

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA



CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA

**Proyecto de Investigación previo a la obtención del Título de
Ingeniero Mecánico**

TEMA:

SEMBRADORA SEMIAUTOMÁTICA DE SEMILLAS DE HORTALIZAS
CRUCÍFERAS Y SU INFLUENCIA EN LA PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA
AGROFUTURO.

AUTOR: Milton Javier Nata Telenchana

TUTOR: Ing. Mg. Cristian Pérez

AMBATO – ECUADOR

2016

APROBACIÓN POR EL TUTOR

En calidad de tutor del trabajo de investigación previo a la obtención de Ingeniero Mecánico, con el tema: “SEMBRADORA SEMIAUTOMÁTICA DE SEMILLAS DE HORTALIZAS CRUCÍFERAS Y SU INFLUENCIA EN LA PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA AGROFUTURO”, Elaborado por el señor Milton Javier Nata Telenchana, estudiante de la facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato.

Certifico;

Que el presente trabajo de investigación es original de su autor.

Ha sido revisado en cada uno de sus capítulos.

Este se encuentra concluido y puede continuar con el trámite correspondiente.

Ambato, Diciembre del 2015

.....

Ing. Cristian Pérez

AUTORIA DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Yo Milton Javier Nata Telenchana afirmo que el contenido del presente trabajo de investigación, así como sus ideas, opiniones, resultados y análisis son exclusivos de su autor excepto las citas bibliográficas.

Ambato, Diciembre del 2015

.....

Milton Javier Nata Telenchana

C.I.1804563649

CERTIFICACIÓN

Certifico que el siguiente trabajo de investigación fue realizado y desarrollado por el Sr. Milton Javier Nata Telenchana con C.I. 1804563649 en la empresa **AGROFUTURO.**

Ambato, Diciembre del 2015.

.....

Ing. Franklin Nata

Gerente

DEDICATORIA

Este trabajo de investigación va dedicado principalmente a Dios quien supo guiarme y ayudarme en todos los momentos de mi vida ya que de sus manos he llegado hasta este momento el cual considero es el más importante de mi formación profesional.

A mi familia ya que han sido un gran pilar para conseguir cada uno de mis objetivos y por fin llegar a una de mis metas.

Uno de ellos mis padres lo cuales me han apoyado a cada momento de mi vida y me han consagrado su vida para darme la mejor formación tanto educativa, valores principios y sobre todo a ser una persona la cual persevera por conseguir cada uno de sus objetivos.

A mis hermanos Franklin y David por ser ellos los cuales me han apoyado incondicionalmente y oportuno con cada uno de sus consejos, su entusiasmo, su cariño me dieron valor para continuar.

A mi hijo Johan Sebastian por ser mi inspiración para ser una mejor persona y seguir preparándome ya que él es la persona quien da sentido de lucha a mi vida en busca de un mejor futuro a él, mi alegría, mi esperanza, mi vida entera.

AGRADECIMIENTO

Por haberme abierto las puertas para continuar persiguiendo mis metas agradezco infinitamente a la Universidad Técnica de Ambato, a mi facultad de Ingeniería Civil y Mecánica y por ende a los docentes que forman parte de ella ya que mediante su impartición de conocimientos y sabiduría día a día se ha logrado llegar a este momento importante.

También de manera muy especial a mi tutor Ing. Christian Pérez por haberme brindado la oportunidad de contar con sus conocimientos y experiencia para poder desarrollar mi proyecto de investigación, así como su paciencia en el transcurso de este tiempo.

De manera especial agradezco a la empresa AGROFUTURO por permitirme desarrollar este trabajo de investigación el cual aspiro sea beneficioso y mejore su desempeño dentro de su área.

A mi familia por su comprensión, paciencia y su apoyo incondicional que se me brindo; pero sobre todo por creer en mi capacidad y por motivarme a ser una mejor persona mediante mi desarrollo profesional.

Y finalmente son muchas las personas que de una u otra manera colaboraron con el desarrollo de mi trabajo cada comentario, consejo, opinión y apoyo fue de mucha importancia para el logro y la culminación del mismo, además fueron los impulsores en cada momento crítico que he pasado durante todo este tiempo; por todo esto muchas gracias.

INDICE DE CONTENIDOS

APROBACIÓN POR EL TUTOR	II
AUTORIA DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN	III
CERTIFICACIÓN	IV
DEDICATORIA	V
AGRADECIMIENTO	VI
INDICE DE CONTENIDOS	VII
ÍNDICE DE GRAFICOS Y TABLAS.....	XIV
RESUMEN EJECUTIVO	XVII
INTRODUCCION.....	XVIII
CAPÍTULO I.....	1
EL PROBLEMA	1
1.1 TEMA.....	1
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.2.1 CONTEXTUALIZACIÓN.....	1
1.2.2 ANÁLISIS CRÍTICO.....	5
1.2.3 PROGNOSIS	6
1.2.4 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	6
1.2.5 PREGUNTAS DIRECTRICES.....	6
1.2.6 DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA	6
1.2.6.1 DELIMITACIÓN DE CONTENIDOS.....	6
1.2.6.2 DELIMITACIÓN ESPACIAL.....	7
1.2.6.3 DELIMITACIÓN TEMPORAL	7
1.3 JUSTIFICACIÓN	7

1.4	OBJETIVOS.....	8
1.4.1	GENERAL	8
1.4.2	ESPECÍFICOS	8
CAPÍTULO II.....		10
MARCO TEÓRICO		10
2.1	ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS	10
2.1.1	ANTECEDENTES	10
2.2	FUNDAMENTACION FILOSÓFICA.....	14
2.4	FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	15
2.4.1	SISTEMAS AGROINDUSTRIALES.....	15
2.4.1.1	Objetivos de la siembra mecanizada	15
2.4.2	DISEÑO MECÁNICO	17
2.4.2.1	Metodología para el diseño	18
2.4.2.2	Consideraciones básicas para el diseño.....	18
2.4.2.3	Construcción de máquinas	21
2.4.3	SISTEMAS DE MEDICIÓN Y CONTROL.....	21
2.4.3.1	Elementos de control y potencia eléctrica.....	22
2.4.3.2	Potencia Eléctrica.....	24
2.4.4	SIEMBRA SEMIAUTOMÁTICA DE SEMILLAS	27
2.4.4.1	Siembra	27
2.4.4.2	Métodos de siembra	28
2.4.4.3	Sistemas mecánicos para siembra indirecta	31
2.4.5	PLAN DE DESARROLLO AGROINDUSTRIAL.....	36
2.4.6	ORGANIZACIÓN DE PLANTAS INDUSTRIALES	37
2.4.7	PRODUCTIVIDAD	37
2.4.8	PRODUCCIÓN	39
2.5	CATEGORÍAS FUNDAMENTALES	40
2.6	HIPÓTESIS	41
2.7	SEÑALAMIENTO DE LAS VARIABLES	41
2.7.1	Variable independiente	41
2.7.2	Variable dependiente	41
CAPÍTULO III.....		42
METODOLOGÍA		42
3.1	ENFOQUE.....	42

3.2	MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN	42
3.2.1	De campo.....	42
3.2.2	Experimental.....	42
3.2.3	Bibliográfica.....	43
3.3	NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	43
3.3.1	Exploratorio.....	43
3.3.2	Descriptivo	43
3.3.3	Correlacional	44
3.4	POBLACIÓN Y MUESTRA.....	44
3.4.1	Población.....	44
3.4.2	Muestra.....	44
3.5	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	45
3.6	RECOLECCIÓN DE DATOS	47
3.7	PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS	47
3.7.1	PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN RECOGIDA	47
3.7.2	ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	48
	CAPÍTULO IV	49
	ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....	49
4.1	ANÁLISIS DE RESULTADOS	49
4.1.1	SEMBRADORA SEMIAUTOMÁTICA EN BANDEJAS FLOTANTES 50	
4.1.1.1	DEPÓSITO DE SEMILLA.....	50
4.1.1.2	DIMENSIONES FÍSICAS.....	50
4.1.1.3	AVANCE DE BANDEJA.....	50
4.1.1.4	VELOCIDAD DE SIEMBRA	50
4.1.1.5	COSTO.....	50
4.1.2	ALTERNATIVA A: “SEMBRADORA SEMIAUTOMÁTICA DE INYECTORES”	51
4.1.2.1	DEPÓSITO DE SEMILLA.....	51
4.1.2.2	DIMENSIONES FÍSICAS.....	51
4.1.2.3	AVANCE DE BANDEJA.....	51
4.1.2.4	VELOCIDAD DE SIEMBRA	52
4.1.2.5	COSTO.....	52
4.1.3	ALTERNATIVA B: “SEMBRADORA SEMIAUTOMÁTICA DE RODILLO”.....	52
4.1.3.1	DEPÓSITO DE SEMILLA.....	52

4.1.3.2	DIMENSIONES FÍSICAS.....	53
4.1.3.3	AVANCE DE BANDEJA.....	53
4.1.3.4	VELOCIDAD DE SIEMBRA	53
4.1.3.5	COSTO.....	53
4.1.4	ALTERNATIVA C: “SEMBRADORA SEMIAUTOMÁTICA POR PLATOS”	53
4.1.4.1	DEPÓSITO DE SEMILLA.....	54
4.1.4.2	DIMENSIONES FÍSICAS.....	54
4.1.4.3	AVANCE DE BANDEJA.....	54
4.1.4.4	VELOCIDAD DE SIEMBRA	54
4.1.4.5	COSTO.....	54
4.2	MÉTODO PARA LA SELECCIÓN DE LA MEJOR ALTERNATIVA	54
4.2.1	ASIGNACIÓN DE JERARQUÍA.....	55
4.2.1.1	DEPÓSITO DE SEMILLA.....	55
4.2.1.2	DIMENSIONES FÍSICAS.....	55
4.2.1.3	AVANCE DE BANDEJA.....	55
4.2.1.4	VELOCIDAD DE SIEMBRA	56
4.2.1.5	COSTO.....	56
4.2.2	APLICACIÓN DE MÉTODO DE ATRIBUTOS.....	57
4.2.2.1	CÁLCULO DE LA ALTERNATIVA A	58
4.2.2.2	CÁLCULO DE LA ALTERNATIVA B	59
4.2.2.3	CÁLCULO DE LA ALTERNATIVA C	60
4.2.3	REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE RESULTADOS	62
4.2.3.1	DEPÓSITO DE SEMILLAS.....	62
4.2.3.2	DIMENSIONES FÍSICAS.....	62
4.2.3.3	AVANCE DE BADEJA	63
4.2.3.4	VELOCIDAD DE SIEMBRA	63
4.2.3.5	COSTO.....	64
4.2.4	COMPARACIÓN ENTRE ALTERNATIVAS A, B Y C	64
4.3	PROCESO GENERAL DE PRODUCCIÓN DE PLANTULAS.....	65
4.3.1	PROCESO DE PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS	66
4.3.2	DIAGRAMA DE PROCESO DE PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS	67
4.3.3	ETAPAS DE LA PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS.....	67
4.3.3.1	ALMACENAMIENTO DE SEMILLAS, BANDEJAS Y SUSTRATO.....	67
4.3.3.2	DESINFECCIÓN DE BANDEJAS	68
4.3.3.3	LLENADO DE BANDEJAS	68
4.3.3.4	SIEMBRA	69
4.3.3.5	TAPADO DE SEMILLA	70
4.3.3.6	TRASLADO DE BANDEJAS.....	70

4.3.3.7	RIEGO DE AGUA.....	71
4.3.3.8	CRECIMIENTO DE PLÁNTULAS.....	71
4.3.3.9	EXTRACCIÓN.....	72
4.3.3.10	DISTRIBUCIÓN.....	72
4.3.4	TIEMPOS ACTUALES DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS.....	73
4.3.4.1	TIEMPO DE SEMBRADO.....	73
4.3.4.2	TIEMPO GENERALES DEL PROCESO.....	78
4.4	SEMILLAS CRUZÍFERAS.....	79
4.4.1	TRATAMIENTO DE SEMILLA.....	79
4.4.2	TAMAÑO DE SEMILLA.....	79
4.5	DISEÑO DE SEMBRADORA SEMIAUTOMÁTICA.....	81
4.5.1	CÁLCULOS.....	81
4.5.1.1	SELECCIÓN DEL DIAMETRO DEL RODILLO SEMBRADOR.....	81
4.5.1.2	CALCULO DE LA CINTA TRANSPORTADORA.....	83
4.5.1.3	CALCULO DE LA CAPACIDAD DE TRANSPORTE.....	84
4.5.1.4	SELECCIÓN DE RODILLO.....	84
4.5.1.5	SELECCIÓN DEL MOTOR PASO A PASO PARA LA BANDA TRANSPORTADORA.....	85
4.5.1.6	SELECCIÓN DEL MOTOR PASO A PASO PARA EL RODILLO SEMBRADOR.....	88
4.5.1.7	SELECCIÓN DEL ESPESOR DE LATERALES.....	90
4.5.1.8	DISEÑO DEL EJE DEL TAMBOR.....	92
4.5.1.9	CALCULO DE LA POTENCIA REQUERIDA.....	96
4.5.1.10	SELECCIÓN DE LA BANDA ACOPLADORA EJE MOTOR – RODILLO.....	97
4.5.1.11	SELECCIÓN DE LA BANDA.....	98
4.5.1.12	POTENCIA ADMISIBLE POR BANDA.....	98
4.5.1.13	NÚMERO DE BANDAS.....	99
4.5.1.14	SELECCIÓN DE RODAMIENTOS.....	99
4.5.1.15	DISEÑO DE LAS VIGAS DE LA ESTRUCTURA.....	102
4.5.1.16	DISEÑO DE LAS VIGAS DE LA ESTRUCTURA.....	105
4.6	CONSTRUCCIÓN DE LA MÁQUINA.....	108
4.6.1	CONSTRUCCIÓN.....	108
4.6.1.1	REQUISITOS PARA LA CONSTRUCCIÓN.....	108
4.6.1.2	HERRAMIENTAS.....	108
4.6.1.3	MAQUINARIA.....	108
4.6.1.4	MATERIA PRIMA.....	109
4.6.1.5	MATERIALES SELECCIONADOS Y NORMALIZADOS.....	109
4.6.1.6	PARTES CONSTRUIDAS.....	110

4.6.1.7	MATERIALES DE CONTROL	110
4.6.1.8	ENSAMBLE DE LA MÁQUINA	110
4.7	PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO	111
4.8	TOMA DE TIEMPOS	112
4.9	ANÁLISIS GENERAL DE PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS	113
4.9.1	ANÁLISIS DE PRODUCCIÓN CON ESTRATEGIA DE SIEMBRA SEMIAUTOMÁTICA.....	113
4.9.2	COMPARACIÓN DE TIEMPOS	113
4.10	DEMOSTRACIÓN DE HIPÓTESIS	114
CAPITULO V.....		118
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		118
5.1	CONCLUSIONES	118
5.2	RECOMENDACIONES.....	119
CAPITULO VI.....		120
PROPUESTA.....		120
6.1	DATOS INFORMATIVOS	120
6.1.1	TÍTULO DE LA PROPUESTA	120
6.1.2	INSTITUCIÓN EJECUTORA.....	120
6.1.3	BENEFICIARIOS	120
6.1.4	UBICACIÓN DE LA EMPRESA.....	120
6.1.5	TIEMPO ESTIMADO PARA EJECUCIÓN	120
6.1.6	EQUIPO TÉCNICO RESPONSABLE	120
6.2	ANTECEDENTES	121
6.3	JUSTIFICACIÓN	121
6.4	OBJETIVOS.....	121
6.4.1	General	121
6.4.2	Específicos.....	121
6.5	ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD.....	122
6.6	FUNDAMENTACIÓN	122
6.6.1	Mantenimiento industrial.....	122

6.6.2	Mantenimiento preventivo (PM)	123
6.6.3	Ventajas del Mantenimiento Preventivo	124
6.6.4	Métodos de análisis de fallas	125
6.6.5	Análisis de Criticidad (CA)	126
6.6.6	Matríz de criticidad.....	129
6.6.7	Elaboración de plan de mantenimiento inicial	131
6.6.7.1	Introducción	131
6.6.7.2	Datos de la empresa	131
6.6.7.3	Tipo de producto	131
6.6.7.4	Tipo de industria	131
6.6.7.5	Características de máquina lavadora de tipo vertical	132
6.6.7.6	Máquina y componentes codificados	133
6.6.7.7	Matriz de criticidad	133
6.6.7.8	Desarrollo de matriz de criticidad	134
6.6.7.9	Valores de matriz de criticidad	135
6.6.7.10	Matriz de criticidad y componentes	135
6.6.7.11	Plan de mantenimiento preventivo anual	139
6.7	METODOLOGÍA	140
6.8	ADMINISTRACIÓN	140
6.8.1.1	Costos directos	141
6.9	PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN	141
	BIBLIOGRAFÍA.....	142
	ANEXOS	144

ÍNDICE DE GRAFICOS Y TABLAS

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Figura N°1. 1: Cosechadora automática en campos canadienses.	2
Figura N°1. 2: Invernadero que utiliza el sistema de sembrío mediante bandejas flotantes.	3
Figura N°1. 3: Proceso agroindustrial en Cañar.	4
Figura N°1. 4: Proceso de siembra en semilleros de manera manual	4
Figura N°2. 1: Sistema Agroindustrial utilizado en la siembra de semillas.....	15
Figura N°2. 2: Equipo profesional de diseño agroindustrial	17
Figura N°2. 3: Compresión	19
Figura N°2. 4: Compresión	20
Figura N°2. 5: Flexión	20
Figura N°2. 6: Pandeo.....	20
Figura N°2. 7: Torsión.....	21
Figura N°2. 8: Motor Eléctrico.	23
Figura N°2. 9: Conductores eléctricos.	24
Figura N°2. 10: PLC´s.	26
Figura N°2. 11: Brócoli	27
Figura N°2. 12: Coliflor.....	28
Figura N°2. 13: Repollo.....	28
Figura N°2. 14: Semillero en cajoneras	29
Figura N°2. 15: Semillero en bandejas	30
Figura N°2. 16: Semillero de bolsas de basura	31
Figura N°2. 17: Patente de un dispositivo de siembra en bandejas de individualización por golpeteo.	34
Figura N°2. 18: Esquema del proceso de siembra utilizando el principio mecánico de analogías dimensionales semilla-orificio, para individualizar semillas y sembrar toda la charola en un solo ciclo de trabajo	35
Figura N°2. 19: Secuencia de etapas del proceso de siembra por regletas de conos separables.....	35
Figura N°2. 20: Llenado de bandejas automático o mecanizado – tres diferentes equipos para esta labor.	35
Figura N°2. 21: Estudio y organización de plantas de trabajo.....	37
Figura N°2. 22: Variables	40
Figura N°4. 1: Diagrama de flujo.....	49
Figura N°4. 2: Sembradora Semiautomática por inyectores.....	51
Figura N°4. 3: Sembradora Semiautomática de rodillos	52
Figura N°4. 4: Sembradora Semiautomática por platos	53

Figura N°4. 5: Valores para cada alternativa teniendo al Depósito de semilla como atributo.....	62
Figura N°4. 6: Valores para cada alternativa teniendo a las Dimensiones Físicas como atributo.....	62
Figura N°4. 7: Valores para cada alternativa teniendo al Avance de Bandeja como atributo.....	63
Figura N°4. 8: Valores para cada alternativa teniendo a la Velocidad de Siembra como atributo.....	63
Figura N°4. 9: Valores para cada alternativa teniendo al Costo como atributo.....	64
Figura N°4. 10: Valores Totales para cada alternativa.....	64
Figura N°4. 11: Valor Total en porcentaje para cada alternativa.....	65
Figura N°4. 12: Proceso de producción.....	66
Figura N°4. 13: Diagrama de proceso.....	67
Figura N°4. 14: Almacenamiento de sustrato y bandejas.....	68
Figura N°4. 15: Desinfección de bandejas.....	68
Figura N°4. 16: Llenado de bandejas.....	69
Figura N°4. 17: Sembrado.....	69
Figura N°4. 18: Tapado de semilla.....	70
Figura N°4. 19: Tendido de bandejas.....	70
Figura N°4. 20: Riego de agua.....	71
Figura N°4. 21: Desarrollo de plántulas.....	71
Figura N°4. 22: Desarrollo de plántulas.....	72
Figura N°4. 23: Distribución.....	72
Figura N°4. 24: Lateral de la estructura.....	90
Figura N°4. 25: Área crítica.....	91
Figura N°4. 26: Eje hueco del cilindro.....	92
Figura N°4. 27: Diagrama de fuerza cortante y momento flector del eje hueco.....	94
Figura N°4. 28: Diámetros recomendables para cada tipo de Poleas estándar.....	98
Figura N°4. 29: Diagrama de cuerpo libre.....	102
Figura N°4. 30: Diagrama de secciones.....	103
Figura N°4. 31: Diagrama de fuerza cortante y momento flector de la estructura.....	104
Figura N°4. 32: Diagrama de cuerpo libre.....	105
Figura N°4. 33: Eficiencia vs Velocidad de siembra.....	111
Figura N°4. 34: Tiempos totales de producción de plántulas.....	114
Figura N°4. 35: Tiempos totales de producción de plántulas.....	115
Figura N°6. 1: Herramientas para la Confiabilidad operacional.....	126
Figura N°6. 2: Matriz de criticidad.....	130
Figura N°6. 3: Procedimiento de la metodología aplicada en el desarrollo de la propuesta.....	140

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N°2. 1 : Algunos tipos de bandejas empleadas en sistema flotante.	30
Tabla N°2. 2: Parámetros para la siembra en bandejas.	30
Tabla N°3. 1: Variable independiente	45
Tabla N°3. 2: Variable dependiente	46
Tabla N° 4. 1: Asignación de jerarquía según la importancia del atributo.	55
Tabla N° 4. 2: Valor de Jerarquía asignado para cada atributo.	56
Tabla N° 4. 3: Valores de Jerarquía para cada alternativa.	56
Tabla N° 4. 4: Resultado del cálculo por el método de atributos ponderados	61
Tabla N° 4. 5: Tiempo de sembrado estrategia manual	73
Tabla N° 4. 6: Tiempos generales de producción estrategia manual	78
Tabla N° 4. 7: Dimensiones de semillas utilizadas en la empresa AGOFUTURO.	80
Tabla N° 4. 8: Datos para cálculo de banda acopladora	97
Tabla N° 4. 8: Elementos de materia prima.	109
Tabla N° 4. 9: Elementos seleccionados anteriormente mediante el cálculo para el diseño.	109
Tabla N° 4. 10: Elementos construidos para el ensamble de la máquina.	110
Tabla N° 4. 11: Materiales de control de la máquina.	110
Tabla N°6. 1: Criterio y Cuantificación	128
Tabla N°6. 2: Ficha de componentes.....	132
Tabla N°6. 3: Ficha de componentes.....	133
Tabla N°6. 4: Ficha de criticidad	134
Tabla N°6. 5: Distribución matriz de criticidad	135
Tabla N°6. 6: Distribución de acuerdo a la criticidad.....	135
Tabla N°6. 7: Matriz de limpieza	136
Tabla N°6. 8: Matriz de inspección.....	137
Tabla N°6. 9: Matriz de mantenimiento	138
Tabla N°6. 10: Mantenimiento preventivo anual	139
Tabla N°6. 11: Costos directos.....	141

RESUMEN EJECUTIVO

Para desarrollar este trabajo investigativo se ha tomado en cuenta los nuevos avances tecnológicos los cuales son muy acelerados y por eso se ha considerado desarrollar un nuevo método de sembrado a la cual llamaremos “Sembradora Semiautomática”, esta ayudará a mejorar los tiempos de producción en la empresa AGROFUTURO, que se encuentra ubicado en la parroquia Cunchibamba cantón Tungurahua, para iniciar la investigación se ha tomado en cuenta los tipos instrumentos que esta empresa utiliza.

Para comenzar tenemos conocimiento que su método de sembrado es manual para lo cual se observa que el tiempo utilizado no ayuda a tener una óptima producción, para eso se ha investigado los parámetros más relevantes entre los que tenemos: depósito de semilla, tamaño, dimensiones físicas, avance de bandeja, velocidad de siembra y costo, para la demostración de hipótesis se realizó el diseño, construcción e implementación de la “SEMBRADORA SEMIAUTOMATICA DE SEMILLAS DE HORTALIZAS CRUCIFERAS ” que es la alternativa con mejores características.

Tomando en cuenta el proceso investigativo se puede mencionar que se ha podido estudiar el proceso general de producción de plántulas de hortalizas como referencia para el estudio que es básicamente: desinfección de bandejas, llenado, siembra, tapado de semilla, traslado de bandeja, y extracción. Para lo que podemos mencionar que todas las actividades realizadas constan con diferentes tiempos de acuerdo a cada procedimiento.

Finalmente al culminar el proyecto de investigación se ha podido demostrar que el estudio de las alternativas y tomando la de mejor características si influye en el proceso de producción de la empresa AGROFUTURO, y que con la implementación de la sembradora se logró un incremento de producción de un 71.1%.

INTRODUCCION

La investigación tiene como objetivo determinar un sistema semiautomático aplicable para la siembra de semillas de hortalizas crucíferas en bandejas flotantes para aumentar la producción en la empresa AGROFUTURO del cantón Ambato.

Capítulo I: En esta parte se analiza las razones del porque se va a realizar la investigación, en un análisis que abarca desde lo internacional hasta la situación de la empresa AGROFUTURO, Capítulo II: El marco teórico está conformado por investigaciones previas parecidas o similares al tema "Sembradora semiautomática de semillas crucíferas y su influencia en la productividad de la empresa AGROFUTURO". Aquí tendremos el marco teórico que se utilizará a lo largo de la investigación.

Capítulo III: La metodología nos indica las técnicas e instrumentos que se utilizarán para realizar la investigación, también se encuentra un formato de recolección de información sobre el procesamiento y análisis del mismo. Capítulo IV: El análisis sobre las sembradoras semiautomáticas, la selección e interpretación de resultados se las encuentra aquí, además los tiempos de producción con el método manual y con la máquina para la interpretación y demostración de la hipótesis.

Capítulo V: Las conclusiones y recomendaciones de la investigación realizada, citando ideas y opiniones sobre lo concluido. Capítulo VI: La propuesta para una solución a nuestro problema teniendo un análisis económico de recuperación para la inversión empleada.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1 TEMA

“SEMBRADORA SEMIAUTOMÁTICA DE SEMILLAS DE HORTALIZAS CRUCÍFERAS Y SU INFLUENCIA EN LA PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA AGROFUTURO”.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.2.1 CONTEXTUALIZACIÓN

Dentro de la tecnología actual mundial se ven los avances acelerados debido a la investigación e interés en la necesidad de facilitar el desarrollo de la vida conjuntamente con el ahorro de recursos y generación de mayores bienes económicos.

Los procesos utilizados en la agricultura en países tecnificados, implican el uso de maquinaria, los cuales arrojan resultados sumamente positivos con respecto a la optimización del talento humano el mismo que se puede utilizar en otras actividades de igual importancia.

Por ello, la industria de producción de semillas se ha visto forzada a mejorar la calidad de las semillas para su uso con sembradoras automáticas, por lo que actualmente se dispone en el mercado de una extensa oferta de semillas de alta calidad, tanto en la uniformidad de su tamaño como en su porcentaje de germinación. De este modo, se considera que el alto desarrollo de la industria semillera, no se hubiera alcanzado sin las altas exigencias que demanda la siembra automatizada.

Mediante la tecnificación y estandarización de los procesos de cultivo se ve reflejado en un aumento significativo de la producción agrícola, reduciéndose costos de operación de la misma.



Figura N°1. 1:Cosechadora automática en campos canadienses.

Fuente: Monográficos Ekonekazaritza. Edición 8. 2005

En México existen invernaderos para la producción de plántulas, que tienen completamente mecanizadas y automatizadas todas las operaciones del proceso tecnológico de siembra en bandejas, empleando lo que se conoce como líneas de siembra, que son instalaciones que realizan en forma automática todas las operaciones del proceso, y en las que la intervención del hombre se limita a suministrar los insumos (agua, semillas, sustratos, charolas); a retirar las bandejas que ya han sido sembradas y a vigilar la calidad del trabajo realizado. (Monográficos Ekonekazaritza, 2005)

No obstante, lo más común es encontrar viveros o semilleros para producción de plántulas, donde algunas operaciones del proceso se realizan en forma mecanizada y otras en forma manual o con ayudas mecánicas, además de la aún existente tecnología convencional de producción de plántulas a raíz desnuda en semilleros rústicos, que poco a poco tiende a ser desplazada por los grandes semilleros de producción de plántulas que utilizan tecnología de avanzada.

A nivel de Sudamérica Argentina lidera en términos de tecnificación agrícola siendo una potencia en la construcción de maquinaria así como en el uso de técnicas adecuadas en el desarrollo agrícola, la mayoría de siembras se producen por invernadero en los cuales primero se siembran semillas en bandejas flotantes,

brindándoles una mayor protección hacia plagas y otros elementos que alteren su desempeño y crecimiento, hasta que alcanzan el tamaño de plántulas con mayores defensas y son transportadas hacia el suelo, la mayor parte de este proceso se realiza en manera automática, desde la elección de semillas, pasando por el sembrado de semilla, distribución de bandejas y transporte hacia el suelo, cabe mencionar que el regadío, control de temperatura, humedad y demás factores también son controlados por sistemas automáticos.



Figura N°1. 2:Invernadero que utiliza el sistema de sembrío mediante bandejas flotantes.

Fuente: Monográficos Ekonekazaritza. Edición 8. 2005

El Ecuador, se caracteriza por no producir tecnologías y prácticas que respondan a las realidades que viven, hemos observado en el pasado la importación de infinidad de herramientas, maquinarias y otros insumos; siendo muchas de estas inadaptables a nuestro medio por condiciones topográficas, precios altos o simples exigencias del campesino; además estos alteran grandemente la naturaleza de los suelos.

En la agricultura ecuatoriana existen un sin fin de labores culturales, estas se han transmitido de generación en generación sin sufrir cambios, tanto en la forma de realizarlas como en las herramientas utilizadas

El agricultor abre un agujero en el suelo sin más que una herramienta manual, depositando de dos a tres semillas y tapándola luego con la misma herramienta o el pie. Sería una irresponsabilidad decir que estas formas de trabajo no han sido efectivas, puesto que a través del tiempo han provisto de alimentos a los habitantes de la zona rural y de nuestras urbes, siendo estas más amigables con el medio ambiente. Sin embargo se ve como día a día crece la demanda de alimentos

por las crecientes poblaciones, siendo cada vez mayor la necesidad de buscar soluciones a los problemas que enfrenta el pequeño productor.



Figura N°1. 3:Proceso agroindustrial en Cañar.

Fuente: Asociación De Agrónomos Indígenas de Cañar (AAIC)

En el Ecuador las piloneras a partir de la década de los 90 han crecido de manera semejante al avance tecnológico de la producción de semillas, provocando un cambio positivo en la producción y restaurando los hábitos alimenticios de la población hacia un mayor consumo de hortalizas en su dieta diaria, adicionalmente la exportación de algunas de ellas, utilizando e implantando la técnica de bandejas flotantes en el sembrío de hortalizas.



Figura N°1. 4:Proceso de siembra en semilleros de manera manual

Fuente: Autor

Las piloneras de hortalizas están concentradas básicamente en la Sierra, siendo su mayoría en la provincia de Tungurahua, debido a las condiciones climáticas, sociales y composiciones del suelo.

El papel de desempeña las piloneras es fundamental en el desarrollo de la agricultura debido a que es donde la semilla es tratada para su posterior trasplante y desarrollo.

En la búsqueda de mejorar las condiciones de trabajo del pequeño agricultor y crear tecnologías de siembra que reduzcan los costos por el uso de semilla, se necesita el impulso al diseño de una máquina que se adaptará a la herramienta usada tradicionalmente en la siembra, construyendo y evaluando el desempeño y aceptabilidad que esta pueda tener por los agricultores.

1.2.2 ANÁLISIS CRÍTICO

Actualmente con el desarrollo tecnológico, así como la combinación de estrategias y técnicas, el sector agroindustrial se ha visto con la obligación de cambiar la manera que han realizado sus procesos de siembra durante siglos, mediante la utilización y el desarrollo de maquinaria agroindustrial, que proporcione al agricultor beneficios como son; la reducción de tiempos, aumento de producción, reducción de esfuerzos físicos, etc., dicha maquinaria a su vez debe de ser accesible a la economía del agricultor ecuatoriano.

El desarrollo tecnológico de los campos agroindustriales mediante la introducción de maquinaria ha sido una de las aplicaciones que más interés a desarrollado en los últimos años. La siembra de semillas requiere de importantes cantidades de tiempo y de esfuerzo.

El estudio de un sistema mecánico de siembra permitirá aumentar la producción en la agroindustria, desde el pequeño agricultor que lo realiza de manera manual, tal cual como se ha realizado desde el inicio de esta actividad.

Tecnológicamente es posible realizar un sistema semiautomático para la siembra de semillas de hortalizas, y demás, porque se cuenta con conocimientos en diseño, construcción y automatización de procesos.

Mediante la aplicación de las técnicas mencionadas se optimizará el proceso de siembra, reduciendo los costos de mano de obra, aumentará la producción post

cosecha, con esto se logrará que los pequeños productores y comercializadores de hortalizas puedan ser competitivos en el mercado local e incluso nacional, y así proyectarlos a un mejor desarrollo económico y calidad de vida.

1.2.3 PROGNOSIS

La falta de un estudio de un sistema semiautomático de siembra, que permita mejorar y aumentar la producción, afectará de manera directa a los agricultores que realizan este trabajo solo de forma manual, afectando la producción, causando pérdidas económicas, contribuyendo que las personas de estos sectores emigren a las grandes ciudades en busca de nuevos trabajos, abandonando los campos agrícolas contribuyendo al deterioro de la agroindustria.

1.2.4 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Se podrá aumentar la producción en el cultivo de hortalizas en bandejas flotantes con la agro industrialización, al implantar un sistema semiautomático en la Empresa AGROFUTURO?

1.2.5 PREGUNTAS DIRECTRICES

¿Cuáles son las técnicas utilizadas en la siembra de semillas de hortalizas en bandejas flotantes?

¿Qué tipos de sistemas semiautomáticos existen para el sembrado de semillas de hortalizas?

¿Qué soluciones mejorarán la producción en la empresa AGROFUTURO?

1.2.6 DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.6.1 DELIMITACIÓN DE CONTENIDOS

Las asignaturas involucradas son las siguientes:

- Sistemas Mecánicos I y II.

- Diseño de Elementos de Máquinas I y II.
- Sistemas de Medición y Control II y II.
- Sistemas Agroindustriales.

1.2.6.2 DELIMITACIÓN ESPACIAL

El presente estudio se lo realizará en la Empresa AGROFUTURO de la ciudad de Ambato en la parroquia Cunchibamba con investigaciones bibliográficas que se realizarán en las bibliotecas de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica y de la Facultad de Agronomía en la Universidad Técnica de Ambato, cantón Ambato, provincia Tungurahua.

1.2.6.3 DELIMITACIÓN TEMPORAL

El presente estudio investigativo se realizará desde el mes de Julio del 2014 hasta Julio del 2015.

1.3 JUSTIFICACIÓN

El interés de esta investigación pretende fundamentalmente en analizar el proceso de siembra de hortalizas mediante bandejas flotantes y cuál es la causa la baja producción en la empresa AGROFUTURO, buscando mejorar los métodos de siembra, que en la actualidad lo realizan de forma manual y artesanal.

Se contribuirá y dará beneficios al agricultor, como la capacidad de sembrar las semillas de manera ágil, versátil y rápida, aumentando el volumen de producción.

Lo innovador del trabajo es generar una solución aplicable para la empresa AGROFUTURO y servirá además para optimizar recursos como el tiempo, recursos humanos entre otros, considerando los avances tecnológicos en la agroindustria, y la necesidad que tiene el sector agrícola, la implementación de un sistema semiautomático aumentará la cantidad de semillas sembradas en menor tiempo, dejando atrás largas jornadas de siembra en la cual el agricultor permanecía en posiciones poco ergonómicas durante largos periodos de tiempo.

Se considera un estudio factible de realizarlo; porque en el país y la región aún no se han realizado investigaciones para este tipo de sistemas agroindustriales; es de fácil manejo, encontrándose literatura acerca de diseño de maquinaria agroindustrial semiautomatizada, a su vez se tiene conocimiento en elementos de máquinas los que no serán útiles para el desarrollo de esta investigación, financieramente es aceptable, tecnológicamente es viable apuntando a una optimización de tiempos de producción en la siembra de hortalizas , para lo cual se necesitará instrumentos y equipos de medición de los diferentes factores que intervienen en un sistema mecánico de siembra.

Los beneficios directos de esta propuesta son en primer lugar que la siembra mediante un sistema semiautomático que aumentará la producción, reduciendo tiempos, eliminando esfuerzo en el agricultor, satisfaciendo los requerimientos de los clientes y del mercado del sector.

Con esto existirá optimización en el proceso de siembra, a su vez permitirá que la Universidad sea reconocida como ente de desarrollo y de aseguramiento de la calidad en el contexto dentro del cual se desenvuelve, contribuyendo al desarrollo agroindustrial del sector que en los últimos años a ha tenido evolución tecnológica.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 GENERAL

Determinar el sistema semiautomático aplicable para la siembra de semillas de hortalizas crucíferas en bandejas flotantes en la empresa AGROFUTURO para aumentar la producción.

1.4.2 ESPECÍFICOS

- Analizar las técnicas de siembra de semillas de hortalizas en bandejas flotantes.
- Identificar los sistemas semiautomáticos para la siembra de semillas de hortalizas.

- Proponer alternativas de solución que aumente la producción en la empresa AGROFUTURO.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

2.1.1 ANTECEDENTES

Dada la nula tecnificación del proceso de siembra en bandejas flotantes y a los altos tiempos de este proceso, se procederá a realizar esta investigación con el objetivo de dar una solución tentativa a la problemática con el fin de reducir tiempos de producción contribuyendo al aumento de la productividad. Revisada información que se relacione con el tema, problemática y posible solución se pudo encontrar algunos trabajos realizados con la siguiente descripción:

Fonseca Villena Juan Gabriel, en su Seminario de Graduación previo a la obtención del Título de Ingeniero Mecánico presentada en la Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, bajo el tema: “ESTUDIO DE MÉTODOS TECNOLÓGICOS ALTERNATIVOS PARA LA SIEMBRA DE SEMILLAS DE TOMATE EN BANDEJAS Y SU INCIDENCIA EN EL TIEMPO DE SIEMBRA EN LOS VIVEROS DE LA PILONERA “CUNCHIBAMBA” DE LA CIUDAD DE AMBATO”, realizada en 2011, presenta un estudio del proceso de siembra en la mencionada pilonera, la cual cuenta con una maquina semi-automática que se encontraba en malas condiciones y no estaba siendo utilizada, después del estudio se plantea realizar una mejora a la mencionada máquina y así automatizar este proceso. Para realizar la conversión de esta máquina se empleó principalmente la implementación de una estructura, un mecanismo de avance, electroválvula, entre otros componentes; además de ello se realiza un rediseño de la máquina. Mediante el mecanismo de avance se logra un movimiento uniforme de la bandeja, también con el uso controlado del sistema de aspiración y depósito de la semilla se logra una siembra homogénea. Con la implementación de ésta se consigue minimizar el tiempo de producción que lleva sembrar un lote de bandejas, es así como; producir un lote de 100 bandejas

manualmente se culmina en 4,5 horas, con la utilización de esta máquina se consiguió reducir a 2,02 horas aproximadamente. Se realiza en análisis detallado del tiempo que se invierte. Cabe detallar que para la siembra se debe utilizar semillas híbridas, esto quiere decir que estas tienen un calibre homogéneo y una germinación del 99,9%, esto garantizará una producción eficiente y confiable. Se analiza el beneficio económico que la máquina acampanadora brinda; para la repotenciación del equipo se empleó 1662,68 dólares. Al poseer la máquina sembradora se produce un ahorro de 120 dólares mensuales, que representan 1440 dólares al año, de esta manera la recuperación de la inversión se consigue a inicios del segundo año.

Sandoval Portillo Alexander Humberto y Menjivar Palacios Mauro Emmanuel, en su trabajo de investigación previo a la obtención del título de ingeniero Agrónomo, en la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador, bajo el tema: “DISEÑO, CONSTRUCCION Y EVALUACION DE SEMBRADORA SEMI MECANICA DE CHUZO PARA MAIZ (*Zea mays*)”, realizada en 2004, presentan, diseñan y construyen una máquina que permita y mejora la siembra del maíz, ayudando con esto al trabajo diario del campesino salvadoreño, así también en la reducción de tiempos de trabajo. Definiéndose 5 sistemas: Mecanismo accionador, sistema dosificador, tolva, chasis, bota de siembra. Se conjuntaron los sistemas obteniendo el prototipo de la sembradora, se realizaron pruebas de laboratorio y visitas de campo para evaluaciones con agricultores, logrando mejorar los tiempos con las personas sin experiencia en comparación a la siembra de forma tradicional. Además de una buena aceptabilidad de parte de los agricultores, luego de todo este proceso se obtuvo la sembradora con las siguientes especificaciones: Peso de 4.45 lb, utilizando semilla Hs-5g tiene una eficiencia de descarga del 90%, Tolva con capacidad de 1.5 lb., posibilidad de sembrar 350 m² con una sola carga utilizando 1 semilla por postura y distanciamiento de 0.20 × 0.80 m., Adaptable a condiciones de ladera y en terrenos planos, funcionamiento óptimo en terrenos con humedades menores de 48%, se puede usar en terrenos con o sin preparación, fácil transporte, evita el contacto directo entre el agricultor y la semilla tratada con plaguicidas, es totalmente desmontable y de fácil mantenimiento, precio de \$ 37. 68.

Atencio Roberto Johnson y Mendoza Norberto, en su artículo técnico publicado en la revista *Agronomía Tropical* con el tema: “CLASIFICACIÓN MECÁNICA DE MAÍZ PARA SEMILLA”, realizada en 1995, presenta un estudio netamente teórico el cual abarca los mecanismos a ser utilizados en una maquinaria para este tipo de labor, así como las características que debe poseer, debido a que se debe adaptar a las condiciones del grano. Como resultado de ésta investigación, la máquina está estructurada de la siguiente manera: Bancada, sistema de transmisión de potencia y un sistema eléctrico con control semiautomático del motor, mallas, tolvas, para accionar el eje se seleccionó una transmisión por banda conectada a un motor bifásico de 220V y 2HP. Se tomó en cuenta la necesidad de seleccionar maíz partido de buena calidad basándose en ensayos de granulometría obteniendo como resultado el diámetro de 6 milímetros y 3 milímetros respectivamente, mediante el cual se logró satisfacer las necesidades del consumidor final, por lo que se seleccionaron y diseñaron los diferentes mecanismos de acuerdo a esta necesidad, logrando que en la misma máquina se pueda clasificar 1500 [kg/h] de maíz partido.

Lara Urdaneta Luis José, en su proyecto fin de Máster en Técnicas Avanzadas En Investigación y Desarrollo Agrario y Alimentario, en el Departamento de Producción Vegetal de la Universidad Politécnica de Cartagena, bajo el tema: “OPTIMIZACIÓN DE LA SIEMBRA MANUAL DE VERDOLAGA (*Portulaca oleracea* L.) EN BANDEJAS FLOTANTES TIPO STYROFLOAT” realizada en 2008, presenta un estudio sobre la optimización del proceso desde un punto de vista agrícola, enfocándose a parámetros como el control de plagas, tipos de suelos, control de luz y demás factores. El primero estudio cuyo diseño fue un completamente aleatorizado con 8 tratamientos (arena de sílice seca, turba granulometría menor de 4mm y 2mm Ø y vermiculita, y dos cantidades de semilla por cada material. El segundo experimento cuyo diseño fue un completamente aleatorizado con 6 tratamientos (Turba de granulometría menor de 2 y 4 mm Ø y tres cantidades de semillas). La germinación resultó no afectada por los materiales pero la distribución de las semillas fue mejor con la turba en ambas granulometrías. Se puede concluir diciendo que la siembra manual de *Portulaca oleracea* se puede realizar mezclando la semilla con turba de granulometría menor

de 2 o 4 mm Ø ya que se obtiene adecuado porcentaje de germinación y distribución uniforme.

Manosalvas Flores Jaime Andrés Y Solís Santamaría Javier Milton, en su proyecto previo a la obtención del título de Ingeniero Automotriz, en Escuela Politécnica Del Ejército, extensión Latacunga, bajo el tema: “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA SEMBRADORA DE MAÍZ Y UN SISTEMA DE RIEGO A SER IMPLEMENTADO EN EL PROTOTIPO DE TRACTOR AGRÍCOLA MONOPLAZA A DIÉSEL ” realizada en 2013, presenta un estudio mecánico enfocándose al diseño y construcción de la sembradora y del sistema de riego, el proyecto tiene como objetivo realizar un proceso de sembrado del maíz con una cantidad de semilla y distancia exacta, además tratar de modelar al fenómeno de la lluvia, por medio de un sistema de riego por aspersion, los mismos que han sido instalados en un prototipo de tractor agrícola monoplaza a diesel. Se han diseñado esos sistemas de sembrado de maíz a través de un sistema neumático el mismo que ayuda a la extracción de la semilla desde un depósito de almacenamiento seguidamente de una tubería instalada entre dos discos abre surcos, con respecto al sistema de riego consta de un tanque reservorio el mismo que suministra de fluido al sistema, para entrar en funcionamiento mediante una bomba centrífuga, que toma el movimiento de un motor hidráulico instalado en la parte posterior del prototipo de tractor agrícola monoplaza a diesel seguido de los aspersores que son los encargados de pulverizar a las gotas de agua y arrojarlas al cultivo, teniendo un alcance radial que depende de la presión con la que el agua llegue al aspersor. Se ha puesto a prueba exclusivamente los sistemas en los campos agrícolas, donde se determina mediante una comparación con el sistema de sembrado y de riego convencional con el sistema de sembrado neumático y riego por aspersion. El proyecto se presenta como una mejoría para los cultivos agrícolas en donde el proceso de sembrado de maíz y regadío de agua es muy indispensable para el buen desarrollo del producto, además de usar componentes sencillo y de fácil accesibilidad para su construcción.

2.2 FUNDAMENTACION FILOSÓFICA

La presente investigación sobre sistemas de siembra de semillas de hortalizas, está ubicada dentro del paradigma crítico propositivo, brindando un desarrollo de fácil comprobación y proporcionando una correcta comprensión; crítico porque conseguirá avances dentro del área de diseño en el sector agroindustrial del Ecuador y propositivo por cuanto busca plantear una alternativa de solución de los altos tiempos de producción en la empresa.

La investigación podrá estar sometida a cambios de ser necesario, debido a la intervención del hombre y la sociedad en el ambiente industrial que con un cambio en la forma de pensar y de actuar estarán modificando el proceso tanto en aspecto físico como espiritual para enfocarlo a las necesidades del entorno.

2.3 FUNDAMENTACIÓN LEGAL

LEYES:

- Ley Orgánica del Ministerio de Agricultura Decreto Ley N° 25902
- Ley Orgánica de Desarrollo Artesanal
- Plan de Desarrollo Agroindustrial del MAGAP

NORMAS:

- Normativa Europea (UE) del Reglamento (CEE) N°2092/91, de 24 de junio de 1991 y sus modificaciones posteriores. Nos habla sobre el desarrollo de la agricultura ecológica en cuanto a los métodos, insumos, substratos utilizados.

Enumerándose las sociedades y organizaciones que han establecido las especificaciones necesarias para formular normas y códigos de diseño y construcción.

- 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)

2.4 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.4.1 SISTEMAS AGROINDUSTRIALES

La mecanización agrícola abarca la utilización de los medios técnicos para mecanizar la producción, así mismo comprende el estudio de los fundamentos, constitución orgánica, funcionamiento, operación y mantenimiento de las máquinas. Además incluye las fuentes de energía y los conocimientos de selección y administración. (Hans Meier, 1993)

Para que las máquinas sembradoras trabajen adecuadamente es necesario que las semillas presenten uniformidad en forma y tamaño. Ello se consigue mediante el cribado de la semilla, con lo que se logra, además, mejorar su calidad, al separar las fracciones donde es más probable haya un poder germinativo menor. (Ortiz Canavate J. 1989)



Figura N°2. 1:Sistema Agroindustrial utilizado en la siembra de semillas

Fuente:WintersteigerCompany

2.4.1.1 Objetivos de la siembra mecanizada

- Incrementar la producción.
- Aumentar los rendimientos a través de una preparación óptima del suelo y una siembra adecuada.
- Reducir las pérdidas y el riesgo de producción.
- Conservar la calidad de los productos.

- Mejorar la ejecución del trabajo.
- Ahorrar mano de obra y reducir el tiempo de trabajo.
- Aliviar el trabajo (transportar el producto cosechado en vagones, en lugar de llevarlo al hombro)
- Mejorar la comodidad del trabajo.
- Elevar la rentabilidad de la producción.
- Utilización racional de los medios de producción
- Reducción de los costos de mecanización.
- Mejor control de la producción y de la gestión mediante medios técnicos de apoyo.
- Mejorar las técnicas de trabajo.
- Combinación, adecuada de herramientas, implementos, equipos y maquinaria en la producción agropecuaria, para optimar los costos de producción.
- Aplicación de nuevas técnicas de trabajo. (Meier H. 1993)

Las máquinas sembradoras deben de reunir las condiciones siguientes:

- Poder variar la cantidad de semilla por hectárea.
- Regulación de la profundidad de siembra.
- Siembra uniforme, aunque la velocidad de trabajo varíe.
- No producir daños a las semillas.
- Poseer la suficiente autonomía para reducir al mínimo los tiempos muertos en la carga de la tolva.
- Polivalencia para distintos tipos de semillas.
- Adaptación al relieve del terreno.
- Visibilidad para el control de su funcionamiento.
- Facilidad para el llenado y vaciado de la misma así como de mantenimiento.
- Facilidad de transporte.(Ortiz Canavate J. 1989)



Figura N°2. 2:Equipo profesional de diseño agroindustrial

Fuente: WintersteigerCompany

2.4.2 DISEÑO MECÁNICO

El Diseñar nos sirve para resolver un problema o satisfacer una necesidad, en el caso de la presente investigación mejorar la productividad de la empresa AGROFUTUTO en el sembrado de semillas mediante bandejas flotantes. Si el plan de diseño propicia la creación de algo que tiene una realidad física, entonces el producto debe ser funcional, seguro, confiable, competitivo, útil, que se pueda fabricar y comercializar.

La metodología de la solución se limita a lo que el diseñador sabe o puede hacer; la solución además de ser funcional, segura, confiable, competitiva, útil, que se pueda fabricar y comercializar, también debe ser legal y adecuarse a los códigos y normas aplicables.

Es importante que el diseñador comience por identificar exactamente como reconocer una alternativa satisfactoria y como distingue entre dos alternativas satisfactorias, con objeto de identificar la mejor, partiendo de ese punto se forman o seleccionan estrategias de optimización. Luego, se desarrollan las tareas siguientes.

- Invente soluciones alternas.
- Por medio del análisis y de pruebas, simule y prediga el desempeño de cada alternativa, conserve las alternativas satisfactorias y deseche las que no lo son.
- Elija la mejor alternativa satisfactoria descubierta, como una aproximación a la optimización.
- Implante el diseño.

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 se puede fabricar y comercializar, sin importar quien lo construya o lo use (Shigley y Mischke, 2003).

2.4.2.1 Metodología para el diseño

El proceso completo, de inicio a fin, comienza con un reconocimiento de la necesidad y una decisión para hacer algo al respecto. Después de muchas interacciones, termina con la presentación de los planes que satisfacen la necesidad. A continuación se presentan los pasos del proceso de diseño y las consideraciones básicas para el diseño.

- Reconocimiento de la realidad
- Definición del problema.
- Síntesis
- Análisis y optimización.
- Evaluación
- Presentación.

2.4.2.2 Consideraciones básicas para el diseño

En todo diseño se deben tomar siempre algunas consideraciones, ya que estas pueden afectar la configuración del sistema total. Además algunas de estas propiedades tienen que ver de manera directa con las dimensiones, el material, el procesamiento y la unión de los elementos del sistema.

Estas consideraciones son pruebas que nos indican, de una forma técnica que piezas cumplen con las exigencias del diseño, entre las más importantes están:

- Resistencia/esfuerzo
- Ruido
- Distorsión/deflexión/rigidez
- Estilo
- Corrosión
- Seguridad

- Tamaño
- Confiabilidad
- Control
- Fricción
- Propiedades térmicas
- Facilidad de uso
- Lubricación
- Comercialización
- Costo
- Superficie
- Procesamiento
- Mantenimiento

Para diseñar un elemento mecánico se debe conocer las características del material cuando están sometidos a fuerzas o cargas. Dependiendo de la aplicación se debe cuidar que el material no sea sometido a esfuerzos excesivos con la consecuente fractura del elemento. El desempeño mecánico de un material es el reflejo de la relación entre su respuesta o deformación ante una fuerza o carga aplicada.

Algunas de las propiedades mecánicas más importantes son la resistencia, la dureza, la ductilidad y la rigidez.

Entre los esfuerzos más importantes tenemos:

a) **Compresión**

Cuando dos fuerzas de igual magnitud actúan en la misma dirección pero en sentido contrario (una yéndose hacia la otra) a un cuerpo.



Figura N°2. 3: Compresión

Fuente: Microlog tecnología y sistemas

b) **Tracción**

Cuando dos fuerzas de igual magnitud actúan en la misma dirección pero en sentido contrario (una alejándose de la otra) a un cuerpo.

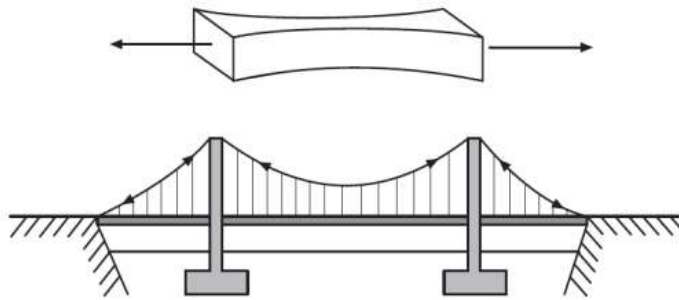


Figura N°2. 4:Compresión

Fuente: Microlog tecnología y sistemas

c) Flexión

Cuando un cuerpo está sometido a tres o dos fuerzas, una o dos de reacción (apoyo) y una fuerza/s de acción que ejerce un esfuerzo de cortadura.



Figura N°2. 5:Flexión

Fuente: Microlog tecnología y sistemas

d) Pandeo

Cuando se comprime una columna, es decir un objeto largo en relación a su espesor o anchura.

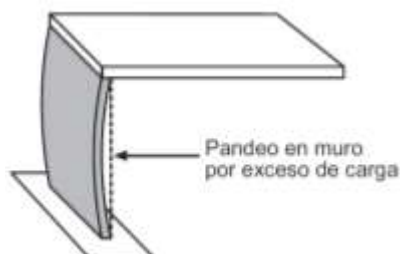


Figura N°2. 6:Pandeo

Fuente: Microlog tecnología y sistemas

e) Torsión: Cuando se aplica una fuerza transversal con una determinada distancia generando un momento y un torque.



Figura N°2. 7:Torsión

Fuente: Microlog tecnología y sistemas

2.4.2.3 Construcción de máquinas

El constructor de máquinas frecuentemente recurre a cálculos y a interpolaciones basadas en la experiencia adquirida en sus construcciones precedentes.

Al obtener los resultados del cálculo numérico se alcanza una solución que además de construible satisfaga los requerimientos de las normas, es entonces necesario realizar los croquis constructivos de las distintas partes que permitan visualizar los resultados, y analizar críticamente si los mismos satisfacen los requisitos impuestos.

Alrededor del tema específico del cálculo de una máquina, se desarrollan una serie de actividades (que tienen entre si intima vinculación), que van desde: especificar, pre dimensionar, presupuestar, adquirir, proyectar, construir, ensayar, utilizar, mantener, hasta analizar eventuales fallas y reparar. Todas estas actividades requieren de un adecuado conocimiento de las maquinas también desde el punto de vista constructivo. En el estudio de la construcción de las maquinas, no se debe perder de vista el carácter formativo que este tema tiene, no se trata solo de calcular, sino de establecer el nexo entre las distintas actividades citadas.(Sacchi y Rifaldi, 2004)

2.4.3 SISTEMAS DE MEDICIÓN Y CONTROL

FONTT, Ihndira Elena, (2011). Ingeniería de Control Industrial. El control automático de procesos es una de las disciplinas que se ha desarrollado a una velocidad vertiginosa, dando las bases a lo que hoy algunos autores llaman la segunda revolución industrial. El uso intensivo de las técnicas del control

automático de procesos tiene como origen la evolución y tecnificación de las tecnologías de medición y control aplicadas al ambiente industrial.

Su estudio y aplicación ha contribuido al reconocimiento universal de sus ventajas y beneficios asociados al ámbito industrial, que es donde tiene una de sus mayores aplicaciones debido a la necesidad de controlar un gran número de variables, sumado esto a la creciente complejidad de los sistemas.

El control automático de procesos se usa fundamentalmente porque reduce el costo asociado a la generación de bienes y servicios, incrementa la calidad y volúmenes de producción de una planta industrial entre otros beneficios asociados con su aplicación.

2.4.3.1 Elementos de control y potencia eléctrica

I. El motor

Según VIDELA, Andrés. (2012). Control De Motores Eléctricos. El motor de corriente continua es una máquina que convierte la energía eléctrica en mecánica, principalmente mediante el movimiento rotatorio. En la actualidad existen nuevas aplicaciones con motores eléctricos que no producen movimiento rotatorio, sino que con algunas modificaciones, ejercen tracción sobre un riel. Estos motores se conocen como motores lineales.

Esta máquina de corriente continua es una de las más versátiles en la industria. Su fácil control de posición, par y velocidad la han convertido en una de las mejores opciones en aplicaciones de control y automatización de procesos. Pero con la llegada de la electrónica su uso ha disminuido en gran medida, pues los motores de corriente alterna, del tipo asíncrono, pueden ser controlados de igual forma a precios más accesibles para el consumidor medio de la industria. A pesar de esto los motores de corriente continua se siguen utilizando en muchas aplicaciones de potencia (trenes y tranvías) o de precisión (máquinas, micro motor, etc.). La principal característica del motor de corriente continua es la posibilidad de regular la velocidad desde vacío a plena carga.



Figura N°2. 8:Motor Eléctrico.

Fuente: [<http://www.areatecnologia.com>]

II. Conductores Eléctricos

Según BATISTA, Juan (2112). Materiales Conductores De Corriente Eléctrica. Los cables cuyo propósito es conducir electricidad se fabrican generalmente de cobre, debido a la excelente conductividad de este material, o de aluminio que aunque posee menor conductividad es más económico.

Generalmente cuenta con aislamiento en el orden de 500 μm hasta los 5 cm ; dicho aislamiento es plástico , su tipo y grosor dependerá de la aplicación que tenga el cable así como el grosor mismo del material conductor.

Las partes generales de un cable eléctrico son:

- **Conductor:** Elemento que conduce la corriente eléctrica y puede ser de diversos materiales metálicos. Puede estar formado por uno o varios hilos.
- **Aislamiento:** Recubrimiento que envuelve al conductor, para evitar la circulación de corriente eléctrica fuera del mismo.
- **Capa de relleno:** Material aislante que envuelve a los conductores para mantener la sección circular del conjunto.
- **Cubierta:** Está hecha de materiales que protejan mecánicamente al cable.

Tiene como función proteger el aislamiento de los conductores de la acción de la temperatura, sol, lluvia, etc.



Figura N°2. 9:Conductores eléctricos.

Fuente: [<http://www.areatecnologia.com>]

2.4.3.2 Potencia Eléctrica

Es la cantidad de energía entregada o absorbida por un elemento en un tiempo determinado.

Cuando una corriente eléctrica fluye en un circuito, puede transferir energía al hacer un trabajo mecánico o termodinámico. Los dispositivos convierten la energía eléctrica de muchas maneras útiles.

A. Contactores

Un contactor es un componente electromecánico que tiene por objetivo establecer o interrumpir el paso de corriente, ya sea en el circuito de potencia o en el circuito de mando, tan pronto se energice la bobina (en el caso de ser contactores instantáneos). Un contactor es un dispositivo con capacidad de cortar la corriente eléctrica de un receptor o instalación, con la posibilidad de ser accionado a distancia, que tiene dos posiciones de funcionamiento: una estable o de reposo, cuando no recibe acción alguna por parte del circuito de mando, y otra inestable, cuando actúa dicha acción. Este tipo de funcionamiento se llama de "todo o nada".

Partes del contactor:

- Carcasa
- Electroimán
- Bobina
- Núcleo

- Contactos auxiliares
- Relé

B. Relé

Un relé es un sistema mediante el cual se puede controlar una potencia mucho mayor con un consumo en potencia muy reducido

Están formados por una bobina y unos contactos los cuales pueden conmutar corriente continua o bien corriente alterna. Vamos a ver los diferentes tipos de relés electromecánicos:

- a) Relés de protección, estimados a proteger un circuito eléctrico contra las condiciones anormales de funcionamiento
- b) Relés de mando, cuya misión es el mando de las diversas partes de una instalación eléctrica.
- c) Relés de medida o regulación, mediante los cuales se determina una modificación de las características de funcionamiento de un circuito eléctrico.

C. PLC's

Es un equipo electrónico, programable en lenguaje no informático, diseñado para controlar en tiempo real y en ambiente de tipo industrial, procesos secuenciales

Un PLC trabaja en base a la información recibida por los captadores y el programa lógico interno, actuando sobre los accionadores de la instalación.

Su utilización se da fundamentalmente en aquellas instalaciones en donde es necesario un proceso de maniobra, control, señalización, etc, por tanto, su aplicación abarca desde procesos de fabricación industriales de cualquier tipo a transformaciones industriales, control de instalaciones, etc.

Sus reducidas dimensiones, la extremada facilidad de su montaje, la posibilidad de almacenar los programas para su posterior y rápida utilización, la modificación

o alteración de los mismos, etc., hace que su eficacia se aprecie fundamentalmente en procesos en que se producen necesidades tales como:

- Espacio reducido
- Procesos de producción periódicamente cambiantes
- Procesos secuenciales
- Instalaciones de procesos complejos y amplios
- Chequeo de programación centralizada de las partes del proceso



Figura N°2. 10:PLC's.

Fuente: [<http://www.areatecnologia.com>]

D. Sensor

Un sensor es un dispositivo capaz de detectar magnitudes físicas o químicas, llamadas variables de instrumentación, y transformarlas en variables eléctricas. Las 30 variables de instrumentación pueden ser por ejemplo: temperatura, intensidad lumínica, distancia, aceleración, inclinación, desplazamiento, presión, fuerza, torsión, humedad, movimiento.

Un sensor se diferencia de un transductor en que el sensor está siempre en contacto con la variable de instrumentación con lo que puede decirse también que es un dispositivo que aprovecha una de sus propiedades con el fin de adaptar la señal que mide para que la pueda interpretar otro dispositivo. Como por ejemplo el termómetro de mercurio que aprovecha la propiedad que posee el mercurio de dilatarse o contraerse por la acción de la temperatura. Un sensor también puede decirse que es un dispositivo que convierte una forma de energía en otra.

Áreas de aplicación de los sensores: Industria automotriz, robótica, industria aeroespacial, medicina, industria de manufactura, etc.

2.4.4 SIEMBRA SEMIAUTOMÁTICA DE SEMILLAS

2.4.4.1 Siembra

El cultivo de hortalizas es una actividad económica de vital importancia por el papel que juega en la seguridad alimentaria de la población; además, ha tenido en los últimos años una demanda creciente por factores relacionados con la salud y el cuidado de la figura, exigencia que se viene estableciendo por las normas sociales.

Las crucíferas, son un importante grupo de especies hortícolas, tanto por el área sembrada, como por el valor de su producción. Las crucíferas de mayor importancia económica son brócoli, coliflor, repollo, col.

- **Brócoli**

El brócoli es una planta anual, de hábito de crecimiento erecto, con una altura entre 60 a 90 cm., y termina en una masa de yemas funcionales esta necesita vernalización para producir el vástago floral. Sus semillas tienen forma de munición y miden de 2 a 3 mm de diámetro.

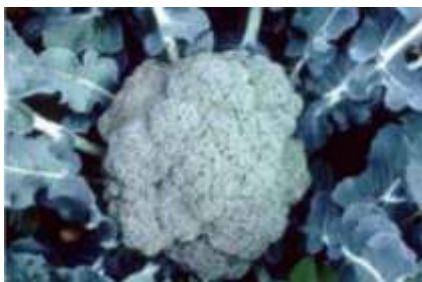


Figura N°2. 11:Brócoli

Fuente: Jorge E. Jaramillo N. El Cultivo de las Crucíferas. 2006

- **Coliflor**

Es una planta herbácea, de ciclo anual y bianual, de hábito erecto ella se aprovecha su inflorescencia, llamada pella o cabeza, y se forma en el ápice del tallo; es de color blanco, compacto y esférico. Sus semillas son de color café a gris y tienen diámetro de 2-3 mm.(Jaramillo J., 2006)



Figura N°2. 12:Coliflor

Fuente: Jorge E. Jaramillo N. El Cultivo de las Crucíferas. 2006

- **Repollo**

Es una planta anual. El tallo no se elonga durante el primer año. La planta forma en su parte superior una cabeza

Contiene gran número de compuestos anti cancerígeno y antioxidante. El repollo produce una semilla pequeña, con cerca de 1/ 16de pulgada de diámetro; deforma globular, superficie.(Jaramillo J., 2006)



Figura N°2. 13: Repollo

Fuente: Jorge E. Jaramillo N. El Cultivo de las Crucíferas. 2006

2.4.4.2 Métodos de siembra

Existen dos métodos para la siembra de hortalizas: por semillero y directa.

a) **Siembra de hortalizas por semillero**

Este método consiste en sembrar las semillas en recipientes o maceteros, y luego, cuando las plántulas alcanzan determinado tamaño que garantice su supervivencia, se trasplantan al huerto.

Un semillero es un sitio donde se siembran los vegetales o un lugar donde se guardan las semillas. Es un área de terreno preparado y acondicionado especialmente para colocar las semillas con la finalidad de producir su germinación bajo las menores condiciones y cuidados, a objeto de que pueda crecer sin dificultad hasta que la plántula esté lista para el trasplante.

Entre los tipos de semilleros tenemos:

- **Cajoneras**

Es un cajón que puede ser de madera o de ladrillo cubierto con un bastidor de cristal o de plástico. Para renovar con frecuencia el aire de su interior se entreabre el bastidor mediante alzas.

Cuando se quiere aumentar la temperatura de las cajoneras se utilizan camas calientes, que consisten en hacer montones de estiércol y colocarlos debajo de la cajonera. La fermentación de dicho estiércol proporciona calor a los cultivos que se encuentran en la cajonera.



Figura N°2. 14:Semillero en cajoneras

Fuente: Microlog tecnología y sistemas

- **Bandejas**

Son recipientes de plástico con compartimentos o sin ellos y con agujeros en el fondo para evitar encharcamientos. Son de fácil manejo, cómodas y pueden dar un elevado número de plantas. Suelen llenarse con un compost a base de turba o de turba con tierra y arena, perlita, vermiculita, etc.



Figura N°2. 15:Semillero en bandejas

Fuente: Microlog tecnología y sistemas

El material de la bandeja utilizado es poliestireno expandido de alta densidad, elemento liviano que permite la flotación en las balsas. Preferentemente las bandejas son de color blanco para evitar el calentamiento de la solución nutritiva.

Cuanto menor sea el número de alvéolos, más tiempo puede estar la planta en el semillero, obteniéndose como resultado una planta de mayor porte. El número de alvéolos o celdas por bandeja dependerá tanto del cultivo a propagar como del sistema de siembra (Urrestarazu, 2004).

Tabla N°2. 1 : Algunos tipos de bandejas empleadas en sistema flotante.

Número de alvéolos/bandeja	Volumen (cm ³)/alvéolo	Plantas/ m ²
200	27	861
242	23.5	1044
253	16	1087
288	17	1238
338	8.6	1456
392	13.6	1690

Fuente: Adaptado de Pearce y Palmer, 2001

Tabla N°2. 2: Parámetros para la siembra en bandejas.

Cultivo	Tamaño de Celda centímetros (pulgadas)	Humedad del Medio para Germinar	Días a Germinación
Apio	2 – 2.5 (¾ - 1)	Bien Mojado	4 – 8
Berenjena	2.5 (1)	Húmedo	5- 6
Brócoli	2 (¾)	Húmedo	2
Chile	2.5 (1)	Húmedo	5- 7
Coliflor	2 – 2.5 (¾ - 1)	Húmedo	3
Lechuga	2.5 (1)	Húmedo	3 – 4
Repollo	2 – 2.5 (¾ - 1)	Húmedo	3
Sandía (con y sin semilla)	2.5 (1)	Seco	2 – 4
Tomate	2.5 (1)	Húmedo	3 - 4

Fuente: Jorge E. Jaramillo N. El Cultivo de las Crucíferas. 2006

- **Macetas, bolsas plásticas y otros**

Las macetas pueden ser de barro, plástico o de turba prensada. Estas últimas se descomponen en contacto con la tierra. Las dimensiones de las macetas se representan por números del 8; del 12; del 16; etc. estos números hacen referencia al diámetro de la boca de la maceta. Las bolsas de plástico pueden ser de color negro, gris o de otros colores. Tienen una serie de agujeros en el fondo para facilitar la salida del agua.



Figura N°2. 16:Semillero de bolsas de basura

Fuente: Microlog tecnología y sistemas

2.4.4.3 Sistemas mecánicos para siembra indirecta

Algunas sembradoras emplean cámaras de vacío con una serie de orificios, agujas y boquillas que utilizan una fuente de generación de vacío y aire comprimido para transferir semillas, desde un depósito de semillas hasta las cavidades de las bandejas. En la actualidad existen diversos sistemas y dispositivos para efectuar la siembra de semillas en las cavidades de las bandejas. En general, en todos estos sistemas es necesario adecuar los elementos del sistema de dosificación, en

función del tipo de bandeja a utilizar y del tipo de semilla a sembrar, con el objetivo de asegurar una siembra de calidad. (Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias, Vol. 15, No. 3, 2006.)

Una problemática real para los sistemas de siembra consiste en que las semillas de algunos de los principales cultivos que se establecen en bandejas, en especial las de los cultivos hortícolas, presentan una gran dificultad para dosificarlas con precisión, debido a factores como: en diversos casos, su reducido tamaño, ya que a menor tamaño, mayor dificultad para su singulación o separación y dosificación; la presencia en algunas semillas de extremos terminados en punta, lo que influye en que varias semillas se adhieran a un solo orificio, cuando hacen contacto con el mismo, precisamente a través de estos extremos, la presencia de vellos o pelusa en las semillas de algunas especies, lo que provoca que tiendan a pegarse entre sí, dando lugar a la siembra de grupos de semillas, en lugar de semillas individuales; las formas extrañas e irregulares que presentan las semillas de algunas especies; las exigencias de colocar grupos de semillas en algunos casos, y semillas individuales en la mayoría de ellos.

De acuerdo con SRIVASTAVA et al., 1993, en la forma más elemental, una máquina agrícola se puede dividir en dos subsistemas: el de procesamiento y el auxiliar o de apoyo.

Los subsistemas de procesamiento comprenden aquellos componentes de la máquina que en forma directa llevan a efecto las funciones que la máquina está destinada a realizar, en este caso la dosificación y colocación de semillas en cada una de las cavidades de las bandejas de germinación. Los sistemas auxiliares o de apoyo son las partes que soportan y ayudan a los sistemas de procesamiento en la realización de su función. Estos sistemas auxiliares o de apoyo se pueden dividir en tres categorías como sistemas de soporte o estructurales, sistema de potencia y sistema de control. Los sistemas de soporte consisten y están formados por todas las partes estructurales de la máquina, cuyas funciones son mantener unidas las partes de la máquina para que estas puedan cumplir su función correctamente.

Los sistemas de potencia suministran la energía a los sistemas de procesamiento, distinguiéndose aquellas máquinas cuya fuente de energía y sistemas de transmisión de la misma forman una unidad autopropulsada, y aquellas máquinas que reciben accionamiento de sus sistemas de procesamiento por medio de una fuente energética externa. La función de los sistemas de control es proporcionar el mando y control sobre los sistemas de procesamiento, puesto que permiten conectar o desconectar estos sistemas con los sistemas de potencia; los controles pueden ser automáticos o manuales.

En lo que respecta a la clasificación y caracterización de los dispositivos y equipos de siembra en bandejas, se puede establecer que estas, se pueden agrupar y distinguir en función de distintos criterios (GAYTÁN, et al., 2004). A saber:

De acuerdo con el grado de participación del hombre en su operación:

- a) Ayudas mecánicas: no son máquinas sembradoras.
- b) Sembradoras manuales: se accionan en forma manual y durante su operación están sostenidas en las manos del operador.
- c) Sembradoras semiautomáticas: las fases de carga y descarga se realizan en forma automática, pero como su accionamiento es manual, no pueden formar parte de una línea de siembra totalmente automatizada.
- d) Sembradoras automáticas: son las que se instalan en las líneas de siembra porque todas las fases del ciclo de trabajo, las realizan en forma automática.

De acuerdo con el número de ciclos de trabajo que requieren efectuar para sembrar una bandeja:

- a) Máquinas que ocupan tantos ciclos de trabajo como filas o columnas tenga la charola (siembra por filas o columnas).
- b) Máquinas que siembran toda la charola en un solo ciclo de trabajo.

De acuerdo con su principio de funcionamiento:

- a) Sembradoras neumáticas que adhieren semillas por medio de vacío.

- b) Sembradoras que individualizan semillas por medio de mordazas cónicas separables.
- c) Sembradoras que individualizan semillas por medio de vibraciones forzadas.
- d) Sembradoras que individualizan semillas por analogías dimensionales semilla-orificio.

Durante la ejecución de un ciclo de trabajo de las máquinas de siembra en bandejas, se distinguen las etapas o procesos siguientes:

- a) Fase de separación, individualización o singulación de semillas.
- b) Fase de carga o adhesión de las semillas.
- c) Fase de eliminación de semillas adheridas en exceso.
- d) Fase de transporte de las semillas adheridas o individualizadas, hasta las cavidades de la charola de siembra.
- e) Fase de descarga o eyección de las semillas en las cavidades de la charola.
- f) Fase de limpieza de los orificios de succión.

A continuación se presentan algunas Figuras (17, 18 y 19), donde se muestran esquemas de patentes de dispositivos de siembra en bandejas de individualización por golpeteo y esquemas del proceso de siembra, utilizando el principio mecánico de analogías dimensionales semilla-orificio.

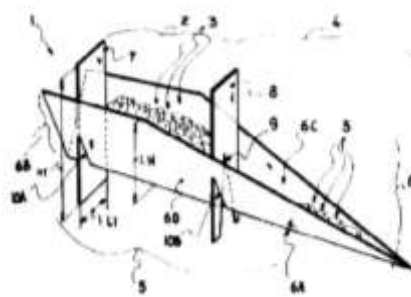


Figura N°2. 17:Patente de un dispositivo de siembra en bandejas de individualización por golpeteo.

Fuente: Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias, Vol. 15, No. 3, 2006

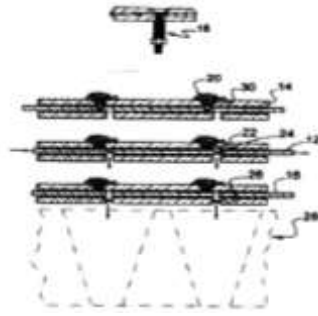


Figura N°2. 18:Esquema del proceso de siembra utilizando el principio mecánico de analogías dimensionales semilla-orificio, para individualizar semillas y sembrar toda la charola en un solo ciclo de trabajo

Fuente: Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias, Vol. 15, No. 3, 2006

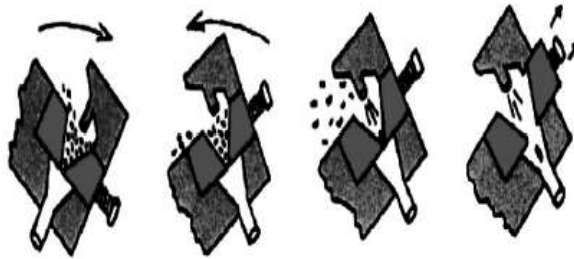


Figura N°2. 19:Secuencia de etapas del proceso de siembra por regletas de conos separables.

Fuente: Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias, Vol. 15, No. 3, 2006

En la figura N° 20 se observa un sistema real semiautomático en la cual existe un movimiento de carga de semillas a las regletas, retorno de semillas al depósito, soplado de semillas para dejar solo una, la cual tapa al orificio inferior; liberación de la semilla singulada, hacia las cavidades de la charola.



Figura N°2. 20:Llenado de bandejas automático o mecanizado – tres diferentes equipos para esta labor.

Fuente: Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias, Vol. 15, No. 3, 2006

2.4.5 PLAN DE DESARROLLO AGROINDUSTRIAL

El Plan de Desarrollo Agroindustrial está orientado a la mejora del entorno legal para el sector, al fortalecimiento de la institucionalidad pública y al apoyo a las cadenas productivas en lo que concierne la innovación tecnológica, la asociatividad, la comercialización y la calidad e inocuidad, concebidas de manera integral.

La ejecución del Plan se ha iniciado por el componente legal cuyo objetivo es la construcción de la Ley de Desarrollo y Fomento Agroindustrial. Para esto, la Comisión Interinstitucional liderada por el MAGAP y constituida además por el Ministerio de Industrias y Productividad, la Asociación Nacional de Fabricantes de Alimentos y Bebidas (ANFAB) y FEDEXPORT, en alianza con la Conferencia Nacional de Soberanía Alimentaria, organismo para-legislativo encargado de la construcción colectiva de varios cuerpos legales, se encuentran trabajando en la elaboración participativa de esta Ley con el apoyo de los principales actores de las cadenas agroindustriales, donde la academia cumple un papel muy importante.

Para la construcción de la Ley se organizaron cinco talleres en diferentes regiones del país, en el seno de importantes centros universitarios. En Quito y Cuenca, la sede de estos eventos fue la Universidad Politécnica Salesiana; en Guayaquil, la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil y en Machala, la Universidad Técnica de Machala.

En todos los eventos, la participación de docentes y directivos de las universidades ha sido relevante, sobre todo en las mesas de trabajo donde se trataron los temas de investigación, desarrollo e innovación tecnológica. Los aportes, entre otras cosas, tienden a resolver problemas ligados con la falta de coordinación y cooperación entre el sector privado, público y académico; la duplicidad de trabajos de investigación como las tesis; la poca o nula priorización de líneas de investigación de interés nacional; y el divorcio entre las necesidades de la empresa privada y lo que se investiga en las universidades y centros de investigación.

2.4.6 ORGANIZACIÓN DE PLANTAS INDUSTRIALES

La organización de plantas industriales hoy en día es un tema muy importante para la productividad de las empresas, el estudiar procesos de trabajo, tiempos de producción en una empresa se podrá tomar medidas que solucionen una problemática o que a su vez incrementen una situación actual.

Es un examen de la manera de realizar una actividad con el fin de mejorar la utilización de los recursos y de fijar los tiempos normales de ejecución de dicha actividad

La organización de una planta industrial abarca todo lo que en ella constituye desde su conformación en infraestructura, sitios de puesto de trabajo, constitución política, etc., cada una independiente del proceso a cual se desenvuelva la empresa.

El objetivo de organizar correctamente una planta industrial está relacionado directamente con la productividad y por tal con el rendimiento económico de la misma, reduciendo tiempos muertos de producción y mejorando las condiciones en las cuales se desarrolla una actividad en una empresa.



Figura N°2. 21: Estudio y organización de plantas de trabajo.

Fuente: Kanawaty (1996; pág. 20)

2.4.7 PRODUCTIVIDAD

Productividad puede definirse como la relación entre la cantidad de bienes y servicios producidos y la cantidad de recursos utilizados. En la fabricación, la

productividad sirve para evaluar el rendimiento de los talleres, las máquinas, los equipos de trabajo y los empleados.

Productividad en términos de empleados es sinónimo de rendimiento. En un enfoque sistemático decimos que algo o alguien, es productivo cuando con una cantidad de recursos (Insumos) en un periodo de tiempo dado obtiene el máximo de productos.

La productividad en las máquinas y equipos está dada como parte de sus características técnicas. No así con el recurso humano o los trabajadores.

La productividad mucho más compleja que tener una máquina más en tu lugar de trabajo, se determina y es impactado por muchos factores, incluyendo los siguientes:

- La calidad y disponibilidad de los recursos naturales, que impacta la producción de productos y servicios que necesita de estos recursos.
- La estructura de la industria y los cambios de los sectores, incluyendo si permite entradas de nuevos competidores o no, ampliando la competitividad e incentivando la mejora de la forma de trabajar.
- El nivel de capital total y su incremento, que impacta su nivel, su costo y que facilita o no el nivel de inversión a futuro.
- El ritmo de progreso tecnológico, mejora el nivel y la calidad de tecnología utilizada en la producción.
- □La calidad de los recursos humanos (la educación), que impacta los resultados de la aportación humana.
- El entorno macroeconómico, que puede facilitar o entorpecer la participación en la economía de los distintos actores, que son los empresarios y los trabajadores.
- El entorno microeconómico, que puede facilitar o entorpecer la forma de trabajar diaria de los distintos actores, por ejemplo, que el gobierno imponga muchas regulaciones al funcionamiento de la economía impacta la productividad negativamente.

La productividad o capacidad de trabajo de las máquinas de siembra en bandejas está en función de los factores técnicos siguientes:

- La velocidad de operación de la máquina; es decir, el tiempo que tarda en ejecutar un ciclo de siembra (ciclos de siembra / unidad de tiempo).
- La cantidad de semillas depositadas en cada ciclo (semillas / ciclo).
- La cantidad de semillas depositadas por unidad de tiempo (semillas / unidad de tiempo).
- La cantidad de ciclos de trabajo necesarios para sembrar una bandeja (ciclos / bandeja).
- La cantidad de bandejas sembradas por unidad de tiempo (bandejas / unidad de tiempo).
- Eficiencia de trabajo calculada en función del coeficiente de utilización del tiempo de una jornada de trabajo; es decir, la relación entre el tiempo de trabajo efectivo y el tiempo total durante una jornada de trabajo.
- Como es por todos conocido la producción, generalmente, tiene un sentido económico, por lo que la determinación de todos los rubros de costos en los que se incurre por concepto de posesión y utilización de las máquinas de siembra en bandejas, divididos en costos fijos y costos variables, cuya suma proporciona los costos totales, son de gran importancia al momento de realizar la selección de equipos. Una vez determinados estos, y combinados con los parámetros de productividad de las máquinas, se pueden determinar los costos unitarios o costos por unidad de producto obtenido. En definitiva, la determinación de los costos unitarios de la máquina de siembra, considerando las condiciones concretas de una empresa productora de plántulas, sería uno de los mejores parámetros del equipo más adecuado para cada condición particular.

2.4.8 PRODUCCIÓN

La producción es la actividad económica que aporta valor agregado por creación y suministro de bienes y servicios, es decir, consiste en la creación de productos o servicios y al mismo tiempo la creación de valor, más específicamente es la

capacidad de un factor productivo para crear determinados bienes en un periodo de tiempo determinado. Desde un punto de vista económico, el concepto de producción parte de la conversión o transformación de uno o más bienes en otros diferentes. Se considera que dos bienes son diferentes entre sí cuando no son completamente intercambiables por todos los consumidores.

El concepto económico de producción engloba un rango de actividades más amplio que el comprendido en el concepto genérico de producción del lenguaje corriente. Producción es la elaboración o la fabricación de los objetos físicos, pero también la provisión de servicios (médicos sanitarios, enseñanza; espectáculos; restaurantes; etc.). En la actualidad, los servicios constituyen la mayor parte de la producción total de los países industrializados. Así en un sentido económico, el término producción engloba todas aquellas actividades que no son estrictamente de consumo.

2.5 CATEGORÍAS FUNDAMENTALES

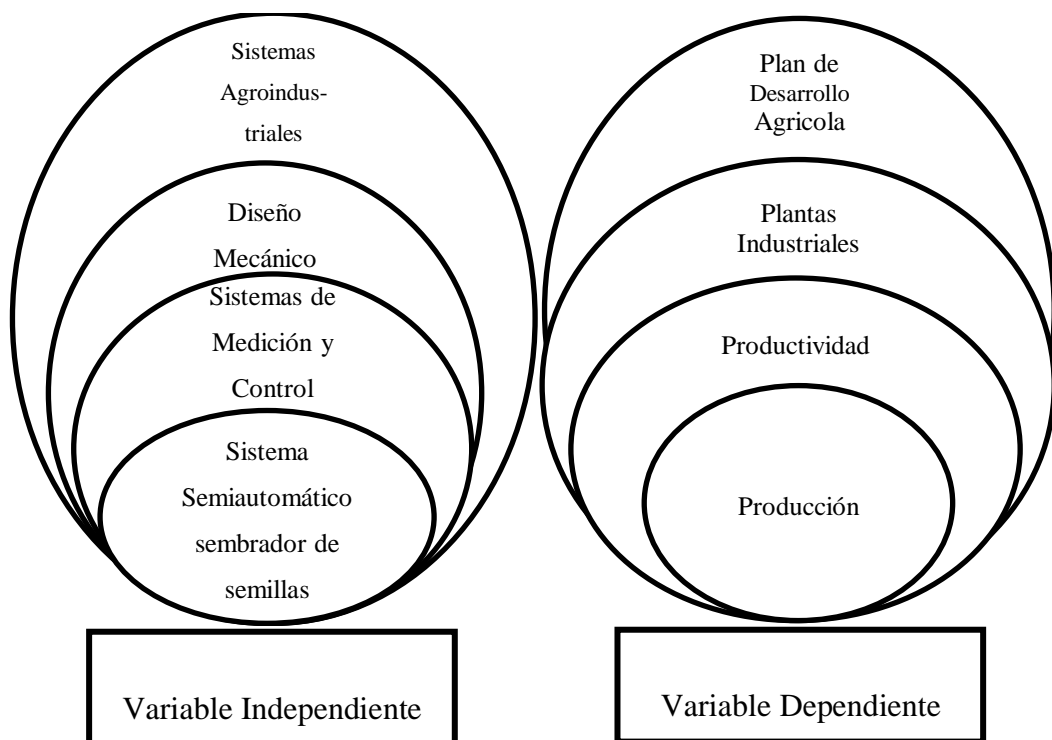


Figura N°2. 22: Variables
Fuente: Autor

2.6 HIPÓTESIS

¿Un sistema semiautomático sembrador de semillas de hortalizas crucíferas aumentará la producción en la empresa AGROFUTURO?

2.7 SEÑALAMIENTO DE LAS VARIABLES

2.7.1 Variable independiente

Sistema semiautomático sembrador de semillas de hortalizas.

2.7.2 Variable dependiente

Aumentar producción.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1 ENFOQUE

Será un enfoque Cuantitativo, se orientará al análisis de los sistemas automáticos de siembra de semillas, parámetros, propiedades, características que intervienen en dicho sistema, que serán obtenidas de fuentes bibliográficas, además que se apuntará a medir la variación de la producción al implantar el sistema mecánico de siembra.

3.2 MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN

Proyecto factible con verificación de hipótesis lo que indica realizar una investigación experimental y bibliográfica.

3.2.1 De campo

Es el estudio sistemático de los hechos en el lugar en que se producen los acontecimientos. En esta modalidad el investigador toma contacto en forma directa con la realidad, para obtener información de acuerdo con los objetivos. En la presente investigación se los realizará en los campos agrícolas de la empresa AGROFUTURO, tomando datos que permitan el desarrollo de la investigación.

3.2.2 Experimental

La investigación será de modalidad experimental, debido a que los resultados que arrojen las pruebas a desarrollarse, permitirán generar un estándar experimental para su futura aplicación en la industria agroindustrial, permitiendo tener un sistema semiautomático idóneo para la empresa AGROFUTURO, el cual aumentará la producción de la siembra de hortalizas.

3.2.3 Bibliográfica

El propósito de este tipo de investigación es conocer, comparar, ampliar, profundizar y deducir diferentes enfoques, teorías, conceptualizaciones y criterios de diversos autores sobre una cuestión determinada, basándose en documentos, por lo tanto en el presente trabajo se utilizará la documentación acorde a los procesos de siembra de semillas de hortalizas, así como diferentes teorías, modelos en el diseño de sistemas semiautomáticos.

3.3 NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN

3.3.1 Exploratorio

Los estudios exploratorios se efectúan, normalmente cuando el objetivo es examinar un tema o problema de investigación poco estudiado o que no ha sido abordado antes.

A nivel nacional no existe un estudio detallado sobre el tema que se presenta. A su vez no existe maquinaria que facilite este tipo de actividad, por lo que el nivel de la investigación será exploratorio.

3.3.2 Descriptivo

El propósito es que el investigador describe situaciones y eventos, es decir, como es y cómo se manifiesta determinados fenómenos. Los estudios descriptivos buscan especificar las propiedades importantes de personas, grupos, comunidades o cualquier otro fenómeno que sean sometidos a análisis, miden o evalúan con la precisión posible diversos aspectos, dimensiones o componentes del fenómeno a investigar. De esta manera se acudirá directamente a los sectores a conocer los problemas que tiene en el método y tiempo de sembrado de semillas mediante bandejas flotantes y su incidencia en la baja de la producción permitiendo conocer los eventos reales de la problemática.

3.3.3 Correlacional

La investigación tendrá como propósito medir el grado de relación que existe entre las dos variables se podrá comparar la cantidad de producción en el sembrado antes y después de implantar el sistema semiautomático de siembra, permitiendo con esto determinar curvas y gráficos.

3.4 POBLACIÓN Y MUESTRA

3.4.1 Población

Para nuestra investigación en particular tomaremos en cuenta el total de semillas de hortalizas (col, coliflor y brócoli) que posee la empresa AGROFUTURO.

3.4.2 Muestra

La cantidad de semillas semanales será de 2000gr. de acuerdo a la demanda de las plántulas.

Col= 500gr

Brócoli= 500gr

Coliflor= 1000gr

3.5 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Variable independiente: Sistema semiautomático sembrador de semillas de hortalizas.

CONCEPTO	DIMENSIONES	INDICADOR	ITEMS	TÉCNICA/ HERRAMIENTA
Sistema de operación rápido en un proceso semicontinuo que consiste en sembrar semillas a través de sistemas mecánicos de transmisión controlados por elementos de control, actividad que se realiza de manera eficiente, rápida y disminuyendo el esfuerzo físico del agricultor.	Sistemas Mecánicos	¿Qué sistemas mecánicos es el adecuado para sembrar semillas de manera semiautomática?	<ul style="list-style-type: none"> ○ Por Inyectores. ○ Por Rodillo. ○ Por Platos 	Bibliográfica Tabla de ponderación.
	Siembra de semillas	¿Qué dimensión tiene la semilla?	<ul style="list-style-type: none"> ○ 1 mm ○ 2mm ○ 3mm 	Bibliográfica Observación. Ficha de toma de datos.

Tabla N°3. 1: Variable independiente

Fuente: Autor

Variable dependiente: Aumentar producción.

CONCEPTO	DIMENSIONES	INDICADOR	ITEMS	TÉCNICA/ HERRAMIENTA
Pasos y estrategias a poner en marcha la producción para agilizar los procedimientos de siembra controlados de una manera adecuada, para lo cual se debe aumentar el índice de rapidez de siembra, consiguiéndose una eficiencia general del proceso, en términos agroindustriales se pudiera definir como la capacidad de trabajo de una máquina.	Estrategias	¿Qué tipo de trabajo sería el idóneo para la empresa?	<ul style="list-style-type: none"> ○ Manual. ○ Semiautomático. 	Observación. Fichas para toma de datos.
	Índice de rapidez de siembra	¿Qué ocurrirá en la producción al implantar un sistema semiautomático?	<ul style="list-style-type: none"> ○ aumentará ○ disminuirá 	Fichas para toma de datos. Pruebas prácticas.

Tabla N°3. 2: Variable dependiente

Fuente: Autor

3.6 RECOLECCIÓN DE DATOS

En la investigación la información se recolectará directamente en la empresa AGROFUTURO, se la realizará mediante la visualización para dar un diagnóstico de la situación actual en el proceso de siembra de semillas.

Se procederá a una etapa de toma de datos que abarcará el lapso de un mes en esta etapa se tomarán datos de tiempo y volumen de semillas plantadas por día, así como el proceso diario de trabajo de la empresa.

A su vez se tomará opiniones a los trabajadores y personal de la empresa AGROFUTURO, mediante un cuestionario de preguntas orientadas a conocer la problemática para sembrar semillas mediante bandejas flotantes. El cuestionario también abarcará una sección que nos permita saber si el trabajador estaría interesado en utilizar un sistema mecánico que facilite su trabajo, abarca preguntas de costos, complejidad, nivel de mantenimiento entre otros factores que dependen de la adquisición de una maquinaria.

3.7 PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS

3.7.1 PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN RECOGIDA

La información obtenida mediante la visualización, se realizará un listado de problemas generales sobre el sembrado de semillas en bandejas flotantes, a su vez se dará una solución tentativa sea esa mecánica, productiva, teórica, etc.

La información obtenida de los trabajadores de la empresa AGROFUTURO, se analizará mediante tablas y gráficos estadísticos que muestren resumidamente los problemas que tienen para el sembrado de semillas. Los datos recopilados se tabularán una vez terminada las encuestas a cada uno de los agricultores, nuevamente se preguntará a los encuestados para verificar y comparar la información antes recogida.

Al final de los datos obtenido mediante la tabulación de la observación y encuestas, se realizará una ponderación del mejor sistema mecánico a utilizarse

como se ha mencionado el automático, semiautomático o manual, en esta ponderación se tomará en cuenta las encuestas realizadas.

3.7.2 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Se graficarán los resultados y se sacarán las conclusiones y recomendaciones pertinentes para el análisis e interpretación de los resultados, con el objetivo de comprobación de la hipótesis, analizando las curvas de los gráficos que relacionan las encuestas y el nivel de ponderación que mejor se ajuste para la empresa AGROFUTURO.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1 ANÁLISIS DE RESULTADOS

Para nuestro análisis y recolección de información nos guiaremos en el diagrama de flujo a continuación.

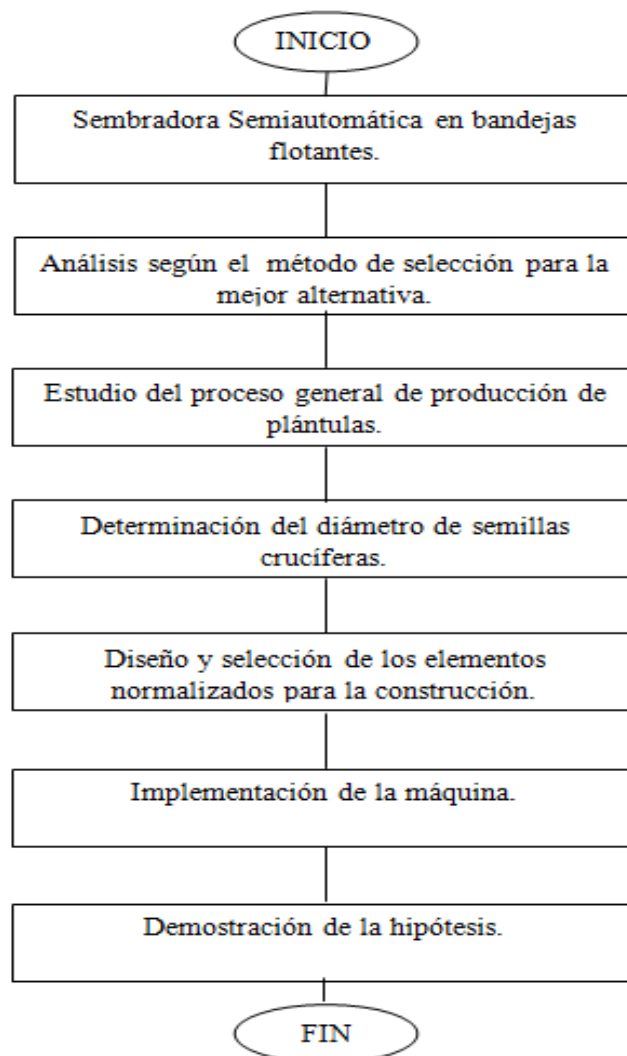


Figura N°4. 1: Diagrama de flujo

Fuente: Autor

4.1.1 SEMBRADORA SEMIAUTOMÁTICA EN BANDEJAS FLOTANTES

Entre los parámetros más importantes de una sembradora semiautomática se tiene: tipo de depósito de semilla, velocidad de siembra, el tipo de avance que tiene la bandeja flotante para la siembra, las dimensiones físicas que posee y el costo que tiene cada una de ellas.

4.1.1.1 DEPÓSITO DE SEMILLA

Esto hace referencia a la distinta forma de depositar la semilla en la bandeja flotante, la cual tendrá que comprender con la velocidad de depósito que satisfaga al operador.

4.1.1.2 DIMENSIONES FÍSICAS

Son las medidas propias de la máquina tales como longitud, ancho y altura, todas estas tomadas en planta.

4.1.1.3 AVANCE DE BANDEJA

Este comprende el cómo va avanzando la bandeja flotante en la máquina sembradora para el respectivo depósito de semilla.

4.1.1.4 VELOCIDAD DE SIEMBRA

Factor de alta importancia en la máquina de siembra, ésta debe estar sujeta a las exigencias del usuario ya que a mayor velocidad de siembra se obtendrá mayor producción de plántulas en dicha empresa.

4.1.1.5 COSTO

El valor que tendrá a consecuencia de los componentes, tecnología y demás utilizada en dicha máquina para su funcionamiento.

4.1.2 ALTERNATIVA A: “SEBRADORA SEMIAUTOMÁTICA DE INYECTORES”



Figura N°4. 2: Sembradora Semiautomática por inyectores

Fuente: www.Agroterra.com

4.1.2.1 DEPÓSITO DE SEMILLA

Esta sembradora deposita la semilla por 13 inyectores, la semilla cae por cada uno de ellos una a la vez. Esta es capturada por succión de una tolva que se encuentra en vibración. Los inyectores tienen un movimiento en Y+ y Y- el cual está sincronizado con el avance de la bandeja flotante.

4.1.2.2 DIMENSIONES FÍSICAS

Las dimensiones para ésta máquina son 1.20 m de longitud, altura de 1.50 m y ancho de 0.60 m, Debido a las dimensiones la maquina es fácil de transportar para el caso de que se necesite mover dentro de la planta.

4.1.2.3 AVANCE DE BANDEJA

El tipo de avance para este tipo de máquina está restringido a la velocidad de los inyectores, el avance se lo realiza mediante un cilindro neumático de doble efecto.

4.1.2.4 VELOCIDAD DE SIEMBRA

La velocidad de siembra para esta máquina está en un promedio de 338 semillas por minuto.

4.1.2.5 COSTO

El costo aproximado de esta máquina es de 8000 dólares.

4.1.3 ALTERNATIVA B: “SEBRADORA SEMIAUTOMÁTICA DE RODILLO”



Figura N°4. 3: Sembradora Semiautomática de rodillos

Fuente: www.seedgreen.com

4.1.3.1 DEPÓSITO DE SEMILLA

Esta sembradora consta de un sistema más sencillo que la de inyectores, tiene un cilindro hueco el cual mediante vacío absorbe la semilla en cada agujero, el cilindro rota acorde avance la bandeja y descarga la semilla mediante contacto.

4.1.3.2 DIMENSIONES FÍSICAS

La sembradora por rodillos tiene una longitud de 2,20 m, una altura de 1.50 m, un ancho de 0,60 m. Debido a su tamaño es considerada como móvil.

4.1.3.3 AVANCE DE BANDEJA

El avance para este tipo de máquinas se lo realiza mediante una banda transportadora que es activada por sensores e infrarrojos los cuales se encargan de posicionar a la bandeja.

4.1.3.4 VELOCIDAD DE SIEMBRA

La velocidad de siembra para esta máquina está en un promedio de 700 semillas por minuto.

4.1.3.5 COSTO

El costo aproximado de esta máquina es de 5.500 dólares.

4.1.4 ALTERNATIVA C: “SEMBRADORA SEMIAUTOMÁTICA POR PLATOS”



Figura N°4. 4: Sembradora Semiautomática por platos

Fuente: www.Sabsa.com

4.1.4.1 DEPÓSITO DE SEMILLA

En esta máquina la semilla se encuentra entre dos platos, el plato superior tiene perforaciones con medidas idénticas a la semilla, mediante movimiento son colocadas en los agujeros para luego coincidir con el otro plato que tiene los agujeros más grandes y la semilla caerá a la bandeja.

4.1.4.2 DIMENSIONES FÍSICAS

Esta máquina es la más grande de las mencionadas anteriormente, siendo su longitud de 3m, altura de 1.60 m y ancho de 1.30 m. A pesar de superar en dimensiones a las otras dos máquinas sigue siendo móvil.

4.1.4.3 AVANCE DE BANDEJA

El tipo de avance para la sembradora por platos es similar a la de inyectores puesto que utiliza un cilindro de doble efecto para transportar la bandeja.

4.1.4.4 VELOCIDAD DE SIEMBRA

La velocidad de siembra para esta máquina está en un promedio de 700 semillas por minuto.

4.1.4.5 COSTO

El costo aproximado de esta máquina es de 9000 dólares.

4.2 MÉTODO PARA LA SELECCIÓN DE LA MEJOR ALTERNATIVA

Para seleccionar nuestra mejor alternativa utilizaremos el método de atributos ponderados donde tenemos la siguiente ecuación:

$$R_j = \sum_{i=1}^n W_i V_{ij} \quad (4.1)$$

Donde

R_i= Medida de Evaluación para cada alternativa j

W_i= Número del Peso de importancia de atributos

V_{ij}= Valor de atributo i para alternativa j

En caso de que los atributos tengan el mismo peso se considerará

$$W_i = \frac{1}{m} \quad (4.2)$$

$$W_i = \frac{\text{puntuación } i \text{ de importancia}}{\sum_{i=1}^m \text{Puntuación } i \text{ de importancia}} \quad (4.3)$$

Se evaluará a cada uno de los atributos antes mencionados dando un valor de jerarquía basándose en la siguiente asignación.

Tabla N° 4. 1: Asignación de jerarquía según la importancia del atributo.

ATRIBUTO	JERARQUÍA (#)
Muy Bueno	10 – 9
Bueno	8 – 6
Pobre	3 – 5
Muy Pobre	0- 2

Fuente: Autor

4.2.1 ASIGNACIÓN DE JERARQUÍA

4.2.1.1 DEPÓSITO DE SEMILLA

El valor de jerarquía para este atributo será de 8, su importancia es alta ya que mientras más rápida sea más semillas podrá depositar.

4.2.1.2 DIMENSIONES FÍSICAS

A este atributo se le dará un 5 como valor de jerarquía puesto que no lleva tanta importancia el tamaño con la eficiencia de la máquina.

4.2.1.3 AVANCE DE BANDEJA

El avance no tiene tanto peso en la siembra debido a que éste está sujeto al depósito de la semilla, por lo cual tendrá un valor de jerarquía de 7.

4.2.1.4 VELOCIDAD DE SIEMBRA

El valor de este atributo será de 10 debido a que está relacionado directamente con la maquina puesto que a mayor velocidad de siembra mayor será la producción.

4.2.1.5 COSTO

Este factor es muy importante debido a que los costos de las maquinas son muy elevados, por tal motivo debe ser muy considerado al momento de elegir la mejor opción, en consecuencia le daré un valor de jerarquía de 10.

Tabla N° 4. 2: Valor de Jerarquía asignado para cada atributo.

ATRIBUTO	JERARQUÍA
Depósito de semilla	8
Dimensiones Físicas	5
Avance de Bandeja	8
Velocidad de siembra	10
Costo	10
TOTAL	40

Fuente: Autor

A continuación la tabla de atributos con sus respectivos valores de jerarquía para cada una de las alternativas propuestas anteriormente.

Tabla N° 4. 3: Valores de Jerarquía para cada alternativa.

ATRIBUTO	Alternativa A	Alternativa B	Alternativa C
Depósito de semilla	10	9	9
Dimensiones Físicas	8	9	4
Avance de Bandeja	6	10	6
Velocidad de siembra	6	10	8
Costo	7	9	6

Fuente: Autor

4.2.2 APLICACIÓN DE MÉTODO DE ATRIBUTOS

A continuación aplicaremos la fórmula 4.3 con la que calcularemos el peso de los atributos citados anteriormente.

$$W_i = \frac{\text{puntuación } i \text{ de importancia}}{\sum_{i=1}^m \text{Puntuación } i \text{ de importancia}}$$

Depósito de semilla

$$W_i = \frac{8}{40}$$

$$W_i = 0.2$$

Dimensiones Físicas

$$W_i = \frac{5}{40}$$

$$W_i = 0.125$$

Avance de Bandeja

$$W_i = \frac{7}{40}$$

$$W_i = 0.175$$

Velocidad de Siembra

$$W_i = \frac{10}{40}$$

$$W_i = 0.25$$

Costo

$$W_i = \frac{10}{40}$$

$$W_i = 0.25$$

4.2.2.1 CÁLCULO DE LA ALTERNATIVA A

Depósito de semilla

$$D.s = W_i V_{ij}$$

$$D.s = 0.2 * 10$$

$$D.s = 2$$

Dimensiones Físicas

$$D.f = W_i V_{ij}$$

$$D.f = 0.125 * 8$$

$$D.f = 1$$

Avance de Bandeja

$$A.b = W_i V_{ij}$$

$$A.b = 0.175 * 6$$

$$A.b = 1.05$$

Velocidad de Siembra

$$V.s = W_i V_{ij}$$

$$V.s = 0.25 * 6$$

$$V.s = 1.5$$

Costo

$$Ct = W_i V_{ij}$$

$$Ct = 0.25 * 7$$

$$Ct = 1.75$$

Aplicando la fórmula 4.1 tenemos

$$R_j = \sum_{j=1}^n W_i V_{ij}$$

$$R_j = \text{Deposito de semillas} + \text{Dimensiones Físicas} + \text{Avance Bandeja} \\ + \text{Velocidad de Siembra} + \text{Costo}$$

$$R_j = 2 + 1 + 1.05 + 1.5 + 1.75$$

$$R_j = 7.3$$

4.2.2.2 CÁLCULO DE LA ALTERNATIVA B

Depósito de semilla

$$D.s = W_i V_{ij}$$

$$D.s = 0.2 * 9$$

$$D.s = 1.8$$

Dimensiones Físicas

$$D.f = W_i V_{ij}$$

$$D.f = 0.125 * 9$$

$$D.f = 1.125$$

Avance de Bandeja

$$A.b = W_i V_{ij}$$

$$A.b = 0.175 * 10$$

$$A.b = 1.75$$

Velocidad de Siembra

$$V.s = W_i V_{ij}$$

$$V.s = 0.25 * 10$$

$$V.s = 2.5$$

Costo

$$Ct = W_i V_{ij}$$

$$Ct = 0.25 * 9$$

$$Ct = 2.25$$

Aplicando la fórmula 4.1 tenemos

$$Rj = \sum_{j=1}^n W_i V_{ij}$$

$$Rj = \text{Deposito de semillas} + \text{Dimensiones Físicas} + \text{Avance Bandeja} \\ + \text{Velocidad de Siembra} + \text{Costo}$$

$$Rj = 1.8 + 1.125 + 1.75 + 2.5 + 2.25$$

$$Rj = 9.425$$

4.2.2.3 CÁLCULO DE LA ALTERNATIVA C

Depósito de semilla

$$D.s = W_i V_{ij}$$

$$D.s = 0.2 * 9$$

$$D.s = 1.8$$

Dimensiones Físicas

$$D.f = W_i V_{ij}$$

$$D.f = 0.125 * 4$$

$$D.f = 0.5$$

Avance de Bandeja

$$A.b = W_i V_{ij}$$

$$A.b = 0.175 * 6$$

$$A.b = 1.05$$

Velocidad de Siembra $V.s = W_i V_{ij}$

$$V.s = 0.25 * 8$$

$$V.s = 2$$

$$\text{Costo } C_t = W_i V_{ij}$$

$$C_t = 0.25 * 6$$

$$C_t = 1.5$$

Aplicando la fórmula 4.1 tenemos

$$R_j = \sum_{j=1}^n W_i V_{ij}$$

$$R_j = \text{Deposito de semillas} + \text{Dimensiones Físicas} + \text{Avance Bandeja} \\ + \text{Velocidad de Siembra} + \text{Costo}$$

$$R_j = 1.8 + 0.5 + 1.05 + 2 + 1.5$$

$$R_j = 6.85$$

Tabla N° 4. 4: Resultado del cálculo por el método de atributos ponderados

ATRIBUTO	Alternativa A	Alternativa B	Alternativa C
Depósito de semilla	2	1.8	1.8
Dimensiones Físicas	1	1.125	0.5
Avance de Bandeja	1.05	1.75	1.05
Velocidad de siembra	1.5	2.5	2
Costo	1.75	2.25	1.5
TOTAL	7.3	9.425	6.85

Fuente: Autor

4.2.3 REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE RESULTADOS

4.2.3.1 DEPÓSITO DE SEMILLAS

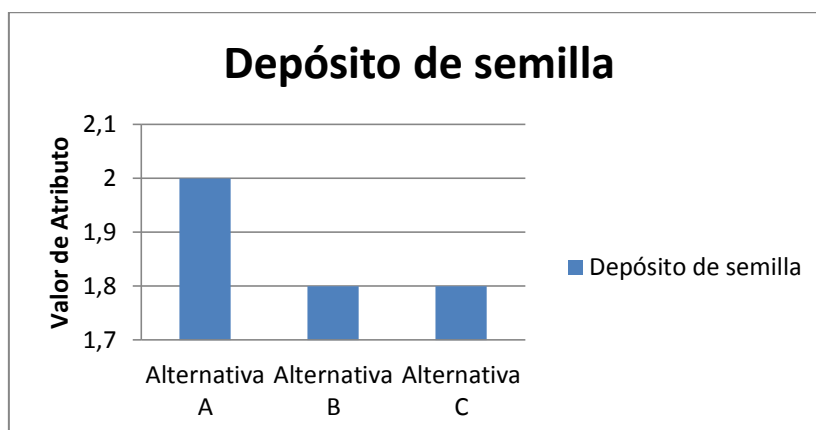


Figura N°4. 5: Valores para cada alternativa teniendo al Depósito de semilla como atributo.

Fuente: Autor

En lo que se refiere al depósito de semilla la alternativa A tiene un valor de 2 siendo superior a la alternativa B y C que tienen 1,8.

4.2.3.2 DIMENSIONES FÍSICAS

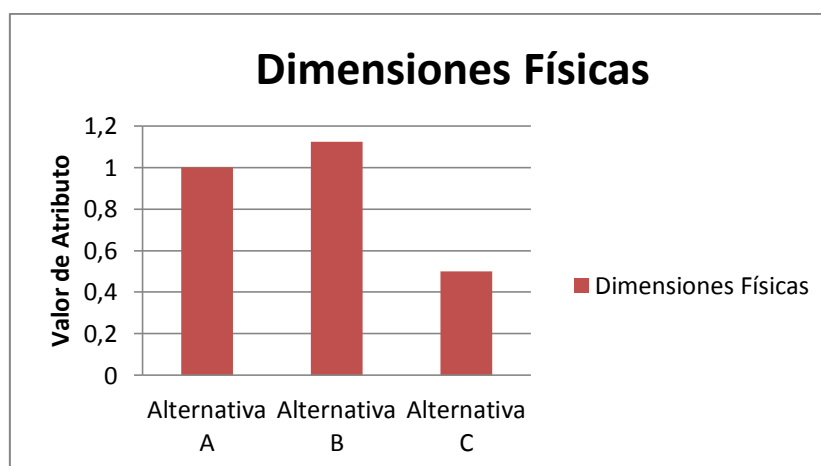


Figura N°4. 6: Valores para cada alternativa teniendo a las Dimensiones Físicas como atributo.

Fuente: Autor

En dimensiones físicas se tiene a la alternativa B superior a las demás con un valor de 1,125 ya que sus medidas son las más apropiadas para la siembra en bandeja.

4.2.3.3 AVANCE DE BADEJA

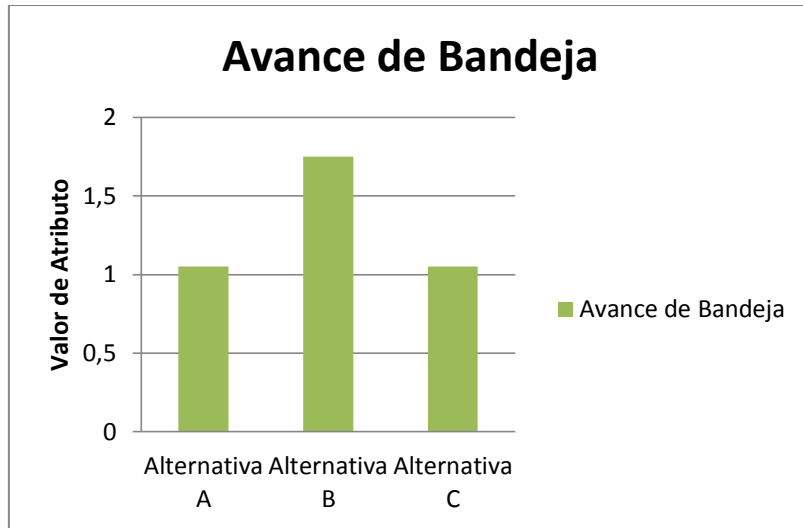


Figura N°4. 7: Valores para cada alternativa teniendo al Avance de Bandeja como atributo.

Fuente: Autor

En este parámetro se tiene claramente que la alternativa B tiene un mejor avance de bandeja lo cual significa que tiene una producción mayor a las otras dos alternativas.

4.2.3.4 VELOCIDAD DE SIEMBRA

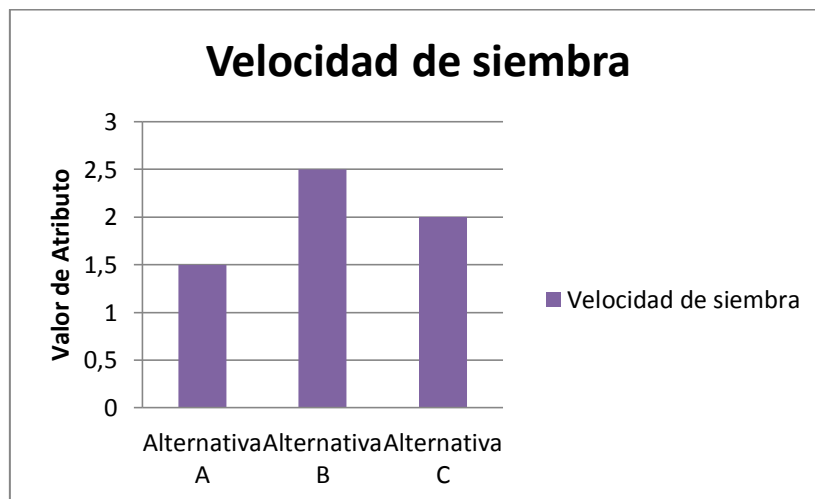


Figura N°4. 8: Valores para cada alternativa teniendo a la Velocidad de Siembra como atributo.

Fuente: Autor

En lo que se refiere a velocidad de siembra la alternativa B es superior a las demás con un valor de 2,5 seguido de la alternativa C con un valor de 2 y por último la alternativa A con 1,5.

4.2.3.5 COSTO

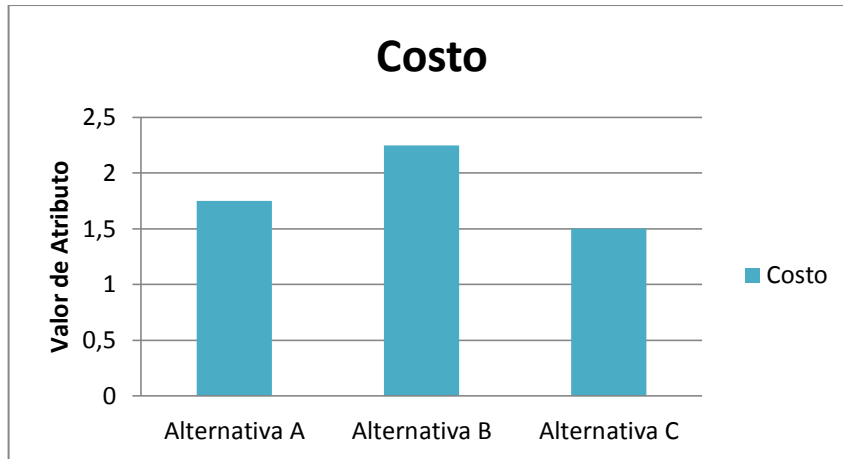


Figura N°4. 9: Valores para cada alternativa teniendo al Costo como atributo.

Fuente: Autor

En lo que se refiere al costo de la maquina la alternativa B es la más accesible, por tal motivo alcanza un valor de 2,25, teniendo ultimo a la alternativa C la cual es la más cara en el mercado.

4.2.4 COMPARACIÓN ENTRE ALTERNATIVAS A, B Y C

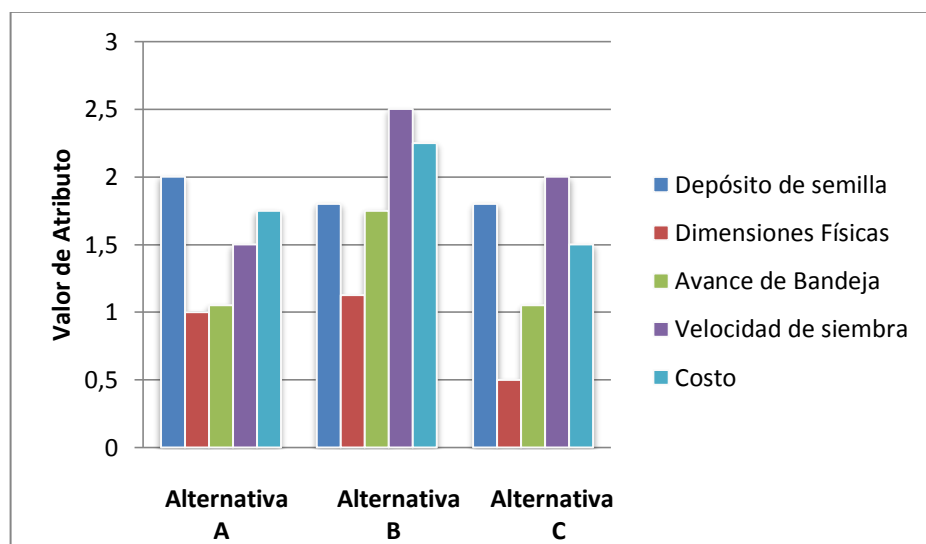


Figura N°4. 10: Valores Totales para cada alternativa.

Fuente: Autor

En la tabla anterior se puede apreciar la comparación de las alternativas para cada atributo siendo la alternativa B como la mejor opción para nuestro tema en estudio.

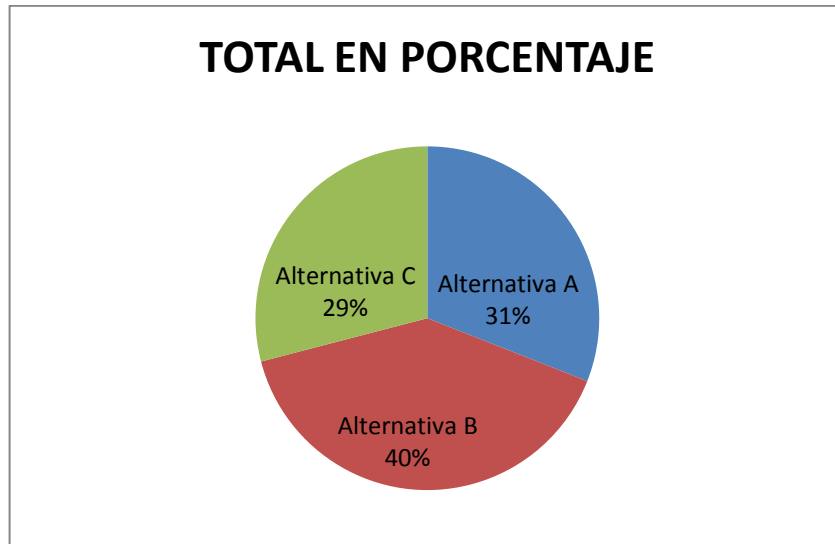


Figura N°4. 11: Valor Total en porcentaje para cada alternativa.

Fuente: Autor

Mediante la representación en pastel se puede observar que la Alternativa B supera a la A y C alcanzando un 40% del total.

4.3 PROCESO GENERAL DE PRODUCCIÓN DE PLANTULAS

La empresa AGROFUTURO se dedica a la germinación de plántulas de hortaliza las cuales son comercializadas al por mayor y menor. Existen varias etapas para obtener el producto final, entre ellas está la de producción la cual es el tema de estudio.

A continuación se enlistan las etapas del proceso general de producción de plántulas.

- 1) Almacenamiento de semillas y bandejas flotantes
- 2) Llenado de bandejas
- 3) Sembrado
- 4) Tapado de semilla
- 5) Tendido de bandejas
- 6) Riego de agua
- 7) Control de desarrollo de plántulas
- 8) Distribución

4.3.1 PROCESO DE PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS

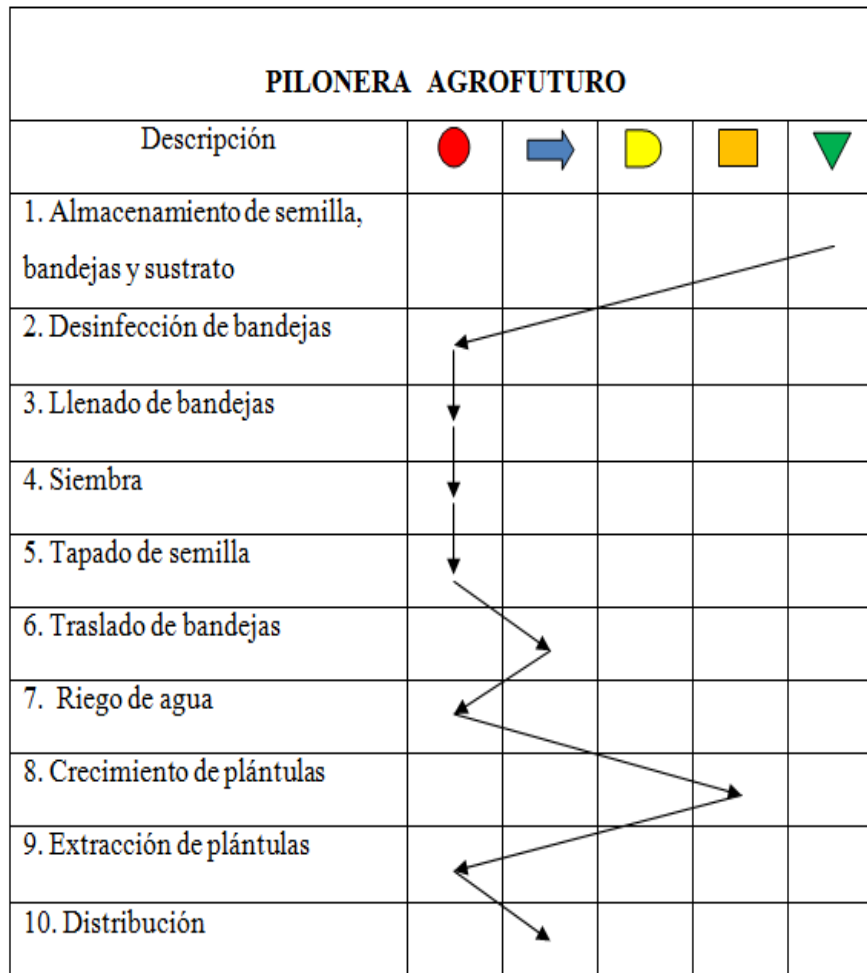


Figura N°4. 12: Proceso de producción

Fuente: Autor

Dónde

- = Operación
- ➡ = Transporte
- ◐ = Espera
- = Inspección
- ▼ = Almacenamiento

4.3.2 DIAGRAMA DE PROCESO DE PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS

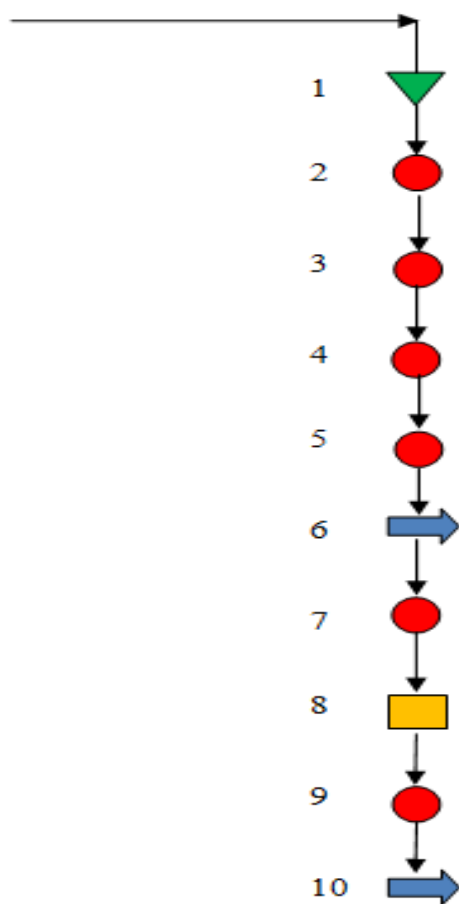


Figura N°4. 13: Diagrama de proceso

Fuente: Autor

4.3.3 ETAPAS DE LA PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS

4.3.3.1 ALMACENAMIENTO DE SEMILLAS, BANDEJAS Y SUSTRATO

Ésta etapa se refiere al almacenamiento que tiene la empresa para abastecerse de semillas para producir plántulas. La empresa se ayuda de proveedores para el abastecimiento de semillas tales como coliflor, col, brócoli, lechuga, cebolla, nabo, etc.

Las empresas proveedoras también la abastecen de bandejas flotantes ya que a un determinado tiempo estas tienden a dañarse o romperse y de sustrato el cual reemplaza a la tierra.



Figura N°4. 14: Almacenamiento de sustrato y bandejas

Fuente: Autor

4.3.3.2 DESINFECCIÓN DE BANDEJAS

En este proceso se desinfecta las bandejas puesto que son reutilizadas en cada siembra, para desinfectarlas se las sumerge en agua con cloro tratando de que los microorganismos mueran en su mayoría.



Figura N°4. 15: Desinfección de bandejas

Fuente: Autor

4.3.3.3 LLENADO DE BANDEJAS

En esta etapa se coloca el sustrato en la bandeja cubriéndolo el 75% de cada cubo. Antes de colocar el sustrato en la bandeja se le echa agua hasta que se encuentre húmedo en un 25%.

El sustrato utilizado está compuesto de residuos de árboles complementados con macro elementos (Nitrógeno, Fosforo y Potasio) y micro elementos, todos estos juntos logran que la plántula no se enferme con facilidad en el proceso de crecimiento y desarrollo.



Figura N°4. 16: Llenado de bandejas

Fuente: Autor

4.3.3.4 SIEMBRA

Esta etapa trata de colocar la semilla en la bandeja con sustrato, lo complicado de esta tarea está en colocar una semilla en cada cono, al hacer esto repetidas veces se vuelve tedioso y cansado por lo que tenemos como estudio analizar y construir una maquina semiautomática que nos facilite este proceso ya que la demanda de plántulas es alta y se utiliza alrededor de 8 a 10 trabajadores para esta labor.



Figura N°4. 17: Sembrado

Fuente: Autor

4.3.3.5 TAPADO DE SEMILLA

Aquí se procede a cubrir con sustrato la bandeja que se encuentra sembrada la semilla. Al igual que para el llenado el sustrato tiene que estar humedecido con agua un aproximado de 25%, ya que éste facilita el ingreso del mismo al cono.



Figura N°4. 18: Tapado de semilla

Fuente: Autor

4.3.3.6 TRASLADO DE BANDEJAS

Una vez que se ha tapado la semilla se procede a transportar las bandejas para tenderlas en camas que están construidas a 1 m de altura para evitar el contacto con el suelo y una posible enfermedad prematura de la plántula.

Estas camas están bajo una malla sarán 50% sombra provocando una sombra la cual hace que se acelere el tiempo que habitualmente tarda en nacer la planta.



Figura N°4. 19: Tendido de bandejas

Fuente: Autor

4.3.3.7 RIEGO DE AGUA

En este proceso se riega agua por aspersión tratando de que el agua no tenga un contacto brusco con la bandeja ya que al caer el agua con demasiada presión puede aplastarle a la semilla y enviándola al fondo del cono produciendo que no logre nacer la semilla o al contrario expulsarla del cono.



Figura N°4. 20: Riego de agua

Fuente: Autor

4.3.3.8 CRECIMIENTO DE PLÁNTULAS

El control de crecimiento de la plántula es muy importante puesto que de este depende que la exhibición de plántulas sea excelente, se la trata con químicos ya que debido al cambio de clima las plántulas tienden a plagar.

En ocasiones cuando alguna variedad de semilla esta en demanda se puede acelerar el proceso de desarrollo mediante productos químicos, algo no recomendable para la plántula ya que crece débil y con posibles enfermedades al momento del trasplante.



Figura N°4. 21: Desarrollo de plántulas

Fuente: Autor

4.3.3.9 EXTRACCIÓN

Una vez que la plántula ha expulsado su tercera hoja esta lista para el trasplante al piso. El tiempo para que una plántula esté lista para el trasplante depende de la variedad de la semilla.



Figura N°4. 22: Desarrollo de plántulas

Fuente: Autor

4.3.3.10 DISTRIBUCIÓN

La distribución se la realiza en gavetas plásticas colocándolas verticalmente para que lleguen intactas a su destino, ya que si llegan a aplastarse tienden a quebrarse en el tallo.



Figura N°4. 23: Distribución

Fuente: Autor


4.3.4 TIEMPOS ACTUALES DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS

Para obtener el tiempo general de producción de plántulas se procederá a medir cada uno de los procesos, para ello en el proceso de siembra recogeremos el tiempo en que tarda cada una de un total de 100 bandeja, ya que este proceso es de suma importancia debido a que será el único en variar una vez instalada la máquina.

4.3.4.1 TIEMPO DE SEMBRADO

Debido a que el tiempo que tarda una persona en sembrar una bandeja no es constante se tomara datos de 100 bandejas y así calcular el valor promedio que demora en sembrar la bandeja.

Tabla N° 4. 5: Tiempo de sembrado estrategia manual

	<p>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</p> <p>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</p> <p>CARRERA DE INGENIEÍA MECÁNICA</p>	
FICHA DE TOMA DE DATOS		
Elaborado por: Javier Nata		
Revisado por: Cristian Pérez		
Parámetros de siembra		
Estrategia	Manual	
Semilla	Redonda	
N° Conos	338	
N° bandeja	Tiempo (seg)	Tiempo (min)

1	291	4.85
2	276	4.60
3	339	5.65
4	297	4.95
5	285	4.75
6	277	4.62
7	291	4.85
8	287	4.78
9	299	4.98
10	284	4.73
11	277	4.62
12	279	4.65
13	286	4.77
14	279	4.65
15	283	4.72
16	289	4.82
17	294	4.90
18	298	4.97
19	308	5.13
20	287	4.78
21	276	4.60
22	296	4.93
23	307	5.12
24	312	5.20
25	284	4.73
26	296	4.93
27	317	5.28
28	293	4.88

29	286	4.77
30	292	4.87
31	298	4.97
32	286	4.77
33	295	4.92
34	283	4.72
35	306	5.10
36	288	4.80
37	293	4.88
38	296	4.93
39	311	5.18
40	303	5.05
41	317	5.28
42	298	4.97
43	286	4.77
44	303	5.05
45	291	4.85
46	298	4.97
47	306	5.10
48	316	5.27
49	307	5.12
50	292	4.87
51	291	4.85
52	297	4.95
53	313	5.22
54	304	5.07
55	316	5.27
56	295	4.92

57	298	4.97
58	309	5.15
59	289	4.82
60	295	4.92
61	303	5.05
62	307	5.12
63	287	4.78
64	296	4.93
65	311	5.18
66	314	5.23
67	293	4.88
68	313	5.22
69	318	5.30
70	299	4.98
71	291	4.85
72	301	5.02
73	306	5.10
74	297	4.95
75	292	4.87
76	308	5.13
77	313	5.22
78	295	4.92
79	316	5.27
80	319	5.32
81	311	5.18
82	315	5.25
83	300.2	5.00
84	313	5.22

85	309	5.15
86	311	5.18
87	317	5.28
88	310	5.17
89	295	4.92
90	315	5.25
91	296	4.93
92	299	4.98
93	303	5.05
94	316	5.27
95	319	5.32
96	303	5.05
97	298	4.97
98	317	5.28
99	311	5.18
100	306	5.10
TOTAL	29988.2	499.80

Fuente: Autor

Con estos datos obtenidos calcularemos el tiempo promedio que tarda en la persona en sembrar una bandeja.

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{n}$$



$$\bar{X} = \frac{29988.2 \text{ seg}}{100 \text{ bandejas}}$$

$$\bar{X} = 299.882 \frac{\text{seg}}{\text{bandeja}}$$

4.3.4.2 TIEMPO GENERALES DEL PROCESO

Para la toma de tiempos del proceso general de siembra se lo realizará con respecto a una bandeja.

Tabla N° 4. 6: Tiempos generales de producción estrategia manual

	<p>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA</p>	
Elaborado por: Javier Nata		
Revisado por: Cristian Pérez		
FICHA DE TOMA DE DATOS		
OPERACIÓN	TIEMPO (segundos)	TIEMPO (minutos)
Desinfección de bandeja	7	0.12
Llenado de sustrato	16	0.27
Siembra	299.88	5.00
Tapado de semilla	7	0.12
Traslado de bandeja	22	0.37
Riego de agua	10	0.17
Extracción	38	0.63
TOTAL	398.88	6.65

Fuente: Autor

Una vez tomado los tiempos de cada una de las operaciones se tiene claramente que el proceso de siembra demanda mayor tiempo con 299.88 segundos.

Para demostrar la hipótesis se implementara la sembradora semiautomática y se realizara toma de tiempos.

Así podremos comparar entre los dos métodos de siembra y verificar si se cumple o no cumple.

4.4 SEMILLAS CRUZÍFERAS

4.4.1 TRATAMIENTO DE SEMILLA

Una vez que la planta se encuentra en el estado de madurez empieza su florecimiento.






Ahí empieza el control para tratar a la semilla hasta que este proceso termine el cual va desde que esta es secada y tratada químicamente para evitar el contagio de semilla a semilla de enfermedades e insectos.

4.4.2 TAMAÑO DE SEMILLA

En la siguiente tabla se mencionará los tamaños de semillas crucíferas utilizadas en la producción de plántulas en la empresa para la cual se realiza el estudio.

Para determinar el diámetro de la semilla seleccionó al azar y mido su diámetro utilizando un calibrador digital teniendo en la siguiente tabla los diámetros aproximados de las semillas que se utiliza en la empresa.

Tabla N° 4. 7: Dimensiones de semillas utilizadas en la empresa AGOFUTURO.

Nombre	Diámetro aprox. (mm)	Justificación
Coliflor	2.00 - 2.25	
Brócoli	1.61 –2.10	
Col	1.75 - 2.25	
Nabo	1.60 – 1.90	
Col Morada	1.70 – 2.00	

Fuente: Autor

4.5 DISEÑO DE SEMBRADORA SEMIAUTOMÁTICA

4.5.1 CÁLCULOS

4.5.1.1 SELECCIÓN DEL DIÁMETRO DEL RODILLO SEMBRADOR

Para el cálculo del diámetro del rodillo sembrador se necesita saber la longitud de siembra.

$$e = 665 \text{ mm} - 10\text{mm} - 10\text{mm}$$

$$e = 645 \text{ mm}$$

Se necesita que el rodillo siembre la bandeja en un ciclo. Para esto se calcula el diámetro para una longitud de 645mm.

L_c = longitud de la circunferencia

d = diámetro

$$L_c = d * \pi$$

$$d = \frac{L_c}{\pi}$$

$$d = \frac{645\text{mm}}{\pi}$$

$$d = 205.30 \text{ mm} \approx \phi = 8''$$

El rodillo sembrador tendrá un diámetro de 8" y un largo de 350mm, largo el cual abarca al ancho de la bandeja. El rodillo será en tubería PVC ya que es un material fácil de perforar y no es muy costoso.

Mediante prueba y error se determinó que:

$$1 \text{ ciclo} = 15 \text{ seg}$$

$$\omega_{\text{rodillo}} = \frac{V_{T_{\text{rodillo}}}}{r}$$

$\omega_{rodillo}$ = velocidad angular

$V_{Trodillo}$ = Velocidad tangencial

r = radio

Debido a que la el rodillo y la banda tienen que estar sincronizados se tiene que:

$$V_{Trodillo} = V_{Tbandeja}$$

$$V_{Tbandeja} = \frac{e}{t}$$

$$V_{Tbandeja} = \frac{645mm}{15seg}$$

$$V_{Tbandeja} = 43 \frac{mm}{seg}$$

$$V_{Tbandeja} = 0,043 \frac{m}{seg}$$

Velocidad angular del rodillo sembrador

$$\omega_{rodillo} = \frac{V_{Trodillo}}{r}$$

$$\therefore \omega_{rodillo} = \frac{0,043m/seg}{0,10265m}$$

$$\omega_{rodillo} = 0,41889 \frac{rad}{seg}$$

$$\omega_{rodillo} = 3,992 \text{ rpm}$$

Velocidad angular del rodillo motriz de la banda transportadora

$$\omega_{r.m} = \frac{V_{T.r.m}}{r}$$

$$\therefore \omega_{r.m} = \frac{0.043m/seg}{0,035m}$$

$$\omega_{r.m} = 1,2285 \frac{rad}{seg}$$

$$\omega_{r.m} = 11,73 \text{ rpm}$$

4.5.1.2 CALCULO DE LA CINTA TRANSPORTADORA

Debido a que las medidas de la bandeja que va a ser transportada son de 665 x 340 x 45 mm. se selecciona la banda DFBW3 con un ancho de 0,38m la cual está en el rango de la misma. Anexo 2

$$L_T = 2L_C + 2\pi * r$$

Donde

L_T = Longitud total

L_C = Longitud entre centros

r = radio

$$L_T = 2(1,5m) + 2\pi * (0,035)$$

$$L_T = 3,22m$$

$$W_{banda} = A_b * P_b$$

W_{banda} = Peso de la banda

A_b = Área de la banda

P_b = Peso de la banda. Anexo 2

$$W_{banda} = (L_T * AnchO_b) * P_b$$

$$W_{banda} = (3,22m * 0,38m) * 3,75 \frac{kg}{m^2}$$

$$W_{banda} = 6,38kg$$

$$W_T = \text{Peso}_{bandeja 1} + \text{Peso}_{bandeja 2} + \text{Peso}_{cinta transportadora}$$

$$W_T = 1kg + 1kg + 6,38kg$$

$$W_T = 8,38kg$$

4.5.1.3 CALCULO DE LA CAPACIDAD DE TRANSPORTE

W_{tr} = Peso a transportar

V = velocidad de banda

Q = Capacidad de transporte

L_C = Longitud entre centros

$$Q_t = \frac{3,6 * W_{tr} * V}{L_C}$$

$$Q_t = \frac{3,6 * 2kg * 0,043 \frac{m}{seg}}{1,5m}$$

$$Q_t = 0,2064 \frac{kg}{seg} * \frac{1Ton}{1000kg} * \frac{360seg}{1H}$$

$$Q_t = 0,0743 \frac{Ton}{H}$$

4.5.1.4 SELECCIÓN DE RODILLO

De acuerdo al catálogo de la banda seleccionada nos indica que el diámetro mínimo de arrollamiento es de 70mm y una anchura máxima de 1000mm, por lo tanto se selecciona un rodillo de 700mm de diámetro con un ancho de 650 mm, cumpliendo así el rango del catálogo. Anexo 2

El rodillo se construirá en un eje de transmisión AISI 1020 debido a su bajo costo y facilidad de maquinar.

4.5.1.5 SELECCIÓN DEL MOTOR PASO A PASO PARA LA BANDA TRANSPORTADORA

Incremento del motor

$$\Delta L = \frac{\pi * D * \theta_S}{360}$$

ΔL = incremento del motor

θ_S = paso del motor

D = diámetro del rodillo

$$\Delta L = \frac{\pi * 70mm * 1,8 \frac{^\circ}{step}}{360}$$

$$\Delta L = 1,0999 \frac{mm}{step}$$

Momento de Inercia 1: rodillo

$$J_{D1} = \frac{1}{8} W * D^2$$

J_{D1} = Momento de inercia

W = peso el rodillo = $30,10 \frac{kg}{m}$. Anexo 3

D = diámetro

$$W = P_{rodillo} * L_{rodillo}$$

$$J_{D1} = \frac{1}{8} (30,10 \frac{kg}{m} * 0,38m) * (0,07m)^2$$

$$J_{D1} = \frac{1}{8} (12,18kg) * (0,07m)^2$$

$$J_{D1} = 7,4603 * 10^{-3} kgm^2$$

Momento de Inercia 2: Rodillo y polea

$$J_{D2} = \frac{1}{8} W_{rodillo} + W_{polea} * D^2$$

Teniendo en cuenta el peso de la polea de 2" es de 0,085 kg se tomara un valor aproxima de 0,1 kg para la polea de 2 3/4". Anexo 4

$$J_{D2} = \frac{1}{8} (12,18kg + 0,1kg) * (0,07m)^2$$

$$J_{D2} = 7,48 * 10^{-3} kgm^2$$

Momento de Inercia 3: banda y objetos a mover

$$J_3 = W_{bandejas} + W_{banda} * \left(\frac{D}{2}\right)^2$$

$$J_3 = 2 kg + 6,38 kg * \left(\frac{0,07m}{2}\right)^2$$

$$J_3 = 0,010266 kgm^2$$

Momento de Inercia total

$$J_T = J_{D1} + J_{D2} + J_3$$

$$J_T = 7,4603 * 10^{-3} kgm^2 + 7,48 * 10^{-3} kgm^2 + 0,010266 kgm^2$$

$$J_T = 0,025206 kgm^2$$

Carga Lineal

$$F = u * W * g$$

$$F = 0,26 * 8,38 kg * 9,81 \frac{m}{seg^2}$$

$$F = 21,37 N$$

Par de carga T_L

$$T_L = \frac{F * D}{2n}$$

$$T_L = \frac{21,37N * 0,07m}{2 * 0,9}$$

$$T_L = 0,8312 N.m$$

$$T_L = 0,08473 \text{ kgm}$$

Par de aceleración T_A

$$T_A = \frac{J_o * J_T}{g} * \frac{\pi * \theta_S}{180} * \frac{f_2}{t}$$

f_2 = frecuencia de pulsos

$$f_2 = \frac{\frac{L_{bandeja}}{\Delta L}}{t_0 - t_1}$$

$$f_2 = \frac{\frac{665 \text{ mm}}{1,0999 \text{ mm/step}}}{(1 - 0,25) \text{ seg}}$$

$$f_2 = 806 \frac{\text{step}}{\text{seg}}$$

Para un motor a pasos se tiene que el momento de inercia del rotor del motor

$$J_o = 2,7 * 10^{-2} \text{ kgm}^2$$

$$T_A = \frac{2,7 * 10^{-2} \text{ kgm}^2 * 0,025206 \text{ kgm}^2}{9,81 \text{ m/seg}^2} * \frac{\pi * 1,8 \frac{\circ}{\text{step}}}{180} * \frac{806 \frac{\text{step}}{\text{seg}}}{0,25 \text{ seg}}$$

$$T_A = 0,53921 \text{ kg.m}$$

$$T_M = (T_A + T_L)k$$

k = factor de seguridad

$T_M = \text{par requerido}$

$$T_M = 0,53921 \text{ kg.m} + 0,08473 \text{ kg.m})2$$

$$T_M = 1,24788 \text{ kg.m}$$

$$T_M = 1,2478 \text{ kg.m} * \frac{9,8 \text{ N}}{1 \text{ kg}}$$

$$T_M = 12,24 \text{ Nm}$$

Por disposiciones de stock se selecciona un motor paso a paso de 13Nm, siendo el más cercano a 12,24 Nm.

4.5.1.6 SELECCIÓN DEL MOTOR PASO A PASO PARA EL RODILLO SEMBRADOR

$$T_A = \frac{J_o * J_T}{g} * \frac{\pi * \theta_S}{180} * \frac{f_2}{t}$$

$$f_2 = 806 \frac{\text{step}}{\text{seg}}$$

$$J_o = 2,7 * 10^{-2} \text{ kgm}^2$$

Momento de Inercia total

$$J_T = \frac{1}{8} W * D^2$$

Peso tubo PVC = $5,25 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$. Anexo 5

$$W = 5,25 \frac{\text{kg}}{\text{m}} * 0,35 \text{ m}$$

$$W = 1,84 \text{ kg}$$

$$J_T = \frac{1}{8} (1,84 \text{ kg}) * (0,2 \text{ m})^2$$

$$J_T = 9,2 * 10^{-3} \text{ kg.m}^3$$

$$T_A = \frac{2,7 * 10^{-2} \text{ kgm}^2 * 9,2 * 10^{-3} \text{ kgm}^2}{9,81 \text{ m/seg}^2} * \frac{\pi * 1,8 \frac{\circ}{\text{step}}}{180} * \frac{806 \frac{\text{step}}{\text{seg}}}{0,25 \text{ seg}}$$

$$T_A = 8,058 * 10^{-2} \text{ kg.m}$$

Para el cálculo de T_L se supone una fuerza de semilla igual a 0,5 kg

$$T_L = \frac{F * D}{2n}$$

$$T_L = \frac{0,5 \text{ kg} * 0,2\text{m}}{2 * 0,9}$$

$$T_L = 0,0556 \text{ kg.m}$$

$$T_M = (T_A + T_L)k$$

k = factor de seguridad

T_M = par requerido

$$T_M = (8,058 * 10^{-2} \text{ kg.m} + 0,0556 \text{ kg.m}) * 2$$

$$T_M = 0,27216 \text{ kg.m}$$

$$T_M = 0,27216 \text{ kg.m} * \frac{9,8 \text{ N}}{1\text{kg}}$$

$$T_M = 2,67 \text{ Nm}$$

Por disposiciones de stock se selecciona un motor paso a paso de 3 Nm, siendo el más cercano a 2,67 Nm.

4.5.1.7 SELECCIÓN DEL ESPESOR DE LATERALES

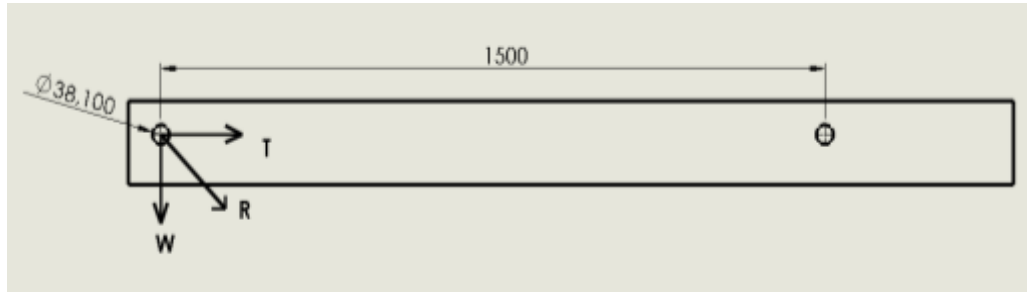


Figura N°4. 24: Lateral de la estructura

Fuente: Autor

$$W_{rodillo} = 12,18kg * 9,81 \frac{m}{seg^2}$$

$$W_{rodillo} = 119,86 N$$

$$\sigma_{tension} = 10 * 10^1 \frac{N}{cm^2}. \text{ Anexo 2}$$

$$F_T = 10 * 10^1 \frac{N}{cm^2} * A$$

F_T = fuerza de tensión

$$F_T = 10 * 10^1 \frac{N}{cm^2} * (38cm * 0,3cm)$$

$$F_T = 1140 N$$

$$F_T = 1140 N * 1\% \text{ Anexo 2}$$

$$F_T = 11,4 N$$

$$R = \sqrt{W_{rodillo}^2 + F_T^2}$$

R = Fuerza resultante

$$R = \sqrt{(119,86 N)^2 + (11,4 N)^2}$$

$$R = 120,4 N$$

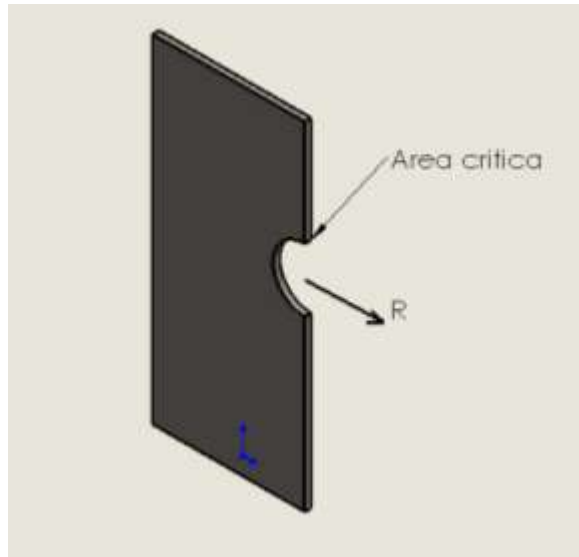


Figura N°4. 25: Área critica

Fuente: Autor

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

$$\sigma = \frac{R}{\pi * \phi * e}$$

$$\sigma = \frac{120,4 N}{\pi * 38,1 mm * e}$$

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

$S_y = 250 \text{ MPa}$. Anexo 6

factor de seguridad $n = 2,55$

$$\frac{250 * 10^6 \frac{N}{m^2}}{2,55} = \frac{120,4 N}{\pi * 38,1 mm * e}$$

$$e * 98039215,69 \frac{N}{m^2} = 1005,890306 \frac{N}{m}$$

$$e = 2,8 * 10^{-4} m$$

$$e = 0,28 mm \approx 3mm$$

4.5.1.8 DISEÑO DEL EJE DEL TAMBOR

La principal carga a soportar por el eje, es precisamente el peso del tambor, el cual será construido de PVC, cuya masa es de 1,8 kg, de la misma manera se considera una masa de semillas y masa aproximada del eje a diseñar (2 kg), con la finalidad de considerar su peso propio.

Por lo tanto, la carga distribuida que actúa sobre el eje del tambor es:

$W_T =$ peso total

$$W_T = w_{tambor} + w_{eje}$$

$$W_T = 1,84 kg + 2 kg$$

$$W_T = 3.8 kg$$

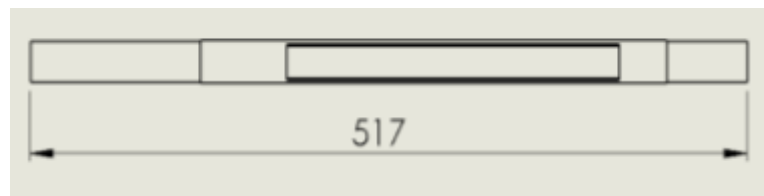


Figura N°4. 26: Eje hueco del cilindro

Fuente: Autor

$$q = \frac{W_T * g}{L}$$

$$q = \frac{3.8 kg * \left(9.8 \frac{m}{s^2}\right)}{0.517 m}$$

$$q = 72.03 \frac{N}{m}$$

Los diagramas de fuerza cortante y momento flector se muestran a continuación:

$$\sum M_A = 0$$

$$B_y \cdot L - \frac{qL^2}{2} = 0$$

$$B_y = \frac{qL}{2}$$

$$B_y = \frac{72.03 \frac{N}{m} * 0.517 m}{2}$$

$$B_y = 18,6198 N$$

$$A_y = B_y$$

$$A_y = 18,6198 N$$

$$M = \frac{qLx}{2} - \frac{qx^2}{2}$$

Para $x = 0,2585 m$ M.max

$$M = \frac{72.03 \frac{N}{m} * 0,2585 m}{2} - \frac{72.03 \frac{N}{m} * 0.517 m * (0,2585)^2}{2}$$

$$M = 2,4066 N.m$$

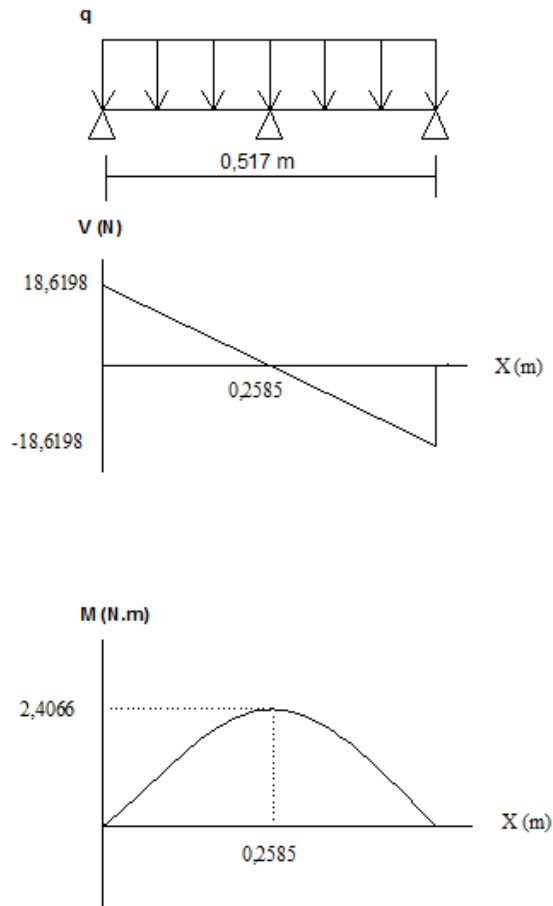


Figura N°4. 27: Diagrama de fuerza cortante y momento flector del eje hueco

Fuente: Autor

Por lo tanto, el momento máximo es:

$$M_{m\acute{a}x} = 2.4066 \text{ Nm}$$

El esfuerzo producido estaría dado por:

$$\tau_{xy} = \tau_{torsión} + \tau_{flexión}$$

$$\tau_{xy} = \frac{16 T}{\pi (\phi^3)} + \frac{32 M_{m\acute{a}x}}{\pi (\phi^3)}$$

$$\tau_{xy} = \frac{16 (3Nm)}{\pi (\phi^3)} + \frac{32(2.4066 \text{ Nm})}{\pi (\phi^3)}$$

$$\tau_{xy} = \frac{15,27}{\phi^3} + \frac{24.51}{\phi^3}$$

$$\tau_{xy} = \frac{39,78}{\emptyset^3}$$

$$\sigma_{perm} = S_y$$

$$\sigma_{perm} = 205 * 10^6 Pa \quad (\text{Acero AISI 1020})$$

Utilizando un factor de seguridad $n_1 = 1.4$

$$n_1 = \frac{\sigma_{perm}}{\tau_{xy}}$$

$$\tau_{xy} = \frac{\sigma_{perm}}{n_1}$$

$$\frac{39,78}{\emptyset^3} = \frac{205 * 10^6}{1.4}$$

$$\emptyset^3 = \frac{39,78 * 1,4}{205 * 10^6}$$

$$\emptyset = 0,01317 \text{ m}$$

Al ser un diámetro con una dimensión pequeña se optará por seleccionar un eje hueco, que posea un área de la sección transversal equivalente al área dada por el diámetro obtenido:

$$A = \frac{\pi \emptyset^2}{4}$$

$$A = \frac{\pi(0,01317 \text{ m})^2}{4}$$

$$A = 1.34226 * 10^{-4} m^2$$

$$A = 1,3622 \text{ cm}^2$$

Con $A = 1,3622 \text{ cm}^2$ se selecciona una tubería redonda de 1plg con un espesor de 2mm. Anexo 7.

4.5.1.9 CALCULO DE LA POTENCIA REQUERIDA

PEM = peso de elementos móviles

γ = Ángulo de inclinación de la banda

$$PEM = P_{banda} * \cos\gamma + P_{rodillo 1} + P_{rodillo 2}$$

$$PEM = 6,38 \text{ kg} * \cos 0^\circ + 12,218 \text{ kg} + 12,218 \text{ kg}$$

$$PEM = 30,816 \text{ kg}$$

Potencia de accionamiento

$$N_a = \left(\frac{c * f * l}{270} \right) * (3,6 * PEM * V * Q_T) + N_s$$

N_a = potencia de accionamiento

f = 0,09 coeficiente de rozamiento. Anexo 8

C = 1,6 resistencia a la flexión. Anexo 9 (interpolado)

V = velocidad = 0,43m/s

Q_T = 0,2064 kg/seg capacidad de transporte

N_s = 1.V potencia adicional Anexo 10

l = 1,5 m longitud a transportar

$$N_a = \left(\frac{1,6 * 0,09 * 1,5 \text{ m}}{270} \right) * \left(3,6 * 30,816 \text{ kg} * 0,43 \frac{\text{m}}{\text{seg}} * 0,2064 \text{ kg/seg} \right) + 1(0,43) \text{ Hp}$$

$$N_a = 0,508 \text{ Hp}$$

Potencia de movimiento

$$N_g = 0,0 * l$$

$$N_g = 0,01 * 1,5 \text{ m}$$

$$N_g = 0,015 \text{ Hp}$$

Potencia Total

$$N_T = N_a * N_g$$

$$N_T = 0,508 \text{ Hp} * 0,015 \text{ Hp}$$

$$N_T = 0,523 \text{ Hp}$$

Potencia Requerida

$$P_R = \frac{N_T}{n}$$

$$P_R = \frac{0,523}{0,8}$$

$$P_R = 0,653 \text{ Hp}$$

4.5.1.10 SELECCIÓN DE LA BANDA ACOPLADORA EJE MOTOR – RODILLO

Se optará por la selección de una banda en V, para lo cual se necesitan los siguientes parámetros de entrada, en los cuales se considera el valor máximo de la velocidad de rotación a la cual puede llegar el motor, la velocidad es variable en función de los requerimientos. Las velocidades de entrada y salida serán iguales, no es necesario disminuir la velocidad de acuerdo al funcionamiento de la máquina el principal parámetro a controlar es el paso brindado por el motor.

DATOS DE ENTRADA

Tabla N° 4. 8: Datos para cálculo de banda acopladora

Potencia nominal	H_{nom}	0.653	Hp
Revoluciones de entrada	n_2	3,992	Rpm
Revoluciones de salida	n_3	3,992	Rpm
Relación de velocidades	m_G	1

Fuente: Autor

POTENCIA CORREGIDA

$K_s = 1.2$ Factor de servicio. Anexo 11

$n_d = 2,5$ Factor de seguridad

$Hd = \text{Potencia Nominal}$

$$Hd = H_{nom} \cdot K_s \cdot n_d$$

$$Hd = (0.653)(1,2)(2,5)$$

$$Hd = 1,95 \text{ HP}$$

4.5.1.11 SELECCIÓN DE LA BANDA

Se selecciona una sección de banda tipo B, de acuerdo a las curvas de capacidad de potencia que relacionan la Potencia de Diseño (Hd), y la velocidad (rpm). Anexo 12.

De la tabla de diámetro mínimo seleccionamos un diámetro dentro del rango perteneciente al tipo de banda resultante:

Belt Cross Section	Standard Diameter	Minimum Diameter
A	95 mm	65 mm
B	145 mm	115 mm
C	225 mm	175 mm
D	350 mm	300 mm
E	550 mm	450 mm

Figura N°4. 28: Diámetros recomendables para cada tipo de Poleas estándar

Fuente: SHIGLEY, Diseño en Ingeniería mecánica. Octava Ed. Pág. 174

Tipo de banda B: Diámetro mínimo 115 mm (4,53 plg)

Y seleccionamos el diámetro estándar de 145mm (5,7 plg)

4.5.1.12 POTENCIA ADMISIBLE POR BANDA

D = diámetro polea motriz

d = diámetro polea conducida

C = distancia entre centros

$$\frac{D - d}{C} = \frac{70\text{mm} - 70\text{mm}}{1500\text{ mm}}$$

$$\frac{D - d}{C} = 0$$

Se lee un valor $k_1 = 0,75$. Anexo 13

Con una longitud de 1,5 m se lee $k_2 = 0,95$. Anexo 14

Potencia corregida $H_{tab} = 1,95\text{ Hp}$

Potencia permisible por banda

$$H_a = k_1 * k_2 * H_{tab}$$

$$H_a = 0,75 * 0,95 * 1,95\text{ Hp}$$

$$H_a = 1,79\text{Hp}$$

4.5.1.13 NÚMERO DE BANDAS

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

$$Nb = \frac{1,95\text{ Hp}}{1,79\text{ Hp}}$$

$$Nb = 1,08 \approx 1\text{ banda}$$

Debido a que el valor que sobrepasa a la unidad es muy bajo se considera con un número de bandas igual a 1.

4.5.1.14 SELECCIÓN DE RODAMIENTOS

Con los parámetros determinados de fuerzas soportadas por los rodillos, y características de funcionamiento, se puede determinar los rodamientos apropiados para soportar las cargas a las cuales estarán sometidos:

$$d_{interno} = 25,4\text{ mm}$$

$$H_{nom} = 0.653 \text{ Hp}$$

$$n_2 = 737,1 \text{ rpm}$$

$$F_r = R_A = 126,33 \text{ N}$$

Cálculo del índice de carga estática básica C_o

$$C_o = f_s * P_o$$

$$P_o = R_A = 126,33 \text{ N} \text{ Carga equivalente estática}$$

$$f_s = 1 \text{ Anexo 15.}$$

$$C_o = f_s * P_o$$

$$C_o = (1)(126,33 \text{ N})$$

$$C_o = 126,33 \text{ N}$$

Calculo de la capacidad básica dinámica C

$$C = P * \sqrt[p]{\frac{L_{10h} * n * 60}{1000000 * a_1 * a_{23}}}$$

$$p = 3 \text{ (rodamiento de bolas)}$$

$$p = 10/3 \text{ (rodamiento de rodillos)}$$

De acuerdo al Anexo 16 se toma un $L_{10h} = 25000 \text{ horas}$

n = velocidad angular (rpm)

$$a_1 = 1 \text{ con una fiabilidad del 90\%. Anexo 17}$$

Para hallar el factor a_{23} , primero hallamos $a_{23 II}$

Se asume los valores de ratio de viscosidad $k=1$ y factor básico $K=0$ debido a que el rodamiento tendrá una limpieza normal

Se lee $a_{23 II} = 1.7$ valor básico. Anexo 18

a_{23} = factor combinado para material y lubricación

$$a_{23} = a_{23 II} * s$$

$s = 1$ factor de limpieza. Según catálogo de la FAG s siempre vale 1 para una limpieza normal.

$$a_{23} = 1.7 * 1$$

$$a_{23} = 1.7$$

$$C = P * \sqrt[3]{\frac{L_{h10} * n_3 * 60}{1000000 * a_1 * a_{23}}}$$

$$C = (126,33 N) * \sqrt[3]{\frac{25000 \text{ horas} * 737,1 \text{ rpm} * 60}{1000000 * 1 * 1.7}}$$

$$C = 508,038 N$$

Con estos valores de $C_o = 0,12633 KN$ y $C = 0,5080 KN$, basado en el catálogo de la FAG, seleccionamos el rodamiento: 16005. Anexo 19.

$$dr = 25 \text{ mm}$$

$$Dr = 47 \text{ mm}$$

$$C_o = 4.65 KN$$

$$C = 7,2 KN$$

Las características del rodamiento son mayores a las cuales estará sometido, por lo que es aceptado, al brindar un factor de seguridad superior a 1.

4.5.1.15 DISEÑO DE LAS VIGAS DE LA ESTRUCTURA

El diseño de la estructura estará basado en tres elementos estructurales a cada lado lateral que cumplirán la función de columnas, dos vigas en la parte superior, y otros elementos que aportan a la estabilidad de la misma.

El material a utilizar es el Acero ASTM A36, el objetivo del diseño es determinar la sección transversal y seleccionar correctamente el perfil apropiado.

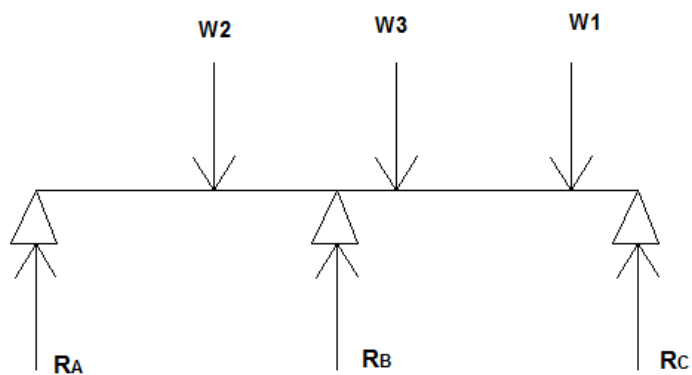
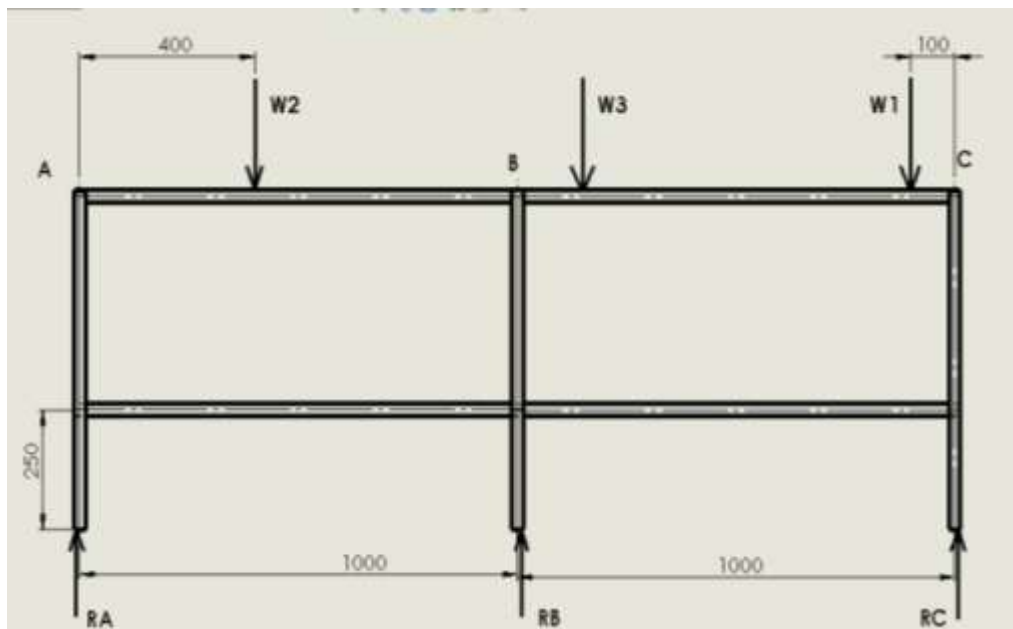


Figura N°4. 29: Diagrama de cuerpo libre

Fuente: Autor

$$+\uparrow \sum F_y = 0$$

$$R_A + R_B + R_C - W_1 - W_2 - W_3 = 0$$

$$R_A + R_B + R_C - 119,5 N - 119,5 N - 114,46 N = 0$$

$$R_A + R_B + R_C = 353,5 N \quad (\text{Ecuación 1})$$

$$+\curvearrowright \sum M_A = 0$$

$$R_B * (1m) + R_C * (2m) - 119,5 N * (0,4m) - 119,5 N * (1,9m) - 114,46 N * (1,15m) = 0$$

$$R_B + 2R_C = 406,53 N \quad (\text{Ecuación 2})$$

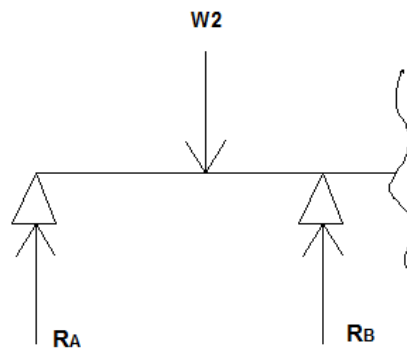


Figura N°4. 30: Diagrama de secciones

Fuente: Autor

$$+\curvearrowright \sum M_A = 0$$

$$R_B * (1m) - W_2 * (0,4m) = 0$$

$$R_B = \frac{119,5 N * 0,4m}{1m}$$

$$R_B = 47,8 N$$

R_B en ecuación 2

$$47,8 N + 2R_C = 406,53 N$$

$$R_C = \frac{406,53 N - 47,8 N}{2}$$

$$R_C = 179,365 N$$

Reemplazo R_C y R_B en ecuación 1

$$R_A + 47,8 N + 179,365 N = 353,5 N$$

$$R_A = 126,33 N$$

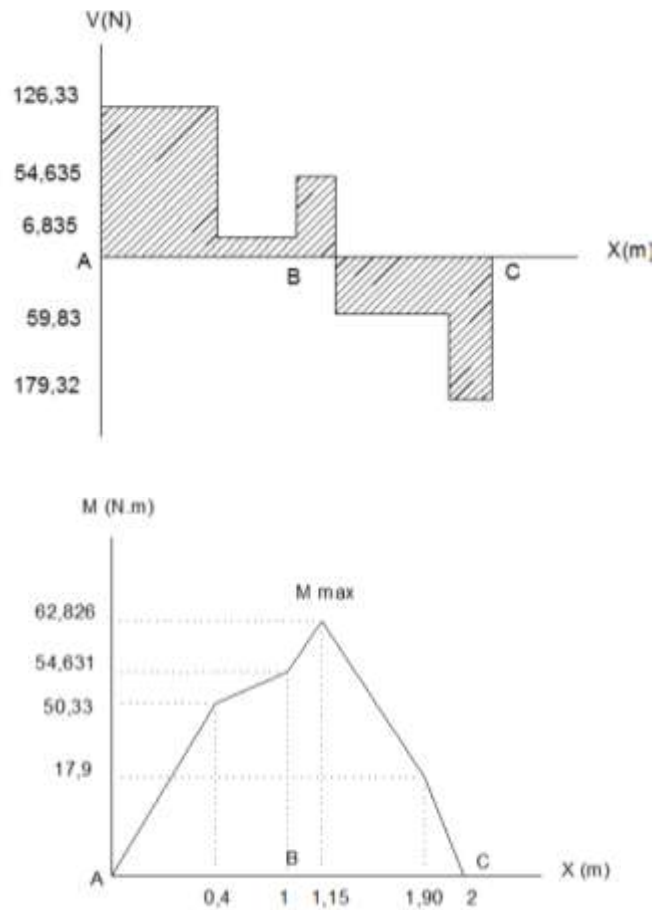


Figura N°4. 31: Diagrama de fuerza cortante y momento flector de la estructura

Fuente: Autor

$$\sigma = \frac{M_{max}}{S}$$

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

$$\sigma = \frac{250 \text{ MPa}}{2}$$

$$\sigma = 125 * 10^6 \frac{N}{m}$$

$$S = \frac{M_{max}}{\sigma}$$

$$S = \frac{250 \text{ MPa}}{125 * 10^6 \frac{N}{m}}$$

$$S = 5,46 * 10^{-7} m^3$$

$$S = 0,54 \text{ cm}^3$$

Con el valor de $S = 0,54 \text{ cm}^3$ se escoge del catálogo una tubería cuadrada de $1 \times 1 \times 0,9 \text{ mm}$. Anexo 20

4.5.1.16 DISEÑO DE LAS VIGAS DE LA ESTRUCTURA

ANALISIS DE PANDEO

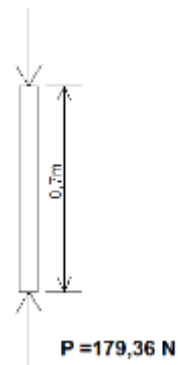


Figura N°4. 32: Diagrama de cuerpo libre

Fuente: Autor

$$P = 179,36 \text{ N}$$

Datos de tubo cuadrado. Anexo 20

$$I = 0,745 \text{ cm}^4$$

$$A = 0,861 \text{ cm}^2$$

$$k = \sqrt[2]{\frac{I}{A}}$$

$$k = \sqrt[2]{\frac{0,745 \text{ cm}^4}{0,861 \text{ cm}^2}}$$

$$k = 0,9302 \text{ cm}$$

$$k = 9,302 \text{ mm}$$

Relación de esbeltez = $\frac{l}{k}$

$$\frac{l}{k} = \frac{700 \text{ mm}}{9.302 \text{ mm}} = 75.25$$

Constante $C_1 = 4$ Anexo 21

Longitud efectiva $le = \frac{1}{2}l$ Anexo 22

Módulo de elasticidad $E = 207 \text{ GPa}$

$S_y = 250 \text{ MPa}$

$$\left(\frac{l}{k}\right)_1 = \sqrt[2]{\frac{2\pi^2 * C_1 * E}{S_y}}$$

$$\left(\frac{l}{k}\right)_1 = \sqrt[2]{\frac{2\pi^2 * (4) * (207 * 10^9 \text{ N/m}^2)}{250 * 10^6 \text{ N/m}^2}}$$

$$\left(\frac{l}{k}\right)_1 = 255.688$$

$$P_{cr} = \frac{A * C_1 * \pi^2 * E}{\left(\frac{l}{k}\right)^2}$$

P_{cr} = Carga critica

$$P_{cr} = \frac{(8,61 * 10^{-3} m^2) * (4) * \pi^2 * (207 * 10^9 N/m^2)}{(255.688 N/m^2)^2}$$

$$P_{cr} = 1,076253 MN$$

$$P_d = n * P$$

$$n = 2,55$$

$$P_d = 2,55 * 179,36 N$$

$$P_d = 457,368 N$$

Como $P_{cr} > P_d$ la columna No falla por pandeo.

ANÁLISIS A COMPRESIÓN

$$\sigma = \frac{P}{A}$$

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

$$\frac{S_y}{n} = \frac{P}{A}$$

$$\frac{250 * 10^6}{2,5} = \frac{179,36 N}{A}$$

$$A = 1,79 * 10^{-6} m^2$$

$$A = 0,017 cm^2$$

Como el Área seleccionada $> 0,017 cm^3$ se escoge del catálogo una tubería cuadrada de 1x1x0,9 mm. Anexo 20

4.6 CONSTRUCCIÓN DE LA MÁQUINA

4.6.1 CONSTRUCCIÓN

Una vez concluido con el diseño procedemos a detallar la construcción de la sembradora semiautomática, para ello citaremos los puntos más importantes el cual nos permitirá tener un orden para la construcción de dicha máquina.

4.6.1.1 REQUISITOS PARA LA CONSTRUCCIÓN

A continuación citaremos los requisitos para la construcción de la sembradora semiautomática de semillas, entre estos tenemos las herramientas, maquinaria, materiales y demás.

4.6.1.2 HERRAMIENTAS

Utilizaremos llaves mixtas, brocas, disco de corte, disco de desbaste, lima plana, lima redonda, martillo, escuadra.

4.6.1.3 MAQUINARIA

En lo que se refiere a maquinaria se utilizara torno, suelda eléctrica, dobladora de plancha, taladro manual, taladro de banco, amoladora.

4.6.1.4 MATERIA PRIMA

Tabla N° 4.9: Elementos de materia prima.

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
Tubo cuadrado 1"x 2mm	3
Plancha de acero ASTM A36 3mm	4500 x 400
Plancha de acero ASTM A36 6mm	400 x 400
Perno sin fin	50cm

Fuente: Autor

4.6.1.5 MATERIALES SELECCIONADOS Y NORMALIZADOS

Tabla N° 4.10: Elementos seleccionados anteriormente mediante el cálculo para el diseño.

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
Motor paso a paso Torque 13Nm	3
Motor paso a paso Torque 3.5Nm	450cm x 40cm
Banda en A	2
Perno sin fin	50cm
Cinta transportadora	3000 x 39 x 2
Eje de transmisión SAE 1018	150mm Ø 1 ½"
Aspiradora	1
Chumacera de pared 1"	5
Polea 1 canal 2 ½"	4

Fuente: Autor

4.6.1.6 PARTES CONSTRUIDAS

Tabla N° 4.11: Elementos contruidos para el ensamble de la máquina.

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
Estructura	1
Rodillo	2
Eje hueco	1
Tolva	1
Soporte para motor	2
Laterales	2
Tapas de Nylon	2

Fuente: Autor

4.6.1.7 MATERIALES DE CONTROL

Tabla N° 4. 12: Materiales de control de la máquina.

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
Caja 30 x 30 x 15	1
Arduino Uno	1
Fuente 12.5 A , 24V	1
Driver 24V – 50V	2
Cargador 9.5 A	1
Luces piloto	2
Interruptor on/off	1
Paro de emergencia	1
Sensor de posicionamiento	1
Sensor infrarrojo	1

Fuente: Autor

4.6.1.8 ENSAMBLE DE LA MÁQUINA

Aquí procedemos a juntar todas las partes antes mencionadas, para lo cual algunas de ellas se soldarán, y otras se juntarán mediante pernos, remaches y pegamento.

Para el ensamble general se procederá tal como está los planos de la máquina los cuales se encuentran en el Anexo 10.

4.2.1 IMPLEMENTACIÓN EN LA EMPRESA

Se colocará la sembradora semiautomática de semillas en el lugar de trabajo.

En el momento de implementarla en el lugar donde va operar la máquina procedemos a calibrar el sensor infrarrojo según la claridad que exista en el lugar, puesto que en ocasiones anteriores no detectaba a la bandeja por la baja intensidad del láser. Debido a este inconveniente el sensor infrarrojo no detecta a la bandeja por lo cual no se acciona el rodillo sembrador.

4.7 PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO

Para las pruebas de funcionamiento de la sembradora semiautomática se realizará con semillas de coliflor las cuales se las utilizó al momento de medir al obrero en el método manual.

Debido a que la forma y diámetro de las semillas que se producen en la empresa son muy parecidos se sabe que no alterará en el tiempo de sembrado.

A continuación se tiene la eficiencia vs velocidad representada en el siguiente gráfico.

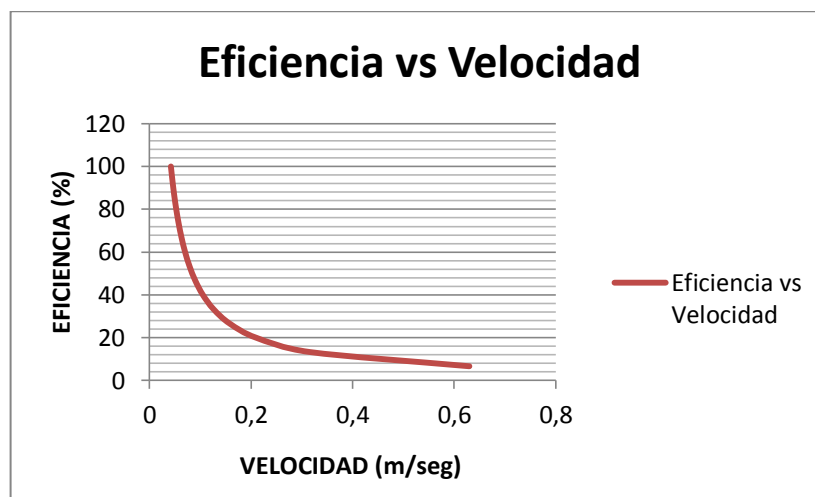


Figura N°4. 33: Eficiencia vs Velocidad de siembra

Fuente: Autor

La velocidad ideal de siembra a la cual se determinó mediante prueba y error es de 0,043 m/seg. En caso de aumentar la velocidad, la eficiencia de sembrado disminuye.

4.8 TOMA DE TIEMPOS

Con la máquina sembradora ya implementada en la empresa se recogerá datos de cuánto tarda en sembrar una bandeja.

A continuación la tabla de tiempos que se obtuvo al medir el tiempo de siembra con la sembradora semiautomática.

Tabla N° 4. 13: Tiempos de siembra mediante sembradora semiautomática.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA		
FICHA DE TOMA DE DATOS		
Parámetros de siembra		
Estrategia	Semiautomática	
Semilla	Redonda	
N° Conos	338	
N° bandeja	Tiempo (segundos)	Tiempo (minutos)
1	15	0.25
2	15	0.25
3	15	0.25
4	15	0.25
5	15	0.25

Fuente: Autor

Debido a que la maquina sembradora está programada para el tiempo resultante de 15 segundos no hay necesidad de la toma de 100 datos como en el caso manual.

4.9 ANÁLISIS GENERAL DE PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS

4.9.1 ANÁLISIS DE PRODUCCIÓN CON ESTRATEGIA DE SIEMBRA SEMIAUTOMÁTICA

Analizaremos todo el proceso de producción y constataremos la diferencia que existe entre los métodos de siembra de semillas practicados en la pilonera AGROFUTURO.

Tabla N° 4. 14: Tiempos generales de producción estrategia semiautomática

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA		
FICHA DE TOMA DE DATOS		
OPERACIÓN	TIEMPO (segundos)	TIEMPO (minutos)
Desinfección de bandeja	7	0.12
Llenado de sustrato	16	0.27
Siembra	15	0.25
Tapado de semilla	7	0.12
Traslado de bandeja	22	0.37
Riego de agua	10	0.17
Extracción	38	0.63
TOTAL	115	1.92

Fuente: Autor

4.9.2 COMPARACIÓN DE TIEMPOS

En la siguiente tabla tenemos los tiempos generales de producción de plántulas, los cuales se tomaron con la estrategia manual y con la semiautomática implementada en la empresa AGROFUTURO.

Tabla N° 4. 15: Comparación de tiempos generales de producción

PILONERA AGROFUTURO		
Método de siembra	Tiempo (segundos)	Tiempo (minutos)
Manual	398.88	6.65
Sembradora semiautomática	115	1.92

Fuente: Autor

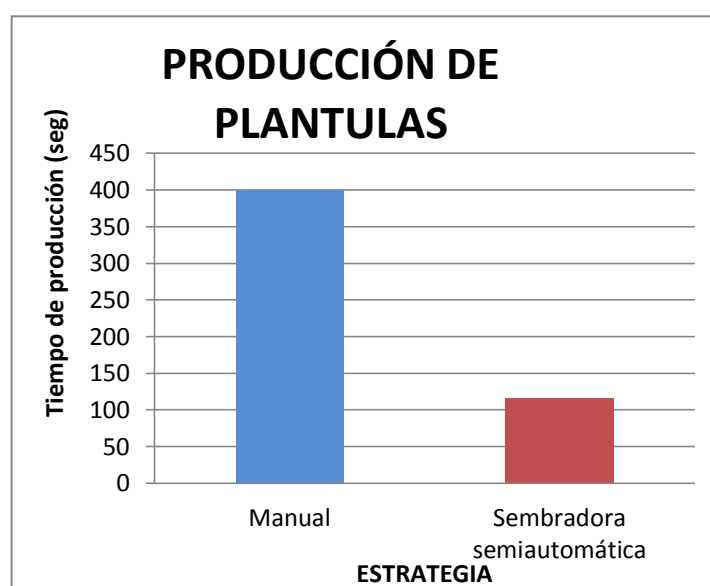


Figura N°4. 34: Tiempos totales de producción de plántulas

Fuente: Autor

En esta gráfica se puede observar que el método manual demanda más tiempo que el semiautomático para producir una bandeja de plántulas.

4.10 DEMOSTRACIÓN DE HIPÓTESIS

Mediante el estudio realizado al método manual antes utilizado y en comparación con el método implementado en la pilonera se puede notar claramente que la producción de la empresa AGROFUTURO ha crecido debido a que la siembra de la semilla en bandejas flotantes es un factor de alta importancia en la producción de plántulas y que al implementar la sembradora semiautomática se ha mejorado el tiempo de producción logrando reducirlo de 398.88 a 115 segundos. Es decir

que se ha obtenido una mejora de un 71.1% en comparación al método manual antes utilizado.

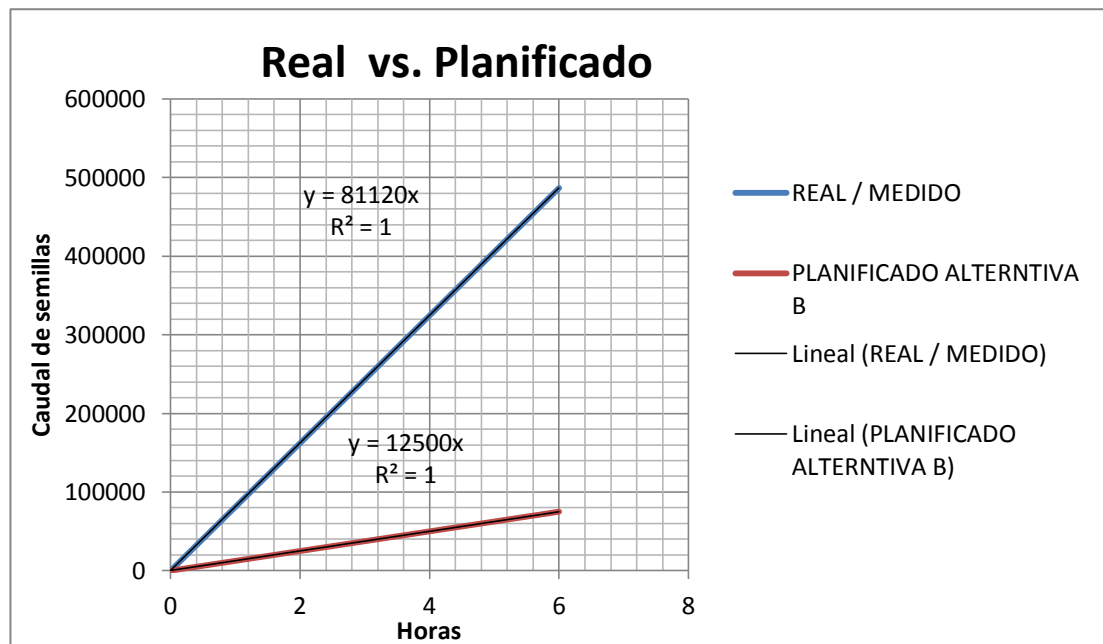


Figura N°4. 35: Tiempos totales de producción de plántulas

Fuente: Autor

En este gráfico se representa las ecuaciones de lo real vs. Planificado.

A continuación se demostrará la hipótesis mediante el método T - student

Con los tiempos de los 3 tamaños de semilla se analizará mediante T- Student, considerando las siguientes condiciones:

- Muestras de varianza igual
- Confiabilidad del 95%
- Hipótesis (H1)= Un sistema semiautomático sembrador de semillas de hortalizas crucíferas reducirá los tiempos de producción en la empresa AGROFUTURO
- Hipótesis nula (Ho)= Un sistema semiautomático sembrador de semillas de hortalizas crucíferas no reducirá los tiempos de producción en la empresa AGROFUTURO.

- Las variables vienen a ser los tiempos de las pruebas con los tres tamaños de semillas, Semiautomático (Variable 1) y Manual (Variable 2).

Tabla N° 4. 16: Variable 1 y 2 para T - Student

	Variable 1	Variable 2
Tamaño de semilla (mm)	Tiempo de Sistema Semiautomatizado (seg)	Tiempo de Sistema Manual (seg)
2	115	398,88
3	115	398,88
4	115	398,88

Fuente: Autor

Usando Excel y estadística descriptiva obtenemos la siguiente tabla:

Tabla N° 4. 17: Prueba T-Student para prueba N°1

	Variable 1	Variable 2
Media	115	398,88
Varianza	0	4,8468E-27
Observaciones	3	3
Varianza agrupada	2,4234E-27	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	4	
Estadístico t	-7,0627E+15	
P(T<=t) una cola	1,2057E-63	
Valor crítico de t (una cola)	2,13184679	
P(T<=t) dos colas	2,4114E-63	
Valor crítico de t (dos colas)	2,77644511	

Fuente: Autor.

Teniéndose un valor ($T \leq t$) de dos colas de **2,4114E-63** el cual es menor a $0,05/2$ que es el grado de confiabilidad de nuestra prueba, por lo que rechazamos hipótesis nula, es decir si existe una variación significativa entre las dos muestras en comparación de nuestro estudio.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- Se determinó el sistema semiautomático por rodillo el cual aumenta la producción de la empresa AGROFUTURO ya que el proceso de siembra es el que más tiempo demanda y al disminuirlo de 298.88 a 15 segundos por bandeja se logró un incremento del 71.1 % de la producción total por tal motivo se da por cumplido el objetivo de incrementarla al implementar la máquina semiautomática en la empresa.
- Se analizó las técnicas practicadas en la siembra de semillas en bandejas flotantes siendo la más utilizada la manual puesto que la técnica semiautomática y automática resulta demasiado caro debido a que no existe en el mercado nacional y en caso de adquirirla tendría que ser del extranjero a un precio superior a los USD 7.000.
- En el estudio realizado se identificó los sistemas semiautomáticos para la siembra de semillas en bandejas flotantes siendo el sistema por rodillos, de platos y de inyectores las opciones para realizar este trabajo.
- Con el estudio que se realizó en la empresa AGROFUTURO se pudo notar que para el incremento de producción de plántulas una de las alternativas fuese el de implementar todo el proceso de producción con un sistema semiautomático, con esto se lograría mejorar tiempos en cada una de las áreas de operación y así lograr una mayor producción en un tiempo menor al actual.
- Al implementar la sembradora semiautomática de semillas nos permite reducir el personal de trabajo para realizar la siembra debido a que la maquina siembra 19 bandejas en el tiempo que una persona siembra 1 bandeja.

5.2 RECOMENDACIONES

- Se debe realizar un estudio minucioso de las técnicas utilizadas en la siembra de semillas de hortalizas crucíferas en bandejas flotantes e identificar los pro y contra de cada una de ellas y así saber cuál es la más viable para practicarla en la empresa.
- El ajuste de la regla contra el rodillo sembrador que provoca la caída de semilla tiene que ser mínimo a 1mm ya que si es mayor se correría el riesgo de que semillas ingrese entre la regla y el rodillo y por tal motivo se triture.
- La tolva tiene que ser precisa al unirse con el rodillo para que no exista desperdicio de semilla por los costados.
- Utilizar un método apropiado para la selección del mejor sistema semiautomático para la siembra de semillas crucíferas que nos permita satisfacer las necesidades de la empresa referentes a la producción y a lo económico.
- Para proponer una alternativa que logre mejorar la producción se tendría que identificar cual es la operación dentro del proceso general causante de que se esté obteniendo un tiempo bajo de producción de plántulas.
- La calibración de los sensores se debe realizar en el puesto de trabajo de operación de la máquina según la intensidad de luz que exista en el lugar.
- Antes de operar la máquina se tiene que verificar que todos los agujeros del rodillo sembrador se encuentren en perfecto estado; es decir sin ningún tipo de basura u algún objeto que obstruya la absorción de la semilla.

CAPITULO VI

PROPUESTA

6.1 DATOS INFORMATIVOS

6.1.1 TÍTULO DE LA PROPUESTA

Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para alargar la vida útil de sembradora semiautomática de semillas crucíferas en bandejas flotantes.

6.1.2 INSTITUCIÓN EJECUTORA

PILONERA AGROFUTURO

6.1.3 BENEFICIARIOS

El beneficiario de esta propuesta es la empresa ya que gracias a este plan de mantenimiento alargaremos la vida útil de la sembradora.

6.1.4 UBICACIÓN DE LA EMPRESA

Provincia de Tungurahua, Cantón Ambato, Parroquia Cunchibamba

6.1.5 TIEMPO ESTIMADO PARA EJECUCIÓN

Fecha de inicio: 03 de Diciembre de 2015

Fecha de finalización: 15 de Diciembre de 2015

6.1.6 EQUIPO TÉCNICO RESPONSABLE

Gerente General: Sr. Francisco Nata

Jefe de Área Operativa: Ing. Patricio Nata

Tutor: Ing. Cristian Pérez

Autor: Milton Javier Nata Telenchana

6.2 ANTECEDENTES

El proyecto de investigación cuyo tema es el diseño de un plan de mantenimiento preventivo para alargar la vida útil de la maquina sembradora semiautomática de semillas crucíferas en bandejas flotantes según indagaciones realizadas en la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato no existe propuesta alguna idéntica o igual a la planteada para esta máquina.

La empresa Agrofuturo no cuenta con un plan de mantenimiento para esta máquina el cual es de mucha importancia de la misma.

6.3 JUSTIFICACIÓN

La empresa AGROFUTURO del cantón Ambato necesita de un plan de mantenimiento para la sembradora semiautomática de semillas crucíferas en bandejas flotante ya que siembra 5 tipos de semilla lo cual pasa 5 días semanales operando.

Por lo que este proyecto está enfocado a solucionar paras inesperadas y alargar la vida útil de los componentes de la máquina.

6.4 OBJETIVOS

6.4.1 General

- Diseñar de un plan de mantenimiento preventivo inicial en la sembradora semiautomática para alargar la vida útil de la maquinaria en la empresa AGROFUTURO.

6.4.2 Específicos

- Identificar los componentes de la maquinaria para tener una ficha de registro que facilite el mantenimiento.

- Cuantificar los parámetros de mantenimiento de cada componente de la sembradora semiautomática.
- Determinar el método de análisis de fallas adecuado para el mantenimiento preventivo inicial

6.5 ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD

La propuesta planteada es totalmente factible, técnica y económicamente, ya que con un plan de mantenimiento para la sembradora semiautomática traerá consigo beneficios a la máquina propiamente dicha y a la producción de la empresa, reduciéndose paralizaciones no deseadas por desperfectos ocasionados por el mal uso y falta de mantenimiento de la sembradora semiautomática.

Analizando las características y ventajas de cada uno de los elementos se toma la decisión realizar una lista de componentes de la maquinaria para obtener los registros de mantenimiento.

6.6 FUNDAMENTACIÓN

6.6.1 Mantenimiento industrial

Se entiende por mantenimiento a la función empresarial a la que se encomienda el control del estado de las instalaciones de todo tipo, tanto las productivas como las auxiliares y de servicios, aplicando un conjunto de técnicas destinado a conservar equipos e instalaciones en servicio durante el mayor tiempo posible, buscando la más alta disponibilidad y con el máximo rendimiento.

“El mantenimiento industrial engloba las técnicas y sistemas que permiten prever las averías, efectuar revisiones, engrases y reparaciones eficaces, dando a la vez normas de buen funcionamiento a los operadores de las máquinas, a sus usuarios, y contribuyendo a los beneficios de la empresa. Es un órgano de estudio que busca lo más conveniente para las máquinas, tratando de alargar su vida útil de forma rentable para el usuario. En ese sentido se puede decir que el mantenimiento es el conjunto de acciones necesarias para conservar o restablecer

un sistema en un estado que permita garantizar su funcionamiento a un coste mínimo". (Sanzol L., 2010, pág. 8)

Conforme con la anterior definición se deducen distintas actividades:

- Prevenir y/o corregir averías.
- Cuantificar y/o evaluar el estado de las instalaciones.
- Aspecto económico (costes)

6.6.2 Mantenimiento preventivo (PM)

Son múltiples las definiciones que se encuentran para el Mantenimiento Preventivo, pero todas ellas coinciden en la intervención del sistema, o equipo, antes de presentarse la falla. Una definición de Mantenimiento Preventivo puede ser:

"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 las fallas y paros imprevistos".

Esto significa que un programa de Mantenimiento Preventivo incluye dos actividades básicas:

- Inspección periódica de los equipos de industria, para descubrir las condiciones que conducen a paros imprevistos de producción, y
- Conservación de la planta para anular dichos aspectos, adaptarlos o repararlos cuando se encuentren aún en etapa incipiente.

Para una buena implementación se requiere una aplicación selectiva del programa de Mantenimiento Preventivo; se considera que es demasiado riesgo aplicarlo a toda la planta de una vez, lo mejor es ir construyendo el programa paso a paso, sin importar que tan rápidamente sea posible su integración; hasta cuando se termine una etapa se deba comenzar la siguiente.

Una vez que se armen los programas de inspección y la lista de tareas a realizar, estas se deben ejecutar periódicamente puesto que el desarrollo mismo del plan va dando las pautas para las correcciones a que haya lugar. Es conveniente, también, que una vez implementado el programa sea manejado con suma honestidad, es decir que los trabajos programados sean realizados a conciencia y que los informes se ajusten exactamente a las labores realizadas.

Un plazo prudencial para la implantación de un sistema de PM es de dos a tres años. La impaciencia puede malograr el desarrollo del programa, por tanto, es necesario que todas las personas relacionadas se enteren también de las dificultades que se presentan, para que colaboren de la mejor forma posible en el mejoramiento del programa.

Se puede afirmar además, que implantar el Mantenimiento Preventivo exige un cambio de mentalidad, una férrea voluntad de hacerlo y un sólido convencimiento de la bondad del sistema. En síntesis, un sistema de Mantenimiento Preventivo (PM) 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, o de los sistemas de control, que desencadenen problemas a la producción.

6.6.3 Ventajas del Mantenimiento Preventivo

Cualquier programa de Mantenimiento Preventivo bien proyectado, que sea convenientemente aplicado, proporciona beneficios que sobrepasan los costos. Entre las múltiples ventajas del Mantenimiento Preventivo, las más importantes son las siguientes:

Reducción de las paradas imprevistas de los equipos. Se disminuye el tiempo ocioso, en relación con todo lo que se refiere a economías y beneficios para la compañía. (Hurtado J., 2013, pág. 19)

- Menor necesidad de reparaciones o reconstrucciones en gran escala, y menor número de mantenimientos repetitivos, por lo tanto, menor acumulación de la carga de trabajo.
- Menor necesidad de operación continua de los equipos, reduciendo con ello la inversión de capital.
- Disminución de los pagos por tiempo extra del personal, originados por las reparaciones imprevistas.
- Reducción de los costos de mantenimiento, de materiales y de mano de obra, para los activos que se encuentran en el programa
- Aplazamiento de grandes desembolsos por reemplazos prematuros de planta o equipo, debido a la mejor conservación de los activos, y al incremento de su vida útil probable.
- Mejor control de refacciones, lo cual conduce a tener un inventario menos costoso.
- Menor número de productos rechazados, menos desperdicios, mejor control de calidad, por la correcta adaptación del equipo.
- Menores costos unitarios, al aumentar la disponibilidad de equipos, y por tanto, el tiempo útil de producción.
- Mayor seguridad para operarios y maquinaria.
- Es fuente incalculable de valiosos datos estadísticos.

6.6.4 Métodos de análisis de fallas

La confiabilidad, como metodología de análisis, debe soportarse en una serie de herramientas que permitan evaluar el comportamiento de los activos de una forma sistemática, a fin de poder determinar el nivel de operatividad, la cuantía del riesgo y las demás acciones de mitigación y de mantenimiento que requiere, para asegurar su seguridad, integridad y continuidad operacional. Son múltiples las herramientas de que se vale la confiabilidad con el fin de formular planes estratégicos para alcanzar la excelencia en la gestión del mantenimiento industrial. Algunas de las más comúnmente usadas son: (Espinoza F., pág. 4)

- Análisis de Criticidad (CA)

- Análisis de los Modos y Efectos de Falla (FMEA)
- Análisis Causa Raíz (RCA)
- Análisis de Integridad Mecánica (MÍA)
- Análisis Seis Sigma (SSA) | Análisis Weibull (WA)
- Análisis de Confiabilidad Humana (HRA)
- Inspección Basada en Riesgo (RBI)
- Optimización Costo - Riesgo – Beneficio (BRCO)
- Seguridad de Proceso Basada en Riesgos (RBPS)
- Failure Reporting and Corrective Action System (FRACAS)
- Reliability Analysis and Modeling Program (RAMP)
- Reliability Block Diagram Modeling (RBD)
- Costo del Ciclo de Vida (LCC)
- Gestión del Conocimiento (KM)

Las seis que a juicio de varios autores son las más adecuadas y usadas para la orientación y mejoramiento de la Confiabilidad Operacional, se muestra en la siguiente figura:



Figura N°6. 1:Herramientas para la Confiabilidad operacional
Fuente: ESPINOSAF,Confiabilidad operacional de equipos:metodologías y herramientas

6.6.5 Análisis de Criticidad (CA)

Es una técnica que permite jerarquizar sistemas, equipos e instalaciones, en función de su impacto global, con el fin de facilitar la toma de decisiones. Es una

metodología que permite jerarquizar sistemas, instalaciones y equipos, en función de su impacto global, con el fin de facilitar la toma de decisiones. (Espinoza F., pág. 5)

El Análisis de Criticidad permite así mismo identificar las áreas sobre las cuales se tendrá una mayor atención del mantenimiento en función del proceso que se realiza.

La información recolectada en un estudio de criticidad puede ser usada para: (Montaña L., 2006, pág. 52)

- Priorizar órdenes de trabajo de producción y mantenimiento.
- Dirigir las políticas de mantenimiento hacia las áreas o sistemas más críticos.
- Definir necesidades de Mantenimiento Basado en Condición.
- Priorizar proyectos de inversión.
- Diseñar políticas de mantenimiento.

Seleccionar una política de manejo de repuestos y materiales. Los pasos para la aplicación del Análisis de Criticidad son:

- Identificación de los equipos a estudiar.
- Definición del alcance y objetivo del estudio.
- Selección del personal a entrevistar.
- Informar al personal sobre la importancia del estudio.
- Recolección y verificación de datos.
- Establecimiento de la lista jerarquizada de los equipos.

La condición ideal es disponer de información estadística de los equipos a evaluar que sea precisa, lo cual permite cálculos "exactos y absolutos".

Sin embargo desde el punto de vista práctico cuando no se dispone de una data histórica de excelente calidad, se debe recoger la información utilizando encuestas, teniendo en cuenta que el CA permite trabajar en rangos, es decir,

establecer cuál sería la condición más favorable, como también la condición menos favorable para cada uno de los criterios a evaluar.

La información requerida para el análisis de criticidad siempre está relacionada con la frecuencia, los efectos y las consecuencias de las fallas, donde se destaca la seguridad y el respeto por el ambiente. La criticidad se evalúa mediante la ecuación:

$$\text{Criticidad} = \text{Frecuencia de fallo} * \text{Consecuencia} \quad (6.1)$$

$$\text{Consecuencia} = (\text{Flexibilidad operacional} * \text{Impacto Produccion}) + \text{Costo de mantenimiento} + \text{Impacto de seguridad y ambiental} \quad (6.2)$$

Los criterios para cuantificar se los presenta en la siguiente tabla:

Tabla N°6. 1: Criterio y Cuantificación

CRITERIOS Y CUANIFICACION		
CRITERIOS PARA DETERMINAR CRITICIDAD	SIMBOLOGÍA	CUANTIFICACIÓN
Frecuencia de Falla	FFF	
Mayores a 4 fallas 7/año		4
2-4 fallas/año		3
1-2 fallas/año		2
Mínimo de 1 falla/año		1
Impacto Operacional	IP	
Parada inmediata de toda la empresa		10
Para de toda la planta (recuperable en otras plantas)		6
Impacto a niveles de producción o calidad		4
Repercute a costos operacionales adicionales(indisponibilidad)		2
No genera ningún efecto significativo		1

sobre las demás operaciones		
Flexibilidad Operacional	FO	
No existe opción de reproducción y no hay forma de recuperación		4
Hay opción de repuesto compartido		2
Función de repuesto disponible		1
Costo de Mantenimiento	CM	
Mayor o igual a USD 20.000		2
Menor o igual a USD 20.000		1
Impacto en la Seguridad Ambiental y Humana	SHA	
Afecta la seguridad humana tanto externa como interna		8
Afecta el ambiente produciendo daños irreversibles		6
Afecta las instalaciones causando daños severos		4
Provoca daños menores (accidentes o incidentes)		2
Provoca un impacto ambiental cuyo efecto no viola las normas		1
No provoca ningún tipo de daño a personas, instalaciones o ambiente		0

Fuente: [www.renocelec.com/ingeniería del mantenimiento](http://www.renocelec.com/ingeniería-del-mantenimiento)

6.6.6 Matriz de criticidad

Describir el proceso productivo pero indicando en cada parte del proceso, el tipo de operación que realizan, es decir, si son de operación manual (sólo personas), sami-automático (personas y equipos) o sólo automáticos-máquinas

especializadas. Identificar los sub-sistemas que involucren operación semiautomática u automática.

Determinar la matriz de criticidad con cada uno los procesos sujetos al análisis previo. La ecuación considerada es la siguiente:

$$CRITICIDAD\ TOTAL = Frecuencia * Consecuencia$$

CONSECUENCIA

$$= (Impacto\ Operacional * Flexibilidad\ Operacional) + Costos\ de\ Mantenimiento + Impacto\ SAH$$

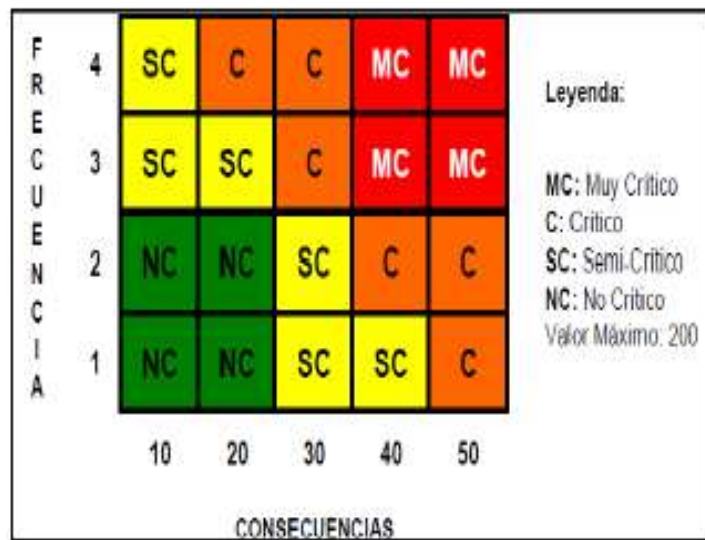


Figura N°6. 2: Matriz de criticidad

Fuente: GRACIA, S.(2012). *Ingeniería en Mantenimiento (1ra Edición)*, México

Como podrán observar, es una matriz sencilla que inmediatamente nos mostrará el grado de criticidad en que se encuentra el activo evaluado, es de anotar que todas las cifras y rangos aquí planteados deben tomarse como base y no como modelo a ojo cerrado, pues existen procesos productivos o activos analizados que salen de estos.

Es de anotar que para realizar estos cálculos debemos primero contar con información histórica confiable como además un registro contable acertado y un conocimiento de planta y de procesos muy bien sustentado, de no ser así podríamos incurrir en errores de proporciones inimaginables.

6.6.7 Elaboración de plan de mantenimiento inicial

6.6.7.1 Introducción

La pilonera AGROFUTURO nace en la ciudad de Ambato en la parroquia Cunchibamba bajo el cargo del Señor Francisco Patricio Nata y su esposa María Magdalena Telenchana.

En el año 2008 la pilonera es legalizada con el número de RUC 1802062347001 y abalada por el AGROCALIDAD.

Desde su inicio gracias al esfuerzo y dedicación de sus propietarios y trabajadores han producidos plántulas de calidad en todas las variedades que ofrece tal empresa logrando incrementar año tras año su producción.

6.6.7.2 Datos de la empresa

- Tipo: Producción
- Carácter: Privado
- Representante Legal: Francisco Nata
- RUC: 1802797165001

6.6.7.3 Tipo de producto

La pilonera AGROFUTURO durante su trayectoria se ha dedicado a la producción de plántulas de hortalizas tales como col, coliflor, brócoli, nabo, cebolla entre otras trabajando con semillas de calidad logrando así ser una de las piloneras más reconocidas de la parroquia y del cantón Ambato.

6.6.7.4 Tipo de industria

La Industria a la cual está enfocada la Empresa AGROFUTURO, es la AGROINDUSTRIA, debido a que está dedicada a la producción de hortalizas.

6.6.7.5 Características de máquina lavadora de tipo vertical

Tabla N°6. 2:Ficha de componentes

AGROFUTURO			
Ficha Técnica			
Nombre del equipo:	Sembradora Semiautomática		
Área:	Producción		
Especificaciones técnicas			
Fabricante:	Propia		
Modelo:	N/A		
Código:	01-MS-01		
Año:	2015		
Motor		Medidas	
Fabricante:	OMC Motors & Electronics	Ancho:	60 cm
		Profundidad:	200 cm
Modelo:	Nema 23	Alto:	100 cm
Tipo	Paso a paso	Peso:	103.86 kg
Torque:	13 N.m / 3.0 N.m	Color:	Rojo,/Blanco
Voltaje:	3.78 V	Sistema de transmisión	
Resistencia:	1.6 Ω	Tipo:	Banda
Otros			
Tipo:	Rodillo	Succión:	Bomba de vacío

Fuente: Autor

6.6.7.6 Máquina y componentes codificados

Tabla N° 6. 3:Ficha de componentes

AGROFUTURO			
SEMBRADORA SEMIAUTOMÁTICA			
01-MS-01			
Ficha de componentes			
Fotografía	Sistema	Componente	Código
	Transmisión	Poleas	MS-ST-PO-01
		Banda de transmisión	MS-ST-BT-01
		Rodamientos	MS-ST-RO-01
		Chumacera	MS-ST-CH-01
		Banda	MS-ST-BA-01
		Rodillos	MS-ST-RD-01
	Estructural	Estructura	MS-SS-ES-01
		Tolva	MS-SS-TO-01
	Eléctrico	Motor a pasos	MS-SE-MP-01
		Tablero de control	MS-SE-TC-01
	Neumático	Bomba de vacío	MS-SN-BV-01
		Mangueras	MS-SN-MA-01

Fuente: Autor

6.6.7.7 Matriz de criticidad

Determinar la matriz de criticidad con cada uno los procesos sujetos al análisis previo. La ecuación N° 6.1 y 6.2

Los valores empleados para la matriz de criticidad se obtienen de la tabla 6.1

6.6.7.8 Desarrollo de matriz de criticidad

Tabla N°6. 4: Ficha de criticidad

AGROFUTURO								
MATRIZ DE CRITICIDAD								
SEBRADORA SEMIAUTOMATICA							CODIGO	01-MS-01
SISTEMA	COMPONENTE	F.F.F	SHA	IP	FO	CM	CONSECUENCIA	CRITICIDAD
Transmisión	Poleas	2	1	4	1	1	6	12
	Banda de transmisión	3	1	4	1	1	6	18
	Rodamientos	3	1	4	1	1	6	18
	Chumacera	1	1	2	1	1	4	4
	Banda de transporte	2	1	4	1	1	6	12
	Rodillos	2	1	4	1	1	6	12
Estructural	Estructura	1	1	1	1	1	3	3
	Tolva	1	1	1	1	1	3	3
Eléctrico	Motor a pasos	1	2	4	2	1	11	11
	Tablero de control	1	2	4	2	1	11	11
Neumático	Bomba de vacío	1	1	4	2	1	10	10
	Mangueras	1	2	4	1	1	7	7

Fuente: Autor

6.6.7.9 Valores de matriz de criticidad

La matriz de criticidad se la gráfica como se indica en la figura N°6.2 y con los valores resultantes de la tabla N°6. 4.

Tabla N°6. 5: Distribución matriz de criticidad

FRECUENCIA	4					
	3		MS-ST-BT-01 MS-ST-RO-01			
	2		MS-ST-PO-01 MS-ST-BA-01 MS-ST-RD-01			
	1		MS-SE-MP-01 MS-SE-TC -01 MS-SN-BV -01			
		10	20	30	40	50
		CONSECUENCIA				

Fuente: Autor

6.6.7.10 Matriz de criticidad y componentes

Según la figura N°6.2 se grafica la matriz de criticidad y componentes.

Tabla N°6. 6: Distribución de acuerdo a la criticidad

SEMICRITICO	
Banda de transmisión	MS-ST-BT-01
Rodamientos	MS-ST-RO-01
NO CRITICO	
Poleas	MS-ST-PO-01
Banda	MS-ST-BA-01
Rodillos	MS-ST-RD-01
Motor a pasos	MS-SE-MP-01
Tablero de control	MS-SE-TC -01
Bomba de vacío	MS-SN-BV -01

Fuente: Autor

Tabla N°6. 7: Matriz de limpieza

Equipo crítico	Criticidad	Área de ejecución	Impacto	Frecuencia	Personal	Operación	Tiempo real (h)	#M.O.	Horas hombre	H.H. AÑO
Sembradora Semiautomática	No crítico	Poleas	Acumulación de polvo y grasa.	Semanal	Operario	Limpieza con guaípe y desengrasantes	0,2	1	0,2	10,4
		Banda	Acumulación polvo y semillas sobrantes.	Semanal	Operario	Limpieza con guaípe	0,2	1	0,2	10,4
		Rodillos	Acumulación de polvo, grasa y partículas.	Mensual	Operario	Limpieza con guaípe y desengrasantes	0,5	1	0,5	6
		Motor a pasos	Acumulación de polvo.	Semanal	Operario	Limpieza con aire comprimido	0,3	1	0,3	15,6
		Tablero de control	Acumulación de polvo.	Semanal	Operario	Limpieza con aire comprimido	0,3	1	0,3	15,6
		Bomba de vacío	Acumulación de polvo.	Semanal	Operario	Limpieza con aire comprimido	0,3	1	0,3	15,6
	Semi crítico	Banda de transmisión	Acumulación de polvo y grasa.	Mensual	Operario	Limpieza con brocha y desengrasantes	0,2	1	0,2	2,4
	Rodamiento	Acumulación de impurezas	Mensual	Operario	Limpieza con brocha y diesel	0,3	1	0,3	3,6	

Fuente: Autor

Tabla N°6. 8:Matriz de inspección

Equipo crítico	Criticidad	Área de ejecución	Impacto	Frecuencia	Personal	Operación	Tiempo real (h)	#M.O	Horas hombre	H.H. AÑO
Sembradora Semiautomática	No crítico	Poleas	Posibles cabeceos.	Mensual	Técnico	Medición de radios de giro, llenar hoja de datos.	0,3	1	0,3	1,2
		Banda	Perdida de torque.	Mensual	Operario	Visualización de ajuste de la banda	0,3	1	0,3	1,2
		Rodillos	Posibles cabeceos.	Trimestral	Técnico	Medición de radios de giro, llenar hoja de datos.	0,5	1	0,3	1,2
		Motor a pasos	Perdida de torque	Mensual	Técnico	Observar funcionamiento de motor	0,5	1	0,5	6
		Tablero de control	Posibles cortes de control o potencia.	Trimestral	Técnico	Observar funcionamiento de panel	0,5	1	0,5	2
		Bomba de vacío	Posible pérdida de potencia.	Mensual	Operario	Observar funcionamiento de bomba	0,5	1	0,5	6
	Semi crítico	Banda de transmisión	Perdida de torque.	Mensual	Técnico	Visualización de ajuste de la banda	0,5	1	0,5	6
	Rodamientos	Posibles cabeceos, descentramiento de eje.	Trimestral	Técnico	Verificar horas de vida de rodamiento	1	1	1	4	

Fuente: Autor

Tabla N°6. 9:Matriz de mantenimiento

Equipo crítico	Criticidad	Área de ejecución	Impacto	Frecuencia	Personal	Operación	Tiempo real (h)	#M.O	Horas hombre	H.H. AÑO
Sembradora Semiautomática	No crítico	Poleas	Descentramiento y posibles fisuras.	Semestral	Técnico	Alineación de radios de giro, cambio de ser necesario	1	1	1	2
		Banda	Rupturas y desgaste	Semestral	Operario	Alineación y medición de espesor	1	1	1	2
		Rodillos	Desgaste y descentramiento	Semestral	Técnico	Alineación de radios de giro	1,5	1	1,5	3
		Motor a pasos	Funcionamiento correcto	Trimestral	Técnico	Pruebas de funcionamiento y medición de torque.	2	1	2	8
		Tablero de control	Comprobación de tiempos de control.	Semestral	Técnico	Comprobación de secuencia mediante toma de tiempos.	2	1	2	4
		Bomba de vacío	Correcta presión de vacío para succionar.	Semestral	Operario	Análisis de cantidad de semillas succionadas.	2	1	2	4
	Semi crítico	Banda de transmisión	Fisuras y desgaste	Semestral	Técnico	Alineación, medición de espesor y tensión de la banda.	1,5	1	1,5	3
		Rodamientos	Desgaste y descentramiento	Semestral	Técnico	Escuchar si hay ruido, cambio si amerita.	1	1	1	2

Fuente: Autor

Las hojas de control y registro de mantenimiento se pueden encontrar en los Anexos 24 y 25.

6.7 METODOLOGÍA

El procedimiento de la metodología aplicada en el desarrollo de la propuesta se describe en el siguiente gráfico:

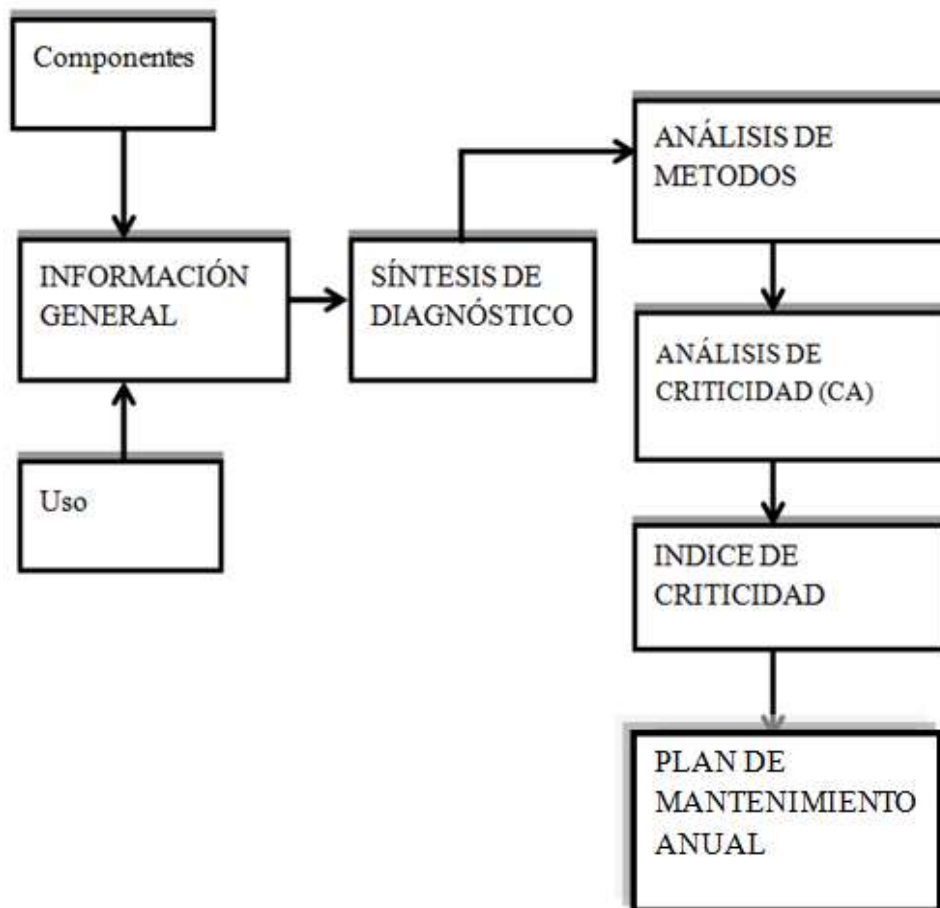


Figura N°6. 3: Procedimiento de la metodología aplicada en el desarrollo de la propuesta

Fuente: Autor

6.8 ADMINISTRACIÓN

Se analiza detalladamente los costos del proyecto de la siguiente manera:

6.8.1.1 Costos directos

Tabla N°6. 11: Costos directos

COSTOS INDIRECTOS		
N°	Descripción	Costo(\$)
1	Traslados	10
2	Gastos informáticos	30
3	Imprevistos	30
TOTAL		70

Fuente: Autor

6.9 PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN

Para alcanzar un mayor rendimiento en el proceso de siembra de semillas para la obtención plántulas se recomendaría las siguientes variantes:

Automatizar en su totalidad el proceso el mismo que controle el grado de humedad de la tierra en donde la plántula es depositada y que el mismo vierta la cantidad de agua necesaria para que esta germine.

Realizar un estudio enfocado a la productividad en la pilonera AGROFUTURO para ver económicamente como incidió el uso de una maquina semiautomática en la misma.

BIBLIOGRAFÍA

1. DANERI, P. (2008). *"PLC: Automatización y Control Industrial"*, Editorial Hispano America HASA, Argentina.
2. DEUTSCHUMM, A., & MICHELINI, W. (2009). *"Diseño de Máquinas"*. Madrid: McGraw- Hill.
3. ESCALONA, I. (2007). *"Transductores y Sensores en la Automatización Industrial"*. El Cid Editor - Ingeniería, Argentina.
4. GARCIA, J. (2004). *"Fundamentos del Diseño Mecánico"*. Universidad del Valle, Colombia.
5. LEONEL, C. (2004). *"Tecnología Mecánica I"*. Lumisa, México.
6. MARNARD. (2008). *"Manual del Ingeniero Industrial"*. México: McGraw- Hill.
7. MORING, V. (2008). *"Diseño de Elementos de Máquinas"*. México: McGraw-Hill.
8. MOTT, R. (2012). *"Diseño de Elementos de Máquinas"*. Madrid: McGraw- Hill.
9. NORTON, R. (2009). *"Diseño de Maquinaria"*. México: McGraw-Hill.
10. PIEDRA, M. (2002). *"Ingeniería de la Automatización industrial"* (2da Edición) Ampliada y Actualizada. Colombia.
11. ROMERO, J. (2000). *"Medición y control de procesos industriales"*. (6ta Edición) México. Instituto Politécnico Nacional.
12. SHIGLEY, J., & MISSCHKE, C. (2012). *"Diseño en Ingeniería Mecánica"*. México: McGraw-Hill.

INTERNET

www.agroterra.com/p/sembradora-semiautomatica-en-maquinarias-9687/9687

www.mosagreen.it/es/prodotti/195/Productos/Sembradoras/Sembradora-de-paso-SP13A

www.tectraplant.com/catalogo/73

www.dipacmanta.com/alineas.php?ca_codigo=3707

www.monografias.com/trabajos57/hipotesis-investigacion/hipotesis-investigacion2.shtml



www.monografias.com/trabajos15/mantenimiento-industrial/mantenimiento-industrial.shtml

ocw.uc3m.es/ingenieria-mecanica/tecnologia-de-maquinas/material-de-clase-1/MANTENIMIENTO.pdf

ANEXOS

ANEXO 1

FICHA DE TOMA DE DATOS

	<p>UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO</p> <p>FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECÁNICA</p> <p>CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA</p>	
Elaborado por:		
Revisado por:		
FICHA DE TOMA DE DATOS		
OPERACIÓN	TIEMPO (segundos)	TIEMPO (minutos)
Desinfección de bandeja		
Llenado de sustrato		
Siembra		
Tapado de semilla		
Traslado de bandeja		
Riego de agua		
Extracción		
TOTAL		

Fuente: Autor

ANEXO 2

CINTA TRANSPORTADORA



banda transportadora **DEL/FLEX**

DEL/FLEX blanca

Materia	poliuretano
Color	blanca
Cara inferior	lisa
Cara superior	lisa
Dureza	93 ShA
Fuerza de tracción	
a 1% de tensión	10 daN/cm ² de sección
a 2% de tensión	15 daN/cm ² de sección
a 3% de tensión	20 daN/cm ² de sección
Tensión de montaje	2 a 4% según condiciones
Temperaturas extremas	-20°C/+70°C
Coeficiente de rozamiento	
PEAD	0,25
Acero	0,5
Inox	0,6



Referencia					
correa plana anchura < 100 mm	Banda transp. anchura ≥ 100 mm	Esesor banda (mm)	Anchura maxi (mm)	Ø mini arrollamiento (mm)	Peso (kg / m ²)
DFPW1.5	DFBW1.5	1,5	650	20	1,8
DFPW2	DFBW2	2	650	30	2,5
DFPW3	DFBW3	3	650	70	3,75
DFPW4	DFBW4	4	650	100	5

Fuente: Catálogo de Bandas Transportadore DEL/FLEX

ANEXO 3

Peso del eje de transmisión AISI 1020

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	397,8

Fuente: Catalogo DIPAC

ANEXO 4

Peso de poleas

*Modelos:

Polea Hormigonera "A" 50 mm. SIN MECANIZAR (Peso: 0,085 Kg)	Código: 006.05
Polea Hormigonera "A" 50 mm. MECANIZADA (Peso: 0,085 Kg)	Código: 006.10
Polea Hormigonera "A" 230 mm. SIN MECANIZAR (Peso: 0,350 Kg)	Código: 006.15
Polea Hormigonera "A" 230 mm. MECANIZADA (Peso: 0,350 Kg)	Código: 006.20
Polea Hormigonera "A" 230 mm. REFORZADA SIN MECANIZAR (Peso: 0,610 Kg)	Código: 006.25
Polea Hormigonera "A" 230 mm. REFORZADA MECANIZADA (Peso: 0,610 Kg)	Código: 006.30
Polea Hormigonera "A" 230-50 mm. SIN MECANIZAR (Peso: 0,435 Kg)	
(Juego de 2 poleas: 1 polea de Ø 230 mm. mas 1 polea de Ø 50 mm)	Código: 006.35
Polea Hormigonera "A" 230-50 mm. MECANIZADAS (Peso: 0,435 Kg)	Código: 006.40
Polea Hormigonera "A" 260 mm. SIN MECANIZAR (Peso: 0,470 Kg)	Código: 006.45
Polea Hormigonera "A" 260 mm. MECANIZADA (Peso: 0,470 Kg)	Código: 006.50
Polea Hormigonera "A" 260-50 mm. SIN MECANIZAR (Peso: 0,555 Kg)	
(Juego de 2 poleas: 1 polea de Ø 260 mm. mas 1 polea de Ø 50 mm.)	Código: 006.55
Polea Hormigonera "A" 260-50 mm. MECANIZADA (Peso: 0,555 Kg)	Código: 006.60

Fuente: Catalogo Jocar Trasmisiones

ANEXO 5

Peso del Tubo PVC



Tubos (medidas y pesos)

Tubo de desagüe de PVC duro DIN 8062, serie 3

Diámetro nominal [mm]	Diámetro exterior [mm]	Grosor de pared e [mm]	Peso del tubo [kg/m]	Contenido agua [l/m]	Tubo + agua [kg/m]
40	50	1,8	0,40	1,69	2,09
50	63	1,9	0,53	2,75	3,29
70	75	2,2	0,73	3,91	4,65
80	90	2,7	1,08	5,62	6,70
100	110	3,2	1,57	8,43	10,00
125	125	3,7	2,06	10,86	12,92
150	160	4,7	3,35	17,81	21,16
-	180	5,3	4,25	22,54	26,78
-	200	5,9	5,25	27,82	33,07
-	225	6,6	6,61	35,23	41,84
-	250	7,3	8,13	43,52	51,65
-	280	8,2	10,22	54,57	64,80
-	315	9,2	12,90	69,09	82,00

Fuente: Catalogo Sikla

ANEXO 6

Propiedades Mecánicas de Acero ASTM A36

Planchas de Acero Carbono

ASTM A36



Estado de Suministro

Laminado.

Tolerancia

ASTM A6.

Características

Acero estructural de buena soldabilidad, adecuado para la fabricación de vigas soldadas para edificios, estructuras remachadas, y atornilladas, bases de columnas, piezas para puentes y depósitos de combustibles.

Aplicaciones

Construcción de puentes, estanques, estructuras para industrias, edificios, torres y aplicaciones estructurales en general.

Composición Química (Valores Típicos)

%C	%Mn	%Si	%P	%S
≤ 0,26	0,80 -1,20	≤ 0,40	≤ 0,04	≤ 0,05

Propiedades Mecánicas

Esfuerzo Fluencia (Kg/mm ²)		Esfuerzo Tracción (Kg/mm ²)		Elongación
	MPa	(Kg/mm ²)	MPa	%
25,5 (mín)	250 (mín.)	40,8 (mín)	400 (mín.)	20 (mín.)

Mínimo Radio Interior de Plegado en Frío

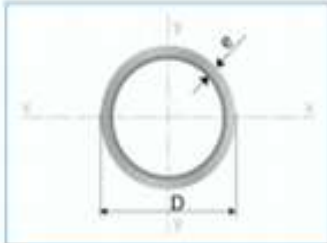
Espesor E (mm.)

Hasta 20 mm. (Incl.)	Sobre 20 mm. hasta 25 mm. (Incl.)	Sobre 25 mm. hasta 50 mm. (Incl.)
1,5 X E	1,5 X E	1,5 X E

Fuente: www.acerosotero.com

ANEXO 7

CATALOGO DE TUBERIA REDONDA



Largo Normal:
6 metros
Recubrimiento:
Negro o Galvanizado
Norma de Calidad:
ASTM A 500 Gr. A, B ó C
Norma de Fabricación:
NTE INEN 2415
Espesores:
Desde 1,50 a 6,00 mm
Observaciones:
Otras dimensiones, espesores y largos previa consulta

Aplicaciones

- Estructuras: portantes, galpones y naves industriales.
- Construcción: rejas, portones, columnas.
- Automotriz y de autopartes: carrocería, remolques y rodados.
- Agroganadera: maquinaria e implementos agrícolas, avícolas y ganaderos.
- Señalización y vialidad: alumbrado, soportes.
- Equipos y máquinas de todo tipo.

Beneficios

- Duradero: Al construir con acero, asegura que su producto tenga una vida útil, superior a los materiales de construcción convencionales.
- Económico: Se optimiza el uso del material produciéndose ahorro en obras, por facilidad y rapidez de uso y armado ahorra en tiempo y personal.
- Ecológico: Con el uso de acero, se minimiza la utilización de madera y su desecho, por lo que contribuye al medio ambiente.

Designaciones		Área	Peso	Propiedades Estáticas			
Diámetro Exterior	Espesor			Flexión			
D	e	A	P	I	W	i	
puq.	mm	mm	cm ²	kg/m	cm ⁴	cm ³	cm
3/4	19,10	1,50	0,83	0,65	0,32	0,34	0,62
		2,00	1,07	0,84	0,39	0,41	0,60
7/8	22,20	1,50	0,98	0,77	0,53	0,47	0,74
		2,00	1,27	1,00	0,66	0,59	0,72
1	25,40	1,50	1,13	0,88	0,81	0,64	0,85
		2,00	1,47	1,15	1,01	0,80	0,83
1 1/4	31,60	1,50	1,43	1,12	1,64	1,03	1,07
		2,00	1,87	1,47	2,08	1,31	1,05
1 1/2	38,10	1,50	1,72	1,35	2,89	1,52	1,30
		2,00	2,27	1,78	3,71	1,95	1,28
1 3/4	44,50	1,50	2,02	1,59	4,67	2,10	1,52
		2,00	2,67	2,09	6,02	2,71	1,50
1 7/8	47,60	1,50	2,17	1,71	5,78	2,43	1,63
		2,00	2,87	2,25	7,48	3,14	1,61
2	50,80	1,50	2,32	1,82	7,06	2,78	1,74
		2,00	3,07	2,41	9,14	3,60	1,73
		3,00	4,51	3,54	12,92	5,09	1,69
2 3/8	60,30	1,50	2,77	2,18	12,00	3,98	2,06
		2,00	3,66	2,88	15,66	5,17	2,07
		3,00	5,40	4,24	22,26	7,38	2,03
2 1/2	63,50	1,50	2,92	2,29	14,03	4,42	2,19
		2,00	3,86	3,03	18,29	5,76	2,18
		3,00	5,70	4,48	26,15	8,24	2,14
3	76,20	1,50	3,52	2,76	24,56	6,45	2,64
		2,00	4,66	3,68	32,11	8,43	2,62
		3,00	6,90	5,42	46,28	12,24	2,59
4	101,60	2,00	6,26	4,91	77,60	15,30	3,52
		3,00	9,29	7,29	113,00	22,30	3,49
		4,00	12,26	9,63	146,00	28,80	3,45
5	127,00	2,00	7,85	6,17	153,43	24,16	4,42
		3,00	11,69	9,17	225,00	35,40	4,39
		4,00	15,46	12,13	292,61	46,08	4,35
		5,00	19,16	15,04	357,14	56,24	4,32
		6,00	22,81	17,90	390,08	61,90	4,15
6	152,40	3,00	14,08	11,05	390,00	51,18	5,26
		4,00	18,65	14,64	480,43	63,05	5,08
		5,00	23,15	18,18	629,54	82,62	5,22
		6,00	27,60	21,66	740,57	97,19	5,16

Fuente: Catalogo IPAC

ANEXO 8

Valores de u para diferentes sustancias

Coeficientes de rozamiento de algunas sustancias		
Materiales en contacto	μ_e	μ_d
Articulaciones humanas	0,02	0,003
Acero // Hielo	0,03	0,02
Acero // Teflón	0,04	0,04
Teflón // Teflón	0,04	0,04
Hielo // Hielo	0,1	0,03
Esquí (encerado) // Nieve (0°C)	0,1	0,05
Acero // Acero	0,15	0,09
Vidrio // Madera	0,2	0,25
Caucho // Cemento (húmedo)	0,3	0,25
Madera // Cuero	0,5	0,4
Acero // Latón	0,5	0,4
Madera // Madera	0,7	0,4
Madera // Piedra	0,7	0,3
Vidrio // Vidrio	0,9	0,4
Caucho // Cemento (seco)	1	0,8
Cobre // Hierro (fundido)	1,1	0,3

Fuente: elfisicoloco.blogspot.com

ANEXO 9

TUBOS CUADRADO NEGRO

Ubicación	Distancia entre tambores (m)					
	50	100	200	300	400	500
C en superficie	2,1	1,8	1,4	1,21	1,18	1,1
C en interior	3,8	3,2	2,6	2,2	1,9	1,8

Fuente: SHIGLEY, Diseño en Ingeniería mecánica.

ANEXO 10

POTENCIA SUPLEMENTARIA EN FUNSION AL ANCHO DE BANDA

Ancho de banda B (mm)	Potencia suplementaria Ns (HP)
≤ 500	1.v
≤ 1000	2.v

Fuente: SHIGLEY, Diseño en Ingeniería mecánica.

ANEXO 11

Factor de servicio ks

Tabla 17-15

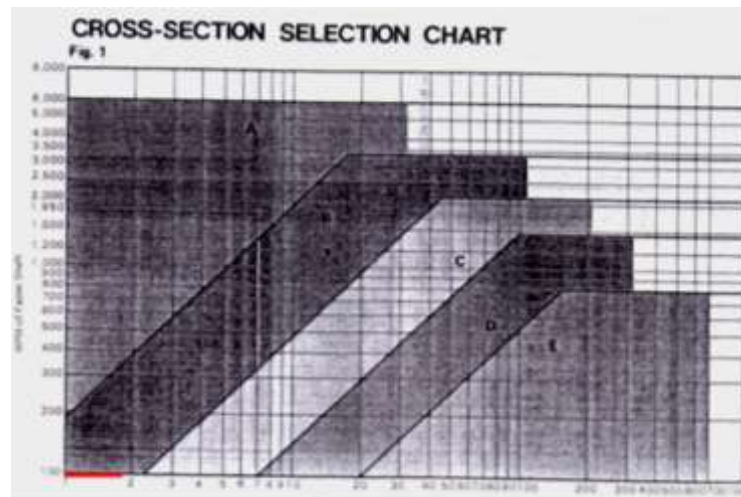
Factores de servicio sugeridos K_s para transmisiones de banda en V

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

Fuente: SHIGLEY, Diseño en Ingeniería mecánica.

ANEXO 12

Curvas de selección de bandas



Fuente: SHIGLEY, Diseño en Ingeniería mecánica. Octava Ed. Pág. 174

ANEXO 13

Angulo de contacto K1

Tabla 17-13

Factor de corrección del ángulo de contacto K_1 para transmisiones de banda plana VV* y en V

$\frac{D-d}{C}$	θ , grados	VV	K_1 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 θ es
 $K_1 = 0.143543 + 0.007468\theta - 0.000015052\theta^2$
 en el intervalo de $90^\circ \leq \theta \leq 180^\circ$.

Fuente: SHIGLEY, Diseño en Ingeniería mecánica.

ANEXO 14

Factor de corrección de longitud

Tabla 17-14

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.

Fuente: SHIGLEY, Diseño en Ingeniería mecánica.

ANEXO 15

VALORES DE f_s

Tabla 5.8 Valores del factor f_s de carga estática permisible

Condiciones de funcionamiento	Valor mínimo de f_s	
	Rodamientos de bolas	Rodamientos de rodillos
Aplicaciones con bajo nivel de ruido	2.0	3.0
Rodamientos sujetos a vibraciones y cargas de impacto	1.5	2.0
Condiciones de funcionamiento normales	1.0	1.5

Fuente: Catálogo SNK

ANEXO 16

L_{10h} PARA DIFERENTES CLASES DE MAQUINAS

**GUIA DE VALORES REQUERIDOS DE VIDA NOMINAL L_{10H}
PARA DIFERENTES CLASES DE MÁQUINAS**

Clase de Máquina	L _{10h}
Electrodomésticos, Máquinas agrícolas, Instrumentos, aparatos para uso médico.	300≈3000 horas
Máquinas utilizadas en periodos cortos: Elevadores para talleres, maquinas para la construcción, máquinas-herramienta portátiles	3.000≈8000 horas
Máquinas para trabajar con alta fiabilidad de funcionamiento en periodos cortos o intermitentes: Ascensores, grúas para mercancías.	8.000≈12.000 horas
Máquinas para 8 horas de trabajo diaria no totalmente utilizadas: Máquina-herramienta, grúas para material a granel, ventiladores, cintas transportadoras, imprentas, centrifugadoras...	20.000≈30.000 horas
Máquinas para trabajo continuo, 24 horas al día: Cajas de engranajes para laminadoras, maquinaria eléctrica de tamaño medio, compresores, tornos de extracción de minas, bombas, maquinaria textil...	40.000≈50.000 horas
Máquinas para abastecimiento de agua, hornos giratorios, cableadoras, propulsión de transatlánticos	60.000≈100.000 horas
Maquinaria eléctrica de gran tamaño, centrales eléctricas, ventiladores y bombas para minas, rodamientos para líneas de eje de transatlánticos	≈100.000 horas

Fuente: Catálogo SNK

ANEXO 17

TUBOS CUADRADO NEGRO

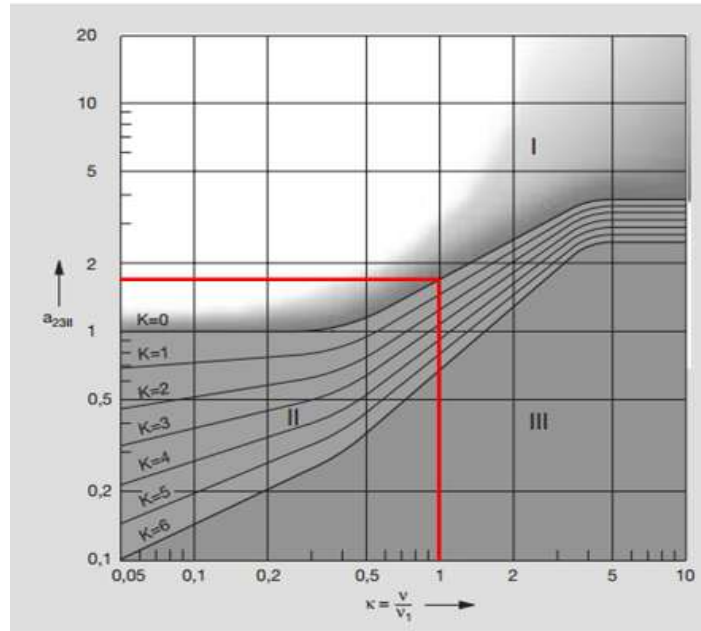
Tabla 5.4 Factor de fiabilidad α_1

Fiabilidad (%)	90	95	96	97	98	99
α_1	1.00	0.62	0.53	0.44	0.33	0.21

Fuente: Catálogo SNK

ANEXO 18

FACTOR a_{23II}



Fuente: Catálogo de la FAG

ANEXO 19

SELECCION DE RODAMIENTO

Eje	Dimensiones							Peso kg	Capacidad de carga		Velocidad crítica mm/s	Velocidad de referencia	Distribución de lubricación	Modificadores
	d	D	B	d_1	d_2	d_3	d_4		C_{10}	C_{90}				
H8	10	18	7	10	16	18	0.120	11.2	8.0	1200	1000	0.01	0.01	1
	12	22	7	12	18	22	0.130	12.7	9.3	1300	1100	0.01	0.01	1
	15	28	7	15	22	28	0.140	15	11	1400	1200	0.01	0.01	1
	17	30	7	17	24	30	0.150	17	12	1500	1300	0.01	0.01	1
	20	36	7	20	28	36	0.160	20	14	1600	1400	0.01	0.01	1
	22	40	7	22	30	40	0.170	22	15	1700	1500	0.01	0.01	1
H9	25	47	9	25	37	47	0.250	25	18	2000	1700	0.01	0.01	1
	28	52	9	28	40	52	0.260	28	20	2100	1800	0.01	0.01	1
	30	56	9	30	42	56	0.270	30	21	2200	1900	0.01	0.01	1
	32	60	9	32	44	60	0.280	32	22	2300	2000	0.01	0.01	1
	35	65	9	35	46	65	0.290	35	23	2400	2100	0.01	0.01	1
	38	70	9	38	48	70	0.300	38	24	2500	2200	0.01	0.01	1

Fuente: Catálogo de la FAG

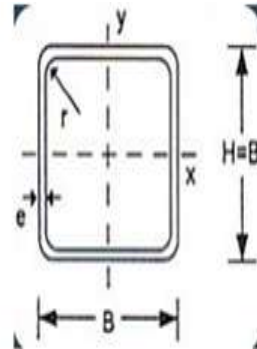
ANEXO 20

TUBOS CUADRADO NEGRO

- TUBERIA PULIDA (FL):

TUBERIA PULIDA CUADRADA

Tubería pulida cuadrada
 Para Carpintería Metálica y Herrería
 Materia prima ASTM - A366
 Laminado en frío



MEDIDA Pulgadas (B)	ESPESOR (mm (E))	LONGITUD Mts	PESO		SECCIÓN cm ²	I cm ⁴	S cm ³	R cm
			Kg/m	Kg/Pieza				
½ x ½	0.90	6.00	0.337	2.022	0.424	0.110	0.17	0.509
½ x ½	1.10	6.00	0.398	2.388	0.510	0.131	0.20	0.506
¾ x ¾	0.90	6.00	0.518	3.108	0.633	0.285	0.30	0.672
¾ x ¾	1.10	6.00	0.624	3.744	0.759	0.319	0.33	0.648
1 x 1	0.90	6.00	0.701	4.206	0.861	0.745	0.59	0.930
1 x 1	1.10	6.00	0.848	5.088	1.038	0.853	0.67	0.907
1 1/4 x 1 1/4	0.90	6.00	0.884	5.304	1.090	1.541	0.97	1.189
1 1/4 x 1 1/4	1.10	6.00	1.071	6.426	1.317	1.790	1.13	1.166
1 ½ x 1 ½	0.90	6.00	1.067	6.402	1.318	2.766	1.45	1.448
1 ½ x 1 ½	1.10	6.00	1.298	7.770	1.597	3.241	1.70	1.425
2 x 2	1.10	6.00	1.743	10.458	2.156	8.137	3.20	1.943
2 x 2	1.20	6.00	1.896	11.376	2.344	8.739	3.44	1.931
3 x 3	1.40	6.00	3.340	20.040	4.076	36.606	9.61	2.997
3 x 3	1.40	6.00	3.573	21.438	4.360	39.024	10.24	2.992
4 x 4	1.50	6.00	4.793	28.758	5.884	95.916	18.88	4.038

Fuente: Catálogo DIPAC.

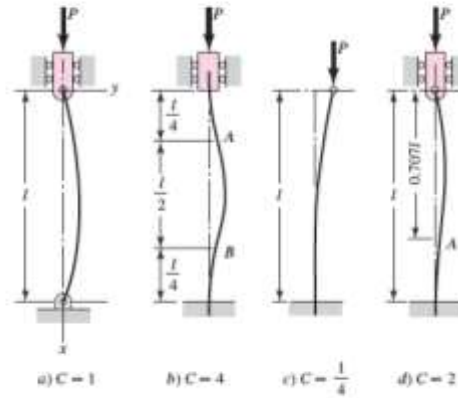
ANEXO 21

Análisis de Pandeo

174 PARTE UNO Fundamentos

Figura 4-18

a) Ambos extremos están pivoteados o articulados;
 b) ambos extremos están empotrados;
 c) un extremo libre, un extremo empotrado;
 d) un extremo redondo y articulado, y un extremo empotrado.



Fuente: SHIGLEY, Diseño en Ingeniería mecánica. Octava Ed. Pág. 174

ANEXO 22


Valores de C_1 y L_e en tipos de sujeciones de columnas.

CONDICIONES DE SUJECIÓN	C_1 COEFICIENTE PARA MULTIPLICAR POR P_{crit}	L_e LONGITUD EFECTIVA
Ambos extremos empotrados	4	$1/2 l$
Un extremo empotrado y el otro articulado	2	$0,7 l$
Ambos extremos articulados	1	l
Un extremo empotrado y el otro libre	$1/4$	$2 l$

Fuente: SHIGLEY, Diseño en Ingeniería mecánica.

ANEXO 24

FORMATO DE ORDEN DE MANTENIMIENTO

		ORDEN DE TRABAJO				No:
DESCRIPCIÓN:		MARCA:				
EQUIPO:		MODELO:				
SERIE:		UBICACIÓN:				
SOLICITADA			AUTORIZADA			
RESPONSABLE DE EJECUCION	FECHA. PLAN	SUPERVISOR DE EJECUCION		FECHA. INICIO		
TAREAS A EJECUTAR						
DESCRIPCION DE LA TAREA		TIEMPO. ESTIM	TIEMPO. REAL	OK		
RESPUESTOS REQUERIDOS						
CODIGO	DESCRIPCION DEL REPUESTO	CANT. PLANIF	CANT. UTILIZADA	UNIDAD		
PERSONAL NECESARIO PARA LA EJECUCION DE LOS TRABAJOS						
CATEGORIA	Hrs. Req	Hrs. Normal	Hrs Extras	Hrs. festiva	Hrs. Nocturna	
MEDIDAS DE SEGURIDAD			OBSERVACIONES			
FINALIZACION DE TRABAJOS						
REVISADO	FECHA	FIRMA	APROBADO	FECHA	FIRMA	

Fuente: [www.renocelec.com/ingeniería del mantenimiento](http://www.renocelec.com/ingeniería-del-mantenimiento)

ANEXO 26

CONSTRUCCION DE LA SEMBRADORA SEMIAUTOMATICA



Fuente: Autor

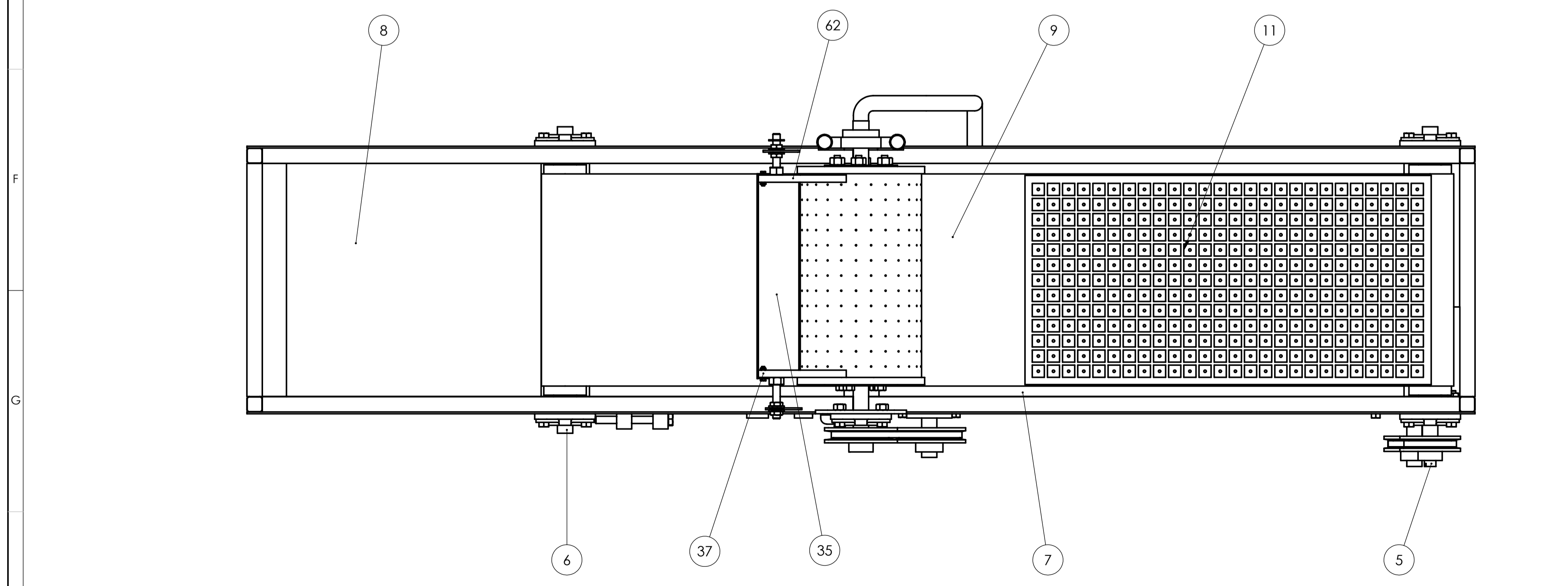
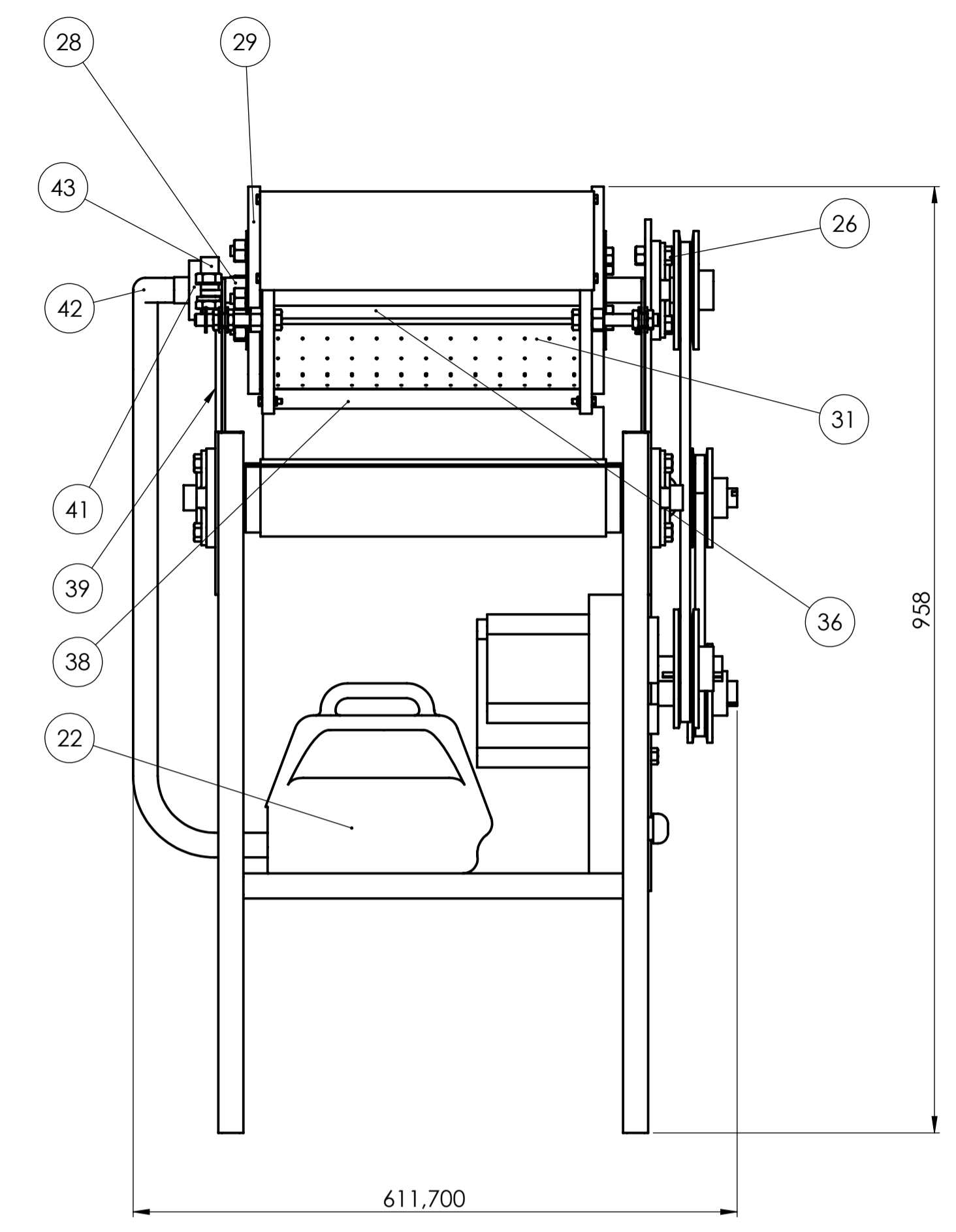
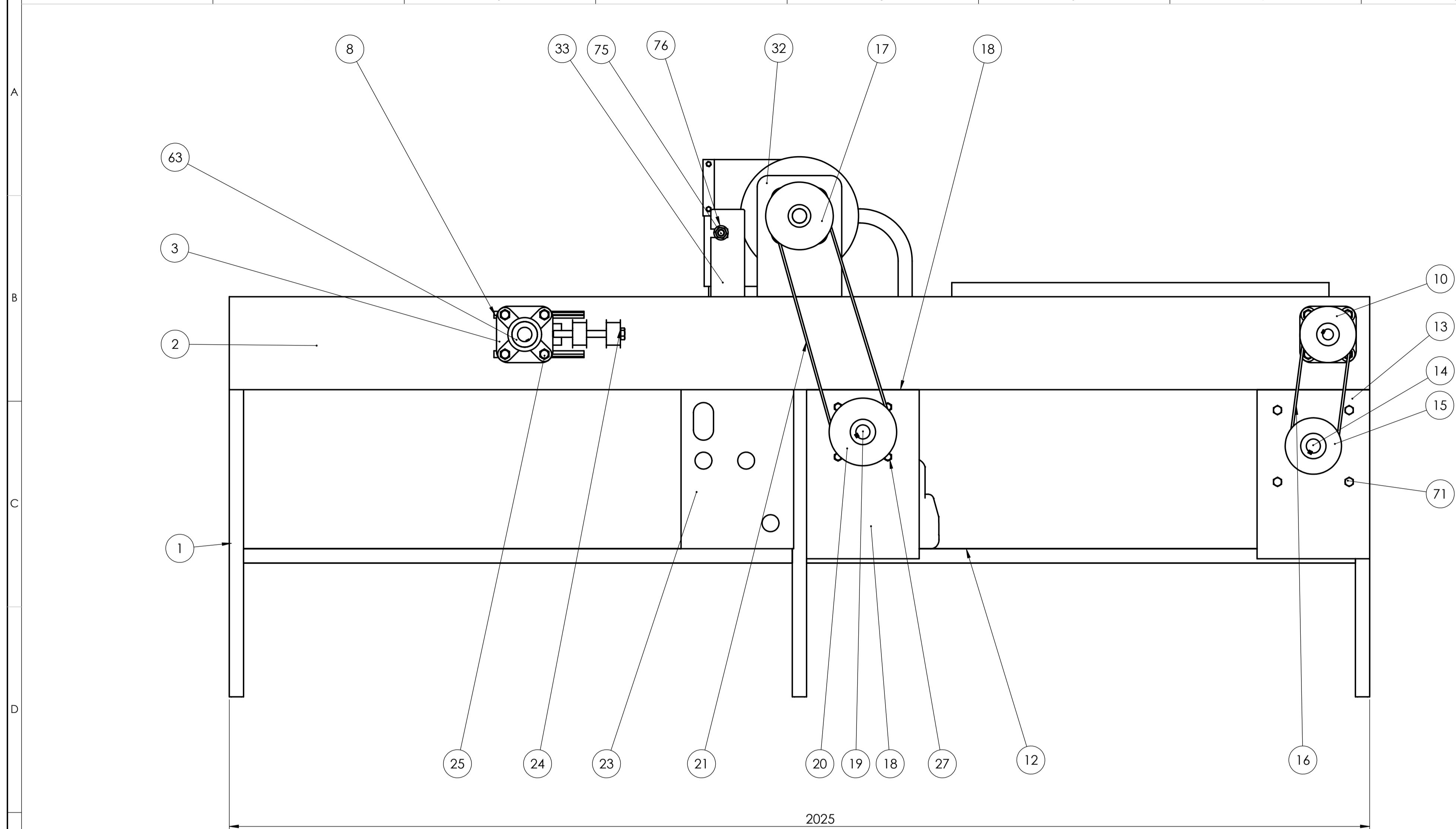
ANEXO 27

CONSTRUCCION DE LA SEMBRADORA SEMIAUTOMATICA



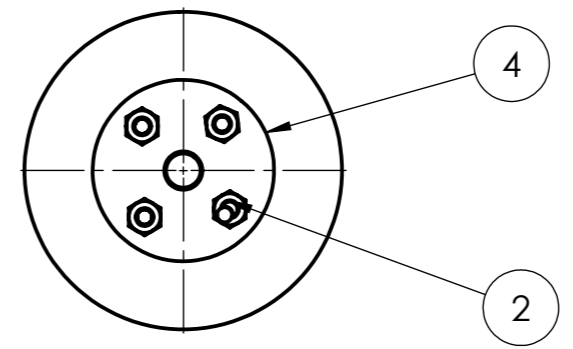
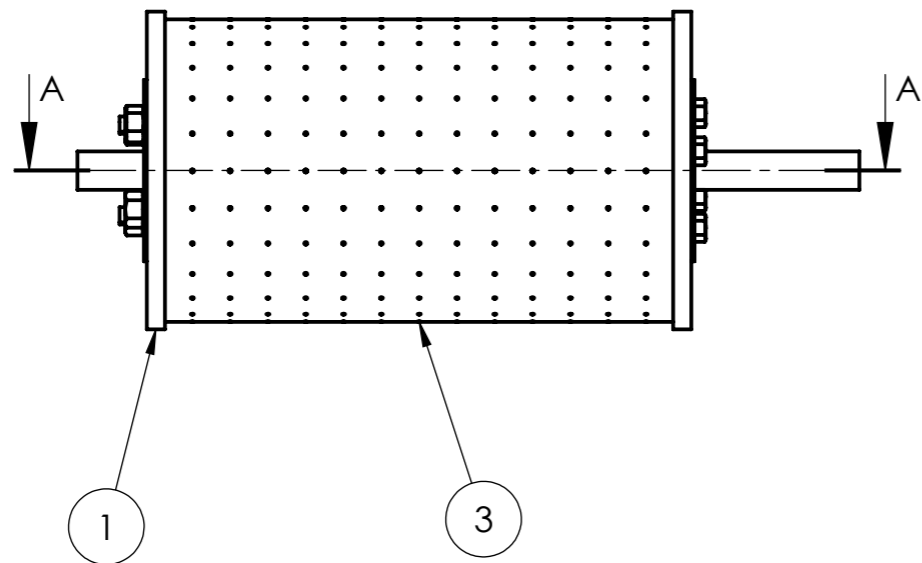
Fuente: Autor

ANEXO 28
PLANOS DE LA MAQUINA

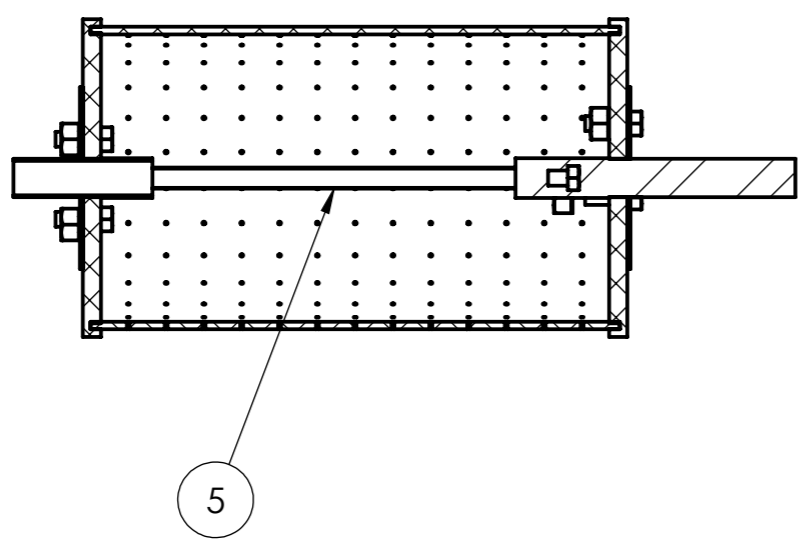


No. de pieza	Denominación	No. de norma/ dibujo	Material	No. de orden	No. de modelo/semiproducto	Peso Kg/ pieza	Observaciones
8	Perno M15	ASTM A307	Acero	44	M15 x 40		Comprado
1	Sujetador eje	ASTM-A500	A36	43	∅ 12 x 6000		Comprado
1	Manguera		Polimero	42			Comprado
1	Bocin entrada de aire		AISI 1020	41			Maquinado
1	Soporte de eje		A36	39	1200 x 2400		Maquinado
1	Tope de tolva		A36	38	50 x 50 x6000		Maquinado
1	Lateral D. de tolva		A36	37	1200 x x 2		Maquinado
1	Eje de tolva		AISI 1020	36	∅ 12 x 6000		Maquinado
1	Base de tolva		A36	35	1200 x 2400		Maquinado
2	Soporte tolva		A36	33	1200 x 2400		Maquinado
2	Soporte rodillo fijo		A36	32	1200 x 2400		Maquinado
1	Cilindro de rodillo		PVC	31	17000 x 6000		Maquinado
2	Tapa de sujeción		Nylon	30	1200 x 2400 x 10		Maquinado
2	Tapa de rodillo		Nylon	29	1200 x 2400 x 3		Maquinado
1	Eje hueco		AISI 1020	28	∅ 25 x 6000		Maquinado
1	Botonera		Varios	23			Comprado
1	Aspiradora		Varios	22	0,5 HP		Comprado
1	Correa B	ASTM D3629	Caucho	21	12 x 8 x 450		Comprado
1	Polea Motriz B.	ASTM A356	Aluminio	20	∅ 70x 50		Maquinado
1	Motor a pasos B.	STP-DRV-4035	Varios	19	1700 x 70 x 70		Comprado
1	Base motor B.		A36	18	1200 x 2400		Maquinado
1	Polea conducida B.	ASTM A356	Aluminio	17	∅ 70x 50		Maquinado
1	Correa A	ASTM D3629	Caucho	16	12 x 8 x 1200		Comprado
1	Polea Motriz	ASTM A356	Aluminio	15	∅ 70x 50		Maquinado
1	Motor a pasos A	STP-DRV-4035	Varios	14	1700 x 70 x 70		Comprado
1	Base motor A.		A36	13	1200 x 2400		Maquinado
1	Base de aspiradora	ASTM-A500	A36	12	1200 x 2400		Maquinado
1	Bandeja Flotante		Polystireno	11	980 x 4400 x 3		Comprado
1	Polea conducida A	ASTM A356	Aluminio	10	12 x 8 x 900		Maquinado
1	Banda transportadora		Polimero	9	980 x 4200 x 3		Maquinado
2	Base de b. transp. B		A36	8	1200 x 2400 x 2		Maquinado
1	Base de b. transp. A		A36	7	1200 x 2400 x 2		Maquinado
1	Rodillo Conducido		Polimero	6	70 x 1000		Maquinado
1	Rodillo Motriz		Polimero	5	70 x 1000		Maquinado
5	Chumacera	ASTM-B-23	F. Gris	3	90 x 90 x 25		Comprado
2	Laterales	ASTM-A500	A36	2	1200 x 2400		Maquinado
1	Estructura	ASTM-A500	A36	1	50 x 50 x 8000		Maquinado

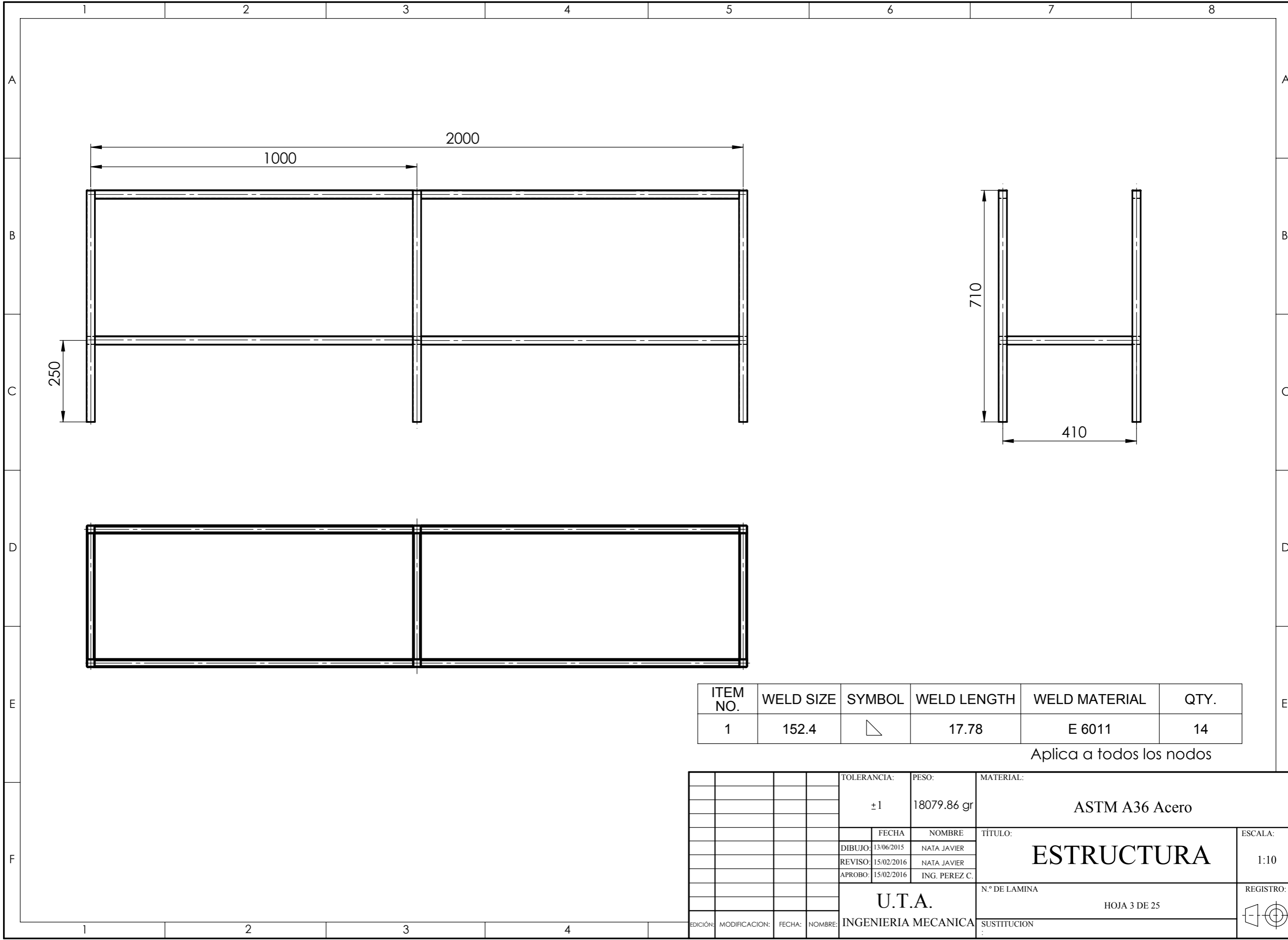
TOLERANCIA:		PESO:		MATERIAL:	
±1		103.86 Kg		Varios	
FECHA:	NOMBRE:	TITULO:	ESCALA:		
DIBUJO: 13/04/2015	NATA JAVIER	SEMBRADORA SEMIAUTOMATICA	1:10		
REVISO: 15/02/2016	NATA JAVIER				
APROBO: 15/02/2016	ING. PEREZ C.				
U.T.A.		N.º DE LAMINA		REGISTRO:	
INGENIERIA MECANICA		HOJA 1 DE 25			



Sección A-A'



No. de pieza	Denominacion	No de Norma/dibujo	Material	No. de orden	No. modelo/semiproducto	Peso Kg/pieza	Observaciones
1	Eje hueco		A36	5	25 x 6000		Maquinado
2	Rodela de sujecion		Nylon	4	1200 x 2400		Maquinado
1	Rodillo		Nylon	3	15000 x 6000		Maquinado
2	Tapa de rodillo		Nylon	1	1200 x 2400		Maquinado
		TOLERANCIA:	PESO:	MATERIAL:			
		±1	3356.45 gr	Varios			
		FECHA	NOMBRE	TÍTULO:			ESCALA:
		DIBUJO: 13/06/2015	NATA JAVIER	RODILLO			1:5
		REVISO: 15/02/2016	NATA JAVIER				
		APROBO: 15/02/2016	ING. PEREZ C.				
		U.T.A.		N.º DE LAMINA		REGISTRO:	
		INGENIERIA MECANICA		HOJA 2 DE 25			
EDICIÓN:	MODIFICACION:	FECHA:	NOMBRE:	SUSTITUCION:			



ITEM NO.	WELD SIZE	SYMBOL	WELD LENGTH	WELD MATERIAL	QTY.
1	152.4		17.78	E 6011	14

Aplica a todos los nodos

				TOLERANCIA:	PESO:	MATERIAL:	
				±1	18079.86 gr	ASTM A36 Acero	
				FECHA	NOMBRE	TÍTULO:	ESCALA:
				DIBUJO: 13/06/2015	NATA JAVIER		
				REVISO: 15/02/2016	NATA JAVIER		
				APROBO: 15/02/2016	ING. PEREZ C.		
				U.T.A. INGENIERIA MECANICA		N.º DE LAMINA	REGISTRO:
						HOJA 3 DE 25	
EDICIÓN:	MODIFICACION:	FECHA:	NOMBRE:	SUSTITUCION			

1 2 3 4 5 6 7 8

A

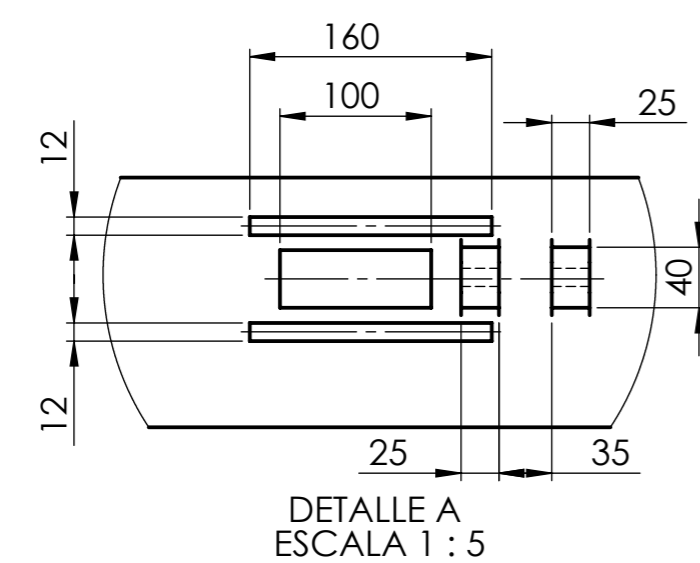
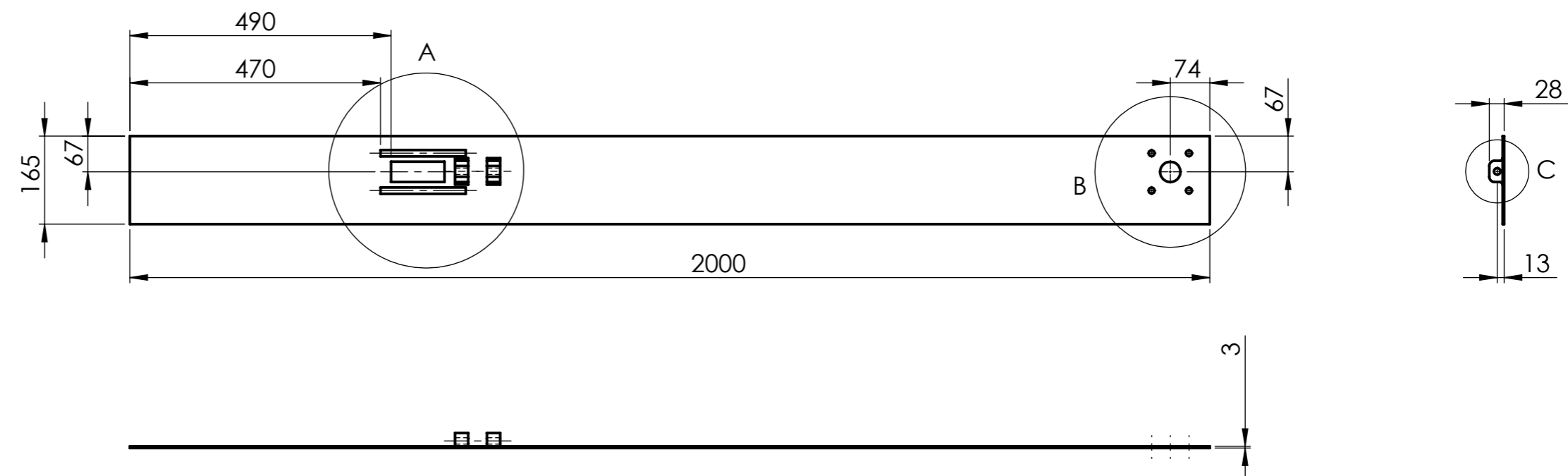
B

C

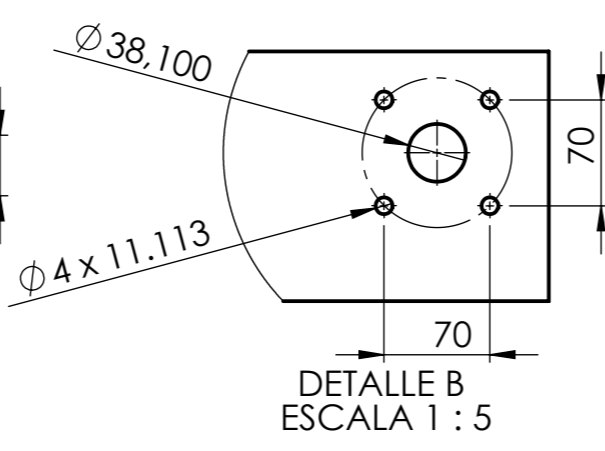
D

E

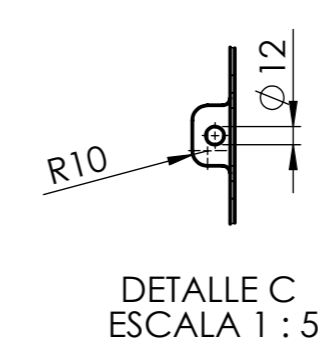
F



DETALLE A
ESCALA 1 : 5



DETALLE B
ESCALA 1 : 5



DETALLE C
ESCALA 1 : 5

				TOLERANCIA:	PESO:	MATERIAL:		
				±1	7989.53 gr	ASTM A36 Acero		
				FECHA	NOMBRE	TÍTULO:		ESCALA:
				DIBUJO: 13/06/2015	NATA JAVIER	LATERALES		1:10
				REVISO: 15/02/2016	NATA JAVIER			
				APROBO: 15/02/2016	ING. PEREZ C.			
				U.T.A.		N.º DE LAMINA		REGISTRO:
				INGENIERIA MECANICA		HOJA 4 DE 25		
EDICIÓN:	MODIFICACION:	FECHA:	NOMBRE:	SUSTITUCION:				

1 2 3 4

1

2

3

4

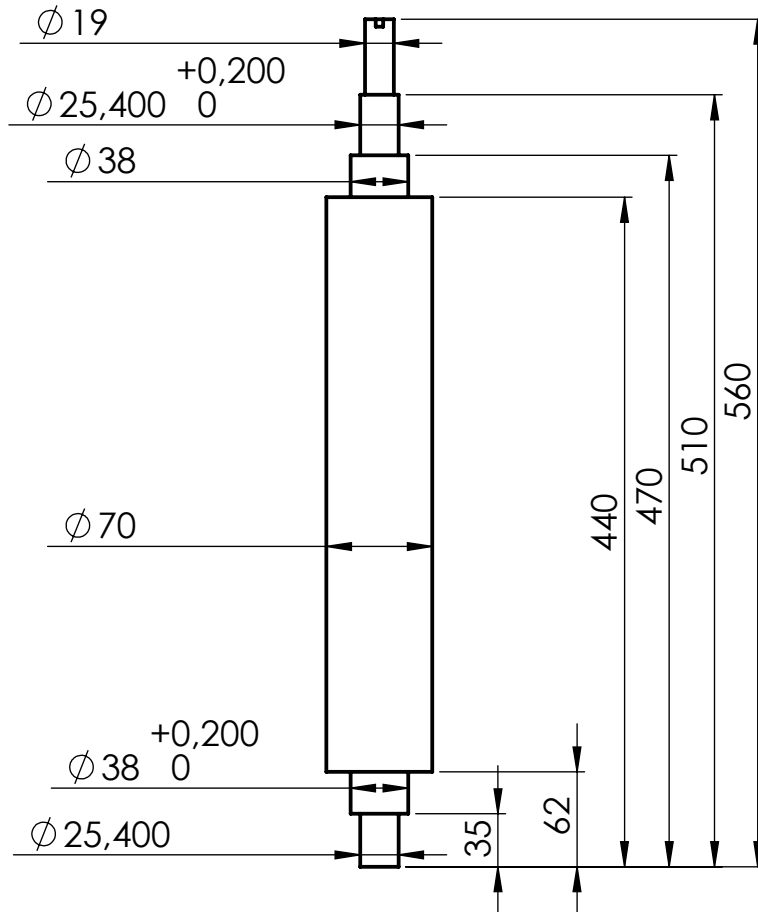
A

B

C

D

E



				TOLERANCIA: ± 1	PESO: 12464.46 gr	MATERIAL: AISI 1020	
						TÍTULO: RODILLO MOTRIZ	ESCALA: 1:5
				FECHA	NOMBRE		
				DIBUJO: 13/06/2015	NATA JAVIER		
				REVISO: 15/02/2016	NATA JAVIER		
				APROBO: 15/02/2016	ING. PEREZ C.		
				U.T.A. INGENIERIA MECANICA		N.º DE LAMINA HOJA 5 DE 25	REGISTRO:
EDICIÓN:	MODIFICACION:	FECHA:	NOMBRE:			SUSTITUCION:	



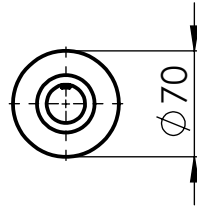
1

2

3

4

A

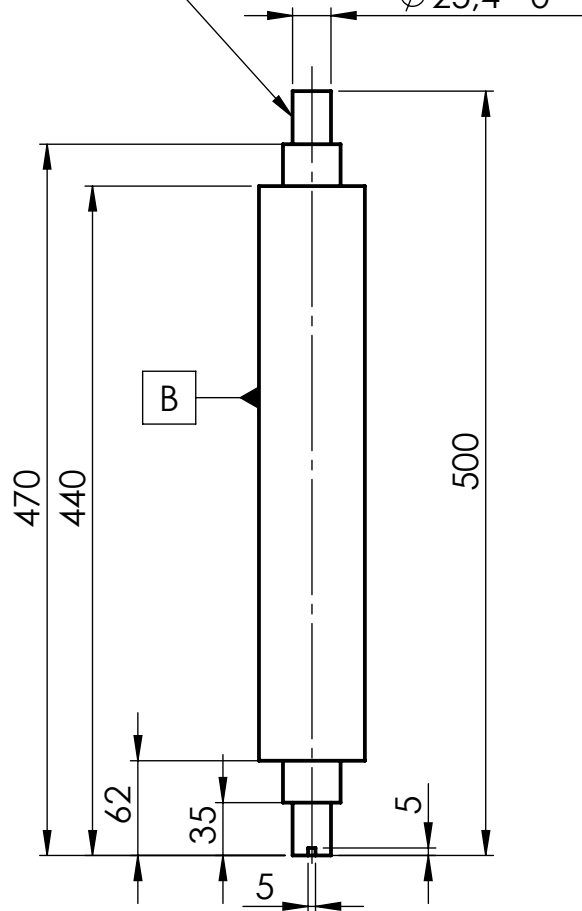


B

\nearrow	0,01	B
------------	------	---

$\phi 25,4$	$\begin{matrix} +0,1 \\ 0 \end{matrix}$
-------------	---

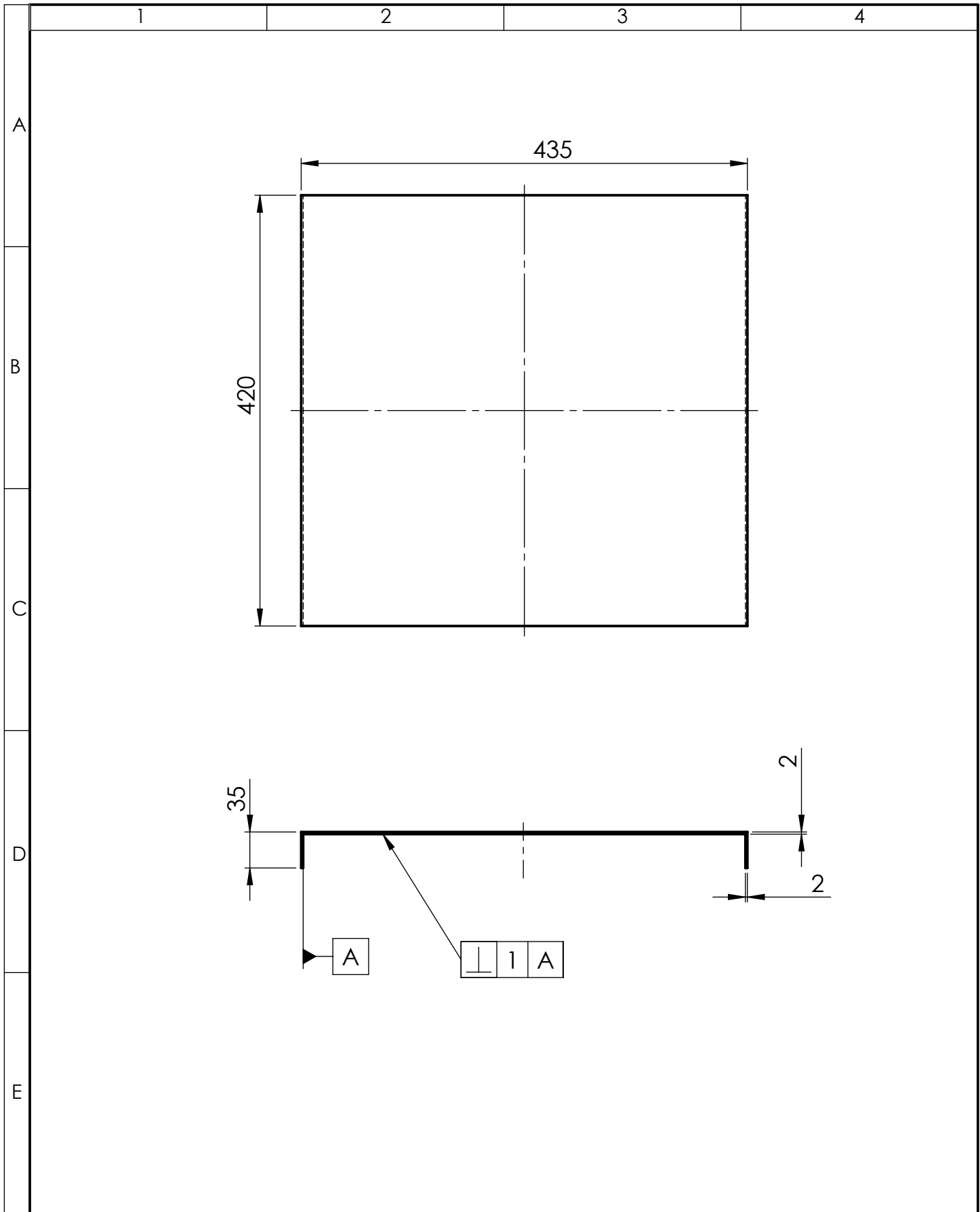
C



D

E

				TOLERANCIA: ± 1	PESO: 12175.75 gr	MATERIAL: AISI 1020	
						TÍTULO: RODILLO CONDUCCIDO	ESCALA: 1:5
				FECHA	NOMBRE		
				DIBUJO: 13/06/2015	NATA JAVIER		
				REVISO: 15/02/2016	NATA JAVIER		
				APROBO: 15/02/2016	ING. PEREZ C.		
				U.T.A. INGENIERIA MECANICA		N.º DE LAMINA HOJA 6 DE 25	REGISTRO:
EDICIÓN:	MODIFICACION:	FECHA:	NOMBRE:			SUSTITUCION:	



				TOLERANCIA: ±1	PESO: 3243.06 gr	MATERIAL: ASTM A36 Acero	
						TÍTULO: BASE BANDEJA	ESCALA: 1:5
				FECHA	NOMBRE		
				DIBUJO: 13/06/2015	NATA JAVIER		
				REVISO: 15/02/2016	NATA JAVIER		
				APROBO: 15/02/2016	ING. PEREZ C.		
				U.T.A. INGENIERIA MECANICA		N.º DE LAMINA HOJA 7 DE 25	REGISTRO:
EDICIÓN:	MODIFICACION:	FECHA:	NOMBRE:			SUSTITUCION:	

1

2

3

4

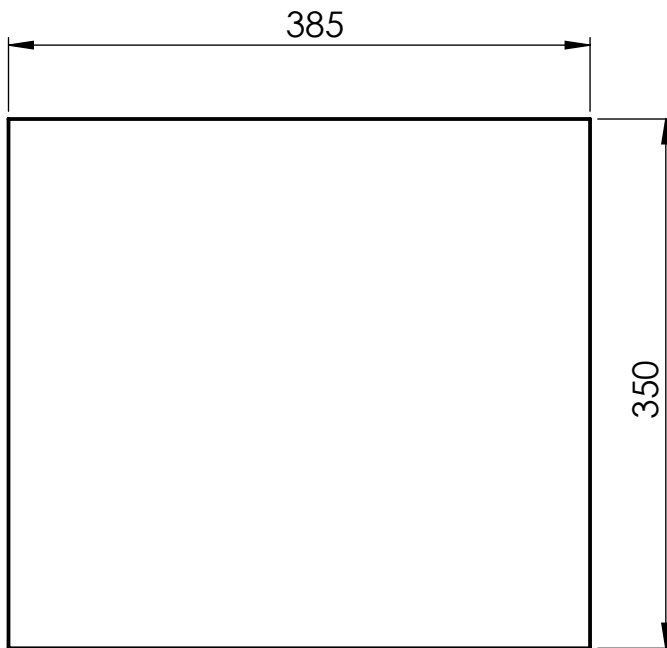
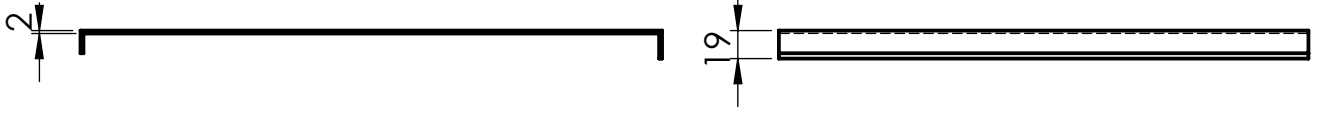
A

B

C

D

E



TOLERANCIA:

PESO:

MATERIAL:

 ± 1

2873.38 gr

ASTM A36 Acero

FECHA

NOMBRE

TÍTULO:

ESCALA:

DIBUJO: 13/06/2015

NATA JAVIER

BASE ASPIRADORA

1:5

REVISO: 15/02/2016

NATA JAVIER

APROBO: 15/02/2016

ING. PEREZ C.

U.T.A.

N.º DE LAMINA

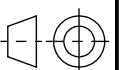
HOJA 8 DE 25

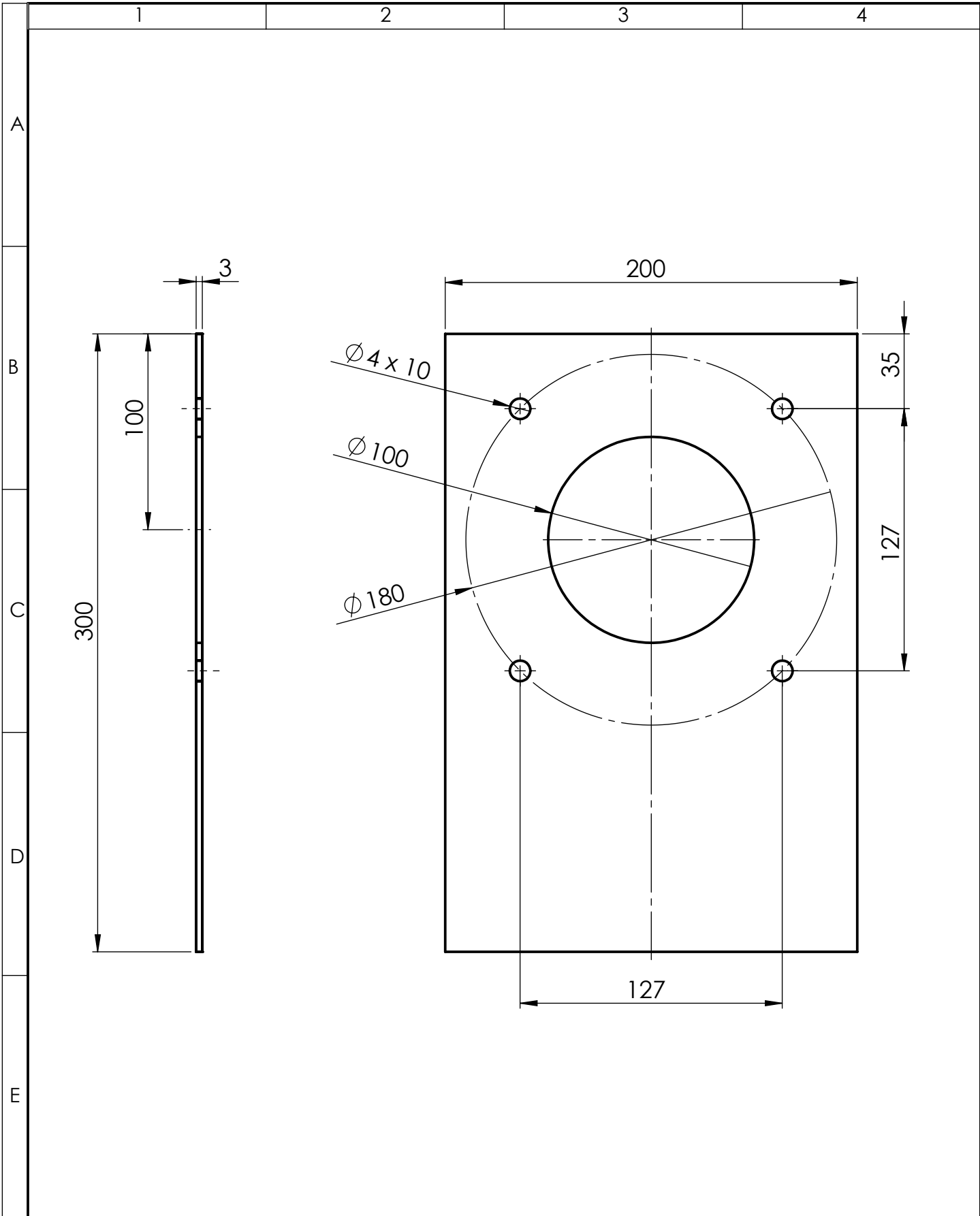
REGISTRO:

EDICIÓN: MODIFICACION: FECHA: NOMBRE:

INGENIERIA MECANICA

SUSTITUCION:





				TOLERANCIA: ±1	PESO: 1220.64 gr	MATERIAL: ASTM A36 Acero	
						TÍTULO: BASE MOTOR 1	ESCALA: 1:2.5
				FECHA	NOMBRE		
				DIBUJO: 13/06/2015	NATA JAVIER		
				REVISO: 15/02/2016	NATA JAVIER		
				APROBO: 15/02/2016	ING. PEREZ C.		
				U.T.A. INGENIERIA MECANICA		N.º DE LAMINA HOJA 9 DE 25	REGISTRO:
EDICIÓN:	MODIFICACION:	FECHA:	NOMBRE:			SUSTITUCION:	

1

2

3

4



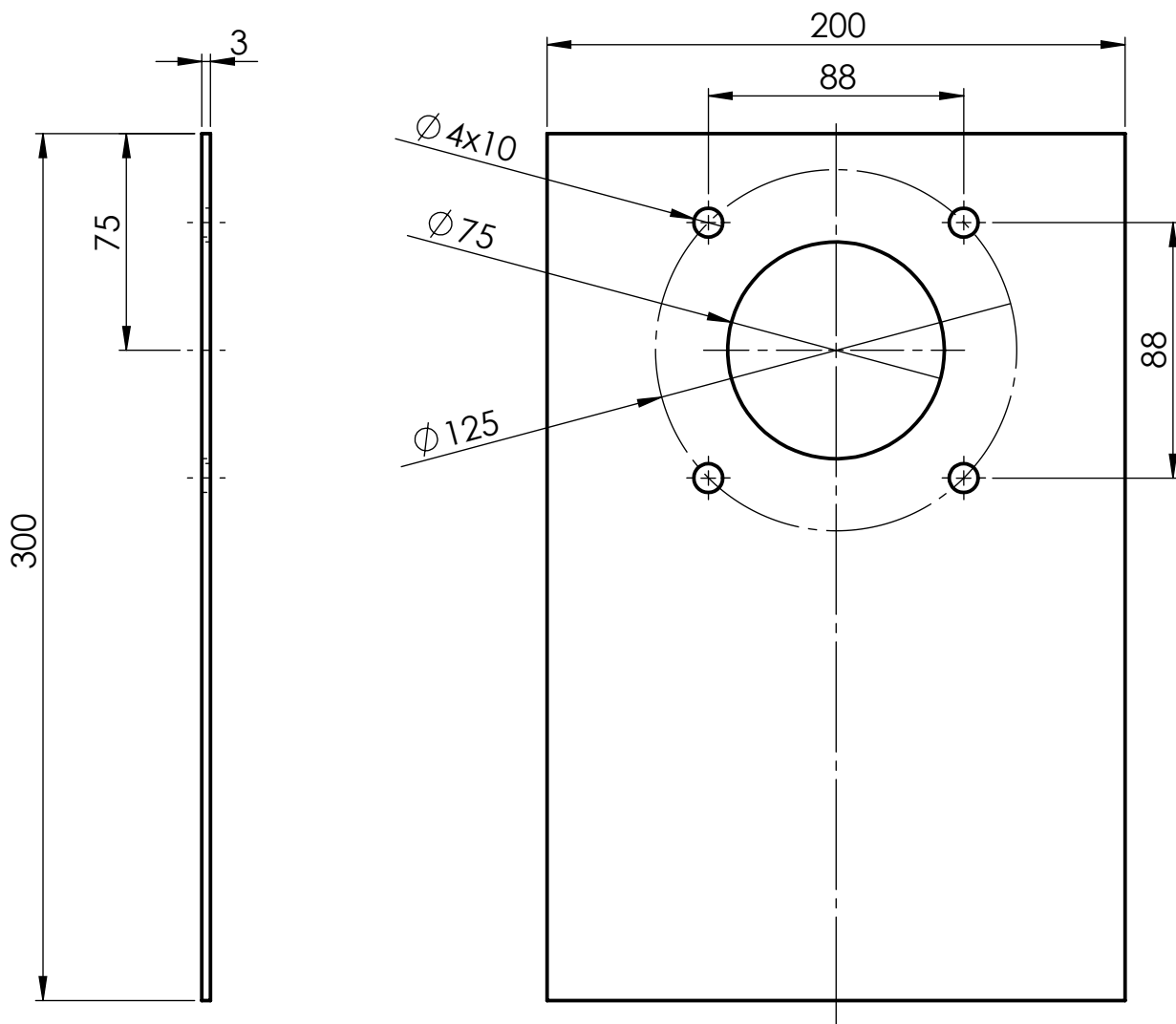
A

B

C

D

E



				TOLERANCIA: ±1	PESO: 1301.56 gr	MATERIAL: ASTM A36 Acero	
						TÍTULO: BASE MOTOR 2	ESCALA: 1:2.5
				FECHA	NOMBRE		
				DIBUJO: 13/06/2015	NATA JAVIER		
				REVISO: 15/02/2016	NATA JAVIER		
				APROBO: 15/02/2016	ING. PEREZ C.		
				U.T.A. INGENIERIA MECANICA		N.º DE LAMINA HOJA 10 DE 25	REGISTRO:
EDICIÓN:	MODIFICACION:	FECHA:	NOMBRE:			SUSTITUCION:	

1

2

3

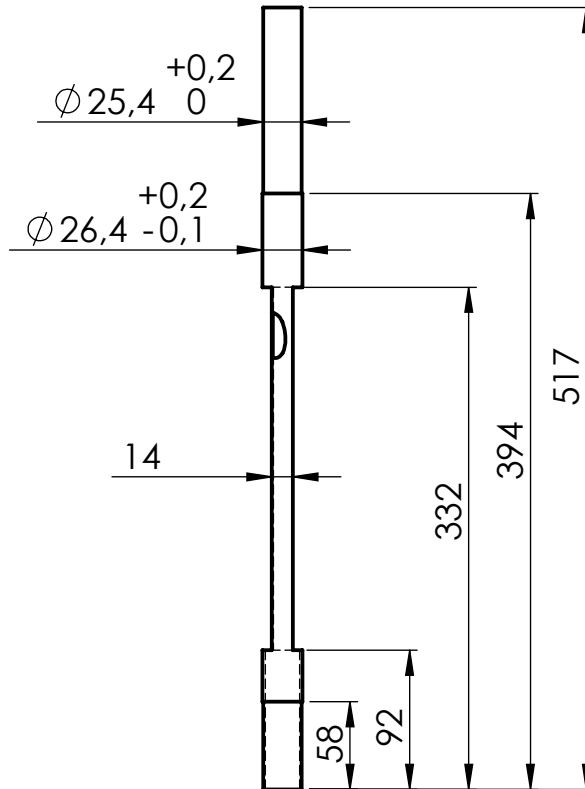
4



A



B



C

D

E

				TOLERANCIA: ± 1	PESO: 783.61 gr	MATERIAL: AISI 1020	
					FECHA	NOMBRE	TÍTULO:
					DIBUJO: 16/11/2010	NATA JAVIER	TUBO HUECO
					REVISO: 15/02/2016	NATA JAVIER	
					APROBO: 15/02/2016	ING. PEREZ C.	
				U.T.A.		N.º DE LAMINA	ESCALA:
				INGENIERIA MECANICA		HOJA 11 DE 25	1:5
EDICIÓN:	MODIFICACION:	FECHA:	NOMBRE:	SUSTITUCION:		REGISTRO:	

1

2

3

4

A

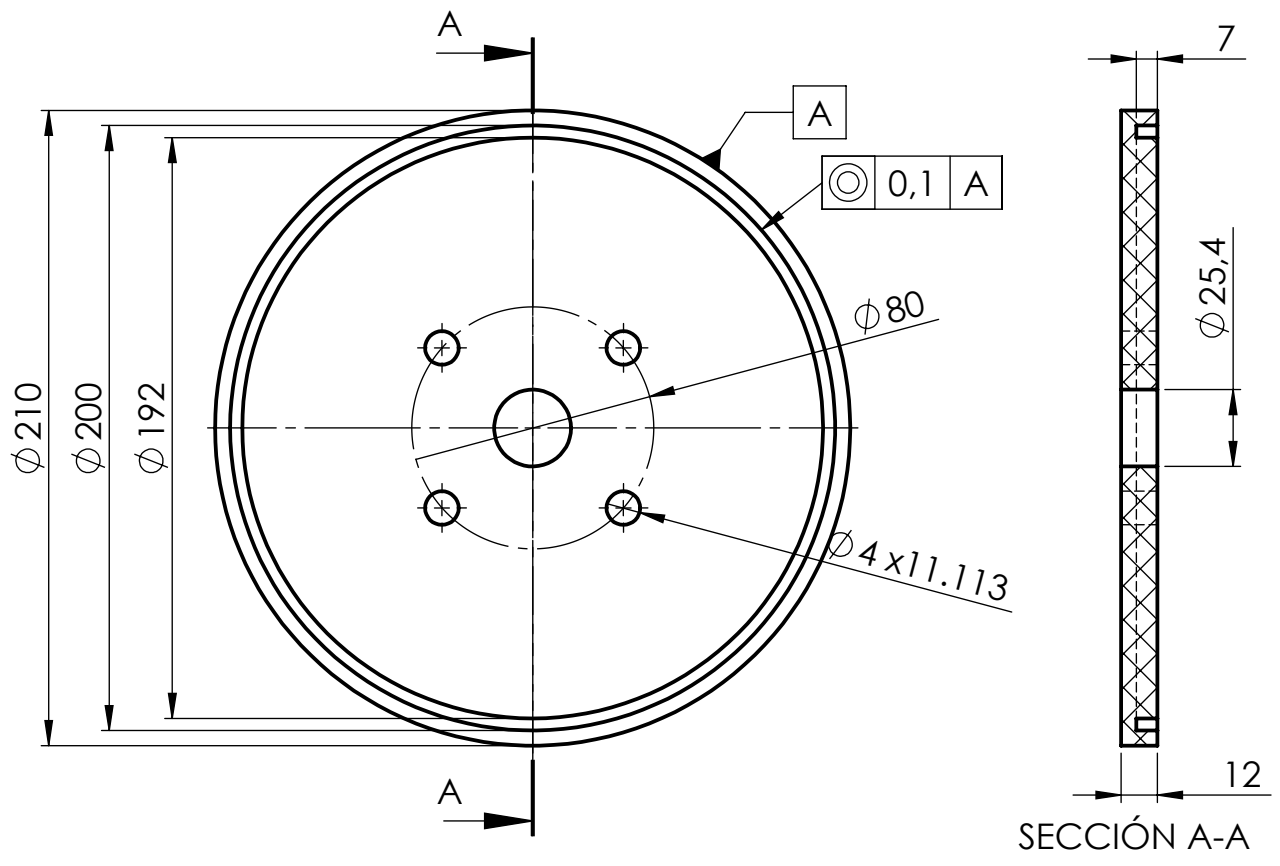


B

C

D

E



				TOLERANCIA:	PESO:	MATERIAL:	
				±1	434.17 gr	Nylon	
				FECHA	NOMBRE	TÍTULO:	ESCALA:
				DIBUJO: 13/06/2015	NATA JAVIER	TAPA DE CILINDRO	1:2.5
				REVISO: 15/02/2016	NATA JAVIER		
				APROBO: 15/02/2016	ING. PEREZ C.		
				U.T.A. INGENIERIA MECANICA		N.º DE LAMINA	REGISTRO:
						HOJA 12 DE 25	
EDICIÓN:	MODIFICACION:	FECHA:	NOMBRE:	SUSTITUCION:			

1

2

3

4

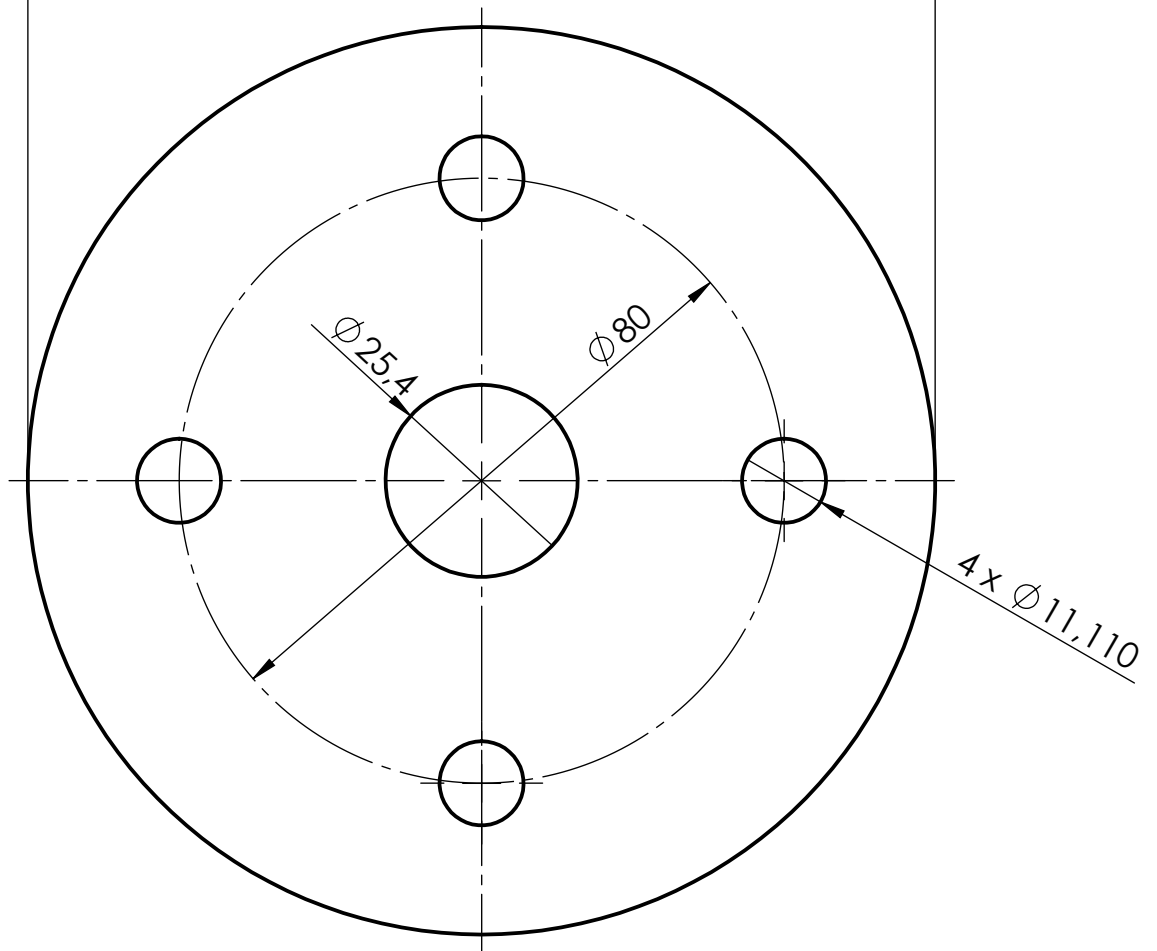
A



B

 $\varnothing 120$

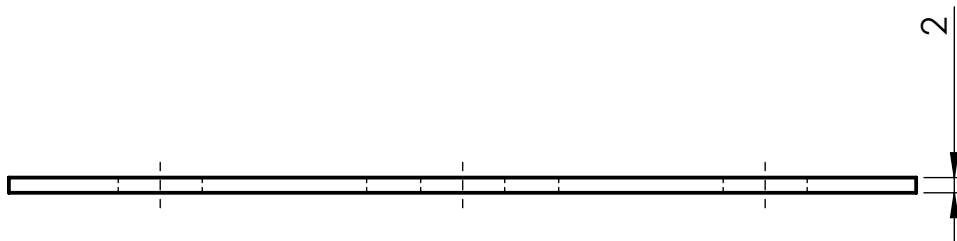
C



D

2

E



				TOLERANCIA: ± 1	PESO: 158.76 gr	MATERIAL: ASTM A36 Acero	
						TÍTULO: RODELA SUJECION	ESCALA: 1:1
				FECHA	NOMBRE		
				DIBUJO: 13/06/2015	NATA JAVIER		
				REVISO: 15/02/2016	NATA JAVIER		
				APROBO: 15/02/2016	ING. PEREZ C.		
				U.T.A. INGENIERIA MECANICA		N.º DE LAMINA HOJA 13 DE 25	REGISTRO:
EDICIÓN:	MODIFICACION:	FECHA:	NOMBRE:			SUSTITUCION:	

1

2

3

4

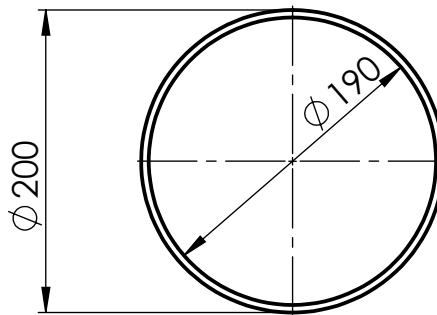
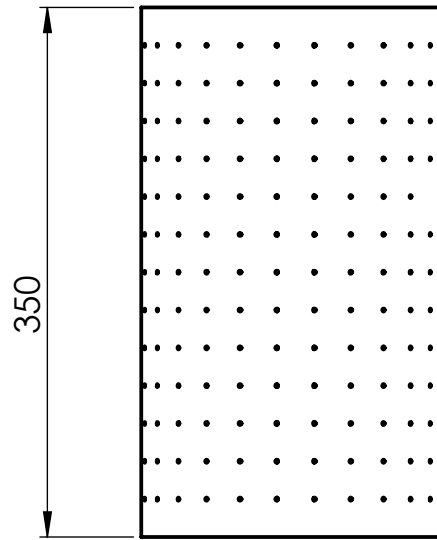
A

B

C

D

E



Paso entre agujeros:
 Diametral: 26mm
 Radial: 25mm
 Diametro de agujeros: 2mm

				TOLERANCIA: ± 1	PESO: 1386.98 gr	MATERIAL: PVC rígido	
					FECHA	NOMBRE	TÍTULO: CILINDRO
				DIBUJO:	16/11/2010	NATA JAVIER	ESCALA: 1:5
				REVISO:	15/02/2016	NATA JAVIER	
				APROBO:	15/02/2016	ING. PEREZ C.	
				U.T.A.		N.º DE LAMINA HOJA 14 DE 25	REGISTRO:
EDICIÓN:	MODIFICACION:	FECHA:	NOMBRE:	INGENIERIA MECANICA		SUSTITUCION:	

1

2

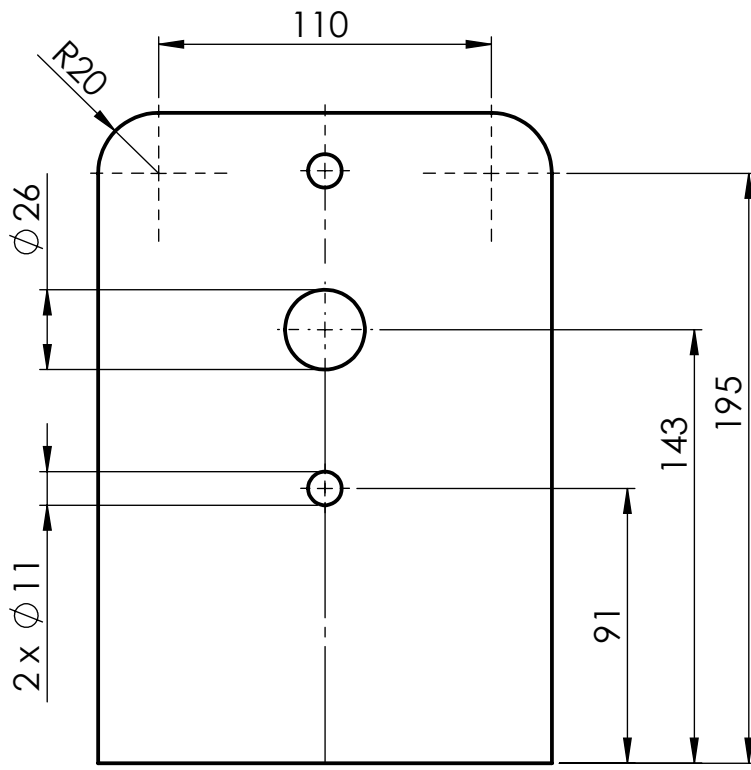
3

4

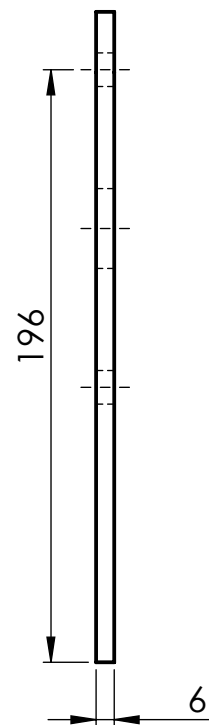
A



B



C



D

E

				TOLERANCIA: ±1	PESO: 1475.97 gr	MATERIAL: ASTM A36 Acero	
						TÍTULO: BASE RODILLO 1	ESCALA: 1:2.5
				FECHA	NOMBRE		
				DIBUJO: 13/06/2015	NATA JAVIER		
				REVISO: 15/02/2016	NATA JAVIER		
				APROBO: 15/02/2016	ING. PEREZ C.		
				U.T.A. INGENIERIA MECANICA		N.º DE LAMINA HOJA 15 DE 25	REGISTRO:
EDICIÓN:	MODIFICACION:	FECHA:	NOMBRE:			SUSTITUCION:	

1

2

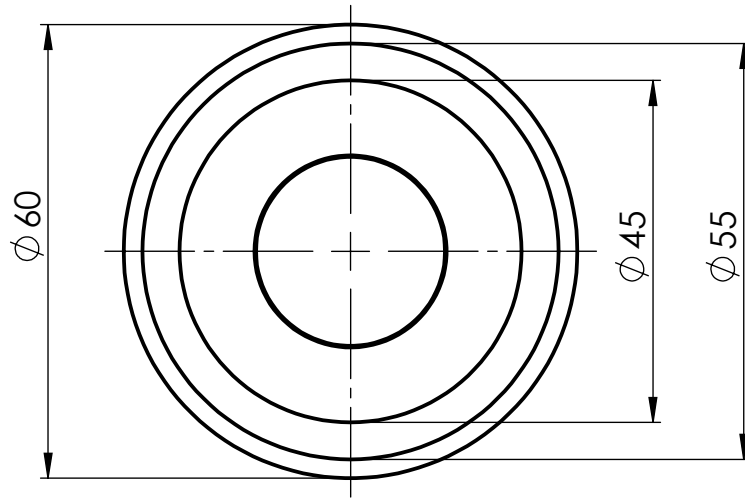
3

4

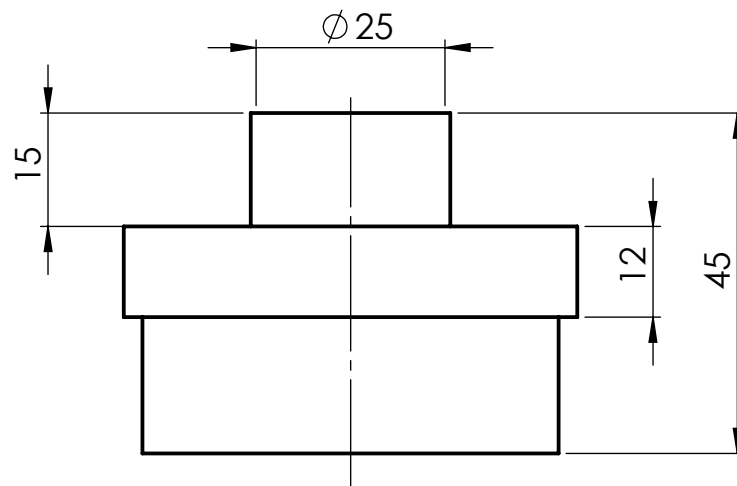
A



B



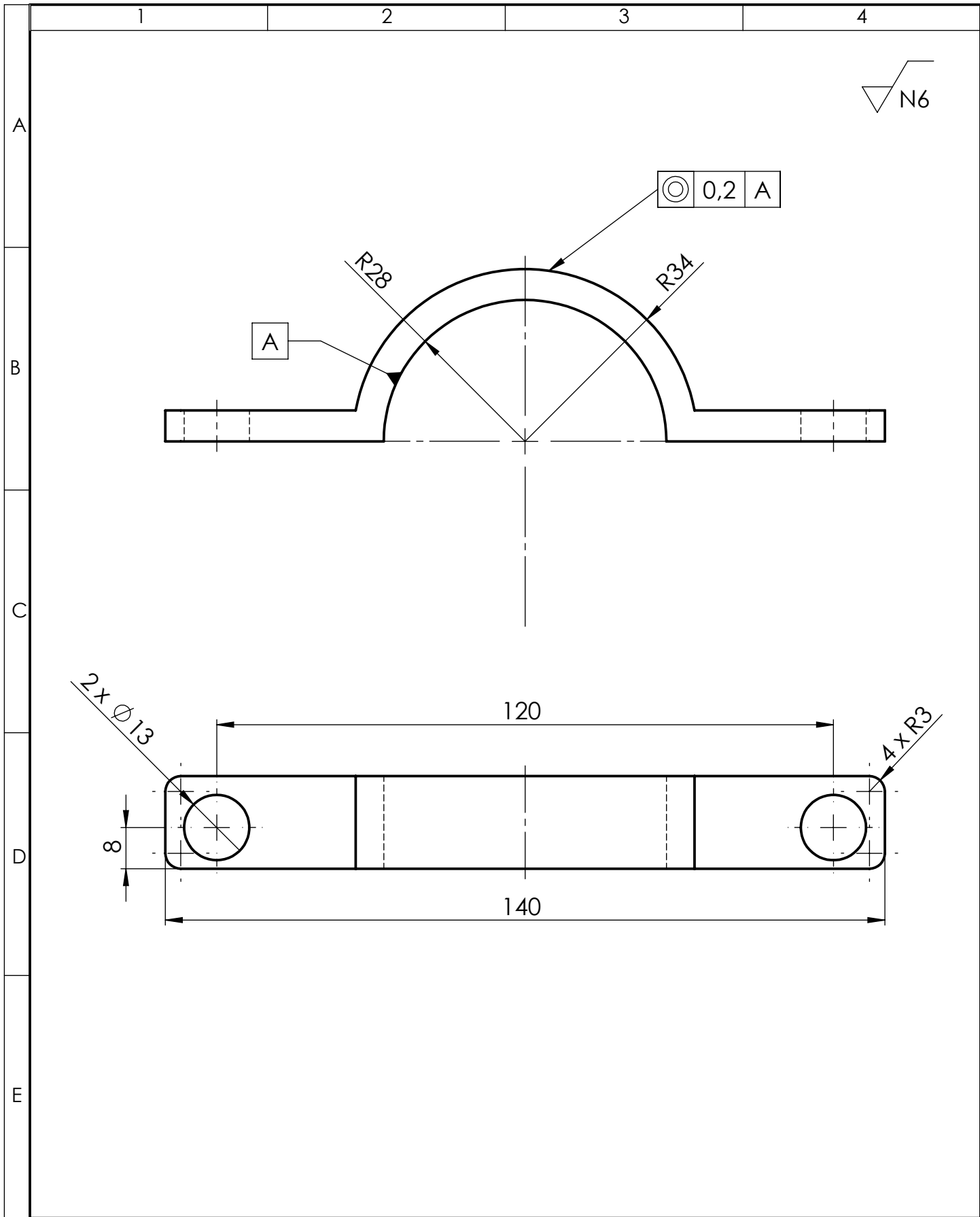
C



D

E

				TOLERANCIA: ± 1	PESO: 247.47 gr	MATERIAL: ASTM A36 Acero	
						TÍTULO: BOCIN ENTRADA DE AIRE	
				FECHA	NOMBRE	ESCALA: 1:1	
				DIBUJO: 13/06/2015	NATA JAVIER	REGISTRO: 	
				REVISO: 15/02/2016	NATA JAVIER		
				APROBO: 15/02/2016	ING. PEREZ C.		
				U.T.A.		N.º DE LAMINA	REGISTRO:
				INGENIERIA MECANICA		HOJA 16 DE 25	
EDICIÓN:	MODIFICACION:	FECHA:	NOMBRE:			SUSTITUCION:	



				TOLERANCIA: ± 1	PESO: 131.13 gr	MATERIAL: ASTM A36 Acero	
				FECHA	NOMBRE	TÍTULO: SUJETADOR DE RODILLO	ESCALA: 1:1
				DIBUJO: 13/06/2015	NATA JAVIER		
				REVISO: 15/02/2016	NATA JAVIER		
				APROBO: 15/02/2016	ING. PEREZ C.		
				U.T.A.		N.º DE LAMINA HOJA 17 DE 25	REGISTRO:
EDICIÓN:	MODIFICACION:	FECHA:	NOMBRE:	INGENIERIA MECANICA		SUSTITUCION:	

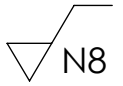
1

2

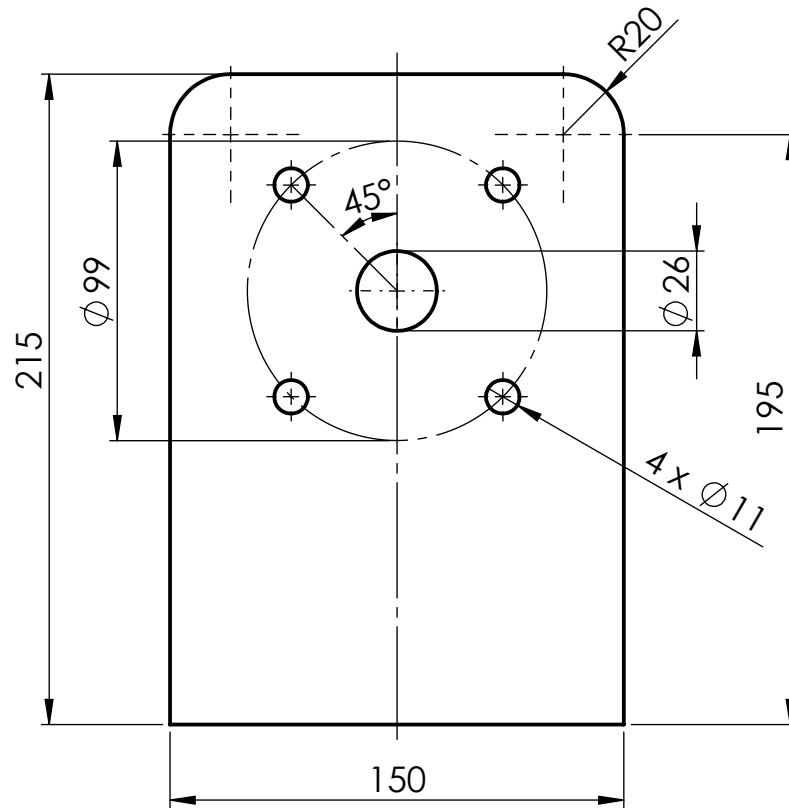
3

4

A



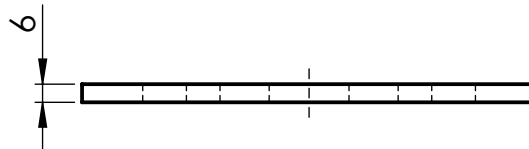
B



C

D

E



				TOLERANCIA: ± 1	PESO: 1466.84 gr	MATERIAL: ASTM A36 Acero		
					FECHA	NOMBRE	TÍTULO:	
					DIBUJO: 13/06/2015	NATA JAVIER	SOPORTE RODILLO FIJO	
					REVISO: 15/02/2016	NATA JAVIER		ESCALA: 1:2.5
					APROBO: 15/02/2016	ING. PEREZ C.		REGISTRO:
				U.T.A.		N.º DE LAMINA		
				INGENIERIA MECANICA		HOJA 18 DE 25		
EDICIÓN:	MODIFICACION:	FECHA:	NOMBRE:	SUSTITUCION:				

1 2 3 4

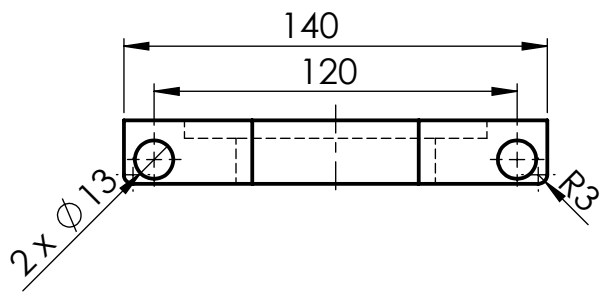
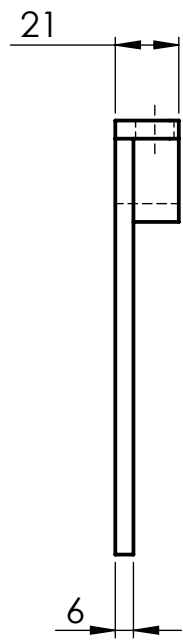
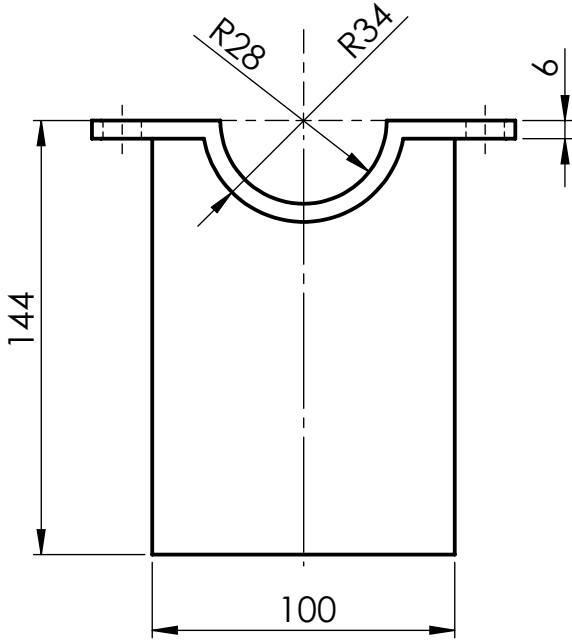
A

B

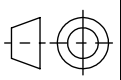
C

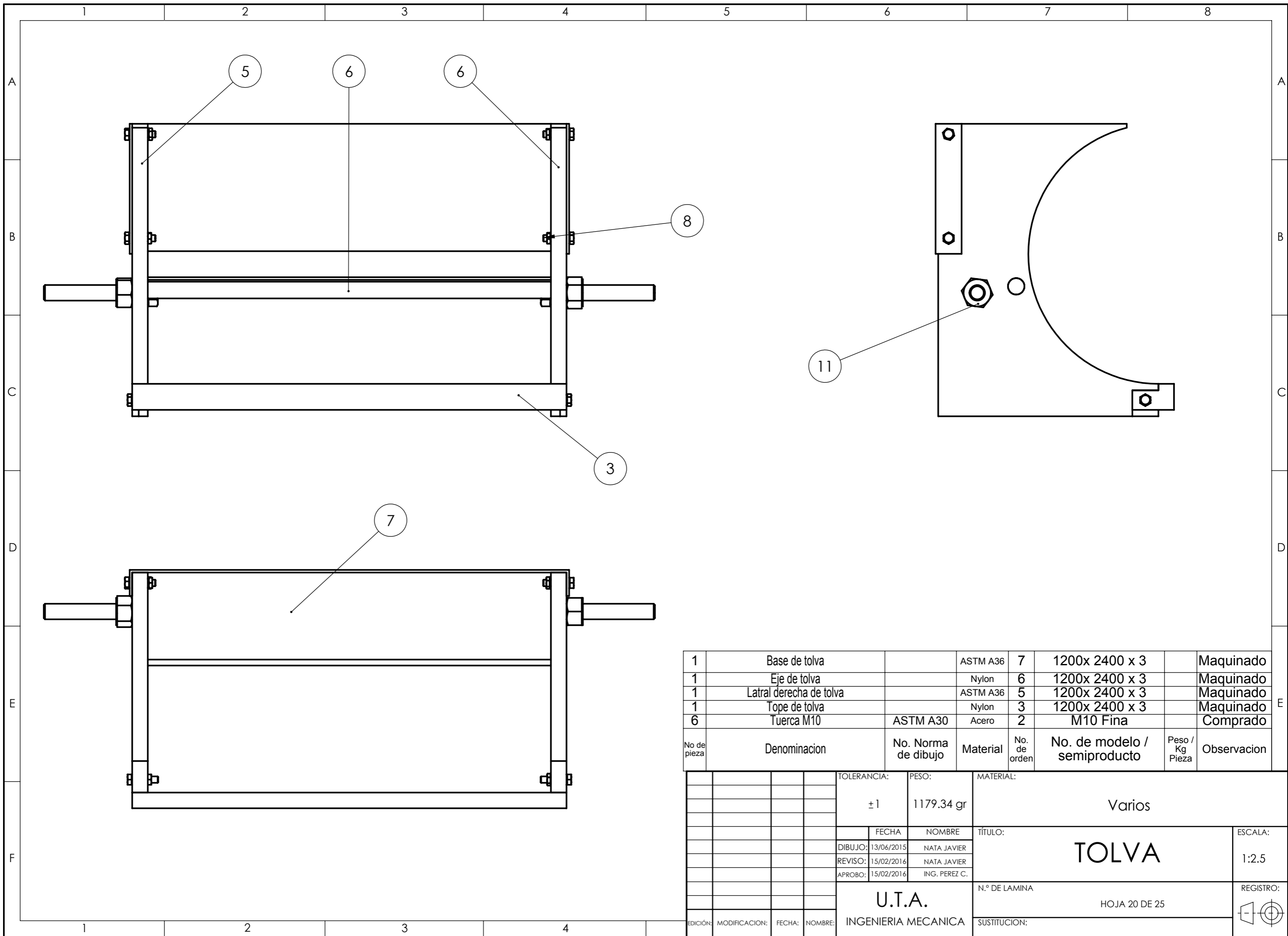
D

E



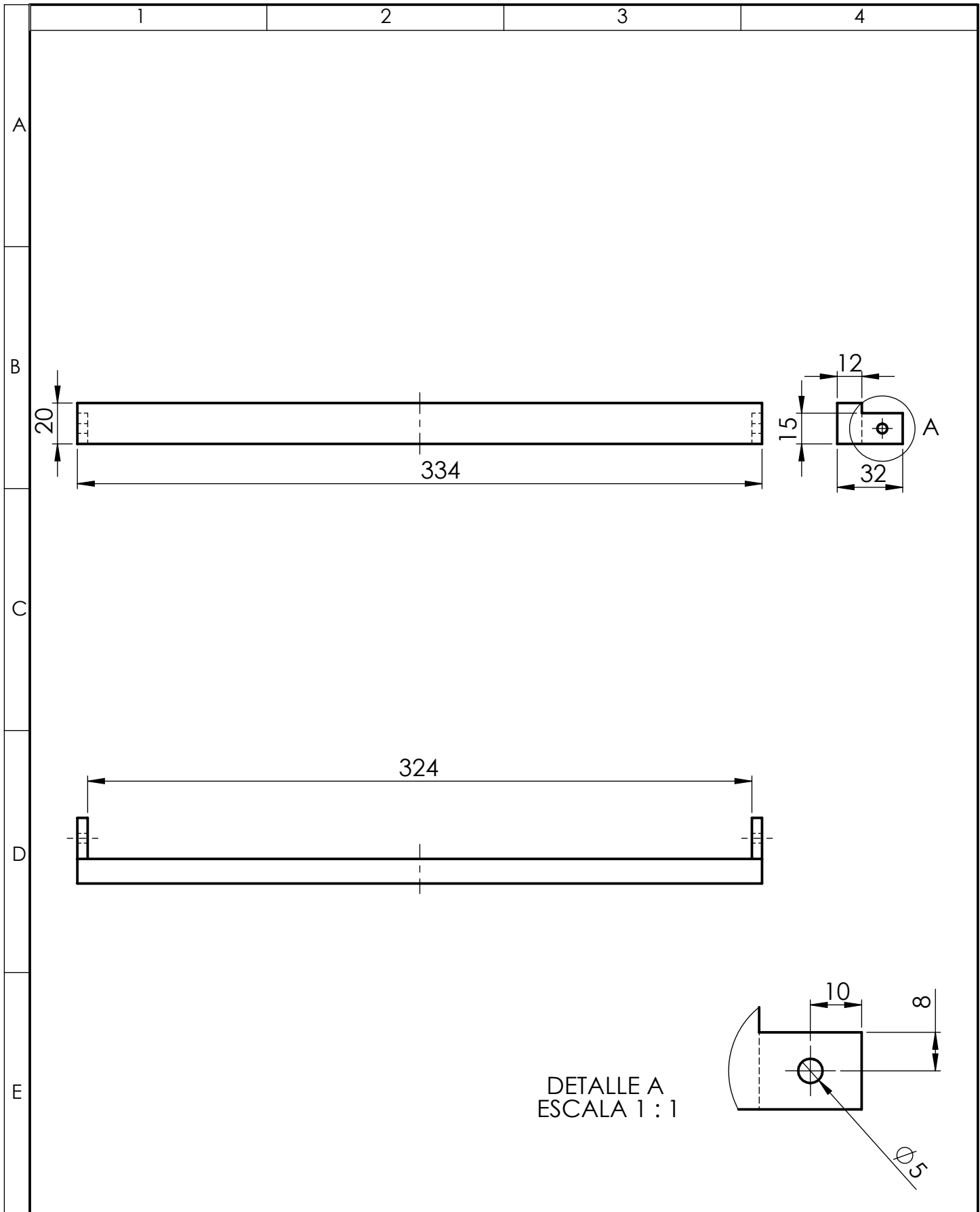
				TOLERANCIA: ±1	PESO: 738.65 gr	MATERIAL: ASTM A36 Acero	
				FECHA	NOMBRE	TÍTULO: SOPORTE ENTRADA DE AIRE	
				DIBUJO: 13/06/2015	NATA JAVIER	ESCALA: 1:2.5	
				REVISO: 15/02/2016	NATA JAVIER		
				APROBO: 15/02/2016	ING. PEREZ C.		
				U.T.A. INGENIERIA MECANICA		N.º DE LAMINA	REGISTRO:
						HOJA 19 DE 25	
EDICIÓN:	MODIFICACION:	FECHA:	NOMBRE:			SUSTITUCION:	





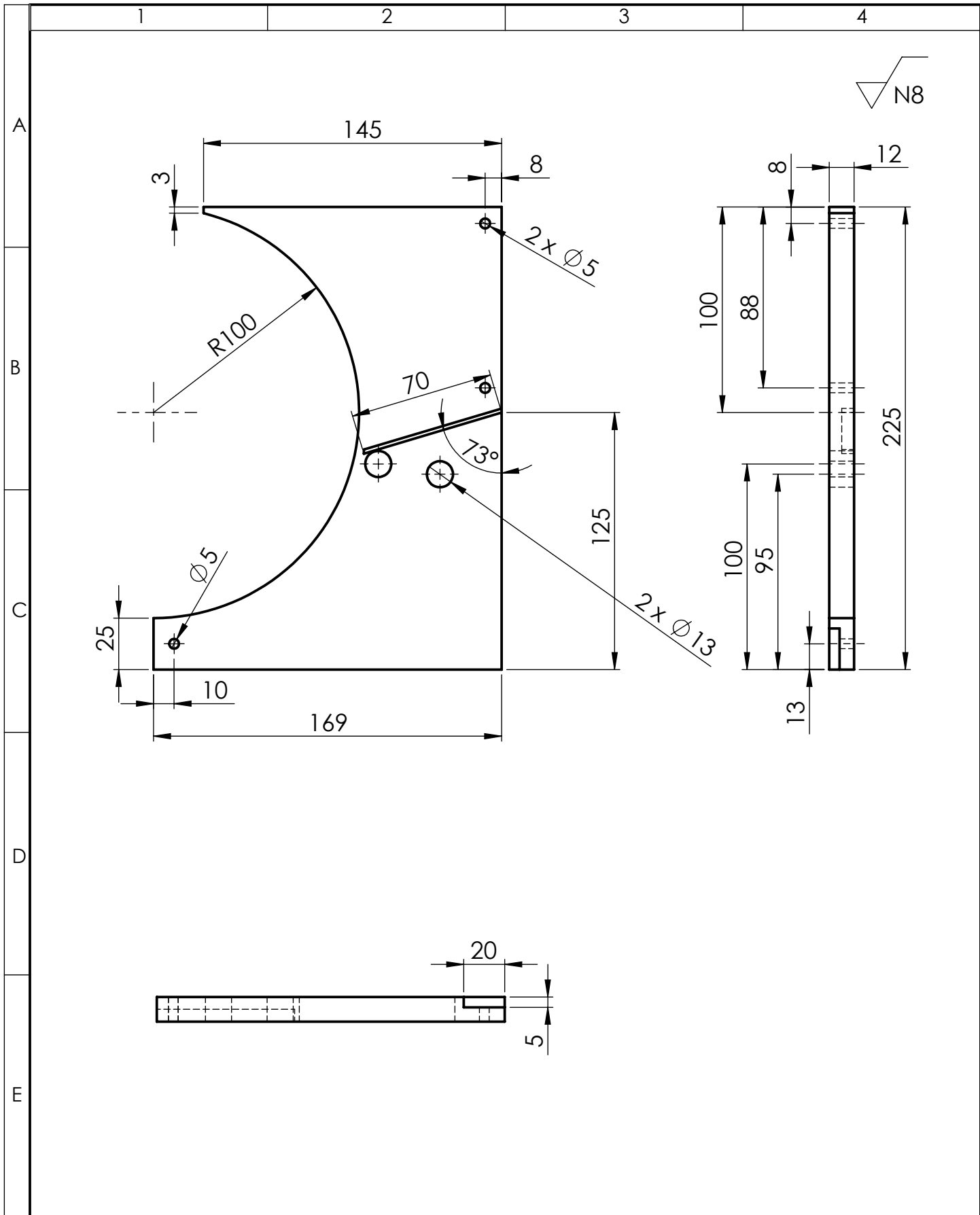
1	Base de tolva		ASTM A36	7	1200x 2400 x 3		Maquinado
1	Eje de tolva		Nylon	6	1200x 2400 x 3		Maquinado
1	Latral derecha de tolva		ASTM A36	5	1200x 2400 x 3		Maquinado
1	Tope de tolva		Nylon	3	1200x 2400 x 3		Maquinado
6	Tuerca M10	ASTM A30	Acero	2	M10 Fina		Comprado
No de pieza	Denominacion	No. Norma de dibujo	Material	No. de orden	No. de modelo / semiproducto	Peso / Kg Pieza	Observacion

TOLERANCIA:		PESO:		MATERIAL:			
±1		1179.34 gr		Varios			
FECHA		NOMBRE		TÍTULO:			ESCALA:
DIBUJO: 13/06/2015		NATA JAVIER		TOLVA			1:2.5
REVISO: 15/02/2016		NATA JAVIER					
APROBO: 15/02/2016		ING. PEREZ C.					
U.T.A.				N.º DE LAMINA		REGISTRO:	
INGENIERIA MECANICA				HOJA 20 DE 25			
EDICIÓN:	MODIFICACION:	FECHA:	NOMBRE:	SUSTITUCION:			



DETALLE A
ESCALA 1 : 1

				TOLERANCIA:	PESO:	MATERIAL:	
				±1	95.43 gr	Nylon	
				FECHA	NOMBRE	TÍTULO:	
				DIBUJO: 13/06/2015	NATA JAVIER	TOPE DE TOLVA	
				REVISO: 15/02/2016	NATA JAVIER		
				APROBO: 15/02/2016	ING. PEREZ C.		
				U.T.A. INGENIERIA MECANICA		N.º DE LAMINA	ESCALA:
						HOJA 21 DE 25	
EDICIÓN:	MODIFICACION:	FECHA:	NOMBRE:			SUSTITUCION:	REGISTRO:



N8

				TOLERANCIA:	PESO:	MATERIAL:	
				±1	301.25 gr	Nylon	
				FECHA	NOMBRE	TÍTULO:	ESCALA:
				DIBUJO: 13/06/2015	NATA JAVIER	LATERAL DE TOLVA	1:2.5
				REVISO: 15/02/2016	NATA JAVIER		
				APROBO: 15/02/2016	ING. PEREZ C.		
				U.T.A. INGENIERIA MECANICA		N.º DE LAMINA	REGISTRO:
						HOJA 22 DE 25	
EDICIÓN:	MODIFICACION:	FECHA:	NOMBRE:			SUSTITUCION:	

1

2

3

4

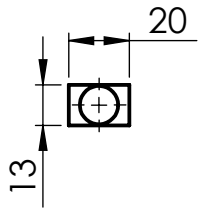
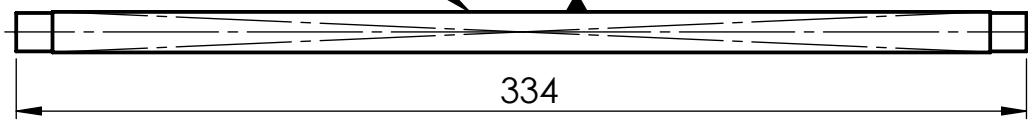
A



B

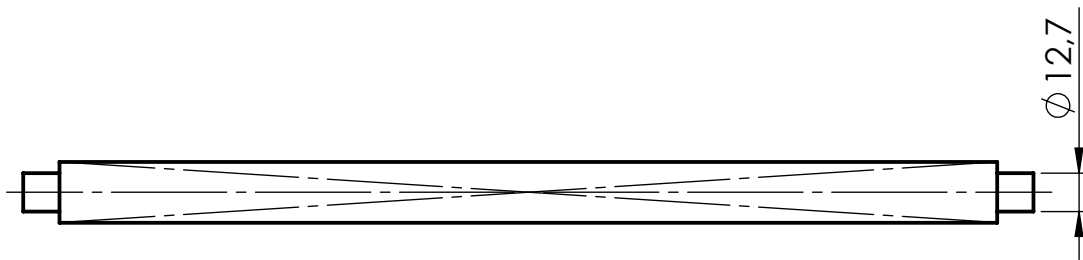
	0,1	B
--	-----	---

B



C

D



E

				TOLERANCIA:	PESO:	MATERIAL:	
				±1	99.28 gr	Nylon	
				FECHA	NOMBRE	TÍTULO:	ESCALA:
				DIBUJO: 13/06/2015	NATA JAVIER		
				REVISO: 15/02/2016	NATA JAVIER		
				APROBO: 15/02/2016	ING. PEREZ C.	N.º DE LAMINA	REGISTRO:
				U.T.A.			
EDICIÓN:	MODIFICACION:	FECHA:	NOMBRE:	INGENIERIA MECANICA		SUSTITUCION:	

BASE RODILLO 2

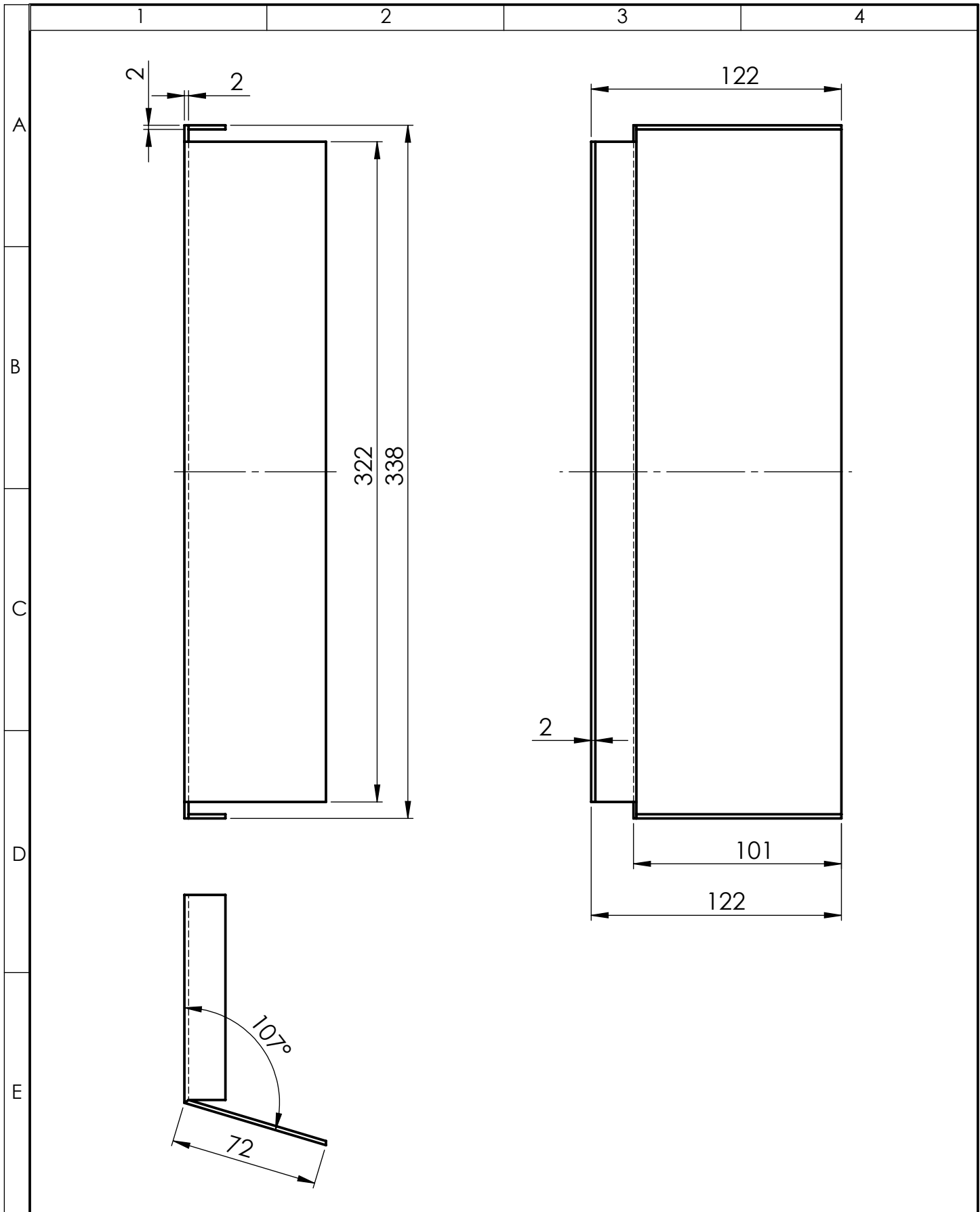
1:2.5

U.T.A.

HOJA 23 DE 25

REGISTRO:





				TOLERANCIA: ±1	PESO: 934.67 gr	MATERIAL: ASTM A36 Acero	
						TÍTULO: BASE RODILLO 2	ESCALA: 1:2.5
				FECHA	NOMBRE		
				DIBUJO: 13/06/2015	NATA JAVIER		
				REVISO: 15/02/2016	NATA JAVIER		
				APROBO: 15/02/2016	ING. PEREZ C.		
				U.T.A. INGENIERIA MECANICA		N.º DE LAMINA HOJA 24 DE 25	REGISTRO:
EDICIÓN:	MODIFICACION:	FECHA:	NOMBRE:			SUSTITUCION:	

1

2

3

4

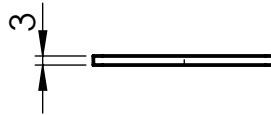
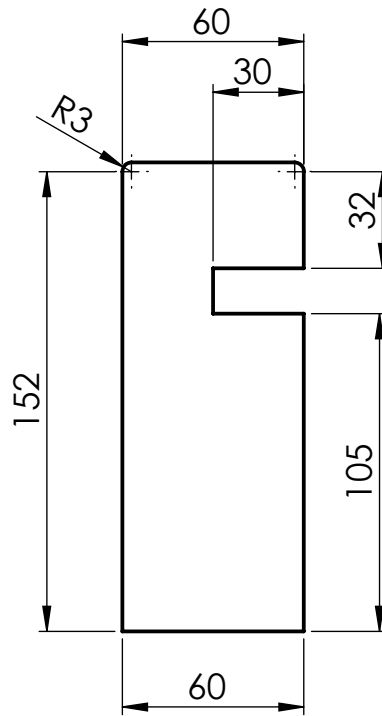
A

B

C

D

E



				TOLERANCIA: ± 1	PESO: 208.33 gr	MATERIAL: ASTM A36 Acero		
						TÍTULO: SOPORTE TOLVA	ESCALA: 1:2.5	
				DIBUJO:	13/06/2015		NATA JAVIER	
				REVISO:	15/02/2016		NATA JAVIER	
				APROBO:	15/02/2016	ING. PEREZ C.		
				U.T.A. INGENIERIA MECANICA		N.º DE LAMINA HOJA 25 DE 25	REGISTRO:	
EDICIÓN:	MODIFICACION:	FECHA:	NOMBRE:			SUSTITUCION:		

