandes



revoluciones. Fabricada en acero anticorrosivo fuerte, con acabado de pintura completa, equipada con un motor de 15 Hp que funciona con 220V-440V.

La máquina viene con un cilindro clasificador (tamiz) para obtener el maíz pilado, el chicheme y el afrecho. Incluye un sistema para la succión de polvos e impurezas livianas que decantan en un ciclón recolector. La capacidad de esta máquina es de 5 a 10[qq/h] y el costo de esta máquina es 13700\$ (trece mil setecientos dólares).

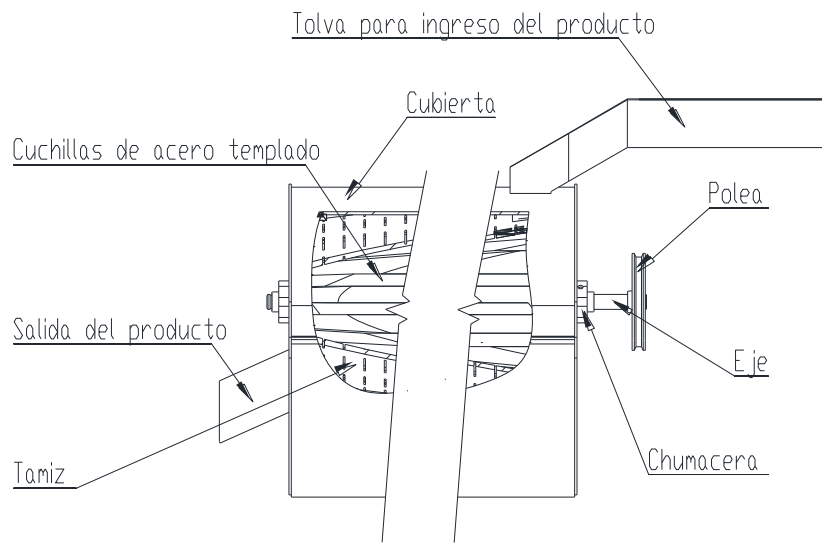
Según el (Anexo B14) La máquina no requiere de mucho mantenimiento, solo una limpieza después del pilado y engrase a todos los rodamientos cada tres días. Si es recomendable que el maíz a pilar esté limpio, libre de cualquier partícula de acero roca o madera para que no rompa las cuchillas y la malla perforada. Es aconsejable tener una limpiadora antes del proceso de pilado.

Las dimensiones de esta máquina son: 610x1219x2134[mm], ancho, largo y alto respectivamente (Anexo B14) (TAREYMAG, 2010)



**Ilustración 4. 11** Pulidora de maíz por medio de cuchillas

**Fuente:** (TAREYMAG, 2010)



**Ilustración 4. 12** Partes de la pulidora de maíz por medio de cuchillas

**Fuente:** (TAREYMAG, 2010)

#### 4.2.1.1. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA PULIDORA DE MAÍZ POR MEDIO DE CUCHILLAS.

De acuerdo con la proforma obtenida de la máquina pulidora de maíz por medio de cuchillas, se ha realizado un cuadro de ventajas y desventajas según el criterio del investigador.

**Tabla 4. 2** Cuadro de ventajas y desventajas de la opción 1

VENTAJAS	DESVENTAJAS
Gran capacidad de producción	Compleja construcción
Producto sin contaminación	Gran tamaño
Fácil mantenimiento	Dificultad de transporte
Fácil montaje y desmontaje	Alto consumo eléctrico
	Alto costo de construcción
	Mayor costo de mantenimiento por reemplazo de cuchillas

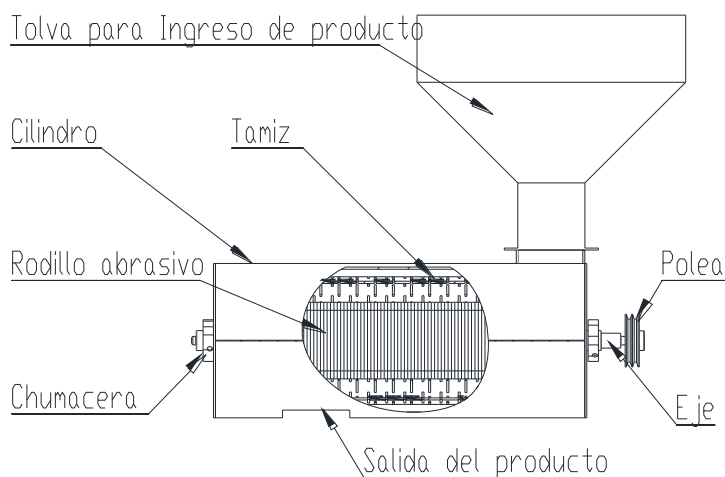
**Elaborado por:** el Autor

#### 4.2.2 ALTERNATIVA 2: MÁQUINA PULIDORA DE MAÍZ POR MEDIO DE RODILLO ABRASIVO



**Ilustración 4. 13** Pulidora de maíz por medio de rodillo abrasivo

**Elaborado por:** (TOROTRAC, 2009)



**Ilustración 4. 14** Partes de Pulidora de maíz por medio de rodillo abrasivo

**Elaborado por:** (TOROTRAC, 2009)

La máquina consta de 5 partes: La tolva de carga, caja de descascarado, dispositivo de transmisión, el dispositivo de separación y la base de la máquina. El maíz llega a la máquina a través de la tolva de carga y luego pasa a la cámara de pilado mediante el tornillo de alimentación. La sección de descascarado puede producir

una gran presión, el germen y el salvado de maíz se pela gracias a la fricción entre el rodillo y el tamiz. El rodillo abrasivo está compuesto por varios discos de desbaste. Este rodillo gira a 1200[rpm] con la ayuda de un motor de 12 [Hp] que transmite toda su potencia al eje del rodillo por medio de poleas y bandas. Después de haber transcurrido el trayecto (longitud del rodillo abrasivo) sale el maíz pulido por la parte inferior del sistema y el afrecho se recoge por medio de un sistema de extracción. La capacidad de esta máquina es de 3 a 3.5 [qq/h]. Sus dimensiones son 600x500x1200[mm], ancho largo y alto respectivamente y su peso es de 102 [Kg]. El costo de esta máquina es de 3000\$ (tres mil dólares).El mantenimiento de esta máquina comprende en examinar el tornillo de alimentación y cojinetes, con regularidad, si alguno está roto debe reemplazarlo. Revisar el tamiz a menudo si se rompe debe cambiarlo, Examinar si el desgaste del rodillo es excesivo de ser así reemplazar los discos. Limpiar los cojinetes y engrasarlos (Anexo B15). (TOROTRAC, 2009)

#### 4.2.2.1. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA PULIDORA DE MAÍZ POR MEDIO DE RODILLO ABRASIVO

De acuerdo con la proforma obtenida de la máquina pulidora de maíz por medio de rodillo abrasivo, se ha realizado un cuadro de ventajas y desventajas según el criterio del investigador.

**Tabla 4. 3** Cuadro de ventajas y desventajas de la segunda opción

VENTAJAS	DESVENTAJAS
Complejidad de construcción moderada	Mantenimiento dificultoso
Fácil transporte	Capacidad de producción baja
Bajo consumo eléctrico	Difícil montaje y desmontaje
Costo de fabricación moderado	
Costo de mantenimiento menor por reemplazo de discos	
Tamaño relativamente bajo	

**Elaborado por:** el Autor

### **4.2.3 ANÁLISIS Y SELECCIÓN**

Para la selección de la mejor alternativa de diseño se evalúa por medio del método ordinal corregido de criterios ponderados.

Este método se basa en tablas donde cada criterio o solución se confronta con los restantes criterios o soluciones y se asignan los siguientes valores.

1 Si el criterio o solución de las filas es superior que el de las columnas.

0.5 Si el criterio o solución de las filas es equivalente al de las columnas.

0 Si el criterio o solución de las filas es inferior que el de las columnas.

#### **4.2.3.1. EVALUACIÓN DEL PESO ESPECÍFICO DE CADA PARÁMETRO FUNCIONAL**

En base a los parámetros funcionales como: consumo energético, capacidad, facilidad de fabricación, mantenimiento, tamaño, costos de fabricación y costos de mantenimiento. Se puede extraer los parámetros considerados importantes para el diseño de la máquina, estos se indican a continuación.

##### **4.2.3.1.1. CONSUMO ENERGÉTICO**

La pulidora de maíz debe consumir la menor cantidad de energía posible durante el funcionamiento, sin reducir su capacidad de producción y la eficiencia de la misma,

Es decir si una máquina ocupa menos potencia para su funcionamiento, menor será la energía consumida por la misma.

##### **4.2.3.1.2. CAPACIDAD**

De acuerdo con la concepción del proyecto se define que la máquina debe tener una capacidad de al menos 5 [qq/semana], esto de acuerdo a la información dada por el

dueño de la empresa y a las encuestas realizadas el cual se enfoca en que la máquina debe poseer una mayor capacidad de pulido superior al proceso manual.

#### **4.2.3.1.3. FABRICACIÓN**

La Facilidad de fabricación es un aspecto muy importante debido a que el diseño está enfocado para las pequeñas industrias, por lo tanto las alternativas de diseño deben contemplar una facilidad de fabricación para la disminución de costos.

#### **4.2.3.1.4. MANTENIMIENTO**

La máquina pulidora debe permitir facilidad de mantenimiento, con el fin de poder reemplazar los elementos mecánicos sin ninguna dificultad y en el menor tiempo posible.

El mantenimiento no debe involucrar excesivas horas de para de la máquina, porque esto involucra un paro de producción y por ende pérdida de dinero para la empresa.

#### **4.2.3.1.5. TAMAÑO**

La máquina debe ocupar el menor espacio posible en la fábrica, sin que la capacidad de producción se reduzca. Este parámetro es importante debido a que en un futuro la empresa piensa implementar más maquinaria y no se desea que una sola máquina ocupe espacio donde se puedan ubicar otras.

#### **4.2.3.1.6. COSTOS DE FABRICACIÓN**

El costo de fabricación es un parámetro muy importante ya que el diseño de la máquina debe adaptarse a pequeñas industrias de producción de maíz pulido. Y lo que se requiere es invertir el menor costo en material y mano de obra para una gran producción de maíz pulido, sin dejar de lado la eficiencia de la máquina.

#### 4.2.3.1.7. COSTO DE MANTENIMIENTO

Este parámetro también es importante debido a que durante el mantenimiento de la máquina, se deben reemplazar elementos desgastados y estos no deben ser costosos, deben ser fáciles de encontrar en el mercado y además los costos de reparaciones y mano de obra también deben ser bajos.

Esto quiere decir que no sea necesario contratar técnicos especializados, sino más bien que el mismo operador pueda realizar el mantenimiento.

A continuación se muestra una tabla en la que se indica el orden jerárquico de los parámetros técnicos de cada uno de los sistemas de pulido de ambas alternativas para la evaluación de estos más adelante.

**Tabla 4. 4** Evaluación del peso de mayor a menor de los parámetros funcionales

1) Costo de fabricación > 2) Costo de mantenimiento > 3) Capacidad > 4) Consumo de energía > 5) Fabricación > 6) Mantenimiento > 7) Tamaño
--

**Elaborado por:** el Autor

**Tabla 4. 5** Peso específico de cada parámetro funcional

Nº	PARÁMETRO	1	2	3	4	5	6	7		Σ+1	Pond.
1	Costo de fabricación		0,5	1	1	1	1	1	5,5	6,5	0,232
2	Costo de mantenimiento	0,5		1	1	1	1	1	5,5	6,5	0,232
3	Capacidad	0	0		1	1	1	1	4	5	0,178
4	Consumo de energía	0	0	0		1	1	1	3	4	0,143
5	Fabricación	0	0	0	0		1	1	2	3	0,107
6	Mantenimiento	0	0	0	0	0		1	1	2	0,071
7	Tamaño	0	0	0	0	0	0		0	1	0,036
									Σ	28	1

**Elaborado por:** el Autor

#### 4.2.3.2. EVALUACIÓN DE LOS PESOS ESPECÍFICOS DE LAS DISTINTAS SOLUCIONES

A continuación se procede a evaluar cada uno de los parámetros funcionales.

##### 4.2.3.2.1. EVALUACIÓN DEL CRITERIO DE COSTO DE FABRICACIÓN

En los anexos B14 y B15 constan las proformas de las máquinas (pulidora por medio de cuchillas y piladora de rodillo abrasivo), y en ellas los costos de cada máquina, siendo mayor el precio de la pulidora por medio de cuchillas.

El costo de la primera alternativa es 13700\$ (trece mil setecientos dólares), mientras que el costo de la segunda alternativa es 3000\$ (tres mil dólares). Por esta razón la piladora de rodillo abrasivo tiene ventaja frente a la primera alternativa.

**Tabla 4. 6** Evaluación del criterio costo de fabricación

<b>COSTO DE FABRICACIÓN</b>	<b>Alternativa 1</b>	<b>Alternativa 2</b>	<b><math>\Sigma+1</math></b>	<b>Ponderación</b>
<b>Alternativa 1</b>		0	1	33.33
<b>Alternativa 2</b>	1		2	66.67
		<b>Total</b>	3	100

**Elaborado por:** el Autor

##### 4.2.3.2.2. EVALUACIÓN DEL CRITERIO COSTO DE MANTENIMIENTO

Según el criterio del investigador de este proyecto, el costo de mantenimiento de la máquina piladora por rodillo abrasivo es menor que la de cuchillas. Debido a que es mucho más económico comprar discos de pulido, que mandar a construir las cuchillas.

Las cuchillas para pulido requieren de un tratamiento térmico especial aumentando el precio de mantenimiento, mientras que los discos abrasivos son fáciles de encontrar en el mercado. Por esta razón la piladora por rodillo abrasivo tiene ventaja frente a la primera alternativa.



**Tabla 4. 7** Evaluación del criterio costo de mantenimiento

<b>COSTO DE MANTENIMIENTO</b>	<b>Alternativa 1</b>	<b>Alternativa 2</b>	<b>∑+1</b>	<b>Ponderación</b>
<b>Alternativa 1</b>		0	1	33.33
<b>Alternativa 2</b>	1		2	66.67
		Total	3	100

**Elaborado por:** el Autor

#### **4.2.3.2.3. EVALUACIÓN DEL CRITERIO CAPACIDAD**

En los apartados 4.2.1 y 4.2.2 se detallan las capacidades de producción de cada alternativa en base a los anexos B14 y B15, siendo la capacidad de producción de la máquina pulidora por cuchillas de 5 a 10 [qq/h] y de 3 a 3.5 [qq/h] la capacidad de la pulidora por rodillo abrasivo.

Por esta razón la piladora por medio de cuchillas tiene ventaja frente a la segunda alternativa.

**Tabla 4. 8** Evaluación del criterio capacidad

<b>CAPACIDAD</b>	<b>Alternativa 1</b>	<b>Alternativa 2</b>	<b>∑+1</b>	<b>Ponderación</b>
<b>Alternativa 1</b>		1	2	66.67
<b>Alternativa 2</b>	0		1	33.33
		Total	3	100

**Elaborado por:** el Autor

#### **4.2.3.2.4. EVALUACIÓN DEL CRITERIO CONSUMO DE ENERGÍA**

En los Anexos B14 y B15 se detallan las potencias que emplean las alternativas expuestas para realizar el proceso de pulido. Siendo 15 [Hp] la potencia de la pulidora por medio de cuchillas y 12 [Hp] la potencia de la pulidora por rodillo abrasivo.

Con esto se observa que la energía consumida por la primera alternativa es mayor que la segunda, Por esta razón la piladora de rodillo abrasivo tiene ventaja frente a la primera alternativa.

**Tabla 4. 9** Evaluación del criterio consumo de energía

<b>CONS. ENERGÍA</b>	<b>Alternativa 1</b>	<b>Alternativa 2</b>	<b><math>\Sigma+1</math></b>	<b>Ponderación</b>
<b>Alternativa 1</b>		0	1	33.33
<b>Alternativa 2</b>	1		2	66.67
		Total	3	100

**Elaborado por:** el Autor

#### 4.2.3.2.5. EVALUACIÓN DEL CRITERIO FABRICACIÓN

Según el criterio del investigador de este proyecto, la fabricación de la máquina piladora por rodillo abrasivo es más fácil que la de cuchillas. Debido a que involucra la elaboración de menos piezas. Además el sistema de pulido por medio de cuchillas es más complejo por la disposición y forma de las cuchillas. Por esta razón la piladora por rodillo abrasivo tiene ventaja frente a la primera alternativa.

**Tabla 4. 10** Evaluación del criterio fabricación

<b>FABRICACIÓN</b>	<b>Alternativa 1</b>	<b>Alternativa 2</b>	<b><math>\Sigma+1</math></b>	<b>Ponderación</b>
<b>Alternativa 1</b>		0	1	33.33
<b>Alternativa 2</b>	1		2	66.67
		Total	3	100

**Elaborado por:** el Autor

#### 4.2.3.2.6. EVALUACIÓN DEL CRITERIO MANTENIMIENTO

En los Anexos B14 y B15 se describen las maneras de realizar el mantenimiento de la máquina pulidora por medio de cuchillas y de la piladora por medio de rodillo abrasivo, respectivamente, y se puede apreciar que el mantenimiento de la máquina pulidora por medio de cuchillas es más fácil que la segunda opción. Por esta razón la piladora por medio de cuchillas tiene ventaja frente a la segunda alternativa.

**Tabla 4. 11** Evaluación del criterio mantenimiento

<b>MANTENIMIENTO</b>	<b>Alternativa 1</b>	<b>Alternativa 2</b>	<b><math>\Sigma+1</math></b>	<b>Ponderación</b>
<b>Alternativa 1</b>		1	2	66.67
<b>Alternativa 2</b>	0		1	33.33
		Total	3	100

**Elaborado por:** el Autor

#### 4.2.3.2.7. EVALUACIÓN DEL CRITERIO TAMAÑO

En los apartados 4.2.1 y 4.2.2 con base a los anexos B14 y B15 se describe las dimensiones de cada máquina. Siendo 610x1219x2134[mm], ancho, largo y alto respectivamente las dimensiones de la maquina piladora por medio de cuchillas, y 600x500x1200[mm], ancho, largo y alto respectivamente las dimensiones de la maquina piladora por medio de rodillo abrasivo.

Por esta razón la piladora por rodillo abrasivo tiene ventaja frente a la primera alternativa, porque ocupa menos espacio en y la fábrica y es más fácil de transportar.

**Tabla 4. 12** Evaluación del criterio tamaño

TAMAÑO	Alternativa 1	Alternativa 2	$\Sigma+1$	Ponderación
Alternativa 1		0	1	33.33
Alternativa 2	1		2	66.67
		Total	3	100

**Elaborado por:** el Autor

#### 4.2.4 TABLA DE CONCLUSIONES

En la tabla 4.13 se muestra las conclusiones para la selección de la alternativa de diseño más adecuada.

**Tabla 4. 13** Tabla de conclusiones

CONCLUSIONES	Costo de fabricación	Costo de mantenimiento	Capacidad	Consumo de energía	Fabricación	Mantenimiento	Tamaño	$\Sigma$ Total	Orden de Prioridad
Pulidora por medio de cuchillas	7.73	7.73	11.87	4.77	3.57	4.73	1.2	41.6	2
Pulidora por medio de rodillo abrasivo	15.47	15.47	5.93	9.53	7.13	2.37	2.4	58.4	1

**Elaborado por:** el Autor

De los resultados obtenidos en la tabla 4.13 se observa que la mejor decisión de sistema para el diseño y construcción de la máquina pulidora de maíz es la alternativa 2, que corresponde a la pulidora de maíz con rodillo abrasivo.

Debido a que ésta posee el primer lugar en el orden de prioridad; La tabla muestra que posee valores más altos en los parámetros costo de fabricación, costo de mantenimiento, consumo de energía, facilidad de fabricación y tamaño. Esto indica que la máquina pulidora por rodillo abrasivo es menos costosa de construir, el costo de mantenimiento es más bajo, el consumo energético es menor en relación a la primera alternativa, es mucho más fácil de construir, y es más compacta lo que facilita su transporte y ocupa menos espacio en la fábrica. Pero la capacidad de producción es más baja y el mantenimiento es más dificultoso que la primera opción

### **4.3 DISEÑO DE LA MÁQUINA PULIDORA DE MAÍZ**

Para determinar las características adecuadas de pulido se realizó un prototipo en el cuál se realizaron ciertas modificaciones para poder obtener un óptimo pulido de maíz.

En las modificaciones mencionadas consta la distancia de recorrido del maíz por el rodillo, la separación entre el tamiz y el rodillo abrasivo, el tipo de tamiz y el tipo de piedra abrasiva.



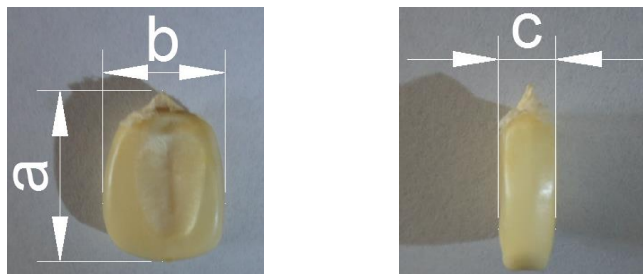
**Ilustración 4. 15** Prototipo para obtener primeros parámetros técnicos de pulido

**Fuente:** el Autor

Además una característica importante que se obtuvo al realizar las pruebas con el prototipo fue que el tipo de grano que presenta menos dificultad al proceso de pulido mecánico es el maíz blanco tipo “GUAGAL”, debido a que este tipo de grano presenta una dureza mayor que el maíz blanco serrano, y posee una forma mucho más regular. Este tipo de maíz blanco mencionado es popularmente conocido como maíz costeño. Este tipo de grano posee una forma un poco más aplanada que el maíz serrano, hecho que facilita el proceso de pulido, además tiene una dureza superior al resto de variedades y no se parte durante el proceso de pulido. Con estas características se dio inicio al desarrollo de los cálculos y así se pudo determinar las dimensiones adecuadas con las que el pulido de maíz es mucho más eficiente.

#### 4.3.1.1. DETERMINACIÓN DE LAS MEDIDAS GENERALES DEL MAÍZ

Las medidas generales del grano de maíz seco se determinan mediante la media aritmética de estas (Anexo C5). La muestra utilizada para este análisis es el maíz tipo Guagal. En la figura se muestran las dimensiones principales del grano de maíz para el estudio.



**Ilustración 4. 16** Dimensiones principales de un grano de maíz

**Elaborado por:** el Autor



**Ilustración 4. 17** Medición del largo de un grano de maíz dimensión (a)

**Elaborado por:** el Autor



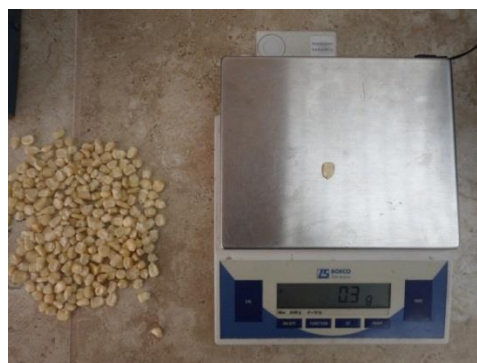
**Ilustración 4. 18** Medición del ancho de un grano de maíz dimensión (b)

**Elaborado por:** el Autor



**Ilustración 4. 19** Medición del espesor de un grano de maíz dimensión (c)

**Elaborado por:** el Autor



**Ilustración 4. 20** Medición del peso de un grano de maíz

**Elaborado por:** el Autor

Las dimensiones principales de un grano de maíz seco tipo Guagal (Anexo C5) son:

$$\bar{X}_a = 10 \text{ mm}$$

$$\bar{X}_b = 9 \text{ mm}$$

$$\bar{X}_c = 5 \text{ mm}$$

$$\bar{m} = 0.3 \text{ g}$$

Ahora se toma el volumen de un maíz como si se tratara de un paralelepípedo

$$V_{\text{grano}} = a \times b \times c \quad (4)$$

$$V_{\text{grano}} = 10 \times 9 \times 5$$

$$V_{\text{grano}} = 450 \text{ [mm}^3\text{]}$$

$$V_{\text{grano}} = 4.5 \times 10^{-7} \text{ [m}^3\text{]}$$

#### **4.4 DISEÑO DEL SISTEMA DE PULIDO**

##### **4.4.1.1. SELECCIÓN DE LAS PIEDRAS ABRASIVAS**

El tipo de piedra más óptimo para pulir maíz es el disco baquelítico reforzado debido a que resiste la carga de 7.6Kgf (apartado 2.4.5.1) que se le tiene que aplicar para pulir el maíz, además con base en las investigaciones realizadas por el centro Canadiense de seguridad ocupacional (ANEXO B1) se puede afirmar que este tipo de piedra no es tóxica de ninguna manera para el consumo humano dado que su composición química es principalmente óxido de aluminio  $AL_2O_3$ . (CCSSO, 2010)

Las especificaciones sobre la composición química de este material se encuentran en el (Anexo B1)

Además se desprenden pequeñas cantidades de este material que pueden ser absorbidas con un flujo de aire proporcionado con la ayuda de la turbina de aire.

A continuación se muestra un esquema de la forma de los tipos de abrasivos el izquierdo se utiliza proceso de afilado y su grano tiene forma tetraédrica y el derecho para proceso de pulido tiene forma prismática oblicua.

El tipo de grano utilizado en el proyecto es el de forma prismática oblicua que es el recomendado para procesos de pulido.



Abrasivo para afilado

Abrasivo para pulido

**Ilustración 4. 21** Esquema de la forma de los granos de la piedra

**Fuente:** (AFS, 2012)

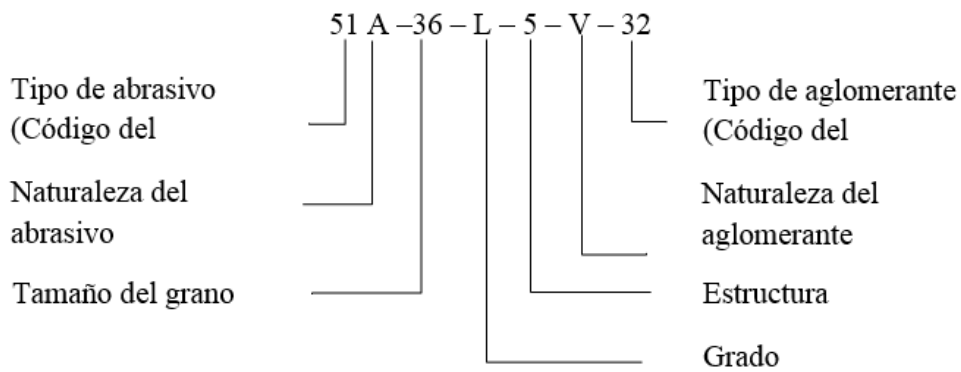
El tamaño de disco que se utilizará es de 4½ pulgadas debido a que este tamaño de disco es comercial y accesible en nuestro medio.

La designación consiste en el empleo de siete símbolos que hacen referencia a otras tantas características o datos, tres de los cuales son facultativos, colocados de este modo:

- Tipo de abrasivo. Propio del fabricante (facultativo)
- Naturaleza del abrasivo. A, para los aluminosos (corindón); B, para los de carburo de silicio (carborúndum).
- Tamaño del grano
- Grado (Dureza)
- Estructura (facultativo)
- Naturaleza del aglomerante
- Tipo de aglomerante. Propio del fabricante (facultativo).

Por ejemplo sea una muela con el símbolo general 51 A-36-L-5-V-32, el significado de cada uno de los símbolos parciales es el siguiente:





**Ilustración 4. 22** Código de designación de piedras abrasivas

**Fuente:** (TYROLIT, 2010)

Por consiguiente según (TYROLIT, 2010), la designación completa de la muela plana a utilizar en la máquina pulidora con las especificaciones anteriores sería:

**Muela de pulir** (115X6.4X22.2) 10A-27-R-7-3

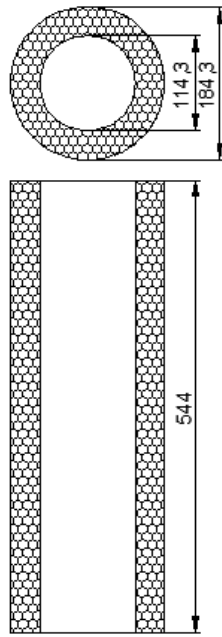
#### 4.4.1.2. DIMENSIONAMIENTO DE LA CÁMARA DE PULIDO

La cámara de pulido es el componente más importante de la máquina debido a que en ésta cumple el objetivo principal que es pulir maíz sin que el grano se pulverice por completo o se parta de manera incorrecta, y así poder aprovechar posteriormente el afrecho resultante del pulido como alimento para ganado.

La cámara de pulido también contiene otros elementos o subcomponentes. Los subcomponentes con los cuales está equipada la cámara son: cilindro, tamiz, y el rodillo abrasivo.

La forma de operar de dicha cámara es mediante la fricción provocada entre el empuje de los granos de maíz contra el rodillo abrasivo (el cual está compuesto por discos de pulido, agrupados en un eje que da la acción de rotación al mismo).

El empuje que se da a los granos de maíz proviene de la reacción que se produce contra el tamiz, a través de este tamiz cae el afrecho a una cámara entre el cilindro y el tamiz y de esta se extrae el afrecho con la ayuda de una corriente de aire producida por una turbina de aire.



**Ilustración 4. 23** Dimensiones principales de la cámara de pulido

**Elaborado por:** el Autor

Las dimensiones de la perforación del tamiz empleado son 2X20mm, dimensiones determinadas en el catálogo de una de las distribuidoras de mallas en el mercado nacional y es de tipo largo redondeadas disposición alterna, se seleccionó en base al tamaño del maíz y el material de éste es acero inoxidable. Estas dimensiones las encontramos en el Anexo B3 de este documento. (Repermetal, 2013)

Algunos de los subcomponentes de la cámara como el tamiz y el cilindro están sometidos a condiciones de corrosión media por lo que estos componentes serán fabricados de el mismo material que es el acero inoxidable cuyas propiedades son resistentes a dichas condiciones. El maíz limpio después de haber recorrido la longitud del rodillo cae por un cono que contiene una regulación de caudal después pasa por una bandeja a un saco.

El tamaño de disco es de (4½ pulgadas-114.3mm) Anexo B2 y el espacio determinado con el prototipo entre el rodillo y el tamiz es de 35mm para que el grano no se triture y tenga libertad de giro logrando así un buen pulido, siendo así el diámetro del tamiz es 184.3mm.

Por tanto el volumen de la cámara se calcula:

$$V = \frac{\pi(D^2 - d^2)}{4} \times h \quad (5)$$

Donde:

Vcámara= Volumen de la cámara

D= Diámetro exterior (tamiz)

d= Diámetro interior (rodillo)

h= Altura del cilindro

$$V_{\text{cámara}} = \frac{\pi(184.3^2 - 114.3^2)}{4} \times 544$$

$$V_{\text{cámara}} = 8930517.47 \text{ [mm}^3\text{]}$$

$$V_{\text{cámara}} = 8.93 \times 10^{-3} \text{ [m}^3\text{]}$$

El volumen del rodillo será

$$V_{\text{rodillo}} = \frac{\pi(114.3^2 - 22.22^2)}{4} \times 544$$

$$V_{\text{rodillo}} = \frac{\pi(114.3^2 - 22.22^2)}{4} \times 544$$

$$V_{\text{rodillo}} = 5370940.8 \text{ [mm}^3\text{]}$$

$$V_{\text{rodillo}} = 5.371 \times 10^{-3} \text{ [m}^3\text{]}$$

#### **4.4.1.3. SELECCIÓN DE LA VELOCIDAD DE OPERACIÓN DE LA MÁQUINA PULIDORA DE MAÍZ**

Con base en las pruebas realizadas con el prototipo se determinó que la velocidad aproximada para realizar el pulido de maíz deberá ser 3600 rpm aprox. Debido a que el trabajo de pulido requiere de altas revoluciones para obtener un pulido efectivo, para evitar que el grano de maíz sea triturado a consecuencia de la energía cinética elevada se debe dejar un espacio considerablemente grande entre el tamiz y el rodillo para que la presión que se ejerce sobre el grano no sea excesiva, para alcanzar la velocidad requerida se emplea un acople directo entre el eje del motor y el eje principal de la máquina para aprovechar las revoluciones que da el motor, las dimensiones de estos elementos se determinan más adelante cuando se dimensione

el sistema de transmisión. En conclusión las velocidades recomendadas para la pulidora de maíz están entre 3600 rpm.

Los granos deberán ser presionados contra el rodillo abrasivo con la fuerza de los otros granos mas no del tamiz debido a que esta fuerza es demasiado grande ( $2282.76 \text{ [N]} > 37.24 \text{ [N]}$ ) lo que ocasiona que el grano se parta, además este espacio sirve para que el grano de maíz gire libremente y se pula toda la superficie.

#### **4.4.1.4. CÁLCULO DE LA POTENCIA REQUERIDA**

Para calcular la potencia que se requiere para pulir el maíz, comenzaremos calculando cada una de las fuerzas de oposición al giro del rodillo abrasivo; para luego encontrar una fuerza resultante que vencer.

##### **4.4.1.4.1. TORQUE GENERADO DEBIDO AL PESO DEL MAÍZ Y RODILLO.**

El rodillo abrasivo muestra oposición frente a la cantidad de maíz dentro de la cámara de pulido, el cálculo se desarrolla imponiéndose una condición de trabajo que es la cámara de pulido llena. Ahora se calcula esta oposición al giro calculando el peso del maíz dentro de la cámara ( $q_0$ ), para lo que se toma las medidas calculadas en el literal 4.3.1.1

Primero se calculó el número de granos que caben en este espacio, dividiendo el volumen de la cámara por el volumen de cada maíz

$$N = \frac{V_{\text{cámara}}}{V_{\text{grano}}} \quad (6)$$

Donde:

N= Número de granos en la cámara

$$N = \frac{8.93 \times 10^{-3} \text{ [m}^3\text{]}}{4.5 \times 10^{-7} \text{ [m}^3\text{]}}$$

$$N=19844.44 \approx 19844[\text{granos}]$$

Para comprobar el número de granos de maíz obtenidos en el cálculo anterior se realizó pruebas, ubicando una capa de granos alrededor de un disco con el diámetro exterior del tamiz que será simulado con una hoja de papel envuelta



**Ilustración 4. 24** Comprobación del número de granos de maíz por disco

**Elaborado por:** el Autor

Con esta prueba se determinó que aproximadamente caben 319 granos por capa, como la cantidad de discos a utilizarse es 60 entonces la cantidad de granos en la cámara resulta:

$$N=n_{\text{granos}} \times n_{\text{discos}} \quad (7)$$

$$N=319 \times 60$$

$$N=19140[\text{granos}]$$

Este resultado muestra 704 granos de diferencia debido a los espacios no cubiertos por los granos por su falta de uniformidad en las dimensiones de los mismos, con lo que se obtiene un factor de llenado de:

$$\vartheta=0.964$$

Como se determinó en el apartado 4.3.1.1 que la masa de cada grano es de 0.3g entonces la masa total de granos dentro del cilindro es:

$$M_{\text{maíz}}=N \times m_{\text{de un solo grano}}$$

$$M_{\text{maíz}}=\frac{19140 \times 0.3}{70}$$

$$\begin{aligned}
M_{\text{maíz}} &= 5742 [\text{g}] \\
M_{\text{maíz}} &= 5.742 [\text{kg}] \\
\gamma_{\text{maíz}} &= \frac{M_{\text{maíz}} \times g}{V_{\text{cámara}}} \\
\gamma_{\text{maíz}} &= \frac{5.742 [\text{Kg}] \times 9.81 \left[ \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right]}{8.93 \times 10^{-3} [\text{m}^3]} \\
\rightarrow \gamma_{\text{maíz}} &= 6307.84 \left[ \frac{\text{N}}{\text{m}^3} \right]
\end{aligned}$$

Ahora se calcula el peso específico del rodillo abrasivo, como se mencionó anteriormente este rodillo está formado por discos de pulido, entonces como conocemos el peso de cada disco (0.375lb) basta con multiplicar este peso por el número de discos

$$\begin{aligned}
M_{\text{rodillo}} &= N_{\# \text{ de discos}} \times m_{\text{de un solo disco}} \\
M_{\text{rodillo}} &= 60 \times 0.170 [\text{Kg}] \\
M_{\text{rodillo}} &= 10.23 [\text{Kg}] \\
\gamma_{\text{rodillo}} &= \frac{M_{\text{rodillo}} \times g}{V_{\text{rodillo}}} \\
\gamma_{\text{rodillo}} &= \frac{10.23 [\text{Kg}] \times 9.81 \left[ \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right]}{5.371 \times 10^{-3} [\text{m}^3]} \\
\rightarrow \gamma_{\text{rodillo}} &= 18679.86 \left[ \frac{\text{N}}{\text{m}^3} \right]
\end{aligned}$$

Sabiendo que,

$$P = \gamma \times h \quad (8)$$

Donde:

P= Presión

$\gamma$ = Peso específico

h= Altura

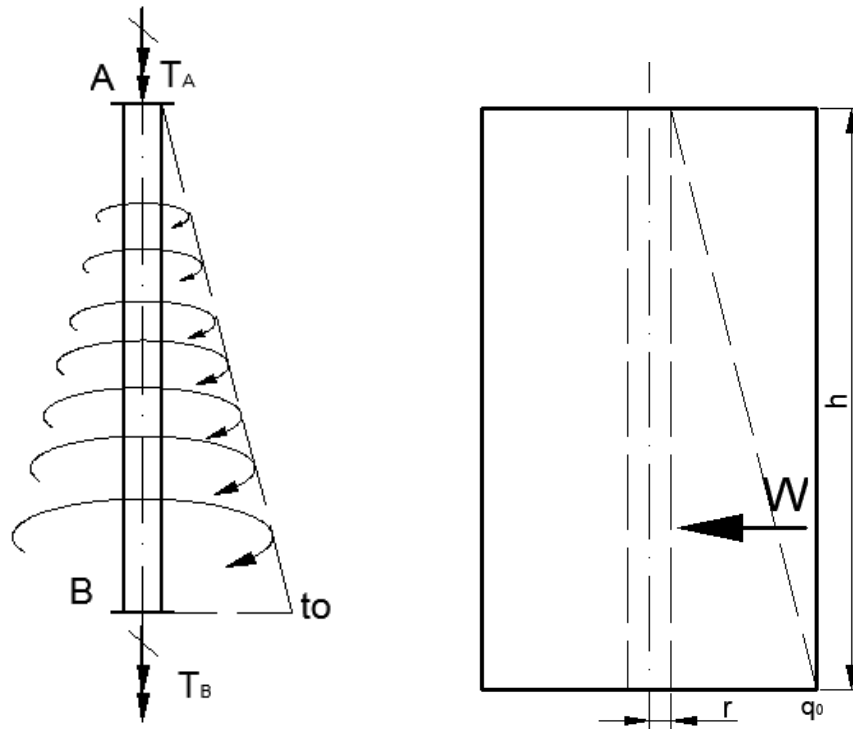
Sumando el peso específico del maíz junto con el peso específico del rodillo tenemos la fuerza ( $q_0$ ) de oposición, debido a la presión generada por el peso. (Yunus A. Cengel, 2010)

$$q_0 = (\gamma_{\text{maíz}} + \gamma_{\text{rodillo}}) \times h \times b;$$

Donde:

$q_0$ = Carga equivalente

$b$ = Perímetro del eje



**Ilustración 4. 25** Diagrama para identificar las fuerzas ejercidas por el peso  
**Elaborado por:** el Autor

$$b = \pi D_{\text{eje}}$$

$$b = \pi(0.022[\text{m}])$$

$$b = 0.069[\text{m}]$$

$$\rightarrow q_0 = 24987.7 \left[ \frac{\text{N}}{\text{m}^3} \right] \times 0.544[\text{m}] \times 0.069[\text{m}];$$

$$q_0 = 937.938 \left[ \frac{\text{N}}{\text{m}} \right];$$

$$W = \frac{1}{2} \times h \times q_0$$

$$W = \frac{1}{2} \times 0.544[\text{m}] \times 937.938 \left[ \frac{\text{N}}{\text{m}} \right]$$

$$\rightarrow W = 255.12[\text{N}]$$

$$\tau_1 = W \times r_{\text{eje}}$$

$$\tau_1 = 255.12[\text{N}] \times 0.011[\text{m}]$$

$$\rightarrow \tau_1 = 2.806 [\text{N.m}]$$

#### 4.4.1.4.2. TORQUE GENERADO DEBIDO A LA FRICCIÓN ESTÁTICA.

Se sabe, que antes de entrar en movimiento el rodillo debe vencer una fuerza de fricción mayor que la de trabajo a plena carga (fuerza de fricción estática entre los granos de maíz y el rodillo abrasivo), entonces la fricción será

$$F_S = \mu_s \times N \quad (9)$$

Donde:

$F_S$  = Fuerza de fricción estática

$\mu_s$  = Coeficiente de fricción estático

$N$  = Fuerza Normal

**Tabla 4. 14** Grados a los que empieza a resbalar un grano de maíz por el disco

#Medición	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ángulo	33°	32°	29°	33°	32°	34°	29°	33°	32°	33°

**Elaborado por:** el Autor

El cálculo del coeficiente de rozamiento estático se obtuvo realizando mediciones del ángulo con que el grano empieza a resbalar por el disco, se obtuvo lo siguiente

La media aritmética de estos datos es:

$$\bar{\theta} = 32^\circ$$

Como el coeficiente de rozamiento estático está dado por la fórmula

$$\mu_s = \tan \theta \quad (10)$$

Entonces,

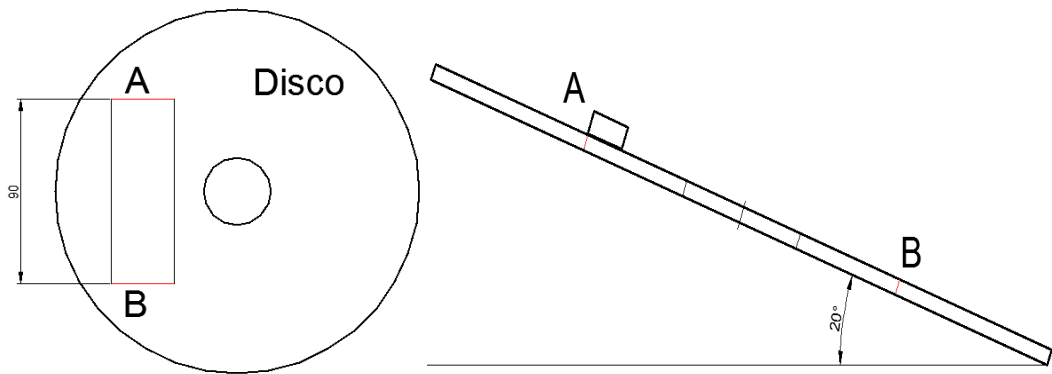
$$\mu_s = \tan 32^\circ$$



$$\mu_{\text{disco/maíz}} = 0.625$$

Para calcular el coeficiente de rozamiento cinético se realizaron mediciones del tiempo que tardó en bajar un grano de maíz seco por un disco con inclinación de  $32^\circ$ .

Como plano por el que se hizo resbalar el grano de maíz se tomó a un disco de 7" del que se utilizó solamente una sección del mismo para realizar las mediciones y así poder encontrar el coeficiente de rozamiento.



**Ilustración 4. 26** Dimensiones para el cálculo de la fricción

**Elaborado por:** el Autor

A continuación se muestra una tabla de los tiempos que demora en trasladarse un grano de maíz del punto A al B sobre el plano inclinado:

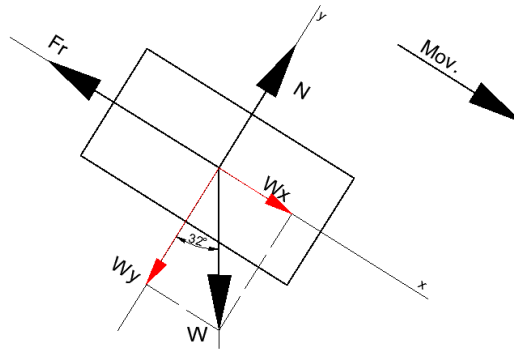
**Tabla 4. 15** Tiempos de traslado de un grano de maíz desde A hacia B

medición	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Tiempo [s]	0.528	0.514	0.382	0.452	0.375	0.391	0.402	0.408	0.401	0.396

**Elaborado por:** el Autor

$$\bar{t} = 0.425[s]$$

Ahora se calcula el coeficiente de rozamiento:



**Ilustración 4. 27** Diagrama de cuerpo libre del grano de maíz

**Elaborado por:** el Autor

$$+\uparrow \sum F_V = 0$$

$$N - W_y = 0$$

$$N = W_y;$$

$$W_y = W \times \cos 32^\circ$$

$$W_x = W \times \sin 32^\circ$$

$$\rightarrow N = (3 \times 10^{-4} \text{Kg}) (9.81 \text{ m/s}^2) \times \cos 32^\circ$$

$$\therefore N = 2.496 \times 10^{-3} [\text{N}]$$

$$\rightarrow \sum F_H = m.a$$

$$W_x - F_r = m.a;$$

$$V_f = V_o + a.t; V_o = 0$$

$$a = \frac{V_f}{t} \text{ ecuación (1)}$$

$$a = \frac{V_f^2 - V_o^2}{2e}; V_o = 0;$$

$$a = \frac{V_f^2}{2e} \text{ ecuación (2)}$$

Se iguala las ecuaciones y queda:

$$\frac{V_f}{t} = \frac{V_f^2}{2e}$$

$$\rightarrow V_f = \frac{2e}{t}$$

$$V_f = \frac{2e}{t} = \frac{2(0.09[\text{m}])}{0.425[\text{s}]} = 0.423[\text{m/s}]$$

$$\rightarrow a = \frac{V_f^2}{2e}$$

$$a = \frac{(0.423[\text{m/s}])^2}{2(0.09[\text{m}])}$$

$$\therefore a = 0.994 [\text{m/s}^2]$$

Entonces;

$$Fr = W_x \cdot m \cdot a$$

$$Fr = (3 \times 10^{-4}[\text{Kg}]) (9.81 [\text{m/s}^2]) \times \sin 32^\circ - (3 \times 10^{-4}[\text{Kg}]) (0.994 [\text{m/s}^2])$$

$$\rightarrow Fr = 1.261 \times 10^{-3}[\text{N}]$$

$$\mu_K \times N = 1.261 \times 10^{-3}[\text{N}]$$

$$\mu_K \times (2.496 \times 10^{-3}[\text{N}]) = 1.261 \times 10^{-3}[\text{N}]$$

$$\mu_K = \frac{1.243 \times 10^{-3}[\text{N}]}{2.496 \times 10^{-3}[\text{N}]}$$

$$\rightarrow \mu_K = 0.505$$

$$\rightarrow \mu_S > \mu_K$$

Se tiene como resultado que el coeficiente de fricción estática es mayor al cinético, ahora se calcula la fricción con el coeficiente de fricción estática.

$$Fr = \mu_S \times N$$

$$Fr = 0.625 \times 2.496 \times 10^{-3}[\text{N}]$$

$$\therefore Fr = 1.56 \times 10^{-3}[\text{N}]$$

Como en el perímetro de un disco están 85 granos de maíz aproximadamente; se multiplica el valor de la fricción por el número de granos que rodean el disco,

$$Fr_{\text{en 1 disco}} = 85 \times (1.56 \times 10^{-3}[\text{N}])$$

$$\therefore Fr_{\text{en 1 disco}} = 0.1326[\text{N}]$$

Luego el torque producido por la fuerza de fricción es:

$$\tau_{\text{en 1 disco}} = Fr_{\text{en 1 disco}} \times r_{\text{disco}}$$

$$\tau_{\text{en 1 disco}} = 0.1326[\text{N}] \times 0.05715[\text{m}]$$

$$\tau_{\text{en 1 disco}}=7.578 \times 10^{-3} [\text{N.m}]$$

El torque total sobre el eje a causa de la fricción estática sería el resultado de multiplicar el valor del torque producido en un solo disco, por el número de discos.

$$\begin{aligned}\tau_2 &= \tau_{\text{en 1 disco}} \times \#_{\text{discos}} \\ \tau_2 &= 7.578 \times 10^{-3} [\text{N.m}] \times 60 \\ \rightarrow \tau_2 &= 0.455 [\text{N.m}]\end{aligned}$$

#### 4.4.1.4.3. TORQUE GENERADO DEBIDO A LA FRICCIÓN CINÉTICA.

Como se estudió en el apartado 2.4.5.1 la dureza del grano está entre los (7.6 – 16.9kgf.). Para nuestro estudio se toma la mitad de la fuerza menor (3.8kgf-37.24N) como valor de fricción dinámica. Esta es la fuerza que no se debe vencer para retirar la capa de pericarpio que cubre al grano sin que se triture. Entonces a lo que se procederá es generar una reacción sobre el grano menor o igual al valor de la fuerza máxima que resiste el grano. El rodillo abrasivo gira a una determinada velocidad y necesita vencer la fuerza de oposición de los granos dentro del tamiz. A continuación se calcula esta fuerza de oposición

$$\begin{aligned}\tau_{\text{en 1 disco}} &= F_{\text{en 1 disco}} \times r_{\text{disco}} \\ \tau_{\text{en 1 disco}} &= 37.24 [\text{N}] \times 0.05715 [\text{m}] \\ \tau_{\text{en 1 disco}} &= 2.12 [\text{N.m}]\end{aligned}$$

El torque total sobre el eje a causa de la fricción cinética sería el resultado de multiplicar el valor del torque producido en un solo disco, por el número de discos.

$$\begin{aligned}\tau_3 &= \tau_{\text{en 1 disco}} \times \#_{\text{discos}} \\ \tau_3 &= 2.12 [\text{N.m}] \times 60 \\ \rightarrow \tau_3 &= 127.2 [\text{N.m}]\end{aligned}$$

Por último se calcula el torque total que se produce en el eje, que es la suma del torque generado por el peso del maíz y el rodillo más el torque generado por la fricción entre los discos abrasivos y el maíz.

$$\begin{aligned}\tau_T &= \tau_1 + \tau_2 + \tau_3 \\ \tau_T &= 2.806[\text{N.m}] + 0.455[\text{N.m}] + 127.2[\text{N.m}] \\ &\rightarrow \tau_T = 130.46[\text{N.m}]\end{aligned}$$

A continuación se calcula el torque con la inercia que debe vencer el motor para hacer girar el rodillo

$$\tau = I \times \alpha$$

Donde:

$\tau$  = Torque del motor [N.m]

$I$  = Inercia del rodillo [Kg.m<sup>2</sup>]

$\alpha$  = Aceleración angular [rad/s<sup>2</sup>]

$$I_{\text{rodillo}} = 0.0148[\text{Kg.m}^2] \text{ (Anexo B11)}$$

Luego se calcula la aceleración angular del rodillo

$$\alpha = \frac{\omega - \omega_0}{t}$$

Donde:

$\alpha$  = Aceleración angular [rad/s<sup>2</sup>]

$\omega$  = Velocidad angular final = 3600 [rpm] o 377 [rad/s]

$\omega_0$  = Velocidad angular inicial = 0

$t$  = Tiempo de arranque = 1.5 [s] ANEXO B13

$$\alpha = \frac{377 [\text{rad/s}] - 0}{1.5[\text{s}]}$$

$$\alpha = 251.33 [\text{rad/s}^2]$$

$$\tau = I \times \alpha$$

$$\tau = 0.0148 \times 251.33$$

$$\tau = 3.72[\text{N.m}]$$

Con este resultado se calcula aproximadamente la potencia del motor a ocupar usando la ecuación

$$H = \tau \times \omega \quad (11)$$

Donde:

H= Potencia en [Watts]

$\omega$ = Velocidad angular en [rad/s]

$\tau$ = El torque requerido para girar el rodillo en [N.m]

$$H = 3.72[\text{N.m}] \times 377 [\text{rad/s}]$$

$$H = 1402.44[\text{Watts}]$$

$$H = 1.88[\text{hp}]$$

Este último resultado es la potencia útil, ahora se calcula la potencia a suministrarse

$$n = \frac{P_{\text{Útil}}}{P_{\text{Suministrada}}} \quad (12)$$

Siendo:

n = Rendimiento

Considerando un rendimiento del 95% del motor resulta:

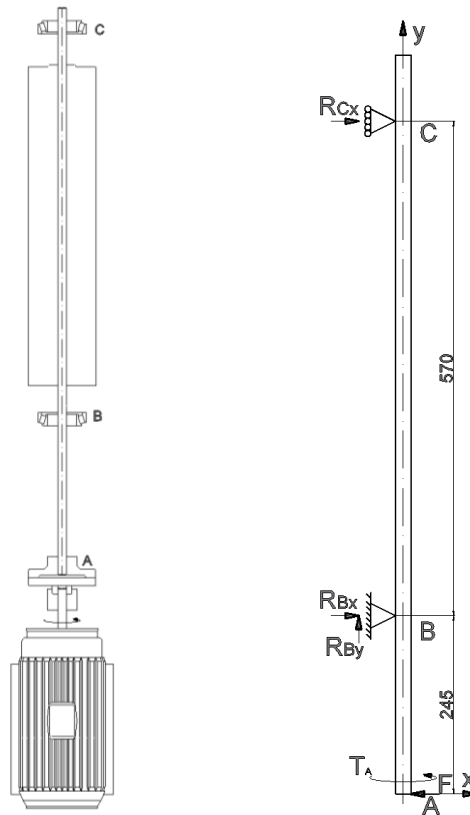
$$P_{\text{Suministrada}} = \frac{P_{\text{Útil}}}{n}$$

$$P_{\text{Suministrada}} = \frac{1.88}{0.95}$$

$$P_{\text{Suministrada}} = 1.98 [\text{hp}] \approx 1.98 [\text{hp}]$$

Estandarizando el resultado da una potencia de 2[hp]

#### 4.4.1.5. DISEÑO DEL EJE PRINCIPAL



**Ilustración 4. 28** Diagrama de cuerpo libre del eje principal

**Elaborado por:** el Autor

Este elemento es importante en el funcionamiento de la máquina pulidora por ende se debe hacer un análisis para asegurar la correcta operación de este en la máquina.

Para diseñar el eje se hace un esquema de las cargas involucradas en la operación de ahí se hace un análisis de cálculo para determinar los esfuerzos involucrados y así determinar las dimensiones correctas del eje.

##### 4.4.1.5.1. DISEÑO ESTÁTICO.

Esfuerzo máximo por flexión:

La desalineación genera una fuerza  $F$  en el extremo inferior del eje y por objeto de cálculo se desprecia esta fuerza debido a que no genera un momento flector

considerable, además es muy pequeña en comparación a la fuerza generada por el torque. Por tanto el diseño de este eje será a torsión

$$\sigma_x=0$$

Esfuerzo máximo por torsión:

$$\tau = \frac{16T}{\pi d^3} \quad (13)$$

Donde:

$\tau_{xy}$  = Esfuerzo cortante debido al torque

T = Torque

d = diámetro del eje

$$\tau = \frac{16 \times 130.46 \text{ [N.m]}}{\pi d^3}$$
$$\tau = \frac{664.43 \text{ [N.m]}}{d^3}$$

Para el primer eje se toma un acero AISI 304 porque sus propiedades mecánicas son aceptables y su composición química hace que este material sea óptimo para estar en contacto con productos alimenticios. Las propiedades de este material según el catálogo de IVAN BHOMAN (Anexo B8) son:

$$S_y = 276 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

$$S_{ut} = 586 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

El esfuerzo cortante por torsión permisible está dado por la siguiente expresión

$$\tau = \frac{0.577 S_y}{n} \quad (14)$$

Donde:

n = Factor de seguridad

$S_y$  = Fluencia el material

Se impuso un factor de seguridad de 1.2. Reemplazando datos en la siguiente ecuación resulta:



$$\tau = \frac{0.577(276)}{1.2}$$

$$\tau = 132.71 \text{ [MPa]}$$

$$132.71 \times 10^6 \text{ [Pa]} = \frac{664.43 \text{ [N.m]}}{d^3}$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{1043.44 \text{ [N.m]}}{132.71 \times 10^6 \text{ [Pa]}}}$$

$$d = 0.0171 \text{ [m]}$$

$$d = 17.1 \text{ [mm]}$$

#### 4.4.1.5.2. DISEÑO DINÁMICO

Se determina  $Se'$  a partir del  $S_{ut} = 586 \text{ [MPa]}$ , como  $S_{ut} \leq 1400 \text{ [MPa]}$ . Entonces

$$Se' = 0.5 S_{su}$$

$$S_{su} = 0.67 S_{ut}$$

$$S_{su} = 0.67 (586 \text{ [MPa]})$$

$$Se' = 0.5 (392.62 \text{ [MPa]})$$

$$Se' = 196.31 \text{ [MPa]}$$

Modificación de  $Se'$  para determinar  $Se$ ; Anexo B4:

$$Se = k_a \cdot k_b \cdot k_c \cdot k_d \cdot k_e \cdot k_{fs} \cdot Se'$$

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

$$a = 4.51 \text{ (Maquinado o estirado en frío)}, b = -0.265$$

$$\rightarrow k_a = 4.51 (586)^{-0.265} = 0.833$$

$$k_b = 1.24 d^{-0.107}, 2.79 \leq d \leq 51 \text{ [mm]}$$

$$\rightarrow k_b = 1.24 (22)^{-0.107} = 0.89$$

$$\rightarrow k_c = 0.59 \text{ (El eje está sometido a torsión)}$$

$$k_d = \frac{S_T}{S_{RT}} \text{ (Temperatura máxima de operación } 150^\circ\text{C)}$$

$$\rightarrow k_d = 1.025$$

$$\rightarrow k_e = 0.868 \text{ (Para una confiabilidad del 95\%)}$$

$$k_{fs}=1+q (K_{ts}-1)$$

$$d/D=4.5/22=0.2045$$

$$K_{ts}=2.74$$

Se utiliza la ecuación de Neuber para determinar q, debido a que se trata de torsión de aceros de baja aleación

$$q = \frac{1}{1 + \frac{\sqrt{a}}{\sqrt{r}}}$$

$$\text{Radio de muesca} = 4.5/2 = 2.25\text{mm} = 0.0886\text{in}$$

$$\sqrt{a} = 0.190 - 2.51(10^{-3})S_{ut} + 1.35(10^{-5})S_{ut}^2 - 2.67(10^{-8})S_{ut}^3$$

Se suma al  $S_{ut}$  20 Kpsi, entonces  $392.62\text{Mpa} = 57\text{Kpsi}$ ;  $57+20 = 77\text{Kpsi}$

$$\sqrt{a} = 0.190 - 2.51(10^{-3})(77) + 1.35(10^{-5})(77)^2 - 2.67(10^{-8})(77)^3$$

$$\sqrt{a} = 0.075$$

$$q = \frac{1}{1 + \frac{0.075}{0.294}}$$

$$q = 0.79$$

$$k_{fs} = 1 + 0.79 (2.74 - 1)$$

$$\rightarrow k_{fs} = 2.37$$

$$S_e = (0.833)(0.89)(0.59)(1.025)(0.868)(2.37)(196.31[\text{MPa}])$$

$$S_e = 181.06 [\text{MPa}]$$

Se calculan las cargas alternantes  $T_a$  y  $T_m$ . Como las cargas no presentan fluctuación

$$T_m = 0$$

$$T_a = (130.46 + 3.72)/2$$

$$T_a = 67.09[\text{N.m}]$$

Se aplica la teoría de falla de Soderberg, para obtener el factor de seguridad

$$\frac{1}{n} = \frac{16}{\pi d^3} \left\{ \frac{1}{S_e} [4(K_f M_a)^2 + 3(K_{fs} T_a)^2]^{1/2} + \frac{1}{S_{yt}} [4(K_f M_m)^2 + 3(K_{fs} T_m)^2]^{1/2} \right\}$$

$$\frac{1}{n} = \frac{16}{\pi d^3} \left\{ \frac{1}{S_e} [3(K_{fs} T_a)^2]^{1/2} \right\}$$

$$\frac{1}{n} = \frac{16}{\pi(0.0171)^3} \left\{ \frac{1}{181.06 \times 10^6} [3(2.37 \times 67.09)^2]^{1/2} \right\}$$

$$\frac{1}{n} = 1.54$$

$$n = 0.65$$

El resultado anterior indica que el diámetro no cumple con las expectativas de diseño al resultar un factor de seguridad menor al impuesto. A continuación se incrementa el valor del diámetro del eje a 21mm y luego se recalcula para verificar que el factor de seguridad sea mayor o igual al impuesto

$$\frac{1}{n} = \frac{16}{\pi(0.021)^3} \left\{ \frac{1}{181.06 \times 10^6} [3(2.37 \times 67.09)^2]^{1/2} \right\}$$

$$\frac{1}{n} = 0.83$$

$$n = 1.2$$

El resultado hallado indica que el diámetro de 21mm es adecuado, porque el factor de seguridad calculado es igual que el impuesto 1.2. Por ello se lo considera aceptable debido a que resistirá los esfuerzos que se producen durante el funcionamiento de la máquina.

#### **4.4.1.6. SELECCIÓN DE RODAMIENTOS PARA EL EJE PRINCIPAL**

A continuación se selecciona los rodamientos adecuados en los cuales se apoyará el eje, para aumentar durabilidad, reduciendo el desgaste por fricción entre los elementos mecánicos. Se toma como base el catálogo creado por una de las mayores casas productoras de rodamientos (FAG, 2000), se sustenta en los parámetros establecidos en este catálogo, las gráficas que intervienen en el cálculo se encuentran en los Anexos B6 y B7.

Como primer paso se calcula el valor de la reacción  $R_{By}$  que corresponde al peso del maíz, del rodillo y del eje, entonces:

$$+\uparrow \sum F_V = 0$$

$$R_{By} - W_{maíz} - W_{rodillo} - W_{eje} = 0$$

$$W_{maíz} = 5.742 \times 9.8 = 56.27 \text{ [N]}$$

$$W_{rodillo} = 10.23 \times 9.8 = 100.25 \text{ [N]}$$

$$W_{eje} = 2.559 \times 9.8 = 25.08 \text{ [N]}$$

Propiedades de masa de Eje Principal	
Configuración:	Predeterminado
Sistema de coordenadas:	-- predeterminado --
Densidad =	0.01 gramos por milímetro cúbico
Masa =	2559.02 gramos
Volumen =	319877.51 milímetros cúbicos
Área de superficie =	59725.50 milímetros cuadrados
Centro de masa: ( milímetros )	
X =	0.00
Y =	-0.02
Z =	-4.34

**Ilustración 4. 29** Propiedades de masa del eje principal

**Elaborado por:** el Autor

$$R_{By} = 56.27 \text{ [N]} + 100.25 \text{ [N]} + 25.08 \text{ [N]}$$

$$R_{By} = 181.6 \text{ [N]}$$

A continuación se calcula el valor de la reacción  $R_{c_x}$ , que es el valor de la fuerza que se produce sobre el rodamiento radialmente debido al torque.

Sabiendo que:

$$T_A + T_B = \frac{t_0 L}{2} \quad (15)$$

Donde:

$T_A$  = Torque en la parte superior del eje

$T_B$  = Torque en la parte inferior del eje

$t_0$  = Torque total equivalente (TIMOSHENKO, 2005)

$L$  = Longitud del eje 836.47 [mm]

$$T_A + T_B = \frac{130.46 \frac{\text{[N.m]}}{\text{m}} \times 0.836 \text{ [m]}}{2}$$

$$T_A + T_B = 54.56 \text{ [N.m]}$$

$$T_B = 1.5T_A$$

$$T_A + 1.5T_A = 54.56[\text{N.m}]$$

$$2.5T_A = 54.56[\text{N.m}]$$

$$T_A = 21.82[\text{N.m}]$$

$$T_B = 32.74[\text{N.m}]$$

El valor de la reacción en cada punto es igual al torque generado en dicho punto sobre el diámetro del eje 0.021[m]

$$R_{C_x} = \frac{21.82[\text{N.m}]}{0.021\text{m}}$$

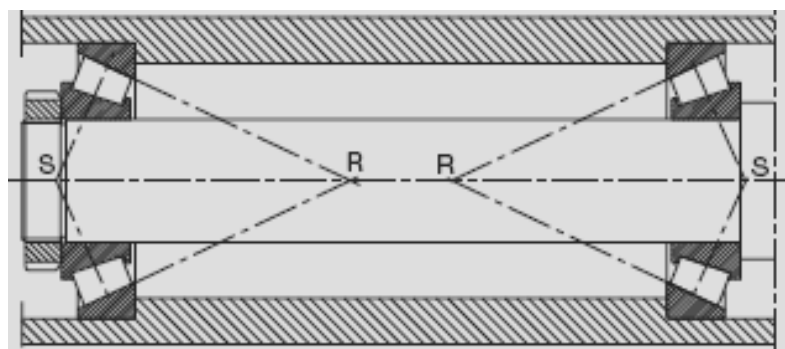
$$R_{C_x} = 1.039[\text{KN}]$$

$$R_{B_x} = \frac{32.74[\text{N.m}]}{0.021\text{m}}$$

$$R_{B_x} = 1.56[\text{KN}]$$

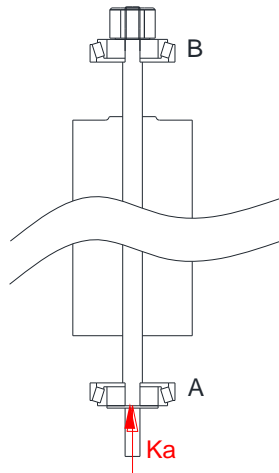
Después se consideran las características de los rodamientos bajo nuestras condiciones de trabajo. Es decir cual reúne las mejores condiciones para soportar carga a determinada velocidad y el tipo de carga aplicada.

En nuestro caso se elige rodamientos cónicos debido a que poseen muy buenas aptitudes ante carga axial, radial y su aptitud ante elevadas velocidades es buena. Segundo, la disposición de los rodamientos será en (o) debido a la forma a la que soportarán la carga. Ahora se continúa con el dimensionamiento de estos rodamientos.



**Ilustración 4. 30** Disposición de rodamientos

**Elaborado por:** (FAG, 2000)



**Ilustración 4. 31** Carga axial equivalente

**Fuente:** (FAG, 2000)

Como,

$$\frac{F_a}{F_r} = \frac{R_{By}}{R_{Bx}} \text{ y } \frac{R_{By}}{R_{Cx}}$$

$$\frac{F_a}{F_r} = \frac{0.182}{1.56} \text{ y } \frac{0.182}{1.039}$$

$$\frac{F_a}{F_r} = 0.12 \text{ y } 0.175$$

Me impongo una serie de ángulo T2  $e=0.33$ ,  $Y_0=1.035$ ,  $Y=1.88$

$$\frac{F_{rA}}{Y_A} \leq \frac{F_{rB}}{Y_B}$$

$$\frac{1.56}{1.88} \leq \frac{1.039}{1.88}$$

$$0.83 > 0.55$$

El resultado anterior indica que corresponde al caso (a) del catálogo FAG de rodillos cónicos en el cual recomienda utilizar la siguiente fórmula para hallar la carga equivalente.

$$F_a = K_a + 0.5 \times \frac{F_{rB}}{Y_B} \quad (16)$$

$$F_a = 0.182 + 0.5 \times \frac{1.039}{1.88}$$

$$F_a=0.458[\text{KN}]$$

#### 4.4.1.6.1. CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DE CARGA ESTÁTICA

$$\frac{F_a}{F_r} \leq \frac{1}{2Y_0}$$

$$\frac{0.458}{1.56} \leq \frac{1}{2(1.035)}$$

$$0.29 < 0.48$$

$$\rightarrow P_0 = F_r = 1.56 [\text{KN}]$$

$$f_s = \frac{C_0}{P_0} \quad (17)$$

Donde:

$f_s$ = factor de esfuerzo estático

$C_0$ = Capacidad de carga estática para rodamiento individual [KN]

$P_0$ =Carga estática equivalente [KN]

Se impone un factor de esfuerzo estático de 2.5 para exigencias elevadas y se reemplaza;

$$2.5 = \frac{C_0}{P_0}$$

$$C_{0\text{individual}} = 2.5P_0$$

Por lo tanto:

$$C_{0\text{individual}} = 2.5(1.56)$$

$$C_{0\text{individual}} = 3.9[\text{KN}]$$

La capacidad de carga estática para una pareja de rodamientos de rodillos cónicos en disposición X ó en O es:

$$C_{0\text{requerido}} = 2C_{0\text{individual}}$$

$$C_{0\text{requerido}} = 2(3.9[\text{KN}])$$

$$C_{0\text{requerido}} = 7.8[\text{KN}]$$

#### 4.4.1.6.2. CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DE CARGA DINÁMICA

$$C=P \sqrt[p]{\frac{Lh_{na} \times n \times 60}{10^6 \times a_1 \times a_{2-3}}} \quad (18)$$

Siendo:

P= Carga dinámica equivalente [KN]

p= Exponente de duración (10/3 Rodamiento de rodillos)

Lh<sub>na</sub>= Vida ampliada [h]

n= Velocidad de trabajo [rpm]

a<sub>1</sub>= Factor para la probabilidad de fallo

a<sub>2-3</sub>= Factor para el material y las condiciones de servicio

$$\frac{0.458}{1.56} \leq 0.33$$

$$0.29 \leq 0.33$$

Se calcula P con la siguiente expresión, recomendado por (FAG, 2000) dado que se trata de rodamientos de rodillos cónicos en disposición O;

$$P=F_r+1.12.Y.F_a \quad (19)$$

F<sub>r</sub> = Carga radial [KN]

F<sub>a</sub> = Carga axial [KN]

Y = Factor axial

Se tiene que Y= 1.88; y se reemplaza datos:

$$P=1.56+1.12(1.88)(0.458)$$

$$P=2.52[\text{KN}]$$

Teniendo una probabilidad al fallo del 95% resulta

$$a_1=0.62$$

Se impone un factor a<sub>2-3</sub>=1.5



Se utiliza un  $f_1=3.25$ , como si se tratara de un molino de rodillo (Anexo B7)

$$L_h=500(f_1)^P$$

$$L_h=500(3.25)^{10/3}$$

$$L_h=25424.23[h]$$

Reemplazando datos resulta:

$$C=2.52^{10/3} \sqrt{\frac{25424.23 \times 3600 \times 60}{10^6 \times 0.62 \times 1.5}}$$

$$C=17.1[KN]$$

Se selecciona un KM12649, el cual posee las siguientes características Anexo B7:

**Tabla 4. 16** Tabla de las características del rodamiento cónico KM12649,

d	D	B	C	e	Y	C <sub>0</sub>	Y <sub>0</sub>
21.43	50.005	18.288	38	0.28	2.16	39	1.19

**Elaborado por:** el Autor

Con estos valores se vuelve a recalcular:

$$C_0=2C_{0\text{individual}}$$

$$39=2C_{0\text{individual}}$$

$$C_{0\text{individual}} = 19.5$$

$$C_{0\text{individual}}=2.5P_0^*$$

$$P_0^* = \frac{C_{0\text{individual}}}{2.5}$$

$$P_0^* = \frac{19.5}{2.5}$$

$$P_0^* = 9.75$$

$$\frac{0.458}{2.16} \leq 0.28$$

$$0.212 \leq 0.28$$

$$P=1.56+1.12(2.16)(0.458)$$

$$P=2.67$$

$$d_m = \frac{d+D}{2} = \frac{21.43+50.005}{2}$$

$$d_m = 35.72[\text{mm}]$$

Con  $d_m$ , en la gráfica se obtiene  $v_1$

$$v_1 = 17 \left[ \frac{\text{mm}^2}{\text{s}} \right]$$

Para un lubricante ISOVG 220

$$v = 19 \left[ \frac{\text{mm}^2}{\text{s}} \right]$$

$$k = \frac{v}{v_1}$$

$$k = \frac{19}{17}$$

$$k = 1.12$$

$$f_s^* = \frac{C_0}{P_0^*}$$

$$f_s^* = \frac{39}{9.75}$$

$$f_s^* = 4$$

Con  $f_s^*$  Encontramos que  $K_1=1.7$

Con  $f_s^*$  y  $k$  Encontramos que  $K_2=4.9$

Por lo tanto:

$$K = K_1 + K_2$$

$$K = 1.7 + 4.8$$

$$K = 6.5$$

Entonces:

$$a_{2-3II} = 0.62$$

El factor de limpieza  $s=0.45$ ; Lubricante moderadamente contaminado, Luego;

$$a_{2-3} = a_{2-3II} \times s$$

$$a_{2-3} = 0.62 \times 0.45$$

$$a_{2-3}=0.28$$

Ahora se recalcula C.

$$C=2.67 \sqrt[10/3]{\frac{25424.23 \times 3600 \times 60}{10^6 \times 0.62 \times 0.28}}$$

$$C=29.96[\text{KN}]$$

Este resultado indica que la selección es correcta. Porque el rodamiento seleccionado soporta una carga dinámica mayor que la requerida  $29.96 > 17.1$  [KN], entonces los rodamientos que se ubicaran en la parte superior e inferior del eje principal serán KM12649.

#### 4.4.1.7. SELECCIÓN DEL ACOUPLE

El acople o comúnmente denominado matrimonio es el elemento que sirve para transmitir el movimiento de giro del motor hacia el eje principal. A continuación se realiza la selección del acople, siguiendo el procedimiento recomendado por una casa fabricante de acoples. (RENOLD Hi-Tec coupling, 2010)

A partir de la potencia continua P [kW] y la velocidad de funcionamiento (n) [rpm] se calcula el par de aplicación  $T_{\text{NORM}}$ , con la siguiente fórmula.

$$T_{\text{NORM}} = \frac{9549 \times P}{n} \quad (20)$$

$$T_{\text{NORM}} = \frac{9549 \times 1.5 [\text{kW}]}{3600 [\text{rpm}]}$$

$$T_{\text{NORM}} = 3.98 [\text{N.m}]$$

Luego se selecciona los factores de servicio de la máquina (Fm y Fp). Ver tabla del Anexo B16.

Fp= 0 (motor eléctrico)

Fm= 3 (máquina piladora)

$$T_{\text{MAX}} = T_{\text{NORM}}(Fp + Fm)$$

$$T_{MAX}=3.98(0+3)$$

$$T_{MAX}=11.94[\text{N.m}]$$

A continuación se selecciona un acople tipo “disco flexible” (Anexo B16), porque este acople, trabaja mejor con las desalineaciones indicadas en el anexo. Éste se elige de tal manera que el torque máximo que soporte sea mayor al  $T_{MAX}$  calculado, también verificando que la velocidad máxima del acoplamiento sea superior a la de trabajo (3600 [rpm]). El acoplamiento que cumple con los requerimientos antes especificados es el ECCN050R. Debido a que soporta un par continuo máximo de 0.14 [kN.m], mayor al 0.012 [kN.m] calculado, y 4100 [rpm]. Y se puede incorporar en ejes con diámetros que van desde los 20 a 55 [mm].

#### 4.5 DISEÑO DEL SISTEMA DE LIMPIEZA

Para extraer el afrecho del maíz se necesita de una fuerte corriente de aire que succione todas las impurezas hacia la parte exterior de la máquina, esto se lo realizará con una turbina, la cual debe ser lo más silenciosa posible, manejar volúmenes de aire a altas presiones y sus aspas deben ser de forma plana para reducir la acumulación de impurezas como polvo u otros objetos.

Para determinar la velocidad para limpiar los granos de maíz empleamos la siguiente ecuación.

$$F_a = \frac{\lambda \cdot A_e \cdot \rho_a \cdot V_y^2}{2} \quad (21)$$

Donde:

$F_a$  = Fuerza de succión

$\lambda$  = Coeficiente de forma

$A_e$  = Área de proyección de la partícula  $\perp$  a  $V_y$

$V_y$  = Velocidad de entrada del aire

$\rho_a$  = Densidad del aire en consideración

La fuerza de corriente de aire de succión es igual a la de descarga, y para que las impurezas sean extraídas la fuerza de succión debe ser mayor al peso de las

impurezas, consideraremos por efecto de cálculo que nuestra turbina extraerá hasta el 6% del peso de los granos de maíz. Debido a que ese es el porcentaje que ocupa el peso del pericarpio en un grano de maíz.

$$F_a > W_i$$

Como el cilindro contiene 5.742kg de maíz el peso de este es 56.329[N] multiplicado por el porcentaje que ocupa el pericarpio resulta  $W_m = 0.45$  [N].

Siendo este el peso de las impurezas de maíz dentro del cilindro.

$$W_i = W_m \frac{6\%}{100\%}$$
$$W_i = (0.45) \frac{6\%}{100\%}$$
$$W_i = 27 \times 10^{-3} \text{ [N]}$$

Por la condición expuesta anteriormente  $F_a$  se asumirá a un valor mayor a  $W_i$

$$F_a = 30 \times 10^{-3} \text{ [N]}$$

Para el valor hallado de  $F_a$  no se considera un valor mayor porque la corriente podría arrastrar los granos y este no es el objetivo, sino más bien eliminar únicamente las impurezas.

$$\rho_{a@25^\circ\text{C}} = 1.188 \left[ \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} \right]$$

El coeficiente  $\lambda$ , depende de las cualidades aerodinámicas de la partícula es decir de su forma, en este caso se trata al afrecho que sale como un polvo y su coeficiente se encuentra en el Anexo B7:

$$\lambda = 1.25$$

Aproximadamente el diámetro del pericarpio desprendido de un grano de maíz tiene una dimensión de 6mm (valor obtenido por mediciones). Por tanto el Área de proyección es de:

$$A_e = \frac{\pi D_{\text{pericarpio}}^2}{4}$$

$$A_e = \frac{\pi(6 \times 10^{-3})^2}{4}$$

$$A_e = 2.827 \times 10^{-5} [\text{m}^2]$$

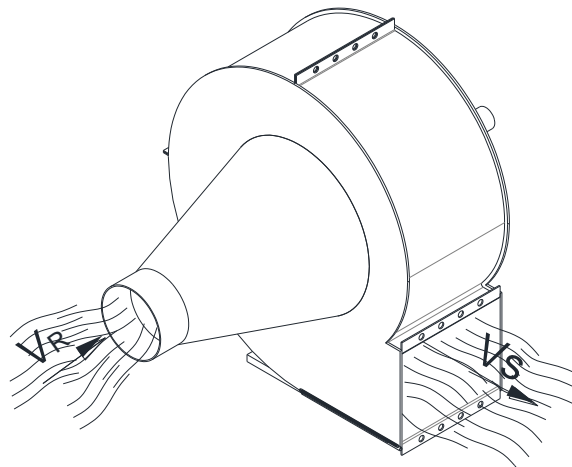
Con los valores obtenidos anteriormente se puede calcular la velocidad de ingreso del afrecho e impurezas.

$$V_y = \sqrt{\frac{2F_a}{\lambda \cdot A_e \cdot \rho_a}}$$

$$V_y = \sqrt{\frac{2(30 \times 10^{-3})}{(1.25)(2.827 \times 10^{-5})(1.188)}}$$

$$V_y = 37.8 \left[ \frac{\text{m}}{\text{s}} \right]$$

$$V_y = V_R = 37.8 \left[ \frac{\text{m}}{\text{s}} \right]$$



**Ilustración 4. 32** Velocidad de entrada y salida de aire en la turbina

**Elaborado por:** el Autor

Que es la velocidad a la que ingresarán las impurezas. Ahora se calcula la velocidad de descarga.

Como la boca de descarga es rectangular, sus dimensiones son las siguientes:

$$a = 90 \text{mm} = 90 \times 10^{-3}$$

$$b = 105 \text{mm} = 105 \times 10^{-3}$$

Con estos valores se encuentra un diámetro equivalente  $d_{eq}$  :

$$d_{eq} = \left( \frac{4 \times a \times b}{\pi} \right)^{0.5}$$
$$d_{eq} = \left( \frac{4 \times (90 \times 10^{-3}) \times (105 \times 10^{-3})}{\pi} \right)^{0.5}$$
$$d_{eq} = 0.109 \text{ [m]}$$

Ahora se calcula la relación entre el diámetro equivalente y la distancia del recorrido del flujo  $x$ :

$$\varepsilon = \frac{x}{d_{eq}}$$
$$\varepsilon = \frac{0.245 \text{ m}}{0.109 \text{ m}}$$
$$\varepsilon = 2.25$$

Para este valor se tiene la siguiente relación de velocidades:

$$\frac{v_r}{v_s} = 0.86$$
$$v_s = \frac{v_r}{0.86}$$

Por lo tanto;

$$v_s = \frac{37.8}{0.86}$$
$$v_s = 43.96 \left[ \frac{\text{m}}{\text{s}} \right]$$

El área por donde sale el flujo de aire es:

$$A_{vs} = a \times b$$
$$A_{vs} = (90 \times 10^{-3}) \times (105 \times 10^{-3})$$
$$A_{vs} = 9.45 \times 10^{-3} \text{ [m}^2\text{]}$$

Ahora se calcula el caudal de aire;

$$Q = v_s \cdot A_{vs}$$
$$Q = 43.96 \times 9.45 \times 10^{-3}$$
$$96$$

$$Q=0.42 \left[ \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \right]$$

Por disponibilidad del espacio en la máquina el diámetro de la voluta es 236mm

$$D_v=236 \times 10^{-3} [\text{m}]$$

Con este diámetro se define el diámetro de las paletas del rotor:

$$D_2=180 \times 10^{-3} [\text{m}]$$

Además con la siguiente expresión se puede determinar el diámetro interno del rotor

$$\frac{D_2}{D_1}=i$$

Se impone  $i=1.80$ ; reemplazando datos se tiene que:

$$D_1 = \frac{180 \times 10^{-3}}{1.80}$$

$$D_1 = \frac{180 \times 10^{-3}}{1.80}$$

$$D_1 = 0.1 [\text{m}]$$

Se impone el número de aspas, en este caso se emplearán 8 aspas, las cuales estarán construidas de acero, sus dimensiones son 50X80X2mm.

El ancho del aspa se lo puede hallar con la siguiente relación:

$$b_2 = \frac{b}{3.26}$$

Donde:

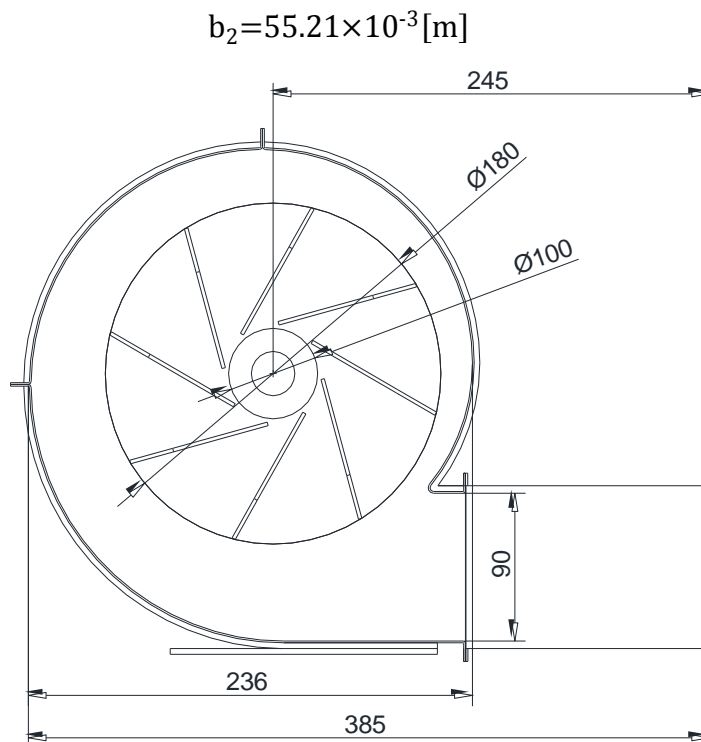
$b_2$ = Ancho del aspa

$b$ = Ancho de voluta

$$b_2 = \frac{180}{3.26}$$

$$b_2 = 55.21 \text{mm}$$



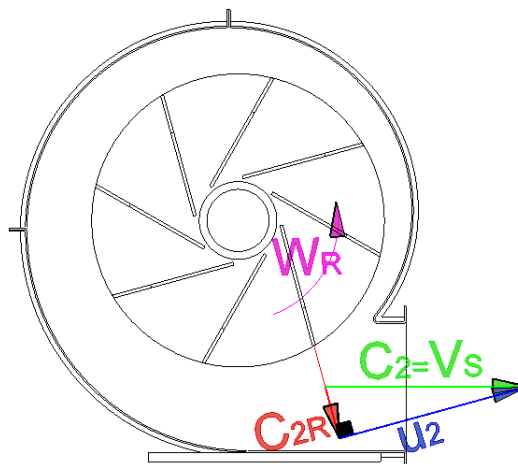


**Ilustración 4. 33** Dimensiones de voluta y turbina

**Elaborado por:** el Autor

#### 4.5.1.1. CÁLCULO DE LA POTENCIA PARA LA TURBINA

En el extremo de los álabes se produce una relación de velocidades entre la velocidad tangencial del rotor  $u_2$ , la velocidad radial del fluido  $C_{2R}$  y la velocidad resultante de salida del aire  $C_2$ . En este caso  $C_2 = V_s = 44.49 \text{ m/s}$



**Ilustración 4. 34** Relación de velocidades en la periferia del rotor

**Elaborado por:** el Autor

Ahora se calcula la velocidad radial de flujo  $C_{2R}$  ;

$$C_{2R} = \frac{Q}{b_2(\pi D_2 - n_a e)}$$

Donde:

$n_a$ = Número de aspas (8)

$e$ = Espesor de aspas (2mm)

$$C_{2R} = \frac{0.42}{55.21 \times 10^{-3} (\pi \times 180 \times 10^{-3} - 8 \times 2 \times 10^{-3})}$$
$$C_{2R} = 13.84 \left[ \frac{m}{s} \right]$$

Luego;

$$u_2 = \sqrt{C_2^2 - C_{2R}^2}$$
$$u_2 = \sqrt{44.49^2 - 13.84^2}$$
$$u_2 = 42.28 \left[ \frac{m}{s} \right]$$

Sabiendo que la velocidad angular es igual a la velocidad lineal sobre el radio entonces:

$$W_R = \frac{u_2}{R_2}$$
$$W_R = \frac{42.28}{80 \times 10^{-3}}$$
$$W_R = 528.53 \left[ \frac{rad}{s} \right]$$
$$W_R = 5047.1 [rpm]$$

Entonces para poder succionar y expulsar las impurezas del maíz la turbina debe tener un régimen de giro de 5047.1 [rpm].

Ahora la variación de presión dentro del ventilador que está dada según la relación de diámetros  $D_2/D_1$ , de donde se asume  $i=1.8$ , se tiene:

$$\Delta P = 123 [mmH_2O]$$

$$\Delta P = 1206.22 \left[ \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \right]$$

Ahora se calcula la altura de presión (cabeza de presión);

$$h = \frac{\Delta P}{\rho g}$$

$$\rho_{a@20^\circ\text{C}} = 1.188 \left[ \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} \right]$$

$$g = 9.81 \left[ \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right]$$

$$h = \frac{1206.22}{(1.188)(9.81)}$$

$$h = 103.5 [\text{m}]$$

Como siguiente paso se calcula la potencia útil del ventilador  $P_u$  con la siguiente expresión:

$$P_u = \rho \cdot Q \cdot g \cdot h$$

$$P_u = (1.188)(0.42)(9.81)(103.5)$$

$$P_u = 506.61 [\text{W}]$$

La potencia efectiva se calcula a través de la relación entre la potencia útil y el rendimiento de la turbina. Se tiene que para turbinas de aspas radiales el rendimiento está entre el 56% y el 69%, por efectos de cálculo asumiremos un rendimiento de 56%; lo que resulta:

$$P_{\text{Suministrada}} = \frac{P_u}{\eta}$$

$$P_{\text{Suministrada}} = \frac{506.61}{0.56}$$

$$P_{\text{Suministrada}} = 904.66 [\text{W}]$$

$$P_{\text{Suministrada}} = 1.213 [\text{Hp}] \approx 1.5 [\text{Hp}]$$

Estandarizando este resultado nos resulta una potencia efectiva de 1.5 [hp]. Que es la potencia que requiere la turbina para generar un caudal de 0.42 [m<sup>3</sup>/s].

#### 4.5.1.2. SELECCIÓN DE BANDA PARA EL SISTEMA DE LIMPIEZA

Se empleó una banda trapezoidal debido a que presenta una eficiencia entre aproximadamente 70 a 98%, producen muy poco ruido y absorben más vibración torsional (Shigley, 2008)

$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{D_1}{D_2} \quad (22)$$

Dónde:

$n_1$  = Velocidad de la polea conductora [RPM del motor 1700]

$n_2$  = Velocidad de la polea conducida [RPM requeridas por la turbina 5047]

$D_1$  = Diámetro de la polea conductora [in]

$D_2$  = Diámetro de la polea conducida [in]

$$D_2 = \frac{D_1 \times n_1}{n_2}$$

$$D_2 = \frac{6 \times 1700}{5047}$$

$$D_2 = 2.02 \approx 2 \text{ in}$$

Estandarizando el resultado da una polea conducida de 2 pulgadas

Se utilizó una polea de 6 pulgadas en el eje del motor y otra de 2 pulgadas en el eje de la turbina para incrementar la velocidad de giro de la misma de 1700 a 5100 rpm. Velocidad que es superior a la de 5047 rpm que se requiere para extraer el afrecho.

##### 4.5.1.2.1. LONGITUD DE BANDA

Se asume una banda A40.

Se calcula la longitud de paso.

$$L_p = L + L_c \quad (23)$$

Donde:

$L_p$  = Longitud de paso (pulg)

$L_c = 1.3$  cantidad a sumar (Anexo B3)

$$L_p = 40 + 1.3$$

$$L_p = 41.3$$

Se calcula la distancia entre centros.

$C$  = Distancia entre centros [pulg]

$L_p$  = Longitud de paso [pulg]

$d$  = Diámetro de la plea conducida [2 pulg]

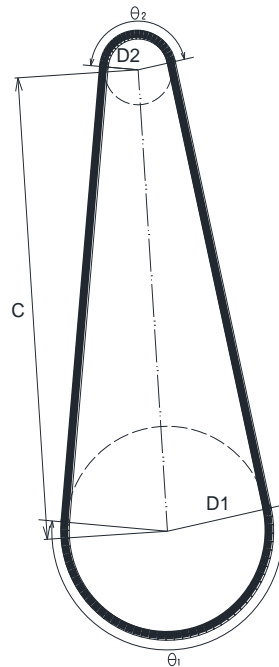
$D$  = Diámetro plea motriz [6 pulg]

$$C = 0.25 \left\{ \left[ L_p - \frac{\pi}{2} (D+d) \right] + \sqrt{\left[ L_p - \frac{\pi}{2} (D+d) \right]^2 - 2(D-d)^2} \right\} \quad (24)$$

$$C = 0.25 \left\{ \left[ 41.3 - \frac{\pi}{2} (6+2) \right] + \sqrt{\left[ 41.3 - \frac{\pi}{2} (6+2) \right]^2 - 2(6-2)^2} \right\}$$

$$C = 14.22 \text{ [pulg]}$$

Ángulo de contacto



**Ilustración 4. 35** Ángulo de contacto

**Fuente:** El Autor

$$\theta_2 = 180^\circ - 2 \sin^{-1} \frac{[D_1 - D_2]}{2C} \quad (25)$$

$$\theta_1 = 180^\circ + 2 \sin^{-1} \frac{[D_1 - D_2]}{2C} \quad (26)$$

C=14.22 [pulg]

$$\theta_2 = 180^\circ - 2 \sin^{-1} \frac{[6-2]}{2 \times 14.22}$$

$$\theta_2 = 163.83^\circ \cong 2.86[\text{rad}]$$

$$\theta_1 = 180^\circ + 2 \sin^{-1} \frac{[6-2]}{2 \times 14.22}$$

$$\theta_1 = 196.17^\circ \cong 3.42[\text{rad}]$$

$$L = [4C^2 - (D_1 - D_2)^2]^{1/2} + \frac{1}{2} (D_1 \theta_1 + D_2 \theta_2) \quad (27)$$

$$L = [4(14.22)^2 - (6-2)^2]^{1/2} + \frac{1}{2} (6 \times 3.42 + 2 \times 2.86)$$

$$L = 41.28[\text{pulg}]$$

$$\rightarrow L = 41[\text{pulg}]$$

Velocidad periférica

$$V = \frac{\pi \times D_2 \times n_1}{12}$$

$$V = \frac{\pi \times 2 \times 5100}{12}$$

$$V = 2670.35 \left[ \frac{\text{ft}}{\text{min}} \right]$$

Se calcula la potencia permitida por la banda

$$H_a = K_1 \cdot K_2 \cdot H_{\text{tab}} \quad (28)$$

Factor de corrección del ángulo de contacto  $K_1$

$$\frac{D_1 - D_2}{C} = \frac{6-2}{14.22} = 0.281$$

$K_1 = 0.788$  (Anexo B12)

Factor de corrección de longitud de banda

$K_2=0.9$  (Anexo B12)

**Tabla 4. 17** Determinación de parámetro  $H_{tab}$  por interpolación

Diámetro de Paso de la Polea	Velocidad de la Banda (2000pie/min)	Velocidad de la Banda (2670.35pie/min)	Velocidad de la Banda (3000pie/min)
5 y mayor	2.03	2.44	2.64

**Fuente:** (Shigley, 2008)

$H_{tab}= 2.44$

$$H_a=(0.788)(0.9)(2.44)$$

$$H_a=1.73[\text{Hp}]$$

Potencia de diseño

$$H_d=K_s \cdot H_{nom} \quad (29)$$

Donde:

$K_s=1$  Uniforme (Anexo B12)

$H_{nom}= 1.5$  Potencia nominal

$H_d=$  Potencia de diseño

$$H_d=K_s \cdot H_{nom}$$

$$H_d=1 \times 1.5$$

$$H_d=1.5$$

#### 4.5.1.2.2. NÚMERO DE BANDAS

$$N_b = \frac{H_d}{H_a} \quad (30)$$

$$N_b = \frac{1.5}{1.73}$$

$$N_b=0.87 \approx 1 \text{ banda}$$

#### 4.5.1.2.3. TENSIÓN CENTRIFUGA

$$F_c = K_c \left( \frac{V}{1000} \right)^2 \quad (31)$$

Donde:

$F_c$  = Tensión centrífuga

$K_c = 0.561$  Anexo B12

$$F_c = 0.561 \left( \frac{2670.35}{1000} \right)^2$$

$$F_c = 4[\text{lb}] = 17.79[\text{N}]$$

#### 4.5.1.2.4. TENSIÓN MAYOR

$$\Delta F = F_1 - F_2$$

$$\Delta F = \frac{63025 \frac{H_d}{N_b}}{n(d/2)} \quad (32)$$

$$\Delta F = \frac{63025 \frac{1.5}{1}}{1700(6/2)}$$

$$\Delta F = 18.54[\text{N}]$$

$$F_1 = F_c + \frac{\Delta F \cdot \exp(f\varphi)}{\exp(f\varphi) - 1} \quad (33)$$

$f = 0.8$  (Anexo B12)

$$\varphi = \theta_d = \theta_2 = 2.86[\text{rad}]$$

$$\exp(f\varphi) = \exp(0.8 \times 2.86)$$

$$\exp(f\varphi) = 9.855$$

$$F_1 = 17.79 + \frac{18.54 \times 9.855}{9.855 - 1}$$

$$F_1 = 38.42[\text{N}]$$



#### 4.5.1.2.5. TENSIÓN MENOR

$$F_2 = F_1 - \Delta F$$
$$F_2 = 38.42 - 18.54$$
$$F_2 = 19.88$$

#### 4.5.1.2.6. TENSIÓN INICIAL

$$F_i = \frac{F_1 + F_2}{2} - F_c$$
$$F_i = \frac{38.42 + 19.88}{2} - 17.79$$
$$F_i = 11.36$$

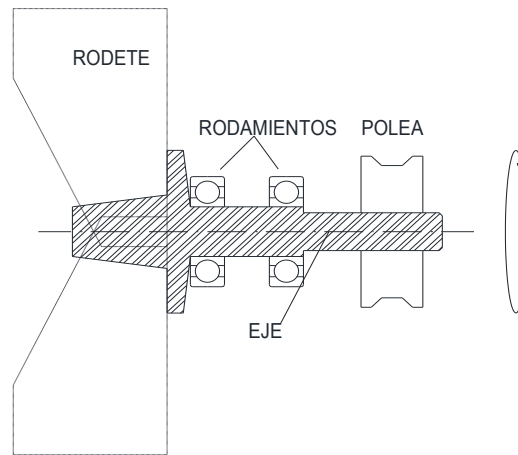
$$T = r(F_1 - F_2) [\text{N.m}]$$
$$T = 0.0254(38.42 - 19.88) [\text{N.m}]$$
$$T = 0.471 [\text{N.m}]$$

#### 4.5.1.2.7. FACTOR DE SEGURIDAD

$$n_{fs} = \frac{H_a N_b}{H_{nom} K_s} \quad (34)$$
$$n_{fs} = \frac{(1.73)(1)}{(1.5)(1)}$$
$$n_{fs} = 1.15$$

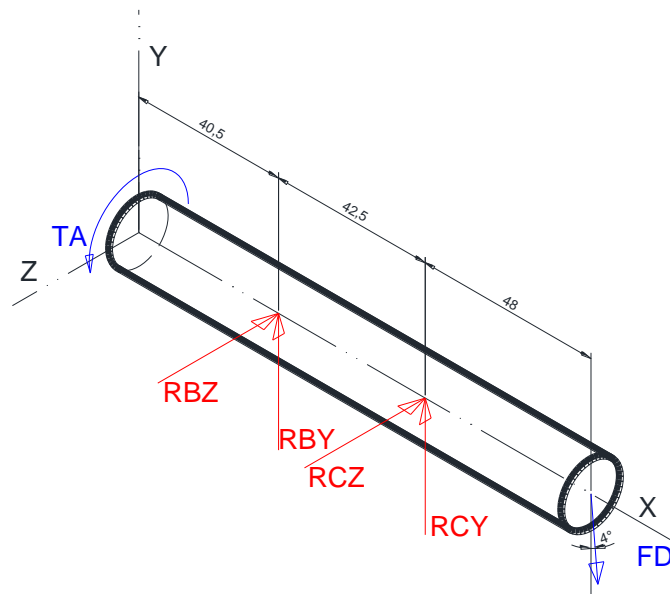
El resultado anterior muestra que la banda asumida A40 es adecuada para el sistema de limpieza.

### 4.5.1.3. DISEÑO DEL EJE DE LA TURBINA



**Ilustración 4. 36** Disposición de elementos internos

**Elaborado por:** el Autor

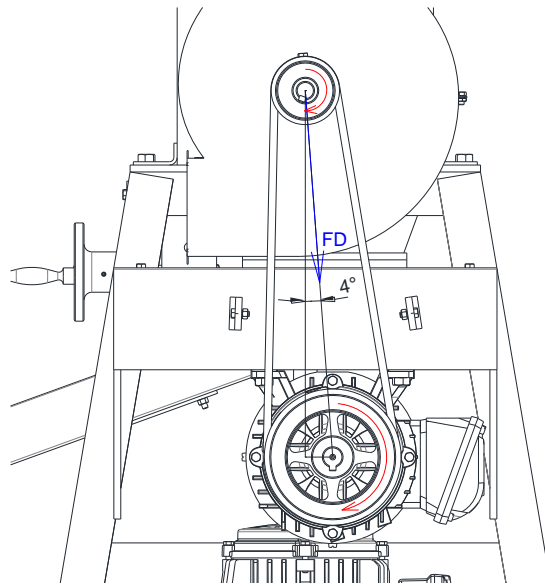


**Ilustración 4. 37** Diagrama de cuerpo libre del eje de la turbina

**Elaborado por:** el Autor

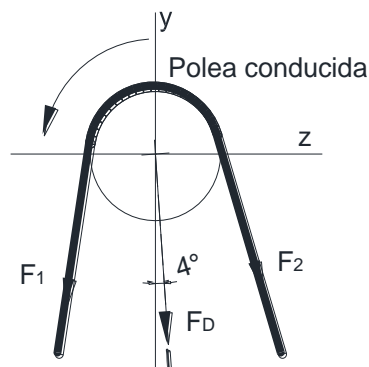
La fuerza FD es una fuerza generada por la tensión de la banda, la banda transmite el movimiento desde el motor hacia el eje a través de poleas.

Para poder tensar la banda se consideró dejar unas guías en la base del motor para poder desplazarlo hacia la derecha. La desalineación entre los ejes de las poleas por el movimiento del motor tensa la banda, dejando un ángulo de  $4^\circ$  formado en el plano y-z.



**Ilustración 4. 38** Disposición de poleas para el sistema de limpieza

**Elaborado por:** el Autor



**Ilustración 4. 39** Diagrama de cuerpo libre de la polea

**Elaborado por:** el Autor

La fuerza flexionante  $F_D$  sobre el eje para transmisiones con banda en V es

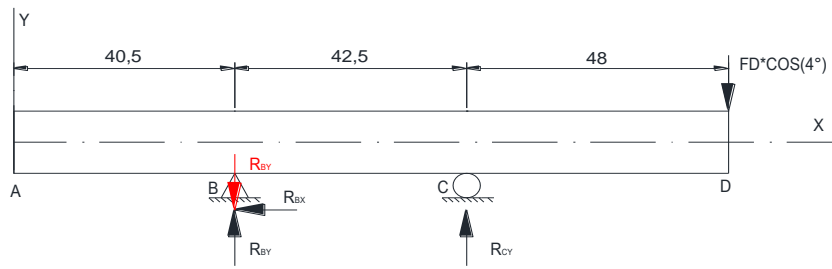
$$F_D = F_1 + F_2 \quad (35)$$

$$F_D = (38.42 + 19.88) [N]$$

$$F_D = 58.3 [N]$$

#### 4.5.1.3.1. CÁLCULO DE REACCIONES Y MOMENTOS MÁXIMOS

Plano X-Y



**Ilustración 4. 40** Descomposición de fuerzas en el plano X-Y

**Elaborado por:** el Autor

$$\curvearrowright \sum M_B = 0$$

$$-F_D \cdot \cos 4^\circ (0.0905[m]) + R_{CY}(0.0425[m]) = 0$$

$$-58.3[N] \cdot \cos 4^\circ (0.0905[m]) + R_{CY}(0.0425[m]) = 0$$

$$R_{CY} = \frac{(58.16[N])(0.0905[m])}{0.0425[m]}$$

$$R_{CY} = 123.84 [N]$$

$$\uparrow \sum F_H = 0$$

$$-F_D \cdot \cos 4^\circ + R_{BY} + R_{CY} = 0$$

$$-58.16[N] + R_{BY} + 123.84 [N] = 0$$

$$R_{BY} = -65.68 [N]$$

$$R_{BY} = 65.68 [N] \downarrow$$

$$V_A = 0$$

$$V_{BI} = 0$$

$$V_{BD} = 0 - 65.68 = -65.68$$

$$V_{CI} = -65.68 + 0 = -65.68$$

$$V_{CD} = -65.68 + 123.84 = 58.16$$

$$V_{DI} = 58.16 + 0 = 58.16$$

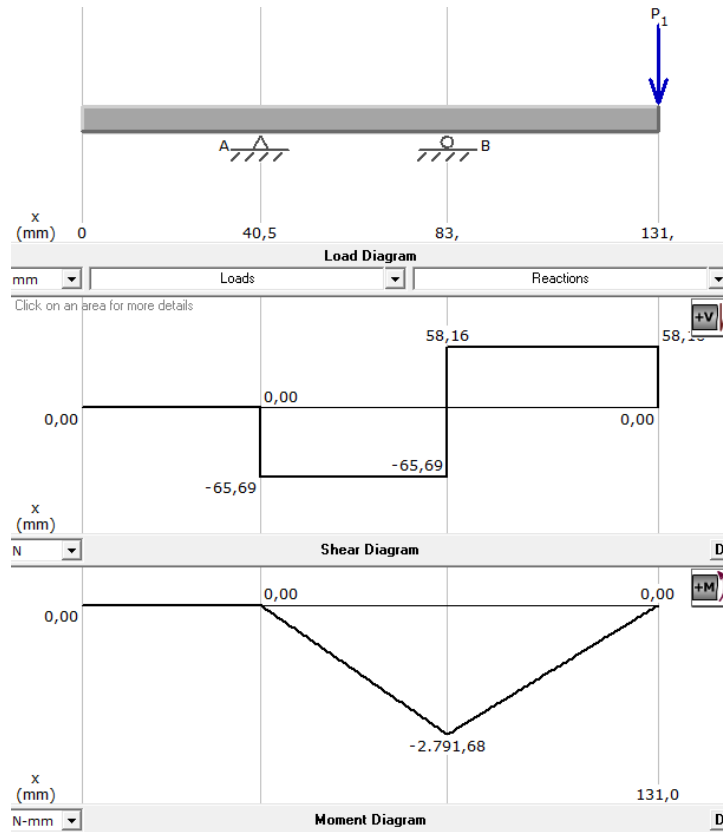
$$V_{DD} = 58.16 - 58.16 = 0$$

$$M_A = 0$$

$$M_B = 0$$

$$M_C = 0 - (65.68)(42.5 \times 10^{-3}) = -2.79$$

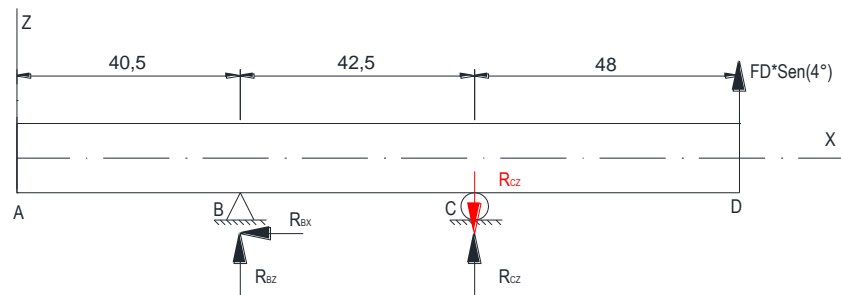
$$M_D = -2.79 + (58.16)(48 \times 10^{-3}) = 0$$



**Ilustración 4. 41** Diag. de fuerzas cortantes y momentos flectores plano x-y

**Elaborado por:** el Autor

Plano X-Z



**Ilustración 4. 42** Descomposición de fuerzas en el plano X-Z

**Elaborado por:** el Autor

$$\sum M_B = 0$$

$$F_D \cdot \sin 4^\circ (0.0905[m]) + R_{CZ}(0.0425[m]) = 0$$

$$58.3[N] \cdot \sin 4^\circ (0.0905[m]) + R_{CZ}(0.0425[m]) = 0$$

$$R_{CZ} = \frac{-(4.07[\text{N}])(0.0905[\text{m}])}{0.0425[\text{m}]}$$

$$R_{CZ} = -8.66 [\text{N}]$$

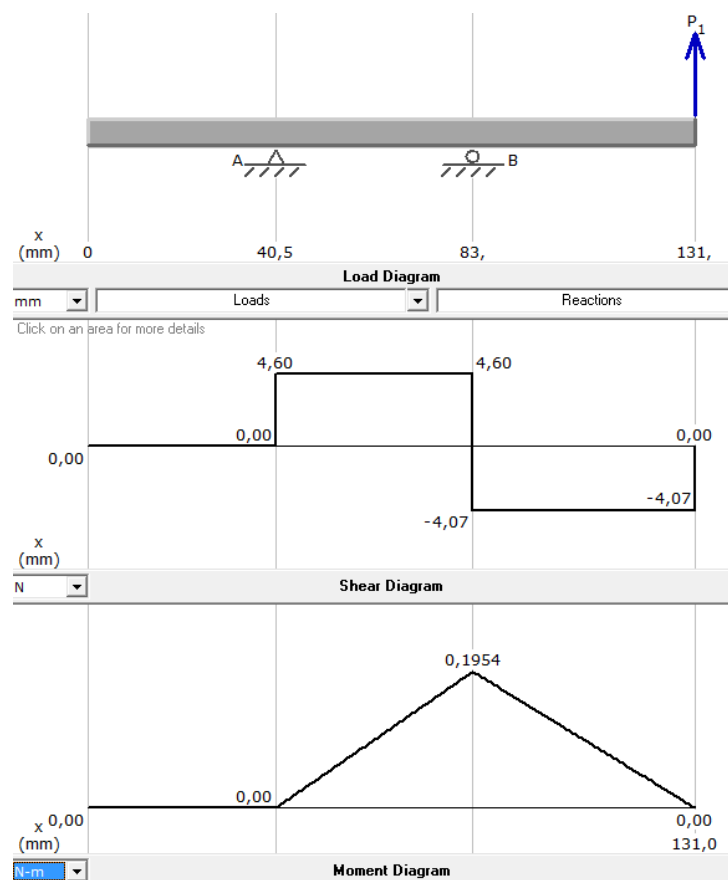
$$R_{CZ} = 8.66 [\text{N}] \downarrow$$

$$\uparrow \sum F_H = 0$$

$$F_D \cdot \sin 4^\circ + R_{BZ} - R_{CZ} = 0$$

$$4.07[\text{N}] + R_{BZ} - 8.66 [\text{N}] = 0$$

$$R_{BZ} = 4.59 [\text{N}]$$



**Ilustración 4. 43** Diagramas de fuerzas cortantes y momentos flectores plano X-Z

**Elaborado por:** el Autor

$$V_A = 0$$

$$V_{BI} = 0$$

$$V_{BD} = 0 + 4.59 = 4.59$$

$$V_{CI} = 4.59 + 0 = 4.59$$

$$V_{CD}=4.59-8.66=-4.07$$

$$V_{DI}=-4.07+0=-4.07$$

$$V_{DD}=-4.07+4.07=0$$

$$M_A=0$$

$$M_B=0$$

$$M_C=0-(4.59)(42.5 \times 10^{-3})=0.195$$

$$M_D=0.195-(4.07)(48 \times 10^{-3})=0$$

$$M_{MAX}=\sqrt{(-2.79)^2+(0.195)^2} \text{ [N.m]}$$

$$M_{MAX}=2.79 \text{ [N.m]}$$

#### 4.5.1.3.2. DISEÑO ESTÁTICO

Esfuerzo máximo por flexión

$$\sigma_x = \frac{32.M_{MAX}}{\pi d^3} \quad (36)$$

$$\sigma_x = \frac{32 \times 2.79 \text{ [N.m]}}{\pi d^3}$$

$$\sigma_x = \frac{28.42 \text{ [N.m]}}{d^3}$$

Esfuerzo máximo por torsión

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

$$T = I \times \alpha$$

$$I = I_{eje} + I_{rodete} \text{ (Anexo B11)}$$

$$I = (9.82 \times 10^{-4} + 0.012) \text{ [Kg.m}^2\text{]}$$

$$I = 0.0129 \text{ [Kg.m}^2\text{]}$$

$$\alpha = \frac{534.07 \text{ [rad/s]} - 0}{0.5 \text{ [s]}}$$

$$\alpha = 1068.14 \text{ [rad/s}^2\text{]}$$

$$T = 0.0129 \times 1068.14$$

$$T = 13.78 \text{ [N.m]}$$

$$\tau_{xy} = \frac{16 \times 13.78 \text{ [N.m]}}{\pi d^3}$$

$$\tau_{xy} = \frac{70.18 \text{ [N.m]}}{d^3}$$

Utilizamos la teoría de los esfuerzos combinados de VON MISES para el cálculo del diámetro por resistencia estática

$$\sigma' = \sqrt{\sigma_x^2 + 3\tau_{xy}^2} \quad (37)$$

$$\sigma' = \sqrt{\left(\frac{28.42}{d^3}\right)^2 + 3\left(\frac{70.18}{d^3}\right)^2}$$

$$\sigma' = \frac{124.83 \text{ [N.m]}}{d^3}$$

Para el eje de la turbina se toma un acero de transmisión AISI 1018 porque sus propiedades mecánicas son aceptables y es el que se encuentra en el medio comercial. Las propiedades de este material según el (Anexo B9) son:

$$S_y = 220 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

$$S_{ut} = 341 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

$$n = \frac{S_y}{\sigma'} \quad (38)$$

$$\sigma' = \frac{S_y}{n}$$

Se impone un factor de diseño de 1.2

$$\sigma' = \frac{220 \text{ [MPa]}}{1.2}$$

$$\sigma' = 183.33 \text{ [MPa]}$$

$$183.33 \times 10^6 \text{ [Pa]} = \frac{124.83 \text{ [N.m]}}{d^3}$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{124.83 \text{ [N.m]}}{183.33 \times 10^6 \text{ [Pa]}}}$$

$$d = 8.79 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$d = 8.79 \text{ mm}$$



### 4.5.1.3.3. DISEÑO DINÁMICO

Se determina  $Se'$  a partir del  $S_{ut} = 341$  [MPa], como  $S_{ut} \leq 1400$  [MPa]. Entonces

$$Se' = 0.5S_{ut}$$

$$Se' = 0.5(341[\text{MPa}])$$

$$Se' = 170.5[\text{MPa}]$$

Modificación de  $Se'$  para determinar  $Se$ ; Anexo B4:

$$Se = k_a \cdot k_b \cdot k_c \cdot k_d \cdot k_e \cdot k_f \cdot Se'$$

$$k_a = aS_{ut}^b$$

$a = 4.51$  (Maquinado o estirado en frío),  $b = -0.265$

$$\rightarrow k_a = 4.51(341)^{-0.265} = 0.962$$

$$k_b = 1.24d^{-0.107}, \quad 2.79 \leq d \leq 51[\text{mm}]$$

$$\rightarrow k_b = 1.24(16)^{-0.107} = 0.922$$

$\rightarrow k_c = 0.59$  (El eje está sometido a torsión)

$$k_d = \frac{S_T}{S_{RT}} \quad (\text{Temperatura máxima de operación } 150^\circ\text{C})$$

$$\rightarrow k_d = 1.025$$

$\rightarrow k_e = 0.868$  (Para una confiabilidad del 95%)

$\rightarrow k_f = 1$  (Sección uniforme)

$$Se = (0.962)(0.922)(0.59)(1.025)(0.868)(1)(170.5[\text{MPa}])$$

$$Se = 79.38 [\text{MPa}]$$

Las cargas alternantes  $T_a$  y  $T_m$  son:

$$\sigma_a = \sqrt{\frac{32 \times 2.79}{\pi(0.00879)^3} + 3 \left( \frac{70.18}{0.00879^3} \right)^2}$$

$$\sigma_a = 178.98[\text{MPa}]$$

$$M_a = \frac{\sigma_a \pi d^3}{32}$$

$$M_a = \frac{178.98 \times 10^6 \times \pi \times 0.00879^3}{32}$$

$$M_a = 11.93$$

$$T_a = 2.095 [\text{N.m}]$$

Debido a que no existe fluctuación de cargas  $M_m$  y  $T_m = 0$

Se aplica la teoría de falla de Soderberg, para obtener el factor de seguridad

$$\frac{1}{n} = \frac{16}{\pi d^3} \left\{ \frac{1}{S_e} [4(K_f M_a)^2 + 3(K_{fs} T_a)^2]^{1/2} + \frac{1}{S_{yt}} [4(K_f M_m)^2 + 3(K_{fs} T_m)^2]^{1/2} \right\}$$

$$\frac{1}{n} = \frac{16}{\pi(0.00879)^3} \left\{ \frac{1}{79.38 \times 10^6} [4(1 \cdot 11.93)^2 + 3(1 \cdot 0.471)^2]^{1/2} \right\}$$

$$\frac{1}{n} = 2.25$$

$$n = 0.44$$

El resultado anterior indica que el diámetro no cumple con las expectativas de diseño al resultar un factor de seguridad menor al impuesto. A continuación se incrementa el valor del diámetro del eje a 13mm y luego se recalcula para verificar que el factor de seguridad sea mayor o igual al impuesto

$$\frac{1}{n} = \frac{16}{\pi(0.013)^3} \left\{ \frac{1}{79.38 \times 10^6} [4(1 \cdot 11.93)^2 + 3(1 \cdot 0.471)^2]^{1/2} \right\}$$

$$\frac{1}{n} = 0.697$$

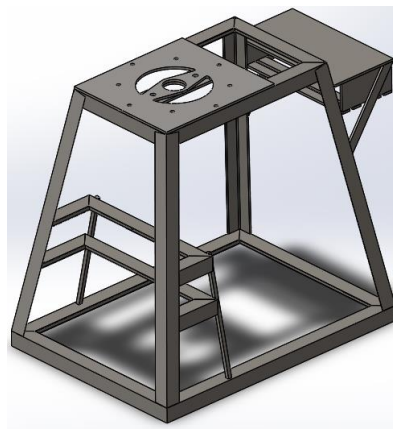
$$n = 1.43$$

El resultado hallado indica que el diámetro de 13mm es adecuado, porque el factor de seguridad es mayor que el impuesto  $1.42 > 1.2$ , y por ello se lo considera aceptable debido a que resistirá los esfuerzos que se producen durante el funcionamiento de la máquina

#### 4.6 DISEÑO DE LA BANCADA

El dimensionamiento de la estructura primordialmente trata de cumplir el objetivo de facilitar la colocación de maíz en la máquina para el proceso de pulido, además debe poseer lastre para evitar las enormes vibraciones ocasionadas por la operación, esto se logra aumentando el peso de la estructura haciéndola un tanto robusta. También el centro de masa de la máquina debe estar lo más pegada al suelo para lograr una mejor estabilidad y este hecho también ayudará a reducir las vibraciones de la máquina. Por último la bancada debe estar acorde a la forma y tamaño de las

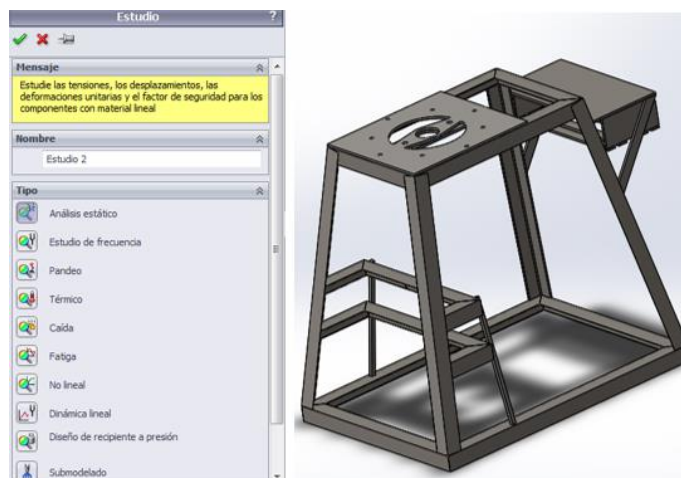
piezas que se ubicarán en esta. También se debe tomar consideraciones como mantenimiento, despiece y ensamble de la misma. Para que la bancada pueda soportar todo el peso de los elementos de la máquina, se utilizará un material que cumpla los requerimientos, por esta razón se utilizará un perfil angular de acero ASTM A36 de 40X2mm, el cual es suficiente para resistir la carga del peso y las vibraciones ocasionadas por la operación. Para determinar si la estructura tiene el diseño adecuado se procede a realizar un análisis con la ayuda de un software. El Software empleará el método de elementos finitos el cual es una herramienta fiable para el diseño en ingeniería.



**Ilustración 4. 44** Estructura o bancada de la máquina

**Fuente:** Software de diseño mecánico

Como primer paso se procede a la obtención del modelo geométrico, después se realiza un análisis estático de la estructura;



**Ilustración 4. 45** Selección del tipo de análisis

**Fuente:** Software de diseño mecánico

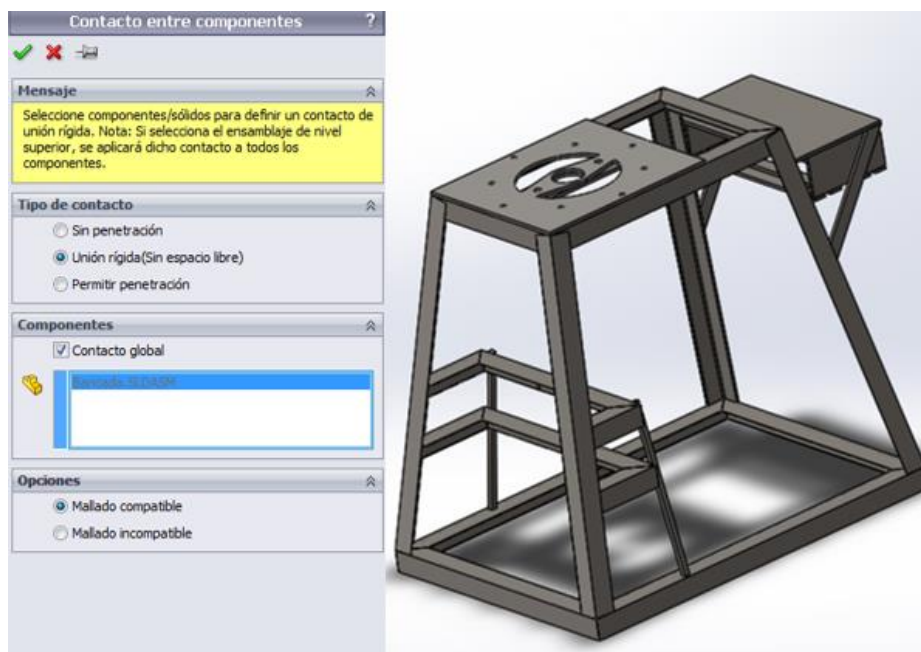
A continuación se define el material con el que se va a construir la estructura. Selección de un acero ASTM A36

**Tabla 4. 18** Propiedades del acero ASTM A36

Propiedad	Valor	Unidades
Módulo elástico	2e+011	N/m <sup>2</sup>
Coefficiente de Poisson	0.26	N/D
Módulo cortante	7.93e+010	N/m <sup>2</sup>
Densidad	7850	kg/m <sup>3</sup>
Límite de tracción	400000000	N/m <sup>2</sup>
Límite de compresión en X		N/m <sup>2</sup>
Límite elástico	250000000	N/m <sup>2</sup>
Coefficiente de expansión térmica en X		/K
Conductividad térmica en X		W/(m·K)
Calor específico		J/(kg·K)
Coefficiente de amortiguamiento del material		N/D

**Fuente:** Software de diseño mecánico

Se selecciona tratar los sólidos como vigas y continuación se cambia el tipo de contacto que va a existir entre todos los elementos que constituyen, se define un tipo de contacto de unión rígida lo cual determinara que los componentes o sólidos seleccionados se comporten como si estuvieran soldados durante la simulación.



**Ilustración 4. 46** Tipo de unión entre componentes

**Fuente:** Software de diseño mecánico

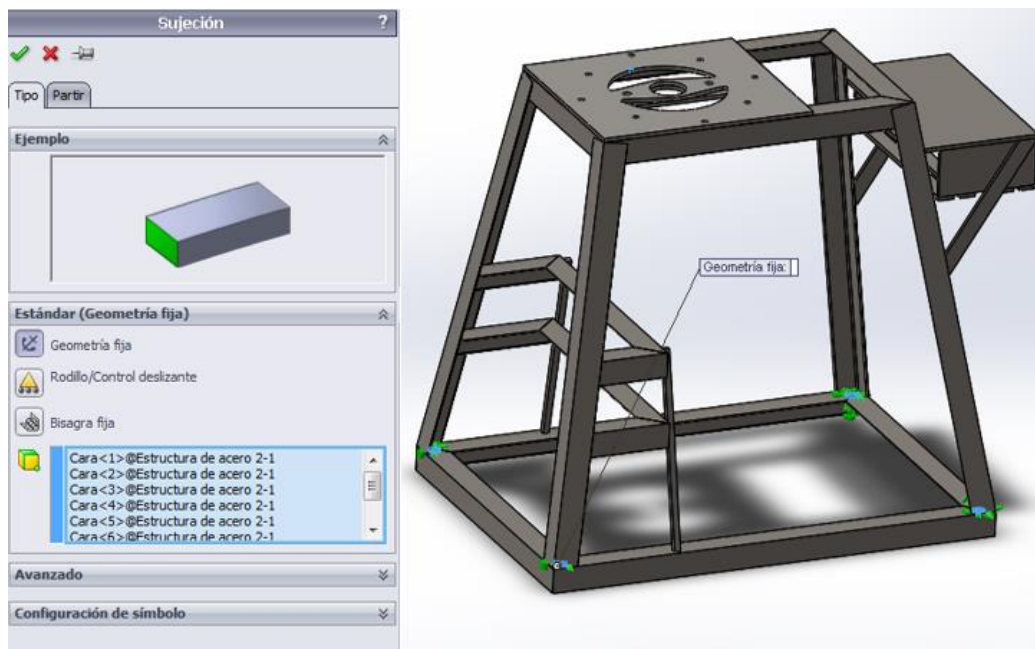
Para vigas, se establece los grados de libertad de traslación y rotación en cero. Al usar este tipo de restricción, no se necesita geometría de referencia.

**Tabla 4. 19** Atributos y entradas necesarias para restricción

Atributo	Valor
GDL restringidos para mallas sólidas	3 traslaciones
GDL restringidos para vaciados y vigas	3 traslaciones y 3 rotaciones
GDL restringidos para juntas de cabezas de armadura	3 traslaciones
Símbolo 3D (las flechas son para las traslaciones y los discos, para las rotaciones)	
Entidades seleccionables	Vértices, aristas, caras y juntas de viga
Entidad de referencia seleccionable	No aplicable
Traslaciones	No aplicable
Rotaciones	No aplicable

**Fuente:** Software de diseño mecánico

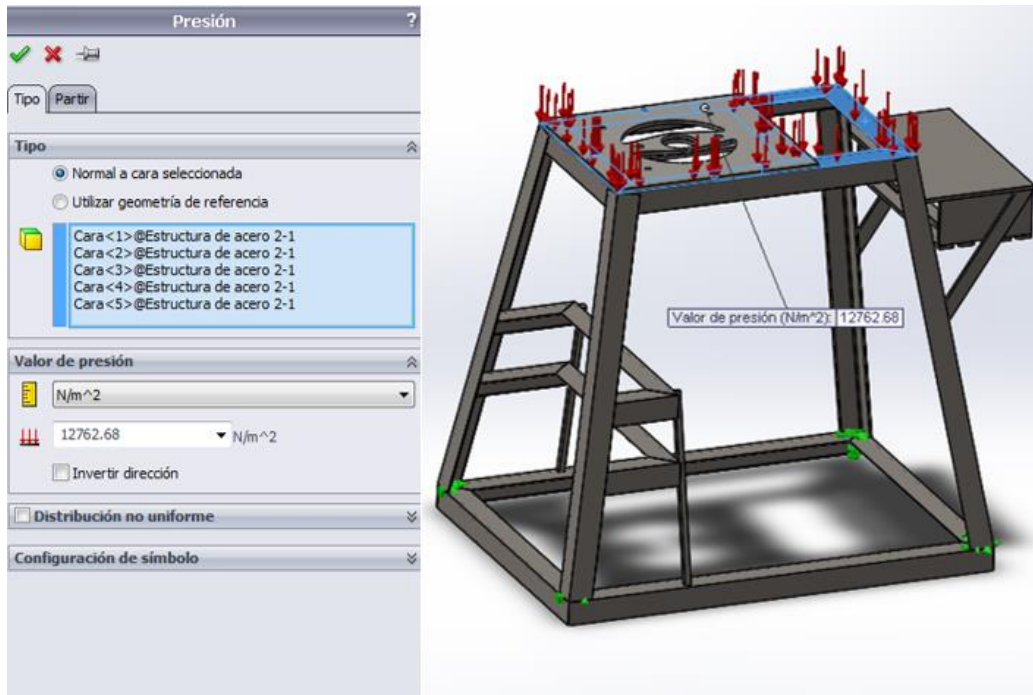
Después se aplica el tipo sujeciones que tendrá la estructura



**Ilustración 4. 47** Tipo de sujeción

**Fuente:** Software de diseño mecánico

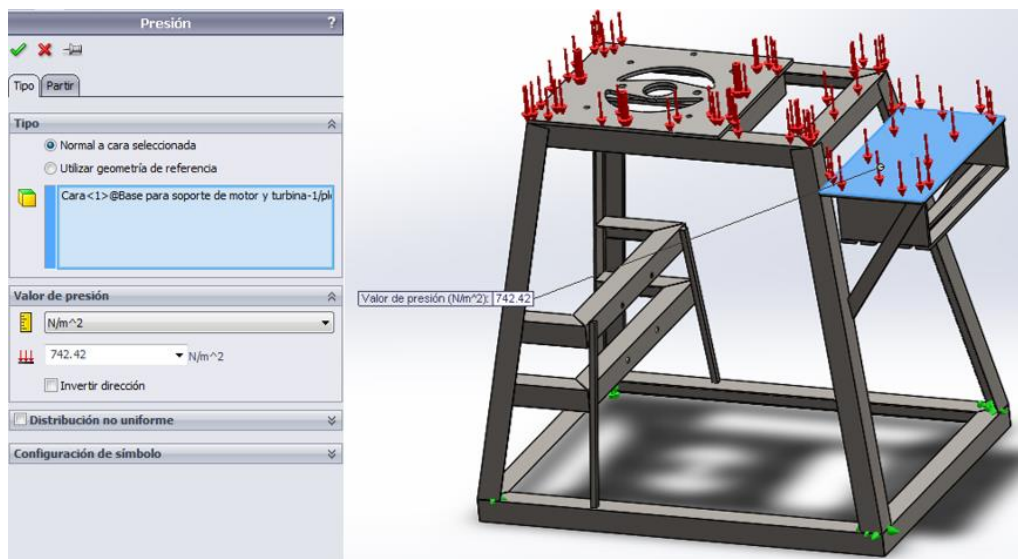
Ahora se ingresa las cargas a las que va a estar expuesta la estructura. La presión que se ubicará a continuación es generada por el peso de los elementos.



**Ilustración 4. 48** Aplicación de carga de presión sobre la estructura

**Fuente:** Software de diseño mecánico

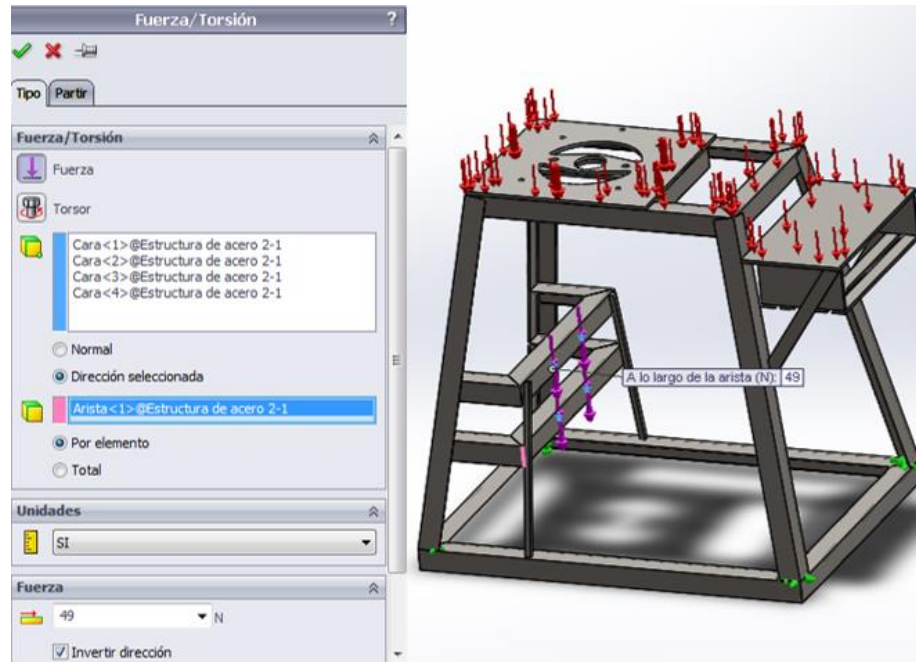
Luego se aplica una carga de presión generada por el peso de la turbina,



**Ilustración 4. 49** Aplicación de carga de presión

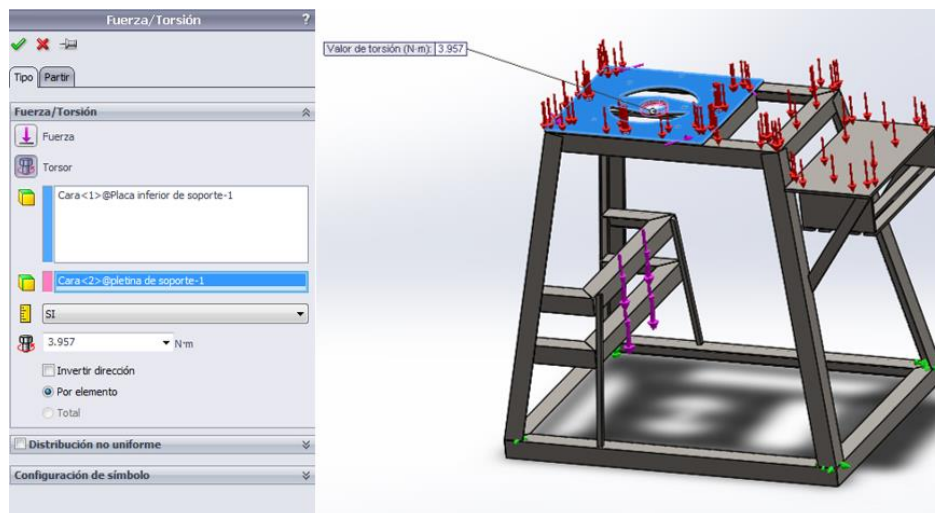
**Fuente:** Software de diseño mecánico

Después se aplica una fuerza en los agujeros de la parte inferior de la bancada que será de igual valor del peso del motor, que irá ubicado en los mismos;



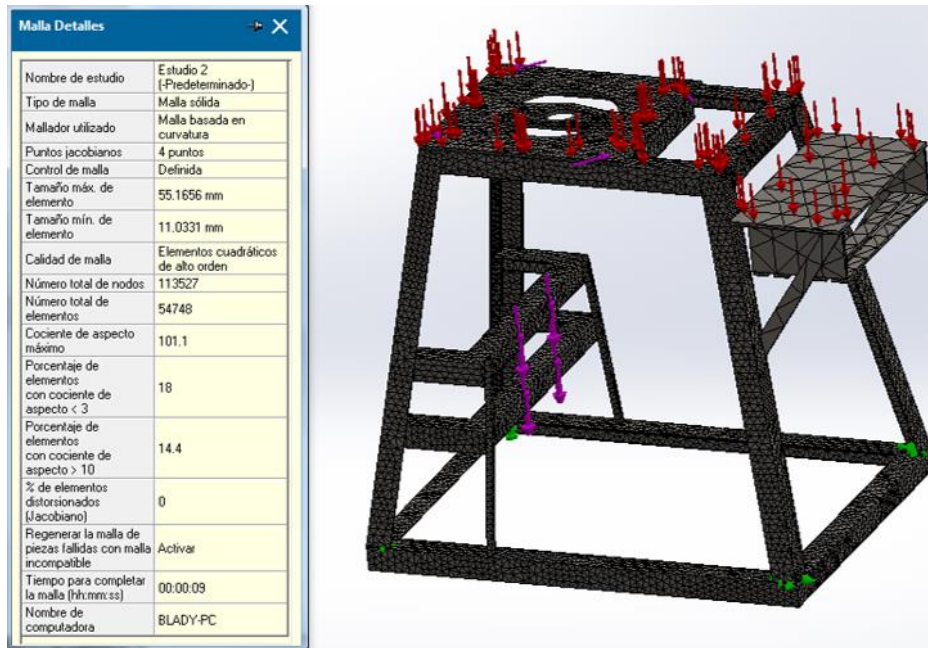
**Ilustración 4. 50** Aplicación de fuerza en los agujeros de la bancada  
**Fuente:** Software de diseño mecánico

Luego se aplica una carga de torsión en el agujero donde se ubicará el eje, la magnitud de esta fuerza será de 2 [hp]



**Ilustración 4. 51** Aplicación de fuerza de torsión  
**Fuente:** Software de diseño mecánico

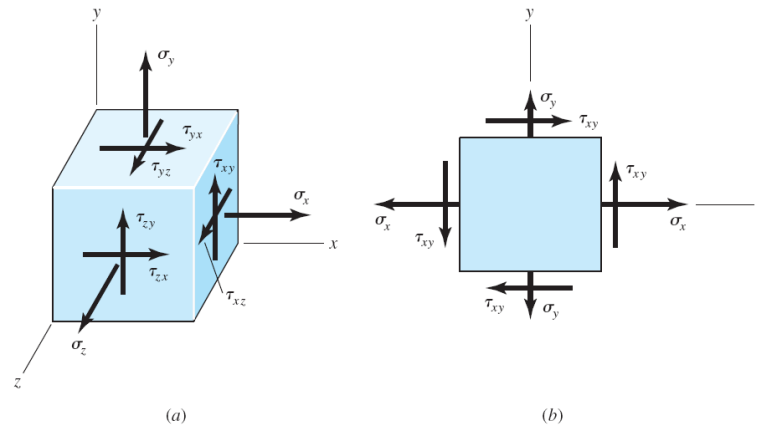
A continuación se realiza el control de mallado. El mallado automático en el software genera una malla basándose en un tamaño de elemento global, una tolerancia y especificaciones locales de control de malla.



**Ilustración 4. 52** Control de mallado para la estructura

**Fuente:** Software de diseño mecánico

El estado de las tensiones en un punto está completamente definido por los componentes de tensión normal y cortante con referencia a un sistema de coordenadas ortogonal XYZ.



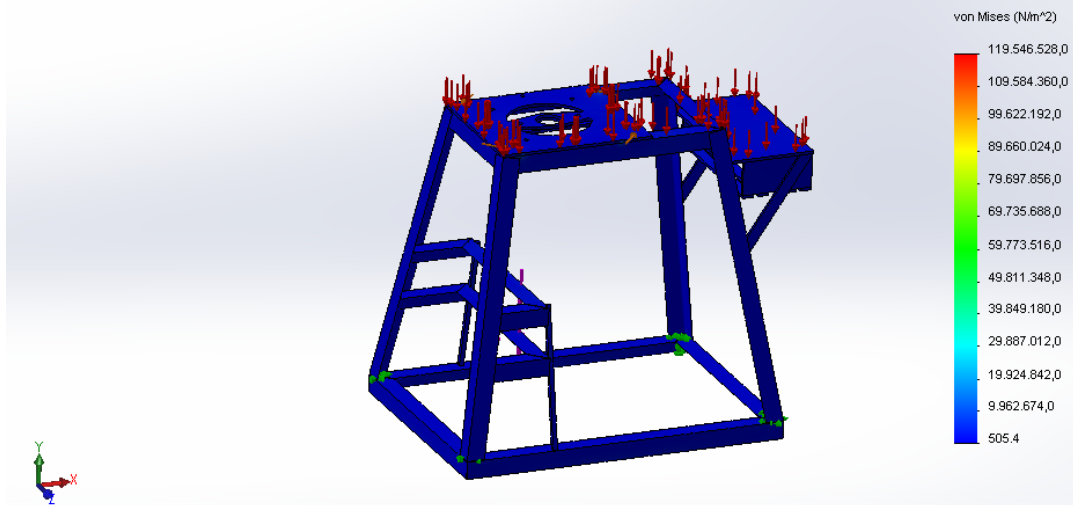
**Ilustración 4. 53** a) Esfuerzo tridimensional general; b) Esfuerzo plano con cortantes transversales

**Fuente:** (Shigley, 2008)

A continuación se proporciona una solución para el análisis de tensión



Nombre de modelo: Bancada  
Nombre de estudio: Estudio 2  
Tipo de resultado: Análisis estático tensión nodal Tensiones1  
Escala de deformación: 1

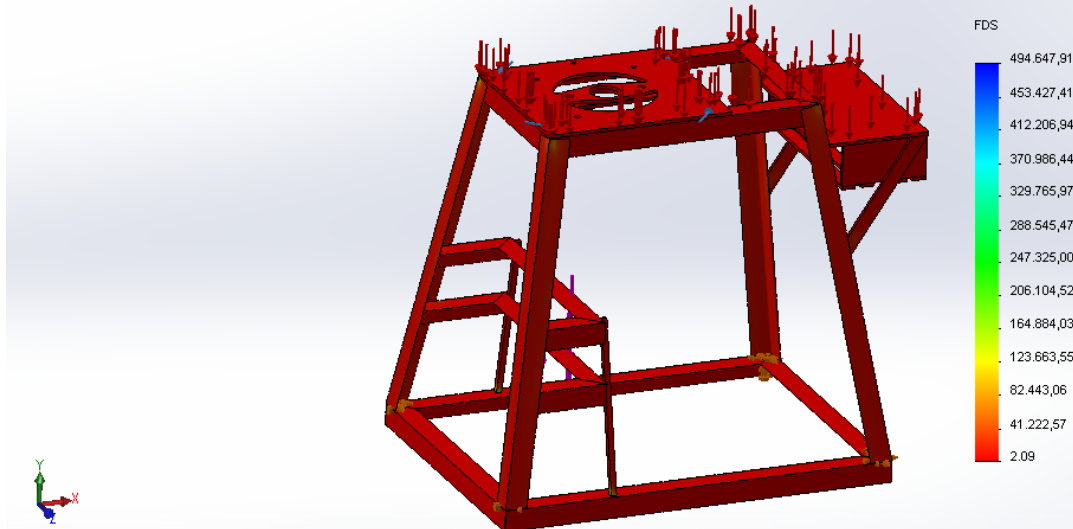


**Ilustración 4. 54** Trazado de esfuerzos ( $\sigma_{\text{Min}}=0.505[\text{Kpa}]$ ;  
 $\sigma_{\text{Max}}=119.546[\text{Mpa}]$ ))

**Fuente:** Software de diseño mecánico

En el resultado anterior se puede apreciar que el esfuerzo máximo al que está sometido la estructura es de 119.546[Mpa], Siendo menor que el  $\sigma_{\text{Perm}}=250[\text{Mpa}]$ , Entonces la estructura es capaz de soportar esta carga.

Nombre de modelo: Bancada  
Nombre de estudio: Estudio 2  
Tipo de resultado: Factor de seguridad Factor de seguridad1  
Criterio: Automático  
Distribución de factor de seguridad: FDS min = 2.1



**Ilustración 4. 55** Trazado de Factor de seguridad (n= 2.1)

**Fuente:** Software de diseño mecánico

Se puede apreciar en la ilustración 4.55, que el factor de seguridad de la estructura es de  $n = 2.1$ . Este resultado nos indica claramente que el diseño de la estructura es óptimo para soportar todas las cargas antes expuestas.

## **4.7 DISEÑO DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE LA MÁQUINA**

Debido al diseño del sistema de pulido, la máquina consta de dos motores, el primer motor [2hp] es el del sistema de pulido y el segundo motor 1.5 [hp] es para la extracción del afrecho e impurezas, y lo que se requiere es que se encienda ambos motores al mismo tiempo, por tanto el sistema eléctrico constará de 2 contactores, un disyuntor, un relé térmico y dos pulsadores. La instalación eléctrica se realizará de acuerdo a la ilustración 4.56 y al plano N°22 del Anexo D.

### **4.7.1 CARACTERÍSTICAS DE LOS MOTORES**

Los motores calculados anteriormente son de 2 y 1.5 hp, y sus características de funcionamiento se encuentran en el Anexo B13. Voltaje (220V), Corriente de accionamiento en el arranque (9.8A), Frecuencia (60Hz).

### **4.7.2 SELECCIÓN DE CONTACTORES**

Para la selección de los contactores se toma en cuenta los equipos que van a ser activados, como tenemos 2 motores ocuparemos un contactor por cada motor. Con las corrientes de accionamiento de estos motores, se selecciona el contactor. Por lo que se seleccionó dos Contactores 3SC8-0910 (Anexo B13).

### **4.7.3 SELECCIÓN DEL DISYUNTOR**

Para seleccionar el disyuntor o breaker se deben tomar en cuenta todos los componentes del circuito y el número de líneas, por lo que se selecciona un breaker IEC 60898-1 (Anexo B13)

#### 4.7.4 SELECCIÓN DE CABLES

Sabiendo que

$$P = V \times I \quad (39)$$

Donde:

P= Potencia Total

V= Voltaje de la fuente (220V)

I = Intensidad

Como la máquina emplea dos motores, la potencia total a consumirse es:

$$P= 2hp+1.5hp =3.5 hp= 2611 \text{ [Watt]}$$

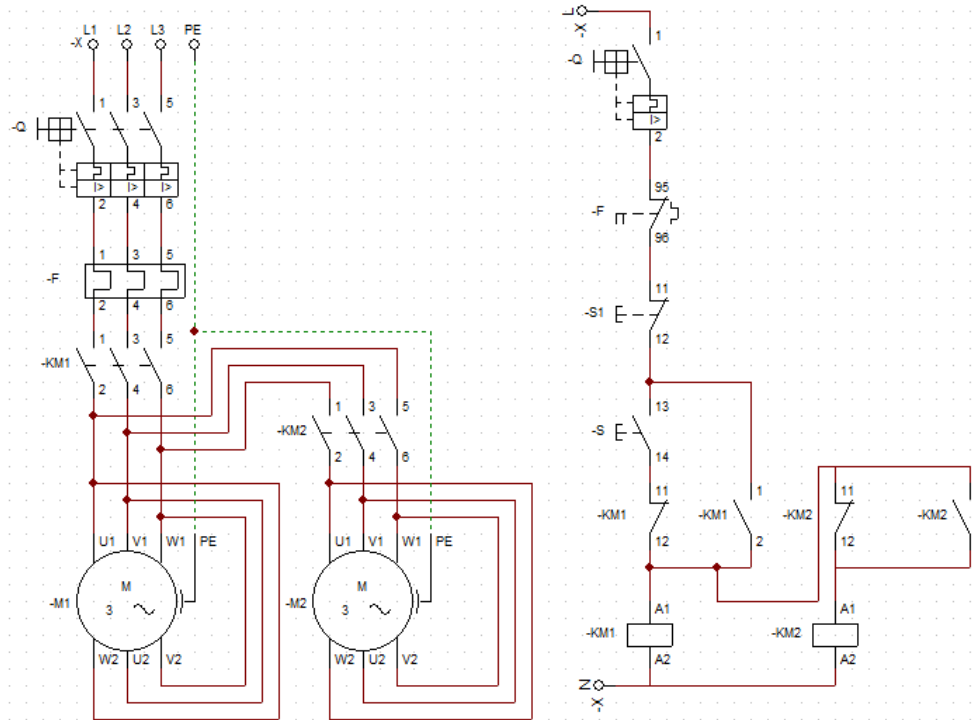
$$I = \frac{P}{V}$$
$$I = \frac{2611[\text{Watt}]}{220[\text{V}]}$$
$$I = 11.87 \text{ [Amp]}$$

Como la corriente es de 12[Amp] se selecciona un cable flexible N°12 para la alimentación debido a que este soporta una corriente de hasta 20 [Amp], (Anexo B17). De igual forma se empleará cable sólido N°12 para el circuito de potencia.

Para el circuito de mando se calcula la corriente consumida por el motor de mayor potencia.

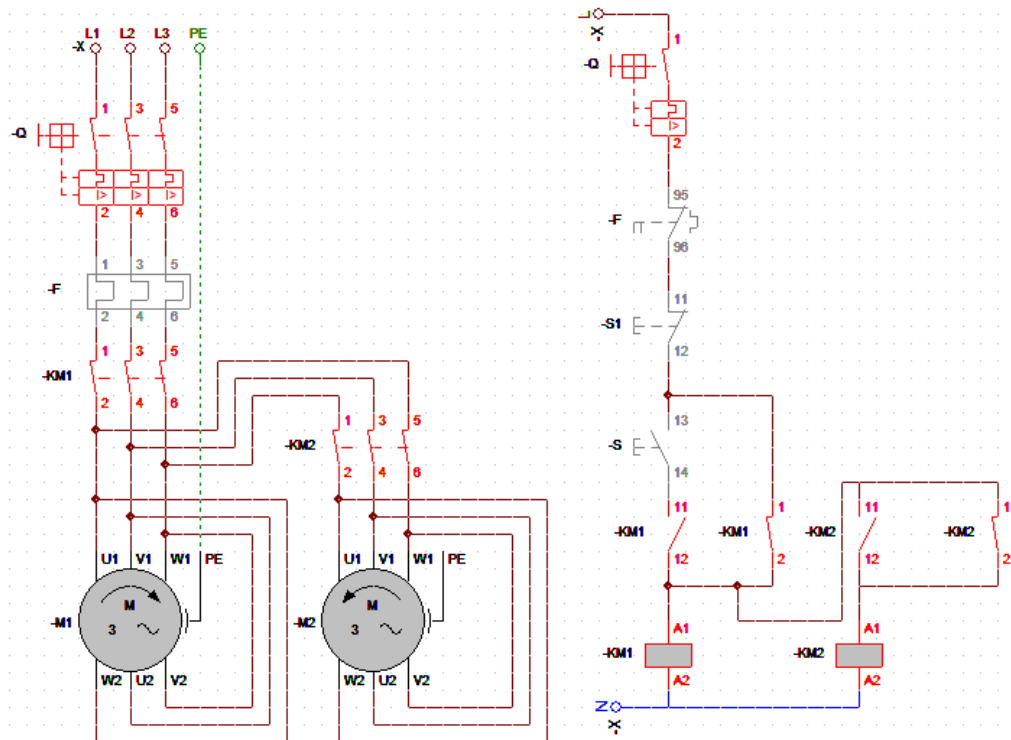
$$I = \frac{1492[\text{Watt}]}{220[\text{V}]}$$
$$I = 6.78$$

Como la intensidad a consumirse es de 7 [Amp]. Para el circuito de mando se empleará cable flexible N°18 porque este cable soporta una corriente de hasta 15 [Amp], ver (Anexo B17).



**Ilustración 4. 56** Circuito abierto para encendido de máquina

**Fuente:** El Autor



**Ilustración 4. 57** Circuito cerrado para el encendido de la máquina

**Fuente:** El Autor



**Ilustración 4. 58** Configuración final de la máquina

**Fuente:** El Autor



**Ilustración 4. 59** Maíz pulido, resultante de las pruebas con la máquina

**Fuente:** El Autor



**Ilustración 4. 60** Afrecho extraído con la máquina

**Fuente:** El Autor

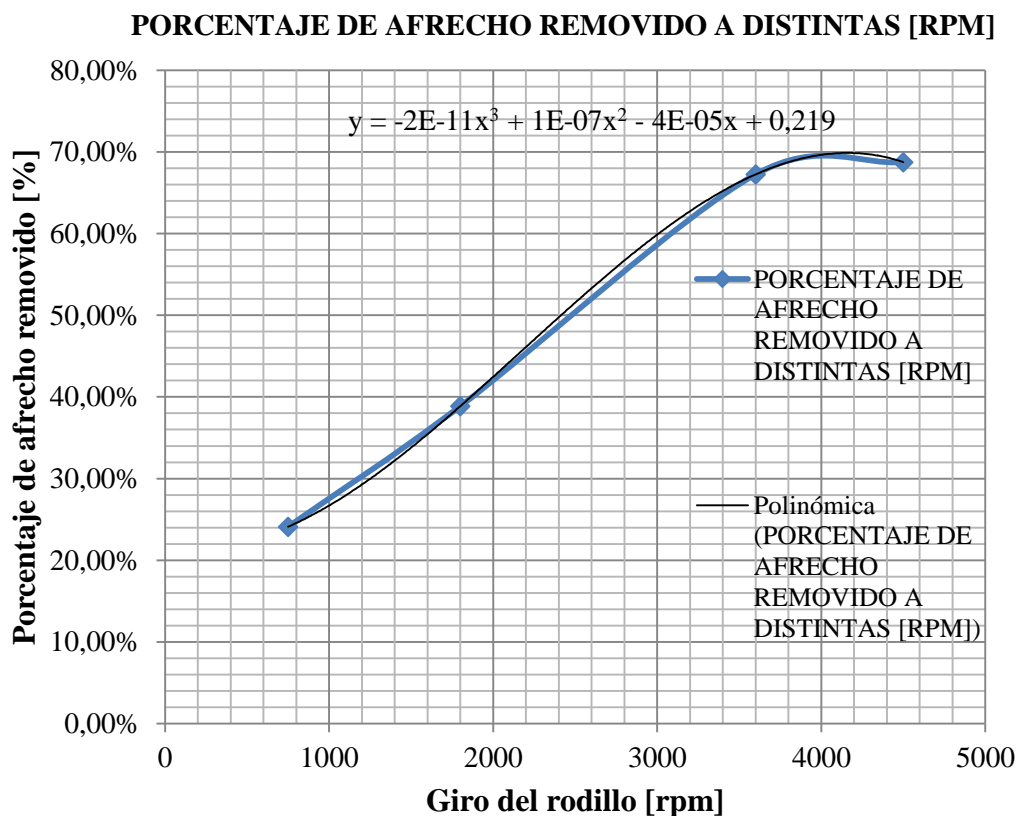
#### 4.8 ANÁLISIS DE PARÁMETROS TÉCNICOS DE PILADO DE MAÍZ

A continuación se realizó un análisis de los parámetros técnicos del pulido de maíz, basándose en los datos tomados en la experimentación para luego establecer las condiciones de pulido. Después se comparó mediante gráficos los resultados entre el pulido manual y el mecánico.

**Tabla 4. 20** Cantidad de afrecho removido en 2.23 [qq] de muestra

Velocidad de giro [rpm]	Cantidad de afrecho removido [lb/qq]	Porcentaje de afrecho removido %
750	0,024	24,10%
1800	0,038	38,88%
3600	0,09	67,26%
4500	0,092	68,76%

Elaborado por: el Autor



**Ilustración 4. 61** Porcentaje de afrecho removido a distintas [rpm]

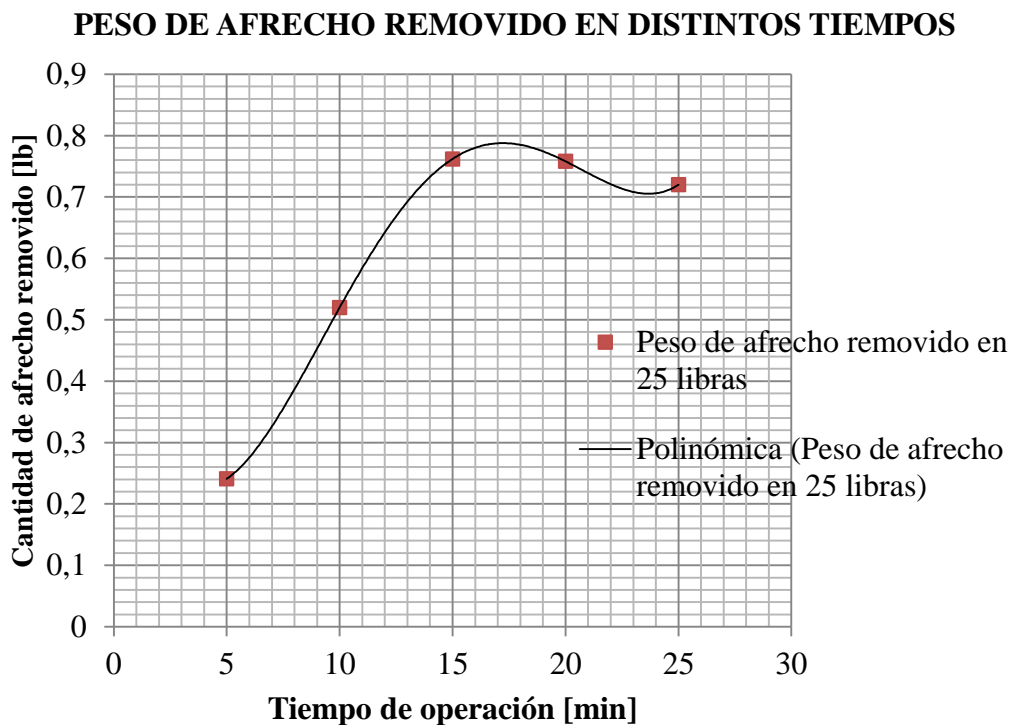
Elaborado por: el Autor

En la ilustración 4.61 se muestra la cantidad de afrecho removido acorde a la velocidad de giro del rodillo abrasivo, como se puede observar los porcentajes de remoción de afrecho son mayores a altas velocidades pero el porcentaje de remoción sobrepasa solamente en una cifra cuando se sobrepasa el giro del motor de las 3600 rpm, además la máquina muestra inestabilidad, recalentamiento del motor y ruido excesivo al sobrepasar el giro del motor a las 3600rpm.

**Tabla 4. 21** Peso de afrecho removido

Tiempo [min]	Peso [lb]
5	0,241
10	0,52
15	0,762
20	0,758
25	0,72

**Elaborado por:** el Autor



**Ilustración 4. 62** Peso de afrecho removido en distintos tiempos

**Elaborado por:** el Autor

En la ilustración 4.62 se puede apreciar la cantidad de afrecho removido versus el tiempo que se mantuvo el maíz (25 lb) dentro del cilindro. Se puede notar que

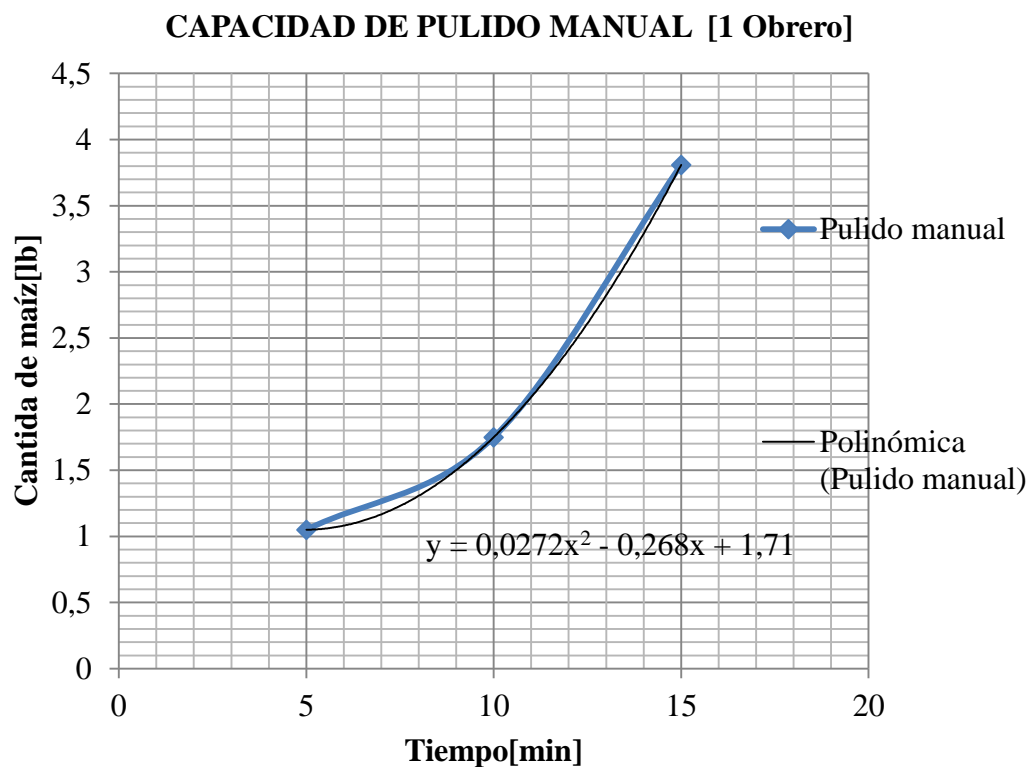
mientras más tiempo permanece el maíz dentro del cilindro este se pule más, pero a partir de los 15 min de estar dentro de este, el producto sale dañado.

Es decir se desperdicia maíz porque algunos maíces se pulverizan y se crea una masa entre los granos de maíz y el polvo del afrecho.

**Tabla 4. 22** Tabulación de datos de pulido manual

Tipo de grano	Tiempo de pulido [min]	Cantidad de maíz pulido [lb]	Tiempo de pulido [h]	Cantidad de maíz pulido [qq]
Maíz duro (costeño)	5	1,05	1	0,15
	10	1,75	2	0,27
	15	3,81	8	1,12

Elaborado por: el Autor



**Ilustración 4. 63** Cantidad vs Tiempo (proceso manual)

Elaborado por: el Autor

En la ilustración 4.63 (parte superior) se puede apreciar que la capacidad de producción de maíz pilado en quince minutos por un trabajador es de cuatro libras, y un quintal como capacidad diaria.

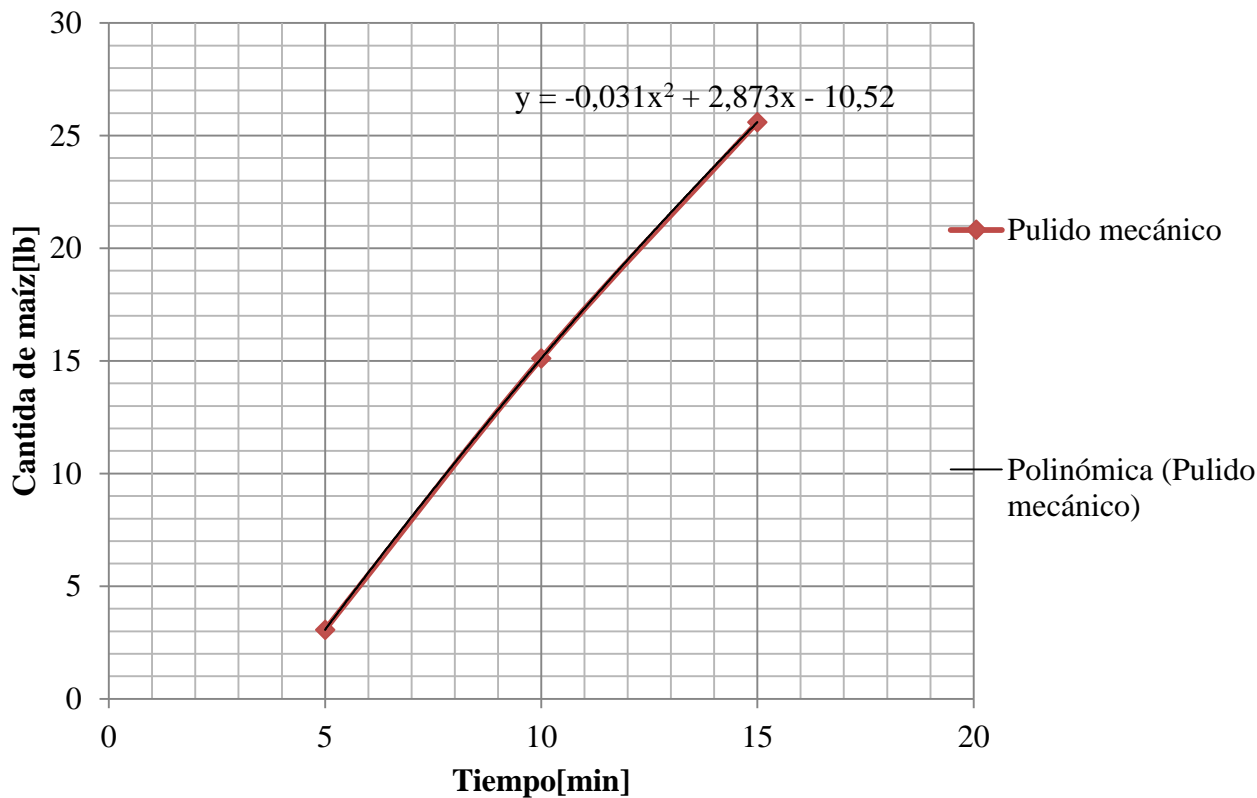


**Tabla 4. 23** Tabulación de datos de pulido con máquina

Tipo de grano	Tiempo de pulido [min]	Cantidad de maíz pulido [lb]	Tiempo de pulido [h]	Cantidad de maíz pulido [qq]
Maíz duro (costeño)	5	3,07	1	1,1
	10	15,11	2	2,23
	15	25,6	8	8,05

Elaborado por: el Autor

**CAPACIDAD DE PULIDO MECÁNICO 3600[rpm]**

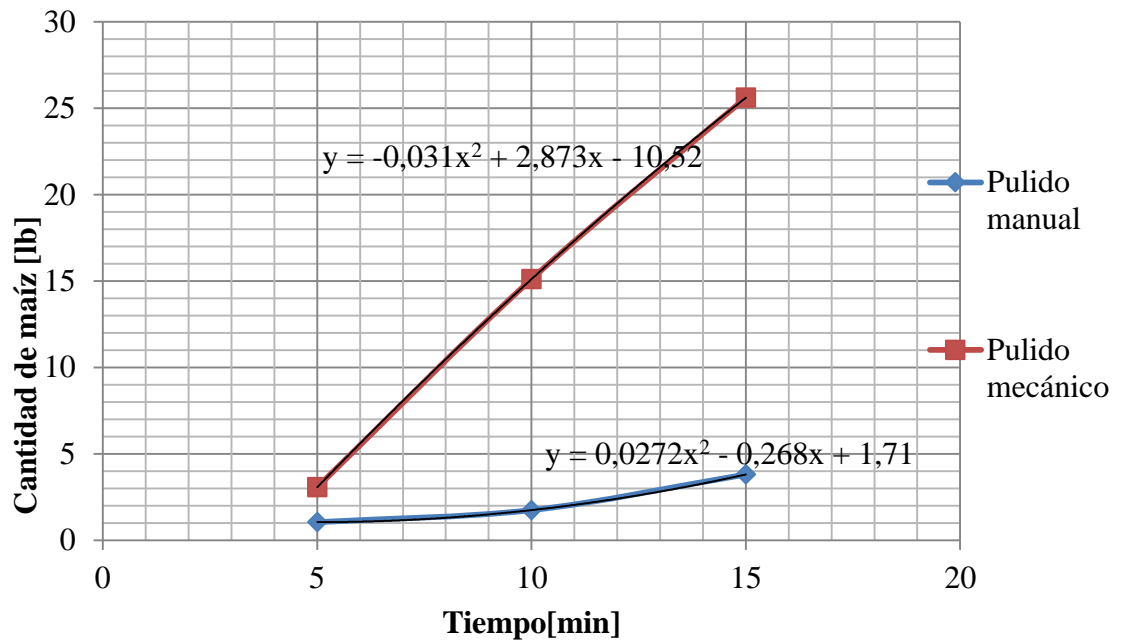


**Ilustración 4. 64** Cantidad vs Tiempo (pulido mecánico)

Elaborado por: el Autor

En la ilustración 4.64 se observa que en 5 minutos de trabajo de la máquina, solo se pule 3 libras de maíz de las 25 libras que tiene de capacidad la máquina y que la capacidad de producción de la máquina piladora de maíz es de veinticinco libras en quince minutos debido que en este tiempo se pulen todas las 25 libras.

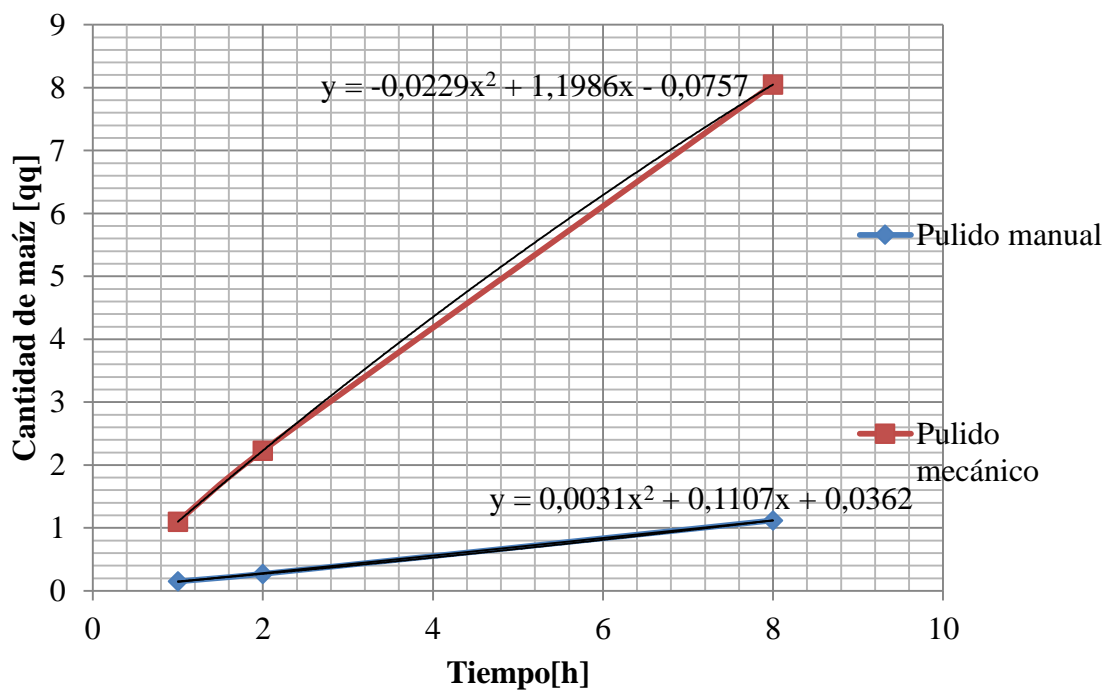
### COMPARACIÓN ENTRE PROCESOS



**Ilustración 4. 65** Comparación capacidad de pulido manual vs mecánico [lb/min]

Elaborado por: el Autor

### COMPARACIÓN ENTRE PROCESOS



**Ilustración 4. 66** Comparación capacidad de pulido manual vs mecánico [qq/h]

Elaborado por: el Autor

En la ilustración 4.66 claramente se puede apreciar la diferencia entre las capacidades de producción de ambos procesos de pilado de maíz. Teniéndose que el proceso de pilado mecánico tiene más capacidad de producción en comparación con el proceso manual. El proceso de pilado mecánico es de 8 quintales diarios mientras que el manual es de apenas un quintal diario, por tanto la producción es de 20 quintales por mes mediante el proceso manual y de 160 quintales por el proceso mecánico.

**Tabla 4. 24** Calidad del proceso manual

<b>PESO INICIAL DEL MAÍZ [QQ]</b>	<b>PESO FINAL DEL MAÍZ [QQ]</b>	<b>CANTIDAD DE AFRECHO REMOVIDO [LB/QQ]</b>	<b>CALIDAD DE PROCESO</b>
0,15	0,143	0,007	77,78%
0,27	0,259	0,011	67,90%
1,12	1,071	0,049	72,92%

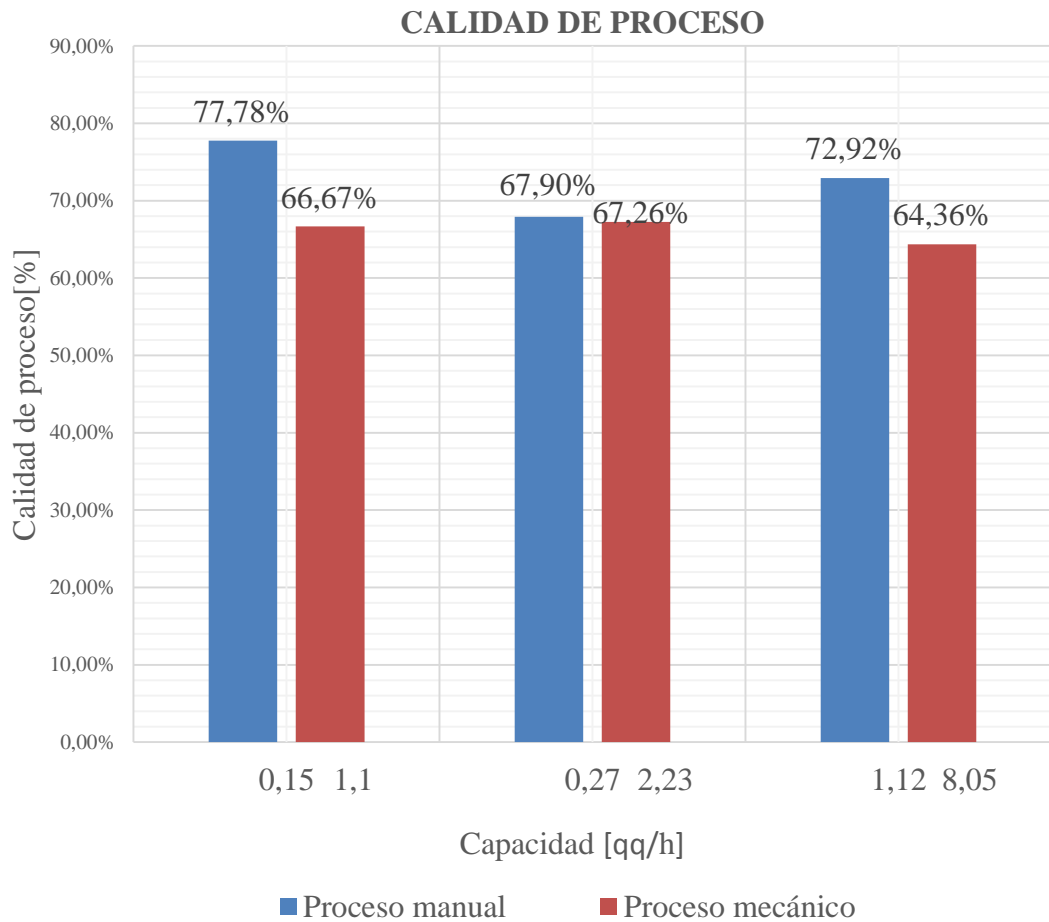
**Elaborado por:** el Autor

**Tabla 4. 25** Calidad del proceso mecánico

<b>PESO INICIAL DEL MAÍZ [QQ]</b>	<b>PESO FINAL DEL MAÍZ [QQ]</b>	<b>CANTIDAD DE AFRECHO REMOVIDO [LB/QQ]</b>	<b>CALIDAD DE PROCESO</b>
1,1	1,056	0,044	66,67%
2,23	2,14	0,09	67,26%
8,05	9,71	0,39	64,18%

**Elaborado por:** el Autor

En la ilustración 4.67 de la parte inferior se muestra la comparación entre la calidad del proceso de pulido de maíz manual y mecánico, y claramente se puede observar que la calidad del proceso manual es 6 puntos mayor que la del proceso mecánico. Sin embargo la diferencia entre las calidades entre ambos procesos no es tan notoria y se considera que la calidad de ambos procesos es poca satisfactoria.



**Ilustración 4. 67** Comparación de la calidad entre los procesos de pulido

**Elaborado por:** el Autor

## 4.9 ANÁLISIS DE COSTOS

Se realiza un análisis de costos tomando en cuenta los parámetros fundamentales.

- Costos directos
- Costos indirectos

### 4.9.1 COSTOS DIRECTOS.

Son aquellos gastos en materiales para la construcción de la máquina pulidora de maíz, mano de obra, equipos, maquinaria y transporte.

**Tabla 4. 26** Detalle de los costos de materiales

N°	Cantidad	Descripción	Valor Unitario	Valor Total
1	1	Plancha de acero inoxidable	72,39	81,08
2	0,67[Kg]	Barra acero inox. redonda de 1,5	3,66	4,1
3	2	Broca 1/8	1,205	2,7
4	3	Broca bro/metal 1/8	0,357	1,2
5	0,15[Kg]	Tuercas 5/8	2,545	0,43
6	1[m]	Varilla roscada 5/8	2,857	3,2
7	3[lb]	Electrodo AGA 1/8" 6011	1,875	6,3
8	1	Motor trifásico WEG 2 HP	149,143	167,04
9	4	Disco de corte CGW	1,786	8
10	1	Retazo de acero	26,79	30
11	12	Electrodos acero inox 308L-3/32"	0,277	3,72
12	1	Ángulo de 40X3	11,88	13,5
13	1[lb]	Electrodo AGA 1/8" 6011	1,98	2,25
14	1	Ángulo de 40X3	11,88	13,5
15	10	Pernos 3/8x1" acero inox	0,8	8
16	3[lit]	Tiñer	1,75	5,25
17	2	Guaípe	1	1
18	20	Electrodos acero inox 304L	0,446	11
19	1	Retazo de acero inox 1m x 7cm	17,6	20
20	3[Kg]	Barra acero inox. redonda de 7/8	14,85	16,63
21	2[Kg]	Barra acero inox. red. 2-1/4x60mm	15,77	17,92
22	2	Rod. Cónico LM12749/10	7,59	17
23	2	Retenedores	1,34	3
24	1	Motor trifásico WEG 1,5 HP	112,024	127,3
25	1	Polea simple Tipo A 5"	4	4,48
26	1	Polea simple Tipo A 2,5"	3	3,36
27	1	Banda A-37	2,552	2,86
28	1	Disco para acabado	4,4	5
29	1	Rodamiento de palillos 22x24x12	5,28	6
30	1	Barra duralón 2,5X2"	8,34	9,48
31	0,85[Kg]	Barra acero inox. redonda de 2"	5,13	5,74
32	0,75[Kg]	Barra acero inox. redonda de 2"	4,32	4,83
33	2	Rod. Bolas R16L	8,8	20
34	2[lit]	Pintura azul y aluminio	4,576	10,4
35	1	Servicio de galvanizado	4,75	5,32
36	1	Equipamiento eléctrico	-	170
<b>Subtotal</b>				<b>811,59</b>

Elaborado por: El Autor

**Tabla 4. 27** Detalle de costos directos

<b>Descripción</b>	<b>Precio[\$]</b>
Materiales	811,59
Mano de Obra	625
Equipos y Herramientas	300
Transporte	100
<b>TOTAL</b>	<b>1836,59</b>

**Elaborado por:** El Autor

#### **4.9.2 COSTOS INDIRECTOS.**

Se refieren a los gastos técnicos y administrativos que se tiene necesidad de realizar para la elaboración de la máquina. En este proyecto se toma en cuenta los gastos que se realizaron en las pruebas como también los imprevistos que se refieren al reemplazo de piezas debido a que no eran adecuadas en la máquina y los técnicos que se refieren a los gastos en servicios de otras máquinas para la construcción de la misma.

**Tabla 4. 28** Detalle de costos indirectos

<b>Costos</b>	<b>Valor Unitario</b>	<b>Precio</b>
Maíz para pruebas	36	72
Imprevistos	-	50
Técnicos	-	150
<b>TOTAL</b>		<b>272</b>

**Elaborado por:** El Autor

#### **4.9.3 COSTO TOTAL.**

El costo total es la suma de los costos directos e indirectos

**Tabla 4. 29** Detalle del costo total

<b>Tipo de Costo</b>	<b>Valor</b>
Costo Directo	1836,59
Costo Indirecto	272
<b>Total</b>	<b>2108,59</b>

**Elaborado por:** El Autor

### 4.9.3.1. DEPRECIACIÓN.

Es la disminución del precio de la máquina debido al desgaste que sufre por el uso que se haga de ella. Según las normas internacionales de contabilidad (NIC, 2013) Las maquinarias o herramientas tienen una vida útil estimada de 10 años aproximadamente, y presentan un 10% de depreciación anual debido a que la máquina disminuye en una décima parte su valor. A continuación se aplicará el método de la línea recta para calcular la depreciación, debido a que es el más práctico y el más utilizado.

$$Dep_{\text{anual}} = \frac{C_{\text{Actual Fijo}}}{n} \quad (40)$$

Donde:

$Dep_{\text{anual}}$  = Es la depreciación anual

$C_{\text{Actual Fijo}}$  = Es el costo actual fijo o el valor inicial de la máquina

$n$  = Es el número de años a depreciarse

$$Dep_{\text{anual}} = \frac{2108,59}{10}$$

$$Dep_{\text{anual}} = 210,859$$

**Tabla 4. 30** Tabla de la depreciación anual de la máquina

Tiempo[años]	Costo inicial [\$]	Depreciación anual [\$]	Costo final [\$]
<b>1</b>	2108,59	210,859	1897,731
<b>2</b>	1897,731	210,859	1686,872
<b>3</b>	1686,872	210,859	1476,013
<b>4</b>	1476,013	210,859	1265,154
<b>5</b>	1265,154	210,859	1054,295
<b>6</b>	1054,295	210,859	843,436
<b>7</b>	843,436	210,859	632,577
<b>8</b>	632,577	210,859	421,718
<b>9</b>	421,718	210,859	210,859
<b>10</b>	210,859	210,859	0,000

**Elaborado por:** El Autor

Entonces la depreciación anual de la máquina es de 210.859\$ y la depreciación mensual es de 17.57\$

#### **4.9.3.2. DETERMINACIÓN DEL COSTO DE ENERGÍA ELÉCTRICA.**

Para determinar el consumo de la energía eléctrica se multiplicó la potencia por el número de horas que la máquina está en operación. Luego se multiplicó este valor por el costo por cada KWh

$$2\text{hp}=1.492 \text{ KW}$$

$$1.5\text{hp}=1.119 \text{ KW}$$

Pero hay que tener en cuenta que no es el consumo real, sino más bien consume entre un 60 - 80% de su consumo nominal

$$1.6 = 1.1936 \text{ KW}$$

$$1.2 = 0.8952 \text{ KW}$$

$$(1.1936+0.8952) \text{ KW}=2.0888\text{KW}$$

$$2.0888\text{KW}\times 8\text{h}=16.71\text{KWh}$$

$$16.71\text{KWh}\times 24 \text{ días}=401.05\text{KWh Mensual}$$

$$401.05\text{KWh}\times 12 \text{ meses}= 4812.59\text{KWh Anual}$$

$$\text{Costo energético} =0.149\$/\text{KWh}$$

$$\text{Consumo energético} = 4812.59 \text{ KWh}\times 0.149\$/\text{KWh}= 717.07\$ \text{ Anual}$$

$$\text{Consumo energético} = 401.05 \text{ KWh}\times 0.149\$/\text{KWh}= 59.76\$ \text{ Mensual}$$

#### **4.9.3.3. DETERMINACIÓN DEL COSTO DE MANTENIMIENTO.**

$$\text{Reemplazo de discos anual}= 60 \text{ discos}\times 1.30\$ \times 2(\text{semestral})=156\$$$

$$\text{Reemplazo de grasa anual}= 20\$$$

$$\text{Reemplazo de rodamientos y retenedores anual}= 25\$$$

$$\text{Técnico de mantenimiento anual (solo la máquina pulidora)}= 30\$$$

$$\text{Costo total de mantenimiento anual} =231\$ \text{ Anual}$$

$$\text{Costo de mantenimiento mensual}= 19.25\$ \text{ Mensual}$$



#### **4.9.3.4. DETERMINACIÓN DEL COSTO DE OPERACIÓN.**

Número de empleados para operar la máquina =1

El salario mensual básico =354\$

Costo de operación mensual= 1\*354\$=354\$ Mensual

#### **4.9.4 DETERMINACIÓN DEL COSTO DE UN QUINTAL DE MAÍZ PULIDO POR EL PROCESO MECÁNICO.**

Para determinar el costo en producir un quintal de maíz pulido se sumó los costos de operación, mantenimiento, el consumo de energía eléctrica y la depreciación mensual y dividimos por el número de unidades producidas mensualmente

Costo en producir un quintal de maíz pulido =(59.76+10.25+354+19.25)[\$]/160[u]

Costo en producir un quintal de maíz pulido =2.77 \$

Costo de un quintal de maíz sin pulir =36\$

Por tanto:

Costo de un quintal de maíz pulido= 36\$+2.77\$ = 38.77\$

Costo de venta [qq] maíz pulido= 38.77\$+6.25\$(criterio-16% ganancia)= 45\$

#### **4.9.5 DETERMINACIÓN DEL COSTO DE UN QUINTAL DE MAÍZ PULIDO POR EL PROCESO MANUAL.**

Número de empleados para realizar el proceso de pulido =1

Salario mensual básico =354\$

Costo de operación mensual= 1\*354\$=354\$ Mensual

Número de unidades producidas por empleado=20 [u]

Costo en producir un quintal de maíz pulido =354[\$]/20 [u]

Costo en producir un quintal de maíz pulido =17.7 \$

Costo de un quintal de maíz sin pulir= 36\$

Por tanto:

Costo de un quintal de maíz pulido= 36\$ + 17.7\$ = 53.7\$

Costo de venta [qq] maíz pulido= 53.7\$+0% ganancia =53.7\$

#### 4.9.6 CÁLCULO DEL TIR Y EL VAN

##### 4.9.6.1. CÁLCULO DEL VAN (VALOR ACTUAL NETO)

El VAN es un parámetro que indica la viabilidad de un proyecto basándose en los flujos de caja que se pronostica tener y se calcula con la siguiente expresión:

$$VAN = -I_0 + \sum_{n=1}^t \frac{FNE}{(1+i)^n} \quad (41)$$

Donde:

$I_0$ = Inversión inicial (Costo de la máquina)

FNE= Flujo neto de efectivo

$i$ = TMAR

$n$ = Número de períodos

FNE= Ingresos mensuales – Egresos mensuales

FNE= 6.25\$\*160qq/mes - (59.76+10.25+354+19.25)[\$]/mes

FNE=1000\$ - 443.26\$

FNE=556.74\$ Mensual

$$TMAR = i' + f + r \quad (42)$$

Donde:

$i'$ = Interés = 24% Anual - 2% Mensual

$f$ = Inflación = 4%

$r$ = Riesgo país = 7%

$$TMAR = 2 + 4 + 7 = 13\%$$

$$\text{VAN} = -2108.59 + \frac{556.74}{(1+13)^1} + \frac{556.74}{(1+13)^2} + \frac{556.74}{(1+13)^3} + \frac{556.74}{(1+13)^4} + \frac{556.74}{(1+13)^5} + \frac{556.74}{(1+13)^6}$$

$$\text{VAN} = 180.39\$$$

#### 4.9.6.2. CÁLCULO DEL TIR (TASA INTERNA DE RETORNO)

La tasa interna de retorno es un parámetro que indica la viabilidad de un proyecto basándose en los flujos de caja que se prevé tener. Es un indicador de rentabilidad relativa del proyecto, para cuando se hace una comparación de tasas de rentabilidad interna de algún proyecto. El TIR de este proyecto resulta

$$\text{TIR} = 15\%$$

Se comparó el valor calculado del TIR con el valor del TMAR teniendo en cuenta:

Si % TIR < % TMAR; El proyecto no es aconsejable

Si % TIR = % TMAR; El proyecto es indiferente

Si % TIR > % TMAR; El proyecto es aconsejable

Como el TIR del proyecto 15% es mayor al 13% del TMAR; Entonces la máquina pulidora de maíz blanco es viable.

#### 4.9.7 CÁLCULO RELACIÓN BENEFICIO COSTO

Este indicador expresa la rentabilidad en términos relativos de los resultados, su interpretación está dada en dólares que se obtiene de la inversión:

$$\frac{B}{C} = \frac{\text{Ingresos}}{\text{Egresos}}$$

$$\frac{B}{C} = \frac{556.74 \text{ Mensual}}{443.26 \text{ Mensual}}$$

$$\frac{B}{C} = 1.26$$

Entonces el proyecto es rentable debido a que por cada dólar que se invierte, se obtiene una ganancia de veintiséis centavos de dólar.

#### 4.10 ANÁLISIS DE LA PRODUCTIVIDAD

Se detalló el análisis de la productividad mensual de cada proceso empleando la ecuación 5.

##### 4.10.1 PRODUCTIVIDAD DEL PROCESO MANUAL

$$\text{Productividad} = \frac{20\text{qq}}{354[\$]}$$

$$\text{Productividad} = 0.056 \left[ \frac{\text{qq}}{\$} \right]$$

El resultado anterior indica que se procesan 5.6 libras de maíz pulido por cada dólar invertido en el proceso manual.

##### 4.10.2 PRODUCTIVIDAD DEL PROCESO MECÁNICO

$$\text{Productividad} = \frac{160\text{qq}}{(59.76+10.25+354+19.25)[\$]}$$

$$\text{Productividad} = \frac{160\text{qq}}{(443.26)[\$]}$$

$$\text{Productividad} = 0.36 \left[ \frac{\text{qq}}{\$} \right]$$

El resultado anterior indica que se procesan 36 libras de maíz por cada dólar invertido en el proceso manual.

Como se puede apreciar en los resultados anteriores la productividad del proceso de pulido mecánico resulto mayor que la productividad del proceso manual como se esperaba, debido a que se incrementó la producción de maíz pilado mediante la implementación de la máquina, pudiendo así reducir el costo de venta por quintal de maíz a 45\$ con una ganancia del 16% (6.25\$) aproximadamente.

#### **4.11 VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS**

Luego de haber realizado la investigación correspondiente se puede determinar que considerando todos los parámetros técnicos en el proceso de pulido de maíz se mejoró la productividad de este en la empresa INKLERSA S.A. en el Mercado Mayorista de Ambato. El estudio de estos parámetros fue fundamental para poder diseñar la máquina que mejoró la productividad de maíz pilado entre estas características, se encuentra la capacidad de pulido, la velocidad de pulido, el tipo de sistema a emplearse, características físico mecánicas del maíz, porcentaje del pericarpio a remover (calidad), y tiempo en que se obtiene un buen pulido de maíz.

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1 CONCLUSIONES

- La forma en que el pericarpio impacta la calidad de subproductos, se hace notoria al consumir productos elaborados con el maíz blanco debido a texturas que la vuelven incómoda al ingerirla.
- La dureza del grano es un factor importante que se tomó en cuenta para el diseño de la máquina, porque al instante de pulir el grano se podría partir o desintegrar e incluirse con el afrecho. La dureza promedio es de 143.05 [N] (7.6 – 16.9 kg-f). Además se tomó en cuenta durante el diseño que el peso del pericarpio (afrecho) corresponde al 0.6% del peso total del grano
- Según la investigación realizada se puede determinar que una máquina facilita el proceso de pilado de maíz, reduciendo costos por mano de obra, o gastos económicos por viajar a otras ciudades para realizar este proceso. Mediante la implementación de la máquina, se pudo reducir el costo de procesamiento de maíz pilado de 17.7 a 2.76 \$ y por ende el costo de venta por quintal de maíz de 53.7\$ a 45.01\$ con una ganancia de 6.25\$ aproximadamente.
- Al implementar una máquina para pulir maíz se incrementó la productividad de maíz pulido en un 800%, debido a que una máquina realiza el proceso de pulido mucho más rápido que un obrero común y utilizando menos recursos para el procesamiento del mismo. La calidad de pulido de maíz por el proceso manual es 6 puntos mayor que la del proceso mecánico. Sin embargo la diferencia entre las calidades entre ambos procesos no es tan notoria y se considera que la calidad de ambos procesos es poca satisfactoria debido a que no supera el 80% requerido. La calidad promedio del proceso manual es de 72.87% y la del proceso mecánico es de 66.04%.

- De acuerdo a la investigación realizada se concluye que existe desconocimiento de los parámetros técnicos para la producción de maíz pulido.
- El análisis de características tanto técnicas como mecánicas facilitó la selección del tipo de maquinaria a implementarse para realizar el proceso de pilado de maíz. La máquina que reúne los parámetros técnicos para un buen pulido de maíz es la de rodillos abrasivo porque tiene mayor capacidad, es de fácil fabricación, el tiempo de pulido mecánico es menor, el costo para su construcción es relativamente bajo, el mantenimiento de esta máquina es mucho más fácil, y las piezas son más accesibles, y es mucho más ergonómica que otras alternativas.
- La máquina de rodillos abrasivos presenta facilidad en su mantenimiento debido a que está compuesta por varias partes que son desmontables, y de esta manera se tiene accesibilidad total al interior de la misma, así como también los elementos desgastados debido a la operación son fáciles de reemplazar y encontrar en el medio, y no requieren ser construidos.
- Los parámetros técnicos para mejorar la productividad, son: la capacidad de pulido, la velocidad de pulido, el tipo de sistema a emplearse, características físico mecánicas del maíz, porcentaje del pericarpio a remover, entre otras.
- El proceso productivo de maíz pilado que lleva acabo la empresa depende directamente de las condiciones en las que se encuentre el equipo que interviene en él.

## **5.2 RECOMENDACIONES**

- Debido a que el proceso productivo de maíz pilado que lleva acabo la empresa, depende directamente de las condiciones en las que se encuentre el equipo que interviene en él, se recomienda orientar la correcta operación del mismo por medio de un manual de operación y plan de mantenimiento preventivo.
- Elaborar el manual de operación teniendo en cuenta los parámetros técnicos de pulido de maíz

- La cantidad de producción de maíz es un factor importante, por eso se recomienda seguir las especificaciones dadas en un manual de operación para aprovechar en mayor porcentaje el rendimiento de la máquina.
- Realizar un mantenimiento preventivo de todos los sistemas que conforman el proceso de pulido, según una guía de mantenimiento establecida para la máquina para prevenir paros de producción por alguna avería o fallo.
- Se recomienda utilizar el grano de maíz blanco seco de tipo “GUAGAL” o conocido como “COSTEÑO”, con los parámetros establecidos de composición según la comisión del CODEX ALIMENTARIUS ALINORM 95/29 Apéndice VIII: 2% de contenido de humedad, 1.5% de materias extrañas, 0.1% de suciedad.
- Reprocesar de dos hasta tres veces el maíz aproximadamente, para obtener la calidad deseada de maíz pulido



## **CAPÍTULO VI**

### **PROPUESTA**

#### **6.1 TEMA DE LA PROPUESTA**

MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA MÁQUINA PULIDORA DE MAÍZ PARA LA EMPRESA INKLERSA S.A. DEL MERCADO MAYORISTA DE AMBATO.

#### **6.2 ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA**

En la Universidad Técnica de Ambato se ha realizado una investigación en el área de mantenimiento con el tema “ESTUDIO DEL ESTADO ACTUAL DE LAS MÁQUINAS Y EQUIPOS DE LABORATORIO DE LA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Y SU INCIDENCIA EN LA FIABILIDAD” investigación en la que se determinó varios parámetros para el mantenimiento de los equipos y herramientas que existen en el laboratorio, para lo que recomienda:

Recolectar toda la información posible de las máquinas y equipos existentes para conocer de mejor manera su funcionamiento y los cuidados que se deben tener, para así evitar fallas o daños y de igual manera accidentes e incidentes.

Desarrollar y realizar trabajos de limpieza a las máquinas y equipos para alargar su tiempo de vida útil, y ofrecer una mejor disponibilidad y confiabilidad de los mismos.

Seguidamente se debe documentar y respaldar en una ficha de máquina, libro de mantenimiento, daños entre otros la información de los trabajos realizados para plantear futuras mejoras de los equipos.

### **6.3 JUSTIFICACIÓN**

El pulido de maíz blanco que realiza la máquina diseñada para la empresa INKLERSA procura que no se triture el grano durante el proceso, se elimine la capa de pericarpio que lo cubre, y se produzca la mayor cantidad de maíz blanco pulido. Estos objetivos se pueden satisfacer, siempre y cuando se manipule la máquina de manera adecuada.

El realizar un manual de operación y mantenimiento de la máquina ayuda a obtener el mayor rendimiento de la misma. Debido a que se tienen en cuenta parámetros técnicos de pulido de maíz como: la capacidad de pulido, la velocidad de pulido, el tiempo de pulido, entre otros.

Como se mencionó anteriormente la cantidad de producción de maíz blanco pulido es un factor importante, por eso al utilizar la maquinaria con las especificaciones dadas en un manual de operación se aprovecha en mayor porcentaje el rendimiento de la máquina.

Realizar un mantenimiento preventivo de todos los sistemas que conforman el proceso de pulido, según una guía de mantenimiento establecida para la máquina previene paros de producción por alguna avería o fallo.

### **6.4 OBJETIVOS**

#### **6.4.1 OBJETIVO GENERAL**

Elaborar un manual de operación y un plan anual de mantenimiento preventivo de la máquina pulidora de maíz para la empresa INKLERSA S.A. del mercado mayorista de AMBATO.

#### **6.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Conocer el modo de uso de la máquina piladora de maíz.

Identificar los sistemas y las actividades de mantenimiento que se deben aplicar en cada uno de ellos.

Recopilar información de las rutinas de mantenimiento preventivo y los tiempos a llevarse a cabo.

Evitar paros de producción por fallos y averías durante el proceso de producción de maíz pilado.

Obtener el mayor rendimiento y prolongar la vida útil de los elementos que componen la máquina pulidora de maíz diseñada para la empresa INKLERSA S.A, mediante el uso de un manual de operación y mantenimiento.

## **6.5 ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD**

La elaboración de la propuesta fue factible de realizarse debido a que se contó con la información, materiales e instrumentos necesarios para su realización.

Todos los resúmenes considerados para el desarrollo de la propuesta se encontraron en la biblioteca de la Universidad Técnica de Ambato e Internet por lo que fueron de fácil adquisición, haciendo que este proyecto sea factible de llevar a cabo; Sumándose a esto, la elaboración de este manual fue hasta cierto punto fácil de realizar, debido a que se conoce exactamente el funcionamiento, sistemas y elementos de la máquina.

## **6.6 FUNDAMENTACIÓN**

### **6.6.1 MISIÓN DEL MANTENIMIENTO**

El mantenimiento industrial como parte integral de la producción, tiene como propósito garantizar el óptimo funcionamiento de los equipos, y demás infraestructura empresarial, mediante programas de prevención y predicción de fallas, reparación de daños y mejoramiento continuo de sus condiciones operativas con la política de cero defectos. (García, 2012)

## **6.6.2 TIPOS DE MANTENIMIENTO**

### **6.6.2.1. MANTENIMIENTO CORRECTIVO (CM)**

“Son todas las actividades para corregir las causas de las fallas, exige atención inmediata, no está debidamente programada, y en ocasiones se tramita y controla por medio de reportes. La actividad principal que desarrolla el mantenimiento correctivo es la reparación no planificada que resulta debido a la falla imprevista.” (García, 2012)

### **6.6.2.2. MANTENIMIENTO PREVENTIVO (PM)**

“Es el conjunto de actividades programadas a equipos en funcionamiento que permiten en la forma más económica, continuar su operación eficiente y segura, con tendencia a prevenir fallas o paros imprevistos. Un sistema de mantenimiento preventivo cubre todos los mantenimientos programados a la planta, los cuales son llevados a cabo con el objeto de prevenir la ocurrencia de las fallas, o para detectar fallas prematuras antes de que desarrollen una parada inesperada de la maquinaria desencadenando problemas en la producción.” (García, 2012)

Las tareas que suele incluir el mantenimiento preventivo son las siguientes:  
Limpiezas técnicas de equipos, sustitución de elementos sometidos a desgaste, como rodetes, rodamientos, cojinetes, elementos de estanqueidad, álabes, camisas, culatas, etc. Comprobación del estado interior de determinados elementos, cuya verificación no puede realizarse con el equipo en servicio y para el que se requiere un desmontaje complejo. Comprobación del buen funcionamiento de la instrumentación, y calibración de esta.

### **6.6.2.3. MANTENIMIENTO PREDICTIVO (CBM)**

Según (García, 2012) “El sistema de mantenimiento predictivo se define como el conjunto de actividades, programadas para detectar las fallas de los activos físicos,

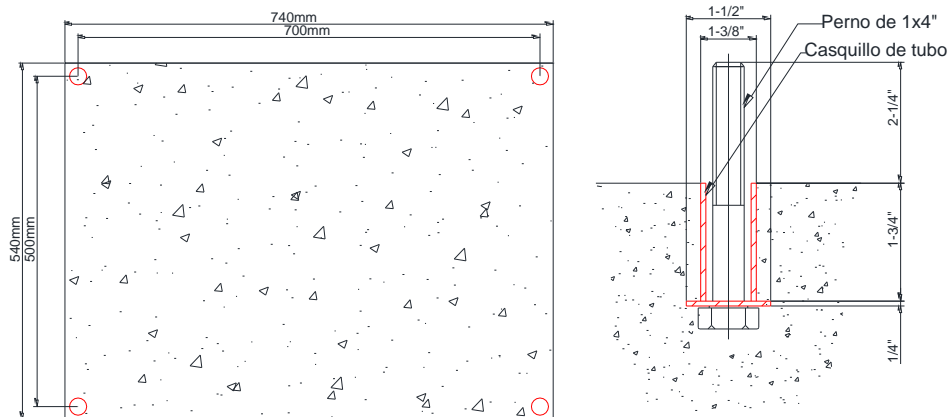
por revelación antes de que sucedan, con los equipos en operación y sin perjuicio de la producción, usando aparatos de diagnóstico y ensayos no destructivos.”

## 6.7 METODOLOGÍA

### 6.7.1 GUÍA DE INSTALACIÓN.

Para la correcta instalación de la máquina se requiere seleccionar un lugar adecuado en la sala de máquinas en donde:

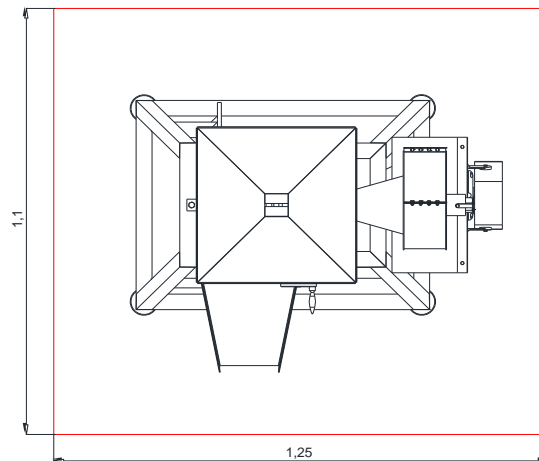
1. En el piso no debe existir irregularidades y debe ser de concreto o baldosa, para evitar vibraciones, y el área de trabajo sea fácil de realizar la limpieza.
2. Se deben colocar ejes roscados o pernos de anclaje según las dimensiones de los agujeros dejados en la estructura de la máquina, para fijar la máquina al suelo. De este modo se evita que la máquina camine o se mueva por el efecto de vibraciones.



**Ilustración 6. 1** Cimentación para el montaje de la máquina

**Fuente:** El autor

3. Debe dejarse un espacio adecuado de 1.1x1.25m alrededor de la máquina para que el operario pueda moverse o trasladarse alrededor de esta sin entorpecimientos. De esta manera se evita cualquier tipo de accidente laboral y se tiene fácil acceso a la limpieza y mantenimiento de la misma.
4. Debe haber acceso a corriente trifásica 220V.



**Ilustración 6. 2** Área requerida para la ubicación de la máquina

**Fuente:** El autor

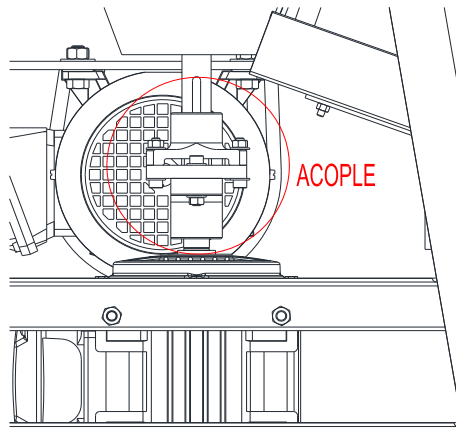
## **6.7.2 GUÍA DE OPERACIÓN.**

### **6.7.2.1. OBJETO**

En esta guía se detalla el manejo óptimo de la máquina pulidora de maíz, para evitar el daño prematuro de los componentes. Además se establece los lineamientos mínimos de seguridad a tener en cuenta durante la operación para evitar paros de producción por fallos y averías durante el proceso de producción de maíz pulido.

### **6.7.2.2. PROCEDIMIENTO**

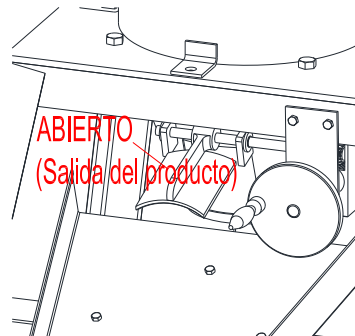
1. El operario antes de iniciar con el proceso de pulido deberá inspeccionar visualmente que todos los elementos móviles de la máquina no estén obstruidos por ninguna clase de objeto y deben girar con facilidad.
2. Se debe verificar que el acople debe estar a una altura considerable con respecto a la bandeja de recolección del producto, se debe verificar manualmente sin encender la máquina que este acople gire sin ninguna dificultad y sin producir ruidos extraños.



**Ilustración 6. 3** Inspección visual del acople

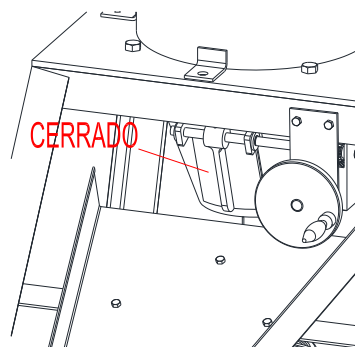
**Fuente:** El autor

3. Se debe inspeccionar que todos los pernos y tuercas se encuentren ajustados para evitar que se aflojen por la vibración de la máquina, Luego se debe revisar que el cono por donde sale el producto se encuentre cerrado para evitar que salgan maíces sin ser pulidos.



**Ilustración 6. 4** Compuerta de salida del producto (abierta)

**Fuente:** El autor

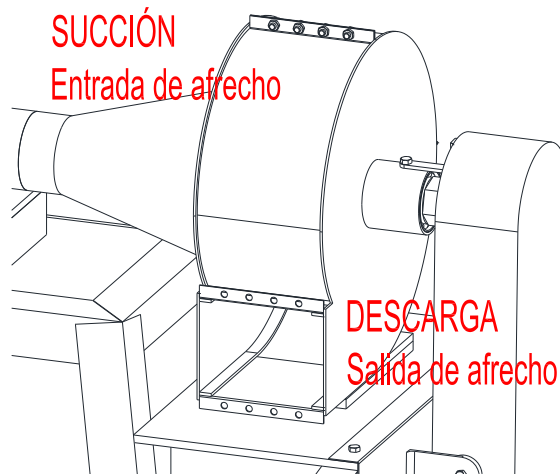


**Ilustración 6. 5** Compuerta de salida del producto (Cerrada)

**Fuente:** El autor

4. Antes de proceder al encendido de la máquina se debe observar que el sistema eléctrico se encuentre bien conectado a la fuente y libre de todo tipo de contacto con agua u objetos mojados.
5. Posteriormente encender la máquina sin carga, es decir sin maíz dentro de la cámara de pulido para evitar sobre esforzar al motor y que este no se recaliente y como producto de esto la quema del mismo. Verificar que el sentido de giro del eje del sistema de pulido sea horario es decir en sentido de giro de las manecillas del reloj.
6. Verificar que el maíz a pilarse se encuentre con el grado de humedad recomendado para realizar el proceso de pulido, porque de no ser así la calidad del proceso de pilado estaría por debajo del 60%. Además se crearía una masa dentro de la cámara de pulido y esta impediría la extracción del afrecho y en el peor de los casos el sobre esfuerzo del motor.
7. Verificar el correcto funcionamiento de la turbina de extracción de afrecho colocando una mano sobre los agujeros de ingreso de aire, De no ser así verificar que el cuello conector turbina – cilindro este bien sujeto y no haya fugas de aire, este hecho ocasionaría pérdida de presión en la entrada a la turbina y esto sería la causa de la falta de presión en la succión.
8. Verificar que las poleas y banda del sistema de extracción, giren con normalidad, para comprobar este hecho se debe hacer girar manualmente una de las poleas sin encender el motor. Luego escuchar que no exista algún ruido provocado por la fricción entre la banda y el protector de banda.
9. Verificar que exista colocado un costal o algún recipiente en el lado de la descarga de la turbina para la recolección del afrecho. El uso de un costal de tela, sería lo más adecuado, evitándose así que el polvo obtenido del proceso de pulido salga de este con facilidad. Así se evitará que el ambiente se contamine con partículas de afrecho, y no se causará molestias en la salud del operador, Recuerde que el afrecho recolectado podrá ser procesado posteriormente en comida para ganado, o abono para plantas.



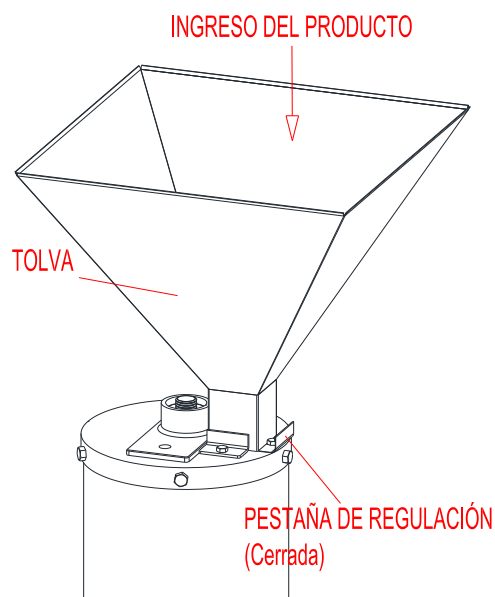


**Ilustración 6. 6** Turbina para extracción del afrecho

**Fuente:** El autor

10. Verificar que exista un recipiente de acero inoxidable u otro material que no contamine el producto en la bandeja por donde sale el maíz pilado para evitar que este caiga al suelo.

11. Proceder con el encendido de la máquina y estando ya en funcionamiento, colocar el producto en la tolva pero verificando que la pestaña que permite el paso del maíz esté cerrada para evitar que el maíz caiga en la cámara de pulido.



**Ilustración 6. 7** Tolva para colocación del producto

**Fuente:** El autor

12. Ir abriendo de a poco la pestaña de paso para que el producto caiga en la cámara de pulido. Observar por la parte superior que la cámara de pulido se encuentre llena y esperar 15 minutos antes de abrir la compuerta para la salida del maíz. Los primeros maíces que salen son los que se depositan en el cono y estos salen sin pulir, por esta razón hay que volverlos a reprocesar. Se debe pilar el grano de dos a tres veces para obtener una mejor calidad de pulido

### **6.7.3 GUÍA DE MANTENIMIENTO**

#### **6.7.3.1. OBJETO**

En esta guía se describe el procedimiento para realizar un mantenimiento adecuado a la máquina pulidora de maíz. Además se establece los lineamientos mínimos de seguridad a tener en cuenta durante el mantenimiento para evitar el daño de componentes durante el despiece para reemplazo de elementos, o la pérdida de tiempo en realizarse.

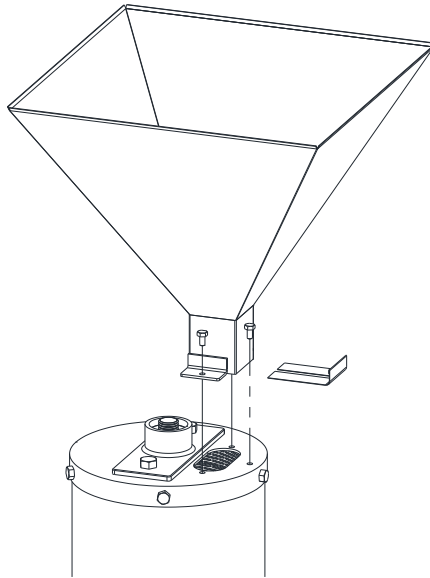
#### **6.7.3.2. PROCEDIMIENTO**

Para comenzar con el proceso de mantenimiento se debe tener en cuenta los parámetros establecidos en las matrices expuestas en el anexo C.

Se recomienda utilizar una bandeja para colocar los elementos que se extraen para realizar el mantenimiento de la máquina, con el objeto de evitar la pérdida de estos y utilizar los equipos recomendados en el anexo.

Se recomienda utilizar señalizaciones al momento de desarmar los elementos, para que cuando se proceda a ensamblar se pueda evitar que las piezas queden mal ensamblados o a su vez no se puedan armar, ocasionando pérdidas de tiempo durante el mantenimiento.

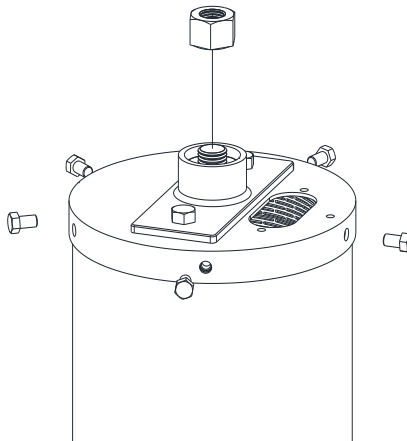
1. Desajustar los pernos de la tolva y pestaña con la ayuda de una llave mixta, y posteriormente retirarla



**Ilustración 6. 8** Extracción de la tolva

**Fuente:** El autor

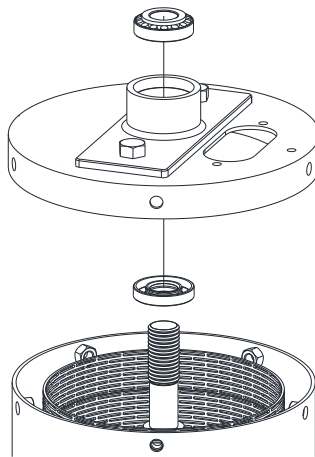
2. Retirar la tuerca M22 que sirve para el ajuste del rodamiento con la ayuda de una racha, extensión y un dado, sujetando el acople del eje desde la parte inferior con una llave o palanca para que no gire el eje, luego retirar los pernos de la tapa con una llave mixta de 3/8in



**Ilustración 6. 9** Extracción de pernos de la tapa

**Fuente:** El autor

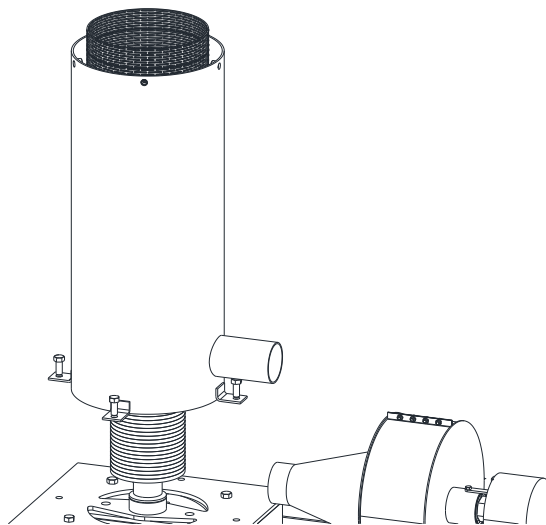
3. Retirar la tapa, rodamiento y retenedor, levantando la tapa hacia arriba, de ser necesario dar unos golpes suaves alrededor del borde de la tapa. Tener mucho cuidado al instante de retirar el retenedor, debido a que este se puede dañar al instante cuando se lo retire bruscamente.



**Ilustración 6. 10** Extracción de la tapa

**Fuente:** El autor

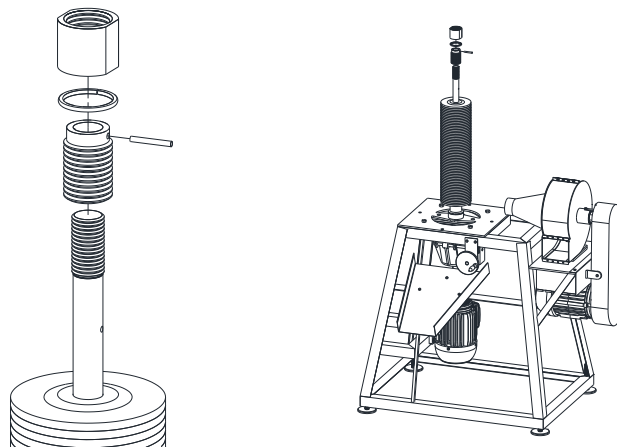
4. Retirar los pernos del cilindro aflojando las tuercas por la parte inferior, y luego retirar el cilindro y tamiz levantándolos hacia arriba. Se recomienda utilizar dos llaves mixtas (9/16in ó 14mm) para evitar que los pernos giren al retirarlos.



**Ilustración 6. 11** Extracción de cilindro y tamiz

**Fuente:** El autor

5. Aflojar con una llave mixta la tuerca M32 que sirve para ajuste de discos, sujetando el acople del eje desde la parte inferior con una llave o palanca, luego retirar el pasador con pequeños golpes y sujetando el eje para evitar torcerlo, después retirar la rosca para apriete de discos. A continuación se procede a reemplazar los discos de pulido y elementos utilizados que se consideren pertinentes por unos nuevos

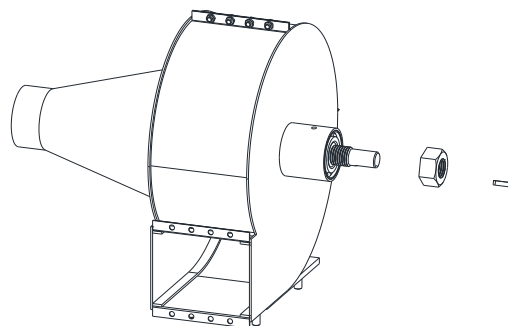


**Ilustración 6. 12** Extracción del seguro para apriete de los discos

**Fuente:** El autor

6. Una vez realizada la limpieza por el interior de la máquina y reemplazado los elementos utilizados por unos nuevos, se procede a engrasar las partes móviles y los elementos nuevos, para finalmente colocar los elementos en el mismo orden en que se los retiró.

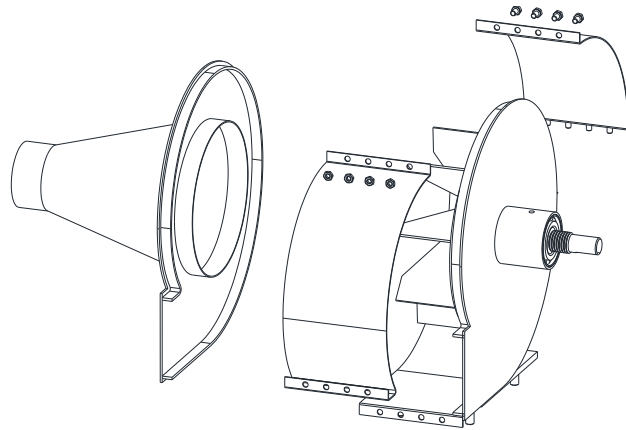
7. A continuación se procede a realizar el mantenimiento del sistema de limpieza, que básicamente es la turbina de extracción de afrecho, para ello se retiran los pernos del protector de bandas. Luego se desajustan las tuercas y pernos del motor para aflojar la banda que conecta las poleas. Después se desajustan los tornillos de fijación que conectan las poleas con el eje. Posterior a todo esto se procede a retirar el chavetero y la Tuerca M20, sujetando las aspas de la turbina para evitar que gire el eje.



**Ilustración 6. 13** Extracción del seguro polea eje

**Fuente:** El autor

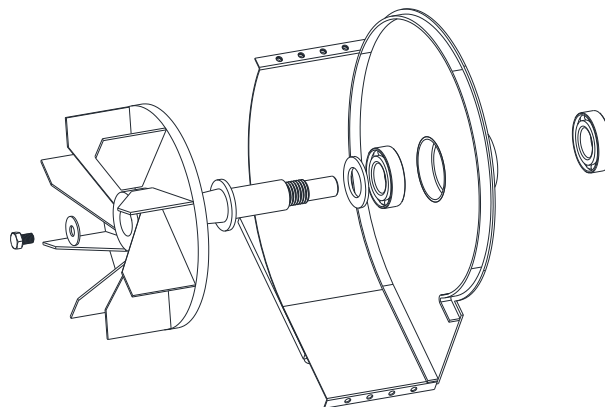
8. Luego se retiran los pernos de la carcasa de la turbina, y se retira la carcasa y la tapa del lado de succión.



**Ilustración 6. 14** Extracción de tapas laterales de la turbina

**Fuente:** El autor

9. Después se desajusta el perno que permite el ajuste entre el rotor y el eje. Luego se retiran los elementos restantes, si se requiere dar golpes suaves en el contorno de los rodamientos para poderlos retirar.



**Ilustración 6. 15** Extracción de los elementos internos de la turbina

**Fuente:** El autor

10. Realizar una limpieza íntegra de todos los componentes de la turbina de succión tipo caracol, con una brocha o wiper humedecido en gasolina. Luego engrasar los rodamientos nuevos que irán en sustitución de los utilizados. Verificar que los álabes de la turbina se encuentren en óptimas condiciones. Finalmente,

ensamblar los componentes de la turbina en el orden en el que se desarmaron, con los ajustes necesarios de los pernos.



### **ATENCIÓN**

- Es imprescindible leer atentamente este manual antes de proceder a la instalación, operación o mantenimiento de la máquina piladora de maíz para asegurar una operación segura y continua de la misma. En caso de dudas por favor consulte al autor de este trabajo.
- Mantenga este manual siempre próximo a la máquina para que pueda ser consultado siempre que sea necesario.
- Los procedimientos de instalación, operación y mantenimiento deberán ser hechos por personas capacitadas.



### **PELIGRO**

Durante la operación de la máquina piladora de maíz, en la parte superior (tapa superior) e inferior (cono de la pulidora) se encuentran partes giratorias expuestas, y una manipulación errónea o no considerar las normas de operación, pueden causar graves accidentes personales y materiales.

## **6.7.4 SOLUCIÓN A PROBLEMAS COMUNES**

Problema: Ningún trabajo o resultado.

Posibles causas:

- a) El rodillo gira en sentido incorrecto.
- b) La pestaña de alimentación está cerrada.
- c) El rodillo está desgastado.

d) No enciende la máquina.

Solución:

- a) Cambiar el sentido de giro del motor.
- b) Abrir la pestaña de alimentación, limpiar la entrada y salida del grano.
- c) Reemplazo de discos que componen el rodillo.
- d) Verificar que la máquina se encuentre bien conectada. Verificar todo el sistema eléctrico.

Problema: Falta de presión para extracción del afrecho.

Posibles causas:

- a) Fuga de presión por el acople (sistema de limpieza y sistema de pulido).
- b) Banda rota en el sistema de limpieza.
- c) Tamiz obstruido.
- d) Falta de torque en el eje de la turbina.

Solución:

- a) Revisar que el acople de caucho no obstruya el paso del afrecho, luego ajustar las abrazaderas del acople.
- b) Reemplazar la banda A39 por una nueva.
- c) Limpiar el tamiz.
- d) Ajustar los tornillos de fijación de las poleas. Mover el motor 25mm aproximadamente, hacia la derecha para templar la banda.

Problema: ruido y vibración.

Posibles causas:

- a) Objetos extraños dentro de la cámara de pulido como piedras, clavos etc.
- b) La tuerca para apriete de discos está flojo.
- c) Desbalanceo del rotor de la turbina.
- d) Desgaste de rodamientos.
- e) Golpeteo de la banda con el protector de banda.



Solución:

- a) Quitar la tapa superior, cilindro y tamiz, y luego retirar objetos extraños.
- b) Verificar que esté el pasador en la rosca y ajustar la tuerca.
- c) Desarmar la turbina y balancear el rotor.
- d) Aflojar la tuerca para ajuste de rodamientos.
- e) Ajustar la banda.

## 6.8 ADMINISTRACIÓN

A continuación se detallan los valores económicos que se presentaron al realizar la investigación.

Costo del proyecto	2108,59	2108,59
Material de escritorio	100	100
Transporte	250	250
Impresiones	150	150
<b>SUB-TOTAL</b>		2608,59
<b>IMPREVISTOS 10%</b>		260,859
<b>TOTAL GASTOS</b>		2869,449

## 6.9 PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN

Se realizaron pruebas durante lapsos de tiempo establecidos por el autor, para comprobar que tipo de eventualidades se podrían presentar en la máquina. Se realizó una inspección total de la máquina, realizando un análisis por cada elemento que constituye la máquina pulidora de maíz de la costa. Se analizó los siguientes parámetros.

- ✓ Desgaste en los discos de pulido.
- ✓ Desajuste de pernos debido a vibración.
- ✓ Resistencia del acople.
- ✓ Desbalance de la turbina.

- ✓ Ruido de funcionamiento.
- ✓ Funcionamiento de rodamientos.
- ✓ Resistencia de chavetas.
- ✓ Resistencia de estructura que soporta la máquina y cada uno de sus elementos.

Después de analizar cada uno de estos parámetros se pudo confirmar el correcto funcionamiento de la máquina pulidora, y de cada uno de sus elementos. Además se comprobó que todos los elementos resisten correctamente de acuerdo las consideraciones de diseño y ninguna de las mismas sufrió ningún tipo de avería o desgaste.

### **6.9.1 CONTROL GENERAL DE LA MÁQUINA**

Para el control general de esta máquina se realizó el desmontaje de la máquina, para mediante inspección visual tener una apreciación más precisa, sobre los cambios que eventualmente pudo sufrir la pulidora después de las pruebas que se le realizaron. Pasos que se realizaron en el control general de la máquina:

- ✓ Desmontaje de tolva.
- ✓ Desmontaje de la turbina.
- ✓ Desmontaje de carcasa de la turbina.
- ✓ Desmontaje del cilindro principal.
- ✓ Desmontaje de eje principal.
- ✓ Desmontaje de bandas y poleas.
- ✓ Inspección visual de posibles desgastes o agrietamientos en cada uno de los elementos que conforman la máquina.

- ✓ Verificación de que no se hallan cizallado los pernos que unen los elementos de la máquina pulidora de maíz.
- ✓ Inspección de la cantidad de residuos presentes en el interior de la máquina.
- ✓ Verificación del funcionamiento de los rodamientos.
- ✓ Montaje de los diferentes elementos que conforman la máquina.
- ✓ Correcto centrado, balanceo y ajuste de los elementos de la máquina.
- ✓ Encendido y puesta en marcha de la máquina pulidora de maíz blanco.

Después de haber seguido los pasos antes mencionados se pudo apreciar claramente que la máquina está en perfectas condiciones y que no sufrió ningún tipo de desperfecto durante el periodo de pruebas.

## **6.10 BIBLIOGRAFÍA**

1. AFS. (Julio de 2012). Recuperado el 13 de Julio de 2014, de <http://www.afeitadoclasico.com/foro/afilado-mantenimiento-restauracion/revision-piedra-asentar-apex-goliath-broken-extra-extra-t13476.html>
2. ALINORM. (1995). Normas Alimentarias sobre Cereales Legumbres y Leguminosas., (págs. 67-71). Roma. Recuperado el 21 de Enero de 2015
3. Álvarez, J. (Noviembre de 2010). Máquinas y Equipos Agroindustriales. Recuperado el 7 de Agosto de 2013, de Buenas tareas.com: <http://www.buenastareas.com/ensayos/Maquinas-y-Equipos-Agroindustriales/1175991.html>
4. Askeland, D. (2005). Ciencia e ingeniería de los materiales (Cuarta ed.). México: Editorial Thomson.
5. Beer, F., JOHNSTON, R., & DEWOLF, J. (2010). Mecánica de materiales (Tercera ed.). México: The MacGraw-Hill Companies.

6. Budynas, R. (2008). Diseño de Ingeniería Mecánica de Shigley (Octava ed.). México: The McGraw-Hill Companies.
7. Cabrerizo, C. (Julio de 2008). El maíz en la alimentación humana. Recuperado el 7 de Agosto de 2013, de Monografías.com: <http://www.monografias.com/el-maiz-en-la-alimentacion-humana.html>
8. CCSSO. (Junio de 2010). Recuperado el 13 de Julio de 2014, de [http://www.ccsso.ca/oshanswers/chemicals/chem\\_profiles/aluminum\\_powder/health\\_alu.html](http://www.ccsso.ca/oshanswers/chemicals/chem_profiles/aluminum_powder/health_alu.html)
9. FAG. (2000). Rodamientos FAG. Barcelona: TAURUS.
10. FAO. (Julio de 2012). Lista de Normas y Textos Afines Adoptados Por la Comision del Codex Alimentarius. Recuperado el 21 de Enero de 2015, de [fao.org](http://www.fao.org/docrep/meeting/005/v7950s/V7950S06.htm): <http://www.fao.org/docrep/meeting/005/v7950s/V7950S06.htm>
11. FAO. (Octubre de 2012). Structure and Characteristics of Maize Grain. Recuperado el 10 de Agosto de 2013, de [fao.org](http://www.fao.org/docrep/t0395s/T0395S00.GIF): <http://www.fao.org/docrep/t0395s/T0395S00.GIF>
12. FAO. (2012). Structure and Characteristics of the World White Maize Economy. Recuperado el 10 de Agosto de 2013, de <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/006/w2698s/w2698s00.pdf>
13. García, O. (2012). Gestión moderna del mantenimiento industrial. Bogotá: Legis. Recuperado el 16 de Mayo de 2015
14. Guamanquise J. (2012). Máquinas de elevación y transporte. Ambato. Recuperado el 15 de Enero de 2015
15. Hibbeler, R. (2006). Ingeniería mecánica estática (Séptima ed.). México: Pearson education.
16. Mott, R. (2006). Diseño de elementos de máquinas (Cuarta ed.). México: Pearson education.

17. Naranjo Galo. (2010). Tutoría de la investigación (Cuarta ed.). Quito: Empredane.
18. NIC. (Agosto de 2013). Normas Internacionales de Contabilidad. Recuperado el 14 de Febrero de 2015, de <http://www.normasinternacionalesdecontabilidad.es/nic/nic.htm>
19. Norton, R. (2005). Diseño de maquinaria, Síntesis y análisis de maquinaria y mecanismos (Tercera ed.). México: The McGraw-Hill Companies.
20. Quijano, M. (Agosto de 2009). Guía Agroindustrial. Recuperado el 7 de Agosto de 2013, de [marn.gob.gt:](http://www.marn.gob.gt:) <http://www.marn.gob.gt/documentos/guias/agroindustrial.pdf>
21. Ransom, A y Palmer, B. (2006). Maize Productivity Gains Trough Research and Technology Dissemination. Etiopía. Recuperado el 5 de Agosto de 2013
22. REDALYC. (Enero de 2006). Microstructure of starch granule related to kernel hardness in corn. Recuperado el 10 de Agosto de 2013, de [redalyc.org:](http://www.redalyc.org) <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=61009823>
23. Repermetal. (Agosto de 2013). repermetalecuador. Recuperado el Agosto de 2014, de <http://www.repermetalecuador.com/#%21empresa/cpqi>
24. Rosillo, F. (2009). Estudio de la Cadena de Comercialización del Maíz blanco en la Provincia del Bolivar. Riobamba.
25. Shema. (Diciembre de 2008). Definición de productividad. Recuperado el 24 de Septiembre de 2013, de <http://definicion.de/productividad/#ixzz2furB9rE2>
26. Shigley. (2008). Diseño en ingeniería mecánica (8va Ed. ed.). México: McGraw-Hill. Recuperado el 24 de Octubre de 2014
27. TAIWANTRADE. (2010). Proyecto Preliminar Planta de Pilado de Arroz. Recuperado el 13 de Agosto de 2013, de [turnkey.taiwantrade.com:](http://turnkey.taiwantrade.com:)

<http://turnkey.taiwantrade.com.tw/showpage.asp?subid=156&fdname=FOOD+MANUFACTURING&pagename=Planta+de+molienda+de+arroz>

28. TOROTRAC. (Febrero de 2009). Catálogo Maquinaria Agroindustrial. Recuperado el 15 de Febrero de 2014, de [torotrak.com](http://www.torotrak.com): <http://www.torotrak.com/product/OE-Piladora%20de%20Maiz>

29. Turmero I. (Febrero de 2008). Sistemas de Gestión de Calidad. Recuperado el 24 de Septiembre de 2013, de <http://definicion.de/productividad/#ixzz2furB9rE2>

30. TYROLIT. (Marzo de 2010). Recuperado el Lunes de Agosto de 2014, de <http://todohierrosa.com.ar/sites/th/themes/files/TYROLIT.pdf>

31. Vásquez, A. (24 de Octubre de 2012). Ley Orgánica del Ministerio de Agricultura. Recuperado el 24 de Septiembre de 2013, de [http://www.ana.gob.pe/media/95396/dley\\_25902.pdf](http://www.ana.gob.pe/media/95396/dley_25902.pdf)

# ANEXOS

- A. FICHAS TÉCNICAS
- B. TABLAS, GRÁFICOS E INFORMACIÓN DE MATERIALES PARA EL DISEÑO
- C. MATRICES PARA MANTENIMIENTO DE LA MÁQUINA
- D. PLANOS

# ANEXO A





# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

## FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA



Cda. Universitaria (Huachi) / Telf: (03) 2841144 / Telefax: (03) 2841062 / Casilla 334  
Email: ficm@uta.edu.ec  
Ambato – Ecuador  
**ANEXO A1**

### ENCUESTA

La siguiente encuesta está dirigida a los trabajadores involucrados con el proceso de pulido de maíz con el objeto de recopilar toda la información necesaria para la investigación que se lleva a cabo con el fin de solucionar los problemas que se tiene al momento en este proceso, para lo cual se necesita que se conteste con honestidad y veracidad la misma.

**OBJETIVO.-** Recopilar información sobre el proceso de pulido de maíz.

1. ¿Conoce usted acerca del método o proceso para pulir maíz?  
Si ( ) No ( )
2. ¿Conoce usted otro lugar dentro de la ciudad donde se realice este proceso?  
Si ( ) No ( )
3. ¿Estaría dispuesto a utilizar una máquina que facilite el pulido de maíz?  
Si ( ) No ( )
4. ¿Cuántos quintales de maíz pulido produce semanalmente la empresa?  
( ) 1-2 quintales ( ) 2-4 quintales ( ) 4-6 quintales
5. ¿Cree usted que la producción de maíz pulido actual por la empresa cubre con la demanda del sector?  
Si ( ) No ( )
6. ¿Al implementar una máquina para pulir maíz, cree usted que aumentará la producción diaria de maíz?  
Si ( ) No ( )
7. ¿Cree usted que una máquina realizaría mejor el proceso de pulido de maíz?  
Si ( ) No ( )
8. ¿Cree usted que se debe evaluar la calidad del grano después del proceso de pulido?  
Si ( ) No ( )
9. ¿Qué aspecto considera usted más importante en el proceso de pulido de maíz, calidad o cantidad?  
( ) Calidad ( ) Cantidad
10. ¿Con respecto a la calidad en el proceso de pulido de maíz que lleva a cabo la empresa como lo considera usted?  
( ) Pésimo ( ) Regular ( ) Bueno ( ) Excelente



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

## FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA



Cda. Universitaria (Huachi) / Telf: (03) 2841144 / Telefax: (03) 2841062 / Casilla 334  
 Email: ficm@uta.edu.ec  
 Ambato – Ecuador  
**ANEXO A2**

FICHA TÉCNICA DE INSPECCIÓN					
CAPACIDAD DE PILADO DE MAIZ					
<b>Nombre Empresa:</b>	INKLERSA	<b>Inspector:</b>	Bladimir Coque		
<b>Dirección de la Empresa:</b>	Ambato, Santa Rosa	<b>Fecha de inspección:</b>		<b>Ficha N°</b>	01
<b>Teléfono:</b>	0999081239	<b>Horario de entrada:</b>		<b>Horario de salida</b>	
<b>Revisado por:</b>	Ing. Msc. Diego Núñez	<b>Institución que realiza:</b>	FICM	<b>Número de examen</b>	
<b>Inspección:</b>	Granos de maíz		<b>Detalle:</b> Pulido Manual		
<b>Tipo:</b>	Guagal(Costeño)		Diagrama Cantidad vs Tiempo		
<b>Tiempo de pulido [min]</b>	5	10	15		
<b>Cantidad de maíz pulido [lb]</b>					
<b>Tiempo de pulido [h]</b>	1	2	8		
<b>Cantidad de maíz pulido [qq]</b>					
<b>Firma</b>	..... <b>Dueño de Empresa</b>	..... <b>Inspector</b>	..... <b>Tutor</b>		



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

## FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA



Cda. Universitaria (Huachi) / Telf: (03) 2841144 / Telefax: (03) 2841062 / Casilla 334  
 Email: ficm@uta.edu.ec  
 Ambato – Ecuador  
**ANEXO A3**

FICHA TÉCNICA DE INSPECCIÓN					
CAPACIDAD DE PILADO DE MAÍZ					
<b>Nombre Empresa:</b>	INKLERSA	<b>Inspector:</b>	Bladimir Coque		
<b>Dirección de la Empresa:</b>	Ambato, Santa Rosa	<b>Fecha de inspección:</b>		<b>Ficha N°</b>	02
<b>Teléfono:</b>	0999081239	<b>Horario de entrada:</b>		<b>Horario de salida</b>	
<b>Revisado por:</b>	Ing. Msc. Diego Núñez	<b>Institución que realiza:</b>	FICM	<b>Número de examen</b>	
<b>Inspección:</b>	Granos de maíz		<b>Detalle:</b> Pulido Mecánico		
<b>Tipo:</b>	Guagal(Costeño)				
<b>Tiempo de pulido [min]</b>	5	10	15	<b>Diagrama Cantidad vs Tiempo</b> 	
<b>Cantidad de maíz pulido [lb]</b>					
<b>Tiempo de pulido [h]</b>	1	2	8		
<b>Cantidad de maíz pulido [qq]</b>					
<b>Firma</b>	.....	.....	.....		
	<b>Dueño de Empresa</b>	<b>Inspector</b>	<b>Tutor</b>		



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

## FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA



Cda. Universitaria (Huachi) / Telf: (03) 2841144 / Telefax: (03) 2841062 / Casilla 334  
 Email: ficm@uta.edu.ec  
 Ambato – Ecuador  
**ANEXO A4**

FICHA TÉCNICA DE INSPECCIÓN CALIDAD DE PULIDO					
<b>Nombre Empresa:</b>	INKLERSA	<b>Inspector:</b>	Bladimir Coque		
<b>Dirección de la Empresa:</b>	Ambato, Santa Rosa	<b>Fecha de inspección:</b>		<b>Ficha N°</b>	01
<b>Teléfono:</b>	0999081239	<b>Horario de entrada:</b>		<b>Horario de salida</b>	
<b>Revisado por:</b>	Ing. Msc. Diego Núñez	<b>Institución que realiza:</b>	FICM	<b>Número de examen</b>	
<b>Inspección:</b>	Granos de maíz				
<b>Tipo:</b>	Guagal(Costeño)				
<b>Velocidad de giro [rpm]</b>	750	1800	3600	4500	
<b>Método</b>	Manual				
<b>Peso Inicial [qq]</b>					
<b>Peso Final [qq]</b>					
<b>Cantidad de afrecho removido [lb/qq] Manual</b>					
<b>Método</b>	Máquina				
<b>Peso Inicial [qq]</b>					
<b>Peso Final [qq]</b>					
<b>Cantidad de afrecho removido [lb/qq] Manual</b>					
<b>Firma</b>	..... <b>Dueño de Empresa</b>	..... <b>Inspector</b>	..... <b>Tutor</b>		

# ANEXO B

# ANEXO B1

## Polvo de Aluminio - Efectos en la Salud

### Respuestas OSH

► [Disclaimer](#)

#### Respuestas OSH

► [Químicos & Materiales](#)

► [Perfiles químicos](#)

► [Polvo de Aluminio](#)

► [Polvo de Aluminio - Efectos en la Salud](#)

⚠ [Esta página web ha sido archivada en la Red.](#)

### Contenido archivado

Información designada como archivada en la Red con fines de consulta, investigación y mantenimiento de registros. La información no ha sido alterada ni actualizada desde la fecha en la que se archivó. Las páginas web archivadas en la Red no están sujetas a las normas que se aplican a los sitios web del Gobierno de Canadá. Conforme a la Política de Comunicación del Gobierno de Canadá, puede solicitarse esta información en otros formatos. Póngase en [contacto](#) con nosotros para ello.

#### ¿Cuáles son los principales peligros a la salud relacionados con el polvo de aluminio (no recubierto)?

No hay informes sobre los efectos que sigan a la inhalación de corto plazo del aluminio. En general, las altas concentraciones de polvo pueden provocar tos e irritación temporal leve. Ciertos tipos de polvo de aluminio pueden provocar efectos luego de una exposición de largo plazo (ver Efectos de Exposición de **¿Qué pasa cuando el polvo de aluminio (no recubierto) entra en contacto con la piel?**

El polvo de aluminio no es irritante para la piel, de acuerdo a información animal. No hay información de humanos disponible.

Generalmente se ha considerado que el aluminio tiene una muy mala absorción en piel. Los valores de toxicidad animal para las sales de aluminio indican que no se esperan efectos tóxicos luego de un breve contacto con la piel.

#### ¿Puede el polvo de aluminio (no recubierto) dañar los ojos?

En casos donde el aluminio ha entrado en los ojos no se han observado irritación o inflamación. Se ha observado irritación temporal en estudios con animales. El polvo probablemente no es irritante para los ojos, excepto como "materia extraña". Puede ocurrir lagrimeo, parpadeo y dolor leve temporal cuando se lava el material sólido del ojo a través de las lágrimas.

#### ¿Qué sucede si el polvo de aluminio (no recubierto) se ingiere accidentalmente (si entra en el sistema digestivo)?

La toxicidad oral de corto plazo es baja. El aluminio es un componente normal de la dieta humana, y la ingestión diaria normal es significativa. En adultos, la ingestión diaria de aluminio se ha estimado en 9 a 14 mg en una referencia, y en 1 a 100 mg (5mg promedio) en otro; y puede ser aun mayor (1000 mg o más) en individuos que toman antiácidos que contienen hidróxido de aluminio. No hay disponibilidad de valores de toxicidad animal, ya que la muerte ocurre por bloqueo intestinal y no por toxicidad sistémica. La ingestión no es una ruta típica en la exposición ocupacional.

más) en individuos que toman antiácidos que contienen hidróxido de aluminio. No hay disponibilidad de valores de toxicidad animal, ya que la muerte ocurre por bloqueo intestinal y no por toxicidad sistémica. La ingestión no es una ruta típica en la exposición ocupacional.

#### ¿Cuáles son los efectos a largo plazo para la salud debido a la exposición al polvo de aluminio (no recubierto)?

**EFFECTOS EN EL PULMÓN:** No se pueden sacar conclusiones con respecto a los posibles efectos a largo plazo del aluminio en los pulmones. Históricamente, se han observado varios casos de cicatrización en los tejidos pulmonares (fibrosis pulmonar) después de una exposición ocupacional prolongada o repetida a ciertos tipos de polvo de aluminio, ya sea la variedad de bolitas fundidas o el polvo de aluminio impreso (también conocido como piropolvo). La fibrosis pulmonar es una enfermedad pulmonar potencialmente seria que, en casos severos, puede llevar a la muerte. Las concentraciones de polvo en el aire requeridas para producir los efectos no fueron bien documentadas, y hubo exposición a otros químicos al mismo tiempo. Algunos investigadores han concluido que los efectos pulmonares pueden estar relacionados a un lubricante de aceite mineral históricamente utilizado para tratar los piropolvos en Alemania y el Reino Unido. La fibrosis pulmonar no se ha observado después de las exposiciones ocupacionales más recientes al polvo de aluminio más grueso, granulado, fabricado con aluminio fundido, hojuelas de pigmento de aluminio, o piropolvos tratados con estearina.

En los trabajadores en producción de aluminio se ha observado una función pulmonar reducida, consistente con una limitación crónica del flujo de aire, aunque la causa aun no se ha determinado y en la industria se dan exposiciones a muchas otras sustancias diferentes que se encuentran en el aire.

**Fuente: (CCSSO, 2010)**

## ANEXO B2



### Discos de desbaste

De centro deprimido para máquinas portátiles angulares.



**Velocidad periférica:**  
máxima 80 m/s

**r.p.m. máxima:**  
Ø 101 = 15.200 rpm  
Ø 114/116 = 13.400 rpm  
Ø 178 = 8.600 rpm  
Ø 230 = 6.500 rpm

#### LINEA SECUR® EXTRA

TIPO	MEDIDAS	CÓDIGO	CARACTERÍSTICAS	CANT. MIN.	APLICACIÓN
	101 x 4,8 x 15,8	27E-2-1	10A36R4B47	50	Para el amolado de aceros de media y alta aleación, inoxidables y fundición. Apropiado para calderería pesada y cordones de soldadura eléctrica donde se requiere buena remoción.
	101 x 6,0 x 15,8	27E-1-1	10A36R4B47	40	
	114 x 4,8 x 22,2	27E-4-4850	A30Q-BFX	50	Para el desbaste universal. Apropiado para aceros y fundición indistintamente, sin necesidad de cambiar de disco para uno u otro material. De alta remoción y al mismo tiempo de larga duración. Especialmente recomendado para aceros inoxidables "No contaminante del material trabajado", para prevenir efectos negativos sobre el material trabajado (corrosión por incrustaciones de partículas de óxido de hierro, reducción de las tensiones de fatiga en el material amolado, etc.). Bajo contenido de Fe, S y Cl ( $\leq 0,1\%$ ).
	114 x 7,0 x 22,2	27E-5-4850SL	A30Q-BFX	40	
	178 x 7,0 x 22,2	27E-7-4850	A30Q-BFX	25	
	230 x 7,0 x 22,2	27E-11-4850	A30Q-BFX	25	
	178 x 4,8 x 22,2	27E-6-2	10A30R4B47	35	Especialmente fabricado para el amolado de cordones de soldadura en caños de acero para gasoductos, oleoductos, etc. Debe ser utilizado en forma perpendicular sobre el cordón de soldadura (prohibido su uso lateral como disco de desbaste).
	230 x 4,8 x 22,2	27E-10-2M	10A30R4B47	35	

	178 x 7,0 x 22,2	27E-7-4M	ALU60	25	Para el amolado de metales no ferrosos (aluminio, aleaciones de aluminio, cobre, bronce, latón, etc.).
	230 x 7,0 x 22,2	27E-11-4M	ALU60	25	

	101 x 4,8 x 15,8	27E-2-205SL	1C36R4B47C	50	Para el amolado de la piedra natural y artificial: mármol, granito, refractarios, hormigón, tejas, fibrocemento, mampostería, todo otro tipo de material no metálico y fundición gris con incrustaciones de arena.
	114 x 4,8 x 22,2	27E-4-205SL	1C36R4B47C	50	
	178 x 7,0 x 22,2	27E-7-47	1C30R4B47C	25	
	230 x 7,0 x 22,2	27E-11-47	1C30R4B47C	25	

#### LINEA RAPID®

	178 x 7,0 x 22,2	27R-7-3	10AR	25	Para el amolado de aceros de baja y media aleación, especialmente para trabajar sobre cantos de perfiles o aristas. Apropiado para calderería liviana y carpintería metálica en general.
	230 x 7,0 x 22,2	27R-11-3	10AR	25	

#### LINEA XPERT® TOOLS

	114 x 4,8 x 22,2	27X-4-6050	A30-BF	15	Discos de desbaste con muy buena relación precio / rendimiento. Para trabajos en superficies y cantos de acero de baja y media aleación.
	114 x 6,4 x 22,2	27X-5-6050	A30-BF	12	
	178 x 6,4 x 22,2	27X-12-6051	A30-BF	10	
	230 x 6,4 x 22,2	27X-13-6051	A30-BF	10	

Fuente: (TYROLIT, 2010)

## ANEXO B3

**REPERMETAL LAMINAS PERFORADAS**

### PERFORACIONES LARGAS REDONDEADAS

**MATERIALES**  
Hierro, Acero Inoxidable, Aluminio y Galvanizado.

**PERFORACIONES LARGOREDONDADAS**  
Las láminas perforadas pueden tener perforaciones largas redondeadas como estas:

**VER MAS FOTOS**

**APLICACIONES**  
Las láminas perforadas son un material adaptable a todo tipo de estructura, y es favorable para el uso en gran cantidad de aplicaciones como las siguientes:

Cribas interiores	Balcones
Curvaturas arquitectónicas	Molinos de martillo
Cerramientos	Filtros de granuladoras
Divisiones modulares	Ventilación
Puertas	Recipientes filtrantes
Barandas	Contenedores
Mobiliario urbano	Mobiliario de oficinas
Piezas de arquitectura	Fachada de edificios
Escalones y graderíos	Decoración de Interiores

**SENTIDO DE LAS PERFORACIONES**

Paralelas L      Alternas Z

### CUADRO DE ESPECIFICACIONES

LR	UI	%	MATERIAL	ESPESOR
2x20			•	1
3x20	6x26	37,2	•	•
4x20	8x25	38,2	•	•
5x20	10x25	37,8	•	•
6x20	11x25	40,8	•	•

R = Ancho de perforación  
L = Largo de perforación

**Paralelas**

**Alternas**

Fuente: (Repermetal, 2013)



## ANEXO B4

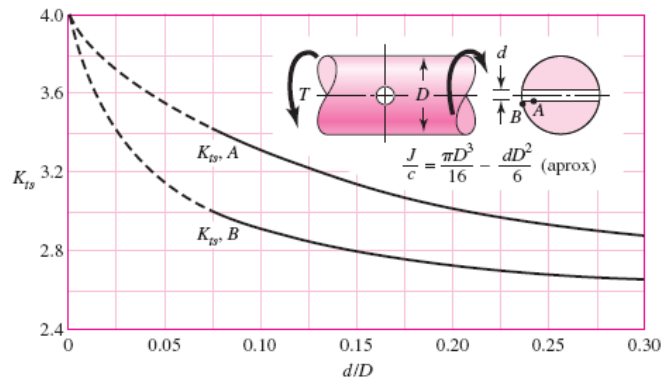
Acabado superficial	Factor $a$		Exponente $b$
	$S_{utr}$ kpsi	$S_{utr}$ MPa	
Esmerilado	1.34	1.58	-0.085
Maquinado o laminado en frío	2.70	4.51	-0.265
Laminado en caliente	14.4	57.7	-0.718
Como sale de la forja	39.9	272.	-0.995

De C. J. Noll y C. Lipson, "Allowable Working Stresses", en *Society for Experimental Stress Analysis*, vol. 3, núm. 2, 1946, p. 29. Reproducida por O. J. Horgler (ed.), *Metals Engineering Design ASME Handbook*, McGraw-Hill, Nueva York. Copyright © 1953 por The McGraw-Hill Companies, Inc. Reproducido con autorización.

$$k_c = \begin{cases} 1 & \text{flexión} \\ 0.85 & \text{axial} \\ 0.59 & \text{torsión}^{17} \end{cases}$$

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		

Confiabilidad, %	Variación de transformación $z_\alpha$	Factor de confiabilidad $k_\alpha$
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



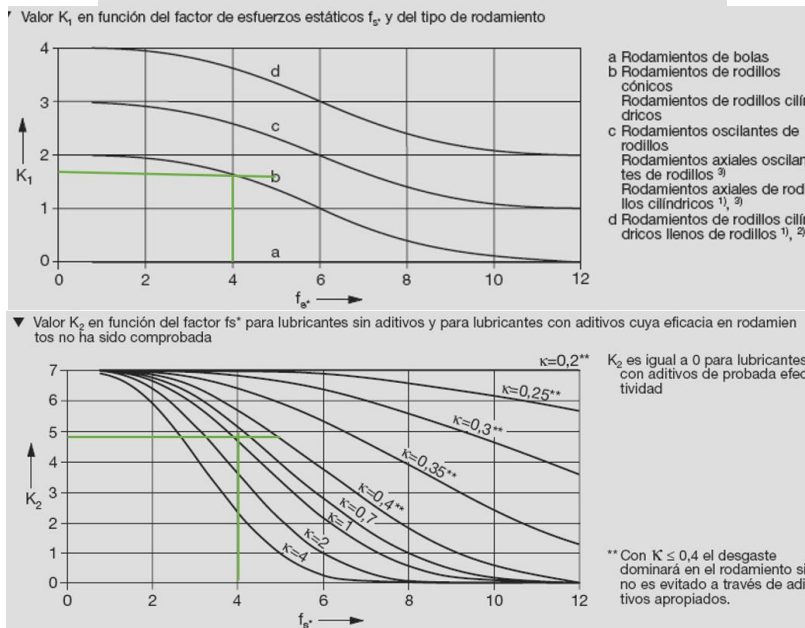
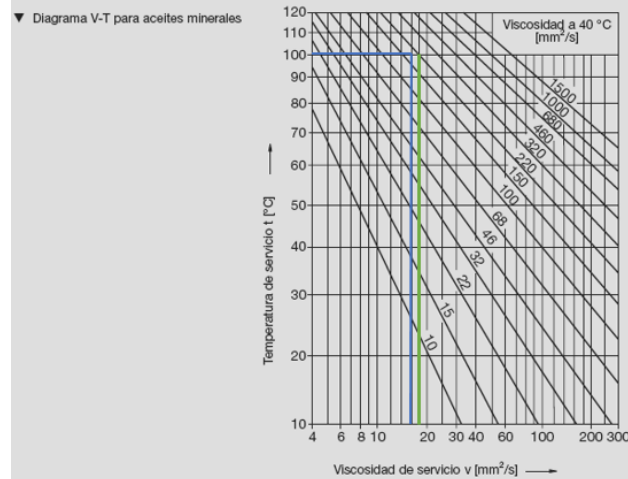
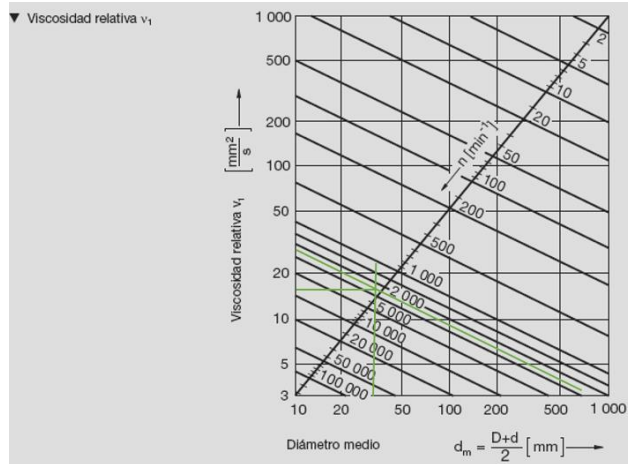
**Fuente:** (Shigley, 2008)

## ANEXO B5

Tipo de rodamiento	Aptitud		limitada		no adecuada / no aplicable	
	●	◐	◐	○	◐	○
Características:						
Carg radial	●	●	●	○	○	○
Carga axial en ambas direcciones	●	◐	◐	○	○	○
Compensación longitudinal en el rodamiento	○	○	○	○	○	○
Compensación longitudinal con ajuste deslizable	◐	◐	◐	○	○	○
Rodamientos despreciables	●	○	○	●	●	○
Compensación de desalineaciones	◐	○	○	○	○	○
Ejecución precisa	◐	○	○	○	○	○
Aptitud para elevadas velocidades	◐	◐	◐	◐	●	◐
Fundamento silencioso	◐	◐	◐	○	○	○
Agujero cónico	○	●	●	○	○	○
Cotización a uno o ambos lados	○	○	◐	○	○	○
Evada rigidez	●	◐	◐	◐	●	◐
Bajo costo	◐	◐	◐	◐	○	○
Rodamientos fijos	●	◐	◐	◐	●	◐
Rodamientos libres	◐	◐	◐	○	○	○
Rodamientos de rotillos cónicos						
Rodamientos oscilantes de rotillos, de una línea						
Rodamientos oscilantes de rotillos						
Rodamientos axiales de bolas						
Rodamientos axiales de bolas de contacto angular						
Rodamientos axiales de rotillos cilíndricos						
Rodamientos axiales oscilantes de rotillos						
Rodamientos con anillo de sujeción						

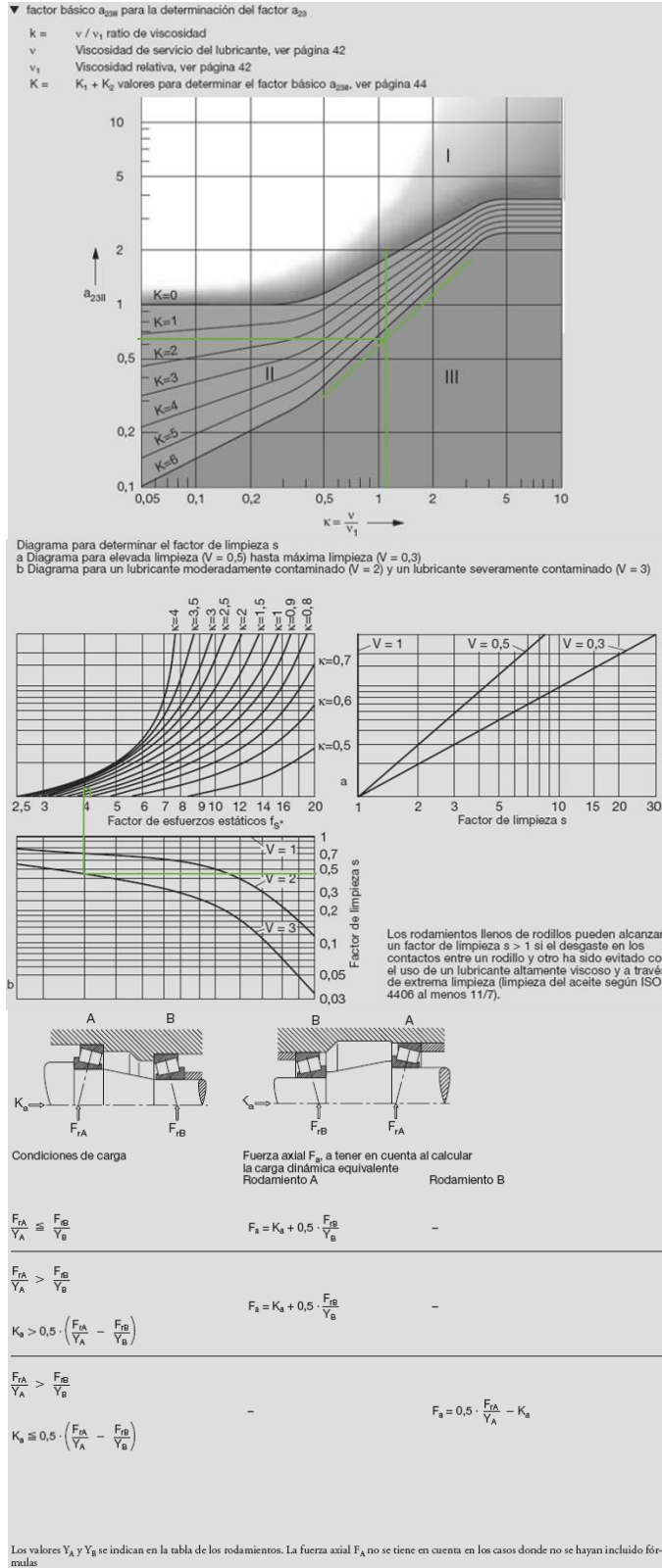
Fuente: (FAG, 2000)

## ANEXO B6



Fuente: (FAG, 2000)

## ANEXO B7

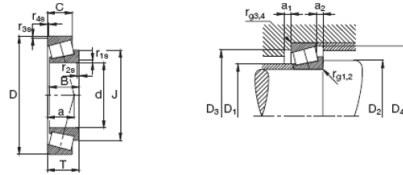


Fuente: (FAG, 2000)

## ANEXO B7 (Continuación)

### Machacadoras, molinos, cribas, etc.

Machacadoras de mandíbulas	3 ... 3,5	Potencia de accionamiento, radio de excéntrica; velocidad nominal
Trituradoras, machacadoras de rodillos	3 ... 3,5	Fuerza de triturado; velocidad nominal
Molinos de mandíbulas, de impacto y de martillos	4 ... 5	Peso del rotor · fz, velocidad nominal; fz = 2 a 2,5
Molinos de tubos	4 ... 5	Peso total · fz; velocidad nominal; fz = 1,5 a 2,5
Molinos vibratorios	2 ... 3	Fuerza centrífuga · fz; velocidad nominal; fz = 1,2 a 1,3
Molinos de pulverizado	4 ... 5	Esfuerzo de compresión · fz; número de revoluciones nominal fz = 1,5 a 3
Cribas vibratorias	2,5 ... 3	Fuerza centrífuga · fz; número de revoluciones nominal; fz = 1,2
Prensas para briquetas	3,5 ... 4	Esfuerzo de presión; número de revoluciones nominal
Rodillos para hornos giratorios	4 ... 5	Carga de los rodillos · fz; número de revoluciones nominal Factor para cargas excéntricas fz = 1,2 a 1,3; Si las cargas son muy elevadas debe comprobarse la capacidad de carga estática



Eje	Dimensiones										Peso ~ kg	Capacidad · Factor de carga					Velocidad límite mir <sup>-1</sup>	Denominación abreviada Rodamientos FAG
	d	D	B	C	T	r <sub>34</sub> , r <sub>34'</sub> mm	f <sub>14</sub> , f <sub>14'</sub> mm	a ~	J ~	C		e	Y	estát. C <sub>0</sub>	Y <sub>0</sub>			
17,462	17,462	39,878	14,605	10,688	13,843	1,3	1,3	9	29,6	0,086	21,2	0,29	2,1	21,2	1,15	20000	KLM11749,LM11710	
19,05	19,05	45,237	16,637	12,065	15,494	1,3	1,3	10	31,8	0,125	28	0,3	2	28,5	1,1	18000	KLM11949,LM11910	
21,43	21,43	50,005	18,288	13,97	17,526	1,3	1,3	11	34,5	0,163	38	0,28	2,16	39	1,19	17000	KM12649,LM12610	
21,986	21,986	45,237	16,637	12,065	15,494	1,3	1,3	10	34,1	0,121	28,5	0,31	1,98	32,5	1,08	17000	KLM12749,LM12710	
	21,986	45,374	16,637	12,065	15,494	1,3	1,3	10	34,1	0,133	28,5	0,31	1,98	32,5	1,08	17000	KLM12749,LM12711	

Fuente: (FAG, 2000)

## ANEXO B8

**Tabla II. Valores de  $v_{min}$  y  $\varepsilon_{max}$  admisibles. Polvos fluidizables**

Material	$\rho$ (kg/m <sup>3</sup> )	Malla	Tamaño partícula ( $\mu$ m)	$v_{min}$ (m/s)	$\varepsilon_{max}$ (kg/m <sup>3</sup> )	$\lambda_1$
Alúmina	930	150	104	7,5	96	1,25
Barita	1.340 ÷ 2.160	240	64	7,5	160	1,25 ÷ 1,5
Bauxita molida	1440	150	104	7,5	128	1,25
Bentonita	770 ÷ 1050	200	74	7,5	64	1 ÷ 1,25
Carbón en polvo	720	200	74	4,5	112	1
Cemento	1.050 ÷ 1.440	170	92	7,5	160	1 ÷ 1,25
Ceniza en polvo	720	100	140	4,5	160	1,25
Ceniza sódica	560	150	104	9	80	1
Ceniza sódica	1.050	85	170	12	48	1,25
Dióxido de uranio	3.500	200	74	18	160	1,5
Fluorita	1.760	200	74	9	160	1,25
Fosfato mineral	1.280	100	140	9	112	1,25
Harina	560	100	140	4,5	80	1
Magnesita	1.600	200	74	9	160	1,25
Perborato de sodio	865	85	170	9	48	1
Cloruro sódico (seco)	1.360	100	140	9	80	1,25
Sílice	800 ÷ 960	150	104	6	80	1
Sulfato de sodio	1.280 ÷ 1.440	150	104	12	80	1,25
Tierra de Batán	560 ÷ 880	150	104	6	80	1

**Fuente:** (Guamanquispe J., 2012)

## ANEXO B9



### AISI 304

Acero Inoxidable - Tolerancia H8-H9

**GENERALIDADES:** Acero inoxidable austenítico al cromo-níquel de mediana resistencia. No magnéticos y no endurecen por tratamiento térmico. Al aplicarse trabajo en frío pueden lograr un ligero magnetismo y endurecimiento. Calidad especial para soldar, excelentes características de formado debido a su alta ductilidad y resistencia al impacto.

Se puede disponer del material 304 L, indicando la L, menor contenido de carbono (( 0.030) lo que mejora las características de soldabilidad y resistencia a la corrosión principalmente

#### ANALISIS TIPICO %

	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr
AISI 304	≤0.08	≤1.00	≤2.00	≤0.045	≤0.03	8.00-10.50	18.00-20.00

#### EQUIVALENCIAS

<b>AISI</b>	304
<b>SAE</b>	30304
<b>DIN</b>	X5CrNi18 10
<b>W.-Nr.</b>	1-4301
<b>ASTM</b>	A240
<b>BS</b>	304 S 15

#### PROPIEDADES MECANICAS

Propiedad	
Esfuerzo de cedencia, N/mm <sup>2</sup>	276
Resistencia a la tensión, N/mm <sup>2</sup>	586
Elongación, A5	60%
Reducción de área, Z	65-70%
Dureza	150 HB

#### APLICACIONES

Se utiliza principalmente para el procesamiento de alimentos y químicos. Entre las sustancias a las cuales resiste tenemos:

QUIMICOS	ALIMENTOS
Acido Nítrico	Jugos de Fruta
Acido Sulfúrico	Leche
Acido Fosfórico	Cerveza
Acido Cítrico	Mayonesa
Acido Carbónico	Café
Acido Oleico	Agua Potable
Soda Cáustica	Vinagre
Carbonato de Sodio	Salsa de Tomate
Cloruro de Sodio	Azúcar
Alcohol Etilico y Metílico	Gelatina
Cloroformo	Cola
Agua Marina	
Gasolina	

**Nota:** Con respecto a los ácidos, se deben tomar en cuenta las concentraciones de los mismos, de acuerdo a las curvas de corrosión .

Entre los usos que se pueden dar al acero inoxidable 304 tenemos: enfriadores, tanques de almacenamiento, recipientes para químicos, intercambiadores de calor, implementos para el manejo de alimentos, tintas, ejes para bombas, etc.

#### TRATAMIENTO TERMICO

**Recocido:** Deben ser recocidos a aproximadamente 1050-1070 °C, sosteniéndolos a esta temperatura durante un periodo corto, aproximadamente 1/2 hora y después enfriándolos rápidamente, de preferencia en agua. El enfriamiento en aire debe hacerse solamente en casos especiales.

## ANEXO B10

### SAE 1018 Eje de transmisión - tolerancias h10-h11

**GENERALIDADES:** Acero de bajo contenido de carbono.

#### ANÁLISIS TÍPICO %

	C	Mn	P	S
SAE 1018	0.15-0.20	0.60-0.90	0.040	0.050

#### PROPIEDADES MECÁNICAS

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

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

#### APLICACIONES

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

#### MEDIDAS EN STOCK:

#### REDONDO

Diámetro (pulg)	Peso (kg/m)
1/4	0,2
5/16	0,4
3/8	0,6
1/2	1,0
5/8	1,6
3/4	2,2
7/8	3,0
1	4,0
1 1/8	5,0
1 1/4	6,2
1 3/8	7,5
1 1/2	8,9
1 3/4	12,2
2	15,9
2 1/4	20,1
2 1/2	24,9
2 3/4	30,1
3	35,8
3 1/4	42,0
3 1/2	48,7
4	63,6
4 1/2	80,5
5	99,4
5 1/2	120,3
6	143,2
7	194,9
8	254,6
9	322,2
10	397,0



## ANEXO B11

### Propiedades físicas de los elementos mecánicos en estudio

<p>Propiedades de masa de Rodillo compuesto por discos Configuración: Predeterminado Sistema de coordenadas: -- predeterminado --</p> <p>Masa = 8749.92 gramos</p> <p>Volumen = 3906215.95 milímetros cúbicos</p> <p>Área de superficie = 1399164.50 milímetros cuadrados</p> <p>Centro de masa: (milímetros) X = 0.00 Y = 197.30 Z = 0.00</p> <p>Ejes principales de inercia y momentos principales de inercia: (gramos * milímetros cuadra Medido desde el centro de masa. Ix = (0.00, 1.00, 0.00) Px = 14794087.10 Iy = (0.00, 0.00, 1.00) Py = 120422273.78 Iz = (1.00, 0.00, 0.00) Pz = 120422273.78</p> <p>Momentos de inercia: (gramos * milímetros cuadrados) Obtenidos en el centro de masa y alineados con el sistema de coordenadas de resultados. Lxx = 120422273.78 Lxy = 0.00 Lxz = 0.00 Lyx = 0.00 Lyy = 14794087.10 Lyz = 0.00 Lzx = 0.00 Lzy = 0.00 Lzz = 120422273.78</p> <p>Momentos de inercia: (gramos * milímetros cuadrados) Medido desde el sistema de coordenadas de salida. Ixx = 461048072.68 Ixy = -0.00 Ixz = 0.00 Iyx = -0.00 Iyy = 14794087.10 Iyz = -0.00 Izx = 0.00 Izy = -0.00 Izz = 461048072.68</p>
<p>Propiedades de masa de Eje de Turbina Configuración: Predeterminado Sistema de coordenadas: -- predeterminado --</p> <p>Densidad = 0.01 gramos por milímetro cúbico</p> <p>Masa = 728.80 gramos</p> <p>Volumen = 92253.12 milímetros cúbicos</p> <p>Área de superficie = 22737.28 milímetros cuadrados</p> <p>Centro de masa: (milímetros) X = 0.00 Y = -0.03 Z = 13.43</p> <p>Ejes principales de inercia y momentos principales de inercia: (gramos * milímetros cuadra Medido desde el centro de masa. Ix = (0.00, 0.00, 1.00) Px = 57388.20 Iy = (1.00, 0.00, 0.00) Py = 850623.95 Iz = (-0.00, 1.00, -0.00) Pz = 850750.93</p> <p>Momentos de inercia: (gramos * milímetros cuadrados) Obtenidos en el centro de masa y alineados con el sistema de coordenadas de resultados. Lxx = 850623.95 Lxy = 0.00 Lxz = 0.00 Lyx = 0.00 Lyy = 850748.73 Lyz = 1323.40 Lzx = 0.00 Lzy = 1323.40 Lzz = 57390.41</p> <p>Momentos de inercia: (gramos * milímetros cuadrados) Medido desde el sistema de coordenadas de salida. Ixx = 982102.49 Ixy = 0.00 Ixz = 0.00 Iyx = 0.00 Iyy = 982226.79 Iyz = 1073.95 Izx = 0.00 Izy = 1073.95 Izz = 57390.88</p>
<p>Propiedades de masa de Turbina de 8 álabes Configuración: Predeterminado Sistema de coordenadas: -- predeterminado --</p> <p>Masa = 2927.91 gramos</p> <p>Volumen = 372982.51 milímetros cúbicos</p> <p>Área de superficie = 131087.76 milímetros cuadrados</p> <p>Centro de masa: (milímetros) X = -1.06 Y = 0.00 Z = 0.00</p> <p>Ejes principales de inercia y momentos principales de inercia: (gramos * milímetros cuadra Medido desde el centro de masa. Ix = (0.00, 1.00, 0.00) Px = 6489135.90 Iy = (0.00, 0.00, 1.00) Py = 6489135.90 Iz = (1.00, 0.00, 0.00) Pz = 11915610.62</p> <p>Momentos de inercia: (gramos * milímetros cuadrados) Obtenidos en el centro de masa y alineados con el sistema de coordenadas de resultados. Lxx = 11915610.62 Lxy = 0.00 Lxz = 0.00 Lyx = 0.00 Lyy = 6489135.90 Lyz = 0.00 Lzx = 0.00 Lzy = 0.00 Lzz = 6489135.90</p> <p>Momentos de inercia: (gramos * milímetros cuadrados) Medido desde el sistema de coordenadas de salida. Ixx = 11915610.62 Ixy = 0.00 Ixz = 0.00 Iyx = 0.00 Iyy = 6492429.13 Iyz = 0.00 Izx = 0.00 Izy = 0.00 Izz = 6492429.13</p>

## ANEXO B12

**Tabla 17-11**

Dimensiones de conversión de longitud. (Sume la cantidad que se muestra a la circunferencia interior para obtener la longitud de paso en pulgadas)

Sección de la banda	A	B	C	D	E
Cantidad a sumar	1.3	1.8	2.9	3.3	4.5

Factor de corrección del ángulo de contacto  $K_1^*$  banda plana VV y en V

$\frac{D-d}{C}$	$\theta$ , grados	$K_1$	
		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

\*Un ajuste de curva de la columna VV en términos de  $\theta$  es  
 $K_1 = 0.143\ 543 + 0.007\ 46\ 8\ \theta - 0.000\ 015\ 052\ \theta^2$   
 en el intervalo de  $90^\circ \leq \theta \leq 180^\circ$ .

Factor de corrección de longitud de banda  $K_2^*$

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	
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

\*Multiplique la potencia nominal de la banda por este factor para conseguir la potencia corregida.

Factores de servicio sugeridos  $K_s$  para transmisiones de banda en V

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

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
	5.0 y mayor	1.17	2.03	2.64	2.96	2.89

Factores  $K_b$  y  $K_c$  para 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	1 098	1.217
8V	4 830	3.288

\*Datos cortesía de Gates Rubber Co., Denver, Colo.

Coefficiente de fricción  $f$

Material	Especificación	Tamaño, pulg	Diámetro mínimo de la polea, pulg	Tensión permisible por ancho unitario a 600 pies/min, lbf/pulg	Peso específico, lbf/pulg <sup>3</sup>	Coefficiente de fricción
Cuero	1 capa	$t = \frac{11}{64}$	3	30	0.035-0.045	0.4
		$t = \frac{13}{64}$	$3\frac{1}{2}$	33	0.035-0.045	0.4
	2 capas	$t = \frac{18}{64}$	$4\frac{1}{2}$	41	0.035-0.045	0.4
		$t = \frac{20}{64}$	6 <sup>o</sup>	50	0.035-0.045	0.4
		$t = \frac{23}{64}$	9 <sup>o</sup>	60	0.035-0.045	0.4
Poliamida <sup>b</sup>	F-0 <sup>c</sup>	$t = 0.03$	0.60	10	0.035	0.5
	F-1 <sup>c</sup>	$t = 0.05$	1.0	35	0.035	0.5
	F-2 <sup>c</sup>	$t = 0.07$	2.4	60	0.051	0.5
	A-2 <sup>c</sup>	$t = 0.11$	2.4	60	0.037	0.8
	A-3 <sup>c</sup>	$t = 0.13$	4.3	100	0.042	0.8
	A-4 <sup>c</sup>	$t = 0.20$	9.5	175	0.039	0.8
Uretano <sup>d</sup>	A-5 <sup>c</sup>	$t = 0.25$	13.5	125	0.039	0.8
	w = 0.50	$t = 0.062$	Vea la tabla	5.2*	0.038-0.045	0.7
	w = 0.75	$t = 0.078$	la tabla	9.8*	0.038-0.045	0.7

Fuente: (Shigley, 2008)

## ANEXO B13

# MOTORES NEMA TRIFÁSICOS ARMAZÓN DE ALUMINIO (MULTIMONTAJE) W22 NEMA PREMIUM



## CARACTERÍSTICAS

### Motores modelo MPA3J y MPM3J

- Motores con patas desmontables (Armazón MPM3J-143/5T – 213/5T).
- Motores con caja de conexión y patas fundidos (Armazón MPA3J-48).
- Totalmente cerrados con ventilación exterior (TEFC).
- Montaje Horizontal.
- Caja de conexiones Superior (F3) como estándar.
- Aislamiento Clase F.
- Diseño Eléctrico NEMA B.
- Tiempo para máxima transferencia de potencia 1500 [ms].
- Protección IP55.
- Servicio Continuo.
- Factor de servicio 1.15 armazón 48, 1.25 armazones 143T a 215T.
- Voltaje 208-230 / 460 V @ 60 HZ.

### CERTIFICACIONES



Fuente: (WEG, 2014)

## ANEXO B13 (Continuación)

### Gama de motores Carcasa de Aluminio

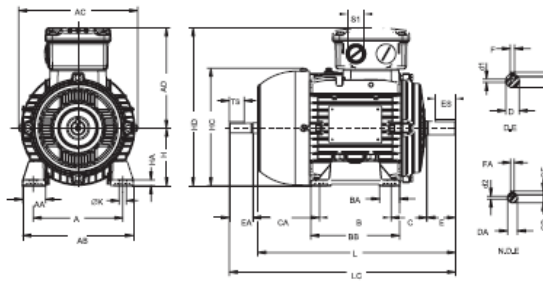
Potencia kW	Carcasa	In (A) 400V	I/In	Cp/Cn	Cm/Cn	Inercia (kgm <sup>2</sup> )	Nivel sonoro dB(A)	Peso (kg)	% de plena carga					
									Eficiencia			Factor de potencia		
									50	75	100	50	75	100

Carcasa de aluminio- Alta Eficiencia - IE2- 2 polos

0,12	63	0,38	4,8	300%	290%	0,00012	52	5,7	53	60	61	0,53	0,66	0,75
0,18	63	0,53	4,6	290%	280%	0,00014	52	6	56	62	63	0,54	0,68	0,78
0,25	63	0,71	4,7	320%	290%	0,00016	52	6,7	58	64	65	0,53	0,67	0,78
0,37	71	0,88	5,6	270%	280%	0,00033	56	9	68	71	71	0,66	0,79	0,86
0,55	71	1,25	5,3	270%	270%	0,0004	56	11	70	72	72	0,7	0,82	0,88
0,75	80	1,58	6,8	310%	310%	0,00065	59	12	76	79	79,5	0,73	0,82	0,86
1,1	80	2,32	6,3	320%	310%	0,00082	59	15	79,5	80,5	80,5	0,67	0,79	0,85
1,5	90S/L	3,14	5,9	260%	260%	0,00162	62	17,5	81,5	82	82	0,66	0,78	0,84
2,2	90S/L	4,58	6,6	300%	300%	0,00221	62	21	83	83,6	83,6	0,63	0,76	0,83
3	100L	5,92	7,7	290%	310%	0,00508	67	26	84	85	85	0,68	0,8	0,86
4	112M	7,72	6,5	230%	290%	0,00657	64	33	86	86	86	0,7	0,81	0,87
5,5	132S	10,60	6,8	220%	300%	0,01619	67	51	86,5	88	88	0,68	0,79	0,85
7,5	132S	14,10	6,8	220%	290%	0,01979	67	56	88	88,5	88,5	0,72	0,82	0,87
9,2	132M	17,30	7,6	250%	320%	0,02339	67	61	88,5	89	89	0,7	0,81	0,86

### Datos dimensionales. Carcasa de Aluminio

Tipo constructivo: Patas



CARCASA	A	AA	AB	AC	AD	E	BA	BA'	BB	C	CA	DIMENSIONES DEL JEJE														D1	D2	POMBIENTOS						
												D	E	F	G	GD	BA	EA	TS	FA	GB	GF	H	HA	HC			HD	K	L	LC	S1	D.E.	N.D.E.
												1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14			15	16	17	18	19	20	21
63	100	10	116	125	113	80	23		85	40	78	111	23	14	4	8,5	4	9	20	12	3	7,2	3	53	124	176	216	241		EM4	EM3	6204-ZZ		
71	112	28	134	141	121	90	24,5		108	48	88	141	30	18	5	11	5	11	23	14	4	8,5	4	71	130	182	248	276	2xM20x1,5	DM5	DM4	6203-ZZ	6203-ZZ	
80	125	32	156	160	136	100	28		124	50	93	146	40	28	5	16,5	6	14	30	18	5	11	80	8	167	210	276	313		DM5	DM4	6204-ZZ	6203-ZZ	
90S/L	140	35	170	178	150	125	24		146	56	104	164	50	36	20	18	6	18	40	28	5	13	90	0	177	240	330	376		DM8	DM6	6206-ZZ	6204-ZZ	
100L	160	40	196	200	160	130	30		164	60	110	176	60	46	8	24	7	22	50	36	6	18,5	6	100	198	260	376	431		DM10	DM8	6206-ZZ	6206-ZZ	
112M	190	46	220	223	180	140	30		170	70	128	188	60	50	20	24	8	24	60	46	8	20	112	12	235	282	393	448		DM10	DM8	6307-ZZ	6206-ZZ	
132S	216	44	248	270	207	140	40		190	80	150	206	60	60	33	8	28	60	46	8	24	7	132	12	274	330	400	557		DM12	DM10	6308-ZZ	6207-ZZ	

\*\* Para carcasa 100L, Skw 4 polos, línea de eficiencia Premium, la dimensión "L" es 420 mm, y la dimensión "LC" 475 mm (Según fecha de fabricación)  
 Todas las cotas en milímetros.  
 Bridas con mayor o menor tamaño, bajo pedido.  
 Los valores mostrados están sujetos a cambio sin aviso previo

**Fuente: (WEG, 2014)**

# ANEXO B13 (Continuación)



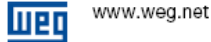
## ARMAZÓN DE ALUMINIO

Potencia			Armazón		Código SAP		Precio		Código SAP		Precio	
KW	HP	Polos	NEMA	Model	Código SAP	Precio	Model	Código SAP	Precio	Model	Código SAP	Precio
0,19	0,25	4	48	.2518A33E48T	12205064	\$ 3,723	.2518A33E48TC	12205065	\$ 3,987			\$ -
				.2512A33E48T	12205141	\$ 4,904	.2512A33E48TC	12205140	\$ 5,248			\$ -
0,37	0,5	4	48	.5036A33E48T	12205169	\$ 4,252	.5036A33E48TC	12205142	\$ 4,551			\$ -
				.5018A33E48T	12205138	\$ 3,964	.5018A33E48TC	12205139	\$ 4,243			\$ -
				.5012MP3E143T	12209091	\$ 6,034	.5012MP3E143TC		\$ 6,457	.5012MP3E143TD		\$ 6,638
				.5009MP3E143T	12209005	\$ 7,150	.5009MP3E143TC		\$ 7,651	.5009MP3E143TD		\$ 7,866
0,56	0,75	4	48	.7536A33E48T	12205066	\$ 4,295	.7536A33E48TC	12205067	\$ 4,637			\$ -
				.7518MP3E143T	12209312	\$ 6,869	.7518MP3E143TC		\$ 7,309	.7518MP3E143TD		\$ 7,510
				.7512MP3E143T	12209094	\$ 6,262	.7512MP3E143TC		\$ 6,702	.7512MP3E143TD		\$ 6,890
				.7509MP3E145T	12209897	\$ 8,263	.7509MP3E145TC		\$ 8,842	.7509MP3E145TD		\$ 9,089
0,75	1	4	48	.00136AP3E48T	12205147	\$ 4,850	.00136AP3E48TC	12205168	\$ 5,190			\$ -
				.00118MT3E143T	12163068	\$ 7,186	.00118MT3E143TC		\$ 7,689	.00118MT3E143TD		\$ 7,833
				.00112MT3E145T	12178665	\$ 8,976	.00112MT3E145TC		\$ 9,604	.00112MT3E145TD		\$ 9,784
				.00109MT3E182T	12178666	\$ 12,610	.00109MT3E182TC		\$ 13,493	.00109MT3E182TD		\$ 13,745
1,1	1,5	4	48	.00158MT3E143T	11767995	\$ 7,474	.00158MT3E143TC		\$ 7,894	.00158MT3E143TD		\$ 8,148
				.00158MT3E145T	12178668	\$ 7,673	.00158MT3E145TC		\$ 8,211	.00158MT3E145TD		\$ 8,364
				.00152MT3E182T	12212277	\$ 9,964	.00152MT3E182TC		\$ 10,555	.00152MT3E182TD		\$ 10,752
				.00159MT3E184T	12178669	\$ 12,894	.00159MT3E184TC		\$ 13,797	.00159MT3E184TD		\$ 14,055
1,5	2	4	48	.00236MT3E145T	12178659	\$ 8,462	.00236MT3E145TC		\$ 9,054	.00236MT3E145TD		\$ 9,223
				.00218MT3E145T	12178658	\$ 8,323	.00218MT3E145TC		\$ 8,906	.00218MT3E145TD		\$ 9,073
				.00212MT3E184T	12212271	\$ 10,782	.00212MT3E184TC		\$ 11,538	.00212MT3E184TD		\$ 11,753
				.00209MT3E213T	12178660	\$ 16,503	.00209MT3E213TC		\$ 17,658	.00209MT3E213TD		\$ 17,989
2,2	3	4	48	.00336MT3E182T	11789301	\$ 9,416	.00336MT3E182TC		\$ 10,074	.00336MT3E182TD		\$ 10,263
				.00318MT3E182T	12178660	\$ 9,730	.00318MT3E182TC		\$ 10,411	.00318MT3E182TD		\$ 10,606
				.00312MT3E213T	12212275	\$ 15,350	.00312MT3E213TC		\$ 16,425	.00312MT3E213TD		\$ 16,732
				.00309MT3E215T	12178661	\$ 16,525	.00309MT3E215TC		\$ 17,682	.00309MT3E215TD		\$ 18,013
3,7	5	4	48	.00536MT3E184T	12212135	\$ 12,259	.00536MT3E184TC		\$ 13,116	.00536MT3E184TD	12212273	\$ 13,362
				.00518MT3E184T	12178664	\$ 10,825	.00518MT3E184TC		\$ 11,594	.00518MT3E184TD		\$ 11,800
				.00512MT3E215T	12218542	\$ 16,703	.00512MT3E215TC		\$ 17,671	.00512MT3E215TD		\$ 18,005
				.00736MT3E213T	12212276	\$ 15,786	.00736MT3E213TC		\$ 16,891	.00736MT3E213TD		\$ 17,207
5,6	7,5	2	48	.00718MT3E213T	12178662	\$ 15,831	.00718MT3E213TC		\$ 16,940	.00718MT3E213TD		\$ 17,256
				.01036MT3E215T	12212134	\$ 20,892	.01036MT3E215TC		\$ 22,354	.01036MT3E215TD		\$ 22,772
				.01018MT3E215T	12178663	\$ 19,498	.01018MT3E215TC		\$ 20,862	.01018MT3E215TD	12476389	\$ 21,252

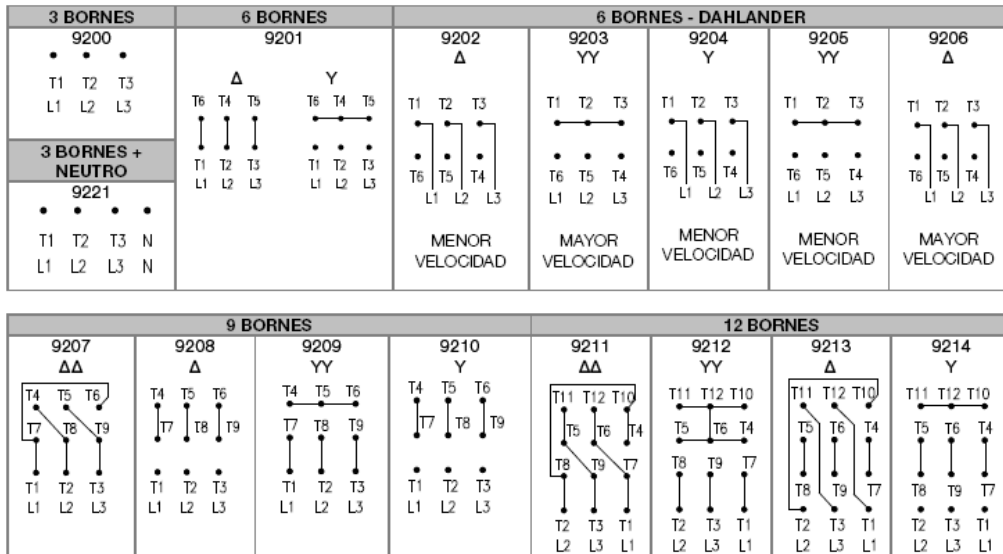
**NOTAS:**

- Para otras potencias y armazones o especialidades consultar a su representante de ventas.
- Algunos modelos no se tienen en stock, para tiempos de entrega favor de consultar a WEG México
- PRECIOS EXPRESADOS EN PESOS MEXICANOS SIN IVA

Lista de Precios LP MEW22 240214 – Rev. 00 –WEG Motores 7



### 4.6.2.2 Esquema de conexión NEMA MG1



Fuente: (WEG, 2014)

## ANEXO B14

COTIZACION FORMAL DE TAREYMAG, S.A. AÑO 2015



**TAREYMAG, S.A.**

R.U.C. 24385-150-212515 D.V. 00

Tel: 507-2951308, 507-2913543

Fax: 507-2952278, Cel.: 6677-0033

Panamá, Julio 27 de 2015

NOS ESPECIALIZAMOS EN

Fabricar y reparar, plantas para procesar maíz, plantas de alimentos para animales, plantas de pegamentos para pisos y anélexos, plantas para hacer jabón en polvo, plantas para hacer bollos de maíz nuevo, plantas de secado y almacenamiento para granos, sistemas neumáticos para recolección de polvos, secadoras de granos, de arena, de azúcar, deshidratadores, transportadores de rastra, de banda, de rodillos, de helicoides, silos para almacenar granos fondos cónicos y fondos planos, máquinas para procesar frutas y alimentos, sistemas de empaques automáticos, selladoras de vasos plásticos, trapiches de café, ralladoras de cocos, despulpadoras de café, frutas y muchos equipos más con sus respectivos repuestos.

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

[tareymag@cwpanama.net](mailto:tareymag@cwpanama.net)

[tareymag@hotmail.com](mailto:tareymag@hotmail.com)

COTIZACION No. STA27072015A

Item	Descripción	Modelo	Cant.	Valor	Total
<b>FABRICACION DE EQUIPOS Y REPUESTOS TAREYMAG</b>					
1	<b>PILADORA DE MAIZ SECO INDUSTRIAL</b> Marca: TAREYMAG Especificaciones: Fabricada en acero anticorrosivo fuerte con acabado de pintura completa con motor 15HP, 220V-440V trifásico. Sistema de pilado por medio de cuchillas de acero templado, la maquina viene con cilindro clasificador para obtener el maíz pilado, el chicheme y el afrecho. Incluye sistema de succión para polvos e impureza liviana que decanta en un ciclón recolector. Capacidad: 5 a 10qq/h	PMT-10	1	12,800.00	12,800.00
<b>Sub-Total</b>					12,800.00
<b>I.T.B.M.S.</b>					896.00
<b>Total Final FOB USD\$</b>					<b>13,696.00</b>

Cliente: SEÑOR BLADIMIR COQUE.  
Email: bladimir.coque@yahoo.com

Condiciones de Pago: 1. Pago inicial del 50% contra orden de fabricación a favor de TAREYMAG, S.A.  
2. Pago final del 50% contra entrega en Fabrica TAREYMAG

Tiempo de Entrega: 30-45 días hábiles en fabrica TAREYMAG

Validez: 15 días

Vendedor: Ing. Julio De La Rosa

Comprador: \_\_\_\_\_

1

• Cotización (5)

Gente ★

• Eng. Julio De La Rosa

Hoy a las 1:54 P.M. ★

Para 'Bladimir Coque'

Este mensaje contiene imágenes bloqueadas. [Mostrar imágenes](#)

[Cambiar esta configuración](#)

Estimado Señor Bladimir

La maquina es para compra local o un país en específico. No esta contemplado un lote de repuestos se lo puedo agregar a la cotización que sería un juego completo de cuchillas, un juego de mallas perforadas para el sistema de pilado y juego de correas.

La maquina no requiere de mucho mantenimiento solo limpieza después de pilado y engrase a todo el rodamiento cada tres días.

Si es recomendable que el maíz a pilar este limpio libre de cualquier partícula de acero, roca o madera para que no rompa las cuchillas y la malla perforada. Es aconsejable tener un limpiadora antes del proceso de pilado.

Quedo a la espera de su información si la piladora es para uso local o un país específico, la cotización que le envíe es Fob Panamá.

Saludos,

Eng. Julio De La Rosa

Gerente Comercial

logonuevo de

Tareymag1

**Fuente: (TAREYMAG, 2010)**

## ANEXO B14 (Continuación)

# PILADORA DE MAIZ TAREYMAG



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



**FLUJO CONTINUO**

**CON CILINDRO CLASIFICADOR INCORPORADO**

Modelo	Capacidad	Ancho	Largo	Altura	Motor
PMT - 5	2 a 5 QQ.	2'	4'	7'	10 H.P.
PMT - 10	5 a 10 QQ.	2'	5'	7'	20 H.P.
PMT - 25	15 a 25 QQ.	2'	6'	7'	40 H.P.

### CARACTERISICAS

- Fabricada totalmente en acero.
- Sistema de pilado por cuchillas de acero templado.
- Clasificación del producto por medio de un cilindro con mallas perforadas.
- Transmisión por correas, cadenas, poleas, piñón y motor.
- De fácil instalación, funcionamiento y mantenimiento.



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

**TAREYMAG, S.A.**

ASESORIAS, DISEÑO, FABRICACION, REPARACION Y MANTENIMIENTO AGROINDUSTRIAL

TEL.: 295-1306 FAX: 295-2278

E-mail: [tareymag@vpsol.com.pe](mailto:tareymag@vpsol.com.pe)

Fuente: (TAREYMAG, 2010)



## ANEXO B15

### Piladora de Maiz

#### Otros Equipos - Piladora de Arroz

Piladora de Multigrano Maiz, trigo con motor diesel de 12HP  
Produccion 300kg/hora

#### Rendimiento:

Maíz 300-350kg

Trigo 300-350kg

Frijol 300-350kg

Frijol de Arroz 400-500kg

Velocidad de giro 1200rpm

Tamaño 600 \* 500 \* 1200m m

Peso 102Kg

La máquina consta de 5 partes: la tolva de carga , caja de descascarado , dispositivo de transmisión , el dispositivo de separación , y la base para la maquina.

El maíz llega a la máquina a través de la tolva de carga , y luego pasa a la camara de pilado mediante el tornillo de alimentación. La seccion de descascarado puede producir una gran presión , el germen y el salvado de maíz se pela gracias a la fricción entre el rodillo y el tamiz.



[Click to enlarge image\(s\)](#)

#### Instalación:

A) Esta máquina no tiene ningún requisito especial para el lugar de instalación, pero el cemento plano es mejor.

B) Durante la instalación, el centro de la correa de transmisión de la rueda y la correa de la polea de los rodillos deberá ir en una línea vertical.

C) Al terminar la instalación , inicie el trabajo para comprobar la dirección de la rueda y la velocidad de giro sean las correctas.

#### Instrucción para la operación:

##### A) Preparativos previos necesarios:

###### a) Pilado de Maíz

El maíz debe humidificarse antes de procesarlo. Cada 100kg de maíz se necesita 6 - 8kg agua con un tiempo de humidificación de 5 a 6 minutos. Este tiempo es necesario para darle tiempo al grano a absorber el agua y que no haya agua en la superficie de del mismo. Se deberá pilar el grano una o dos veces para que el pilado sea correcto.

###### b) Pilado de Trigo

El metodo de humidificación, es de 100kg de trigo por cada 4 - 6kg de agua, el tiempo de humidificación es de 2 a 3 minutos. Verificar que no haya agua en la superficie del grano. Se deberá pilar el grano una o dos veces para que el pilado sea correcto.

###### c) Pilado de Arroz

Cambiar al tamiz #1 , ajustar la distancia de la cuchilla y el rodillo a 2 -3mm . El pilado se hace sin humidificación. Un pilado es suficiente.

##### B) Operación

a . Cuando se trabaja , abra lentamente la boca de entrada del grano.

b . Si el maíz refinado no es bueno, se necesitara pasar lo otra vez.

c . Durante el trabajo, se debe detener la máquina si se escucha algun ruido extraño que no sea propio de la operacion normal del equipo.

d . Al detener la máquina, primero cierre la compuerta de ingreso del grano, saque el panel de salida, y luego apagar el equipo después de un minuto, asegurando que no queden granos dentro del rodillo.

##### C) Ajuste

a . El refinamiento de los granos de arroz y el trigo se puede controlar mediante el panel de salida y la cuchilla , Primero debera ajustar la cuchilla y el ajuste final se hara con la compuerta de salida.

b . Si hay aumento del arroz partido , se debera aumentar la distancia entre la cuchilla y el rodillo. La distancia a la cabeza es comúnmente 4 a 6 mm , y al final es 3 -4mm .

c . Usando las compuertas de la alimentacion y la salida se puede ajustar el caudal y el refinamiento. Si se abre la alimentación de granos se debera abrir la salida de grano.

Fuente: (TOROTRAC, 2009)

## ANEXO B15 (Continuación)

**Reparación y Mantenimiento**

*A Examine el tornillo , cojinete (balinera) y con regularidad. Si alguno se rompe debe cambiarlo.*

*B Revise el tamiz amenudo , si se rompe debe cambiarlo.*

*C Si la cuchilla se desgasta después de un largo tiempo, revertir la misma, si todavía puede funcionar. Si ambos lados estan desgastados deberea cambiar la cuchilla, de lo contrario se verá afectada la calidad .*

*D Limpiar los cojinetes (balineras) y cambie el aceite regularmente.*

**Solución Problemas Comunes**

**Problema:** ningún trabajo o ningún resultado

**Posibles Causas:**

- a) El rodillo gira en la dirección opuesta
- b) La alimentación esta tapada.

**Solución:**

- a) Cambiar el sentido de rotacion del motor.
- b) Limpiar la entrada y salida de granos.

**Problema:** Las correas se caen.

**Posibles Causas:**

- a) la correa es demasiado angosta.
- b) Las poleas del motor no estan alineadas con las de la piladora.

**Soluciones:**

- a) Cambiar a correas mas ancha.
- b) Alinear correas.

**Problema:** El arroz partido es demasiado

**Posibles Causas:**

- a) la velocidad del rodillo es demasiada alto
- b) La compuerta de alimentacion de grano o la de salida estan demasiado estrechas
- c) La distancia de la cuchilla y el rodillo es muy pequena

**Soluciones:**

- a) Ajustar la velocidad del motor mediante la aceleracion o desaceleracion.
- b) Corregir la apertura de las compuertas salida o entrada.
- c) Ajustar la distancia entre la cuchilla y el rodillo

**Problema:** La maquina no procesa el grano.

**Posibles Causas:**

- a) El rodillo está roto.
- b) La cuchilla esta desgastada
- c) El rodillos esta flojo

**Soluciones:**

- a) Cambiar a un rodillo nuevo
- d) Revertir la cuchilla o cambiar a una cuchilla nueva
- c) Ajustar el rodillo

**Problema:** Ruido y vibracion

**Posibles Causas:**

- a) Objetos extranos ingresaron a la maquina, como piedras, clavos etc.
- b) Rodillo roto
- c) El anillos rotos
- d) El tornillo/Rodillo esta flojo

**Soluciones:**

- a) Abrir la tapa del tornillo y sacar los objetos extranos
- b) Cambiar el rodillo
- c) Cambiar los anillos
- b) Ajustar el rodillo/tornillo

**Problema:** El maíz pilado o el trigo no están limpios

**Posibles Causas:**

- a) El flujo de entrada es nequeño

Hola El precio es US 3000

Muchas Gracias  
Saludos Cordiales  
Ing. Ezequiel Maudet  
[www.torotrak.com](http://www.torotrak.com)  
Tel: +(507) 233-6080 / 233-6082

**From:** [noreply@storesonlinepro.com](mailto:noreply@storesonlinepro.com)  
**Sent:** 27 July, 2015 11:19 AM  
**To:** [info@torotrak.com](mailto:info@torotrak.com)  
**Subject:** Pedido Torotrak

Notification for Torotrak  
Log on to your account (1783693) for the details of the order.

**Número de Pedido:** 201507270919344184

**Fecha:** Mon 27 Jul 2015 11:49:54 AM VET

Nombre	Número de Artículo	Cantidad	Precio	Total
Piladora de Maiz	OE-Piladora de Maiz	1	\$0.00	\$0.00
			Subtotal	\$0.00
			<b>Total</b>	<b>\$0.00</b>

**Fuente:** (TOROTRAC, 2009)

## ANEXO B16

### Factores de servicio de la máquina conductora

Factor de la máquina conductora		Fp
Motor Diesel	1 Cilindro	*
	2 Cilindros	*
	3 Cilindros	2.5
	4 Cilindros	2.0
	5 Cilindros	1.8
	6 Cilindros	1.7
Más de	6 Cilindros	1.5
Motor en V		1.5
Motor de Gasolina		1.5
Turbina		0
Motor Eléctrico		0
Motor por Inducción		0
Motor Síncrono		1.5
Velocidad Variable*		
Convertidor Síncrono (LCI)	- 6 pulsos	1.0
	- 12 pulsos	0.5
PWM/(Modulación de Ancho de Pulso)/Cuasirectangular		0.5
Cicloconvertidor		0.5
Restablecimiento en cascada (Kramer, Scherbius)		1.5

\*La selección para este tipo de aplicaciones es altamente especializada y se recomienda que se consulte con Renold Hi-Tec Couplings para mayor asesoramiento.

La selección final deberá ser hecha por Renold Hi-Tec Couplings.

Para la confirmación de la selección de los acoplamientos complete la lista de comprobación de la página 27 y envíela por fax a Renold Hi-Tec Couplings.

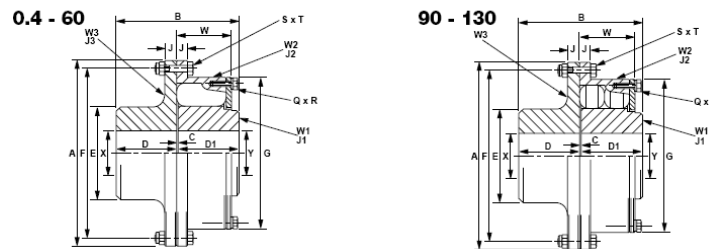
Aplicación	Factor de servicio	Aplicación	Factor de servicio	Aplicación	Factor de servicio
<b>Agitadores</b>		<b>Generadores</b>		<b>Maquinaria de briqueteado</b>	3.0
Líquidos puros	1.5	Alternativos	1.5	<b>Maquinaria de llenado de latas</b>	1.5
Líquidos y sólidos	2.0	No utilizados en soldadura	1.5	<b>Maquinaria para trabajar arcilla</b>	2.5
Líquidos de densidad variable	2.0	Para soldadura	2.2	<b>Mezcladoras</b>	
<b>Alimentadores</b>		<b>Grúas y Montacargas</b>		Homígoneras	2.0
Demandil	2.0	Todas las accionamientos	3.0	De tambor	2.0
De cinta	2.0	<b>Hélices</b>		<b>Minería</b>	
De disco	2.0	Marina - de paso fijo	2.0	Transportadores	
Alternativo	3.0	Marina - de paso variable	2.0	- revestidos	3.0
Tomillo sin fin	2.0	<b>Imprentas (prensas)</b>	2.0	- cinta transportadora	1.5
<b>Bombas</b>		<b>Industria de la madera</b>		- transportador de cangiones	1.5
Centrifugas	1.5	Descortezadora de troncos-tipo tambor	3.0	- cadena de enganche	1.75
Alternativas - doble acción	3.0	Alimentador de la sierra canteadora	2.5	- tornillo sin fin	1.5
Acción simple 1 ó 2 cilindros	3.0	Rodillos activos	2.5	Máquina Dinthead	3.0
3 ó más cilindros	3.0	Tractor de arrastre de troncos-terreno inclinado	2.5	Ventilador	3.0
Giratorias - de engranaje, de engranaje de lóbulos, de paletas	2.0	Tractor de arrastre de troncos-terreno plano	2.5	Remolques	2.0
<b>Compresores</b>		Rodillos de reducción	2.5	Partidor de carbón grueso	2.0
Tomillo axial	1.5	Cadena de alimentación de las aplanadoras	2.0	Trituradora	1.5
Centrifugas	1.5	Cadenas de las aplanadoras	2.0	<b>Bombas</b>	2.0
De lóbulos	2.5	Montacargas basculante de las aplanadoras	2.0	- rotatorias	2.0
Alternativo - multicilíndrico	3.0	Máquina serradora	2.0	- presión dinámica	3.0
Rotatorio	2.0	Transportador de troncos	2.0	- alternativas	3.0
<b>Chuchillas para la caña</b>	3.0	Mesa transportadora	2.0	- centrifugas	1.5
<b>Dinamómetro</b>	1.5	Alimentador de la máquinas recortadora	2.0	Máquina Roadheader	2.0
<b>Dragas</b>		<b>Industria del caucho</b>		Cortadora - paredes largas	2.0
Bobinas de cable	2.5	Mezclador - bambury	3.0	Máquina de extracción Colliery	2.5
Transportadores	2.0	Satinador de caucho	2.0	<b>Molinos, tipo rotatorio</b>	
Accionador de cabezales de cizalla	3.5	Laminador de goma (2 o más)	2.5	De bolas	2.5
Accionador de Mordazas	3.5	Cortadora de placas de goma	2.5	Molino de cemento	2.5
Tomos Maniobrables	3.0	Máquina de fabricación de neumáticos	2.5	Secadoras y enfriadores	2.5
Bombas	3.0	Abridores de neumáticos y tubos de presión	2.0	Horno	2.5
Controlador de filtros	3.0	Enrolladores de tubos y tambores	2.5	Martillos	3.5
Máquinas aplanadoras	3.0			Molino de guijarros	2.5
Tomos accesorios	2.0			Amasador	3.0
<b>Elevadores/Ascensores</b>				Laminador - para redondos	2.5
De cangiones	3.0			Tambores de limpieza	2.5

Fuente: (RENOLD Hi-Tec coupling, 2010)

## ANEXO B16 (Continuación)

NOMBRE	DESALINEACIÓN TOLERADA AXIAL	DESALINEACIÓN TOLERADA ANGULAR	DESALINEACIÓN TOLERADA PARALELA	DESALINEACIÓN TOLERADA TORSIONAL	CONSIDERAR
Acoplamiento rígidos	Grande	Ninguna	Ninguna	Ninguna	Se exige alineación perfecta.
Manguito de goma	Moderada	Ligera	Ninguna	Ninguna	
De disco flexible	Ligera	Ligera	Ligera	Ligera o ninguna	Capacidad de absorber impacto. Sin juego.
Helicoidal de fuelle	Ligera	Grande	Moderada	Ninguna	Gran capacidad de par torsor.
Quijadas de goma	Ligera	Ligera	Ligera	Moderada	Gran absorción de impacto.
Tipo Falk	Ligera	Ninguna	Ninguna	Moderada	Gran absorción de impacto.
De cadena	Ligera	Ninguna	Ninguna	Ninguna	Gran absorción de impacto.
De engranaje	Grande	Ligera	Ligera	Ninguna	Gran capacidad de par torsor.
De fuelle metálico	Ligera	Grande	Moderada	Ninguna	Falla por fatiga.
Junta eslabonada lateral	Ninguna	Ligera	Grande	Ninguna	No hay cargas laterales en los ejes.
Junta universal	Ninguna	Grande	Grande	Ninguna	La junta lateral es de velocidad variable.
Junta universal Rzeppa	Ninguna	Grande	Ninguna	Ninguna	Posee velocidad constante.
Junta lateral Oldham	Ninguna	Ligera	Grande	Ninguna	




### Datos PM Eje a Eje (PM 0.4 a PM 130)



Diámetro del eje		Par Continuo máx.	Masa	Dimensiones principales				Designación	
mín.	máx.			máx.	A	B <sub>W</sub>	B <sub>C</sub>		E
mm		kNm	rpm	kg	mm				
14	33	0,025	4100	0,8	94	79	57	27	ECCN 020 R
14	39	0,047	4100	1	111	105	70	33	ECCN 030 R
14	50	0,082	4100	3	137	130	92	44	ECCN 040 R
20	55	0,14	4100	4	154	156	105	51	ECCN 050 R
28	78	0,22	4100	6	178	156	105	51	ECCN 060 R
31	81	0,51	3600	8	203	168	111	54	ECCN 070 R
36	107	0,93	2800	14	240	213	140	68	ECCN 080 R
43	130	1,6	2000	27	308	283	181	89	ECCN 090 R
55	147	3	1800	44	352	308	206	102	ECCN 100 R

**Fuente:** (RENOLD Hi-Tec coupling, 2010)

## ANEXO B17

current in category AC-3 400V (A)	of poles		auxiliary contacts		control circuit voltages(VAC)	frequency (Hz)				
	3	2	1	-						
	9	3	-	1	-	230	50/60	C8 0910P7	21621	
		3	-	-	1	-	230	50/60	C8 0901P7	21618
		4	-	-	-	-	230	50/60	C8 09004P7	15528
		2	2	-	-	-	230	50/60	C8 09008P7	10038
	12	3	-	1	-	230	50/60	C8 1210P7	21711	
		3	-	-	1	-	230	50/60	C8 1201P7	21708
		4	-	-	-	-	230	50/60	C8 12004P7	22269
		2	2	-	-	-	230	50/60	C8 12008P7	22314
	18	3	-	1	-	230	50/60	C8 1810P7	21801	
		3	-	-	1	-	230	50/60	C8 1801P7	21798
	25	3	-	1	-	230	50/60	C8 2510P7	21891	
		3	-	-	1	-	230	50/60	C8 2501P7	21888
		4	-	-	-	-	230	50/60	C8 25004P7	22359
		2	2	-	-	-	230	50/60	C8 25008P7	22404
	32	3	-	1	-	230	50/60	C8 3210P7	21981	
		3	-	-	1	-	230	50/60	C8 3201P7	21978

Type	3SC8-09	3SC8-12	3SC8-18	3SC8-25	3SC8-32	3SC8-40	3SC8-50	3SC8-65	3SC8-80	3SC8-95
Coil consumption Pick-up (VA)	70	70	70	100	100	245	245	245	245	245
Holding(VA)	8	8	8	10	10	26	26	26	26	26
Power (W)	1.8~2.8	1.8~2.8	1.8~2.8	3~4	3~4	6~10	6~10	6~10	6~10	6~10

### Coil voltage of contactor 3SC8


Coil voltage Us(V)	24	36	48	110	127	220	230	240	380	415	440	480	500	600	660
50Hz	B5	C5	E5	F5	G5	M5	P5	U5	Q5	N5	R5	T5	S5	-	Y5
60Hz	B6	-	E6	F6	G6	M6	P6	U6	Q6	N6	R6	T6	-	S6	-
50/60Hz	B7	C7	E7	F7	G7	M7	P7	U7	Q7	N7	R7	T7	-	-	-

#### Technical data

Type designation:	3SC8-0910, 3SC8-1210
BRAND name:	<b>SASSIN</b>
Rated voltage (V):	400
Rated current (A):	9, 12
Frequency (Hz):	50/60
IP-Class:	20
Poles No.:	3
Product information:	$I_{th} = 20A, I_r = 1kA, I_q = 20kA$ , Utilization category: AC-3 $U_i = 660V$
Rated control supply voltage(V):	220
Rated current(A):	$I_{th} = 10A$ , Cat.: AC-15, $U_e = 400V, I_e = 0,95A$
Type designation:	3SC8-1810, 3SC8-2510, 3SC8-3210
BRAND name:	<b>SASSIN</b>
Rated voltage (V):	400
Rated current (A):	18, 25, 32
Frequency (Hz):	50/60
IP-Class:	20
Poles No.:	3
Product information:	$I_{th} = 50A, I_r = 3kA, I_q = 20kA$ , Utilization category: AC-3 $U_i = 660V$
Rated control supply voltage(V):	220
Rated current(A):	$I_{th} = 10A$ , Cat.: AC-15, $U_e = 400V, I_e = 0,95A$

Fuente: (SASSIN, 2014)

## ANEXO B17 (Continuación)

IEC60898 10kA	Number of poles	Rated current (In)	Curve B		Curve C		Curve D		Pack.
			Type code	Order code	Type code	Order code	Type code	Order code	
	2	2	B71 92B02H	19435	B71 92C02H	19455	B71 92D02H	19475	6
		4	B71 92B04H	19437	B71 92C04H	19457	B71 92D04H	19477	6
		6	B71 92B06H	19124	B71 92C06H	19169	B71 92D06H	19214	6
		10	B71 92B10H	19125	B71 92C10H	19170	B71 92D10H	19215	6
		16	B71 92B16H	19126	B71 92C16H	19171	B71 92D16H	19216	6
		20	B71 92B20H	19127	B71 92C20H	19172	B71 92D20H	19217	6
		25	B71 92B25H	19128	B71 92C25H	19173	B71 92D25H	19218	6
		32	B71 92B32H	19129	B71 92C32H	19174	B71 92D32H	19219	6
		40	B71 92B40H	19130	B71 92C40H	19175	B71 92D40H	19220	6
		50	B71 92B50H	19131	B71 92C50H	19176	B71 92D50H	19221	6
	63	B71 92B63H	19132	B71 92C63H	19177	B71 92D63H	19222	6	

	3	2	B71 93B02H	19439	B71 93C02H	19459	B71 93D02H	19479	4
		4	B71 93B04H	19441	B71 93C04H	19461	B71 93D04H	19481	4
		6	B71 93B06H	19133	B71 93C06H	19178	B71 93D06H	19223	4
		10	B71 93B10H	19134	B71 93C10H	19179	B71 93D10H	19224	4
		16	B71 93B16H	19135	B71 93C16H	19180	B71 93D16H	19225	4
		20	B71 93B20H	19136	B71 93C20H	19181	B71 93D20H	19226	4
		25	B71 93B25H	19137	B71 93C25H	19182	B71 93D25H	19227	4
		32	B71 93B32H	19138	B71 93C32H	19183	B71 93D32H	19228	4
		40	B71 93B40H	19139	B71 93C40H	19184	B71 93D40H	19229	4
		50	B71 93B50H	19140	B71 93C50H	19185	B71 93D50H	19230	4
	63	B71 93B63H	19141	B71 93C63H	19186	B71 93D63H	19231	4	

3P	6	A9K24306	6
	10	A9K24310	
	16	A9K24316	
	20	A9K24320	
	25	A9K24325	
	32	A9K24332	
	40	A9K24340	

### Datos técnicos

#### Características principales

##### Según la norma IEC 60898-1

Tensión asignada de aislamiento (Ui)	440 V CA
Grado de contaminación	2
Tensión asignada impulsional (Uimp)	4 kV
Disparo térmico	Temperatura de referencia Degradación por temperatura
	30 °C Ver capítulo 10
Disparo magnético	Curva C
Clase de limitación	3
Poder de corte y conexión nominal de un polo individual (Icn1)	Icn1 = Icn

#### Características adicionales

Grado de protección (IEC 60529)	Dispositivo en cofret modular	IP40 Clase de aislamiento II
Endurancia (apertura-cierre)	Eléctrica Mecánica	10.000 ciclos 20.000 ciclos
Categoría de sobretensión (IEC 60364)		III
Temperatura de funcionamiento		-25 °C a +60 °C
Temperatura de almacenamiento		-40 °C a +85 °C

**Fuente:** (SCHNEIDER, 2008)

## ANEXO B17 (Continuación)

### ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Todos los conductores fabricados por ELECTROCABLES C.A. cumplen con holgura las especificaciones establecidas en las normas de fabricación existentes para cada tipo y que son las siguientes:

Aislante de Material termoplástico, PVC 600 V, - 60 °C

Relleno de material termoplástico, PVC

Chaqueta de material termoplástico, PVC

Calibre AWG ó MCM	Sección mm <sup>2</sup>	FORMACION No. de Hilos por diámetro en mm.	ESPEOR <sup>o</sup> AISLAM. mm	ESPEOR <sup>o</sup> NYLON mm	DIAMETRO CHAQUETA mm	DIAMETRO EXTERNO mm	PESO <sup>o</sup> TOTAL <sup>o</sup> Kg/Km	Cap. de Corriente	Embal.
								Para un cable al aire libre Amp.	
2 x 14	2.08	19 x 0,38	0.38	0.10	1.14	10.80 <sup>o</sup>	94.11	20	A,Z
2 x 12	3.31	19 x 0,47	0.38	0.10 <sup>o</sup>	1.14 <sup>o</sup>	12.30	129.17	25 <sup>o</sup>	A,Z
2 x 10	5.26	19 x 0,60	0.51	0.10	1.14	13.80	191.73	35 <sup>o</sup>	A,Z
2 x 8	8.37	7 x 1,23	0.76	0.13	1.52	18.50	322.44	55 <sup>o</sup>	A,Z
2 x 6	13.30	7 x 1,55	0.76	0.13	1.52	21.50	472.54	70 <sup>o</sup>	A,Z
2 x 4	21.15	7 x 1,96	1.02	0.15	2.03	25.60	720.45	95 <sup>o</sup>	A,Z
2 x 2	33.62	7 x 2,47	1.02	0.15	2.03	25.60	1090.83	130 <sup>o</sup>	A,Z
2 x 1/0	53.49	19 x 1,89	1.27	0.18	2.03	29.80	1651.78	170 <sup>o</sup>	A,Z
3 x 14	2.08	19 x 0,38	0.38	0.10	1.14	11.80	116.71	15 <sup>o</sup>	A,Z
3 x 12	3.31	19 x 0,47	0.38	0.10	1.14	12.80	163.38	20 <sup>o</sup>	A,Z
3 x 10	5.26	19 x 0,60	0.51	0.10	1.52	15.60	245.45	30 <sup>o</sup>	A,Z
3 x 8	8.37	7 x 1,23	0.76	0.13	1.52	20.00	411.08	50	A,Z
3 x 6	13.30	7 x 1,55	0.76	0.13	2.03	23.60	607.09	65	A,Z
3 x 4	21.15	7 x 1,96	1.02	0.15	2.03	27.60	933.18	85	A,Z
3 x 2	33.62	7 x 2,47	1.02	0.15	2.03	27.60	1421.00	115	A,Z
3 x 1/0	53.49	19 x 1,89	1.27	0.18	2.03	31.50	2172.00	150	A,Z <sup>o</sup>
4 x 14	2.08	19 x 0,38	0.38	0.10	1.14	12.80	142.19	12	A,Z
4 x 12	3.31	19 x 0,47	0.38	0.10	1.52	15.10	201.20	16	A,Z
4 x 10	5.26	19 x 0,60	0.51	0.10	1.52	17.10	303.93	25	A,Z
4 x 8	8.37	7 x 1,23	0.76	0.13	1.52	21.70	533.13	40	A,Z
4 x 6	13.30	7 x 1,55	0.76	0.13	2.03	25.50	752.70	55	A,Z
4 x 4	21.15	7 x 1,96	1.02	0.15	2.03	29.60	1162.30	70	A,Z
4 x 2	33.62	7 x 2,47	1.02	0.15	2.03	29.50	1773.00	95	A,Z
4 x 1/0	53.49	19 x 1,89	1.27	0.18	2.03	33.70	2724.00	125	A,Z

### DESCRIPCION

Los conductores multipolares tipo ST-THHII son cableados y están contruidos con cobre<sup>o</sup> de temple suave, están además aislados con una capa uniforme de material termoplástico<sup>o</sup> Cloruro de Polivinilo (PVC) resistente a la humedad y al calor, sobre el cual se aplica<sup>o</sup> una cubierta protectora de Nylon o poliamida, posteriormente los conductores son<sup>o</sup> trenzados entre sí y sobre ellos se aplican, primero un relleno de PVC y luego una chaqueta<sup>o</sup> también de Cloruro de Polivinilo (PVC) color negro. Su forma de embalaje es rollos de <sup>o</sup> 100 metros o en carretes de acuerdo a las necesidades del cliente.



**Fuente:** (ELECTRO CABLES C.A, 2009)

## ANEXO B17 (Continuación)

### ESPECIFICACIONES TECNICAS

Todos los conductores fabricados por ELECTROCABLES C.A. cumplen con holgura las especificaciones establecidas en las normas de fabricación existentes para cada tipo y que son las siguientes:

Aislante de Material termoplástico, PVC 600 V. - 90 °C  
 Chaqueta de Nylon

Calibre AWG ø MCM	Sección mm <sup>2</sup>	FORMACION	ESPESOR	ESPESOR	DIAM. EXTERIOR mm	PESO TOTAL Kg/Km	Capacidad de corriente		TIPO CABLE	Altern. de embal.
		No. de Hilos por diámetro en mm.	AISLAM. mm	CHAQUETA mm			Para 1 cond. al aire libre Amp.	Para 3 cond. en conduit Amp.		
20	0.519	1 x 0.813	0.38	0.10	1.77	7.07	15	10	TFN	A,B
18	0.823	1 x 1.02	0.38	0.10	1.98	10.94	15	10	TFN	A,B
16	1.31	1 x 1.29	0.38	0.10	2.25	16.48	20	15	TFN	A,B
14	2.08	1 x 1.63	0.38	0.10	2.59	23.17	35	25	THHN	A,B
12	3.31	1 x 2.05	0.38	0.10	3.01	34.16	40	30	THHN	A,C
10	5.26	1 x 2.59	0.51	0.10	3.81	55.04	55	40	THHN	A,D
8	8.34	1 x 3.26	0.76	0.13	5.04	91.22	80	55	THHN	A,B
16	1.31	19 x 0.30	0.38	0.10	2.46	17.95	20	15	TFN	A,B
14	2.08	19 x 0.38	0.38	0.10	2.86	23.80	35	25	THHN	A,B
12	3.31	19 x 0.47	0.38	0.10	3.31	35.70	40	30	THHN	A,C
10	5.26	19 x 0.60	0.51	0.10	4.22	56.20	55	40	THHN	A,D
8	8.37	7 x 1.23	0.76	0.13	5.47	93.70	80	55	THHN	A,B,E
6	13.30	7 x 1.55	0.76	0.13	6.43	141.30	105	75	THHN	A,E
4	21.15	7 x 1.96	1.02	0.15	8.22	227.60	140	95	THHN	A,E
2	33.62	7 x 2.47	1.02	0.15	9.75	348.10	190	130	THHN	A,E
1	42.36	7 x 2.78	1.27	0.18	11.24	446.20	220	150	THHN	A,D,E
1/0	53.49	19 x 1.89	1.27	0.18	12.35	553.30	260	170	THHN	D,E,Z
2/0	67.43	19 x 2.12	1.27	0.18	13.50	688.70	300	195	THHN	D,E,Z
3/0	85.01	19 x 2.39	1.27	0.18	14.85	856.80	350	225	THHN	D,E,Z
4/0	107.20	19 x 2.68	1.27	0.18	16.30	1069.50	405	260	THHN	D,E,Z
250	127.00	37 x 2.09	1.52	0.20	18.07	1263.00	455	290	THHN	Z
300	152.00	37 x 2.29	1.52	0.20	19.47	1502.00	505	320	THHN	Z
350	177.00	37 x 2.47	1.52	0.20	20.73	1743.00	570	350	THHN	Z
400	203.00	37 x 2.64	1.52	0.20	21.92	1981.00	615	380	THHN	Z
500	253.00	37 x 2.95	1.52	0.20	24.09	2457.00	700	430	THHN	Z
600	304.00	37 x 3.23	1.78	0.23	26.63	2960.00	780	475	THHN	Z
650	329.00	37 x 3.37	1.78	0.23	27.61	3221.00	820	500	THHN	Z
700	355.00	37 x 3.49	1.78	0.23	28.45	3453.00	855	520	THHN	Z

Conductor elaborado bajo normas:

NEMA WC -5, ICEA S -61-402, ASTM B3, B8, UL STANDARD 83, INEN

### CONDUCTORES FLEXIBLES DE COBRE TIPO "FXT, TFF, TW-F"

#### DESCRIPCION

Los conductores tipo FXT, TFF y TW -F. son cableados y están construidos con cobre de temple suave, están además aislados con una capa uniforme de material termoplástico Cloruro de Polivinilo (PVC). Pueden ser suministrados en colores variados según su calibre y con distintas formas de embalaje.



**Fuente: (ELECTRO CABLES C.A, 2009)**



# ANEXO C

**ANEXO C1**

**MATRIZ DE INSPECCIÓN**

<b>EQUIPO CRÍTICO</b>	<b>AREA DE EJECUCIÓN</b>	<b>IMPACTO</b>	<b>FRECUENCIA</b>	<b>PERSONAL</b>	<b>EQUIPO E IMPLEMENTO</b>	<b>TIEMPO REAL</b>	<b>#M.O</b>	<b>HORAS HOMBRE</b>	<b>H.H. POR AÑO</b>
MÁQUINA PULIDORA DE MAÍZ	ESTRUCTURA	Impide una estabilidad de la máquina.	TRIMESTRAL	Ayudante Mecánico	Informe de verificación de estructuras	0,5	1	0,5	2
	SISTEMA DE PULIDO	Impide el correcto proceso de pulido	SEMANTAL	Ayudante Mecánico	Informe de verificación del sistema	1,5	2	3	144
	SISTEMA DE LIMPIEZA	Baja presión de absorción	SEMANTAL	Ayudante Mecánico	Informe de verificación del sistema	1	2	2	96
	SISTEMA ELÉCTRICO	Impide el uso de la máquina en sí.	TRIMESTRAL	Electricista	Multímetro e informe de lecturas eléctricas	0,5	1	0,5	2

177

**ANEXO C2**

**MATRIZ DE LIMPIEZA**

<b>EQUIPO CRITICO</b>	<b>ÁREA DE EJECUCIÓN</b>	<b>IMPACTO</b>	<b>FRECUENCIA</b>	<b>PERSONAL</b>	<b>EQUIPO E IMPLEMENTO</b>	<b>TIEMPO REAL (h)</b>	<b>#M.O</b>	<b>HORAS HOMBRE</b>	<b>H.H. POR AÑO</b>
178 MÁQUINA PULIDORA DE MAÍZ	ESTRUCTURA	Acumulación de oxido	Trimestral	Ayudante mecánico	Desoxidante, viledas	0,5	1	0,5	2
	SISTEMA DE PULIDO	Acumulación de polvo de afrecho en el tamiz	Semestral	Ayudante mecánico	Brocha, wipe, llaves mixtas	1	1	1	2
	SISTEMA DE LIMPIEZA	Acumulación de polvo de afrecho en lado de succión	Semestral	Ayudante mecánico	Brocha, wipe, llaves mixtas	1	1	1	2
	SISTEMA ELÉCTRICO	Mal funcionamiento de equipos	Trimestral	Electricista	Brocha, destornilladores	1	1	1	4

**ANEXO C3**

**MATRIZ DE MANTENIMIENTO GENERAL**

<b>EQUIPO CRÍTICO</b>	<b>AREA DE EJECUCIÓN</b>	<b>IMPACTO</b>	<b>FRECUENCIA</b>	<b>PERSONAL</b>	<b>EQUIPO E IMPLEMENTO</b>	<b>TIEMPO REAL</b>	<b>#M.O</b>	<b>HORAS HOMBRE</b>	<b>H.H. POR AÑO</b>
MÁQUINA PULIDORA DE MAÍZ	ESTRUCTURA	Oxidación de las juntas soldadas	ANUAL	Mecánico	Cepillo metálico, pintura anticorrosiva	1	1	1	1
	SISTEMA DE PULIDO	Deterioro de discos de desbaste, retenedores y rodamientos	SEMESTRAL	Mecánico	Llaves hexagonales, llaves mixtas, grasa	3	2	6	12
	SISTEMA DE LIMPIEZA	Desgaste de banda y rodamientos	ANUAL	Mecánico	Llaves hexagonales, llaves mixtas, grasa	1	2	2	2
	SISTEMA ELÉCTRICO	No enciende la máquina.	SEMESTRAL	Electricista	Destornilladores, comprobador de fase, taípe, pelador de cable	1	1	1	2



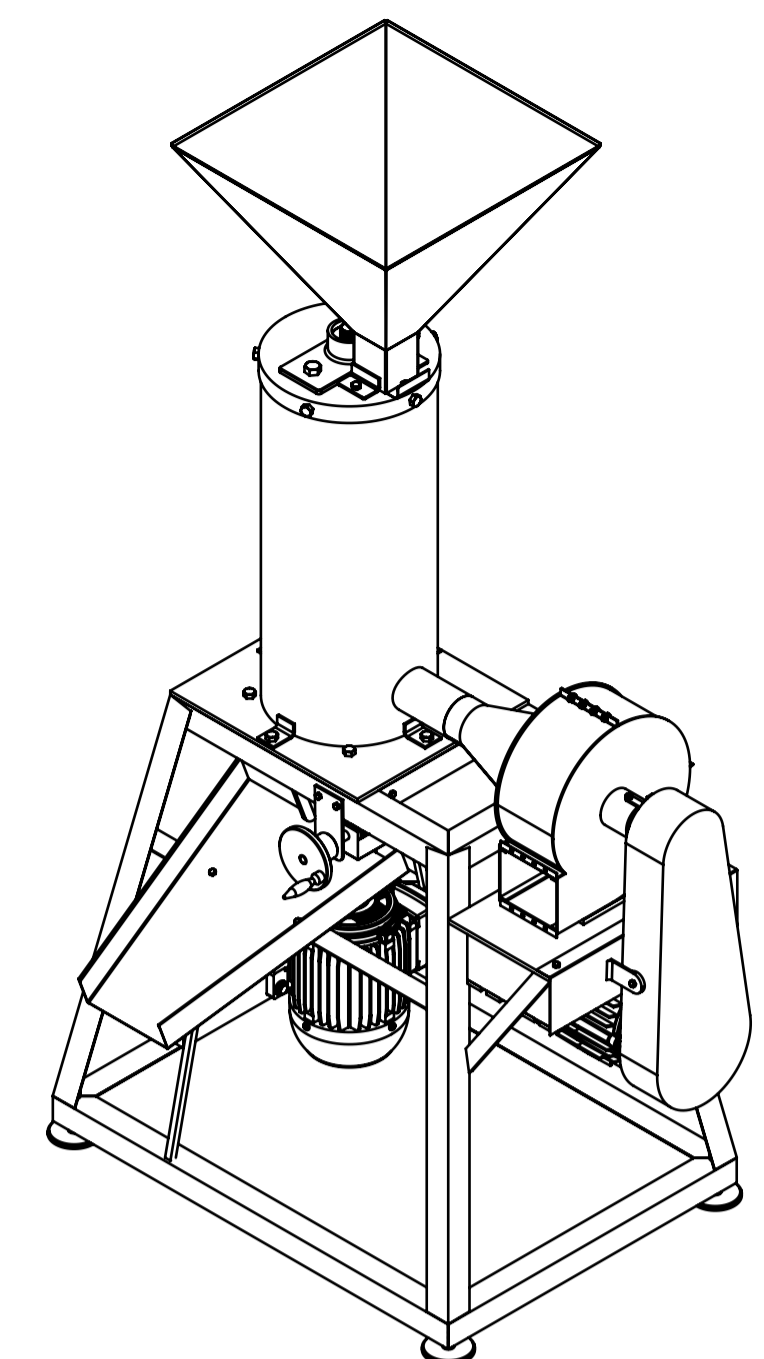
## ANEXO C5

n	Largo [mm]	Ancho [mm]	Espesor [mm]	Peso [g]	n	Largo [mm]	Ancho [mm]	Espesor [mm]	Peso [g]	n	Largo [mm]	Ancho [mm]	Espesor [mm]	Peso [g]	n	Largo [mm]	Ancho [mm]	Espesor [mm]	Peso [g]
1	12.4	9.0	5.2	3.1	26	9.0	8.9	5.0	2.9	51	11.6	8.9	5.0	3.0	76	10.4	11.1	5.0	3.0
2	13.1	9.2	5.2	3.1	27	9.0	8.9	4.8	3.0	52	10.3	8.9	4.8	3.0	77	11.6	9.0	5.0	3.0
3	8.4	9.0	5.0	2.9	28	9.8	8.9	5.1	3.0	53	8.4	8.9	3.9	2.9	78	9.0	8.9	4.8	3.0
4	10.4	8.0	5.0	3.0	29	9.7	9.1	5.0	3.0	54	6.6	8.9	5.0	3.0	79	9.0	8.9	5.0	3.0
5	10.9	8.9	5.1	3.0	30	8.4	8.9	4.8	2.9	55	6.6	9.1	5.0	3.0	80	9.8	9.1	5.0	3.0
6	11.6	9.1	5.1	3.0	31	10.4	8.9	5.1	3.0	56	6.5	8.9	4.8	3.0	81	8.4	8.9	4.8	2.9
7	10.3	9.0	4.8	3.0	32	10.9	8.9	5.0	3.0	57	9.0	8.9	4.8	3.0	82	6.4	9.1	5.0	3.0
8	10.7	8.9	3.9	3.0	33	9.5	7.3	4.6	3.0	58	9.0	8.9	5.1	3.0	83	8.4	8.9	4.8	2.9
9	11.6	8.9	5.0	3.0	34	9.4	9.1	4.8	3.0	59	9.8	8.9	5.2	3.0	84	8.2	8.9	5.0	2.9
10	10.3	11.1	5.1	3.0	35	7.9	11.1	5.0	3.0	60	9.7	8.9	5.0	3.0	85	9.8	9.0	4.8	3.0
11	8.4	9.0	4.8	2.9	36	11.5	9.0	5.1	3.0	61	8.4	8.9	5.0	2.9	86	8.4	8.9	5.0	2.9
12	10.3	8.9	4.3	3.0	37	10.7	9.0	4.7	3.0	62	10.4	8.9	5.0	3.0	87	10.4	9.0	5.2	3.0
13	10.3	9.0	5.0	3.0	38	11.6	8.9	5.0	3.0	63	7.6	9.0	4.8	3.0	88	6.1	9.1	5.0	3.0
14	11.6	9.1	5.2	3.1	39	8.4	8.9	5.0	2.9	64	13.1	8.9	5.2	3.0	89	6.0	8.9	5.0	3.0
15	12.0	9.1	5.2	3.1	40	11.9	8.9	4.0	3.0	65	10.4	8.9	5.2	3.0	90	13.1	8.9	5.2	3.0
16	9.0	8.9	5.2	2.9	41	8.4	8.9	5.0	2.9	66	10.9	9.0	5.0	3.0	91	8.4	8.0	3.9	2.9
17	9.0	8.9	5.1	2.9	42	11.6	9.0	4.8	3.0	67	11.5	8.9	4.8	3.0	92	10.9	8.9	5.0	3.0
18	11.5	9.0	5.0	3.0	43	8.9	8.9	4.8	2.9	68	10.4	8.9	5.0	3.0	93	11.5	9.0	5.5	3.0
19	10.7	8.9	5.1	3.0	44	8.8	8.9	5.0	2.9	69	10.4	8.9	4.8	3.0	94	10.4	9.0	5.0	3.0
20	11.6	8.9	4.8	3.0	45	10.3	8.9	4.0	3.0	70	11.6	9.0	5.2	3.0	95	11.9	8.9	5.2	3.0
21	11.5	8.9	5.1	3.0	46	11.6	8.9	4.8	3.0	71	12.0	8.9	5.2	3.1	96	11.6	9.0	5.2	3.0
22	11.9	9.1	5.0	3.0	47	12.0	8.9	5.2	3.1	72	9.0	8.9	4.8	3.0	97	12.0	8.9	5.2	3.1
23	10.3	8.9	5.2	3.1	48	9.0	9.0	4.8	3.0	73	9.1	8.9	4.6	3.0	98	9.0	9.0	5.0	3.0
24	11.6	8.9	5.2	3.1	49	11.5	9.1	5.0	3.0	74	11.4	8.9	5.0	3.0	99	9.1	8.9	4.7	3.0
25	12.0	9.1	5.2	3.1	50	10.7	9.0	5.0	3.0	75	8.4	8.9	4.8	2.9	100	11.4	9.0	5.0	3.0
n	Largo [mm]	Ancho [mm]	Espesor [mm]	Peso [g]	n	Largo [mm]	Ancho [mm]	Espesor [mm]	Peso [g]	n	Largo [mm]	Ancho [mm]	Espesor [mm]	Peso [g]	n	Largo [mm]	Ancho [mm]	Espesor [mm]	Peso [g]
101	11.0	8.9	8.5	3.0	126	10.3	8.9	5.0	3.0	151	10.9	8.9	4.8	3.0	176	11.6	8.9	8.2	3.0
102	10.3	8.9	4.8	3.0	127	12.0	8.9	5.2	3.1	152	11.6	9.0	5.2	3.0	177	10.3	8.9	5.0	3.0
103	11.6	8.9	5.0	3.0	128	9.0	8.9	5.0	3.0	153	8.8	8.9	5.0	2.9	178	9.5	9.0	5.0	3.0
104	9.0	11.1	5.0	3.0	129	9.8	8.9	5.0	3.0	154	11.6	9.0	5.2	3.0	179	8.4	10.0	4.6	2.9
105	9.0	9.0	5.3	3.0	130	8.4	8.9	5.0	2.9	155	6.6	9.0	5.0	3.0	180	10.3	9.0	5.2	3.0
106	9.8	8.9	4.8	3.0	131	11.6	8.9	5.2	3.0	156	12.4	9.0	5.2	3.1	181	11.6	9.0	5.2	3.0
107	8.4	8.9	4.0	2.9	132	6.2	9.0	5.0	3.0	157	13.1	10.0	5.0	3.0	182	9.8	9.0	4.6	3.0
108	6.3	8.9	5.0	3.0	133	11.6	11.0	5.2	3.0	158	10.4	9.0	3.8	3.0	183	8.2	7.0	4.4	2.9
109	11.5	8.9	5.2	3.0	134	10.3	8.9	4.8	3.0	159	11.6	9.0	5.2	3.0	184	11.6	8.9	4.0	3.0
110	10.7	8.9	5.0	3.0	135	11.6	9.0	5.2	3.0	160	9.5	10.5	4.4	3.0	185	9.5	8.9	4.6	3.0
111	11.6	8.9	5.0	3.0	136	10.4	8.9	5.3	3.0	161	11.9	8.9	4.0	3.0	186	9.5	9.0	5.0	3.0
112	8.4	8.9	4.8	2.9	137	8.4	9.0	5.0	2.9	162	12.0	8.9	5.2	3.1	187	11.4	9.0	5.0	3.0
113	11.9	8.9	8.2	3.0	138	11.6	9.0	5.2	3.0	163	9.0	8.9	5.0	3.0	188	10.4	8.9	4.0	3.0
114	9.0	8.9	5.0	3.0	139	10.3	9.0	4.8	3.0	164	9.1	7.2	4.8	3.0	189	10.3	7.0	5.0	3.0
115	7.7	9.0	4.6	3.0	140	8.8	8.9	5.3	2.9	165	11.4	8.9	4.0	3.0	190	9.0	9.1	5.0	3.0
116	11.4	9.0	5.0	3.0	141	10.3	8.9	4.6	3.0	166	8.4	9.0	5.0	2.9	191	6.6	8.9	5.0	3.0
117	10.3	8.9	5.0	3.0	142	11.6	8.9	5.0	3.0	167	10.4	9.0	4.4	3.0	192	8.8	8.9	4.0	2.9
118	8.4	8.9	5.0	2.9	143	9.8	8.9	5.0	3.0	168	9.5	10.0	3.9	3.0	193	9.0	9.0	5.0	3.0
119	12.0	8.9	5.2	3.1	144	8.4	8.9	5.0	2.9	169	8.9	8.9	5.0	2.9	194	9.7	9.0	5.0	3.0
120	9.0	8.9	5.0	3.0	145	8.2	9.0	4.8	2.9	170	10.3	9.0	5.5	3.0	195	6.6	9.0	5.0	3.0
121	9.8	8.9	5.0	3.0	146	6.6	8.9	4.4	3.0	171	12.0	10.0	5.2	3.1	196	6.5	9.0	5.0	3.0
122	8.4	8.9	5.0	2.9	147	11.6	8.9	5.2	3.0	172	9.0	8.9	5.0	3.0	197	9.7	9.0	5.0	3.0
123	10.9	8.9	5.0	3.0	148	8.4	11.1	5.0	2.9	173	6.6	8.9	5.0	3.0	198	7.6	9.0	5.0	3.0
124	9.5	8.9	4.8	3.0	149	6.2	8.9	4.8	3.0	174	10.3	9.0	4.6	3.0	199	10.4	8.9	5.0	3.0
125	11.0	9.0	4.6	3.0	150	11.6	9.0	5.2	3.0	175	11.6	8.9	4.0	3.0	200	11.5	9.0	5.0	3.0

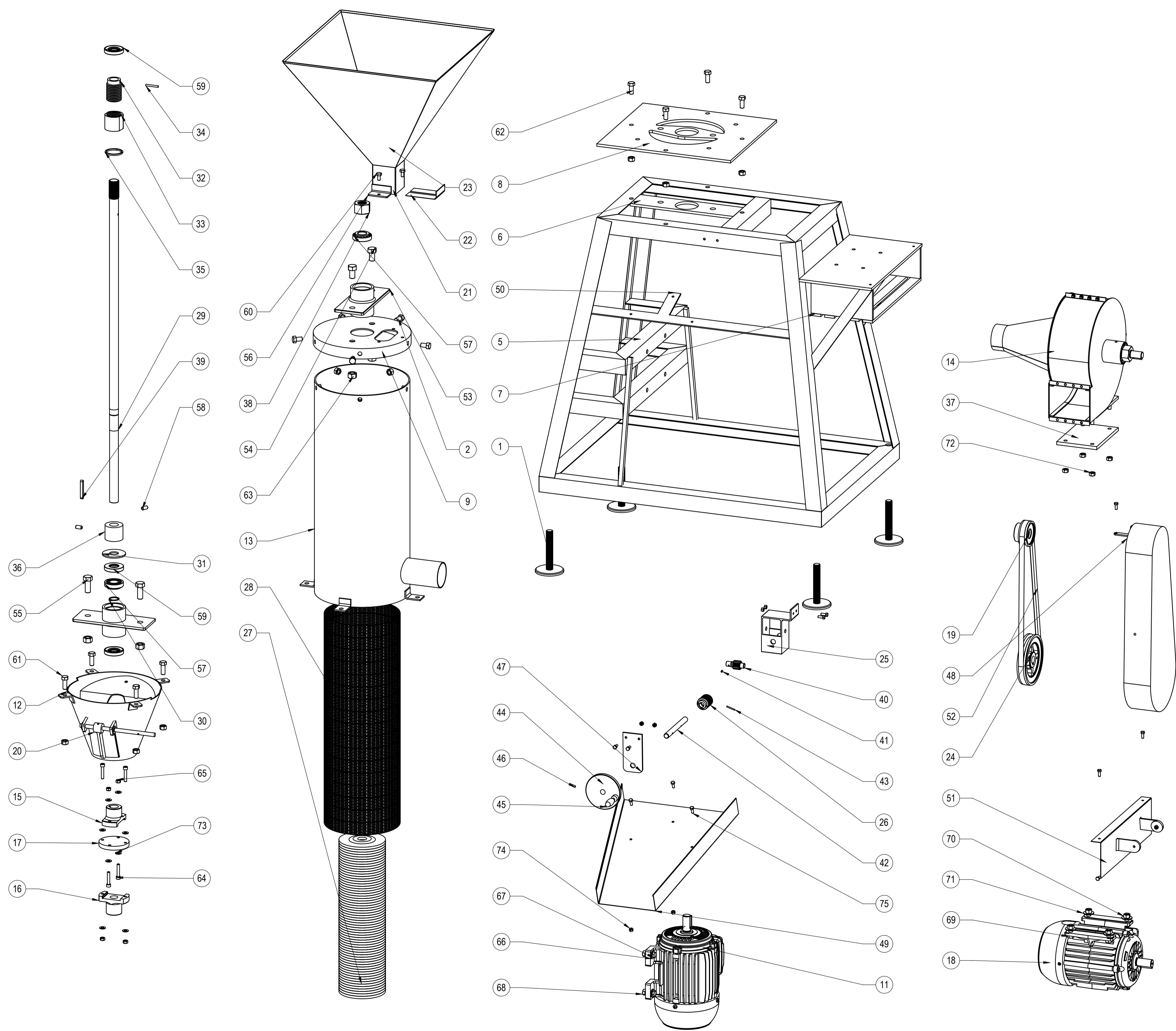


# ANEXO D



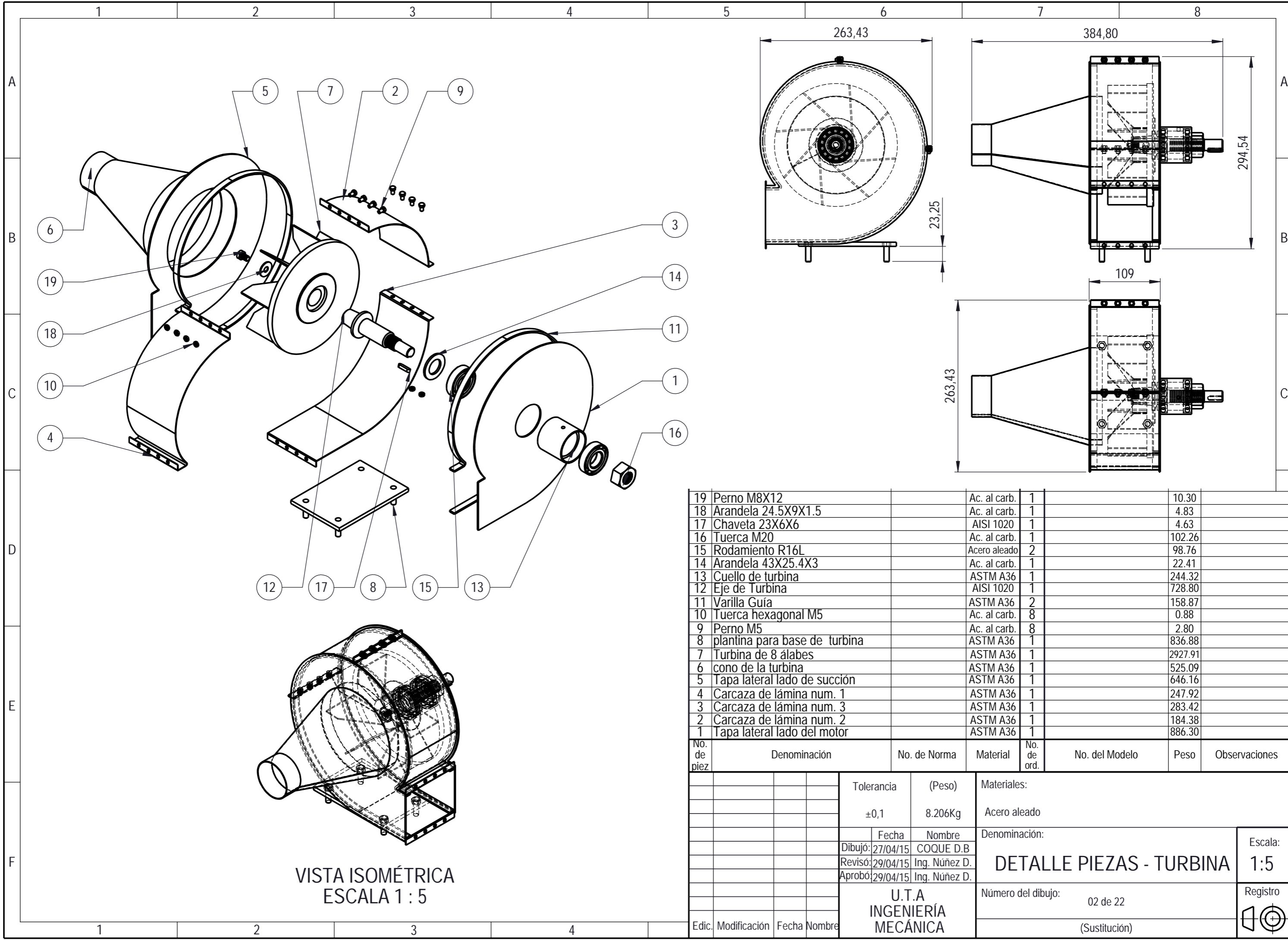


VISTA ISOMÉTRICA  
ESCALA 1 : 10



No. de pieza	Denominación	No. de Norma	Material	No. de ord.	No. del Modelo	Peso(g)	Observaciones
75	Perno M5X18	ASTM 307	AISI 304	12		3.57	
74	Tuerca M5	ASTM 307	AISI 304	9		1.52	
73	Arandela 3-16 pulg	ASTM 307	Acero al carb.	8		1.26	
72	Tuerca 5-16	ASTM 307	Acero al carb.	4		5.71	
71	Arandela Simple 3-8in	ASTM 307	Acero al carb.	4		5.35	
70	Tuerca 3-8in	ASTM 307	Acero al carb.	4		8.42	
69	Perno 3-8X1in	ASTM 307	Acero al carb.	4		23.66	
68	Tuerca M6	ASTM 307	Acero al carb.	4		5.78	
67	Perno M5X25	ASTM 307	Acero al carb.	4		15.93	
66	Arandela	ASTM 307	Acero al carb.	4		4.00	
65	Tuerca M6	ASTM 307	Acero al carb.	4		2.65	
64	Perno de cabeza exagonal hueca (M6)	ASTM 307	Acero al carb.	4		9.20	Hallen M5X30
63	Tuerca de 1-2	ASTM 307	AISI 304	4		18.88	
62	Perno 3-8X0.875	ASTM 307	AISI 304	4		22.21	
61	Perno 3-8X1	ASTM 307	AISI 304	4		24.02	
60	Perno 1-4X1-2	ASTM 307	AISI 304	3		7.28	
59	Retenedor 47x21.5x8.5		PIFE	3		6.90	
58	Tornillo de fijación 5-16	AISI 304		2		5.52	
57	Rodamiento LM 12749-10	ASTM 307	Acero aleado	2		91.37	
56	Orejón de Acero de Tolda		AISI 304	2		53.87	
55	Perno 1-2X1.25	ASTM 307	AISI 1020	2		55.27	
54	Perno 1-2X0.875	ASTM 307	AISI 304	2		45.62	
53	Chumacera	AISI 304		2		1104.97	
52	Correa A40		Poliuretano	1		77.54	
51	Tapa soporte	AISI 1018		1		358.19	
50	Perfil apoyo - bandeja	ASTM A-36		1		475.50	
49	Bandeja - piladora	AISI 304		1		804.89	
48	Protector de bandas	Ac galvanizado		1		1023.22	
47	Placa de apoyo manivela	ASTM A-36		1		113.64	
46	Tornillo de fijación M4	ASTM 307	Acero al carb.	1		1.25	
45	Mango de manivela	AISI 1020		1		75.65	
44	Pieza 1 manivela	AISI 1020		1		728.13	
43	Pasador-tornillo sin fin	Acero al carb.		1		0.67	
42	Eje del tornillo sin fin	AISI 1020		1		128.03	
41	Perno de fijación 5-32	ASTM 307	Acero al carb.	1		0.26	
40	Pinón	AISI 1020		1		40.11	
39	Chaveta 42X6X6	AISI 304		1		13.45	
38	Tuerca M22	ASTM 307	AISI 304	1		148.82	
37	Caucho base turbina		C. de Silicio	1		154.83	
36	Buje de soporte	AISI 304		1		319.65	
35	Arandela de presión	ASTM 307	AISI 304	1		9.68	
34	Pasador	AISI 304		1		3.22	
33	Tuerca - ajuste de discos M36	DIN 13-1	AISI 304	1		190.45	
32	Rosca de Agriete	DIN 13-1	AISI 304	1		221.96	
31	Rodillo 57X22X3	AISI 304		1		52.12	
30	Anillo de retención externo diam 21	AISI 1020		1		1.44	
29	Eje principal	AISI 304		1		2624.52	
28	Tamiz para piladora	AISI 304		1		2788.34	
27	Rodillo compuesto por discos	AL203		1		8749.92	
26	Tornillo sin fin	AISI 1020		1		107.57	
25	Base tornillo sin fin	ASTM A-36		1		432.14	
24	Polea de 6pulg	AL 1060		1		372.34	
23	Tolva	AISI 304		1		664.87	
22	Peñafila para entrada de grano	AISI 304		1		21.60	
21	Cusido	AISI 304		1		133.17	
20	Mecanismo Compuerta	AISI 304		1		469.73	
19	Polea de 2pulg	AL 1060		1		116.60	
18	Motor de 1.5hp	IEC 60034-30	Acero aleado	1	00156MT3E143T	4286.39	Trifásico
17	Caucho para acople		C. de Silicio	1		52.03	
16	Pieza 2 del Matrimonio	AISI 1020		1		401.57	
15	Pieza 1 del Matrimonio	AISI 1020		1		327.51	
14	Turbina tipo caracol para extracción de afrecho	AISI 1018		1		8200.30	
13	Cilindro exterior	AISI 304		1		10019.18	
12	Cono de la piladora	AISI 304		1		2369.13	
11	Motor de 2 hp	IEC 60034-30	Acero aleado	1	00236MT3E145T	4146.03	Trifásico
10	Cilindro piladora	AISI 304		1		10019.18	
9	Tapa superior de la piladora	AISI 304		1		1713.04	
8	Placa inferior de soporte	AISI 304		1		4684.27	
7	Base para soporte de motor y turbina	ASTM A-36		1		6919.34	
6	Platina de soporte	AISI 304		1		815.96	
5	Estructura de acero	ASTM A-36		1		15582.81	
3	Tuerca 3-8	ASTM 307	Acero al carb.	8		8.52	
2	Perno 3-8X0.625	ASTM 307	AISI 304	8		18.59	
1	Pata	AISI 1020		4		320.62	

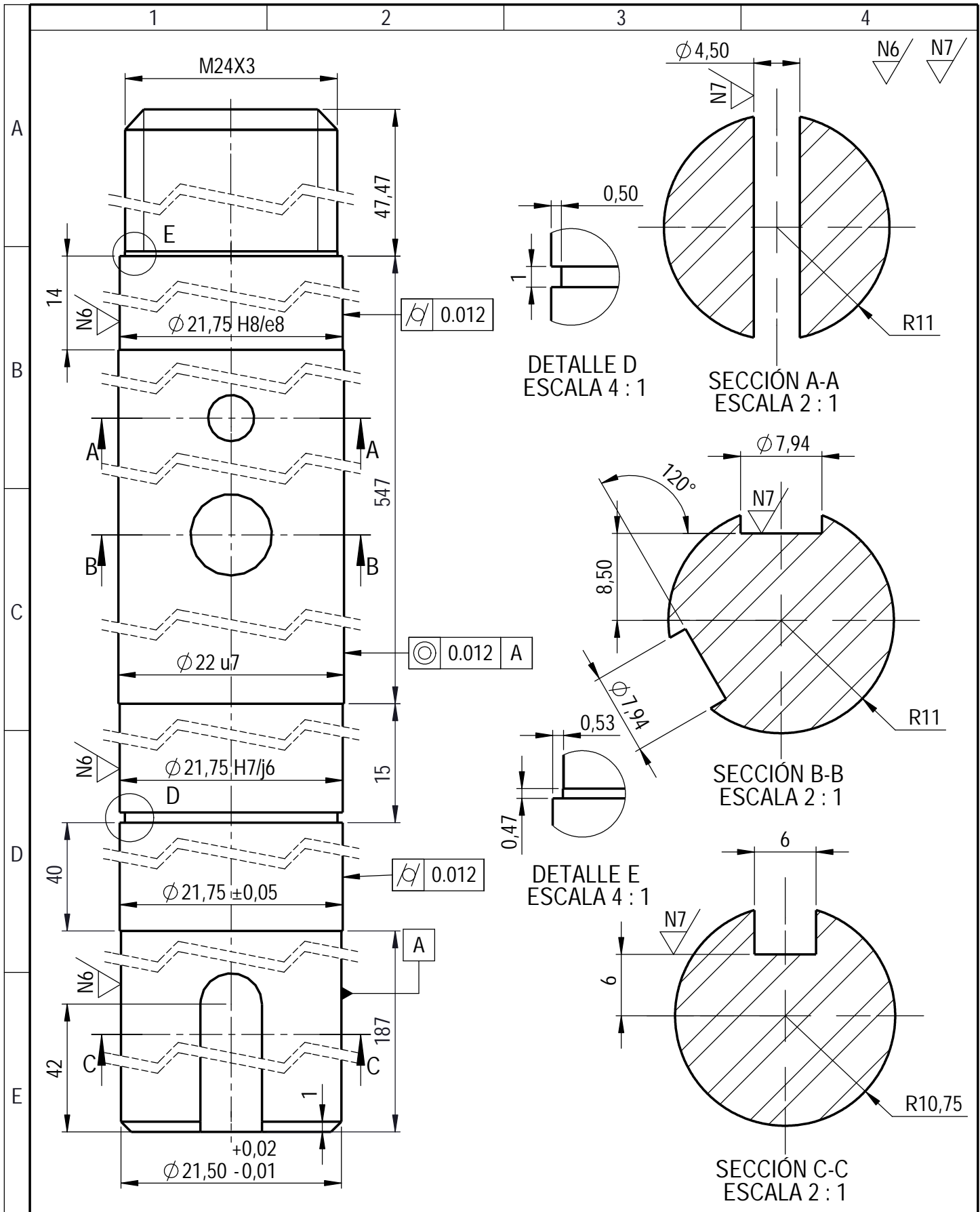
Tolerancia		(Peso)		Materiales:	
±0,1		85.861 Kg		Acero Inox AISI 304	
Fecha	Nombre	Título:		Escala:	
27/04/15	COQUE D.B	DETALLE DE PARTES.		1:5	
Revisó:	Ing. Núñez Diego.	Número de hoja:		01 de 22	
Aprobó:	Ing. Núñez Diego.			(Sustitución)	
U.T.A INGENIERÍA MECÁNICA					
Edic.	Modificación	Fecha	Nombre		



VISTA ISOMÉTRICA  
ESCALA 1 : 5

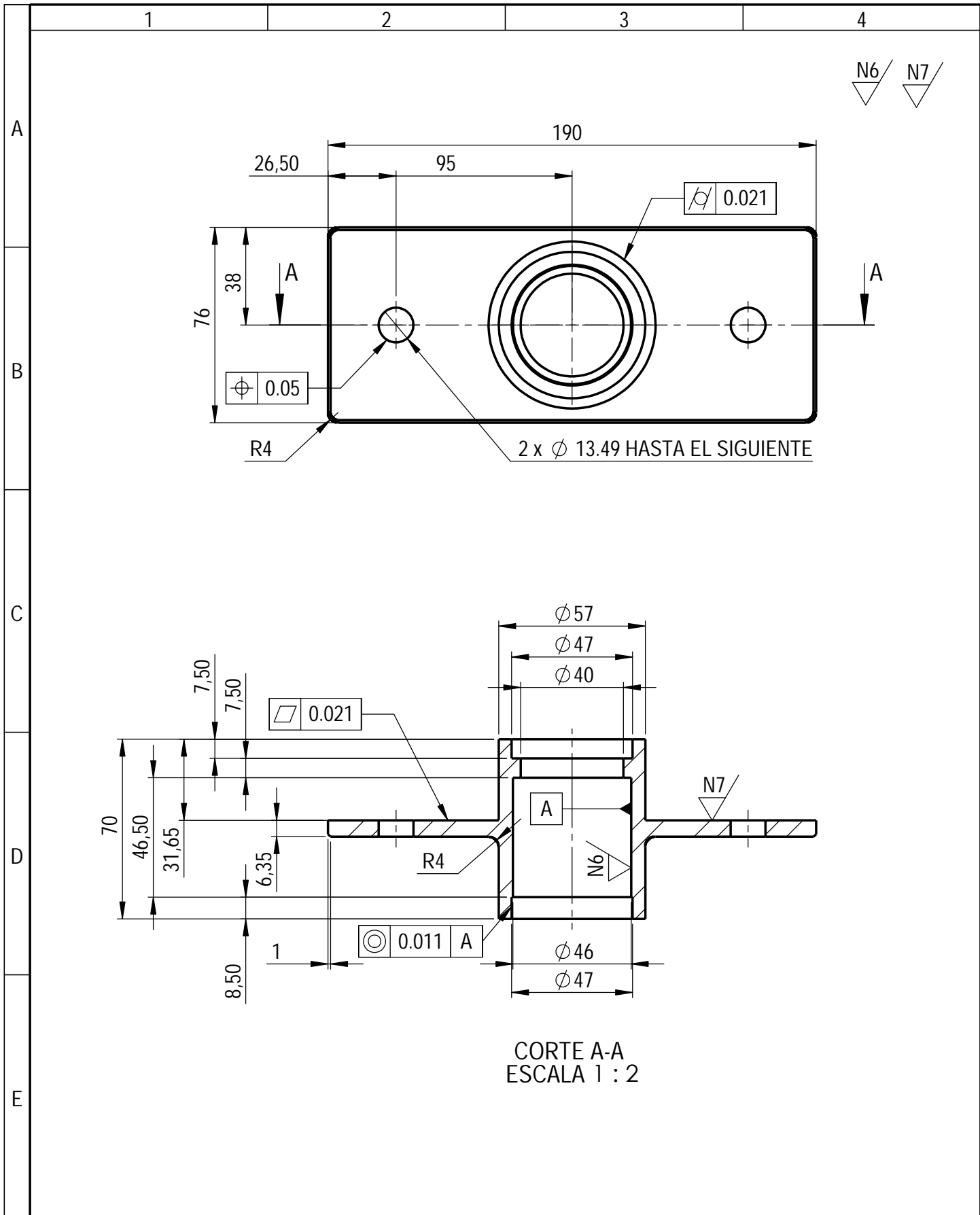
19	Perno M8X12		Ac. al carb.	1		10.30	
18	Arandela 24.5X9X1.5		Ac. al carb.	1		4.83	
17	Chaveta 23X6X6		AISI 1020	1		4.63	
16	Tuerca M20		Ac. al carb.	1		102.26	
15	Rodamiento R16L		Acero aleado	2		98.76	
14	Arandela 43X25.4X3		Ac. al carb.	1		22.41	
13	Cuello de turbina		ASTM A36	1		244.32	
12	Eje de Turbina		AISI 1020	1		728.80	
11	Varilla Guía		ASTM A36	2		158.87	
10	Tuerca hexagonal M5		Ac. al carb.	8		0.88	
9	Perno M5		Ac. al carb.	8		2.80	
8	plantina para base de turbina		ASTM A36	1		836.88	
7	Turbina de 8 álabes		ASTM A36	1		2927.91	
6	cono de la turbina		ASTM A36	1		525.09	
5	Tapa lateral lado de succión		ASTM A36	1		646.16	
4	Carcasa de lámina num. 1		ASTM A36	1		247.92	
3	Carcasa de lámina num. 3		ASTM A36	1		283.42	
2	Carcasa de lámina num. 2		ASTM A36	1		184.38	
1	Tapa lateral lado del motor		ASTM A36	1		886.30	

No. de pieza	Denominación	No. de Norma	Material	No. de ord.	No. del Modelo	Peso	Observaciones				
		Tolerancia	(Peso)	Materiales:							
		±0,1	8.206Kg	Acero aleado							
		Fecha	Nombre	Denominación:							
		Dibujó: 27/04/15	COQUE D.B	DETALLE PIEZAS - TURBINA							
		Revisó: 29/04/15	Ing. Núñez D.					Escala: 1:5			
		Aprobó: 29/04/15	Ing. Núñez D.					Registro			
		U.T.A INGENIERÍA MECÁNICA		Número del dibujo: 02 de 22							
				(Sustitución)							



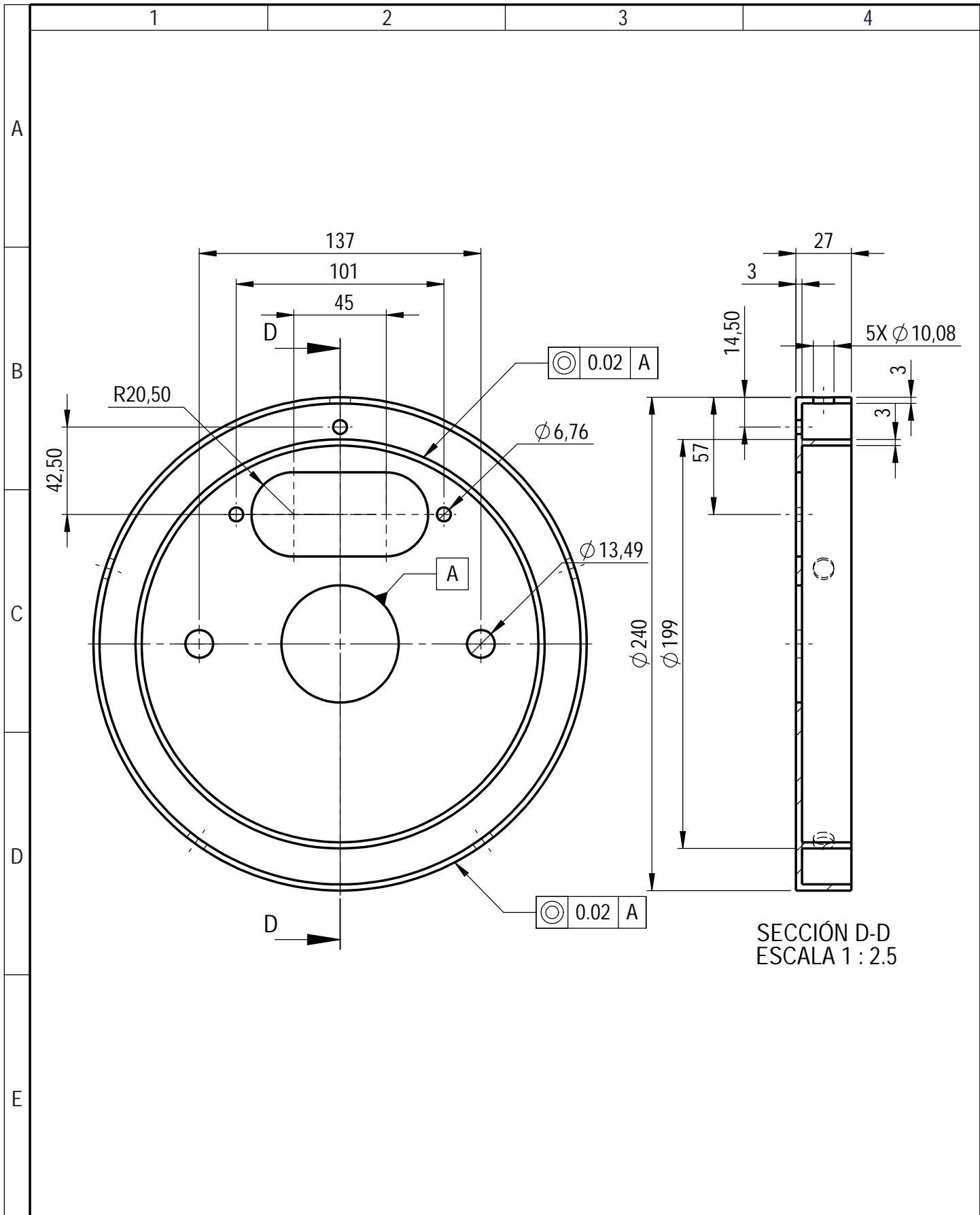
				Tolerancia	(Peso)	Materiales:	
				$\pm 0,1$	2.598 Kg	Acero Inox AISI 304	
				Fecha	Nombre	Título:	
				Dibujó: 27/04/15	COQUE D.B	<b>EJE PRINCIPAL</b>	
				Revisó: 29/04/15	Ing. Núñez D.		
				Aprobó: 29/04/15	Ing. Núñez D.		
				<b>U.T.A INGENIERÍA MECÁNICA</b>		Número de hoja:	03 de 22
Edic.	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)	
						Escala: <b>2:1</b>	





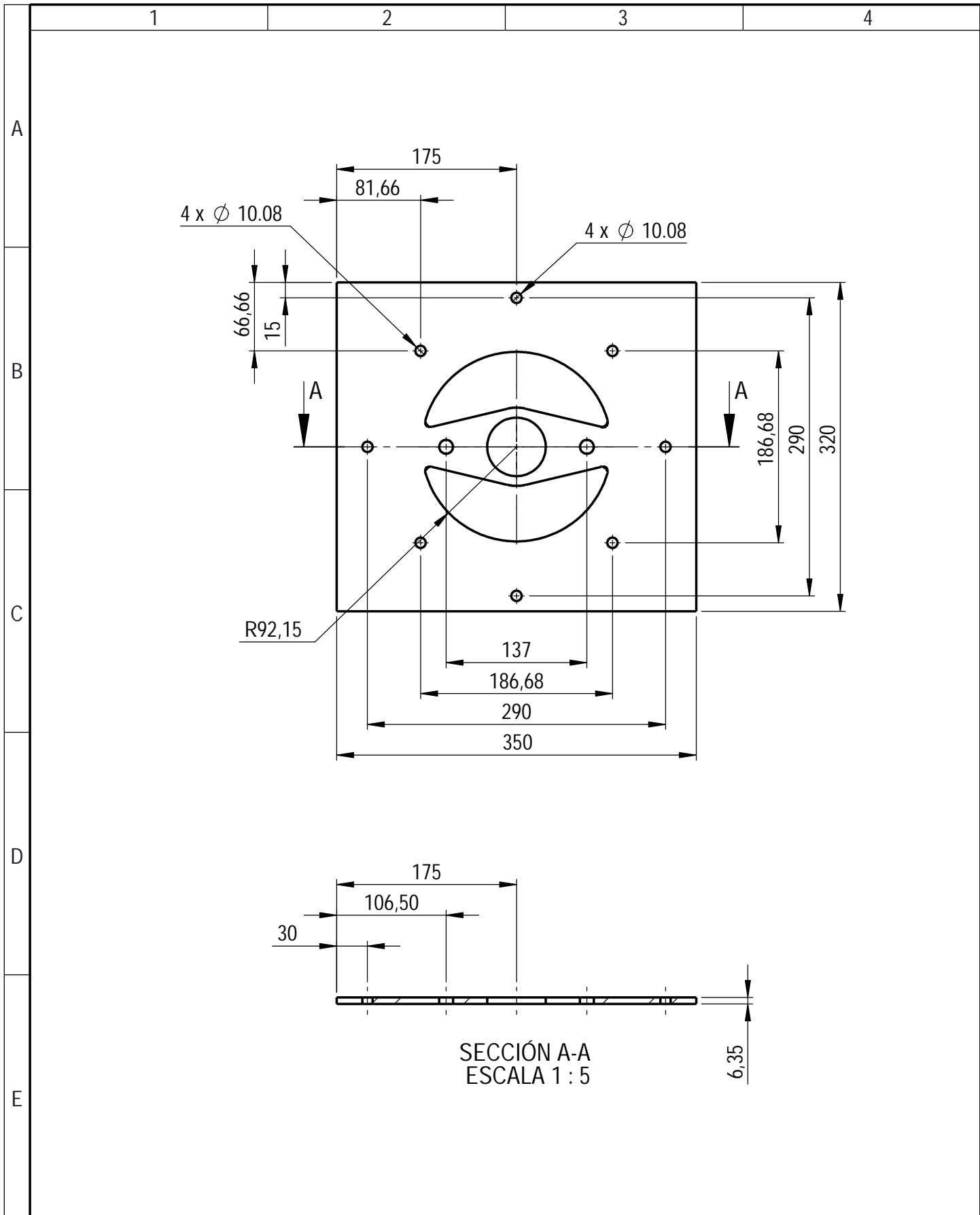
CORTE A-A  
ESCALA 1 : 2

				Tolerancia	(Peso)	Materiales:	
				±0,1	1.104 Kg	Acero Inox AISI 304	
				Fecha	Nombre	Título:	
				Dibujó: 27/04/15	COQUE D.B	BASE - RODAMIENTOS	
				Revisó: 29/04/15	Ing. Núñez D.		
				Aprobó: 29/04/15	Ing. Núñez D.		
				U.T.A INGENIERÍA MECÁNICA		Número de hoja:	05 de 22
Edic.	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)	
						Escala: 1:2	

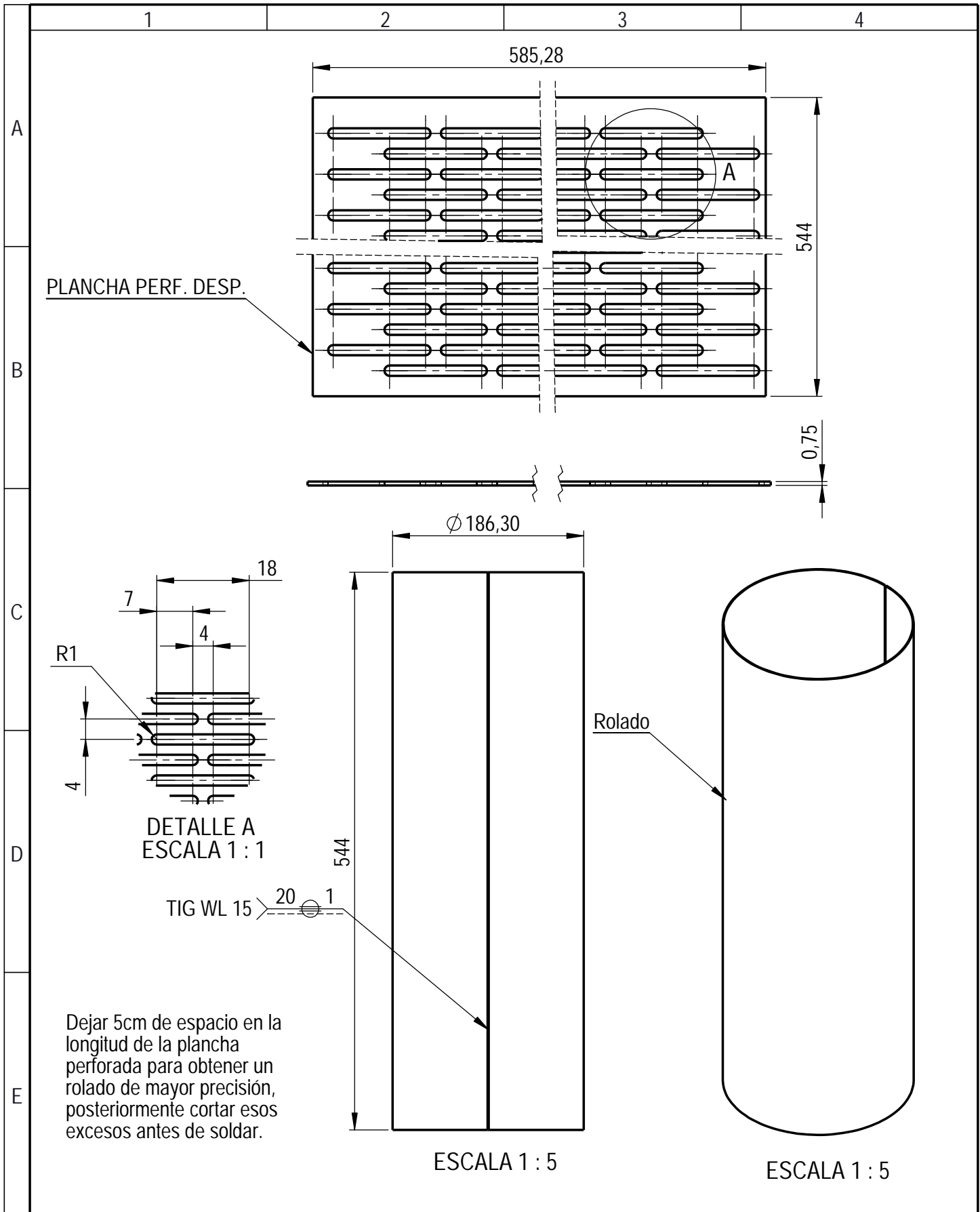


SECCIÓN D-D  
ESCALA 1 : 2.5

				Tolerancia	(Peso)	Materiales:	
				±0,1	1.713 Kg	Acero Inox AISI 304	
				Fecha	Nombre	Título:	
				Dibujó: 27/04/15	COQUE D.B	<b>TAPA SUPERIOR</b>	
				Revisó: 29/04/15	Ing. Núñez D.		
				Aprobó: 29/04/15	Ing. Núñez D.		
				<b>U.T.A INGENIERÍA MECÁNICA</b>		Número de hoja:	06 de 22
Edic.	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)	
						Escala: <b>1:2.5</b>	

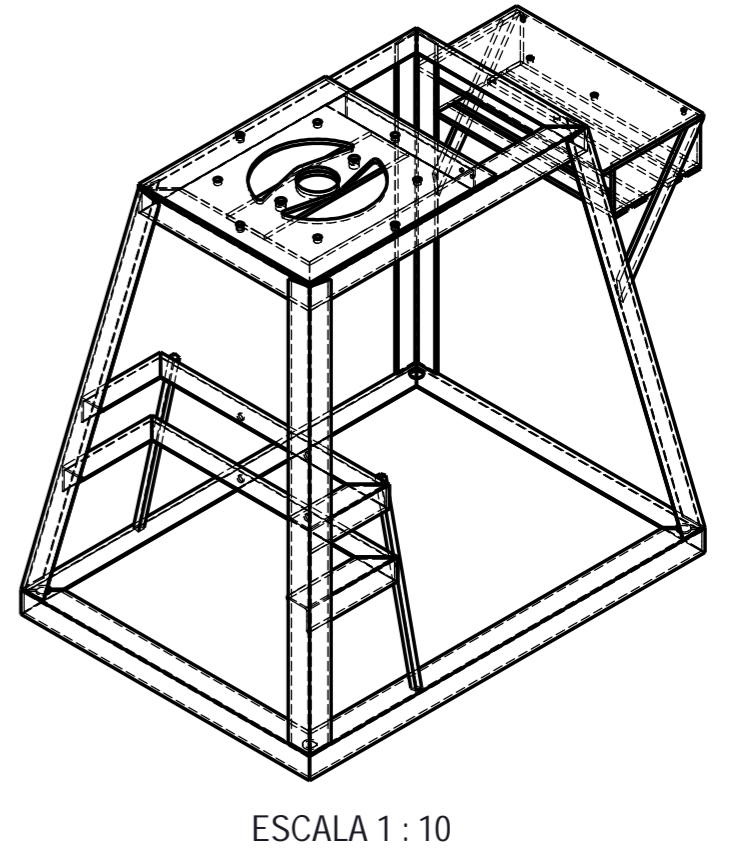
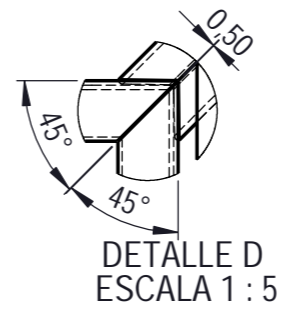
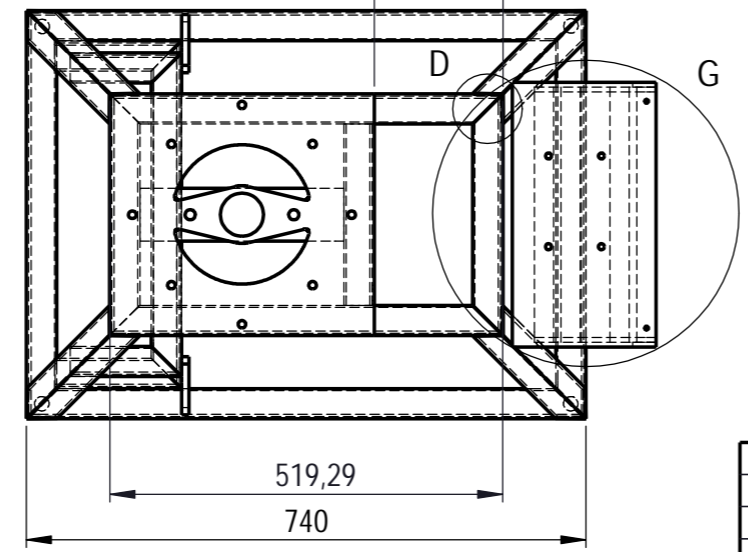
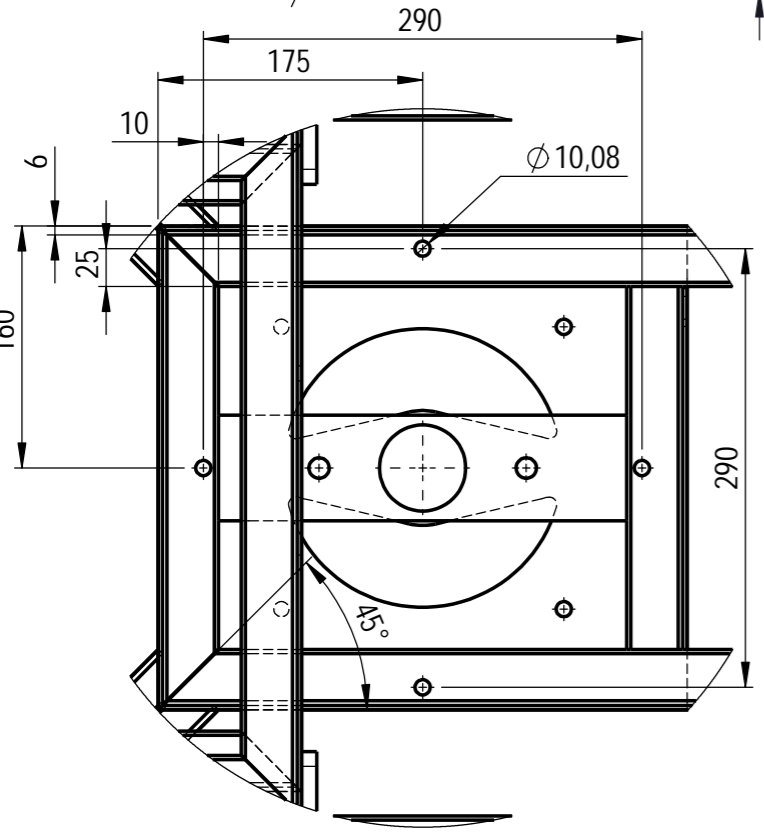
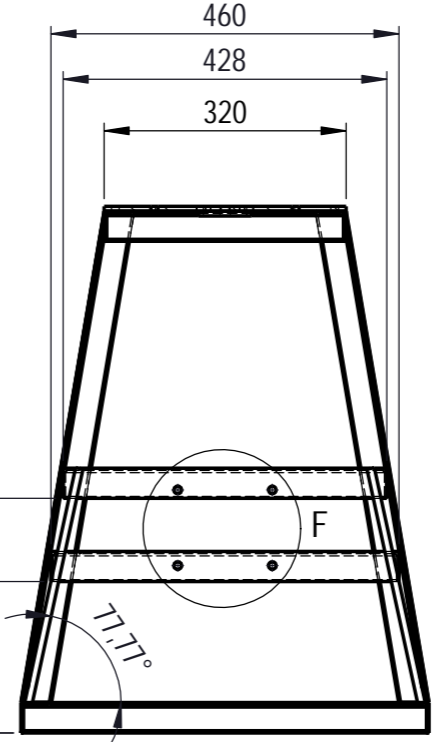
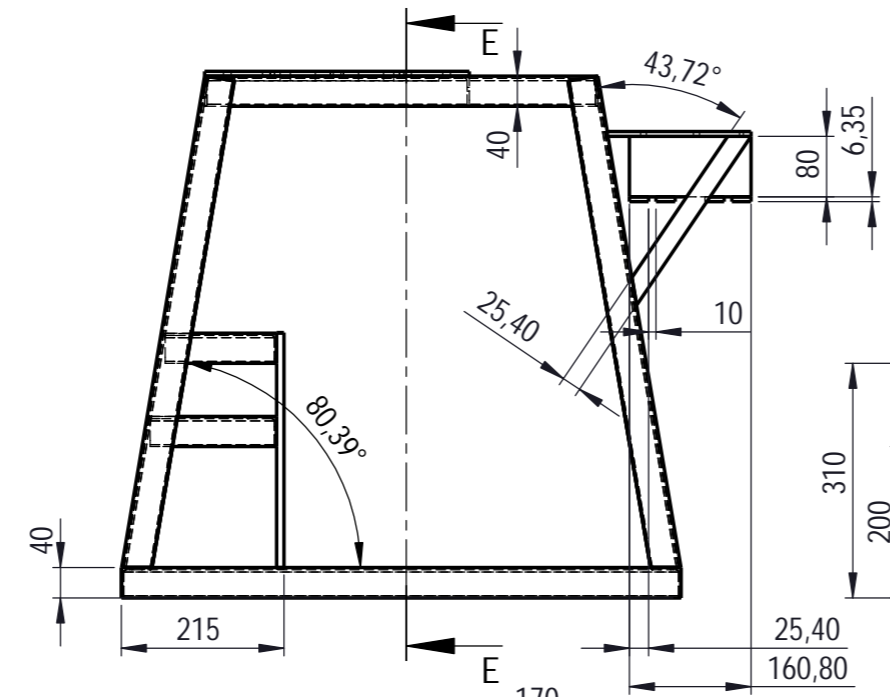
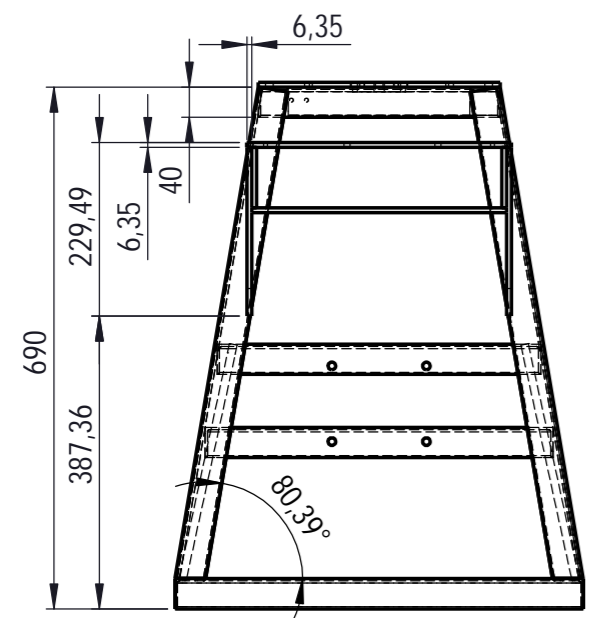
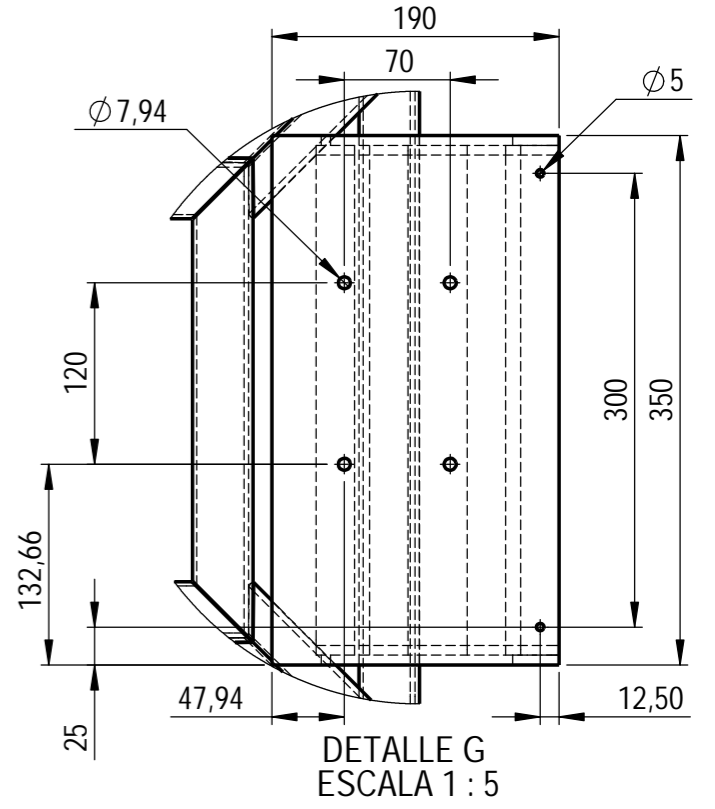
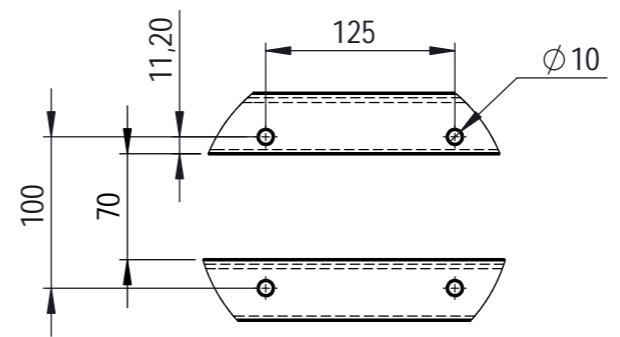
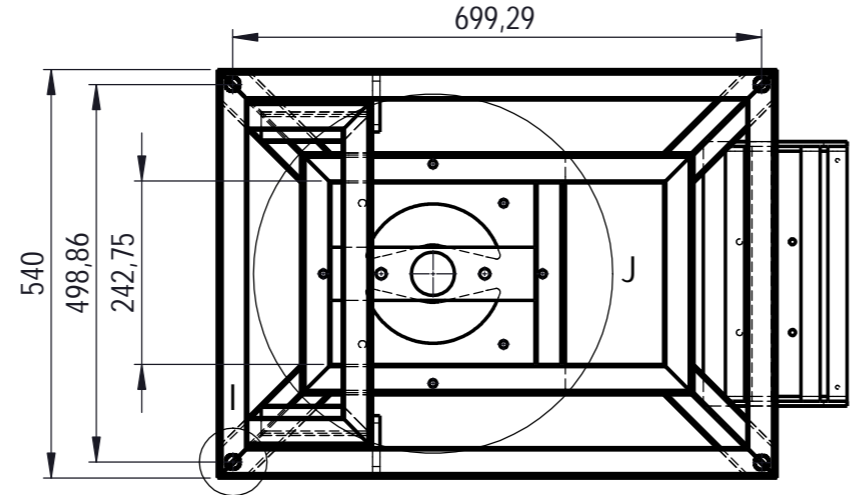
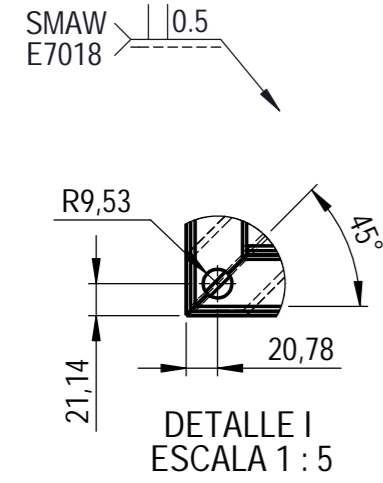
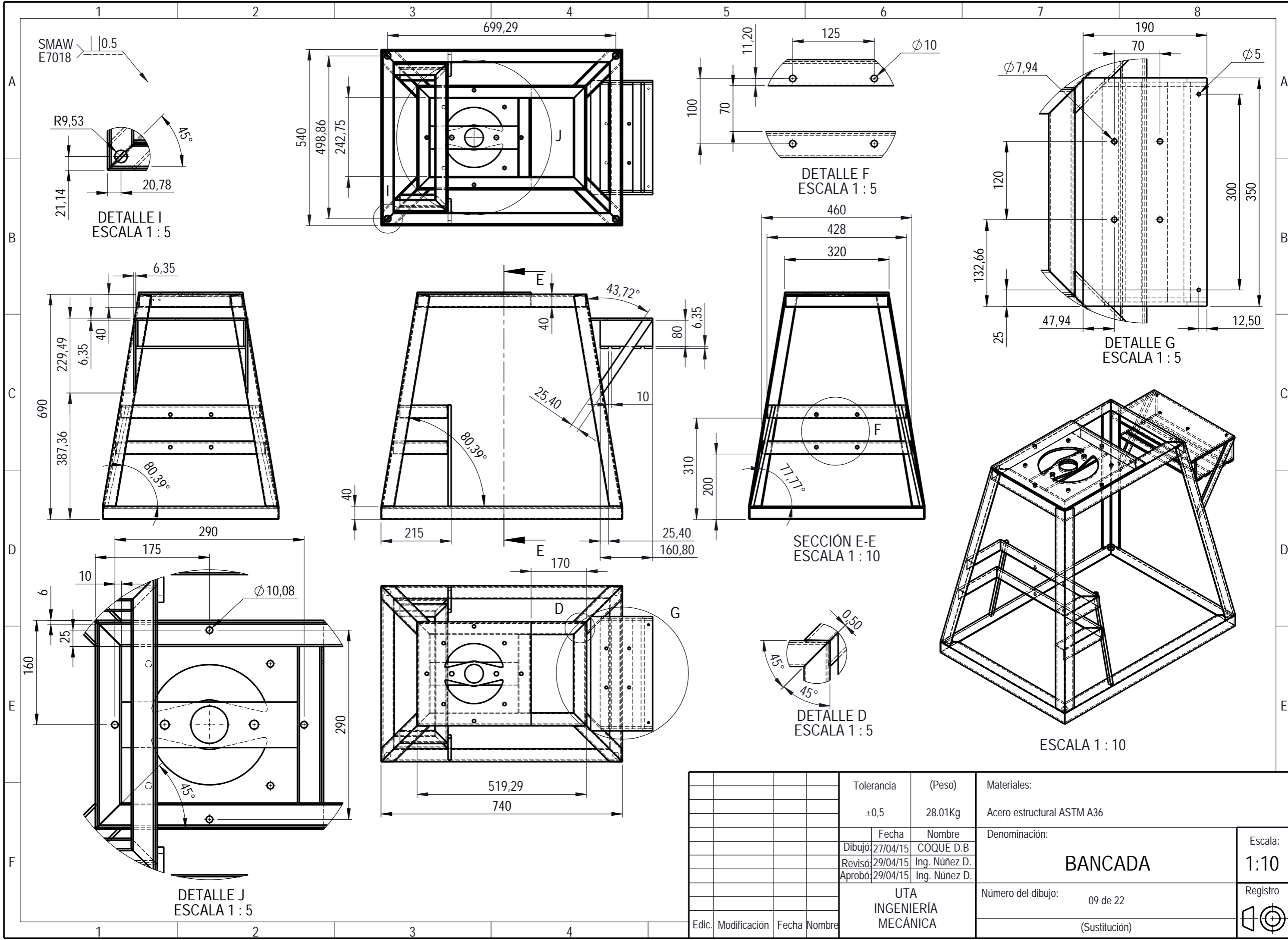


				Tolerancia	(Peso)	Materiales:	
				±0,1	4.684 Kg	Acero Inox AISI 304	
				Fecha	Nombre	Título:	Escala:
				Dibujó: 27/04/15	COQUE D.B	<b>PLACA BASE INFERIOR</b>	1:5
				Revisó: 29/04/15	Ing. Núñez D.		
				Aprobó: 29/04/15	Ing. Núñez D.		
				<b>U.T.A INGENIERÍA MECÁNICA</b>		Número de hoja:	07 de 22
Edic.	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)	

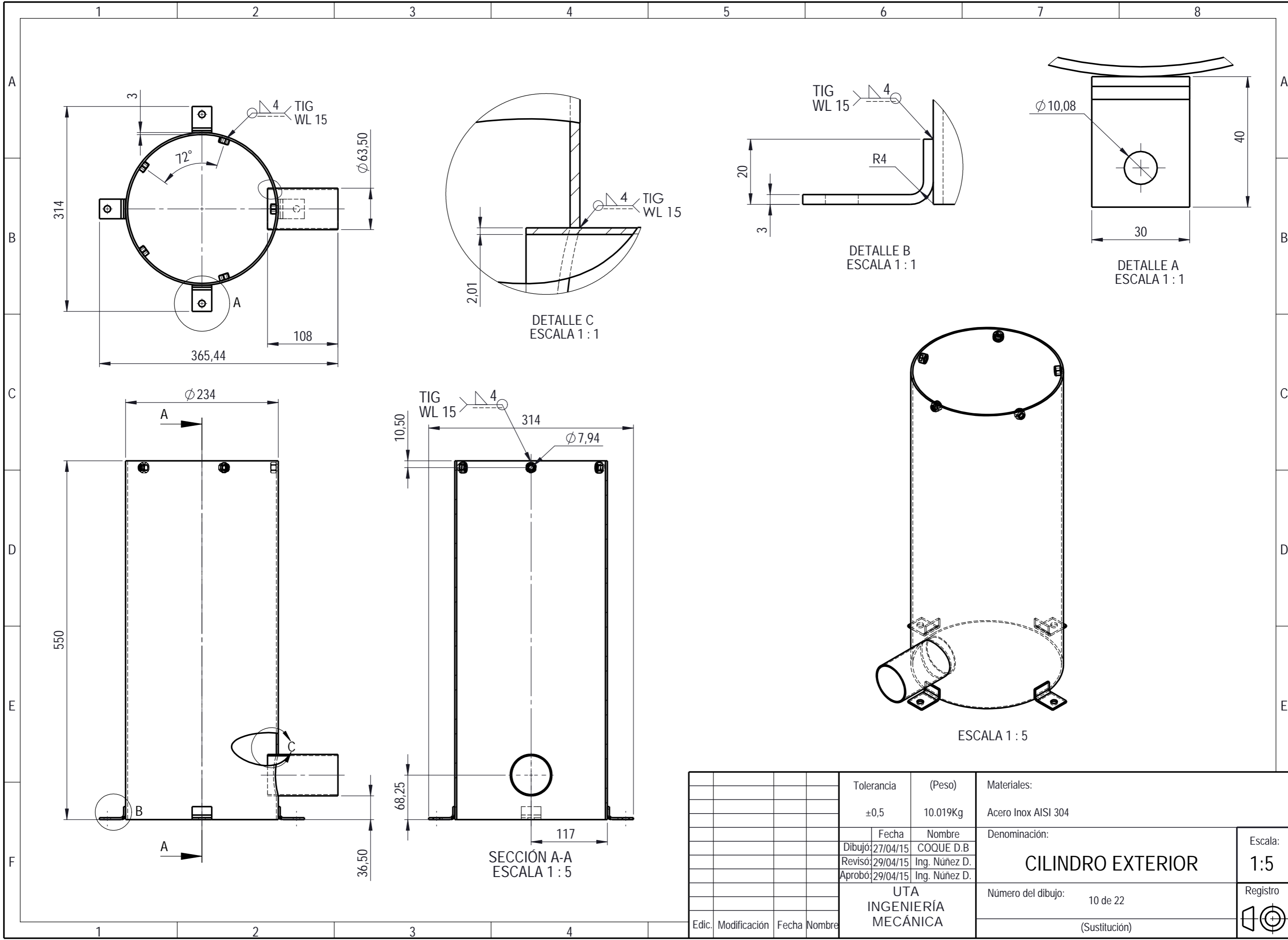


				Tolerancia	(Peso)	Materiales:	
				±0,1	2.788 Kg	Acero Inox AISI 304	
				Fecha	Nombre	Título:	
				Dibujó: 27/04/15	COQUE D.B	TAMÍZ	
				Revisó: 29/04/15	Ing. Núñez D.		
				Aprobó: 29/04/15	Ing. Núñez D.		
				U.T.A INGENIERÍA MECÁNICA		Número de hoja:	Escala: 1:1
						08 de 22	
Edic.	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)	

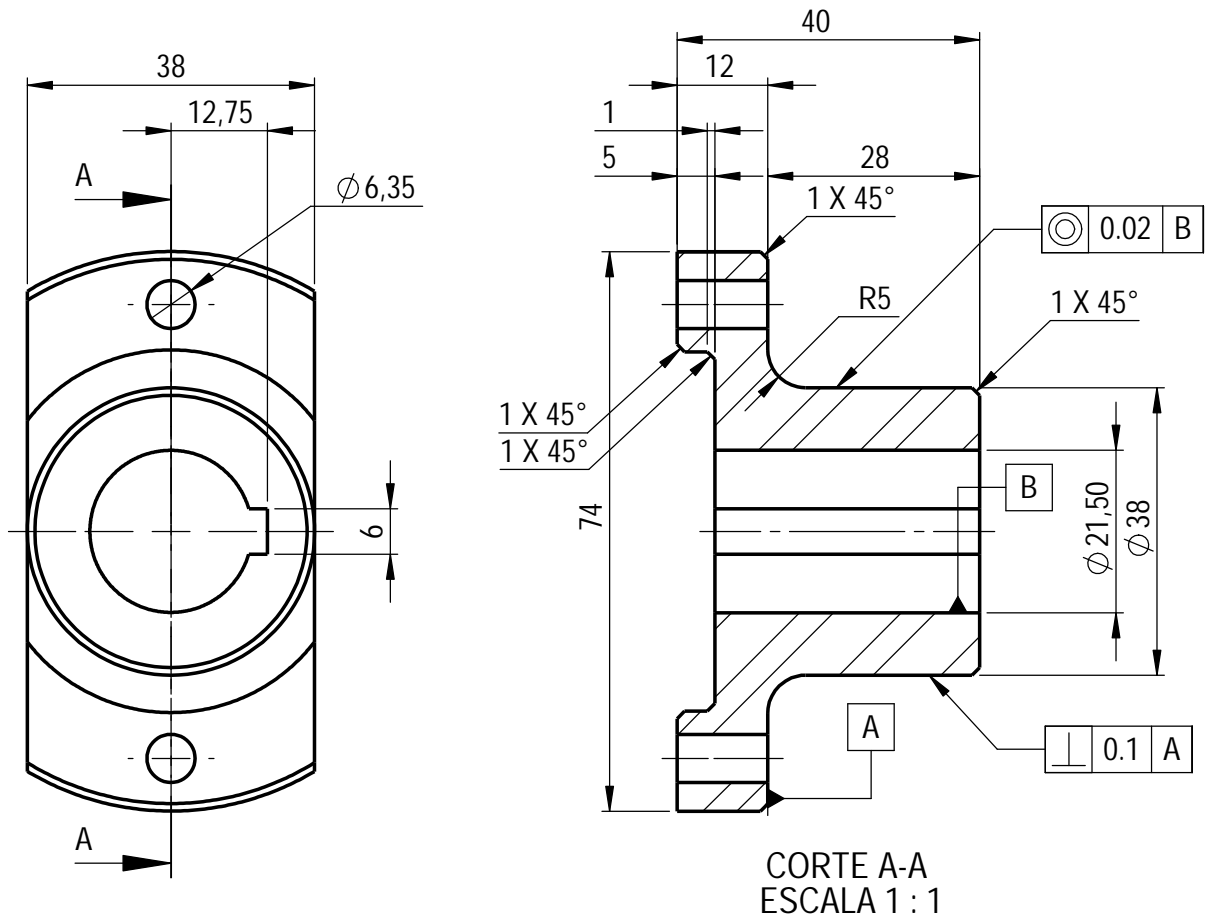




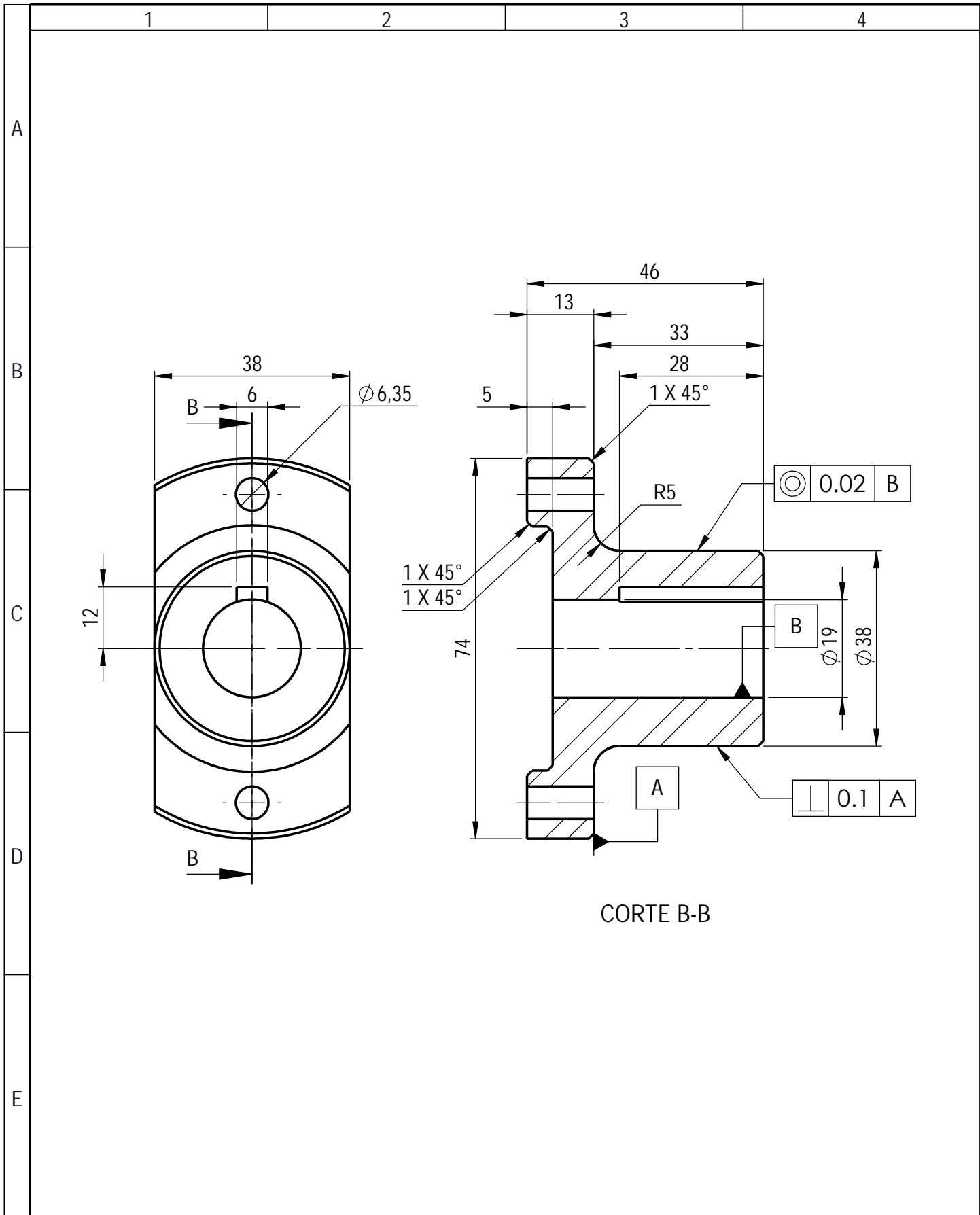
		Tolerancia	(Peso)	Materiales:	
		±0,5	28.01Kg	Acero estructural ASTM A36	
		Fecha	Nombre	Denominación:	
		Dibujó: 27/04/15	COQUE D.B	<b>BANCADA</b>	
		Revisó: 29/04/15	Ing. Núñez D.		
		Aprobó: 29/04/15	Ing. Núñez D.		
		UTA INGENIERÍA MECÁNICA		Número del dibujo:	09 de 22
Edic.	Modificación	Fecha	Nombre	(Sustitución)	
				Escala: <b>1:10</b>	
				Registro 	



				Tolerancia	(Peso)	Materiales:	
				±0,5	10.019Kg	Acero Inox AISI 304	
						Denominación:	Escala:
				Fecha	Nombre	<b>CILINDRO EXTERIOR</b>	1:5
				Dibujó: 27/04/15	COQUE D.B		
				Revisó: 29/04/15	Ing. Núñez D.		
				Aprobó: 29/04/15	Ing. Núñez D.	Número del dibujo:	Registro
						10 de 22	
						(Sustitución)	
Edic.	Modificación	Fecha	Nombre	UTA INGENIERÍA MECÁNICA			

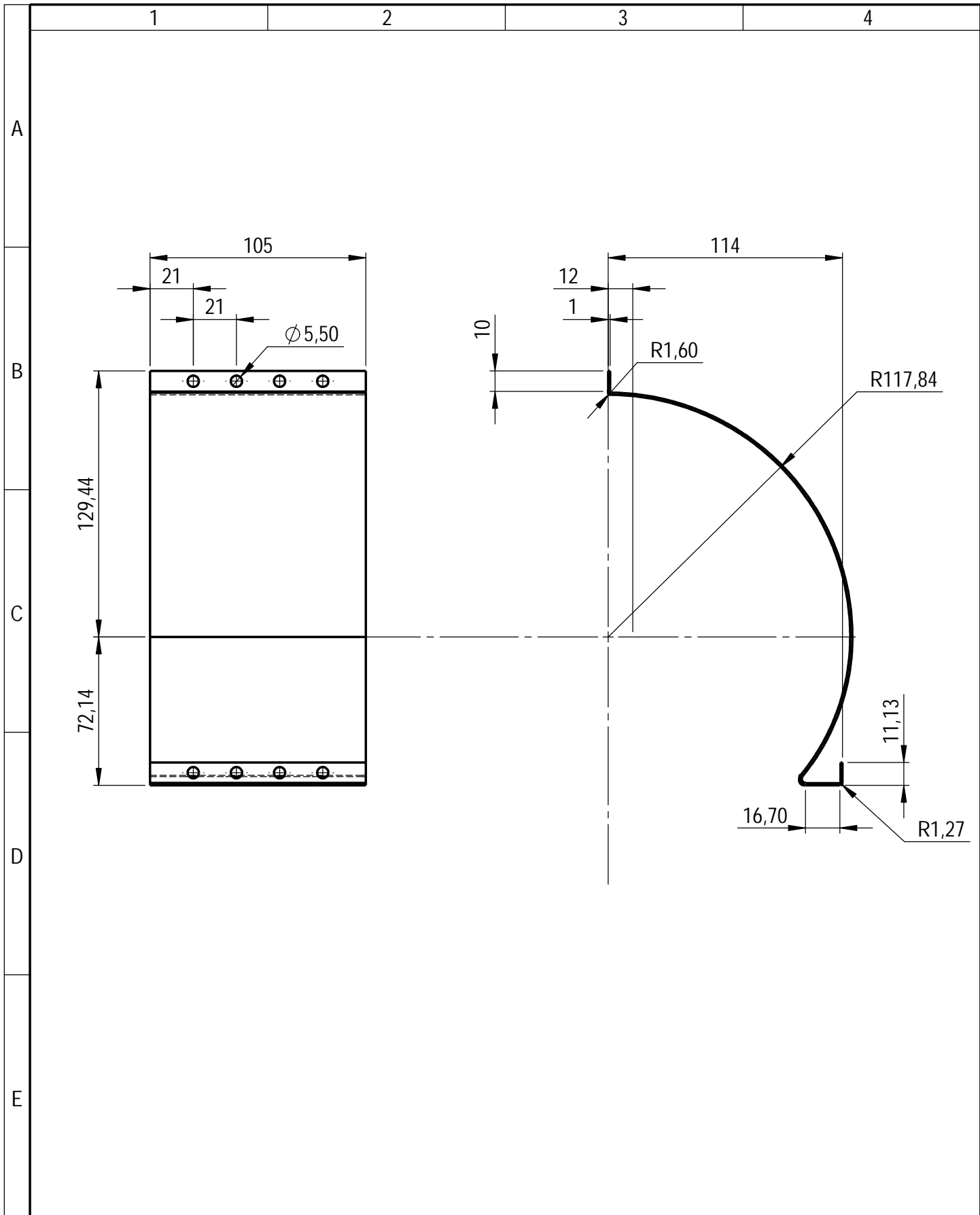


				Tolerancia	(Peso)	Materiales:	
				±0,1	0.327 Kg	Acero de transmisión AISI 1020	
				Fecha	Nombre	Título:	
				Dibujó: 27/04/15	COQUE D.B	<b>PIEZA 1 DE ACOPLE</b>	
				Revisó: 29/04/15	Ing. Núñez D.		
				Aprobó: 29/04/15	Ing. Núñez D.		
				<b>U.T.A INGENIERÍA MECÁNICA</b>		Número de hoja:	11 de 22
Edic.	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)	
							Escala: <b>1:1</b>

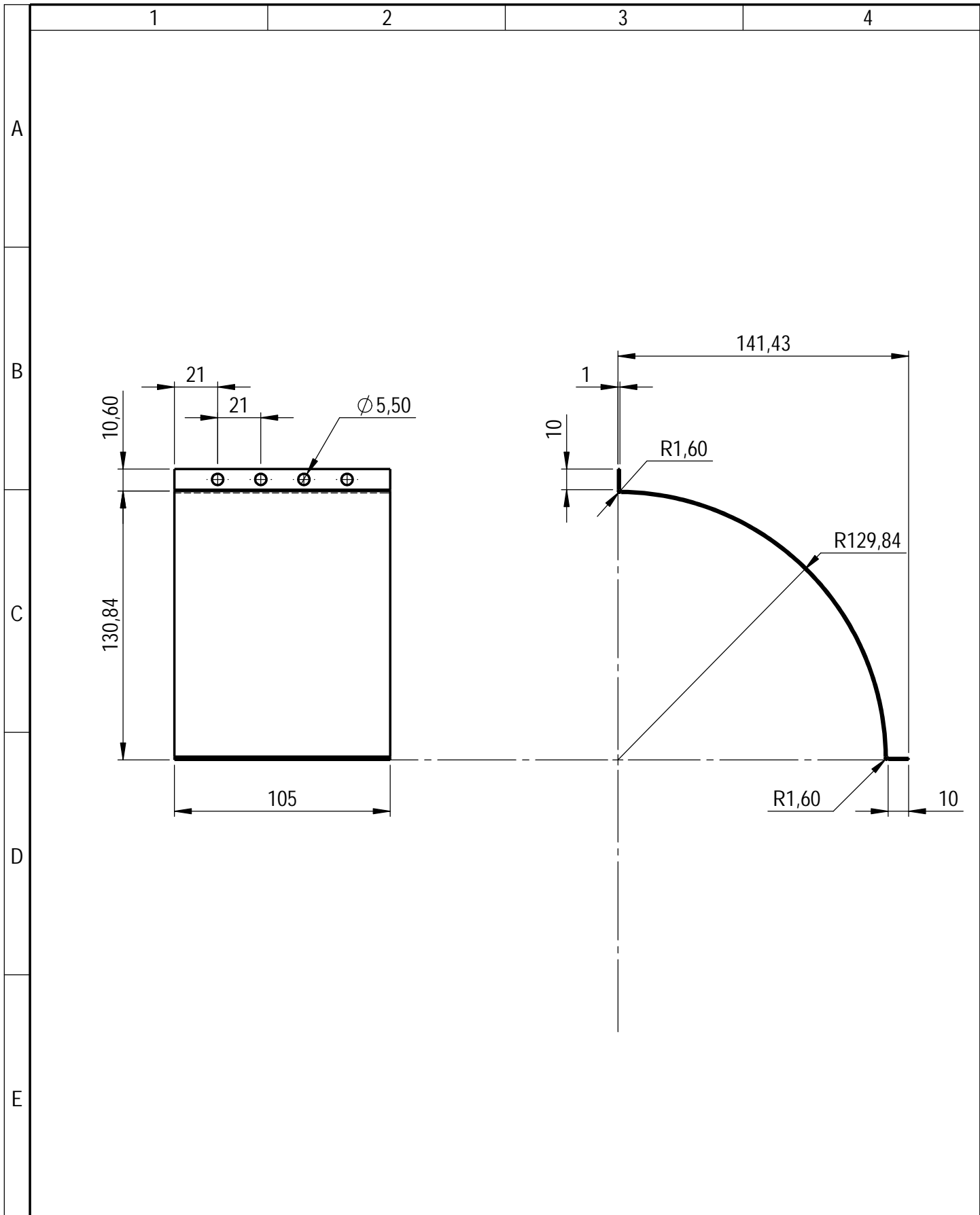


CORTE B-B

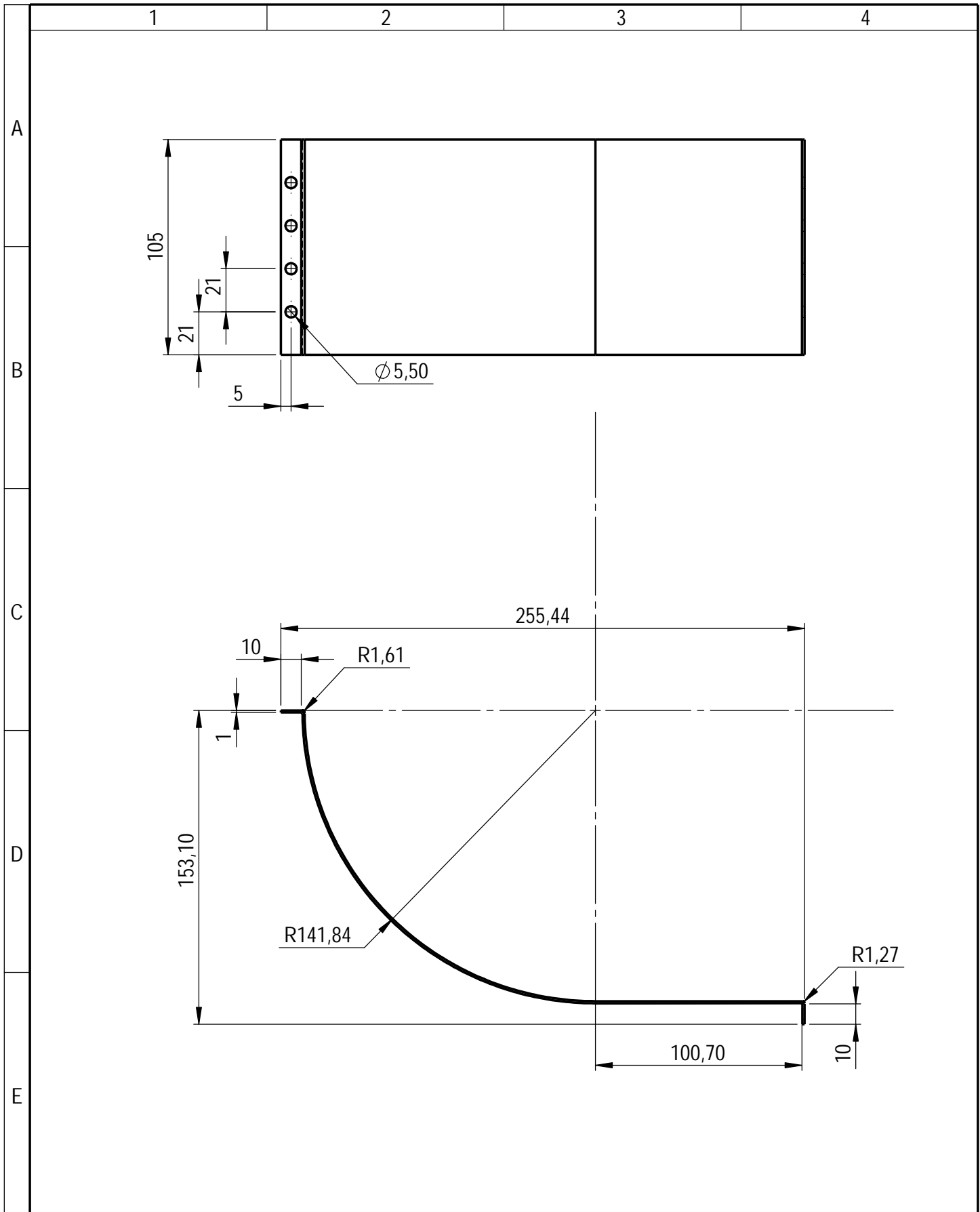
				Tolerancia	(Peso)	Materiales:	
				±0,1	0.401 Kg	Acero de transmisión AISI 1020	
				Fecha	Nombre	Título:	
				Dibujó: 27/04/15	COQUE D.B	<b>PIEZA 2 DEL ACOPLA</b>	
				Revisó: 29/04/15	Ing. Núñez D.		
				Aprobó: 29/04/15	Ing. Núñez D.		
				<b>U.T.A INGENIERÍA MECÁNICA</b>		Número de hoja:	Escala:
Edic.	Modificación	Fecha	Nombre			12 de 22	1:1
						(Sustitución)	

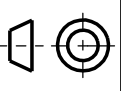


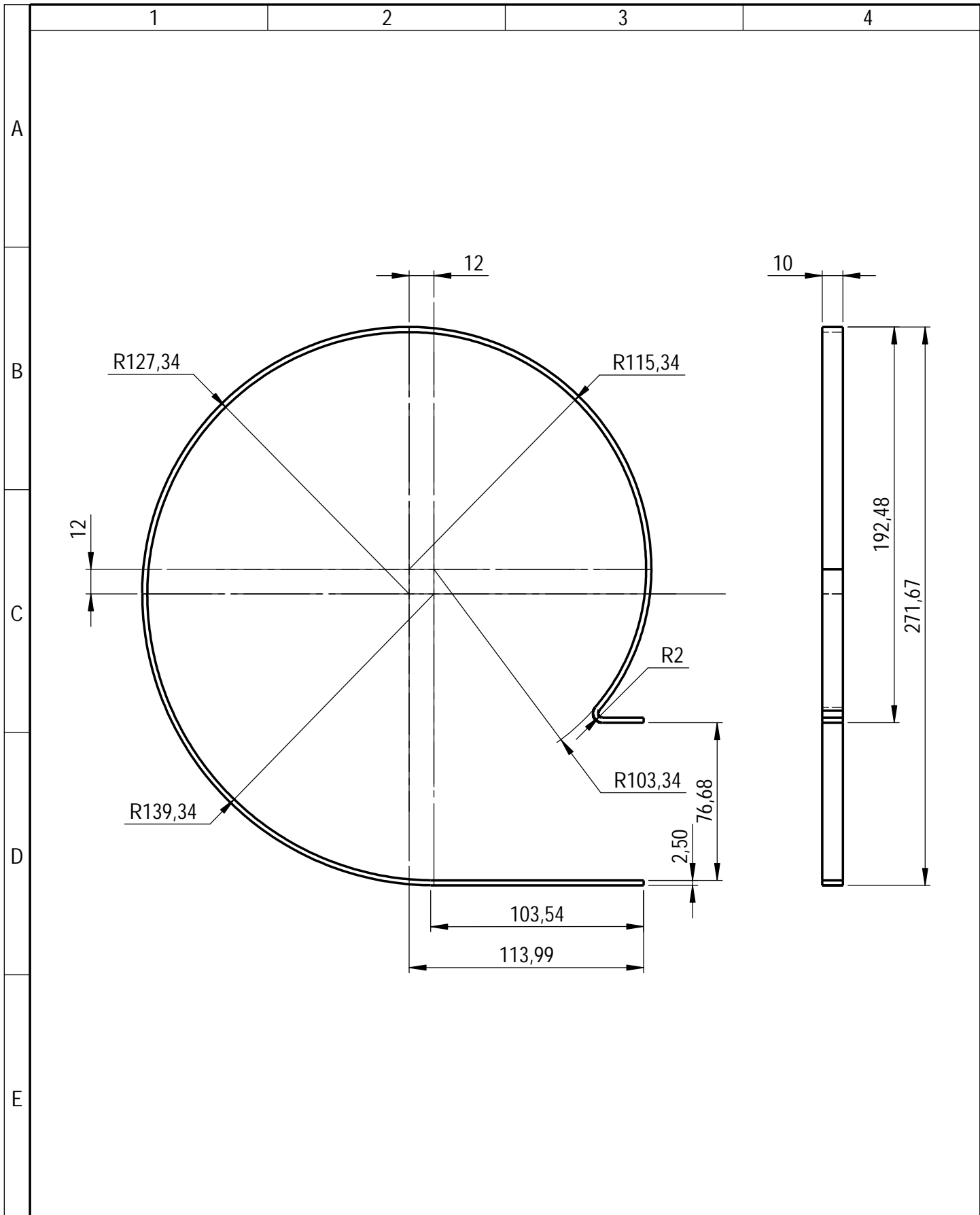
				Tolerancia	(Peso)	Materiales:	
				$\pm 0,1$	0.248 Kg	ASTM A36	
				Fecha	Nombre	Título:	
				Dibujó: 27/04/15	COQUE D.B	<b>CARCAZA DE LÁMINA N°1</b>	
				Revisó: 29/04/15	Ing. Núñez D.		
				Aprobó: 29/04/15	Ing. Núñez D.		
				<b>U.T.A INGENIERÍA MECÁNICA</b>		Número de hoja: 13 de 22	
Edic.	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)	
						Escala: 1:2.5	



				Tolerancia	(Peso)	Materiales:	
				±0,1	0.184 Kg	ASTM A36	
				Fecha	Nombre	Título:	
				Dibujó: 27/04/15	COQUE D.B	CARCAZA DE LÁMINA N°2	
				Revisó: 29/04/15	Ing. Núñez D.		
				Aprobó: 29/04/15	Ing. Núñez D.		
				U.T.A INGENIERÍA MECÁNICA		Número de hoja: 14 de 22	
Edic.	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)	
						Escala: 1:2.5	

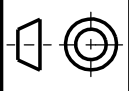


				Tolerancia	(Peso)	Materiales:		
				$\pm 0,1$	0.283 Kg	ASTM A36		
					Fecha	Nombre	Título:	
				Dibujó:	27/04/15	COQUE D.B	<b>CARCAZA DE LÁMINA N°3</b>	
				Revisó:	29/04/15	Ing. Núñez D.		
				Aprobó:	29/04/15	Ing. Núñez D.		
				<b>U.T.A INGENIERÍA MECÁNICA</b>			Número de hoja:	15 de 22
Edic.	Modificación	Fecha	Nombre					
							Escala: <b>1:2.5</b> 	

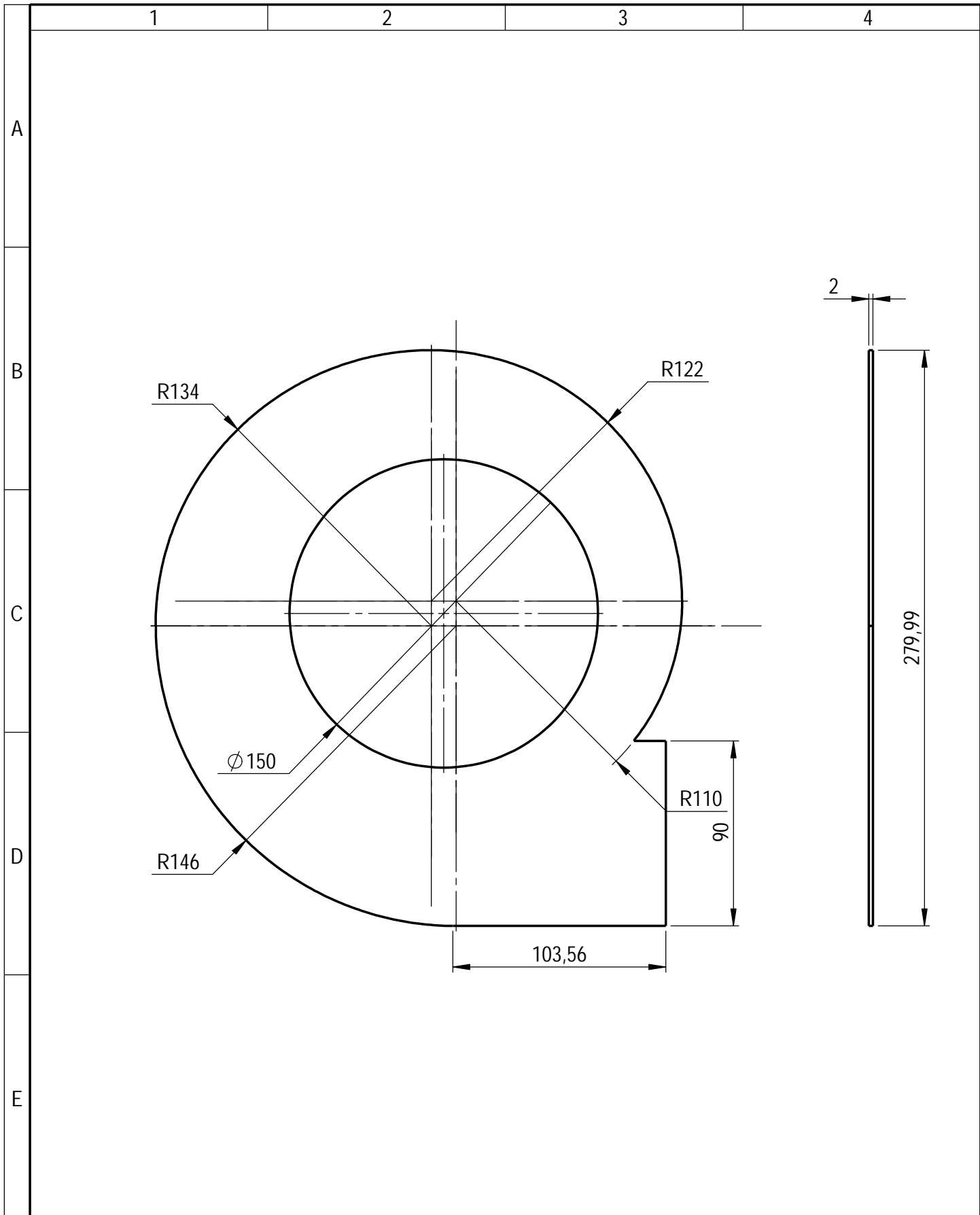


				Tolerancia	(Peso)	Materiales:		
				±0,1	0.158 Kg	ASTM A36		
				Fecha	Nombre	Título:		
				Dibujó: 27/04/15	COQUE D.B	<b>VARILLA GUÍA</b>		
				Revisó: 29/04/15	Ing. Núñez D.			
				Aprobó: 29/04/15	Ing. Núñez D.			
				<b>U.T.A INGENIERÍA MECÁNICA</b>		Número de hoja:	16 de 22	
Edic.	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)		

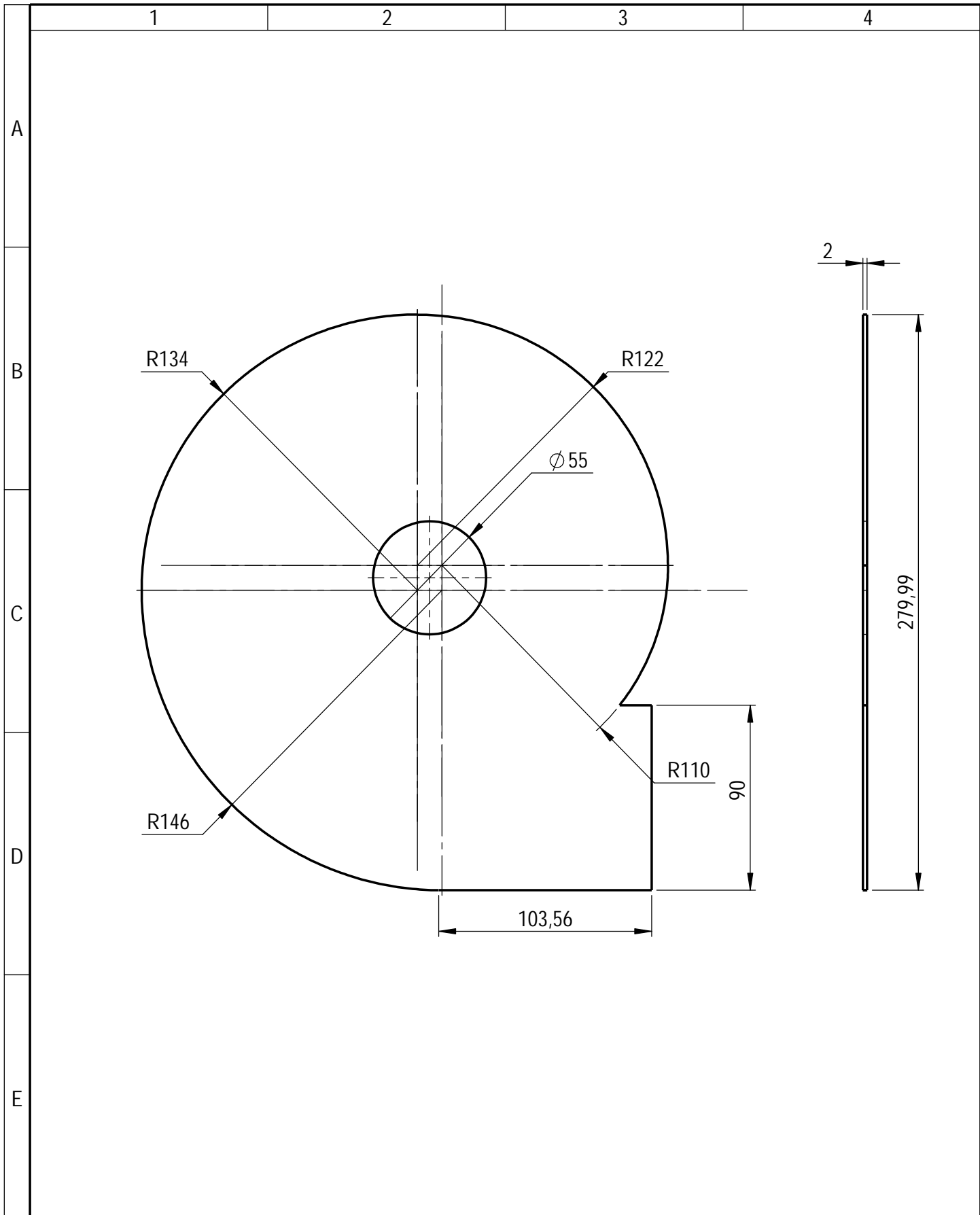
Escala:  
1:2.5







				Tolerancia	(Peso)	Materiales:	
				±0,1	0.646 Kg	ASTM A36	
				Fecha	Nombre	Título:	
				Dibujó: 27/04/15	COQUE D.B	TAPA DEL LADO DE SUCCIÓN	
				Revisó: 29/04/15	Ing. Núñez D.	Escala:	
				Aprobó: 29/04/15	Ing. Núñez D.	1:2.5	
				U.T.A INGENIERÍA MECÁNICA		Número de hoja:	
						17 de 22	
Edic.	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)	



				Tolerancia	(Peso)	Materiales:	
				±0,1	0.886 Kg	ASTM A36	
				Fecha	Nombre	Título:	
				Dibujó: 27/04/15	COQUE D.B	Escala:	
				Revisó: 29/04/15	Ing. Núñez D.	1:2.5	
				Aprobó: 29/04/15	Ing. Núñez D.	Número de hoja:	
				U.T.A INGENIERÍA MECÁNICA		18 de 22	
Edic.	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)	



1

2

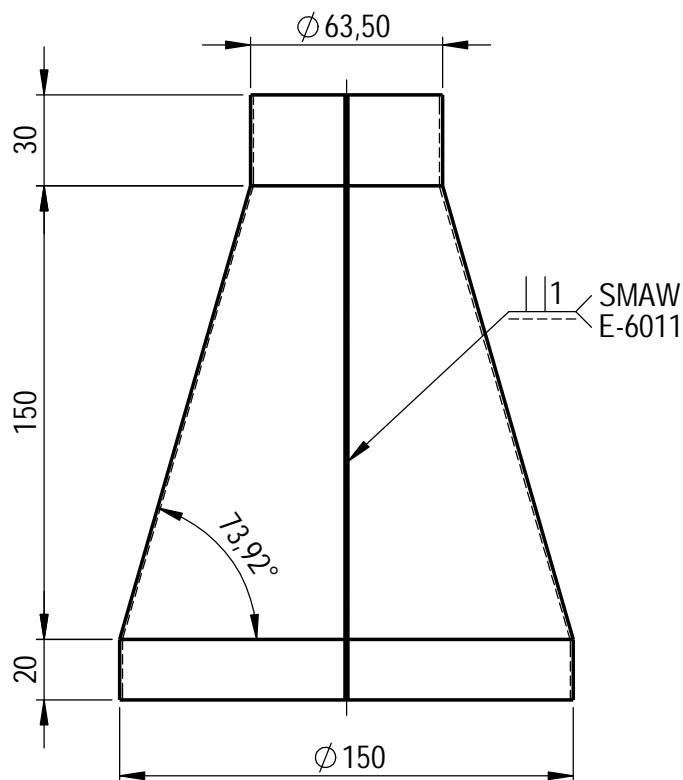
3

4

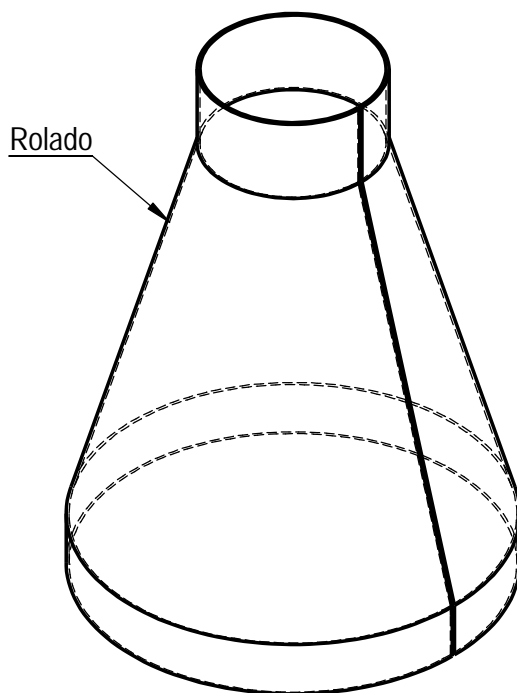
A

Dejar 5cm de espacio en la longitud de la plancha de acero para obtener un rolado de mayor precisión, posteriormente cortar esos excesos antes de soldar.

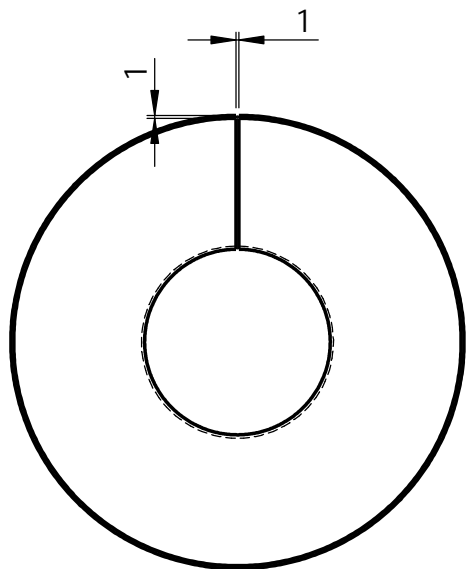
B



C

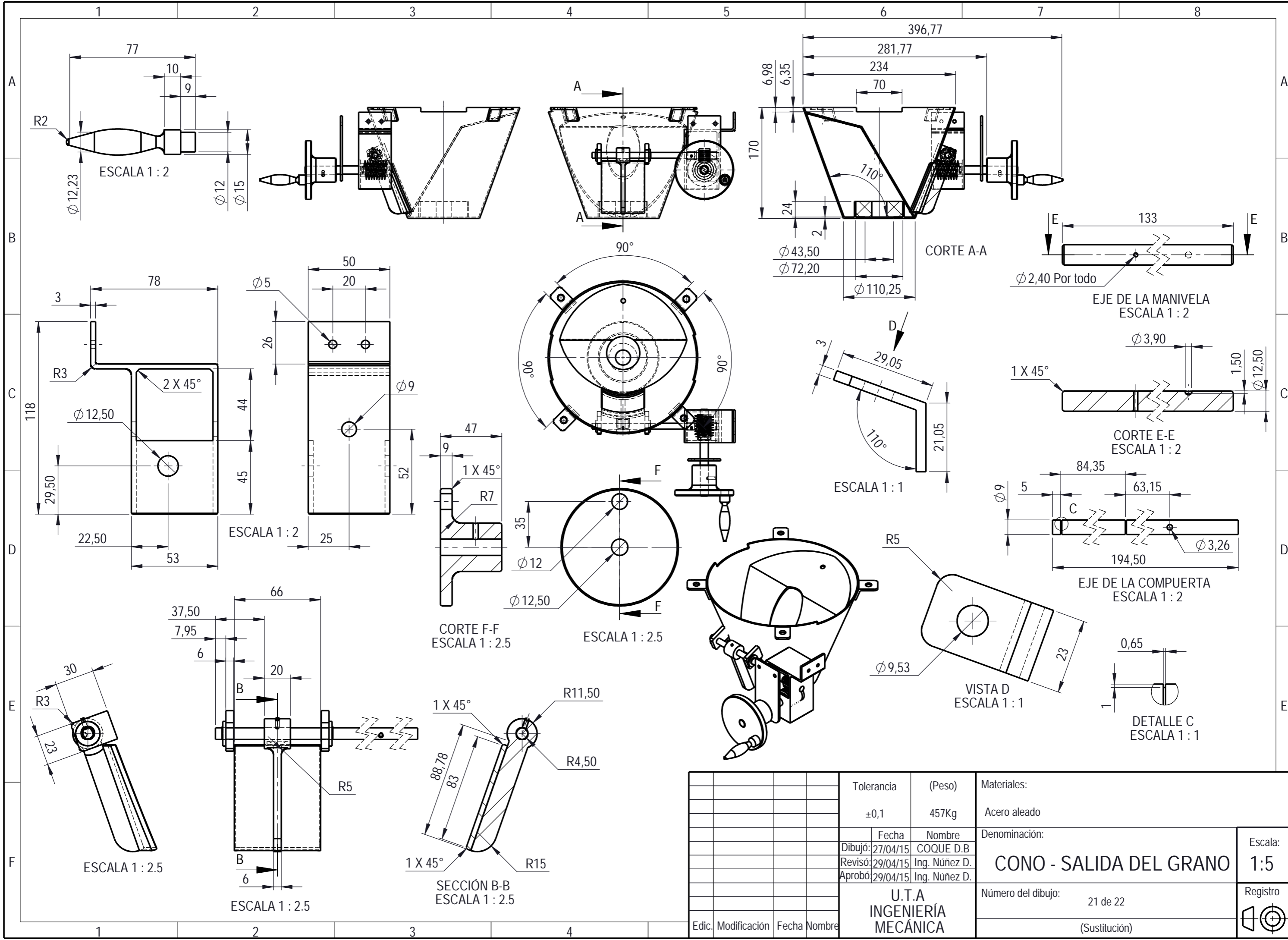


D

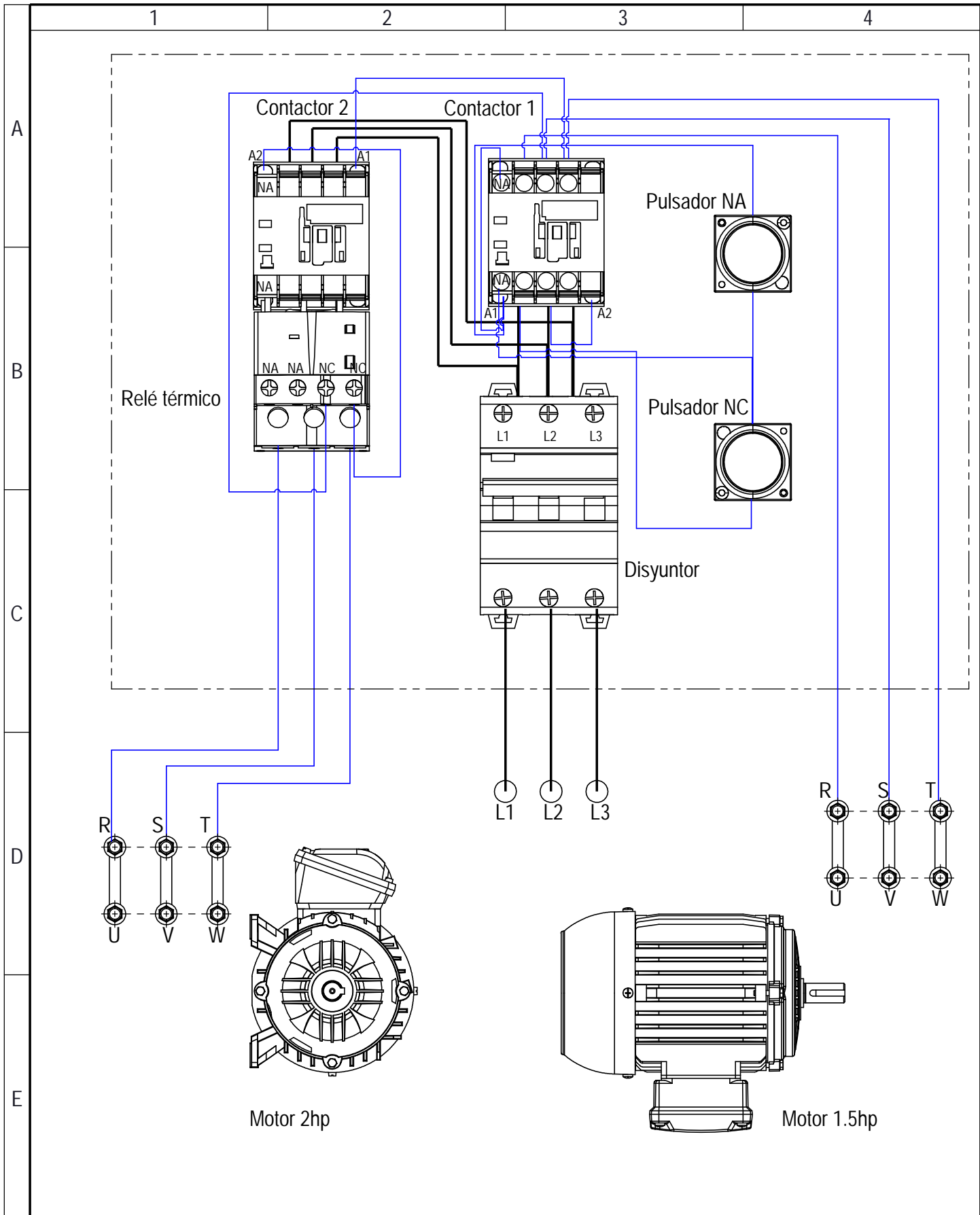


E

				Tolerancia	(Peso)	Materiales:	
				$\pm 0,1$	0.525 Kg	ASTM A36	
				Fecha	Nombre	Título:	
				Dibujó: 27/04/15	COQUE D.B	CONO - LADO DE SUCCIÓN	
				Revisó: 29/04/15	Ing. Núñez D.	Escala:	
				Aprobó: 29/04/15	Ing. Núñez D.	1:2.5	
				U.T.A		Número de hoja:	
				INGENIERÍA		20 de 22	
				MECÁNICA		(Sustitución)	
Edic.	Modificación	Fecha	Nombre				



Tolerancia	(Peso)	Materiales:	Escala:
$\pm 0,1$	457Kg	Acero aleado	
Fecha	Nombre	Denominación:	Registro
Dibujó: 27/04/15	COQUE D.B	CONO - SALIDA DEL GRANO	
Revisó: 29/04/15	Ing. Núñez D.		
Aprobó: 29/04/15	Ing. Núñez D.	Número del dibujo:	21 de 22
Edic.	Modificación	Fecha	Nombre
U.T.A		INGENIERÍA MECÁNICA	
		(Sustitución)	



				Tolerancia	(Peso)	Materiales:	
				-	-	-	
				Fecha	Nombre	Título:	
				Dibujó: 07/08/15	COQUE D.B	<b>MONTAJE SIST. ELÉCTRICO</b>	
				Revisó: 07/08/15	Ing. Guamanquispe J.		
				Aprobó: 07/08/15	Ing. Guamanquispe J.		
				<b>U.T.A INGENIERÍA MECÁNICA</b>		Número de hoja:	22 de 22
Edic.	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)	
Escala:							
S/N							