

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍAS FÍSICAS Y
FORMALES

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA MECANICA,
MECANICA ELECTRICA Y MECATRONICA



“DISEÑO Y CONSTRUCCION DE MAQUINA SEMBRADORA PARA LA PRODUCCIÓN DE MAIZ EN TERRENOS PEDREGOSOS EN LA IRRIGACION MAJES”

Tesis presentada por el Bachiller:

GIANCARLO RAÚL
CABRERA PEROCHENA

Para optar el título profesional de
Ingeniero Mecánico Electricista

Asesor: Ing. Camilo Fernández B.

AREQUIPA –PERU
2017

AGRADECIMIENTOS:

Deseo expresar un especial agradecimiento a mi familia y seres queridos por ser siempre una fuente de inspiración y estímulo continuo, así como por las constantes muestras de apoyo recibidas.

También deseo agradecer a mis profesores, por su contribución determinante en mi proceso de formación.

DEDICATORIA:

Dedico esta tesis a mis padres:

Hugo Cabrera Esquivel y Virginia Perochena Moran,

a mi abuela: Elsa Moran de Perochena,

a mi novia: Liliana Begazo Carpio

que siempre me apoyaron incondicionalmente

en la parte moral y económica para

poder llegar a ser profesionales.

A todos mis demás familiares y

seres queridos por el apoyo que siempre

nos brindaron día a día en el transcurso de

cada año de mi carrera, así como durante

el proceso de formulación de dicha tesis.

Giancarlo Raúl Cabrera Perochena

PRESENTACIÓN

SEÑOR RECTOR DE LA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARIA.

SEÑOR DECANO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS INGENIERIAS FISICAS Y
FORMALES.

SEÑOR DIRECTOR DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA
MECANICA, MECANICA ELECTRICA Y MECATRONICA.

SEÑOR PRESIDENTE DEL JURADO.

SEÑORES CATEDRÁTICOS MIEMBROS DEL JURADO.

Presento a vuestra consideración el presente trabajo de Tesis titulado:

**“DISEÑO Y CONSTRUCCION DE MÁQUINA SEMBRADORA PARA LA
PRODUCCIÓN DE MAIZ EN TERRENOS PEDREGOSOS EN LA IRRIGACION
MAJES”**

Cumpliendo con los requerimientos del reglamento vigente, espero que vuestra justa
apreciación evalúe el esfuerzo realizado y que la presente investigación me permita optar
el título profesional.

Arequipa, Julio 2017

INTRODUCCIÓN

La Irrigación Majes tiene un enorme potencial para la actividad agrícola, sus condiciones climáticas de temperatura bastante estable durante casi todo el año, permiten la producción de la mayor parte de cultivos que se siembran a nivel nacional e internacional y su alta luminosidad posibilita siembras con mayor población de plantas por área respecto a otras zonas de producción. Es probable que actualmente estas potencialidades no están siendo aprovechadas en la forma más conveniente como consecuencia de falta de información, investigación e idiosincrasia tanto de profesionales, técnicos y agricultores.

El maíz actualmente es el segundo cultivo más importante en área de siembra (3800 ha.) de las aproximadamente 17000 ha. de cultivos existentes en zona en estudio si bien gran parte de los suelos de la irrigación presentan una textura arenosa a franco arenosa, aparentemente favorables para la mayor a parte de cultivos por su buena aireación y drenaje, también es cierto que muchos de estos tienen presencia de piedras a nivel superficial, situación que dificulta la mecanización de los cultivos.

La significativa presencia de piedras en los suelos de la Irrigación Majes dificulta y hace ineficiente el sistema de siembra mecanizada existente en la zona de influencia (sembradoras neumáticas), toda vez que las piedras de regular tamaño provocan el salto de este implemento, haciendo que las semillas no se establezcan en línea de siembra y queden sobre la superficie del suelo, no logrando su germinación por la desecación sufrida como consecuencia de la alta temperatura y radiación existentes en la zona, dando como resultado final, una disminución significativa de la densidad poblacional del cultivo

(baja población de plantas) que finalmente se traduce en un rendimiento muy por debajo de su potencial en la zona (menos a 100 toneladas).

Por la necesidad de mejorar la calidad de vida laboral del productor majeño se ha emprendido el diseño de un mecanismo que por sus características físicas puede satisfacer demandas, como son las de la facilidad para perforar el terreno, de depositar la semilla de maíz a la profundidad necesaria, así como de ser redituable para que la mayoría de los productores puede hacer uso de su servicio.



RESUMEN

Luego de identificar el problema central para producir maíz forrajero en la Irrigación Majes, sus causas y consecuencias; esta tesis propone el desarrollo de una máquina sembradora de maíz que permita una eficiencia en la colocación de las semillas en la línea de siembra de 97% como mínimo (máximo 3% de fallas).

Para determinar la eficiencia de tecnología de los implementos agrícolas referidos, en la sembradora se ha evaluado el sistema de apertura de líneas de siembra (surcos), la continuidad en el colocado de las semillas en la línea de siembra, el costo operativo o costo de operación y la capacidad efectiva del referido implemento.

Los resultados de las evaluaciones nos indican que la sembradora ha logrado una eficiencia en la colocación de las semillas en la línea de siembra de 99.2% (máximo 0.8% de fallas).

La tecnología de siembra permite con una previa evaluación, regular la densidad poblacional y la siembra de otros cultivos de grano; además garantiza una densidad poblacional de 125 833 semillas por hectarea. Dicha sembradora cuenta con un sistema de automatización el cual muestra en la pantalla la totalidad de las semillas destacadas en cada cuerpo de la sembradora, en caso no se detecte la caída de semillas cuenta con un sistema de alerta de falla de siembra.

De lo anteriormente expuesto, se concluye que la sembradora evaluada ha logrado superar la eficiencia en la colocación de las semillas en la línea de siembra planteada por el proyecto, logrando un 98.5% de eficiencia en la dosificación de la semilla y una emergencia superior al 90% utilizando semilla certificada.

PALABRAS CLAVE: Abridor de Surco, Maíz Forrajero, Sembradora, Automatización

ABSTRACT

This thesis proposes the development of a corn seeding machine that allows for efficient placement of the seeds in the seed line of at least 97% (maximum 3% failure).

To determine the efficiency of technology of agricultural implements referred to in the planter has evaluated the system opening lines of planting (rows), the continuity placed the seeds in the seed line, operating cost or cost operation and effective capacity of that attachment.

The evaluation results indicate that the seeder has achieved efficiency in placing the seeds in the seed line of 99.2% (up 0.8% failure). The technology of planting allows with a previous evaluation, regulate the population density and the sowing of other grain crops, in addition guarantees a population density of 125 833 seed per hectare. This planter has an automation system which shows, on the screen all the seeds detected in eachbody of the seed drill, in case the seed drop is not detected, it has a seed failure warning system.

It is concluded that the evaluated seed lings have achieved a 98.5% efficiency in the seed dosage and a emergency of more than 90% using certified seed.

KEYWORDS: Furrow opener, Forage maize, seeder, automation.

INDICE

PRESENTACIÓN..

INTRODUCCIÓN .

RESUMEN

ABSTRACT

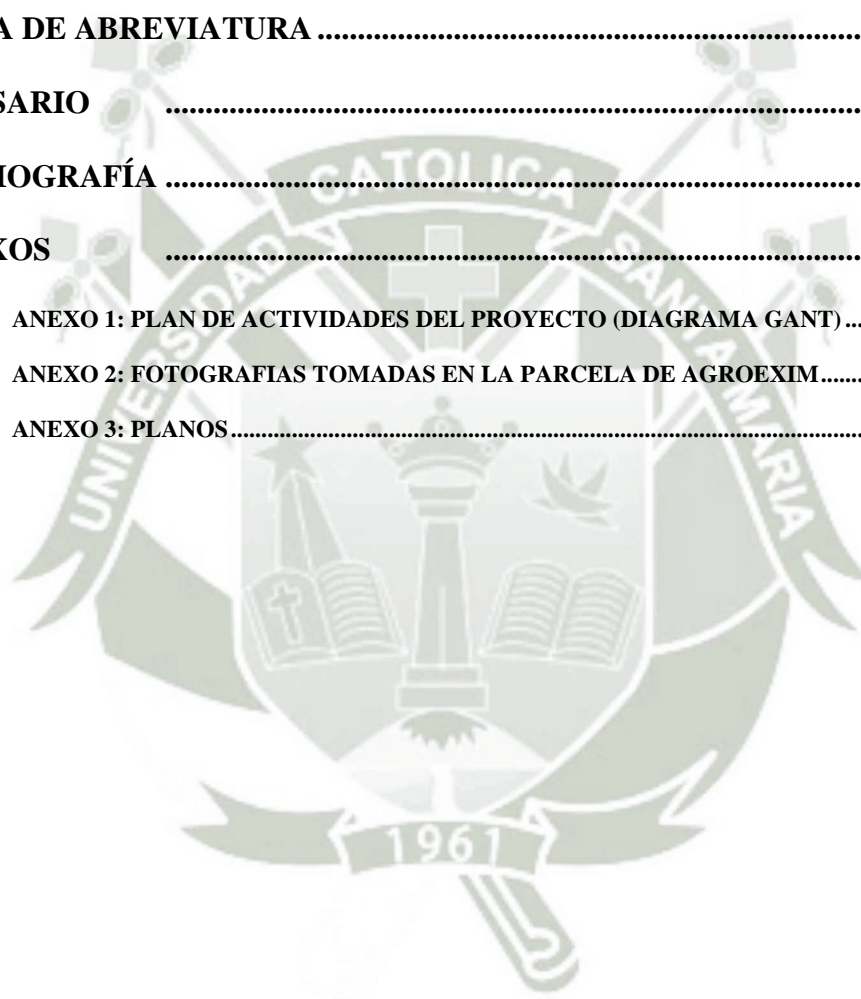
CAPITULO 1: MARCO METODOLÓGICO.....	23
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	23
1.2. JUSTIFICACION.....	23
1.3. ANTECEDENTES	24
1.4. OBJETIVOS	25
1.4.1. GENERAL:	25
1.4.2. ESPECÍFICOS	25
1.5. HIPÓTESIS.....	26
1.6. METODOLOGÍA PARA LA INVESTIGACIÓN	26
CAPITULO 2-: MARCO TEORICO	27
2.1. SEMBRADORA	27
2.2. PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO	30
2.3. TIPOS DE SEMBRADORA.....	40
2.3.1. SEMBRADORAS DE PRECISION.....	40
2.3.2. SEMBRADORAS A CHORRILLO O EN LINEA.....	42
2.4. CONDICIONES DE SIEMBRA	43
2.5. SEMILLAS	43
2.6. TIPOS DE SEMILLAS.....	44
2.7. SUELOS	45

2.8.	TIPOS DE SUELOS.....	46
2.9.	TIPO DE SUELO EN LA IRRIGACIÓN MAJES-PEDREGAL.....	48
2.10.	SISTEMA DE CONTROL AUTOMÁTICO DE LA SEMBRADORA	48
2.11.	PROGRAMACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL.....	52
2.12.	INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL.....	60
	CAPITULO 3: DISEÑO DE LA SEMBRADORA	64
3.1.	DISEÑO DE PRUEBA SOIL BIN	64
3.2.	METODOLOGIA PARA EVALUACION Y SELECCIÓN DE ABRIDORES DE SURCO	65
3.2.1.	<i>ABRIDOR DE DISCO PLANO</i>	<i>67</i>
3.2.2.	<i>ABRIDOR DE DISCO CONCAVO</i>	<i>68</i>
3.2.3.	<i>ABRIDOR DE REJA.....</i>	<i>69</i>
3.2.4.	<i>ABRIDOR DE BOTA (RUNNER).....</i>	<i>70</i>
3.3.	SELECCIÓN DE MEJOR ABRIDOR DE SURCO PARA EL PROYECTO	71
3.4.	CONSIDERACIONES PARA CONSTRUCCIÓN.....	76
3.4.1.	<i>MUESTREO DE SUELOS.....</i>	<i>76</i>
3.4.2.	<i>DETERMINACIÓN DE ESFUERZOS DE SUELO.....</i>	<i>77</i>
3.5.	DISEÑO PRELIMINAR.....	78
3.5.1.	<i>LISTA DE EXIGENCIAS.....</i>	<i>78</i>
3.5.2.	<i>ESTRUCTURA DE FUNCIONES (CAJA NEGRA).....</i>	<i>80</i>

3.5.2.1.	PROCESOS TECNICOS.....	82
3.5.2.2.	MATRIZ MORFOLOGICA	84
3.5.3.	<i>ANTECEDENTES:</i>	87
3.5.3.1.	CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL.....	88
3.5.3.1.1.	CARACTERÍSTICAS DE LA SEMILLA	88
3.6.	MEMORIA DE CÁLCULO	89
3.6.1.	<i>DATOS DE ENTRADA</i>	89
3.6.2.	<i>DISEÑO DE MECANISMOS</i>	90
3.6.2.1.	CÁLCULO DE VELOCIDADES.....	91
3.6.2.1.1.	MECANISMO 1.....	91
3.6.2.1.2.	MECANISMO 2.....	93
3.6.2.1.3.	MECANISMO 3.....	94
3.6.2.2.	CÁLCULO DEL ESPACIAMIENTO DE SEMBRADO.....	95
3.6.2.2.1.	MECANISMO 1.....	96
3.6.2.2.2.	MECANISMO 2.....	98
3.6.2.2.3.	MECANISMO 3.....	100
3.6.2.3.	CÁLCULO DE ELEMENTOS DE LA MÁQUINA	103
3.6.2.3.1.	CÁLCULO DE POTENCIA EN LA CADENA.....	103
3.6.2.3.2.	CÁLCULO DE LA POTENCIA EN EL DISCO	105
3.6.2.3.3.	CÁLCULO DE CADENA	109
3.6.2.3.3.1.	SELECCIÓN DE CADENA	109
3.6.2.3.4.	CÁLCULO DE SPROCKET	114
3.6.2.3.4.2.	DIMENSIONAMIENTO DE SPROCKET 2	119
3.6.2.3.4.3.	DIMENSIONAMIENTO DE SPROCKET 3 - 4	124
3.6.2.3.5.	CÁLCULO DE ENGRANAJES.....	128
3.6.2.4.	CÁLCULO DE FUERZAS Y REACCIONES	138
3.6.2.5.	FUERZA EN EL RODILLO	139
3.6.3.	<i>CÁLCULO ESTRUCTURAL DEL ARMAZÓN Y SIMULACION EN SAP 2000</i>	139
3.6.4.	<i>CÁLCULO DE PERNOS</i>	158
3.6.4.1.	CÁLCULO DE SOLDADURA:	163

3.6.5.	<i>CALCULO DE VOLUMEN DE LA TOLVA:</i>	165
3.6.6.	<i>CALCULO DEL EJE</i>	166
3.7.	CAPACIDAD DE SEMBRADO	174
3.8.	MONTAJE EN TRACTOR	176
3.9.	LISTA DE PIEZAS DE LA SEMBRADORA	178
3.10.	SISTEMA DE CONTROL DE CAIDA DE SEMILLAS	179
3.10.1.	<i>SENSORES Y CONTROLADOR</i>	180
3.10.2.	<i>SISTEMA DE CONTROL IMPLEMENTADO</i>	182
	CAPITULO 4: RESULTADOS DE PRUEBAS EN CAMPO	183
4.1.	EVALUACION EN LABORATORIO	183
4.2.	EVALUACION EN CAMPO	184
4.3.	EFICIENCIA DEL SISTEMA DE APERTURA DE LÍNEAS DE SIEMBRA (SURCOS DE SIEMBRA)	190
4.4.	NÚMERO DE ATASCOS DEL ABRIDOR DE LÍNEA DE SIEMBRA	192
4.5.	EFICIENCIA DE TAPADO (D)	192
4.6.	PROFUNDIDAD DE SIEMBRA	194
4.7.	CONTINUIDAD EN EL SEMBRADO DE LA SEMILLA (NÚMERO DE SEMILLAS SEMBRADAS/M)	194
4.8.	DENSIDAD DE SIEMBRA (NÚMERO DE SEMILLAS INSTALADAS/HA)	195
4.9.	CAPACIDAD EFECTIVA DE LA SEMBRADORA (H/HA)	196
	CAPITULO 5: ESTUDIO DE FACTIBILIDAD ECONÓMICA	198
5.1.	COSTOS DE LA MÁQUINA	198

5.2. INSUMOS Y/O MATERIALES	198
5.3. COSTOS TOTALES	200
5.4. RENTABILIDAD	201
5.5. INTERPRETACION	204
CONCLUSIONES	206
RECOMENDACIONES	208
LISTA DE ABREVIATURA	210
GLOSARIO	214
BIBLIOGRAFÍA	221
ANEXOS	223
ANEXO 1: PLAN DE ACTIVIDADES DEL PROYECTO (DIAGRAMA GANT)	223
ANEXO 2: FOTOGRAFÍAS TOMADAS EN LA PARCELA DE AGROEXIM.....	225
ANEXO 3: PLANOS.....	236



INDICE DE CUADROS

Cuadro N°1: Variables físicas del sistema de control.....	49
Cuadro N°2: Variables de programación del sistema de control.....	50
Cuadro N°3: Movimiento del suelo	72
Cuadro N° 4: Facilidad de mantener la profundidad de siembra.....	73
Cuadro N° 5: Manejo de pedregosidad	74
Cuadro N° 6: Regreso del suelo al interior del surco	75
Cuadro N° 7: Orden de mérito de los abridores.....	76
Cuadro N° 8: Esfuerzos del suelo	77
Cuadro N° 9: Lista de exigencias	78
Cuadro N° 10 Matriz morfológica.....	84
Cuadro N° 11: Característica de semilla de maíz	89
Cuadro N° 12: Coeficiente de fricción	107
Cuadro N° 13: Factores de corrección de dientes, K1.....	110
Cuadro N° 14: Factores de torones múltiples, K2	111
Cuadro N° 15: Dimensiones de cadenas estándares	112
Cuadro N° 16: Número ANSI de cadenas	113
Cuadro N° 17: Factores de sobrecarga Ko.....	130
Cuadro N° 18: Lista de Piezas	178

Cuadro N° 19: Dosis de Siembra Teórica a Obtener.....	186
Cuadro N° 20: Población Obtenida.....	187
Cuadro N° 21: Eficiencia de la colación de semillas en la línea de siembra y tapadas correctamente (%)......	193
Cuadro N° 22: Profundidad de siembra obtenida por la sembradora de maíz en campo (mm).....	194
Cuadro N° 23: Número de semillas instaladas por metro lineal	195
Cuadro N° 24: Densidad de siembra (semillas instaladas/ha).....	195
Cuadro N° 25: Insumos y/o Materiales.....	198
Cuadro N° 26: Presupuesto por entidades aportantes	200
Cuadro N° 27: Presupuesto por Partida de Gastos y Entidades Aportantes.....	200
Cuadro N° 28: Rentabilidad	201
Cuadro N° 29: Interés de Capital.....	202
Cuadro N° 30: Gastos Administrativos	203

INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N° 1: Sembradora vista lateral izquierda.....	27
Gráfico N° 2: Sembradora vista lateral derecha.....	28
Gráfico N° 3 : Máquina en funcionamiento	30
Gráfico N° 4: Siete tipos de disco para el corte de residuos y suelo	32
Gráfico N° 5: Tipo de corte realizado en la superficie del suelo por los distintos discos	32
Gráfico N° 6: Siete tipos de elementos para preparación del suelo.....	33
Gráfico N° 7: Siete tipos de abridores de surco	34
Gráfico N° 8: Tres tipos de mecanismos para afirmar el suelo sobre el surco de siembra.....	35
Gráfico N° 9 : Ruedas que ejercen presión sobre el centro del surco	36
Gráfico N° 10: Ruedas de “cero” presión sobre el centro del surco de siembra.....	36
Gráfico N° 11: Ruedas inclinadas, ejercen presión alrededor de la semilla.....	37
Gráfico N° 12: Tipos de afirmadores de toda la cama de siembra.....	37
Gráfico N° 13: Efecto de la profundidad de siembra sobre la emergencia	38
Gráfico N° 14: Tipos de mecanismos de dosificación en sembradoras de precisión	39
Gráfico N° 15: Sembradora de Precisión	41
Gráfico N° 16: Sembradora a Chorrillo o en Línea	43

Gráfico N°17: Esquema del MAESTRO del sistema de sensado de semilla	51
Gráfico N° 18: Esquemático del ESCLAVO del sistema de sensado de semilla	51
Gráfico N° 19: Esquemático del sistema de visualización.....	52
Gráfico N° 20: Sensado, lectura, guardado, displayado de las variables	53
Gráfico N° 21: Software Energía UN.....	56
Gráfico N° 22: Instalación del sistema de control.....	60
Gráfico N° 23: Sistema de sensado.....	61
Gráfico N° 24: Tablero y panel de control	61
Gráfico N° 25: Instalación y conexión de sensores	62
Gráfico N° 26: Tablero de control.....	62
Gráfico N° 27: Sistema de automatización	63
Gráfico N° 28 :Disco plano.....	68
Gráfico N° 29: Disco Cóncavo	69
Gráfico N° 30:Reja.....	70
Gráfico N° 31:Bota (Runner).....	71
Gráfico N° 32: Prueba del abridor de disco cóncavo	72
Gráfico N° 33Prueba del abridor de surco tipo reja	73
Gráfico N° 34: Prueba del abridor tipo bota.....	74
Gráfico N° 35: Selección del mejor abridor	75
Gráfico N° 36: Prueba de esfuerzos del suelo.....	77

Gráfico N° 37: Abstracción de la caja negra	81
Gráfico N° 38: Estructura de funciones generales.....	83
Gráfico N° 39: Mecanismo de la máquina sembradora	90
Gráfico N° 40: Mecanismo 1	91
Gráfico N° 41: Mecanismo 2	93
Gráfico N° 42: Mecanismo 3	94
Gráfico N° 43:Espaciamiento de sembrado	95
Gráfico N° 44:Espaciamiento de sembrado mecanismo 1.....	96
Gráfico N° 45: Recorrido del Sprocket 1.....	97
Gráfico N° 46: Espaciamiento de sembrado mecanismo 2	98
Gráfico N° 47: Espaciamiento de sembrado mecanismo 3	100
Gráfico N° 48: Arco s_6	101
Gráfico N° 49:Disco dispensador	102
Gráfico N° 50: Potencia de la cadena.....	103
Gráfico N° 51: Momento de inercia de la rueda	104
Gráfico N° 52: Potencia en el disco	105
Gráfico N° 53: Fuerza en el disco	106
Gráfico N° 54: Reacción de la rueda.....	107
Gráfico N° 55:Factor de contacto geométrico	132
Gráfico N° 56: Factor geométrico de flexión.....	132

Gráfico N° 57: Fuerzas y Reacciones	138
Gráfico N° 58: Máquina en funcionamiento	140
Gráfico N° 59: Carga de Maíz	140
Gráfico N° 60: Carga de Peso de Tolva	141
Gráfico N° 61: Carga Peso de Rueda	141
Gráfico N° 62: Fuerza en los Abridores	142
Gráfico N° 63: Fuerza en los Rodillos	142
Gráfico N° 64: Fuerza de Trabajo de Cadena	143
Gráfico N° 65: Combinación de cargas	143
Gráfico N° 66: Cargas Analizadas	144
Gráfico N° 67: Fuerzas Axiales	144
Gráfico N° 68: Fuerzas Cortantes	145
Gráfico N° 69: Plano XY	145
Gráfico N° 70: Momento Flector 1	146
Gráfico N° 71: Momento Flector 2	146
Gráfico N° 72: Reacciones 1	147
Gráfico N° 73: Reacciones 2	147
Gráfico N° 74: Perfiles 1	148
Gráfico N° 75: Perfiles 2	148
Gráfico N° 76: Verificación de la Viga Principal	149

Gráfico N° 77: Máquina Suspendida en el Tractor	150
Gráfico N°78: Carga Peso de Maiz	150
Gráfico N° 79: Carga Peso de Tolva Caso 2.....	151
Gráfico N° 80: Carga Peso de Rueda Caso 2.....	151
Gráfico N° 81: Combinación de Cargas Caso 2.....	152
Gráfico N° 82: Cargas Analizadas	153
Gráfico N° 83: Fuerzas Axiales Caso 2.....	153
Gráfico N° 84: Fuerzas Cortantes Caso 2.....	154
Gráfico N° 85: Plano XY Caso 2.....	154
Gráfico N° 86: Momento Flector 1 Caso 2	155
Gráfico N° 87: Momento Flector 2 Caso 2	155
Gráfico N° 88: Reacciones 1 Caso 2	156
Gráfico N° 89: Reacciones 2 Caso 2	156
Gráfico N° 90: Selección de Perfiles Caso 2	157
Gráfico N° 91: Verificación de la Viga Principal Caso 2	158
Gráfico N° 92: Cálculo de Pernos Caso 1	158
Gráfico N° 93: Calculo de Pernos Caso 2	159
Gráfico N° 94: Uniones Atornilladas	160
Gráfico N° 95: Unión al Tractor.....	161
Gráfico N° 96: Union al Tractor Caso 2	162

Gráfico N° 97: Uniones Atornilladas	163
Gráfico N° 98: Volumen de la Tolva	165
Gráfico N°99: simulación de Tolva	166
Gráfico N° 100: Eje del Rodillo	166
Gráfico N° 101: Plano XY Ejes.....	167
Gráfico N° 102: Diagrama de Fuerzas y Momentos.....	168
Gráfico N° 103: Plano YZ Ejes	169
Gráfico N° 104: Diagrama De Fuerzas y Momentos YZ.....	170
Gráfico N° 105: Eje.....	172
Gráfico N° 106: Diagrama de Fuerza y Momento de Eje	173
Gráfico N° 107: Regularización Vertical y Lateral en los Mecanismos de Trabajo	177
Gráfico N° 108: Regularización axial en los mecanismos de trabajo.....	177
Gráfico N° 109: Sistema de Control de Caída de Semilla	180
Gráfico N° 110: Sensores y Controlador	181
Gráfico N°111istema de Control Implementado	182
Gráfico N° 112: Alta variabilidad en el tamaño de la semilla utilizada	187
Gráfico N° 113: Riego después de la siembra para fomentar emergencia	188
Gráfico N° 114: Emergencia del maíz una semana después de la siembra	188
Gráfico N° 115: Desarrollo del maíz 15 días después de la siembra	189

Gráfico N° 116: Desarrollo del maíz 40 días después de la emergencia 190

Gráfico N° 117: Intención de Alquiler 204



CAPITULO 1: MARCO METODOLÓGICO

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La creciente escasez de mano de obra (las labores se retrasan porque no hay trabajadores agrícolas disponibles), y el alto costo de esta (el precio del jornal normal de un trabajador es de 55 nuevos soles, pero en algunas temporadas llega a 100 nuevos soles por día), ha hecho que los productores busquen mecanizar las labores agrícola para asegurar la ejecución de labores en el momento oportuno y reducir sus costos de producción.

La siembra mecanizada se realiza en aproximadamente el 30% del área (1140 hectáreas) y la aplicación de productos líquidos mecanizada en el 8% del área (304 hectáreas).

Existe un Centro de Mecanización Agrícola del Estado (AUTODEMA), que alquila sembradoras y aplicadoras de productos químicos, pero son máquinas obsoletas porque datan de los inicios de la irrigación, década de 1980. Existen también 3 empresas, Tratec SAC, Castro, y Agrotriunfo que alquilan maquinaria, y agricultores que tienen su propia maquinaria.

En todos los casos, los productores de maíz forrajero se quejan que las sembradoras se obstruyen continuamente y dejan zonas sin sembrar.

1.2. JUSTIFICACION

El problema central es la deficiente tecnología en la maquinaria agrícola utilizada para producir maíz forrajero en la irrigación Majes. Anualmente se cultivan 3 800 hectáreas de maíz forrajero en la irrigación. El rendimiento promedio es el 60% del rendimiento potencial. La creciente escasez de mano de obra, y el alto costo de ésta, ha hecho que los productores busquen mecanizar las labores agrícolas para asegurar una producción

oportuna, reduciendo costos y maximizando utilidades. Sin embargo, la maquinaria disponible no es adecuada, es por eso que este proyecto busca implementar máquinas sembradoras adecuadas, eficientes y eficaces para suplir las necesidades de los productores de maíz forrajero en la Irrigación Majes.

1.3. ANTECEDENTES

La Irrigación Majes está ubicada a una altura de 1410 m.s.n.m. y está considerada ecológicamente como matorral desértico, y según las zonas de vida de Holdridge es considerada como desierto. Presenta una temperatura promedio mensual de 19°C, humedad relativa promedio anual de 52%, horas sol diarias 10 h 11' 41", evaporación promedio anual de 6.1 mm/día.

La siembra manual y mecanizada de maíz forrajero en la irrigación Majes siempre se ha visto dificultada por la presencia de piedras en la parte superficial de los suelos, situación que provoca que un porcentaje significativo de semillas no se incorpore en la línea de siembra, quedando estas sobre la superficie del suelo, perdiéndose por desecación e insolación, afectando finalmente la población de plantas y la uniformidad del cultivo.

En los sistemas de siembra mecánica la variabilidad en la resistencia del terreno, pedregosidad y en los residuos del cultivo anterior, amplifican las dificultades en el establecimiento de la semilla y la nascencia, con consecuencias a veces dramáticas en la productividad superficial. (Ubierna et al, 2010).

Javadi et al (2010), evaluó un abridor de surco con discos horizontales y verticales, reportando que obtuvieron un surco más ancho y suelto, mejor capacidad de penetración y mayor requerimiento de fuerza de tracción.

Ortiz-Cañavate, J. 1995, considera al abridor de línea de siembra tipo bota dentro del tipo reja asurcadora e indica que este es el más adecuado para siembras en terrenos pedregosos.

Osmerzi et al (2011) evalúan 3 profundidades de siembra en maíz (40, 60 y 80 mm), y no encuentran diferencias estadísticamente significativas, en el desarrollo de las plantas.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. GENERAL:

El objetivo de esta investigación es diseñar y construir una maquina sembradora para la producción de maíz en terrenos pedregosos en Irrigación Majes.

1.4.2. ESPECÍFICOS

- Diseñar y construir una sembradora para montaje en tractor, mejorada para 4 hileras, que obtenga una eficiencia en el colocado de las semillas en la línea de siembra, superior al 97%.
- Seleccionar el abridor de surco más conveniente a ser utilizado en la sembradora a desarrollar.
- Generar un ahorro en el sembrío mejorando la ganancia en S/. /hrs.

1.5. HIPÓTESIS

DADO QUE: En la actualidad en la Irrigación Majes, existe deficiencia en los mecanismos de siembra.

ES PROBABLE QUE: La máquina sembradora que estamos diseñando y construyendo, permitirá aumentar la efectividad, rendimiento y productividad de los sembríos en la Irrigación Majes, puesto que la máquina cuenta con un sistema de automatización el cual permitirá el conteo de semillas y detectará si estas no caen.

1.6. METODOLOGÍA PARA LA INVESTIGACIÓN

Según la problemática señalada y las alternativas de solución planteadas por el proyecto respecto a la tecnología de siembra de maíz para la calificación de la primera se ha considerado evaluar los siguientes parámetros:

- a) Eficiencia del sistema de apertura de la línea de siembra (surcos).
- b) Sistema de control de la sembradora,
- c) Continuidad en el sembrado de la semilla (Número de semillas sembradas/m),
- d) Densidad de siembra (N° semillas instaladas/ha).
- e) Capacidad efectiva de la sembradora (ha/h).
- f) Costo operativo de la sembradora (S/. /ha).

CAPITULO 2:- MARCO TEORICO

2.1. SEMBRADORA

Las sembradoras agrícolas para cultivos de maíz se clasifican en dos grandes tipos: en línea y de precisión.

En el proyecto se busca desarrollar una sembradora de precisión para la siembra de maíz forrajero. Se denominan sembradoras de precisión porque permiten controlar la distancia entre líneas de siembra, la profundidad de siembra y la distancia entre semillas en una misma línea de siembra.

Normalmente, las sembradoras, están formadas por cuerpos independientes, cada uno de los cuales dispone de su propia tolva, mecanismo de dosificación, abridor de surco, tapador de surco, rueda de tierra, transmisión, y chasis:

Gráfico N° 1: Sembradora vista lateral izquierda



Fuente: Fotografía tomada en la parcela de Centro de Mecanización Agrícola del Estado
AUTODEMA, Irrigación Majes Pedregal

Gráfico N° 2: Sembradora vista lateral derecha



Fuente: Fotografía tomada en la parcela de Centro de Mecanización Agrícola del Estado AUTODEMA, Irrigación Majes Pedregal

- **TOLVA:** Es el depósito destinado a contener las semillas de maíz. Está formada por una caja cuya capacidad es de 30 kg. En la parte inferior se ubica el mecanismo de dosificación. Está construida de plancha metálica de 1/16” de espesor.
- **MECANISMO DE DOSIFICACIÓN:** Es el mecanismo que permite regular la distancia entre semillas en una misma línea de siembra. Está formado por un disco con agujeros, que gira gracias a la energía que recibe de la rueda a través de la transmisión de cadenas y engranajes. Se monta en la parte inferior de la tolva. Una vez dosificadas, las semillas caen por un tubo de descarga, en el cual va montado un sensor para verificar que se está realizando la siembra. Está construido con plancha metálica de 3/8”
- **ABRIDOR DE SURCO:** Es el mecanismo que abre el surco en el suelo, para la colocación de la semilla. Es un abridor tipo bota, con ángulo de ataque de 45 grados, en la punta del abridor. Se monta a través de 2 pernos, en la parte baja de la tolva. Una vez que se abre el surco, como el abridor lleva en la parte trasera una zona ancha, la tierra

regresa a su lugar por acción de la gravedad. Está construido en plancha de acero de $\frac{1}{4}$ " de espesor.

- **RODILLO TAPADOR DE SURCO:** Es el mecanismo que cierra el surco en el suelo, donde ha sido colocada la semilla. Es un rodillo con un ángulo de 45 grados con la dirección de avance. Se regula a través de un gusano, en la parte trasera de la máquina. La profundidad del tapador puede ser regulada de 0 a 100 mm. Está construido en plancha de fierro de $\frac{1}{4}$ " de espesor.
- **RUEDA:** Es una rueda que se desplaza sobre el suelo, y que produce la energía para el mecanismo de dosificación de la sembradora. Está conformada por una llanta agroindustrial y un aro el cual esta acoplado a la máquina sembradora.
- **TRANSMISIÓN:** Es un mecanismo que toma la energía de la rueda y la lleva hacia el mecanismo de dosificación de la sembradora. Está formada por dos sistemas de cadenas, sprockets y un tren de engranajes cónicos rectos.
- **CHASIS:** Es la estructura sobre la que se montan todas las partes de la sembradora. En la parte frontal contiene el conector hacia la viga para el anclaje al tractor, en la parte intermedia se encuentra la tolva y el mecanismo dispensador, en la parte posterior se encuentra el soporte del rodillo, en la parte inferior se acoplan los abridores de bota.

Gráfico N° 3 : Máquina en funcionamiento



Fuente: Fotografía tomada en la parcela de Centro de Mecanización Agrícola del Estado AUTODEMA, Irrigación Majes Pedregal

Para regular la distancia de siembra entre semillas, se varían las catalinas en la transmisión, y/o el número de celdas en el plato de siembra.

2.2. PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

Para establecer adecuadamente un cultivo, una sembradora debe ser capaz de:

- Abrir un surco (mecanismos cortadores de residuos, preparadores de surco y abridores de surco).
- Medir y dosificar la semilla
- Colocar la semilla en el surco
- Cubrir la semilla (mecanismos de afirmado y tapado de semillas)
- Afirmar la cama de siembra (mecanismos compactadores de la cama y nivelación del terreno).

Estas tareas deben realizarse a una velocidad apropiada y con un alto grado de seguridad.

Los componentes de una sembradora pueden agruparse en 4 tipos de componentes:

- Componentes en contacto con el suelo.
- Componentes de control de profundidad del abridor de surco.
- Componentes de dosificación de la semilla.
- Componentes de colocación de la semilla.

COMPONENTES EN CONTACTO CON EL SUELO

Sus funciones incluyen: abrir el surco, colocar la semilla, cubrir la semilla y afirmar la cama de siembra.

Los mecanismos utilizados pueden clasificarse en 7 grupos:

- **De corte del suelo y residuos**

Son mecanismos diseñados para cortar el suelo y/o los residuos, en el área del surco, sin disturbar significativamente la cama de siembra.

La naturaleza y grado de manipulación del suelo y los residuos requeridos, y la acción de corte depende principalmente del mecanismo seleccionado, y en menor grado de sus ajustes.

Un disco, con tiro paralelo a la dirección de desplazamiento, es el mecanismo más usado.

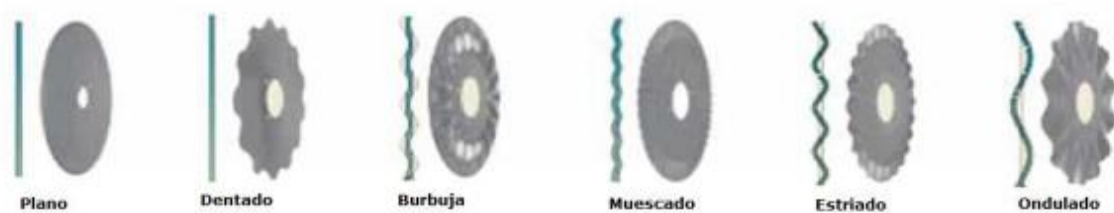
El pre cortado del suelo y materiales de plantas pueden reducir la alteración de la cama de siembra causada por los abridores de surco, especialmente los de tipo diente con ángulo de ataque agudo. La fractura controlada del suelo puede reducir notablemente el desplazamiento lateral del suelo durante la apertura de surco.

Gráfico N° 4: Siete tipos de disco para el corte de residuos y suelo



Fuente: J R Murray, J N Tullberg and B B Basnet

Gráfico N° 5: Tipo de corte realizado en la superficie del suelo por los distintos discos



Fuente: J R Murray, J N Tullberg and B B Basnet.

- **De preparación del surco**

Están diseñados para alterar las condiciones de los residuos superficiales y/o del suelo para facilitar la operación del abridor de surco. Pueden:

- Nivelar y/o afirmar el área inmediata al surco de siembra, para facilitar la apertura del surco y el control de profundidad.
- Retirar el suelo seco del área inmediata al surco de siembra para permitir la siembra en suelo húmedo sin tener que cubrir con una capa muy gruesa a la semilla.

- Retirar residuos del área inmediata al surco de siembra para facilitar la operación del abridor de surco o para incrementar la temperatura de la cama de siembra.
- Cortar y mover suelo y residuos del área inmediata al surco de siembra para lograr una mezcla de las funciones anteriores.

Gráfico N° 6: Siete tipos de elementos para preparación del suelo

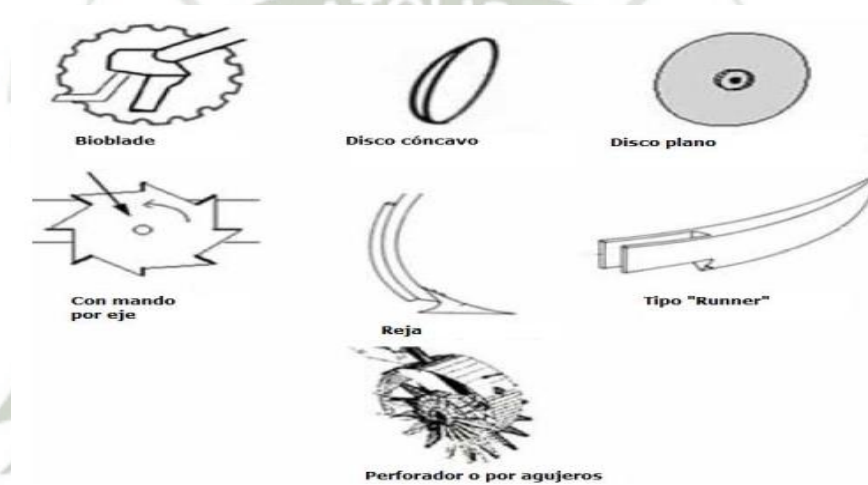


Fuente: J R Murray, J N Tullberg and B B Basnet

- **De apertura del surco**
 - Es el mecanismo que abre el surco donde se deposita la semilla. Sus requerimientos funcionales son:
 - Abrir un surco a la profundidad requerida (de acuerdo al tipo y tamaño de semilla, temperatura y humedad del suelo, requerimientos de luz, etc.)

- Producir una alteración mínima de la cama de siembra (en relación a pérdidas de humedad del suelo, mezcla del suelo húmedo y seco alrededor de la semilla, etc.
- Afirmary la base de la cama de siembra, pero evitando la sobre compactación de la base o paredes del surco.
- Prevenir que el suelo retorne al surco antes de que la semilla sea colocada
- Promover un adecuado grado de movimiento del suelo hacia el surco de siembra, una vez que la semilla ha sido colocada.

Gráfico N° 7: Siete tipos de abridores de surco



Fuente: J R Murray, J N Tullberg and B B Basnet

- **Afirmado de la semilla**

Presionan la semilla (aun descubierta), dentro del suelo en la base del surco de siembra, para mejorar el contacto suelo/semilla. Se utilizan principalmente en cultivos hortícolas (verduras, vegetales, hierbas) que usan abridor de surco del tipo “Runner”.

- **Cubrimiento de la semilla**

Promueven el movimiento de regreso del suelo hacia el surco, para cubrir la semilla. Su acción es importante para determinar la cantidad de tierra que cubrirá la semilla.

- **Afirmado específico del surco**

Son diseños para afirmar el suelo que cubre la semilla en el surco, sin incluir el espacio entre surcos o líneas de siembra. La mayoría de beneficios de estos mecanismos se debe a la optimización de la compactación del suelo en la zona de la semilla.

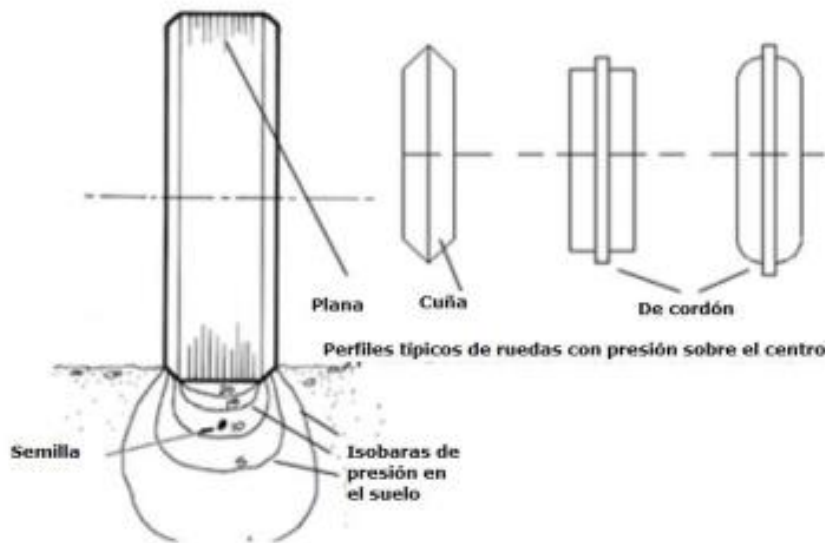
El nivel de compactación óptimo es un compromiso entre el nivel que promueve beneficios (mejoramiento del estatus de humedad alrededor de la semilla, estabilización de las condiciones, entre otros) y el nivel que causa daños (excesivo impedimento mecánico para el desarrollo de los brotes, reducción de la aireación del suelo, entre otros.)

Gráfico N° 8: Tres tipos de mecanismos para afirmar el suelo sobre el surco de siembra



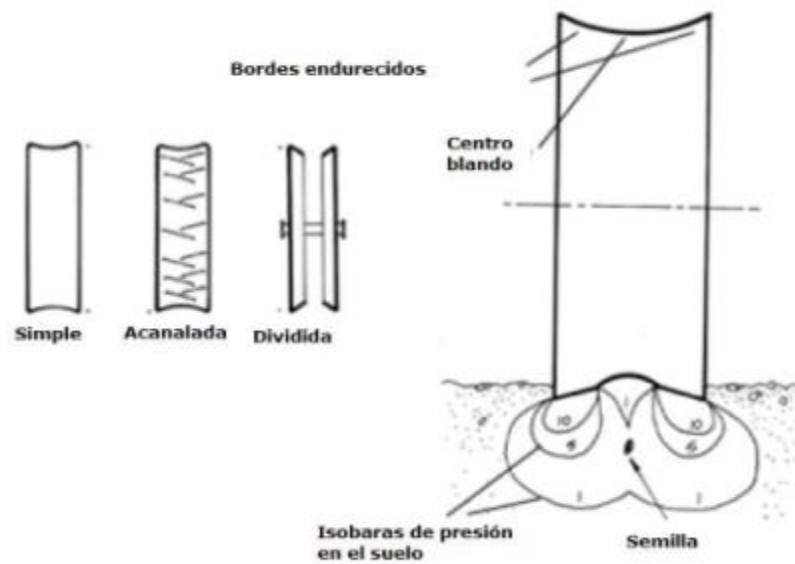
Fuente: J R Murray, J N Tullberg and B B Basnet

Gráfico N° 9 : Ruedas que ejercen presión sobre el centro del surco



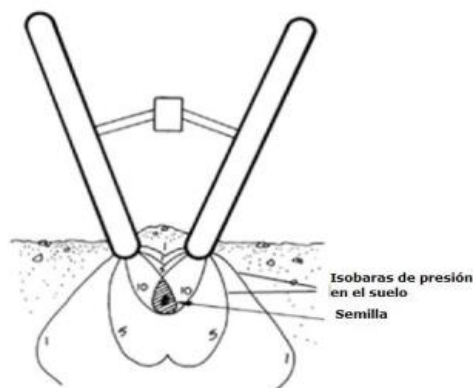
Fuente: J R Murray, J N Tullberg and B B Basnet

Gráfico N° 10: Ruedas de “cero” presión sobre el centro del surco de siembra



Fuente: J R Murray, J N Tullberg and B B Basnet

Gráfico N° 11: Ruedas inclinadas, ejercen presión alrededor de la semilla

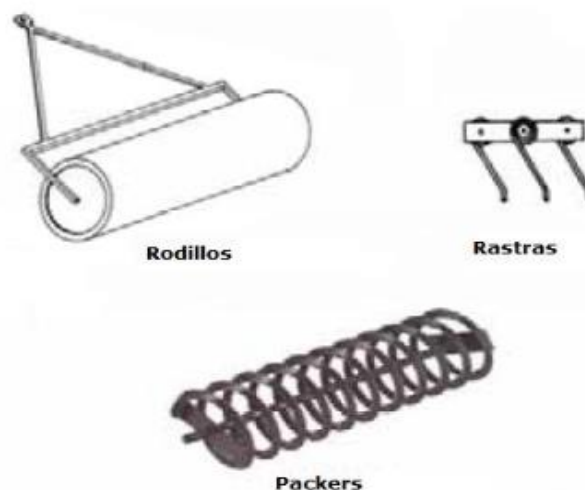


Fuente: J R Murray, J N Tullberg and B B Basnet

- **Afirmado de la cama de siembra**

Afirman toda la cama de siembra, pero considera que su acción de afirmado es inferior en mejorar la emergencia de semillas en comparación a los mecanismos que solo afirman el surco de siembra. Esto debido a que es difícil ejercer la presión correcta y porque pueden afirmar la zona intersurcos y mejorar la germinación de malezas.

Gráfico N° 12: Tipos de afirmadores de toda la cama de siembra



Fuente: J R Murray, J N Tullberg and B B Basnet.

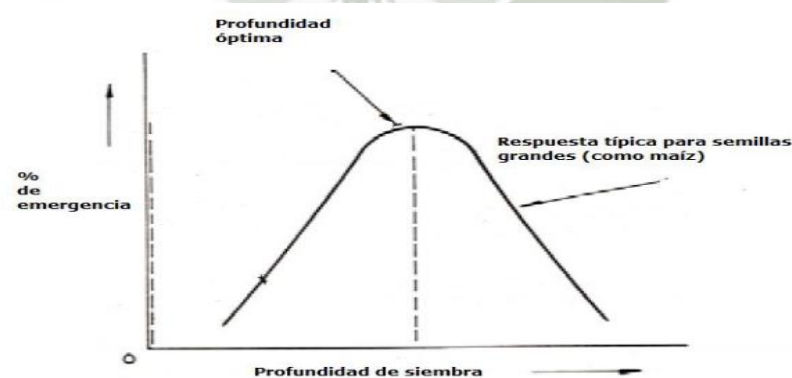
COMPONENTES DE CONTROL DE PROFUNDIDAD DEL ABRIDOR DE SURCO

La profundidad de siembra es medida en relación a la superficie del suelo, por ello para un control de profundidad preciso, el mecanismo de control de profundidad del abridor de surco debe ser controlado por un señor (generalmente una rueda o ruedas) que:

- Está en contacto o mide la profundidad del abridor del surco desde, la superficie del suelo
- Está ubicado tan cerca como sea posible a la posición donde el abridor de surco actúa
- Tiene adecuada flotación que le permite responder a las variaciones en elevación de la superficie del suelo sin excesiva y/o indebida variación en hundimiento.

Existe una profundidad óptima de siembra para cada tipo de semilla. Generalmente semillas grandes como las de maíz necesitan ser plantadas a 20-35 mm para una emergencia óptima, ya que la emergencia decrece con profundidades menores o mayores.

Gráfico N° 13: Efecto de la profundidad de siembra sobre la emergencia



Fuente: J R Murray, J N Tullberg and B B Basnet

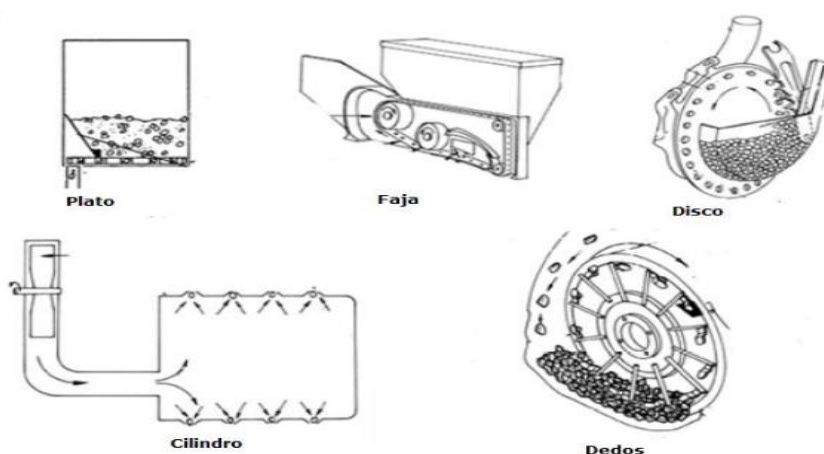
COMPONENTES DE DOSIFICACIÓN DE LA SEMILLA

Miden la semilla de la tolva de siembra y la depositan en el sistema de descarga, para llevarla hacia el surco de siembra. Los dosificadores en sembradores de precisión seleccionan semillas individuales y las entregan en intervalos de tiempo preestablecidos. Si este intervalo de tiempo se mantiene mientras la semilla es llevada y colocada en el surco de siembra, el patrón de siembra será uno en que las semillas están equidistantes en el surco. Las sembradoras de precisión se utilizan en cultivos que:

- Son plantados en surcos con espaciamiento amplio (rango típico de 250 a 900 mm)
- Tienen un rango estrecho de población óptima de plantas
- Usualmente tienen una respuesta del rendimiento proporcional a la uniformidad de espaciamiento de las plantas en el surco de siembra.

Existen diversos mecanismos de dosificación, los tipos principales se muestran a continuación.

Gráfico N° 14: Tipos de mecanismos de dosificación en sembradoras de precisión



Fuente: J R Murray, J N Tullberg and B B Basnet

COMPONENTES DE COLOCACIÓN DE LA SEMILLA

Es un sistema importante porque debe permitir transmitir la precisión en la medición (la uniformidad de los intervalos de tiempo entre medición de semillas individuales) a la precisión en el colocado (la uniformidad del espaciamiento entre semillas en el surco de siembra). Para lograr ello, es recomendable que el tubo de descarga:

- Sean tan corto, recto y rígido como sea posible
- Tenga la menor área transversal posible
- Tenga una superficie interna lisa
- Termine con una deflexión hacia atrás. Esto es importante para contrarrestar la velocidad de la sembradora hacia adelante y lograr, idealmente, una velocidad horizontal de cero, en la descarga.

Los sistemas de colocado de la semilla pueden ser de 3 tipos: de gravedad, asistidos mecánicamente o neumáticos.

2.3. TIPOS DE SEMBRADORA

2.3.1. SEMBRADORAS DE PRECISION

En un sentido **amplio del término “precisión”, estas máquinas comprenden las sembradoras “a golpes”**. La siembra a golpes consiste en **colocar una determinada cantidad de grano sobre cada línea de siembra, de forma intermitente y de tal forma que los granos queden separados entre sí una distancia constante**. Mientras que la siembra monograno o de precisión se busca colocar semillas individuales a distancias exactas unas de otras. Lo cierto es que cambiando los platos de distribución se puede conseguir depositar un grupo de semillas o una sola. Por tanto, **una sembradora de precisión es aquella que deposita a profundidad uniforme y a**

distancias iguales el grano, consiguiendo además un paralelismo entre líneas. Esta siembra permite:

- Ahorro de semillas a aplicar.
- Exactitud en la superficie unitaria de las plantas para una productividad óptima.
- Mayor facilidad para realizar labores de cultivo mecanizadas.
- Disminución de las faenas de escarda (arrancar de un terreno de cultivo las malas hierbas) y aclareo (eliminación de árboles o plantas en un terreno).
- Siembra a distancia definitiva
- Óptimas condiciones para la recolección.

En este tipo de maquinaria, un elemento esencial es el mecanismo distribuidor, diseñado para que suelten las semillas individualmente, una tras otra, con intervalos regulares. Existen distribuidores mecánicos (de plato vertical, plato oblicuo, plato horizontal y de correa) y neumáticos.¹

Gráfico N° 15: Sembradora de Precisión



Fuente: *SEMBRADORAS 7* Investigación realizada por Jaime Moraga, Febrero del 2014

¹ *SEMBRADORAS 7* Investigación realizada por Jaime Moraga, Febrero del 2014

2.3.2. SEMBRADORAS A CHORRILLO O EN LINEA

Este tipo de máquinas se usan, sobre todo, para la siembra de cultivos cerealistas extensivos hasta el punto de ser conocidos como sembradoras de cereales.

Podemos definir la “sembradora de línea” como una máquina que deposita semilla en el suelo, sobre una o varias líneas paralelas, de manera continua con regulación de dosificación, profundidad de trabajo y separación entre líneas.

Estas máquinas deben realizar las siguientes operaciones:

- Abrir un surco, para la semilla a profundidad adecuada. Existe una profundidad de siembra óptima que depende del tipo de suelo, del cultivo y de la disponibilidad de agua.
- Dosificar, la cantidad de semilla.
- Cubrir la semilla.
- Comprimir el suelo alrededor de la semilla.
- Enterrar el grano. La propia reja puede realizar esta operación, aunque se pueden utilizar otras rejas, rastras, cadenas, entre otros.
- Comprimir el suelo alrededor de la semilla, mediante rodillos y así favorecer el aumento de la humedad entorno a la ella.²

² Raimundo Romero Moreno – Pedro España Martínez – Mariano Suarez de Cepeda; *Maquinaria de Producción Agrícola, Colección y Técnica 40*, Ediciones de la Universidad de Castilla- La Mancha Cuenca, 2002

Gráfico N° 16: Sembradora a Chorrillo o en Línea



Fuente: *SEMBRADORAS 7* Investigación realizada por Jaime Moraga, Febrero del 2014

2.4. CONDICIONES DE SIEMBRA

- El terreno para la siembra de maíz debe estar bien abonado, además de seco, unas 4 semanas antes de la siembra se debe empezar a abonar el terreno
- El maíz requiere mucho sol, no necesita protección bajo el sol, ya que si la tierra se enfría el maíz se pudrirá.
- Aunque es necesario que la tierra permanezca lo más cerca posible, hay que regar las plantas, al menos una vez por semana. Es aconsejable instalar un sistema de riego.
- Realizar la adecuada preparación de líquidos insecticidas para la aplicación de las semillas lo cual evitará que el sembrío se infecte de plagas.

2.5. SEMILLAS

Siendo uno de los propósitos de la semilla la propagación de la especie vegetal, es importante en la práctica evaluar la calidad del lote de semilla a utilizar, la misma que se agrupa de acuerdo a su naturaleza en cuatro grandes componentes:

- **Componente genético (Cg)**, se refiere a la pureza varietal y que está gobernado por la constitución genética de las semillas.

- **Componente físico (Cf)**, está referido a la apariencia general de las semillas que conforman el lote. Esta apariencia puede estar dada: si las semillas están bien conformadas o no, si hay presencia de impurezas o semillas extrañas, si las semillas están dañadas ya sea por daño mecánico o por ataque de insectos. La uniformidad de la semilla (clasificada) es importante sobre todo cuando la siembra es mecanizada, es notable el ahorro de semilla, permite lograr un buen establecimiento del cultivo.
- **Componente fisiológico (Cfg)**, referido principalmente al poder de germinación y vigor de la semilla.
- **Componente sanitario (Cs)**, referido a la carencia o presencia de patógenos causantes de enfermedades transmisibles por la semilla.

2.6. TIPOS DE SEMILLAS

- **Semillas encapsuladas:** Están envueltas individualmente en una bola de arcilla para poderse separar con facilidad. La cubierta se descompone después de sembrar, siempre que la tierra o el compost se mantengan húmedos.
- **Las cintas de semillas:** Son tiras biodegradables, impregnadas con semillas de verduras o de plantas anuales, normalmente colocadas en fila. Eliminan la necesidad de aclareo.
- **Las semillas revestidas:** Están cubiertas de un fungicida, a menudo de colores brillantes, para evitar que se pudran en un ambiente frío y húmedo. Siempre hay que lavarse las manos después de manipularlas.
- **Las semillas preparadas:** Han sido tratadas para asegurar que germinará en cuanto se siembran

- **Las semillas pre-germinadas:** Suelen pertenecer a plantas que necesitan calor o algún tratamiento especial para germinar. Se entregan en la fase precisa para su siembra, y con una diminuta raíz visible. Se siembran de inmediato.³

2.7. SUELOS

Se conoce como suelo la parte superficial de la corteza terrestre, conformada por minerales y partículas orgánicas producidas por la acción combinada del viento, el agua y los procesos de desintegración orgánica.

Los suelos no siempre son iguales, cambian de un lugar a otro por razones climáticas y ambientales, de igual forma los suelos cambian su estructura, estas variaciones son lentas y graduales excepto las originadas por desastres naturales.

El suelo es un recurso natural renovable, de él depende en gran parte la actividad agropecuaria.

El suelo está formado por varios componentes:

- Rocas
- Arena
- Arcilla
- Humus o materia orgánica en descomposición
- Minerales
- Otros elementos en diferentes proporciones.

³ **SEMILLAS HORTACH CROUP S.A.C.; Copyright © Semillas Hortach Perú – Semillas de Calidad; www.hortach.com**

El conjunto de alteraciones que sufren las rocas, hasta llegar a constituir el suelo, se denomina meteorización, proceso que consiste en el deterioro y la transformación que se produce en la roca al fragmentarse por acción de factores físicos, químicos, biológicos y geológicos.

Los suelos permiten que las formaciones vegetales naturales y los cultivos se fijen con sus raíces y así busquen los nutrientes y la humedad que requieren para vivir.

El hombre obtiene del suelo no solo la mayor parte de los alimentos, sino también fibras, maderas y otras materias primas.

También los suelos son de importancia vital para los animales, muchos de estos obtienen su alimento única y exclusivamente de los suelos. Además sirven por la abundancia de vegetación, para suavizar el clima y favorecer la existencia de corrientes de agua.⁴

2.8. TIPOS DE SUELOS

Son muchos los factores que influyen en las condiciones de los suelos, son muchos los elementos que hacen que los suelos sean fértiles o no.

Existen diferentes tipos de suelo, los cuales veremos a continuación:

- **Suelos arenosos:** Están formados principalmente por arena. Son suelos que no retienen agua. Tienen muy poca materia orgánica y no son aptos para la agricultura.
- **Suelos arcillosos:** Principalmente están formados por arcilla, de granos muy finos color amarillento, retienen el agua formando charcos. Si se mezclan con humus pueden ser buenos para cultivar.

⁴ *La Gran Enciclopedia Ilustrada del Proyecto Salón Hogar*; Fundación Educativa Hector A. Garcia, www.proyectosalohogar.com/Ciencias/El_Suelo.htm

- **Suelos calizos:** Tienen abundancia de sales calcáreas. Son de color blanco, son secos y áridos y no son buenos para la agricultura.
- **Suelos pedregosos:** Formados por rocas de todos los tamaños. No retienen el agua y no son buenos para el cultivo.
- **Suelos humíferos:** En su composición abunda la materia orgánica en descomposición o descompuesta (humus). Son de color oscuro, retienen bien el agua y son buenos para el cultivo.

Para que un suelo posea verdadero valor agrícola, debe reunir tres condiciones fundamentales:

1. Contener suficientes partículas pequeñas (arcilla y limo) para que retenga la humedad alrededor de las raíces de las plantas.
2. Contener bastantes partículas mayores (grava y arena) para que sea poroso y las raíces reciban suficiente aire para mantener viva la planta.
3. Poseer los elementos químicos necesarios para nutrir las plantas. Cuando el suelo no posee estos nutrientes, pueden agregarse fertilizantes o abonos.

Estas condiciones hacen de los suelos el mejor de los recursos naturales, pero es bueno también recordar que el suelo es un recurso natural que se agota como se agota el agua y debemos cuidarlo y protegerlo, no sólo para nosotros, sino para las futuras generaciones.⁵

⁵ *La Gran Enciclopedia Ilustrada del Proyecto Salón Hogar*; Fundación Educativa Hector A. García, www.proyectosalohogar.com/Ciencias/El_Suelo.htm

2.9. TIPO DE SUELO EN LA IRRIGACIÓN MAJES-PEDREGAL

La irrigación Majes se ubica a una altitud promedio de 1410 m.s.n.m., correspondiéndole la región ecológica Matorral Desértico, el piso altitudinal PreMontano, la región latitudinal Subtropical, provincia de humedad Súper Árida, y la zona de vida Desierto (según la clasificación de Holdridge).

La fisiografía es de una Planicie Costanera, presentando un clima templado a cálido y seco, con pequeñas quebradas, y pendientes reducidas.

Los datos meteorológicos tomados de la estación de la irrigación Majes son:

- Temperatura promedio mensual: 19 °C.
- Radiación Solar promedio anual: 21.72 MJ/m².
- Precipitación anual: 0.80 mm.
- Evaporación promedio anual: 6.1 mm/día.
- Horas de sol diarias: 10 h 11 minutos 41 segundos.
- Humedad relativa promedio anual: 52%.

Los suelos en la zona de trabajo son de textura Franco-Arenosa, con bajos contenidos de materia orgánica (menos de 2%) y alta porosidad (38%). La pedregosidad es media a alta, con piedras de tamaño de hasta 150 mm.

2.10. SISTEMA DE CONTROL AUTOMÁTICO DE LA SEMBRADORA

El objetivo del sistema de control es monitorear y controlar las semillas que se vierten en la sembradora de cuatro cuerpos.

Para el diseño del sistema de control, primero es necesario identificar las variables que intervienen y las variables a controlar. Las que intervienen serían la cantidad de semillas que caen, la presencia o ausencia de semilla, la velocidad del tractor y por ende del

mecanismo que deja caer las semillas y por último la señal que indique cuando no cayó ninguna semilla.

De estas variables las que se van a controlar son: la cantidad de semillas que caen y el estado si cae o no semilla de cualquiera de los cuatro cuerpos de la sembradora y de los dos sembradores de cada cuerpo.

Esto lleva a cuantificar la cantidad de semillas que caen durante el proceso y de no caer alguna será detectado con la activación de la sirena.

La cantidad de semillas se visualizan en los respectivos displays con la posibilidad de guardar la data en la memoria EEPROM del controlador a fin de que se almacene la información por día o periodo de trabajo.

En cuanto al sistema de las variables físicas éstas son relacionadas a 4 directamente

Cuadro N°1: Variables físicas del sistema de control

VARIABLES FÍSICAS	SOLUCIÓN
1. Detección de semillas	Sensor capacitivo
2. Emitir alarma	Alarma DC 12V
3. Visualización y guardado de la data	Salidas
4. Sistemas independientes	Comunicación entre sistemas

Fuente: Elaboración Propia

En cuanto al sistema de programación son 2 variables las más importantes

Estas están dadas por las siguientes:

Cuadro N°2: Variables de programación del sistema de control

Variables de programación	Tipo	Solución
6 sensores capacitivos	Entrada Digital (10-24)V	Lectura digital acondicionada
1 alarma	Salidas Digital (12V)	Escritura Acondicionada

Fuente: Elaboración Propia

Los parámetros utilizados para el diseño son:

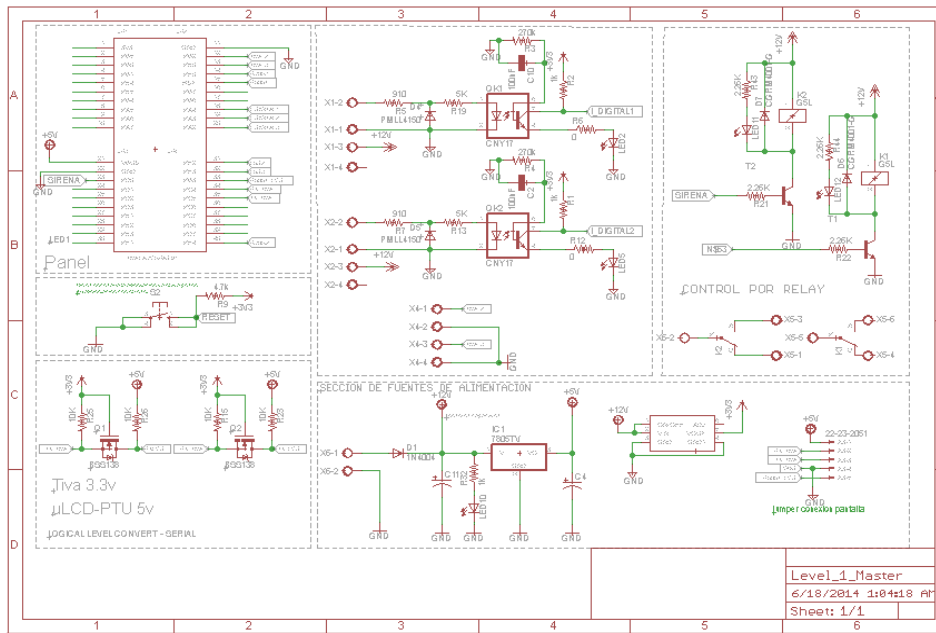
- Controlar la caída de semilla en cada uno de los cuerpos de sembradora.
- Totalizar la cantidad de semillas detectadas en cada cuerpo de la sembradora.
- Visualizar y almacenar la información (cantidad de semillas por sembradora).
- Activar una sirena en caso no se detecte la caída de semillas en cualquiera de los cuerpos de la sembradora.
- Permitir un tiempo de muestreo al cabo de los cuales recién la sirena se activara.
- La desactivación de la sirena se hará por el operador de la sembradora.

El diseño consta de dos partes: una es el hardware y otra el software. Para el hardware primeramente se simuló el circuito y se procedió al diseño de la placa principal, diseño realizado en EAGLE.

Primero se desarrolla el esquemático, lo que esto incluye creación de librerías y conexión de todo el sistema de protección.

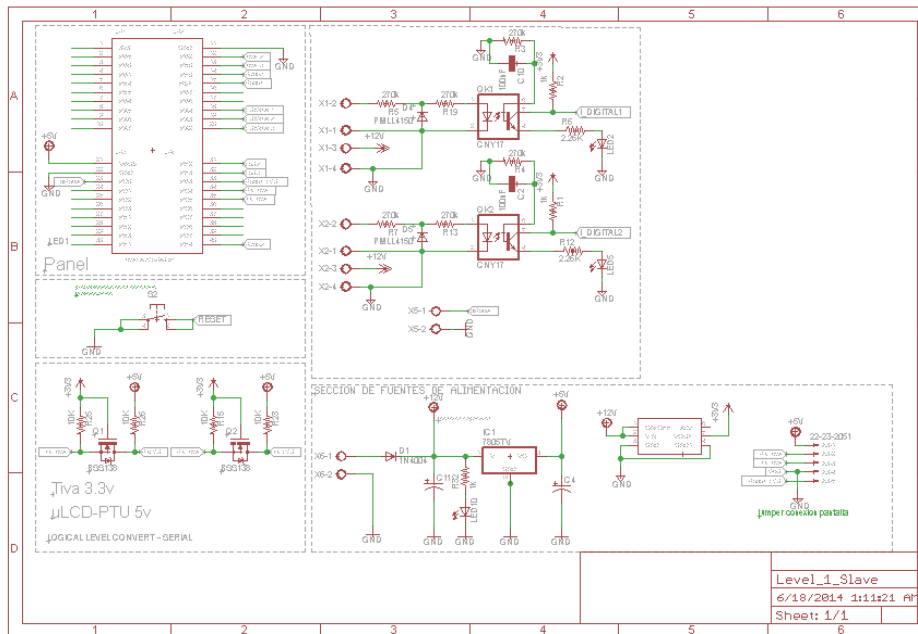
En esta parte se encuentra presente el sistema de alimentación el sistema de protección, el sistema de acondicionamiento del sensado y del control.

Gráfico N°17: Esquema del MAESTRO del sistema de sensado de semilla



Fuente: Elaboración Propia

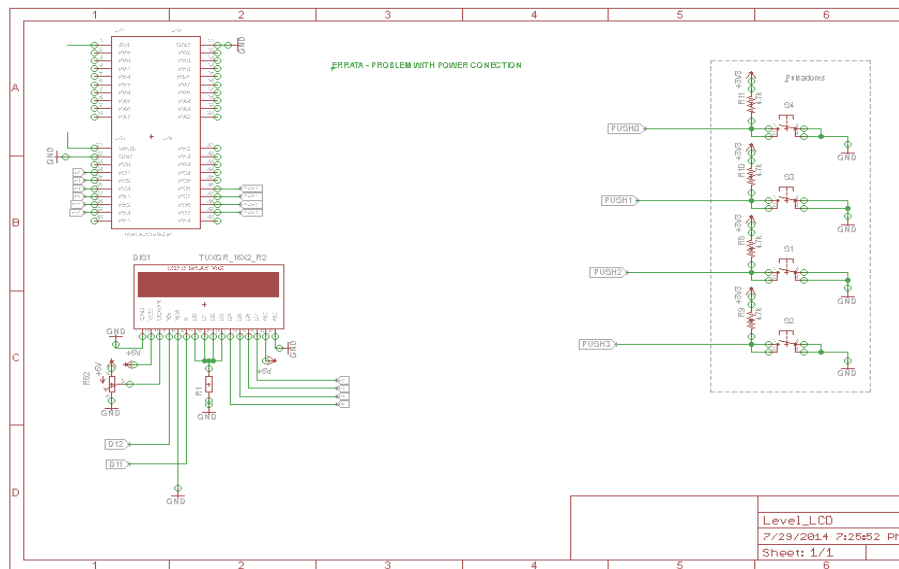
Gráfico N° 18: Esquemático del ESCLAVO del sistema de sensado de semilla



Fuente: Elaboración Propia

Además de desarrollar el sistema de control se creó el sistema de visualización para cada sistema además de acondicionar sistemas de pulsado en caso de ser necesario, por lo cual utilizó el EAGLE también en su desarrollo.

Gráfico N° 19: Esquemático del sistema de visualización



Fuente: Elaboración Propia

Luego de haber ordenado el esquemático y haber hecho las conexiones se procede a desarrollar la placa.

2.11. PROGRAMACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL

El siguiente paso en el diseño es el desarrollo del software, es decir el programa que permitirá adquirir la información, almacenarla, visualizarla y activar la sirena cuando se den las condiciones.

Para ello se trabajó en la suite de desarrollo del mismo controlador Tiva Launchpad

El código de los distintos bloques del programa se muestra a continuación.

Definición de variables a utilizar en el programa

Gráfico N° 20: Sensado, lectura, guardado, displayado de las variables

```

Menu_MASTER_EDT | Energia 0101E0012
File Edit Sketch Tools Help
Menu_MASTER_EDT $ Conteo EEPROM bocina
#include <EEPROM.h>
#include <LiquidCrystal.h>

// LCD
int BACKLIGHT_PIN ;
int var = 0;
int PUSH_0 = PC_7, PUSH_1 = PC_6, PUSH_2 = PD_6, PUSH_3 = PD_7;

// VARIABLE GLOBAL.
boolean Sensor_1, Sensor_2;
boolean Tiva_2, Tiva_3;
boolean guarda;

// funcion del rele
boolean c_1, c_2, c_3;

// displayado de datos esclavo
int tiva2_input = PB_2; //PB_2;
int tiva3_input = PE_0; //PE_0;

// SENSORES CAPACITIVO
int Cap1_sensor = PA_4; //SENSOR 1 ...PA_4
volatile int Cap1_cont = 0;

int Cap2_sensor = PA_3; //SENSOR 2 ...PA_3
volatile int Cap2_cont = 0;

//BOCINA HABILITACION
int tonepin = PF_1; // PD_0
int tonepin2 = PF_2; // PD_0
int tonepin3 = PF_3; // PD_0
int Sirena = PD_0;

// LEDS - Visualizacion
//int ledone = PF_2; // RED LEDFOR TIVA
//int ledtwo = PF_3; // BLUE LED FOR TIVA
//int ledthree = PF_4; // GREEN LED FOR TIVA

// EEPROM - Inicializacion
int EESize = 2048; // 2k de EEPROM en tiva C 123
int position = 0;
int zz;
int data;

// DECLARING TWO VARIABLES AND
// EQUATING IT TO millis()
unsigned long previousMillisD = millis();
unsigned long previousMillisS1 = millis();
unsigned long previousMillisS2 = millis();

// DECLARING TWO TIME
// INTERVALS
const int intervalone = 3000;
const int intervaltwo = 3000;

const int intervalD = 300;

```

```

Menu_MASTER_EDT | Energia 0101E0012
File Edit Sketch Tools Help
Menu_MASTER_EDT $ Conteo EEPROM bocina

void setup()
{
  // LCD
  LiquidCrystal lcd(PE_3, PE_2, PE_1, PD_3, PD_2, PD_1, BACKLIGHT_PIN, POSITI

  pinMode(PUSH_0, INPUT);
  pinMode(PUSH_1, INPUT);
  pinMode(PUSH_2, INPUT);
  pinMode(PUSH_3, INPUT);

  lcd.begin(16,2);
  lcd.home ();
  lcd.print("COSECHADORA");
  lcd.setCursor ( 0, 1 );
  lcd.print (" Start ");
  delay(1000);
  lcd.clear();

  // Serial
  Serial.begin (9600);

  // LED - (SIM BUZZER)
  pinMode(tonopin,OUTPUT);
  pinMode(tonopin2,OUTPUT);
  pinMode(tonopin3,OUTPUT);

  //Alarma
  pinMode(Sirena,OUTPUT);
  // SENSORES CAPACITIVOS
  pinMode(Cap1_sensor, INPUT); //cap 1
  //digitalWrite(Cap1_sensor, HIGH);
  attachInterrupt(Cap1_sensor, ConteoC1, RISING);

  pinMode(Cap2_sensor, INPUT); //cap 2
  //digitalWrite(Cap2_sensor, HIGH);
  attachInterrupt(Cap2_sensor, ConteoC2, RISING);

  // TIVA, ENVIO DE DATA
  pinMode(tiva2_input, INPUT);
  pinMode(tiva3_input, INPUT);

  // EEPROM.write(0, 122);
  // EEPROM
  EEpromInit();

```

```
Serial.print(position);
Serial.print(" ");
Serial.println(data);

for (int a=0; a<EESize; a++)
{
  zz = EEPROM.read(a);
  /* DEBUG eeprom
  Serial.print("EEPROM position: ");
  Serial.print(a);
  Serial.print(" contains ");
  Serial.println(zz);
  */
  //delay(25);
}
Serial.print("terminode conteo");

do
{
  lcd.home ();
  lcd.print("PUSH 1 - INIT");
}
while (digitalRead(PUSH_0)!=HIGH);
  lcd.clear();
}
```

Fuente: Elaboración Propia

En la primera parte, se define las variables globales a utilizar y definir los pines con los nombres, como las que son para el LCD, el relé, comunicación, habilitación de alarma, EEPROM, variables de temporización e incluyendo las variables de tiempo de la cuales son afectadas.

En el SETUP, se configura los pines a utilizar, esta dada como una rutina de un solo ciclo.

Se genera la configuración de los pines, tanto los que se encuentran desarrollados como entradas y salidas, así como también las primeras visualizaciones de las pantallas, también la lectura de la EEPROM, esta se da por la búsqueda de la posición vacía para almacenar la data, luego de haber apretado el botón seleccionado para que desarrolle esta rutina.

Y la pantalla principal que se encuentra en la parte inferior que se encuentra encerrado en la lectura de las pantallas y no avanza a la próxima parte del bucle.

En este apartado se desarrolla el código principal, el cual está encargado del sensado, lectura, guardado, displayado de las variables.

Para el Tiva C, es necesario crear una rutina de muestreo para que displaye las variables, este periodo es de 500 ms, para no interrumpir en el sensado se utilizar el timer para su operación.

El control del displayado está dado por los pulsadores, para que el usuario pueda ver y manejar las variables.

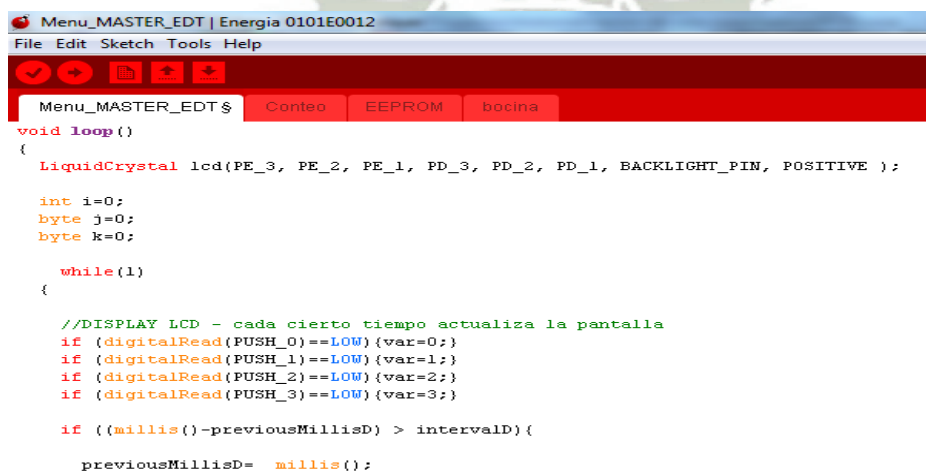
Con el pulsador 1: Se ve las variables contadas en tiempo real. Estos datos dados por las semillas que se van soltando por el sistema mecánico.

Con el pulsador 2: Aquí se ve el espacio disponible y la posición de la información donde se va a guardar. (Dato para el programador)

Con el pulsador 3: Luego de guardar la data se va a visualizar la suma de las semillas que han sido contadas.

Con el pulsador 4: Se almacena la información o data que se va a guardar.

Gráfico N° 21: Software Energía UN.



```
Menu_MASTER_EDT | Energia 0101E0012
File Edit Sketch Tools Help
Menu_MASTER_EDT $ Conteo EEPROM bocina
void loop()
{
  LiquidCrystal lcd(PE_3, PE_2, PE_1, PD_3, PD_2, PD_1, BACKLIGHT_PIN, POSITIVE );

  int i=0;
  byte j=0;
  byte k=0;

  while(1)
  {
    //DISPLAY LCD - cada cierto tiempo actualiza la pantalla
    if (digitalRead(PUSH_0)==LOW){var=0;}
    if (digitalRead(PUSH_1)==LOW){var=1;}
    if (digitalRead(PUSH_2)==LOW){var=2;}
    if (digitalRead(PUSH_3)==LOW){var=3;}

    if ((millis()-previousMillisD) > intervalD){
      previousMillisD= millis();
    }
  }
}
```

```

if (var==0)
{
  lcd.setCursor ( 0, 0 );
  lcd.write("S1:      ");
  lcd.setCursor ( 4, 0 );
  lcd.print (Cap1_cont);

  lcd.setCursor ( 0, 1 );
  lcd.write("S2:      ");
  lcd.setCursor ( 4, 1 );
  lcd.print (Cap2_cont);
}
if (var==1)
{
  lcd.setCursor ( 0, 0 );
  lcd.write("SAVE: POS:  ");
  lcd.setCursor ( 10, 0 );
  lcd.print(position);

  lcd.setCursor ( 0, 1 );
  lcd.write("PUSH4 DAT:  ");
  lcd.setCursor ( 10, 1 );
  lcd.print(data);
}

if (var==2)
{
  int data = EEPROM.read(position);

  lcd.setCursor ( 0, 0 );
  lcd.write("TOTAL SEMILLAS: ");
  lcd.setCursor ( 0, 1 );
  lcd.write("CDT      ");
  lcd.setCursor ( 4, 1 );
  lcd.print (data);
}
if (var==3)
{
  EEpromSave(PUSH_3);
}

```

```
// Lecturas del Sensor 2
if (digitalRead(Cap2_sensor) == LOW )
{
  if (k==0)
  {
    Cap2_cont++;
    k++;
  }

  previousMillisS2 = millis();
  Bocina2('OFF');
}
else if (digitalRead(Cap2_sensor) == HIGH )
{
  k=0;
  if ((millis()-previousMillisS2) > intervaltwo){

    Serial.print(Cap1_cont);
    Serial.print(" ");
    Serial.println(Cap2_cont);

    if (var==0)
    {
      lcd.setCursor ( 10, 1 );
      lcd.write("ERROR");
    }

    Bocina2('ON');
  }
}

// funcion habilitacion rele

if (c_1 == HIGH || c_2 == HIGH || digitalRead(tiva2_input) == HIGH || digitalRead(tiva3_input) == HIGH)
{
  digitalWrite($Sirena,HIGH);
}
else
{
  digitalWrite($Sirena,LOW);
}
}
}
```

Fuente: Elaboración Propia

Software Energia.NU.

Definición de variables de uso.

VARIABLES LOCALES A USAR.

HABILITACIÓN DE BUCLE INFINITO.

DEFINICIÓN DE LÓGICA DE LOS PULSADORES, EN ESTE CASO, USO DEL BUCLE IF.

INICIO DE CONTEO DEL TIMER PARA LA RUTINA DE MUESTREO Y DISPLAYADO.

DEFINICIÓN DE OPERACIÓN DEL PRIMER PULSADOR.

RUTINA DE DISPLAYADO.

DEFINICIÓN DE OPERACIÓN DEL SEGUNDO PULSADOR.

MOSTRAR POSICIÓN VACÍA E INFORMACIÓN DE LA POSICIÓN VACÍA.

DEFINICIÓN DE OPERACIÓN DEL TERCERO PULSADOR.

MUESTRA LA SUMA DE LOS DATOS ES DECIR, LA SUMA DE LAS SEMILLAS POR MÓDULO.

DEFINICIÓN DE OPERACIÓN DEL CUARTO PULSADOR

USA VARIABLE Y GUARDA DATA EN EEPROM.

LECTURA DEL SENSOR 1:

SI SENS A HACER LO SIGUIENTE:

INICIO DE CUENTA, INICIO DEL TIMER, DESHABILITACIÓN DE ALARMA.

SI NO SENS A HACER LO SIGUIENTE:

SI EL TEMPORIZADOR SE DESBORDA.

HABILITA LA BOCINA.

MANDA ERROR EN PANTALLA.

SI POSEEMOS CONEXIÓN SERIAL, ESTE TAMBIÉN MANDA LA LECTURA.

Finalmente las lecturas del sensor 2:

Si sensa hacer lo siguiente:

Inicio de cuenta, inicio del timer.

Deshabilitación de alarma

Si no sensa hacer lo siguiente:

Si el temporizador se desborda.

Habilita la bocina

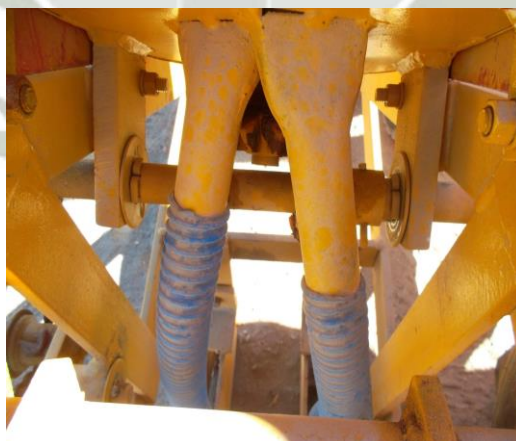
Manda error en pantalla

Juntando las alarmas de este sistema con las alarmas de las lecturas internas. Estas habilitan a la alarma real que es el del relé.

2.12. INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL

Primero se identificó los orificios pro el cual se va a desarrollar la salida de las semillas.

Gráfico N° 22: Instalación del sistema de control



Fuente: Fotografía tomada en la parcela de Centro de Mecanización Agrícola del Estado
AUTODEMA, Irrigación Majes Pedregal

Se desarrolló el sistema de salida de semilla con el sistema de sensado todo junto.

Gráfico N° 23: Sistema de sensado



Fuente: Fotografía tomada en la parcela de Centro de Mecanización Agrícola del Estado
AUTODEMA, Irrigación Majes Pedregal

Proceso de instalación del tablero de control y panel de control.

Gráfico N° 24: Tablero y panel de control



Fuente: Fotografía tomada en la parcela de Centro de Mecanización Agrícola del Estado
AUTODEMA, Irrigación Majes Pedregal

Instalación y conexión de los sensores al tablero y a cada cuerpo de la sembradora.

Gráfico N° 25: Instalación y conexión de sensores



Fuente: Fotografía tomada en la parcela de Centro de Mecanización Agrícola del Estado
AUTODEMA, Irrigación Majes Pedregal

Visualización del tablero de control, luego de ser instalados.

Gráfico N° 26: Tablero de control



Fuente: Fotografía tomada en la parcela de Centro de Mecanización Agrícola del Estado
AUTODEMA, Irrigación Majes Pedregal

Modelo luego de instalar ambas partes.

Gráfico N° 27: Sistema de automatización



Fuente: Fotografía tomada en la parcela de Centro de Mecanización Agrícola del Estado

AUTODEMA, Irrigación Majes Pedregal.

CAPITULO 3: DISEÑO DE LA SEMBRADORA

3.1. DISEÑO DE PRUEBA SOIL BIN

Los problemas que presenta la siembra de maíz en la irrigación Majes son:

- Fallas en la colocación de semillas, debido a piedras que impiden la apertura del surco o el tapado de las semillas.
- Dificultad de verificación de la colocación de las semillas en la línea de siembra

Como consecuencia, se tiene una emergencia desigual de las plantas de maíz (variaciones en la profundidad de siembra), y fallas en la siembra (no emergencia por ausencia de semillas en zonas de siembra).

Para solucionar el problema anterior, se realizarán pruebas a nivel experimental en un módulo de pruebas que permita realizar un análisis detallado de distintos mecanismos de siembra.

Las funciones que debe realizarse en el módulo son:

- Filmar el efecto de distintos mecanismos de siembra, sobre la apertura del surco, colocado de la semilla y cubrimiento de la semilla.
- Variar la profundidad del surco.
- Variar la posición vertical y/o horizontal en los mecanismos.
- Variar el ángulo de ataque de los mecanismos.

El módulo de pruebas puede ser estacionario, como el utilizado en los laboratorios de Silsoe College, Inglaterra. En este caso, se construye una poza con paredes de concreto, la cual se llena con suelo de características de la zona en la que quiere trabajar.

A continuación, se hacen trabajar a los elementos a elevar (abridores de surco, ruedas de compactación, entre otros.) y se miden las variables de interés (uniformidad de profundidad, fuerza de tiro, entre otros.)

Así mismo, pueden elaborarse módulos de prueba móviles, los cuales tienen una estructura similar a los módulos estacionarios para realizar las mediciones, pero en ellos el equipo se desplaza al campo para realizar las mediciones en condiciones reales, lo cual permite obtener resultados más exactos. Otras ventajas son el menor costo inicial (no se construye la poza de concreto), el menor costo de operación (no se necesita transportar y arreglar el suelo en la poza de concreto) y la mayor celeridad ya que pueden probarse diversos tipos de suelo sin necesidad de vaciar y recargar la poza de concreto. Por ello, y por tener los suelos de la irrigación Majes un alto contenido de piedras (estructura que es difícil de recrear en un módulo de pruebas estacionario), se ha decidido diseñar un módulo de pruebas móvil.

El módulo será de acople al enganche de 3 puntos de un tractor agrícola, para facilitar su operación y traslado.

3.2. METODOLOGIA PARA EVALUACION Y SELECCIÓN DE ABRIDORES DE SURCO

Se montó el abridor de surco a evaluar, en la estructura del Módulo de Pruebas. Se acopló el módulo de pruebas al enganche de 3 puntos de un tractor agrícola Valtra 3016, de 80 kW de potencia. Se reguló el módulo y se empezó a abrir un surco de siembra, en un suelo de la zona E de la irrigación Majes. Se trabajó en una distancia de 20 metros, pero sólo se considera la información de los 10 metros centrales (se desecha la información de los 5 metros iniciales y 5 metros finales), por considerarla la más representativa. Se trabajó a una velocidad promedio de 5 km/h, y a una profundidad de 100 mm, en el abridor de

surco. Con el sistema de registro, compuesto de 3 cámaras digitales que permiten filmar la acción del abridor de surco desde 3 vistas (frontal, superior y lateral), se registró el movimiento del suelo. En gabinete se analizó las filmaciones, para determinar:

- Facilidad de mantener la profundidad de siembra establecida.. El abridor debe de construir un surco de profundidad uniforme, independientemente de la condición del suelo o de los obstáculos que pueda encontrar.
- Movimiento del suelo hacia los lados, luego de ser impactado por la parte frontal del abridor.
- Movimiento del suelo hacia el interior del surco, luego de ser liberado por la parte posterior del abridor. Una vez que la semilla ha sido colocada en el suelo, el abridor debe permitir que el suelo retorne hacia el surco, para poder tapar la semilla y asegurar un buen contacto suelo/ semilla.
- Facilidad para manejar la presencia de piedras. Como las piedras son abundantes en la zona, el abridor debe poder retirar las piedras de la zona del surco, para evitar que puedan caer sobre las semillas y dificultar o impedir su emergencia.

La función del abridor de surco permite abrir un surco en el suelo para depositar la semilla a una profundidad adecuada y uniforme.

Se realizó la evaluación de 4 tipos de abridores de surco, considerando las características de operación en la zona, y las recomendaciones de la literatura; se decidió probar los tipos: de disco plano, de disco cóncavo, de reja y de bota (runner)

3.2.1. ABRIDOR DE DISCO PLANO

Es un abridor de un disco. El borde del disco puede ser liso o dentado. El disco se coloca a un ángulo con la dirección de avance para permitir que pueda cortar y desplazar el suelo formando un surco. El abridor emplea un disco de diámetro grande (hasta de 600 mm).

Además del ángulo con respecto al ángulo de avance, se le puede dar un ángulo con respecto a la vertical al suelo.

En el caso de discos que no tengan ángulos con respecto a la dirección o a la vertical, detrás del disco, se coloca una platina que ensancha el suelo cortado y luego una bota que contiene la parte final del tubo de descarga de las semillas y evita que el suelo regrese al surco, antes de haber colocado la semilla. Debido a que el disco mueve el suelo hacia un solo lado, se produce un tiro lateral. Este tiro lateral puede evitarse diseñando una sembradora de manera que la mitad de los discos mueven el suelo hacia un lado y la otra mitad hacia el otro lado opuesto. La semilla se lleva hasta el suelo a través de un tubo de descarga que se coloca detrás de un elemento en forma de cuña, que mantiene abierto el surco. Se construyó un abridor de surco de disco plano, de 250 mm de diámetro y 5 mm de espesor. El disco va montado en un brazo que permite regular el ángulo con respecto a la dirección de avance y su profundidad.

Gráfico N° 28: Disco plano



Fuente: Fotografía tomada en la parcela de Centro de Mecanización Agrícola del Estado AUTODEMA, Irrigación Majes Pedregal

3.2.2. ABRIDOR DE DISCO CONCAVO

Utiliza un disco cóncavo, de diámetro pequeño (250 a 300 mm), que forma un ángulo con respecto a la dirección de avance. Conforme el disco se mueve hacia adelante, el suelo es cortado, desplazado hacia arriba y depositado a un lado del surco. El surco formado tiene una sección transversal con forma de “U”. El ángulo del disco con respecto a la dirección de avance permite colocar un tubo de descarga, cerca del final del disco. El disco protege el tubo de descarga, que lleva la semilla hacia el suelo antes que el suelo regrese al surco.

El diámetro del disco, su concavidad, el ángulo (con la dirección de avance y con la vertical) y la velocidad de avance son los factores que determinan la performance de los abridores de surco.

Se construyó un abridor de surco de disco plano, de 250 mm de diámetro, 5 mm de espesor y con una concavidad de 50 mm. El disco va montado en un brazo que permite regular el ángulo con respecto a la dirección de avance, y su profundidad.

Gráfico N° 29: Disco Cóncavo

Fuente: Fotografía tomada en la parcela de Centro de Mecanización Agrícola del Estado AUTODEMA, Irrigación Majes Pedregal

3.2.3. ABRIDOR DE REJA

Los abridores de reja tienen un ángulo de ataque menor a 90 grados.

Forman un surco al penetrar y desplazar el suelo hacia arriba y afuera, para formar una sección transversal con forma de “V” ó “U” para suelos arenosos, se recomiendan los abridores de reja tipo cuchilla, formados por una hoja con una sección angosta, perpendicular a la dirección de avance, y con un ángulo de ataque de 60 a 70 grados.

Hay una gran diversidad de mecanismos para el colocado de la semilla. La mayoría consiste de un tubo de descarga que entrega la semilla en la parte posterior baja del brazo que soporta la reja. El objetivo del mecanismo es prevenir que el suelo regrese al surco, antes que se haya colocado la semilla.

Se construyó un abridor de surco de reja, con ángulo de ataque de la reja de 45, 90 y 135 grados. El abridor va montado en un brazo que permite regular su profundidad.

Gráfico N° 30:Reja



Fuente: Fotografía tomada en la parcela de Centro de Mecanización Agrícola del Estado AUTODEMA, Irrigación Majes Pedregal

3.2.4. ABRIDOR DE BOTA (RUNNER)

Están formados por una hoja que gradualmente se ancha y luego se divide en dos hacia la parte trasera, para formar una cavidad a través de la que se colocan las semillas. La parte frontal del abridor tiene forma de “V” (sección transversal) y se extiende más abajo que la ancha sección posterior. Cuando el abridor avanza, desplaza el suelo hacia abajo y a los lados, para formar un surco en forma de “V”. Las placas laterales de la parte posterior contienen el suelo para que no regrese al surco antes que la semilla haya sido depositada. La semilla cae y tiende a concentrarse en el fondo del surco, debido a la bien formada sección en “V”. No requiere un mecanismo especial para colocar la semilla. Generalmente se coloca un tubo de descarga que lleva la semilla hacia la zona de entrega en el suelo.

Se construyó un abridor de surco tipo bota, con ángulo de ataque de la reja mayor a 90. El abridor va montado en un brazo que permite regular su profundidad.

Gráfico N° 31: Bota (Runner)



Fuente: Fotografía tomada en la parcela de Centro de Mecanización Agrícola del Estado AUTODEMA, Irrigación Majes Pedregal

3.3. SELECCIÓN DE MEJOR ABRIDOR DE SURCO PARA EL PROYECTO

Para obtener un puntaje final que permita seleccionar el mejor abridor de surco, se evaluaron las 4 características señaladas en el párrafo anterior, y para cada una de ellas se otorgó un puntaje de 0 (deficiente) a 100 (sobresaliente) a cada uno de los abridores.

El abridor de surco con el mayor puntaje, fue el tipo bota o runner.

Los resultados para cada una de las características señaladas anteriormente, son:

Cuadro N°3: Movimiento del suelo

TIPO DE ABRIDOR	Movimiento del suelo hacia los lados , luego de ser impactado por la parte frontal del abridor	PUNTAJE
DISCO PLANO	El suelo no se mueve uniformemente hacia los lados, sobre todo cuando existe rastrojo sobre la superficie del suelo. En esa situación el disco arrastra el suelo hacia adelante, con un efecto tipo bulldozer.	60
DISCO CONCAVO	Al igual que el abridor de disco plano, este tipo de abridor presento problemas con el movimiento del suelo hacia los lados. No se logró conformar un surco adecuado para colocar la semilla.	50
REJA	El abridor movió el suelo hacia los lados, en forma uniforme, desplazando la mayor cantidad de piedras posibles.	95
BOTA	El abridor movió el suelo hacia los lados, en forma uniforme	90

Fuente: Elaboración Propia

La labor realizada por el abridor de reja y el de bota fue muy buena. Los abridores de disco, plano y cóncavo no tienen una buena performance. En particular, el abridor de disco cóncavo no realizaba un buen movimiento del suelo.

Gráfico N° 32: Prueba del abridor de disco cóncavo



Fuente: Fotografía tomada en la parcela de Centro de Mecanización Agrícola del Estado AUTODEMA, Irrigación Majes Pedregal

Los abridores de disco tuvieron problemas para mantener la profundidad, cuando encontraban piedras de tamaño mediano en la zona del surco.

Cuadro N° 4: Facilidad de mantener la profundidad de siembra

TIPO DE ABRIDOR	Facilidad de mantener la profundidad de siembra establecida.	PUNTAJE
DISCO PLANO	Cuando el disco encontraba piedras de tamaño mediano a grande (120 mm o más de diámetro), rodaba sobre las piedras y alteraba la profundidad del surco.	30
DISCO CONCAVO	Similar al caso anterior, el disco tendía a rodar sobre las piedras, con lo cual disminuía la profundidad del surco y consecuentemente la profundidad de siembra.	30
REJA	Como la reja movía las piedras hacia los lados, no se alteraba la profundidad de siembra, incluso con presencia de piedras grandes. Se notó cierta interferencia con la rueda de control de profundidad	86
BOTA	El abridor trabajó en forma similar al abridor de surco de reja, moviendo las piedras hacia los lados y manteniendo la profundidad de siembra.	92

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N° 33 Prueba del abridor de surco tipo reja



Fuente: Fotografía tomada en la parcela de Centro de Mecanización Agrícola del Estado

AUTODEMA, Irrigación Majes Pedregal

Abridor de surco tipo reja en trabajo. La profundidad de siembra se mantiene en forma adecuada, porque mueve las piedras hacia los lados, y no pasa sobre ellas. En la parte baja

se observa la rueda de control de profundidad que ayuda a regular la profundidad de siembra. El abridor tipo reja, cuando la reja tenía un ángulo de ataque de 45 grados fue el que realizó el mejor manejo de la pedregosidad, retirando las piedras de la zona de construcción del surco.

Cuadro N° 5: Manejo de pedregosidad

TIPO DE ABRIDOR	Facilidad para manejar la presencia de piedras	PUNTAJE
DISCO PLANO	Cuando el disco encontraba piedras de tamaño mediano a grande (120 mm o más de diámetro), rodaba sobre las piedras. Las piedras pequeñas si las movía hacia los lados.	72
DISCO CONCAVO	Similar al caso anterior, el disco tendía a rodar sobre las piedras medianas a grandes, y mover las piedras pequeñas.	72
REJA	El ángulo de ataque menor (45 grados) logró un movimiento óptimo de las piedras, las cuales se empujaban hacia los lados del surco en construcción.	98
BOTA	Como el ángulo de ataque era mayor a 90 grados, el abridor no lograba mover las piedras muy grandes, lejos del surco en construcción.	91

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N° 34: Prueba del abridor tipo bota



Fuente: Fotografía tomada en la parcela de Centro de Mecanización Agrícola del Estado

AUTODEMA, Irrigación Majes Pedregal

El abridor tipo bota, como contaba con aletas posteriores, fue el que permitía colocar el suelo hacia los lados del surco (sin alejarlo mucho) para que después pueda regresar fácilmente sobre la semilla.

Cuadro N° 6: Regreso del suelo al interior del surco

TIPO DE ABRIDOR	Movimiento del suelo hacia el interior del surco, luego de ser liberado por la parte posterior del abridor.	PUNTAJE
DISCO PLANO	El suelo retornaba al surco, luego del paso del abridor.	90
DISCO CONCAVO	El suelo retornaba con facilidad al surco, luego del paso del abridor.	90
REJA	El retorno del suelo hacia el surco no era adecuado, no se lograba tener suficiente suelo para un buen tapado de la semilla.	78
BOTA	El retorno del suelo hacia el surco era adecuado, el flujo de retorno del suelo hacia el interior del surco, fue el mejor de los 4 tipos de abridores.	98

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N° 35: Selección del mejor abridor



Fuente: Fotografía tomada en la parcela de Centro de Mecanización Agrícola del Estado AUTODEMA, Irrigación Majes Pedregal

Abridor de surco tipo bota. Obsérvese como el suelo regresa al surco una vez que el abridor ha pasado, lo cual permitirá una buena cobertura de la semilla.

Realizadas las 4 evaluaciones, el orden de mérito de los 4 tipos de abridores de surco es la mostrada en el siguiente cuadro:

Cuadro N° 7: Orden de mérito de los abridores

TIPO DE ABRIDOR	Movimiento Suelo	Profundidad	Pedregosidad	Retorno Suelo	TOTAL
DISCO PLANO	60	30	72	90	252
DISCO CONCAVO	50	30	72	90	242
REJA	95	86	98	78	357
BOTA	90	92	91	98	371

Fuente: Elaboración Propia

El mejor abridor es el de tipo bota. Tiene un comportamiento más regular en las 4 características de operación deseadas.

3.4. CONSIDERACIONES PARA CONSTRUCCIÓN

3.4.1. MUESTREO DE SUELOS

En base a la evaluación en campo, se diseñó los abridores de surco a ser utilizados en el Módulo de Pruebas. Los abridores fueron construidos y probados en campo. Antes de la evaluación, se realizó un muestreo del campo para determinar el esfuerzo interno del suelo. Se utilizó el penetrómetro con punta de $\frac{3}{4}$ "', tomándose 9 lecturas al azar, y realizándose un promedio simple.

Se encontró que el suelo se encontraba suelto hasta 100 mm de profundidad (esfuerzo interno menor a 800 kPa), pero a partir de esta profundidad el esfuerzo interno del suelo es muy alto. Podemos concluir que la cama de siembra tiene un esfuerzo interno adecuado

para la emergencia de la semilla... Es recomendable subsolar el suelo para romper estas capas endurecidas.

3.4.2. DETERMINACIÓN DE ESFUERZOS DE SUELO

Con las pruebas obtenidas se llegó a la determinar los siguientes esfuerzos

Cuadro N° 8: Esfuerzos del suelo

ZONA DEL SUELO	ESFUERZO INTERNO DEL SUELO (KPa)
Zona superior (0 a 50 mm)	261.97
Zona media (50 a 100 mm)	551.52
Zona inferior (mas de 100 mm)	1861.38

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N° 36: Prueba de esfuerzos del suelo



Fuente: Fotografía tomada en la parcela de Centro de Mecanización Agrícola del Estado

AUTODEMA, Irrigación Majes Pedregal

3.5. DISEÑO PRELIMINAR

Para realizar el diseño preliminar de la máquina sembradora de maíz se utilizará el procedimiento sistemático de diseño según la norma VDI 2222 hoja1, la que se inicia con la elaboración de una lista de exigencias (forma de contrato entre el cliente y el diseñador), siguiendo con una secuencia de pasos para determinar la solución de diseño ideal para el problema planteado.

3.5.1. LISTA DE EXIGENCIAS

En este caso se listará las exigencias pedidas en las bases del proyecto presentado por el grupo de investigación y aprobado por el FINCyT (Fondo para la Innovación, la Ciencia y la Tecnología). Así como lo indicado por especialistas, ingenieros de AGROEXIN y operadores de los equipos de sembrado.

Cuadro N° 9: Lista de exigencias

<u>LISTA DE EXIGENCIAS</u>			
PROYECTO		DISEÑO Y CONSTRUCCION DE MÁQUINA SEMBRADORA PARA LA PRODUCCIÓN DE MAIZ EN TERRENOS PEDREGOSOS EN LA IRRIGACION MAJES	
ITEM	EXIGENCIA (E) DESEO (D)	DESCRIPCION	RESPONSABLE
FUNCION PRINCIPAL DEL EQUIPO			
1	E	Sembrar los productos agrícolas necesarios con un rendimiento de 99% de producción.	Giancarlo Cabrera
2	E	Desarrollar una sembradora para maíz con un mecanismo de dosificación, abridor de surco, tapador de surco, rueda, sistema de transmisión y chasis.	Giancarlo Cabrera
3	E	Realizar una sembradora de maíz que permita una eficiencia en la	Giancarlo Cabrera

		colocación de las semillas en la línea de siembra de 97%.	
4	E	Realizar una sembradora de doble hilera con una distancia de separación entre surcos de 0,15 m.	Giancarlo Cabrera
5	E	Tener una profundidad de siembra de 0,03 m y una profundidad de surco de 0,05 cm.	Giancarlo Cabrera
6	E	Regular la distancia entre plantas con un distanciamiento de 0.20 m y una separación de siembra de 1,4 m.	Giancarlo Cabrera
7	E	El equipo deberá cubrir cuatro líneas de siembra dobles o 8 hileras de maíz forrajero en cada pasada.	Giancarlo Cabrera
8	E	Contará con un sistema de automatización, el que permitirá el conteo de semillas y mostrará la información en una pantalla.	Giancarlo Cabrera
9	D	Tendrá una alarma la que indicara si no se detecta la caída de semilla.	Giancarlo Cabrera
ENERGIA			
10	E	Tener como fuente la energía la batería del tractor para el encendido de la pantalla en el sistema de automatización.	Giancarlo Cabrera
11	D	Emplear la energía cinética del tractor cuando este arrastre la máquina sembradora.	Giancarlo Cabrera
ERGONOMIA			
12	D	El operador debe ser capaz de acoplar la máquina al tractor sin problemas, sin realizar un mayor esfuerzo ni desgaste físico.	Giancarlo Cabrera
13	D	Contar con elementos que tengan contacto con el cuerpo del operario debe ser de diseño ergonómico.	Giancarlo Cabrera
USO			
14	D	Debe ser de operación sencilla sin requerir instructivos ni especialización técnica.	Giancarlo Cabrera
15	D	Debe ser un equipo que pueda ser desplazado a una velocidad de avance constante por cualquier tipo de terreno destinado al sembrado de maíz.	Giancarlo Cabrera

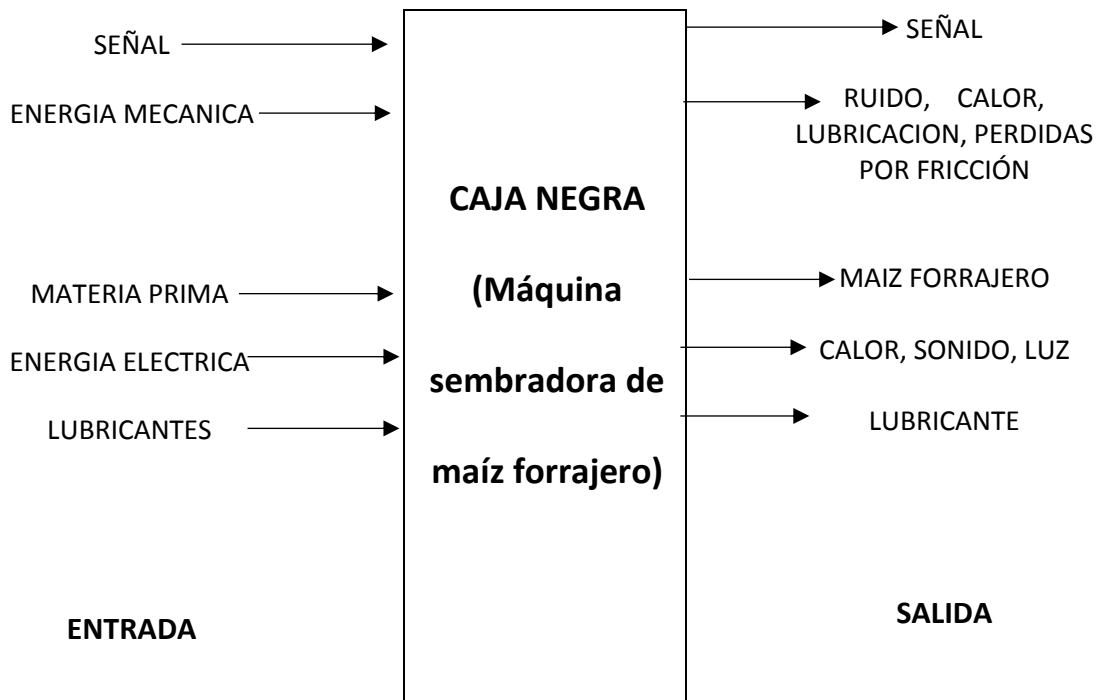
TRANSPORTE			
16	E	Su transporte debe ser posible de montar en cualquier tractor convencional de nuestro medio.	Giancarlo Cabrera
FABRICACION			
17	D	Debe ser posible en un taller local con materiales disponibles en el mercado	Giancarlo Cabrera
PESO			
18	E	Cada tolva debe de tener una capacidad de 30 kg de semilla de maíz.	Giancarlo Cabrera
ENSAMBLAJE			
19	D	El equipo debe ser totalmente desarmable sin necesidad de herramientas especiales.	Giancarlo Cabrera
MANTENIMIENTO			
20	D	Debe ser únicamente tareas periódicas de limpieza, lubricación e inspección.	Giancarlo Cabrera

Fuente: Elaboración Propia

3.5.2. ESTRUCTURA DE FUNCIONES (CAJA NEGRA)

En esta etapa del diseño debemos analizar las entradas y salidas que tendrá que tener nuestro equipo. Es decir, la función general que realizara, se asume a la caja negra como una abstracción del equipo a diseñar, en este caso nuestra sembradora de maíz.

Gráfico N° 37: Abstracción de la caja negra



Fuente: Elaboración Propia

Caja Negra: **Máquina de sembradora de maíz forrajero.**

- **ENTRADA:**

Señal: Señal de accionamiento para encender el equipo.

Energía: Energía cinética y eléctrica suministrada por el tractor.

Material: Semillas de maíz, aptas para el sembrado.

- **SALIDA**

Señal: Señal de accionamiento para el funcionamiento del equipo.

Energía: vibraciones, energía eléctrica y energía cinética.

Material: Semillas de maíz forrajero.

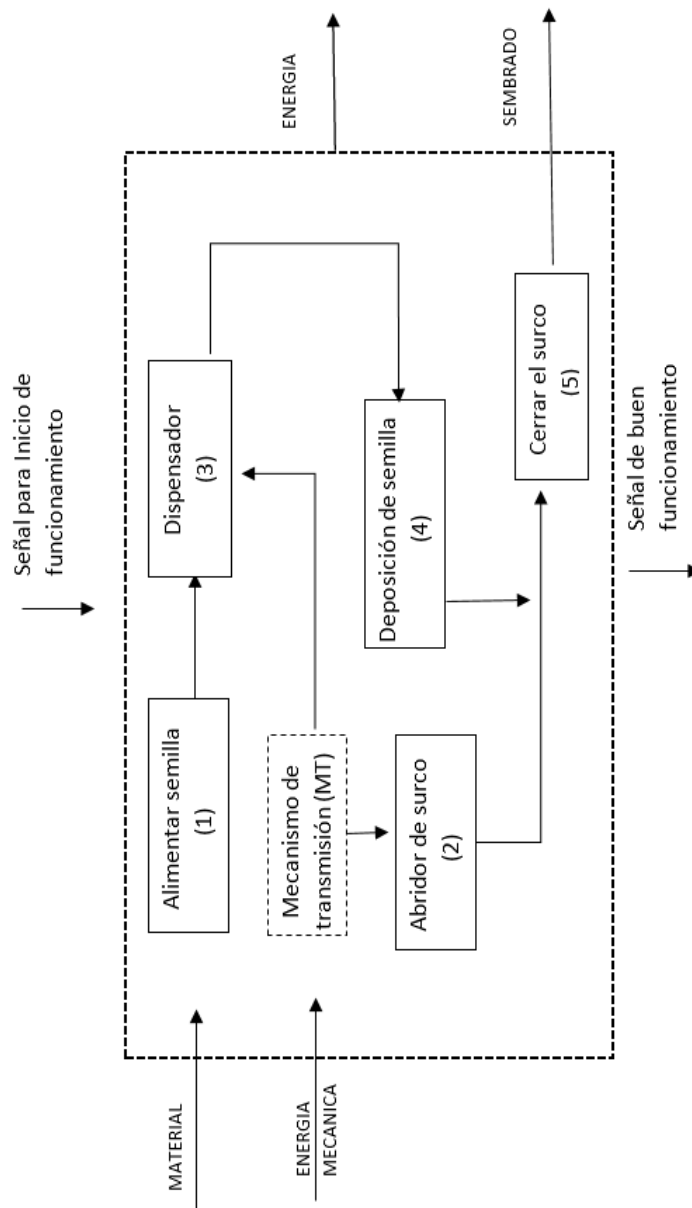
3.5.2.1. PROCESOS TECNICOS

La secuencia de operaciones será la siguiente:

- Alimentar semilla en la tolva.
- Abrir el surco.
- Impulsar la semilla con el dispensador.
- Deposición de la semilla en los surcos
- Cerrar el surco y cubrir la semilla.






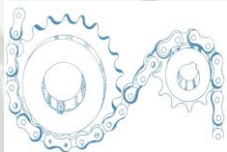


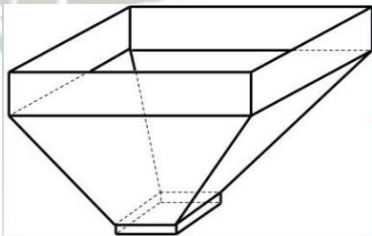
Gráfico N° 38: Estructura de funciones generales




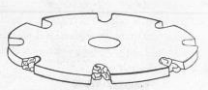







Fuente: Elaboración Propia

3.5.2.2. MATRIZ MORFOLOGICA

Cuadro N° 10 Matriz morfológica

TAREA	ALTERNATIVAS DE DISEÑO		
<p>Tipo de desplazamiento</p>	 <p>Por rueda con neumático</p>	 <p>Por rueda metálica</p>	 <p>Suspendido</p>
<p>Mecanismo de transmisión</p>	 <p>Sistema de cadenas</p>	 <p>Sistema de fajas</p>	 <p>Sistema de engranajes</p>
<p>Contenedor de semillas</p>	 <p>Tolva</p>		

<p>Abrir surcos</p>	 <p>Bota</p>	 <p>Disco cóncavo</p>	 <p>Disco plano</p>
<p>Dosificar la semilla</p>	 <p>Dispensador</p>	 <p>Inyector</p>	 <p>Tornillo sin fin</p>
<p>Cerrar el surco, cubrir la semilla y comprimir el suelo</p>	 <p>Rodillo</p>	 <p>Rejilla</p>	 <p>Rastrillo</p>

OPCION 3

OPCION 1

OPCION 2

OPCION 4

Fuente: Elaboración Propia

• **Evaluación:**

Del estudio realizado de los discos abridores de surcos se ha definido ya el de tipo bota, por lo que descartamos los demás.

De las opciones presentadas

- **Concepto 1: Rueda metálica -Sistema de cadena- Tolva –Disco cóncavo– Inyector – Rejilla.**

El empleo de la rueda metálica favorece el desplazamiento en el suelo pero implica un alto desgaste por la fricción, el uso de cadenas favorece la transmisión de potencia y en la adaptabilidad de la máquina al suelo ya que este se puede regular, el uso del disco cóncavo no permite la apertura del surco adecuado para la siembra, en caso de encontrar piedras de dimensión considerable la rejilla arrastrara las piedras. Por lo que descartamos este concepto

- **Concepto 2: Rueda neumática -Sistema de faja- Tolva –Disco plano– Tornillo sin fin – Rastrillo**

Si utilizamos una rueda neumática solucionamos el tema de fricción a comparación de la rueda metálica , un sistema de transmisión por faja no permite la adaptabilidad de la máquina a la superficie del suelo ,el uso del disco no favorece la apertura del surco para la siembra del maíz , el empleo de un tornillo sin fin para dosificar la semilla cada 0.2m implica fabricar un tornillo de dimensiones muy pequeñas, el uso de un rastrillo no permite un cierre del surco ni una compresión en el suelo. Por lo que descartamos este concepto.

- **Concepto 3: Suspendido – Sistema de engranajes – Tolva – Disco plano – dispensador – Rodillo**

Si toda la máquina estuviese suspendida en el tractor se debería adicionar un sistema adicional de acople que permita accionar el dispensador de semillas, el sistemas de engranajes son para mecanismos cortos, el uso de rodillo proporcionaría un cierre al surco

con presión, descartamos este concepto por el uso de sistema de engranajes y el disco plano.

- **Concepto 4: Rueda neumática -Sistema de cadenas - Tolva -Bota– Dispensador – Rodillo.**

El empleo de la rueda favorece el desplazamiento en el suelo y evita la fricción en el caso de que fuese una rueda de metálica, el uso de cadena como elemento de transmisión permite la adaptabilidad de la máquina al suelo ya que este permite su regulación, el uso de rodillo si favorece al cierre del surco y su compactación, el dispensador favorece la caída la semilla sin dañarla y regulando su separación, el abridor de bota permite la apertura del surco adecuado para la siembra.

De los arreglos planteados se ha escogido el concepto N° 4.

3.5.3. ANTECEDENTES:

La empresa solicitante dio como los siguientes alcances que debe cumplir la máquina a diseñar.

- Velocidad del tractor : 8 Km/h
- Distancia entre semillas: 0,2 m
- Profundidad de siembra : 0,03 m
- Capacidad del contenedor de semillas: 30Kg por sembradora
- Cantidad de sembradoras: 4 und por tractor.
- Distancia entre líneas: 0,15 m

- Profundidad del surco: 0,05 m
- Separación entre siembra: 1.4m

La máquina a diseñar deben realizar las siguientes operaciones:

- Abrir surcos para el depósito de la semilla a una profundidad adecuada.
- Dosificar la semilla
- Cerrar el surco, cubrir la semilla y comprimir el suelo alrededor de la semilla.

3.5.3.1. CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL

Las características físicas de los granos de maíz dependen de la variedad (genotipo) y de las condiciones ambientales (humedad y temperatura) durante su desarrollo. El conocimiento de las propiedades físicas, químicas y de transporte de los granos, y su relación con el contenido de humedad son indispensables para el adecuado diseño del equipamiento para el manejo, transporte y acondicionamiento de los granos.⁶

3.5.3.1.1. CARACTERÍSTICAS DE LA SEMILLA

El diseño de la máquina está destinada para el sembrado de maíz siendo sus características de este como material las siguientes.

⁶ *ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y DE LA CINÉTICA DE SECADO DE GRANOS DE MAÍZ DURO*; Matías R. Ordoñez, María C. Gely, Ana M. Pagano; Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNICEN), CICPBA (Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires)

Cuadro N° 11: Característica de semilla de maíz

Material :Semilla de maíz	
Tamaño grano	10 –13 mm
Temperatura Ambiente	25 C°
Densidad aparente	801 kg/m ³
Corrosividad	No corrosivo
Fluidez	Alta
Angulo de Reposo	24.7
Friabilidad	No tiende a hacer grumos

Fuente: Elaboración Propia

3.6. MEMORIA DE CÁLCULO

3.6.1. DATOS DE ENTRADA

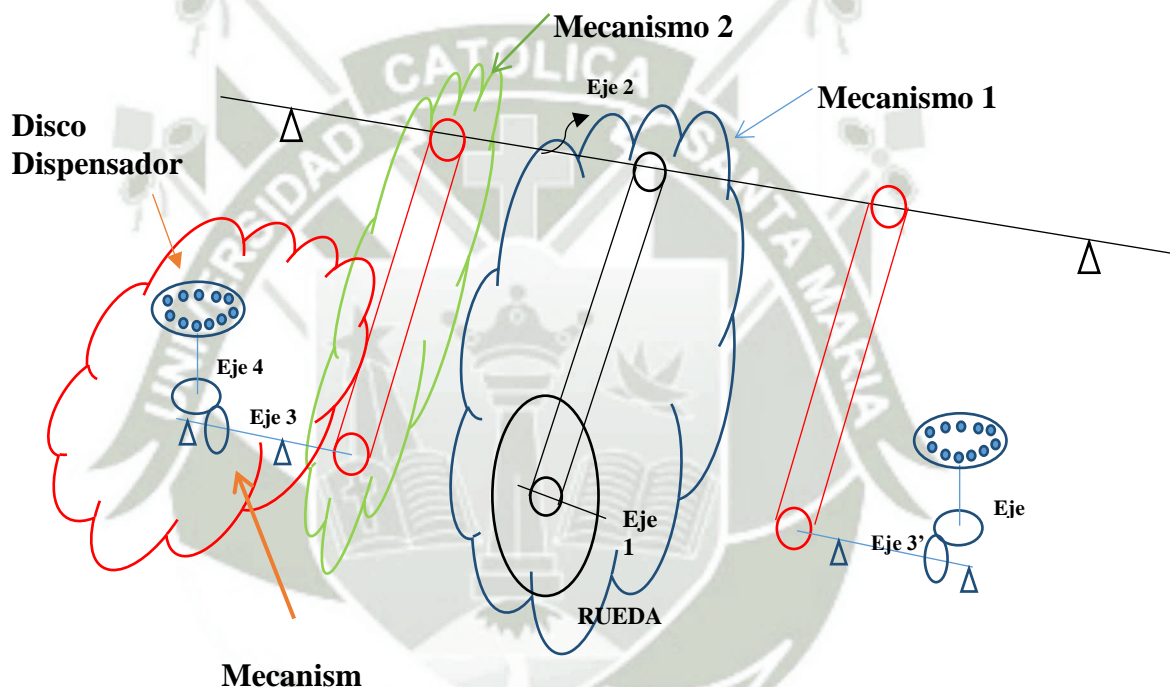
- Peso de la maquinaria: 152,6 Kg
- Peso del maíz: 30,0 Kg
- Peso Total: 182,6 Kg
- Velocidad del tractor 8 Km/h 2,22 m/s
- Espaciamiento entre semillas: 0,2 m

3.6.2. DISEÑO DE MECANISMOS

La máquina está compuesta por 4 sembradores (4 módulos) de las cuales cada 2 de estas son accionadas por una rueda.

Para evaluar y calcular los mecanismos que interactúan en la máquina se ha dividido en 03 mecanismos.

Gráfico N° 39: Mecanismo de la máquina sembradora



Fuente: Elaboración Propia

- **Descripción:**

La máquina al ser remolcada y la rueda en contacto con el suelo empieza a transmitir potencia del eje 1 al eje 2 a través de una cadena, donde por medio de engranajes accionan los discos dispensadores, con la finalidad de dejar pasar la semilla contenida en la tolva

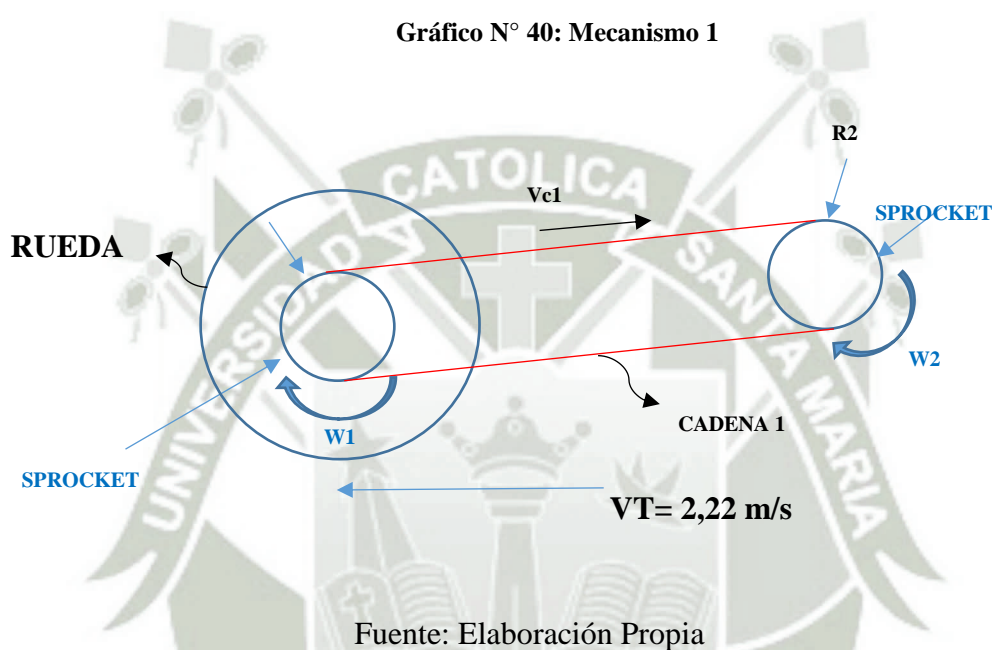
hacia el surco que es abierto por los abridores antes de que la semilla caiga para luego depositarla y posteriormente enterrada concluyendo la siembra.

3.6.2.1. CALCULO DE VELOCIDADES

Evaluamos las velocidades de los mecanismos planteados:

3.6.2.1.1. MECANISMO 1

Gráfico N° 40: Mecanismo 1



V_T : Velocidad Tangencial (tractor)

W_1 : Velocidad angular en el eje 1

V_{C1} : Velocidad de la cadena 1

D_1 : 0,84 m Diámetro de la llanta

- Asumiendo para una cadena de 1/2" de paso, ANSI 40 preseleccionamos con siguientes Sprocket .

Sprocket 1 Z_1 : 15 dientes D_{p1} : 61,08 mm

Sprocket 2 Z_2 : 23 dientes D_{p2} : 93,27 mm

Sprocket 3 Z_3 : 18 dientes Dp_3 : 73, 14 mm

Sprocket 4 Z_4 : 18 dientes Dp_4 : 73, 14 mm

- **VELOCIDAD TRANSMITIDA**

Calculamos la velocidad angular en el eje 1, siendo:

$$W_1 = \frac{V_T}{D_1/2} = \frac{2,22}{0,42}$$

$W_1 = 5,286 \text{ rad/s}$ Respuesta 01

$W_1 = 50,48 \text{ RPM}$ Respuesta 02

Obtenida la velocidad angular calculamos la velocidad tangencial de la cadena V_{c1} .

$$5,286 = \frac{V_{c1}}{Dp_1/2}$$

$$5,286 = \frac{V_{c1}}{0,03054}$$

$V_{c1} = 0,1614 \text{ m/s}$ Respuesta 03

Luego procedemos a calcular la velocidad angular en el eje 2.

$$W_2 = \frac{V_{c1}}{R_2}$$

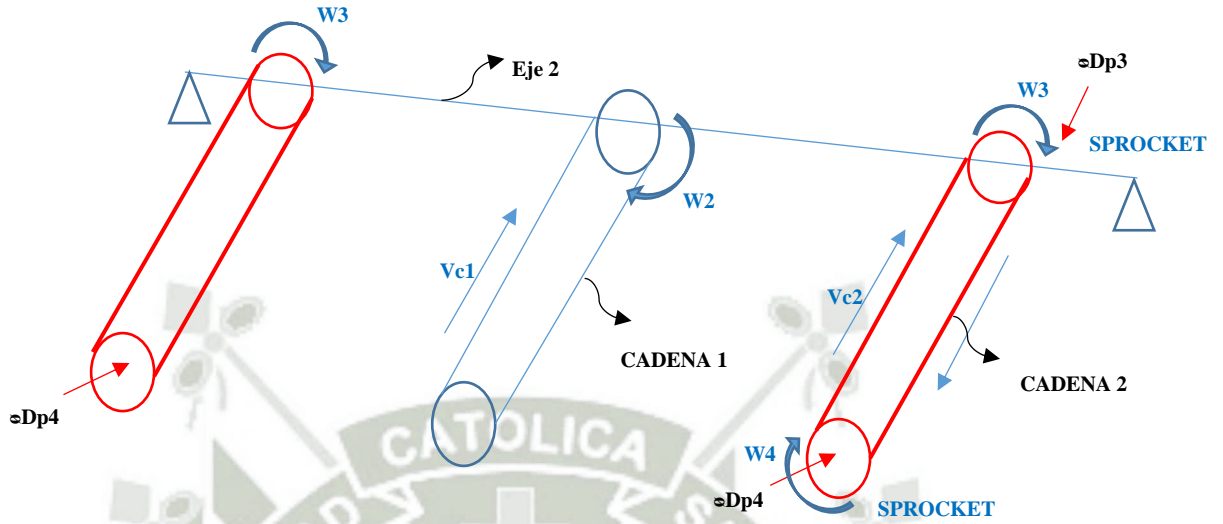
$$W_2 = \frac{0,1614}{0,09327/2}$$

$W_2 = 3,4609 \text{ rad/s}$ Respuesta 04

$W_2 = 33,05 \text{ RPM}$ Respuesta 05

3.6.2.1.2. MECANISMO 2

Gráfico N° 41: Mecanismo 2



Fuente: Elaboración Propia

Se considera los siguientes datos:

$$D_{p3} = D_{p4} = 73,14\text{mm}$$

$$W_2 = W_3 \quad \text{por estar contenidos en el mismo eje.}$$

$$W_2 = 3,4609 \text{ rad/s (De la Respuesta 4).}$$

$$W_3 = 3,4609 \text{ rad/s Respuesta 06}$$

Se calcula la velocidad tangencial de la cadena 2:

$$W_2 = \frac{V_{c2}}{D_{p3}/2}$$

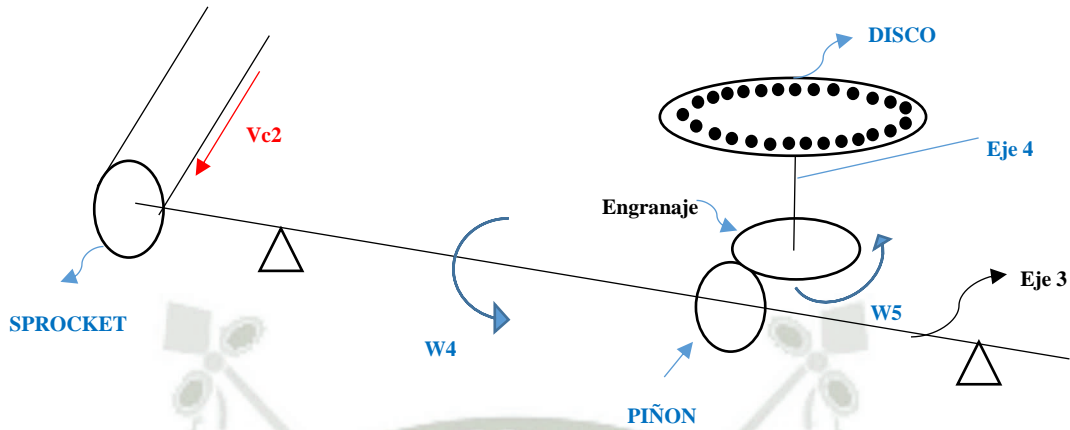
$$3,4609 = \frac{V_{c2}}{D_{p3}/2}$$

$$V_{c2} = 3,4609 \times 0,03657$$

$$V_{c2} = 0,1265 \text{ m/s Respuesta 07}$$

3.6.2.1.3. MECANISMO 3

Gráfico N° 42: Mecanismo 3



Fuente: Elaboración Propia

Datos asumidos

Engrane $Z = 10$ dientes

Piñón $Z = 10$ dientes

$D_{pg} = D_{pp}$ diámetros primitivos del engrane y piñón

$D_{pg} = 2$ pulg = 50,8 mm

Como los Sprocket 03 y 04 tienen los mismos diámetros primitivos entonces $W_3 = W_4$

$W_3 = 3,4609$ rad/s

$W_4 = 3,4609$ rad/s Respuesta 08

Se procede a calcular la velocidad tangencial V_{T3}

$$W_4 = \frac{V_{T3}}{D_p/2}$$

$$3,4609 = \frac{V_{T3}}{0.0508/2}$$

$$V_{T3} = 0,0879 \text{ m/s} \quad \text{Respuesta 09}$$

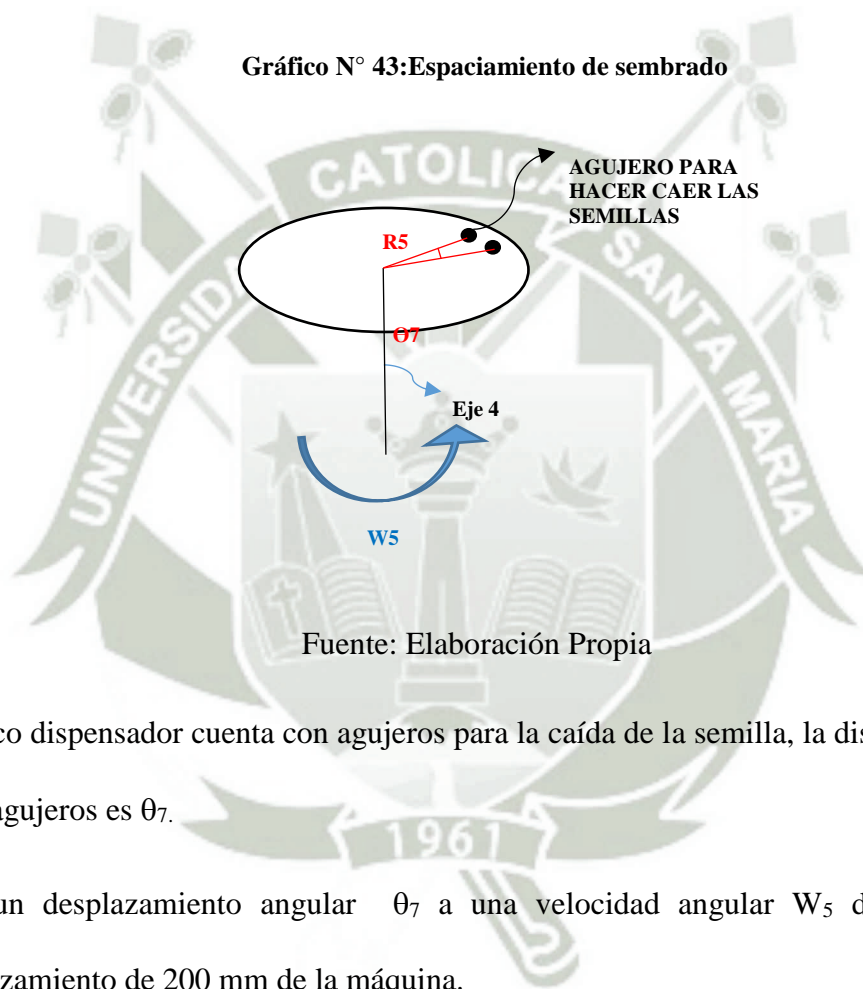
Obtenido la velocidad tangencial V_{T3} calculamos la velocidad angular W_5 en el eje 4

$$W_5 = \frac{V_{T3}}{D_{pg}/2} = \frac{0,0879}{0,0508/2}$$

$$W_5 = 3,4609 \text{ rad/s} \quad \text{Respuesta 10}$$

3.6.2.2. CALCULO DEL ESPACIAMIENTO DE SEMBRADO

Gráfico N° 43: Espaciamiento de sembrado



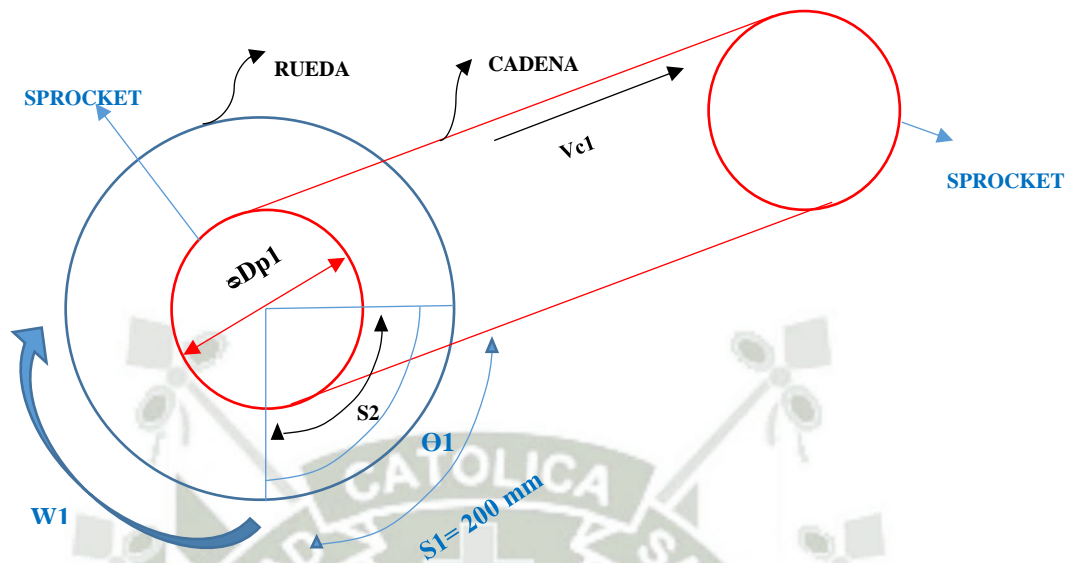
Fuente: Elaboración Propia

El disco dispensador cuenta con agujeros para la caída de la semilla, la distancia angular entre agujeros es θ_7 .

Para un desplazamiento angular θ_7 a una velocidad angular W_5 debe haber un desplazamiento de 200 mm de la máquina.

3.6.2.2.1. MECANISMO 1

Gráfico N° 44: Espaciamiento de sembrado mecanismo 1



Fuente: Elaboración Propia

De los datos anteriores

$$D_1 = 0,84 \text{ m} \quad (\text{Diámetro de la llanta})$$

$$W_1 = 5,286 \text{ rad/s} \quad (\text{De la Respuesta 01})$$

$$R_1 = 0,42 \text{ m} \quad (\text{Radio de la llanta})$$

$$D_{p1} = 0,06108 \text{ m} \quad (\text{Diámetro primitivo del Sprocket 01})$$

Se calcula el ángulo de desplazamiento θ_1

$$S_1 = \theta_1 \times R_1$$

$$\theta_1 = \frac{S_1}{R_1}$$

$$\theta_1 = \frac{0,2}{0,42}$$

$$\theta_1 = 0,476 \text{ rad} \quad \text{Respuesta 11}$$

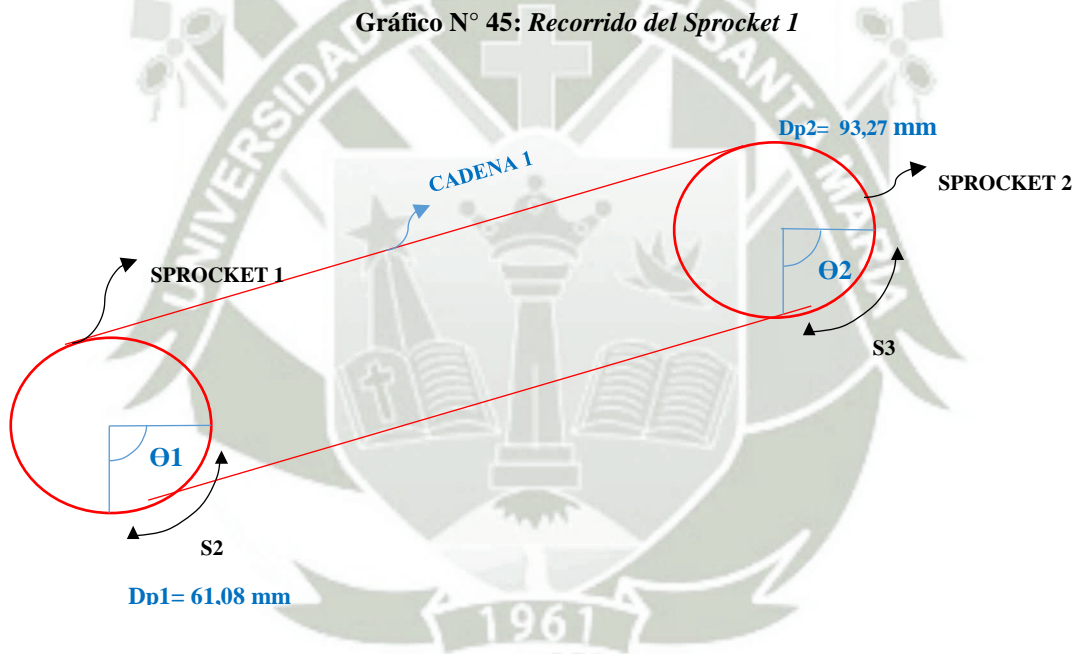
Obtenido el ángulo θ_1 se calcula el desplazamiento S_2

$$S_2 = \theta_1 \times \frac{Dp1}{2}$$

$$S_2 = 0,476 \times \frac{0,06108}{2}$$

$$S_2 = 0,0145 \text{ m} \quad \text{Respuesta 12}$$

Para un recorrido de Arco de $S_1 = 0,2 \text{ m}$ de la rueda, el Sprocket 01 recorre un arco $S_2 = 0,0145 \text{ m}$.



Fuente: Elaboración Propia

Si el Sprocket 1 recorre $0,0145 \text{ m}$, el Sprocket 2 debe recorrer lo mismo por estar conectados por la misma cadena.

$$S_2 = S_3$$

$S_2 = 0,0145 \text{ m}$ (de la Respuesta 12)

Se procede a calcular el ángulo de desplazamiento θ_2

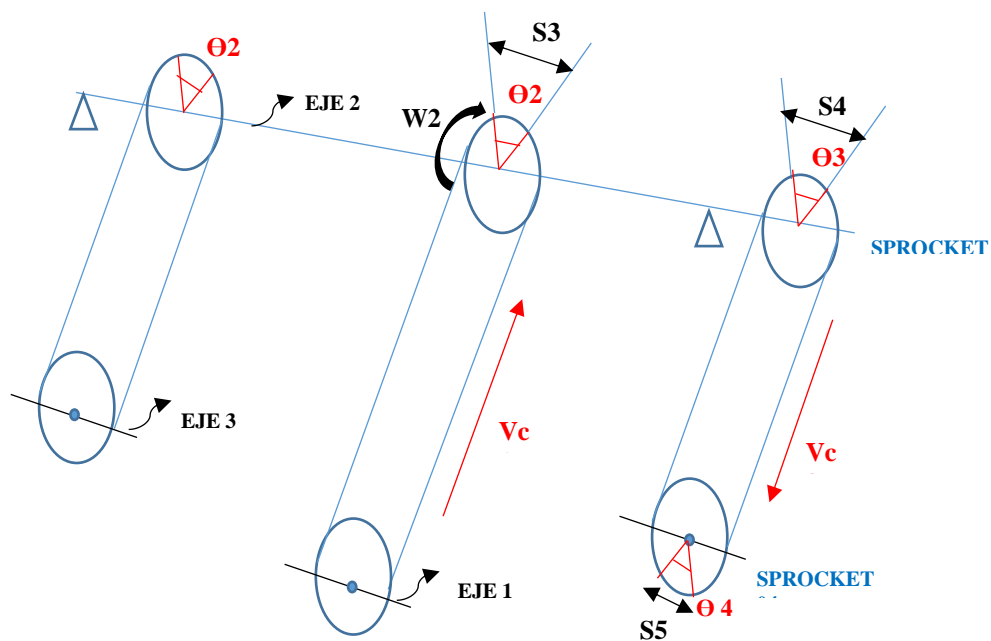
$$S_3 = \theta_2 \times \frac{D_{p2}}{2}$$

$$0,0145 = \theta_2 \times \frac{0,09327}{2}$$

$\theta_2 = 0,3109 \text{ rad}$ Respuesta 13

3.6.2.2.2. MECANISMO 2

Gráfico N° 46: Espaciamiento de sembrado mecanismo 2



Fuente: Elaboración Propia

Donde

$$S_3 = 0,0145 \text{ m}$$

$$D_{p2} = 0,09327 \text{ m}$$

$$D_{p3} = 0,07314 \text{ m}$$

$$D_{p4} = 0,07314 \text{ m}$$

El ángulo desplazamiento θ_2 será igual al ángulo desplazamiento θ_3 por estar contenidos en el mismo eje con esta igualdad obtendremos el arco S_4 .

$$\theta_2 = \theta_3$$

$$\frac{S_3}{D_{p2}/2} = \frac{S_4}{D_{p3}/2}$$

$$S_4 = 1,137 \cdot 10^{-2} \text{ m}$$

$$S_4 = 0,01137 \text{ m} \quad \text{Respuesta 14}$$

Como los diámetros primitivos D_{p3} y D_{p4} son iguales el recorrido también será el mismo.

$$S_4 = S_5 \rightarrow \text{mismo recorrido}$$

$$S_5 = 1,137 \cdot 10^{-2} \text{ m} \quad \text{Respuesta 15}$$

Obtenido el arco S_5 se calcula el ángulo de desplazamiento θ_4 .

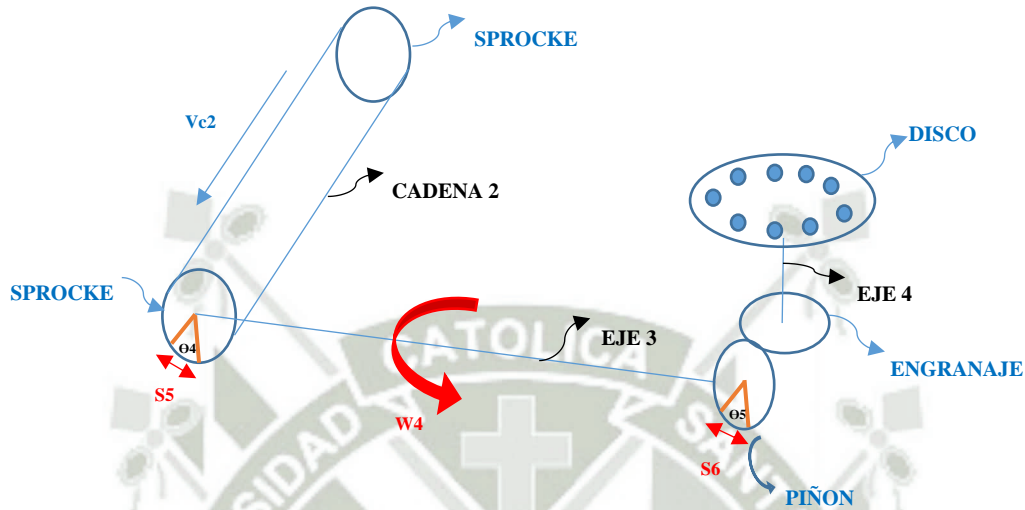
$$S_5 = \theta_4 \times \frac{D_{p4}}{2}$$

$$S_5 = 0,01137$$

$\theta_4 = 0,3109 \text{ rad}$ **Respuesta 16**

3.6.2.2.3. MECANISMO 3

Gráfico N° 47: *Espaciamiento de sembrado mecanismo 3*



Fuente: Elaboración Propia

Donde $\theta_4 = \theta_5$ por estar contenidos en el mismo eje $0,3109 \text{ rad}$.

$\theta_5 = 0,3109 \text{ rad}$ **Respuesta 17**

Con los siguientes datos se calcula el arco S_6 .

$$S_5 = 0,01137 \text{ m (de la Respuesta 15)}$$

$$D_{p4} = 0,07314 \text{ m (Diámetro primitivo del Sprocket 4)}$$

$$D_{pp} = 0,0508 \text{ m (Diámetro primitivo del piñón)}$$

$$\frac{S_5}{D_{p4}/2} = \frac{S_6}{D_{pg}/2}$$

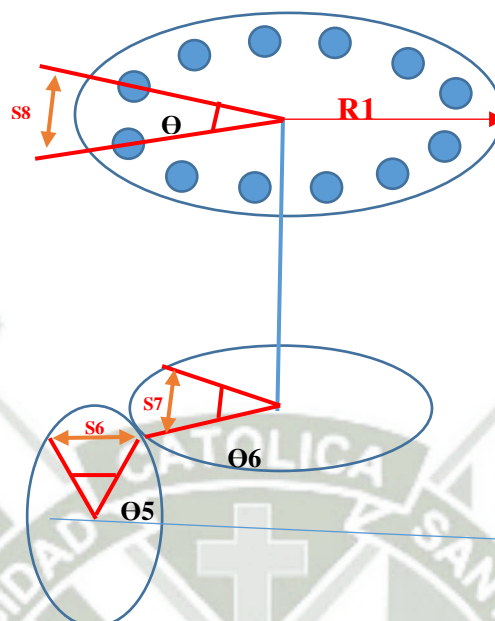
$$\frac{0,01137}{0,07314/2} = \frac{S_6}{0,0508/2}$$

$$S_6 = 7,897 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$S_6 = 0,0079 \text{ m}$$

Respuesta 18

Gráfico N° 48: Arco s_6



Fuente: Elaboración Propia

Como

$$D_{pg} = D_{pp}$$

$S_6 = S_7$ y $\theta_6 = \theta_7$ por tener los mismos diámetros primitivos.

Entonces:

$$S_7 = 7,897 \times 10^{-3} \text{ m} \quad \text{Respuesta 19}$$

Se procede a calcular θ_7

$$\theta_7 = \frac{S_7}{D_{pg}/2}$$

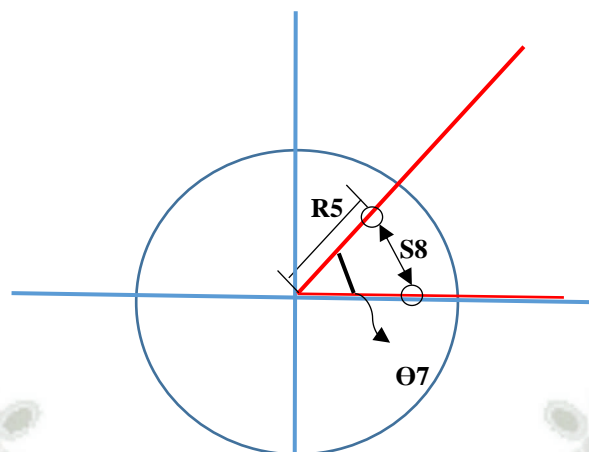
$$\theta_7 = 0.3109 \text{ rad}$$

Respuesta 20

PARA EL DISCO DISPENSADOR:

$$S_8 = R_5 \cdot \theta_7$$

Gráfico N° 49: Disco dispensador



Fuente: Elaboración Propia

Donde S_8 es la separación de arco entre agujeros espaciados cada θ_7 rad., por lo que θ_7 lo acercamos a múltiplo de π en una revolución para fraccionar en un numero entero el disco.

n_a = número de agujeros.

$$\frac{2\pi}{\theta_7} = n_a$$

$$\frac{2\pi}{0,3109} = n_a$$

$$n_a = 20,2 \text{ agujeros}$$

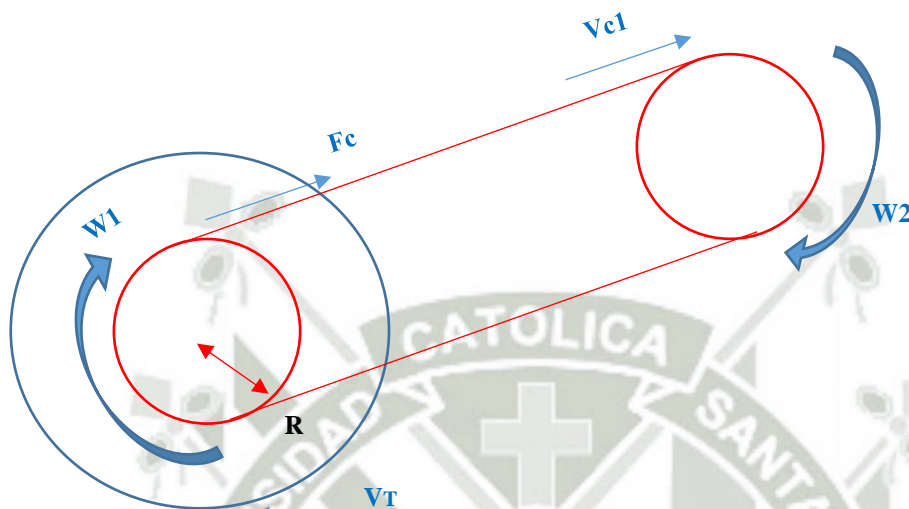
Se redondea al entero más cercano

$$n_a = 20 \text{ agujeros}$$

3.6.2.3. CALCULO DE ELEMENTOS DE LA MÁQUINA

3.6.2.3.1. Calculo de potencia en la cadena

Gráfico N° 50: Potencia de la cadena



Fuente: Elaboración Propia

Datos de entrada

$$V_{C1} = 0,1614 \text{ m/s}$$

$$D_{p1} = 0,06108 \text{ m}$$

$$W_1 = 5,286 \text{ rad/seg}$$

Se procede a calcular la potencia para la rueda.

$$P = M \cdot W_1$$

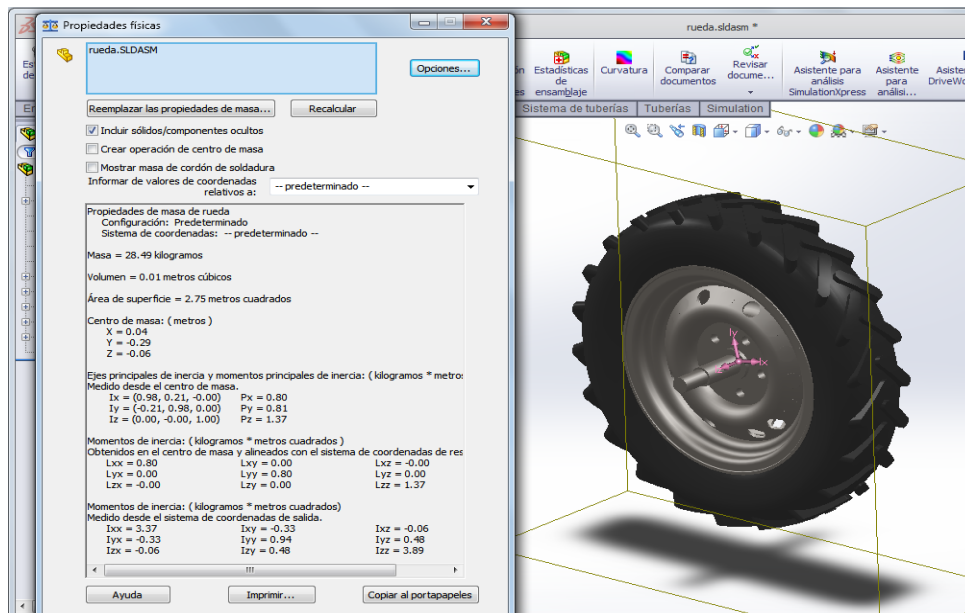
$$P = F_c \times \frac{D_{p1}}{2} \times W_1$$

$$P = F_c \times \frac{0,06108}{2} \times 5,286$$

$$T = I \times W \quad T = F \times d$$

Del software SAP 2000 obtenemos el momento de inercia de la rueda

Gráfico N° 51: Momento de inercia de la rueda



Fuente: Elaboración Propia

$$I = 0,8 \text{ Kg} \cdot \text{m}^2$$

$$T = 0,8 \times 5,286 = F_1 \times \frac{0,06108}{2}$$

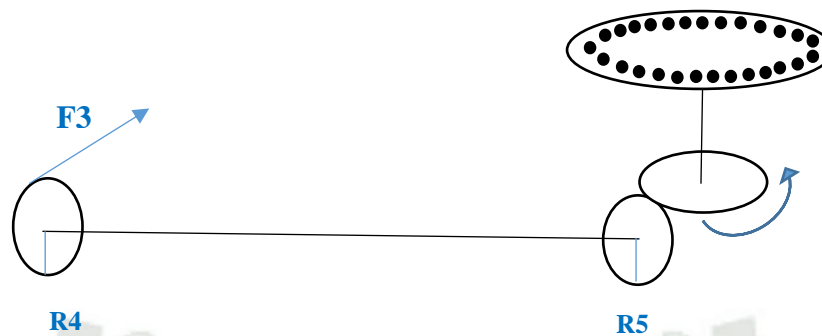
$$F_1 = 138,47 \text{ N}$$

$$F_1 = 31,13 \text{ lbf}$$

Respuesta 21

3.6.2.3.2. CALCULO DE LA POTENCIA EN EL DISCO

Gráfico N° 52: Potencia en el disco



Fuente: Elaboración Propia

Del software SAP 2000 obtenemos el momento de inercia del disco dispensador.

$$I = 0,00229 \text{ Kg. m}^2$$

$$W_5 = 3,547 \text{ rad/s}$$

$$D_{p4} = 0,07314 \text{ mm}$$

$$T = 0,00229 \times 3,547$$

$$T = 8,12 \times 10^{-3}$$

$$F_4 \times \frac{0,07314}{2} = 8,12 \times 10^{-3}$$

$$F_4 = 0,21 \text{ N. Respuesta 22}$$

Para hallar la fuerza F_3 igualamos los torques

$$8,12 \times 10^{-3} = F_3 \times \frac{0,06108}{2}$$

$$F_3 = 0,266 \text{ N Respuesta 23}$$

Luego calculamos la fuerza F_2

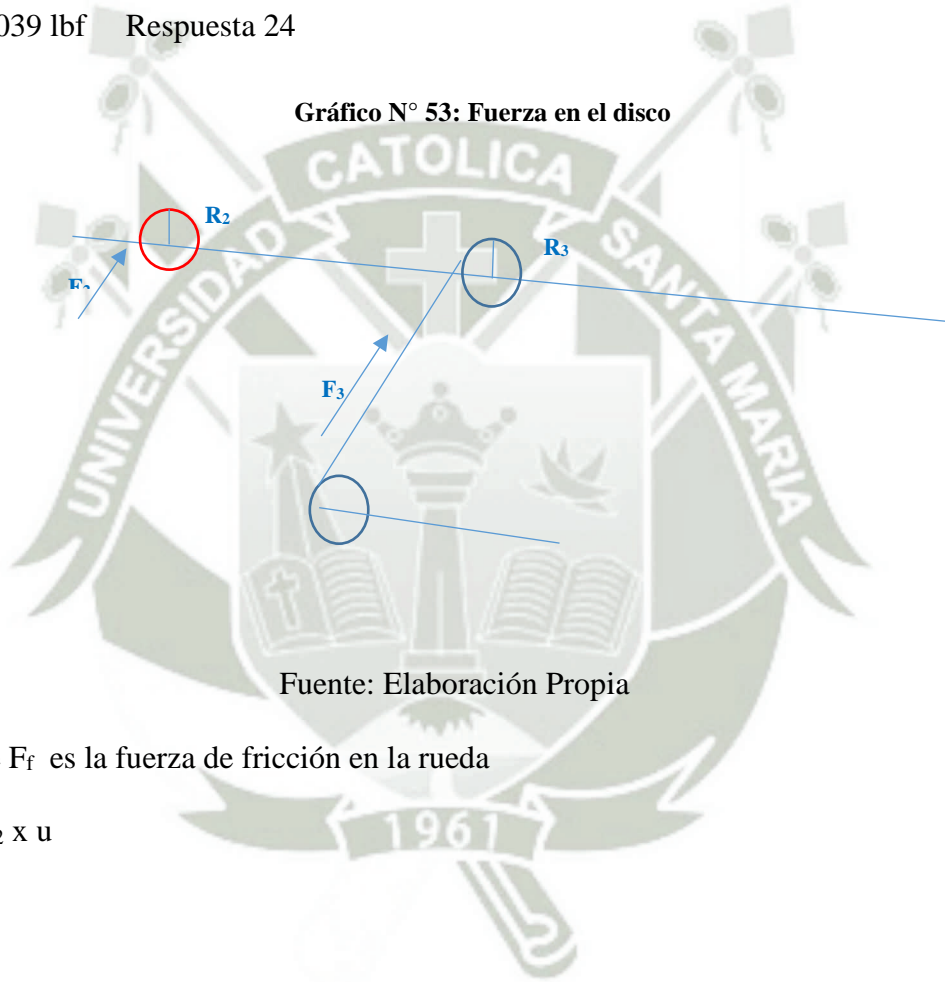
$$F_3 \times \frac{Dp3}{2} = F_2 \times \frac{Dp2}{2}$$

$$0,26 \times \frac{0,06108}{2} = F_2 \times \frac{0,09327}{2}$$

$$F_2 = 0,174 \text{ N}$$

$$F_2 = 0,039 \text{ lbf} \quad \text{Respuesta 24}$$

Gráfico N° 53: Fuerza en el disco



Fuente: Elaboración Propia

Donde F_f es la fuerza de fricción en la rueda

$$F_f = R_2 \times u$$

Cuadro N° 12: Coeficiente de fricción

MATERIAL 1	MATERIAL 2	μ estático	μ dinámico	μ rodadura
Neumático viejo	asfalto seco		0.4 – 0.6	
Neumático viejo	asfalto mojado		0.3 – 0.4	
Neumático nuevo	asfalto seco		0.7 – 0.9	
Neumático nuevo	asfalto mojado		0.4 – 0.6	
Neumático viejo	Hormigón seco		0.4 – 0.6	
Neumático viejo	Hormigón mojado		0.3 – 0.4	
Neumático nuevo	Hormigón seco		0.7 – 0.9	
Neumático nuevo	Hormigón mojado		0.4 – 0.6	
Neumático viejo	Barro		0.1	
Neumático nuevo	Barro		0.2	
Neumático viejo	Tierra dura		0.3	
Neumático nuevo	Tierra dura		0.4	
Neumático viejo	Hielo		0.08	
Neumático nuevo	Hielo		0.1	
Metal (carrocería)	Asfalto		0.2 – 0.5 media 0.4	
Metal (carrocería)	Hormigón		0.2 – 0.4	
Metal (carrocería)	Barro-tierra		0.2 – 0.5	
Metal (carrocería)	Hielo		0.07 – 0.2	

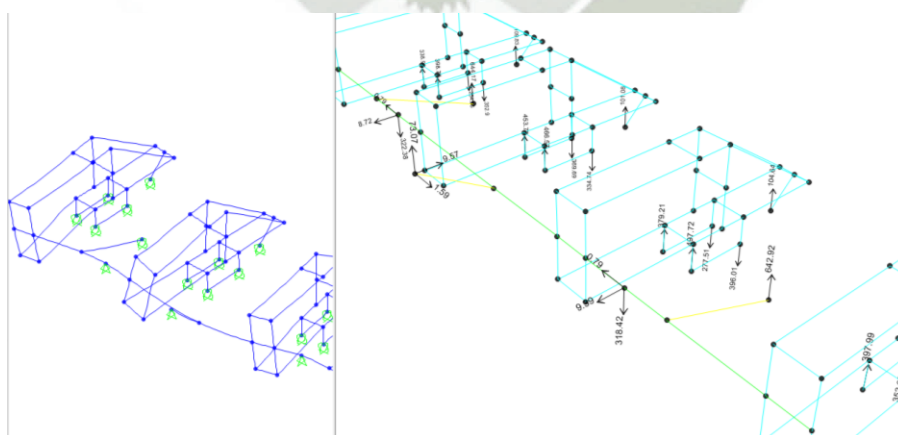
Fuente: <http://www.canaldeciencias.com/2013/02/16/c%C3%B3mo-funciona-4-calcular-la-velocidad-de-un-autom%C3%B3vil-midiendo-su-frenada/>

$u = 0,4$ Coeficiente de fricción

$$F_f = F_{R2} \times 0,4$$

$$F_{R2} = 642,92 \text{ N} \quad \text{Reacción en la rueda}$$

Gráfico N° 54: Reacción de la rueda



Fuente: Elaboración Propia

$$F_f = 642,92 \times 0,4$$

$$F_f = 257,17 \text{ N}$$

CALCULO DE LA FUERZA DE TRABAJO

$$F_c = F_1 + F_2$$

$$F_c = 138,47 + 0,17$$

$$F_c = 138,64 \text{ N}$$

Reemplazando en la potencia

$$P_1 = F_c \times \frac{0,06108}{2} \times 5,286$$

$$P_1 = 138,64 \times \frac{0,06108}{2} \times 5,286$$

$$P_1 = 22,38 \text{ W}$$

$$P_1 = 0,03 \text{ HP}$$

$$P_2 = F_f \times \frac{Dp1}{2} \times W_1$$

$$P_2 = 257,17 \times 0,42 \times 5,286$$

$$P_2 = 570,94 \text{ W}$$

$$P_T = P_1 + P_2$$

$$P_T = (22,38 + 570,94) \text{ n}$$

$$\eta = 1,1 \text{ factor por pérdidas}$$

$$P_T = 652,66 \text{ W}$$

$$P_T = 0,87 \text{ HP}$$

3.6.2.3.3. CALCULO DE CADENA

3.6.2.3.3.1. SELECCIÓN DE CADENA

Datos de entrada

- **MECANISMO 1**

$$W_1 = 5,286 \text{ m/s}$$

$$W_1 = n_1 = 50,48 \text{ RPM}$$

$$V_{c1} = 0,1621 \text{ m/s}$$

$$P_{T=H_{nom}} = 0,87 \text{ HP}$$

Cadena tentativa = ANSI 40

Según Shigley:

Se consideran los siguientes datos:

Impacto moderado

Día de trabajo poco normal 16 horas (2 turnos)

Deficiente lubricación

Ambientes sucios

Transmisión corta

- $C/p = \frac{517}{12,7} = 40,71$
- $N_d = 1,5$ Factor de diseño
- $K_s = 1,3$ factor de tamaño
- $N_1 = 15$ dientes

Cuadro N° 13: Factores de corrección de dientes, K_1

Número de dientes en catarina impulsora	Potencia preextremo, K_1	Potencia posextremo, K_1
11	0.62	0.52
12	0.69	0.59
13	0.75	0.67
14	0.81	0.75
15	0.87	0.83
16	0.94	0.91
17	1.00	1.00
18	1.06	1.09
19	1.13	1.18
20	1.19	1.28
N	$(N_1/17)^{1.08}$	$(N_1/17)^{1.5}$

Fuente: Compilada de la norma ANSI B29.1-1975

$K_1 = 0,87$ (para 15 dientes)

Cuadro N° 14: Factores de torones múltiples, K₂

Número de torones	K ₂
1	1.0
2	1.7
3	2.5
4	3.3
5	3.9
6	4.6
8	6.0

Fuente: Compilada de la norma ANSI B29.1-1975

K₂ = 1 → 1 Torón ó hilera

$$H_{\text{Tab}} = \frac{N_d \times K_s \times H_{\text{nom}}}{K_1 \times K_2}$$

$$H_{\text{Tab}} = 1,95 \text{ HP} = F \cdot V_T$$

$$V_T = 0,1621 \text{ m/s} \times \frac{60 \text{ seg}}{1 \text{ min}} \times \frac{3,281 \text{ pie}}{1 \text{ m}}$$

$$V_T = 31,91 \text{ pie/min}$$

$$H_{\text{Tab}} = \frac{F_p \times 31,91}{33000}$$

$$1,95 = \frac{F_p \times 31,91}{33000}$$

$$F_p = 2016,6 \text{ lbf}$$

F_p = Fuerza de trabajo

Según la tabla 17 – 19 de Shigley

Cuadro N° 15: Dimensiones de cadenas estándares

Número de cadena ANSI	Paso, pulg (mm)	Ancho, pulg (mm)	Resistencia mínima a la tensión, lbf (N)	Peso promedio, lbf/pie (N/m)	Diámetro del rodillo, pulg (mm)	Espaciamento de torones múltiples, pulg (mm)
25	0.250 (6.35)	0.125 (3.18)	780 (3 470)	0.09 (1.31)	0.130 (3.30)	0.252 (6.40)
35	0.375 (9.52)	0.188 (4.76)	1 760 (7 830)	0.21 (3.06)	0.200 (5.08)	0.399 (10.13)
41	0.500 (12.70)	0.25 (6.35)	1 500 (6 670)	0.25 (3.65)	0.306 (7.77)	—
40	0.500 (12.70)	0.312 (7.94)	3 130 (13 920)	0.42 (6.13)	0.312 (7.92)	0.566 (14.38)
50	0.625 (15.88)	0.375 (9.52)	4 880 (21 700)	0.69 (10.1)	0.400 (10.16)	0.713 (18.11)
60	0.750 (19.05)	0.500 (12.7)	7 030 (31 300)	1.00 (14.6)	0.469 (11.91)	0.897 (22.78)
80	1.000 (25.40)	0.625 (15.88)	12 500 (55 600)	1.71 (25.0)	0.625 (15.87)	1.153 (29.29)
100	1.250 (31.75)	0.750 (19.05)	19 500 (86 700)	2.58 (37.7)	0.750 (19.05)	1.409 (35.76)
120	1.500 (38.10)	1.000 (25.40)	28 000 (124 500)	3.87 (56.5)	0.875 (22.22)	1.789 (45.44)
140	1.750 (44.45)	1.000 (25.40)	38 000 (169 000)	4.95 (72.2)	1.000 (25.40)	1.924 (48.87)
160	2.000 (50.80)	1.250 (31.75)	50 000 (222 000)	6.61 (96.5)	1.125 (28.57)	2.305 (58.55)
180	2.250 (57.15)	1.406 (35.71)	63 000 (280 000)	9.06 (132.2)	1.406 (35.71)	2.592 (65.84)
200	2.500 (63.50)	1.500 (38.10)	78 000 (347 000)	10.96 (159.9)	1.562 (39.67)	2.817 (71.55)
240	3.00 (76.70)	1.875 (47.63)	112 000 (498 000)	16.4 (239)	1.875 (47.62)	3.458 (87.83)

Fuente: Compilada de la norma ANSI B29.1-1975

Cadena resistencia mínima a la tensión

ANSI 40 → 3130 lbf

$F_p < 3130 \text{ lbf} \rightarrow \text{Ok}$

Datos de la Cadena ANSI 40

$p = 0,5 \text{ pulg} = 12,7 \text{ mm (paso)}$

$b_1 = 0,3125 \text{ pulg} = 17,94 \text{ mm (ancho de d)}$

$$d_R = 0,312 \text{ pulg} = 7,92\text{mm (diámetro del rodillo)}$$

- RESISTENCIA A LA FATIGA**

Potencia nominal por las placas del eslabón.

$$H_1 = 0,004N_1^{1,08} \times n_1^{0,9} \times p^{(3-0,07p)}$$

$$H_1 = 0,325 \text{ HP}$$

De la Tabla 17-20 Shigley

Cuadro N° 16: Número ANSI de cadenas

Velocidad de la catarina, rpm	Número ANSI de cadena					
	25	35	40	41	50	60
50	0.05	0.16	0.37	0.20	0.72	1.24
100	0.09	0.29	0.69	0.38	1.34	2.31
150	0.13*	0.41*	0.99*	0.55*	1.92*	3.32
200	0.16*	0.54*	1.29	0.71	2.50	4.30
300	0.23	0.78	1.85	1.02	3.61	6.20
400	0.30*	1.01*	2.40	1.32	4.67	8.03
500	0.37	1.24	2.93	1.61	5.71	9.81
600	0.44*	1.46*	3.45*	1.90*	6.72*	11.6
700	0.50	1.68	3.97	2.18	7.73	13.3
800	0.56*	1.89*	4.48*	2.46*	8.71*	15.0
900	0.62	2.10	4.98	2.74	9.69	16.7
1 000	0.68*	2.31*	5.48	3.01	10.7	18.3
1 200	0.81	2.73	6.45	3.29	12.6	21.6
1 400	0.93*	3.13*	7.41	2.61	14.4	18.1
1 600	1.05*	3.53*	8.36	2.14	12.8	14.8
1 800	1.16	3.93	8.96	1.79	10.7	12.4
2 000	1.27*	4.32*	7.72*	1.52*	9.23*	10.6
2 500	1.56	5.28	5.51*	1.10*	6.58*	7.57
3 000	1.84	5.64	4.17	0.83	4.98	5.76

Tipo A Tipo B Tipo C

Fuente: Compilada de la norma ANSI B29.1-1975

Con $H_1 = 0,325 \text{ HP}$

y $n_1 = 50,48 \text{ RPM}$

Cadena ANSI 25 $\rightarrow 0,05 < H_1$

Cadena ANSI 35 $\rightarrow 0,16 < H_1$

Cadena ANSI 40 $\rightarrow 0,37 > H_1$

Cadena ANSI 50 $\rightarrow 0,27 > H_1$

\therefore Escogemos Cadena ANSI 40

3.6.2.3.4. CALCULO DE SPROCKET

De los cálculos anteriores se uniformiza el uso de cadena ANSI 40 cuyas características son:

$p = 0,5$ pulg = 12,7 mm (paso de cadena)

$b_1 = 0,3125$ pulg = 7,94 mm (ancho de cadena)

$d_R = 0,312$ pulg = 7,92 mm (diámetro del rodillo)

Z_1 = número de dientes

D_p = diámetro primitivo

D_f = diámetro de fondo

D_e = diámetro exterior

$d_1 \text{ max} = d_R$ diámetro del rodillo

$b_1 \text{ max} =$ distancia entre placas interiores

3.6.2.3.4.1. DIMENSIONAMIENTO DEL SPROCKET 1

- Asumiendo una cadena ANSI 40

$$D_p = \frac{p}{\text{Sen}\left(\frac{180}{Z}\right)}$$

De los datos asumidos.

$$D_p = 61,34 \text{ (diámetro primitivo)}$$

$$61,34 = \frac{12,7}{\text{sen}\left(\frac{180}{Z}\right)}$$

Despejando Z

$$Z = 15,063$$

Se toma $Z_1 = 15$ dientes

Con $Z = 15$

Por lo que:

$$D_p = \frac{12,7}{\text{sen}\left(\frac{180}{15}\right)}$$

Diámetro primitivo

$$D_p = 61,08 \text{ mm}$$

$$D_p = 2,4 \text{ pulg}$$

Diámetro de fondo

$$D_f = D_p - d_R$$

$$D_f = 61,08 - 7,92$$

$$D_f = 53,16 \text{ mm}$$

$$D_f = 2,09 \text{ pulg}$$

Diámetro exterior

$$D_e = D_p + 1,25p - d_R$$

$$D_e = 61,08 + 1,25(12,7) - 7,92$$

$$D_e = 69,04 \text{ mm}$$

$$D_e = 2,72 \text{ pulg}$$

Altura del diente (ha)

$$h_{a_{\max}} = 0,625P - 0,5d_R + \frac{0,8 \cdot p}{z}$$

$$h_{a_{\max}} = 0,625 \times 12,7 - 0,5 \times 7,92 + \frac{0,8 \times 12,7}{15}$$

$$h_{a_{\max}} = 4,65 \text{ mm}$$

$$h_{a_{\max}} = 0,18 \text{ pulg}$$

$$h_{a_{\min}} = 0,5 (p - d_R)$$

$$h_{a_{\min}} = 0,5 (12,7 - 7,92)$$

$$h_{a_{\min}} = 2,39 \text{ mm}$$

$$h_{a_{\min}} = 0,09 \text{ pulg}$$

$$h_a = h_{a_{\max}} + h_{a_{\min}}$$

$$h_a = 4,65 + 2,39 = 7,04 \text{ mm}$$

$$h_a = 0,27 \text{ pulg}$$

Diámetro de cresta máximo

$$d_{a_{\max}} = D_p + 1,25 \times p - d_R$$

$$d_{a_{\max}} = 61,08 + 1,25 \times 12,7 - 7,92$$

$$d_{a_{\max}} = 69,04 \text{ mm}$$

$$d_{a_{\max}} = 2,72 \text{ pulg}$$

Diámetro de cresta mínimo

$$d_{a_{\min}} = D_p + p \left(1 - \frac{1,6}{Z}\right) - d_R$$

$$d_{a_{\min}} = 61,08 + 12,7 \left(1 - \frac{1,6}{15}\right) - 7,92$$

$$d_{a_{\min}} = 72,43 \text{ mm}$$

$$d_{a_{\min}} = 2,85 \text{ pulg}$$

MÍNIMO ESPACIO ENTRE DIENTES

Radio de flanco máximo

$$R_{e_{\max}} = 0,12 \cdot b_1 \cdot (Z+2)$$

$$R_{e_{\max}} = 0,12 \times 7,94 \times (15+2)$$

$$R_{e_{\max}} = 16,20 \text{ mm}$$

$$R_{e_{\max}} = 0,64 \text{ pulg}$$

Radio mínimo de asiento del rodillo

$$R_{i_{\min}} = 0,505 \cdot d_R$$

$$R_{i_{\min}} = 0,505 \times 7,92$$

$$R_{i_{\min}} = 3,99 \text{ mm}$$

$$R_{i_{\min}} = 0,16 \text{ pulg}$$

Angulo máximo de asiento del rodillo

$$\alpha_{\max} = 140^\circ - \frac{90^\circ}{Z}$$

$$\alpha_{\max} = 140^\circ - \frac{90^\circ}{15}$$

$$\alpha_{\max} = 134^\circ$$

Radio de flanco minino

$$R_{e_{\min}} = 0,008 \cdot b_1 \cdot (Z^2 + 180)$$

$$R_{e_{\min}} = 0,008 \times 7,94 \times (15^2 + 180)$$

$$R_{e_{\min}} = 25,73 \text{ mm}$$

$$R_{e_{\min}} = 1,01 \text{ pulg}$$

Radio máximo de asiento del rodillo

$$R_{i_{\max}} = 0,505 \cdot b_1 + 0,069 \sqrt[3]{d_R}$$

$$R_{i_{\max}} = 0,505 \times 7,94 + 0,069 \sqrt[3]{7,92}$$

$$R_{i_{\max}} = 4,15 \text{ mm}$$

$$R_{i_{\max}} = 0,16 \text{ pulg}$$

Angulo minino de asiento del rodillo

$$\alpha_{\min} = 120^\circ - \frac{90^\circ}{Z}$$

$$\alpha_{\min} = 120^\circ - \frac{90^\circ}{15}$$

$$\alpha \text{ min} = 114^\circ$$

Ancho del diente

$$b_{f1} = 0,91 \times b_1$$

$$b_{f1} = 0,91 \times 7,94$$

$$b_{f1} = 7,23 \text{ mm}$$

$$b_{f1} = 0,28 \text{ pulg}$$

Biselado lateral del diente (b_a)

$$b_a = 0,06 p$$

$$b_a = 0,06 \times 12,7$$

$$b_a = 0,76 \text{ mm}$$

$$b_a = 0,03 \text{ pulg}$$

3.6.2.3.4.2. Dimensionamiento de Sprocket 2

$$D_{p2} = \frac{p}{\text{Sen}\left(\frac{180}{Z}\right)}$$

Asumiendo un $D_p = 91,42 \text{ mm}$

$$91,42 = \frac{12,7}{\text{Sen}\left(\frac{180}{Z}\right)}$$

Despejando Z obtenemos

$$Z = 22,54 \text{ dientes}$$

$$Z = 23 \text{ dientes}$$

Por lo que:

$$D_{p2} = \frac{12,7}{\text{Sen}\left(\frac{180}{23}\right)}$$

$$D_{p2} = 93,27 \text{ mm}$$

$$D_{p2} = 3,67 \text{ pulg}$$

Diámetro de fondo

$$D_f = D_p - d_R$$

$$D_f = 93,27 - 7,92$$

$$D_f = 85,35 \text{ mm}$$

$$D_f = 3,36 \text{ pulg}$$

Diámetro exterior

$$D_e = D_p + 1,25p - d_R$$

$$D_e = 93,27 + 1,25(12,7) - 7,92$$

$$D_e = 101,23 \text{ mm}$$

$$D_e = 3,99 \text{ pulg}$$

Altura del diente (ha)

$$h_{a_{\max}} = 0,625P - 0,5d_R + \frac{0,5 \cdot p}{z}$$

$$h_{a_{\max}} = 0,625 \times 12,7 - 0,5 \times 7,92 + \frac{0,5 \times 12,7}{23}$$

$$h_{a_{\max}} = 4,25 \text{ mm}$$

$$h_{a_{\max}} = 0,17 \text{ pulg}$$

$$h_{a_{\min}} = 0,5 (p - d_R)$$

$$h_{a_{\min}} = 0,5 (12,7 - 7,92)$$

$$h_{a_{\min}} = 2,39 \text{ mm}$$

$$h_{a_{\min}} = 0,09 \text{ pulg}$$

$$h_a = h_{a_{\max}} + h_{a_{\min}}$$

$$h_a = 4,25 + 2,39 = 6,64 \text{ mm}$$

$$h_a = 0,26 \text{ pulg}$$

Diámetro de cresta máximo

$$d_{a_{\max}} = D_p + 1,25 p - d_r$$

$$d_{a_{\max}} = 93,27 + 1,25 \times 12,7 - 7,92$$

$$d_{a_{\max}} = 101,23 \text{ mm}$$

$$d_{a_{\max}} = 3,99 \text{ pulg}$$

Diámetro de cresta mínimo

$$d_{a_{\min}} = D_p + p \left(1 - \frac{1,6}{Z}\right) - d_R$$

$$d_{a_{\min}} = 93,27 + 12,7 \left(1 - \frac{1,6}{23}\right) - 7,92$$

$$d_{a_{\min}} = 97,17 \text{ mm}$$

$$d_{a_{\min}} = 3,83 \text{ pulg}$$

MÍNIMO ESPACIO ENTRE DIENTES

Radio de flanco máximo

$$Re_{\max} = 0,12 \cdot b_1 \cdot (Z+2)$$

$$Re_{\max} = 0,12 \times 7,94 \times (23+2)$$

$$Re_{\max} = 23,82 \text{ mm}$$

Radio mínimo de asiento del rodillo

$$Ri_{\min} = 0,505 \cdot d_R$$

$$Ri_{\min} = 0,505 \times 7,92$$

$$Ri_{\min} = 3,99 \text{ mm}$$

$$Ri_{\min} = 0,16 \text{ pulg}$$

Angulo máximo de asiento del rodillo

$$\alpha_{\max} = 140^\circ - \frac{90^\circ}{Z}$$

$$\alpha_{\max} = 140^\circ - \frac{90^\circ}{23}$$

$$\alpha_{\max} = 136^\circ$$

Radio de flanco mínimo

$$Re_{\min} = 0,008 \cdot b_1 \cdot (Z^2 + 180)$$

$$Re_{\min} = 0,008 \times 7,94 \times (23^2 + 180)$$

$$Re_{\min} = 45,04 \text{ mm}$$

$$Re_{\min} = 1,77 \text{ pulg}$$

Radio máximo de asiento del rodillo

$$R_{i_{\max}} = 0,505 \cdot b_1 + 0,069 \sqrt[3]{d_R}$$

$$R_{i_{\max}} = 0,505 \times 7,94 + 0,069 \sqrt[3]{7,92}$$

$$R_{i_{\max}} = 4,15 \text{ mm}$$

$$R_{i_{\max}} = 0,16 \text{ pulg}$$

Angulo mínimo de asiento del rodillo

$$\alpha_{\min} = 120^\circ - \frac{90^\circ}{Z}$$

$$\alpha_{\min} = 120^\circ - \frac{90^\circ}{23}$$

$$\alpha_{\min} = 116^\circ$$

Ancho del diente

$$b_{f1} = 0,93 \cdot b_1$$

$$b_{f1} = 0,93 \times 7,94$$

$$b_{f1} = 7,23 \text{ mm}$$

$$b_{f1} = 0,28 \text{ pulg}$$

Biselado lateral del diente b_a

$$b_a = 0,06p$$

$$b_a = 0,06 \times 12,7$$

$$b_a = 0,76 \text{ mm}$$

$$b_a = 0,03 \text{ pulg}$$

3.6.2.3.4.3. Dimensionamiento de Sprocket 3 - 4

$$D_{p3} = \frac{p}{\text{Sen}\left(\frac{180}{z}\right)}$$

Asumiendo un $D_{p3} = 71,34 \text{ mm}$

$$71,34 = \frac{12,7}{\text{Sen}\left(\frac{180}{z}\right)}$$

$Z = 17,55$ dientes

$Z = 18$ dientes

Empleando $Z = 18$ dientes

Por lo que: $D_{p3} = \frac{12,7}{\text{Sen}\left(\frac{180}{18}\right)}$

Diámetro primitivo

$$D_{p3} = 73,14 \text{ mm}$$

$$D_{p3} = 2,88 \text{ pulg}$$

Diámetro de fondo

$$D_f = D_p - d_R$$

$$D_f = 73,14 - 7,92$$

$$D_f = 65,22 \text{ mm}$$

$$D_f = 2,57 \text{ pulg}$$

Diámetro exterior

$$D_e = D_p + 1,25p - d_R$$

$$D_e = 73,14 + 1,25(12,7) - 7,92$$

$$D_e = 81,10 \text{ mm}$$

$$D_e = 3,19 \text{ pulg}$$

Altura del diente (ha)

$$h_{a_{\max}} = 0,625p - 0,5d_R + \frac{0,5p}{z}$$

$$h_{a_{\max}} = 0,625 \times 12,7 - 0,5 \times 7,92 + \frac{0,8 \times 12,7}{18}$$

$$h_{a_{\max}} = 4,33 \text{ mm}$$

$$h_{a_{\max}} = 0,17 \text{ pulg}$$

$$h_{a_{\min}} = 0,5 (p - d_R)$$

$$h_{a_{\min}} = 0,5 (12,7 - 7,92)$$

$$h_{a_{\min}} = 2,39 \text{ mm}$$

$$h_{a_{\min}} = 0,09 \text{ pulg}$$

$$h_a = h_{a_{\max}} + h_{a_{\min}}$$

$$h_a = 4,33 + 2,39$$

$$h_a = 6,72 \text{ mm}$$

$$h_a = 0,26 \text{ pulg}$$

Diámetro de cresta máximo

$$d_{a_{\max}} = D_p + 1,25 p - d_r$$

$$d_{a_{\max}} = 73,14 + 1,25 \times 12,7 - 7,92$$

$$d_{a_{\max}} = 81,10 \text{ mm}$$

Diámetro de cresta mínimo

$$d_{a_{\min}} = D_p + p \left(1 - \frac{1,6}{Z}\right) - d_R$$

$$d_{a_{\min}} = 73,14 + 12,7 \left(1 - \frac{1,6}{18}\right) - 7,92$$

$$d_{a_{\min}} = 76,79 \text{ mm}$$

$$d_{a_{\min}} = 3,02 \text{ pulg}$$

MÍNIMO ESPACIO ENTRE DIENTES

Radio de flanco máximo

$$R_{e_{\max}} = 0,12 \cdot b_1 \cdot (Z+2)$$

$$R_{e_{\max}} = 0,12 \times 7,94 \times (18+2)$$

$$R_{e_{\max}} = 19,06 \text{ mm}$$

$$R_{e_{\max}} = 0,75 \text{ pulg}$$

Radio mínimo de asiento del rodillo

$$R_{i_{\min}} = 0,505 \cdot d_R$$

$$R_{i_{\min}} = 0,505 \times 7,92$$

$$R_{i_{\min}} = 3,99\text{mm}$$

$$R_{i_{\min}} = 0,16 \text{ pulg}$$

Angulo máximo de asiento del rodillo

$$\alpha_{\max} = 140^\circ - \frac{90^\circ}{Z}$$

$$\alpha_{\max} = 140^\circ - \frac{90^\circ}{18}$$

$$\alpha_{\max} = 135^\circ$$

Radio de flanco mínimo

$$R_{e_{\min}} = 0,008 \cdot b_1 \cdot (Z^2 + 180)$$

$$R_{e_{\min}} = 0,008 \times 7,94 \times (18^2 + 180)$$

$$R_{e_{\min}} = 32,01 \text{ mm}$$

$$R_{e_{\min}} = 1.26 \text{ pulg}$$

Radio maximo de asiento del rodillo

$$R_{i_{\max}} = 0,505 \cdot b_1 + 0,069 \sqrt[3]{d_R}$$

$$R_{i_{\max}} = 0,505 \times 7,94 + 0,069 \sqrt[3]{7,92}$$

$$R_{i_{\max}} = 4,15 \text{ mm}$$

$$R_{i_{\max}} = 0,16 \text{ pulg}$$

Angulo mínimo de asiento del rodillo

$$\alpha_{\min} = 120^\circ - \frac{90^\circ}{Z}$$

$$\alpha_{\min} = 120^\circ - \frac{90^\circ}{18}$$

$$\alpha_{\min} = 115^\circ$$

Ancho del diente

$$b_{f1} = 0,93.b_1$$

$$b_{f1} = 0,93 \times 7,94$$

$$b_{f1} = 7,23 \text{ mm}$$

$$b_{f1} = 0,28 \text{ pulg}$$

Biselado lateral del diente (b_a)

$$b_a = 0,06 p$$

$$b_a = 0,06 \times 12,7$$

$$b_a = 0,76 \text{ mm}$$

$$b_a = 0,03 \text{ pulg}$$

3.6.2.3.5. CALCULO DE ENGRANAJES

$$N_p = Z = 10 \text{ dientes}$$

$$\alpha_p = 25^\circ \quad (\text{ángulo de presión})$$

$$Q_v = 7 \quad (\text{calidad para engranajes industriales})$$

$$N_L = 1 \cdot 10^7 \quad (\text{ciclos de vida})$$

$$R = 0,99 \quad \text{confiabilidad}$$

$$n_p = 3,4609 \text{ rad/s}$$

$$n_p = 33,05 \text{ RPM}$$

$$F = \frac{3}{4}'' \quad (\text{ancho de cara})$$

$$P_d = \frac{1}{4}'' \quad (\text{paso diametral})$$

$$p = 5 \quad \text{paso}$$

Con los datos asumidos calculamos el diámetro primitivo:

$$D_p = \frac{Np}{P}$$

$$D_p = \frac{10}{5}$$

$$D_p = 2 \text{ pulg}$$

Luego se calcula la velocidad en la línea de paso:

$$V_T = \frac{\pi x D_p x np}{12} = \frac{\pi x 2 x 33,05}{12}$$

$$V_T = 17,3049 \text{ pies /min}$$

Para el cálculo de resistencia de engranajes cónicos se debe determinar sus factores según las fórmulas para desgaste y flexión.

- **Factores de sobrecarga Ko**

De la tabla 15-2 del libro de diseño en ingeniería mecánica de Shigley:

Se escoge un impacto ligero uniforme debido a las irregularidades que presenta el terreno.

Cuadro N° 17: Factores de sobrecarga K_o

Carácter del movimiento principal	Carácter de la carga sobre la máquina impulsada			
	Uniforme	Impacto ligero	Impacto medio	Impacto pesado
Uniforme	1.00	1.25	1.50	1.75 o mayor
Impacto ligero	1.10	1.35	1.60	1.85 o mayor
Impacto medio	1.25	1.50	1.75	2.00 o mayor
Impacto pesado	1.50	1.75	2.00	2.25 o mayor

Fuente: ANSI/AGMA 2003-B97

$K_o = 1,1 \rightarrow$ impacto ligero

Factor de seguridad

Consideramos factores de seguridad de 1:

$$S_f = 1 \quad S_w = 1$$

Factor dinámico:

Para determinar el factor dinámico o coeficiente de velocidad se debe calcular antes los factores “B” y “A”

$$B = 0,25 (12 - Q_v)^{2/3}$$

$$B = 0,25 (12 - 7)^{2/3}$$

$$B = 0,73$$

$$A = 50 + 56 (1-B)$$

$$A = 65,12$$

$$K_v = \left(\frac{A + \sqrt{v_t}}{A} \right)^B$$

$$K_v = \left(\frac{65,12 + \sqrt{17,3049}}{65,12} \right)^{0,73}$$

$K_v = 1,046$ coeficiente de velocidad

- **Verificación de la velocidad en línea de paso máxima**

Verificamos la velocidad con la que la máquina trabaja no sea mayor a la máxima permitida por la fórmula

$$V_{Tmax} = [A + (Q_v - 3)]^2$$

$$V_{Tmax} = [65,12 + (7-3)]^2$$

$$V_{Tmax} = 4777,57 \text{ pies / min}$$

$$V_T < V_{Tmax} \rightarrow K_v \text{ es valido}$$

17,3049 pies / min < 4777,57 pies / min por lo que la velocidad con la que trabaja es válido.

- **Factor de tamaño por flexión:**

$$K_s = 0,4867 + \frac{0,2132}{Pd}$$

$$K_s = 0,529$$

- **Factor de distribución de carga:**

$$K_m = K_{mb} + 0,0036 F^2$$

$$K_{mb} = 1,25 \quad \text{Considerando ningún miembro montado separado}$$

$$K_m = 1,25 + 0,0036 \times \left(\frac{3}{4} \right)^2$$

$$K_m = 1,252$$

- **Factor de curvatura en el sentido longitudinal de resistencia a la flexión.**

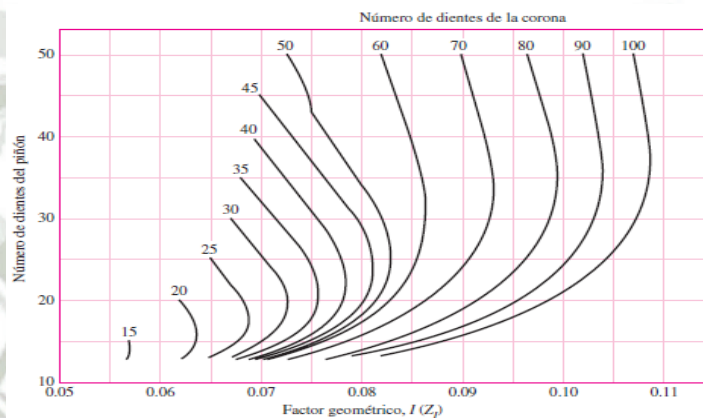
Ya que los ejes de ambos engranajes están alineados a un ángulo de 90°

$$K_x = 1 \quad Y_B = 1$$

- **Factor de contacto geométrico**

$I = 0,05 \rightarrow$ gráfica 15-6

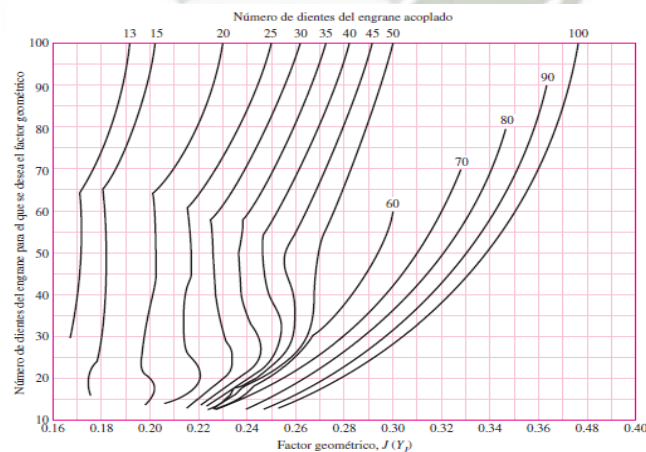
Gráfico N° 55: Factor de contacto geométrico



Fuente: ANSI/AGMA 2003-B97

- **Factor geométrico de flexión**

Gráfico N° 56: Factor geométrico de flexión



Fuente: ANSI/AGMA 2003-B97

Para engranajes de 10 dientes:

$$J_p = 0,16 \quad J_g = 0,16$$

- **Factor de ciclos de esfuerzo**

$$K_L = 1,683 (N_L)^{-0,0323}$$

$$K_L = 1,683 (10^7)^{-0,0323}$$

$$K_L = 0,99996$$

$$K_L = 1$$

- **Factor de ciclos de esfuerzo de resistencia a la picadura**

$$C_L = 3,4822 (N_L)^{-0,0602}$$

$$C_L = 3,4822 (10^7)^{-0,0602}$$

$$C_L = 1,32$$

- **Factor de relación de dureza**

Relación de dureza Brindell, entre el piñón y el engranaje, asumiendo que ambos sean de la misma dureza:

$$H_{BP} / H_{Bg} = 1$$

Entonces:

$$C_H = 1$$

- **Factor de curvatura en el sentido longitudinal de resistencia a la flexión**

Para engranajes cónicos rectos:

$$K_x = 1$$

- **Factor de temperatura:**

Ya que la máquina trabaja a temperatura ambiente y no esta expuesta a temperaturas altas:

$$K_t = 1$$

- **Factores de confiabilidad**

$$K_R = 0,7 - 0,15 \text{ Log } (1 - 0,99)$$

$$K_R = 1$$

$$C_R = \sqrt{K_R} = 1$$

RESISTENCIA POR FLEXION

$$S_t = \sigma = \frac{W^t}{F} \cdot P_d K_o \cdot K_v \cdot \frac{K_s \cdot K_m}{K_x \cdot J}$$

Reemplazando los factores calculados en la ecuación anterior

$$S_t = \frac{W^t}{0,75} \times 5 \times 1,1 \times 1,046 \times 0,529 \times 1,252 \times \frac{0,529 \times 1,252}{1 \times 0,16}$$

$$S_t = 21,0297 W_t$$

Resistencia a la flexión del engranaje:

$$S_{wt} = \frac{Sat \cdot K1}{SF \cdot Kt \cdot Kr}$$

Asumiendo un esfuerzo de flexión permisible de $S_{at} = 10020$ psi

$$S_{wt} = \frac{10020 \times 1}{1 \times 1 \times 1}$$

$$S_{wt} = 10020 \text{ psi}$$

$$S_t = W^t \times 21,0297 \text{ (de la respuesta anterior)}$$

Igualamos la resistencia a la flexión con el esfuerzo de flexión, para determinar la fuerza permisible en el extremo de diente:

$$21,0297 w^t = 10020$$

$$W^t = 476.47 \text{ lbf}$$

Procedemos al cálculo de potencia

$$H = \frac{Wt \times Vt}{33000} = \frac{476,47 \times 17,3049}{33000}$$

$$H = 0,2499 \text{ HP}$$

$$H > P_1$$

$$0.2499 > 0,03$$

Siendo este mayor a la potencia de trabajo, por lo que se concluye que el engranaje escogido soporta la carga de trabajo.

RESISTENCIA POR DESGASTE

Se verifica si el engranaje seleccionado es resistente al esfuerzo por contacto.

- **Numero de esfuerzo de contacto permisible**

$$S_{ac} = 391 H_B + 23620 \text{ psi grado 1}$$

Se asume una dureza superficial del engranaje de $H_B = 180$

$$S_{ac} = 391(180) + 23620$$

$$S_{ac} = 85,000 \text{ psi}$$

- **Resistencia al desgaste del engranaje**

$$S_{wc} = \frac{S_{ac} \times C_l \times C_h}{S_H \times K_t \times C_r}$$

$$S_{wc} = \frac{85000 \times 1,32 \times 1}{1 \times 1 \times 1}$$

$$S_{wc} = 112,200 \text{ psi}$$

Usando un coeficiente elástico de resistencia a la picadura $CP = 2290 \sqrt{\text{psi}}$ para acero, se calcula el factor de tamaño por resistencia a picadura:

$$C_s = 0,125F + 0,4375$$

$$C_s = 0,125 \left(\frac{3}{4} \right) + 0,4375$$

$$C_s = 0,5313$$

- **Factor de coronamiento por picadura**

$$C_{xc} = 2 \text{ para dientes no coronados}$$

Esfuerzo por contacto del engranaje

$$S_c = C_p \left(\frac{W_t}{F \cdot d_p \cdot I} \cdot K_o \cdot K_v \cdot K_m \cdot C_s \cdot C_{xc} \right)^{1/2}$$

$$S_c = 2290 \left(\frac{W_t}{0,75 \times 2 \times 0,05} \times 1 \times 1,046 \times 1,252 \times 0,5313 \times 2 \right)^{1/2}$$

$$S_c = 9864,10 \sqrt{W^t}$$

Igualamos la Resistencia al desgaste del engranaje con el esfuerzo por contacto del engranaje:

$$9864,10 \sqrt{W^t} = 112200$$

Obteniendo la fuerza en el extremo del diente:

$$W^t = 129,38 \text{ lbf}$$

Potencia permisible:

$$H = \frac{129,38 \times 17,3044}{33000} = 0,0678 \text{ HP}$$

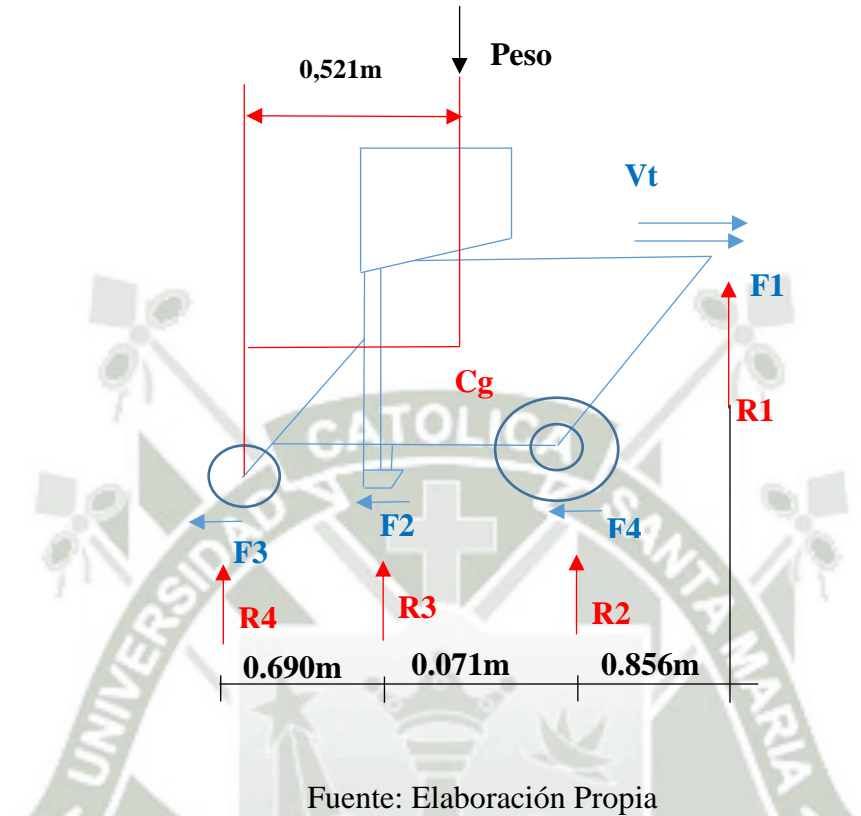
Donde la potencia de trabajo es menor a la permisible:

$$H > P_1 \quad ; \quad 0,0678 > 0,03$$

∴ De lo cual la potencia nominal será $H = 0,0678 \text{ HP}$

3.6.2.4. CALCULO DE FUERZAS Y REACCIONES

Gráfico N° 57: Fuerzas y Reacciones



- Fuerza para abrir los surcos

$$F_2 = P_s \cdot A_s$$

P_s = Esfuerzo interno del suelo 261,97 KPa

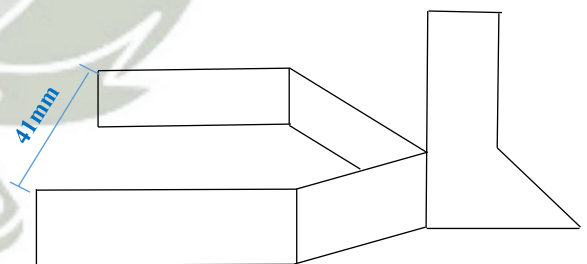
A_s = Sección de labor

A_s = ancho x profundidad

$$A_s = 0,041 \times 0,05$$

$$A_s = 0,00205 \text{ m}^2$$

$$F_2 = 261,97 \times 10^3 \times 0,00205$$



Fuente: Elaboración Propia

$F_2 = 537,039 \text{ N} \rightarrow$ para 1 abridor

Para 8 abridores = $8 \times 537,039 = 4296,312$

3.6.2.5. Fuerza en el Rodillo

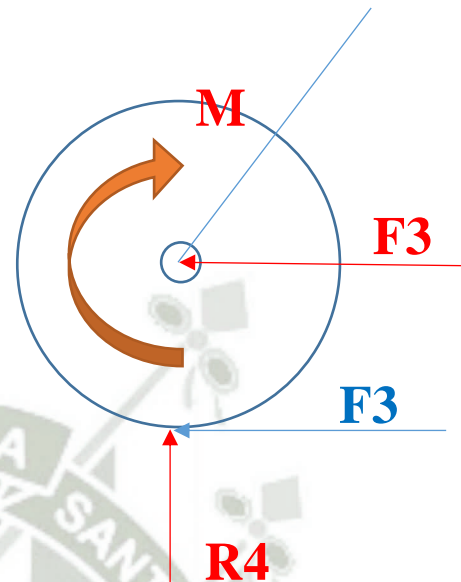
$$F_3 = P_s \cdot A_s$$

$$F_3 = P_s \cdot A_s$$

$$F_3 = 261,97 \times 10^3 \times (2 \times 0,041) \times 0,03$$

$$F_3 = 322,22 \text{ N para 1 rodillo}$$

$$\text{Para 4 rodillos} = 1288,88 \text{ N}$$



Fuente: Elaboración Propia

3.6.3. CALCULO ESTRUCTURAL DEL ARMAZÓN Y SIMULACION EN SAP 2000

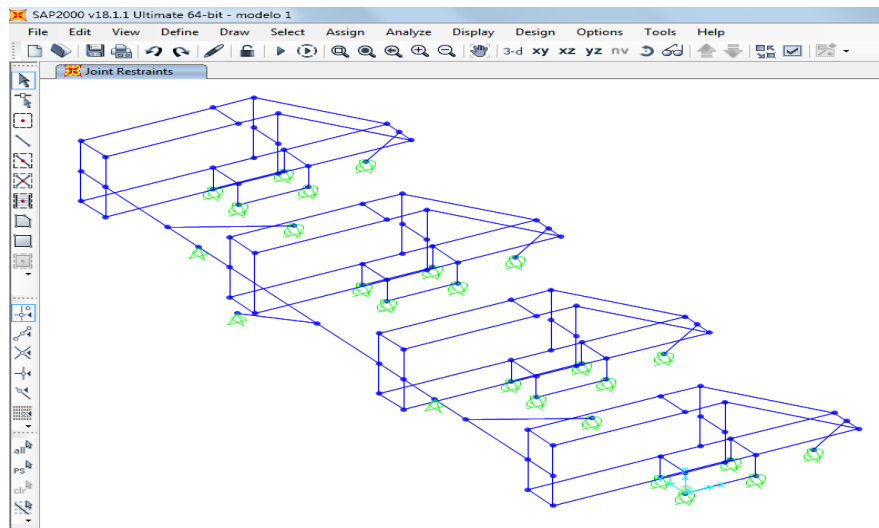
GEOMETRÍA:

Se define en el programa la geometría estructural, se asignan los puntos de apoyo tanto los 3 puntos de anclaje en el tractor.

Caso 1.- la máquina entra en funcionamiento al momento del sembrado.

Además de los puntos de apoyo se adicionan los puntos de contacto en el suelo como son las dos ruedas, los abridores y los rodillos.

Gráfico N° 58: Máquina en funcionamiento



Fuente: Elaboración Propia

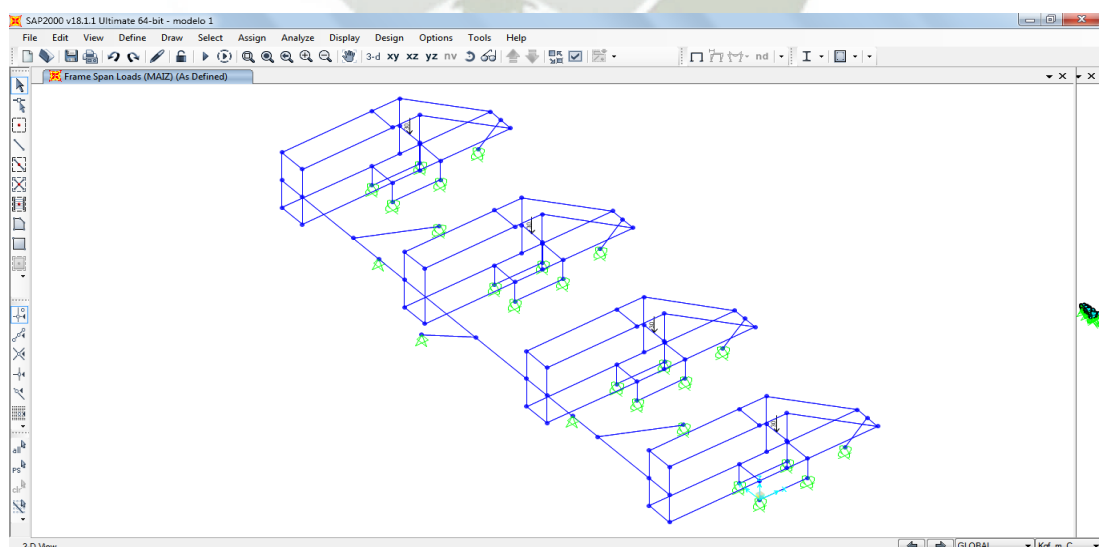
- **ASIGNACION DE CARGAS**

Con la geometría y los puntos de apoyo ya definidas se procede a colocar las cargas

- **CARGA DE MAÍZ:**

Definido como la carga que soporta cada sembradora siendo esta de 30Kg por tolva

Gráfico N° 59: Carga de Maíz

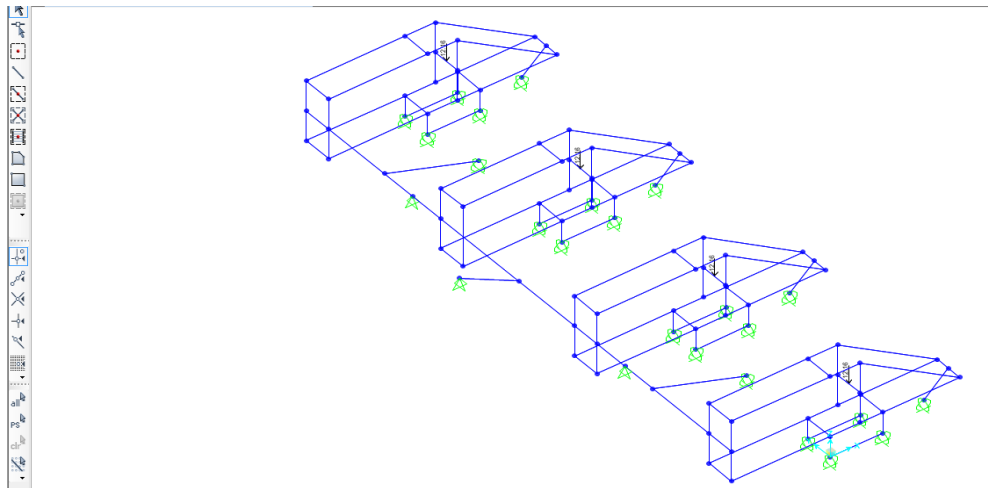


Fuente: Elaboración Propia

- **CARGA PESO DE TOLVA**

Se asigna el peso de tolva de 12.16 Kg en el bastidor para cada sembradora.

Gráfico N° 60: Carga de Peso de Tolva

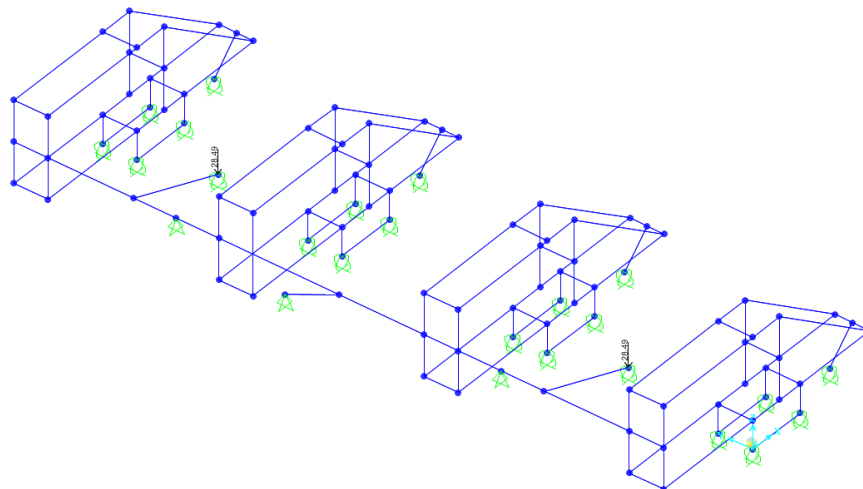


Fuente: Elaboración Propia

- **CARGA PESO DE RUEDA**

Se asigna el peso de las ruedas de 28.49Kgf.

Gráfico N° 61: Carga Peso de Rueda

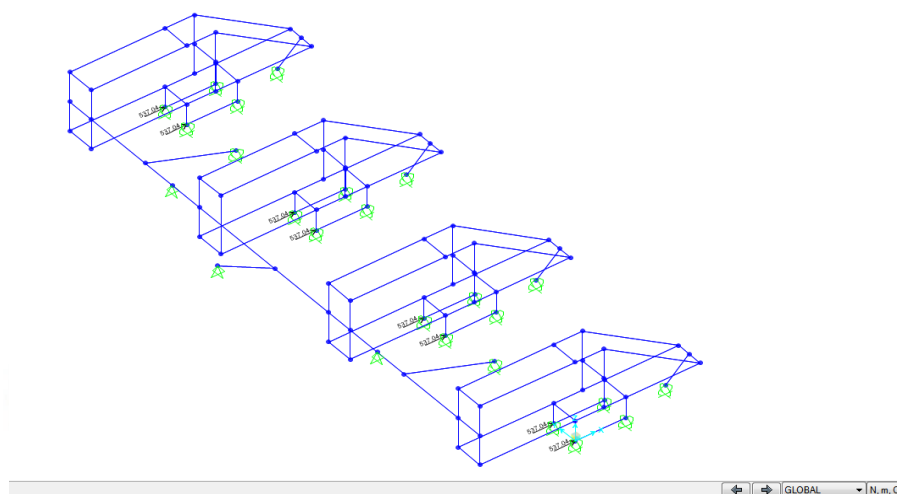


Fuente: Elaboración Propia

- **FUERZA EN LOS ABRIDORES:**

Se asignan las cargas en cada abridor de 537.04 N

Gráfico N° 62 Fuerza en los Abridores

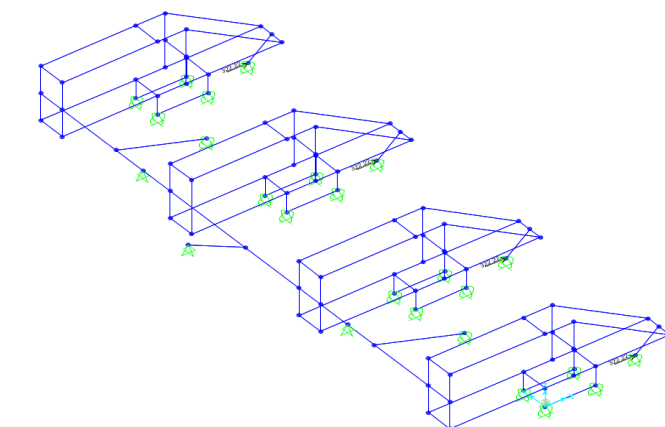


Fuente: Elaboración Propia

- **FUERZA EN LOS RODILLOS:**

Se asignan las cargas en cada abridor de 322.22 N

Gráfico N° 63: Fuerza en los Rodillos

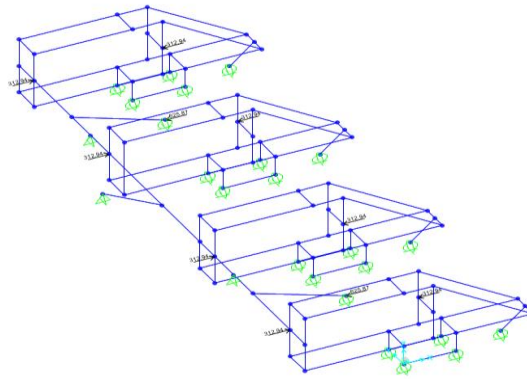


Fuente: Elaboración Propia

- **FUERZA DE TRABAJO DE CADENA**

Se asignan las cargas de trabajo transmitida por la cadena

Gráfico N° 64: Fuerza de Trabajo de Cadena

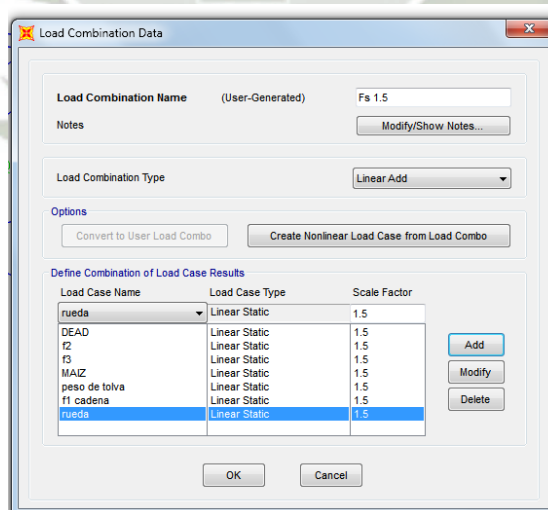


Fuente: Elaboración Propia

Análisis: Definida la geometría, los puntos de apoyos y las cargas, se procede a realizar el análisis.

Combinación de cargas: Se ha usado un factor de diseño de 1.5 generando la siguiente combinación de cargas como se muestra en la imagen:

Gráfico N° 65: Combinación de cargas

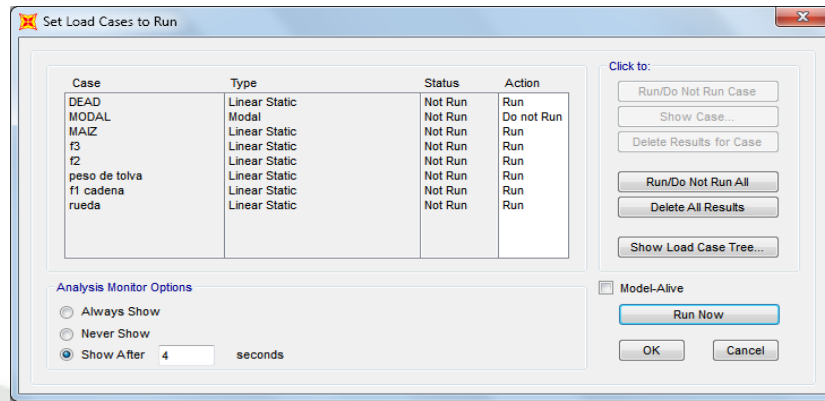


Fuente: Elaboración Propia

CARGAS ANALIZADAS:

Se analizan el modelo como cargas estáticas

Gráfico N° 66: Cargas Analizadas

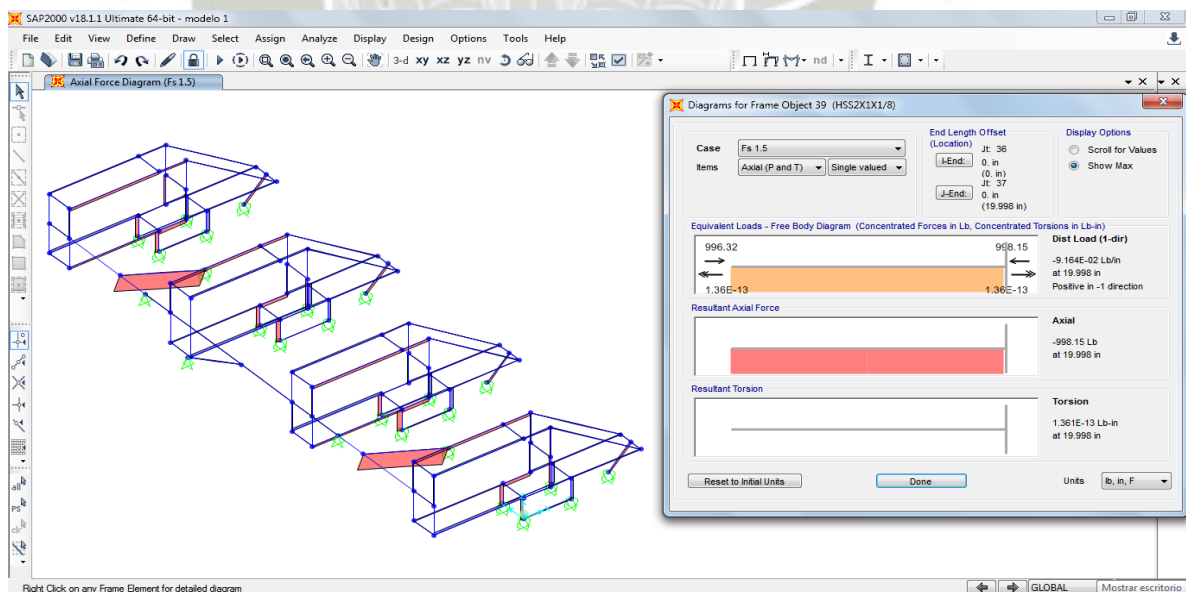


Fuente: Elaboración Propia

Resultados: Del análisis obtenemos lo siguiente:

- **FUERZAS AXIALES:**

Gráfico N° 67: Fuerzas Axiales

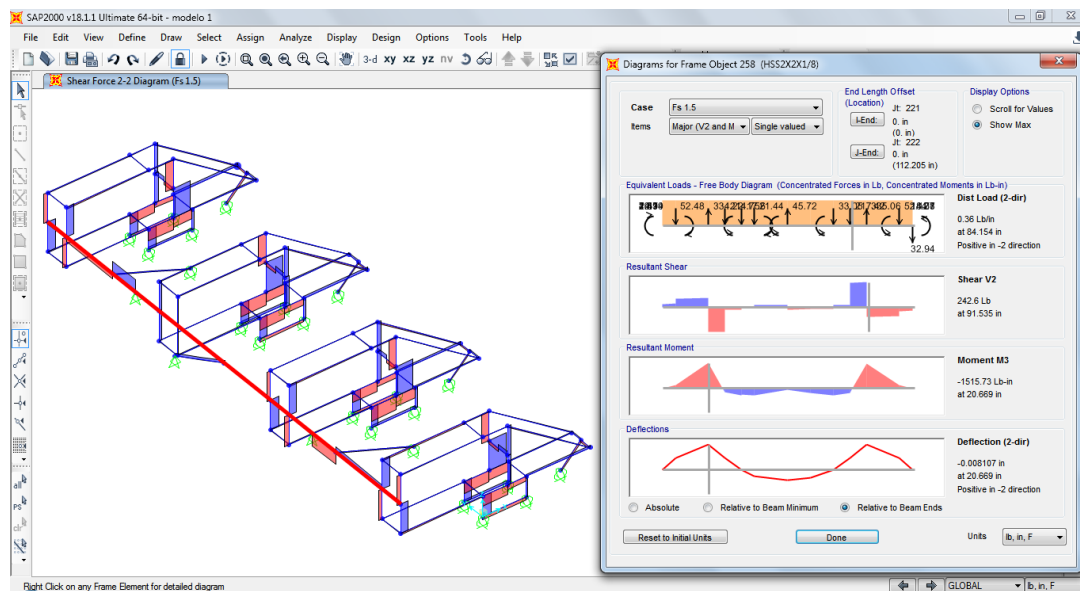


Fuente: Elaboración Propia

- **FUERZAS CORTANTES:**

Fuerzas cortantes en el plano xz, la gráfica que se muestra es la viga principal que soporta las sembradoras.

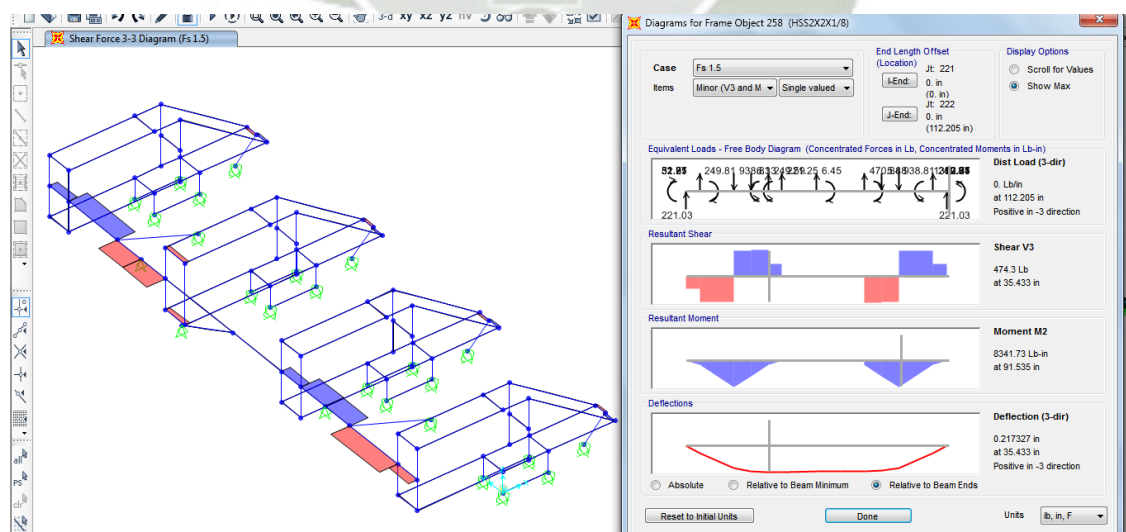
Gráfico N° 68: Fuerzas Cortantes



Fuente: Elaboración Propia

- **EN EL PLANO XY:**

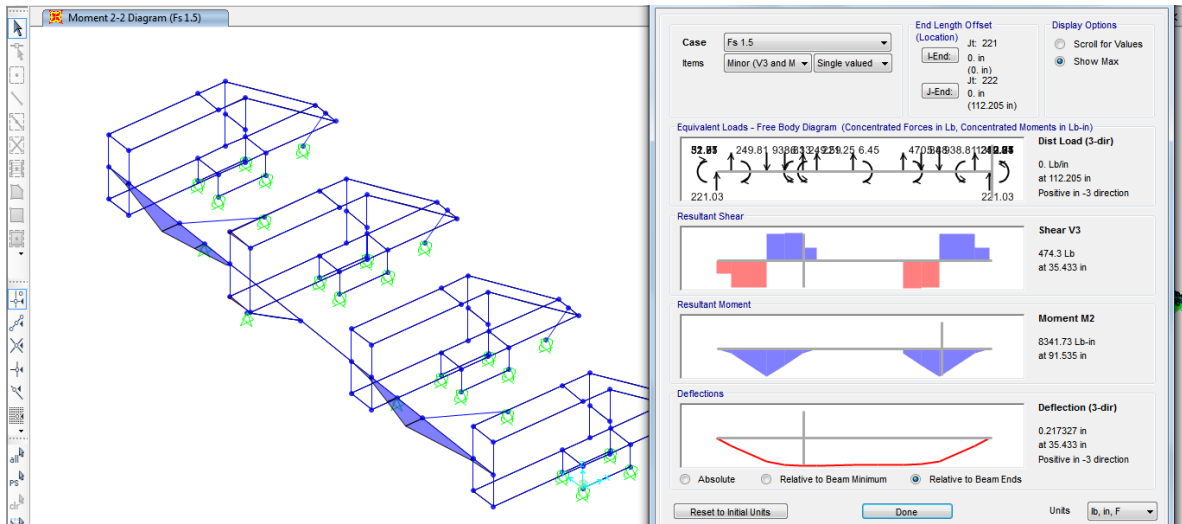
Gráfico N° 69: Plano XY



Fuente: Elaboración Propia

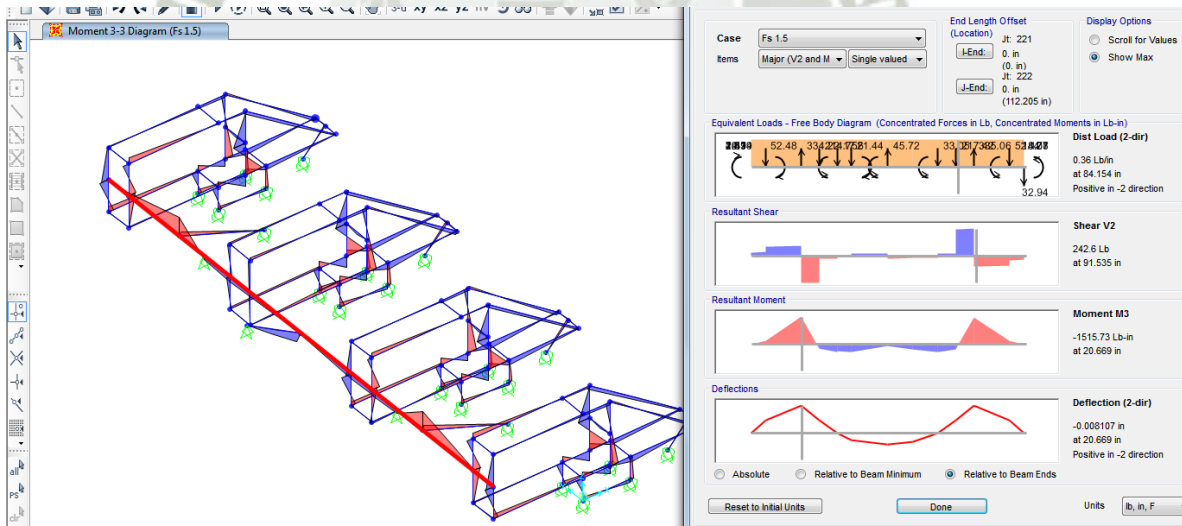
- **MOMENTO FLECTOR:**

Gráfico N° 70: Momento Flector 1



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N° 71: Momento Flector 2

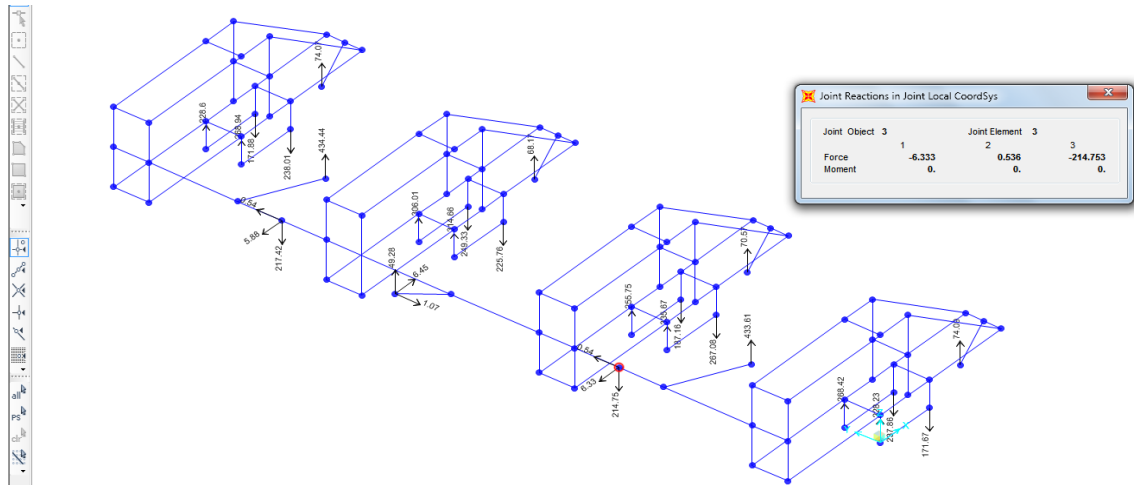


Fuente: Elaboración Propia

- REACCIONES

Reacciones en el apoyo central donde será acoplado al tractor:

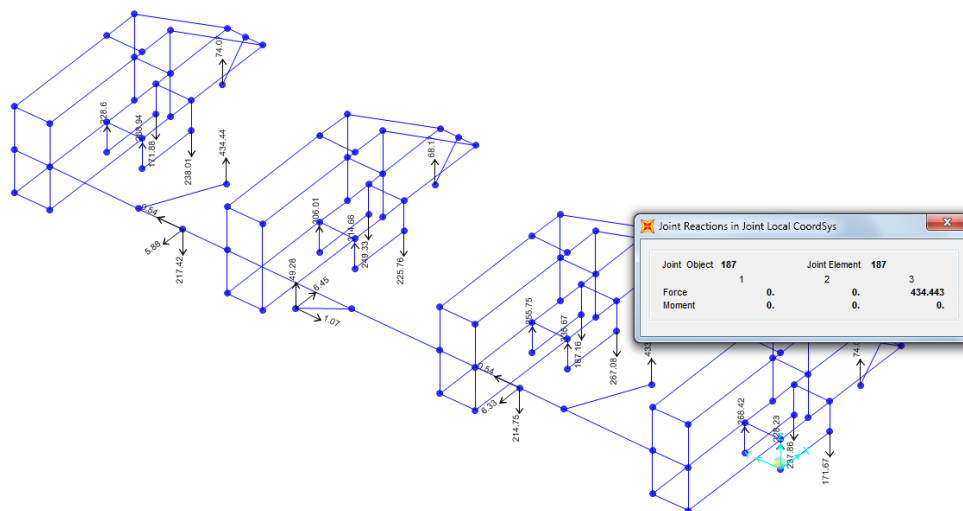
Gráfico N° 72: Reacciones 1



Fuente: Elaboración Propia

Reacciones en los apoyos laterales donde será acoplado al tractor

Gráfico N° 73: Reacciones 2



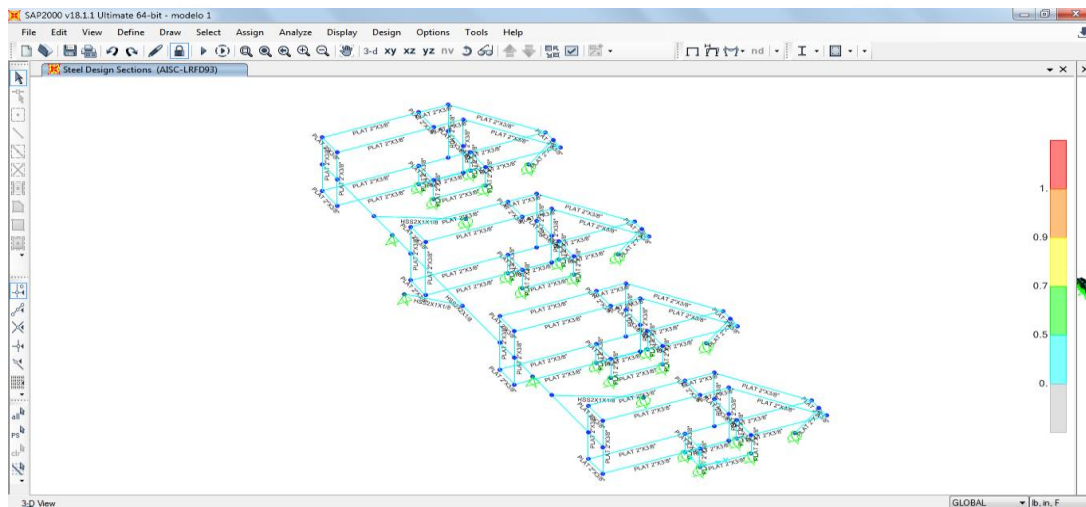
Fuente: Elaboración Propia

- **SELECCIÓN DE PERFILES:**

Se ha seleccionado como perfiles a tubo cuadrado de 2"x2"x1/8" para soportar las sembradoras y platina de 2"x 3/8"

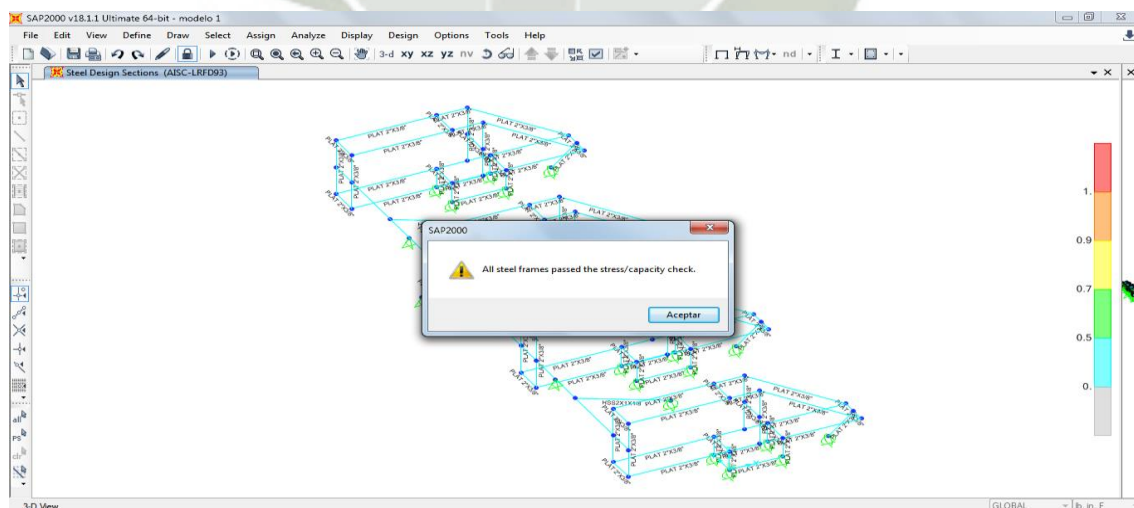
Análisis de ratios: Con los perfiles seleccionados no se obtienen elementos sobre esforzados.

Gráfico N° 74: Perfiles 1



Fuente: Elaboración Propia

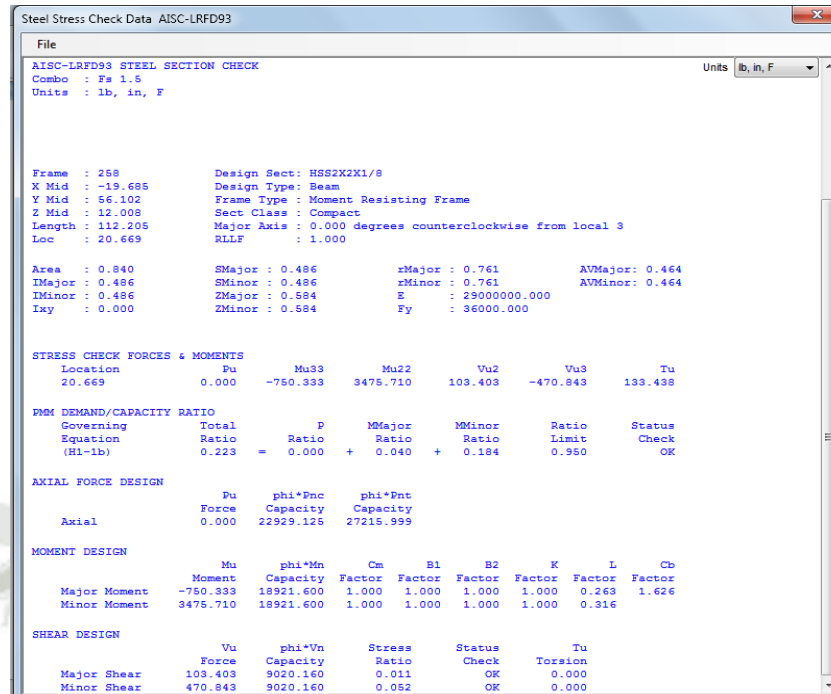
Gráfico N° 75: Perfiles 2



Fuente: Elaboración Propia

- VERIFICACIÓN DE LA VIGA PRINCIPAL:

Gráfico N° 76: Verificación de la Viga Principal



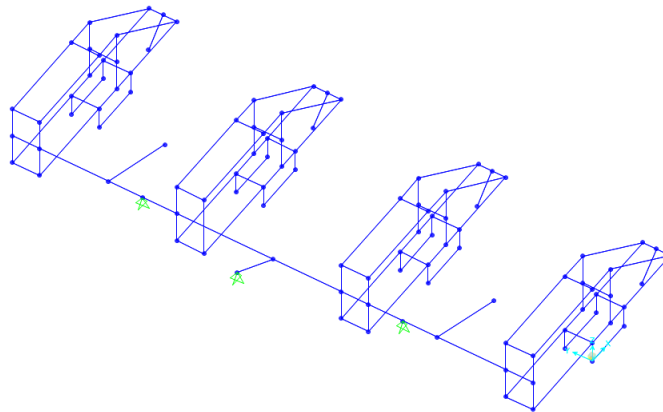
Fuente: Elaboración Propia

Caso 2.- La máquina está suspendida en el tractor.

Esta acción se realiza por ejemplo cuando la máquina es transportada por el tractor hasta el terreno donde se realizara el sembrado o a otro lugar donde se decida tenerla.

Por lo que los puntos de anclaje que soportaran todo el peso de máquina serán los puntos de apoyo de acople al tractor.

Gráfico N° 77: Máquina Suspendida en el Tractor



Fuente: Elaboración Propia

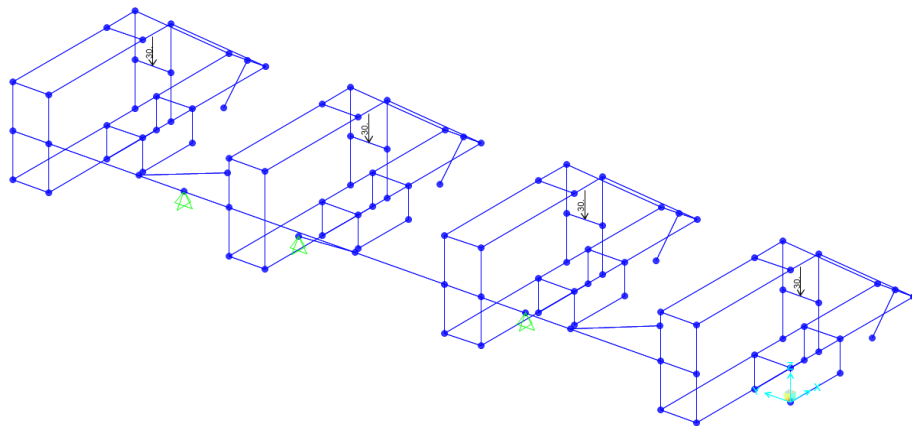
- **ASIGNACION DE CARGAS**

Con la geometría y los puntos de apoyo ya definidas se procede a colocar las cargas

- **CARGA DE MAIZ:**

Definido como la carga que soporta cada sembradora siendo esta de 30Kg por tolva

Gráfico N°78: Carga Peso de Maiz

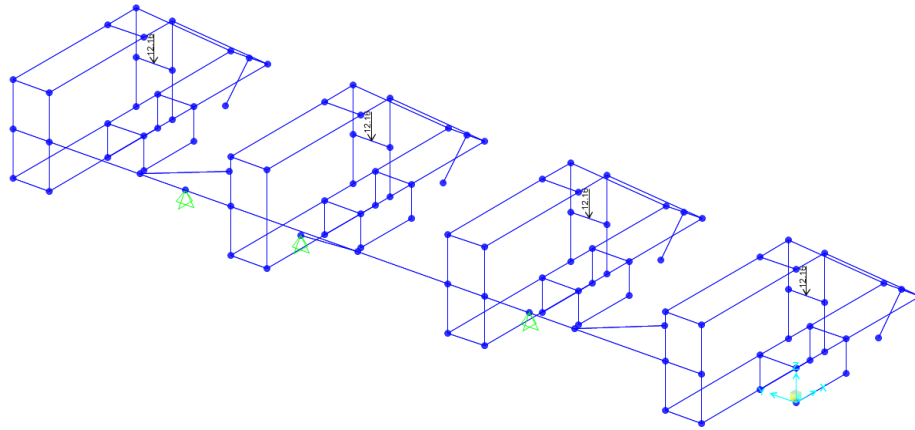


Fuente: Elaboración Propia

- **CARGA PESO DE TOLVA**

Se asigna el peso de tolva de 12.16 Kg en el bastidor para cada sembradora.

Gráfico N° 79: Carga Peso de Tolva Caso 2

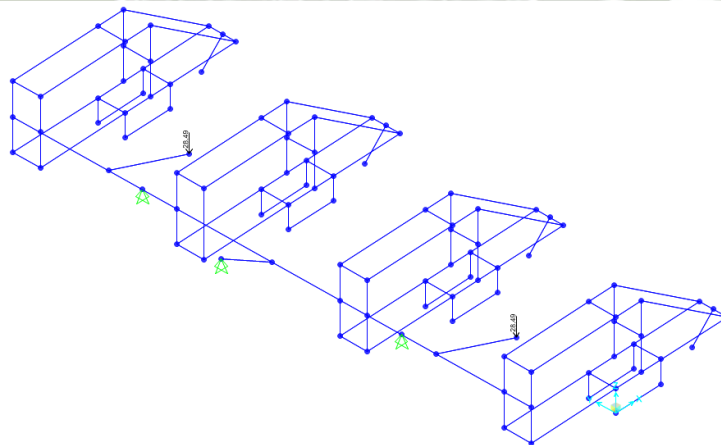


Fuente: Elaboración Propia

- **CARGA PESO DE RUEDA**

Se asigna el peso de las ruedas de 28.49Kgf cada una.

Gráfico N° 80: Carga Peso de Rueda Caso 2



Fuente: Elaboración Propia

La Fuerza en los abridores, Fuerza de trabajo de cadena y la Fuerza en los rodillos ya no actuarían en la máquina por estar suspendida

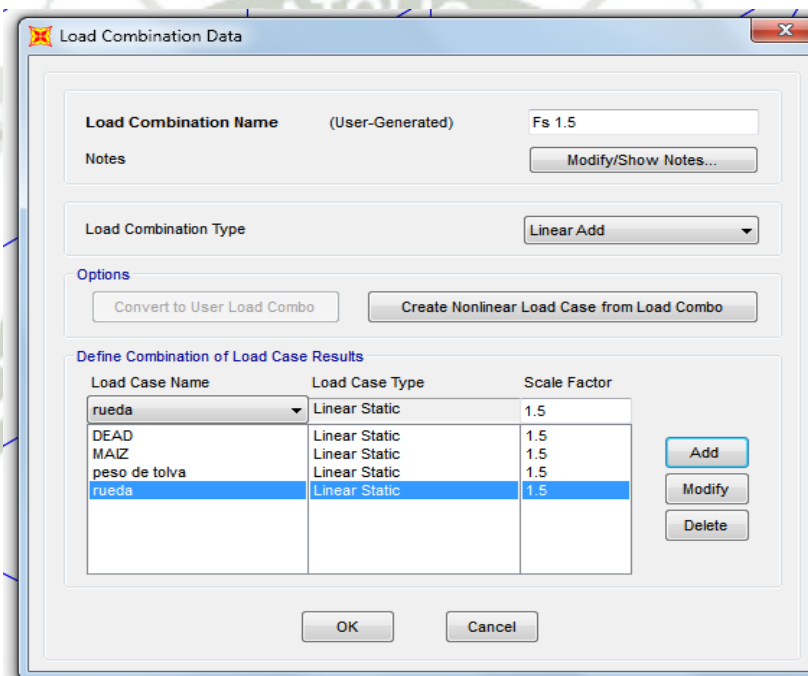
- **ANÁLISIS:**

Definida la geometría, los puntos de apoyos y las cargas, se procede a realizar el análisis.

- **Combinación de cargas:**

Se ha usado un factor de diseño de 1.5 generando la siguiente combinación de cargas como se muestra en la imagen:

Gráfico N° 81: Combinación de Cargas Caso 2

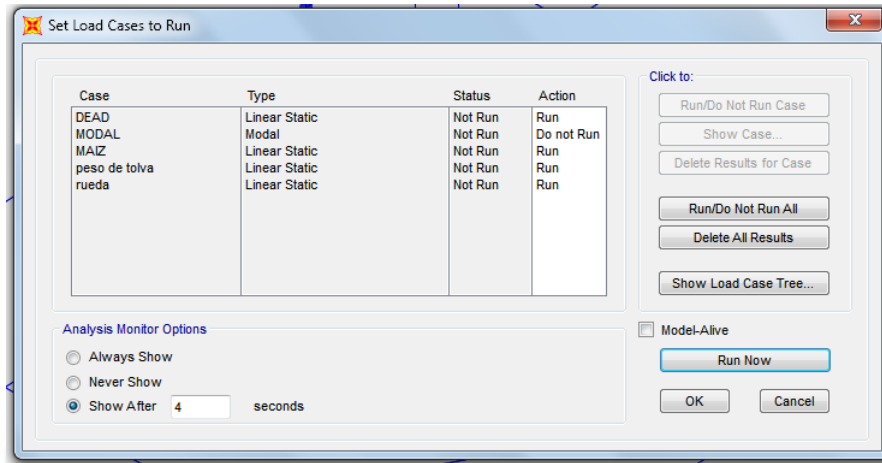


Fuente: Elaboración Propia

- **CARGAS ANALIZADAS:**

Se analizan el modelo como cargas estáticas.

Gráfico N° 82: Cargas Analizadas



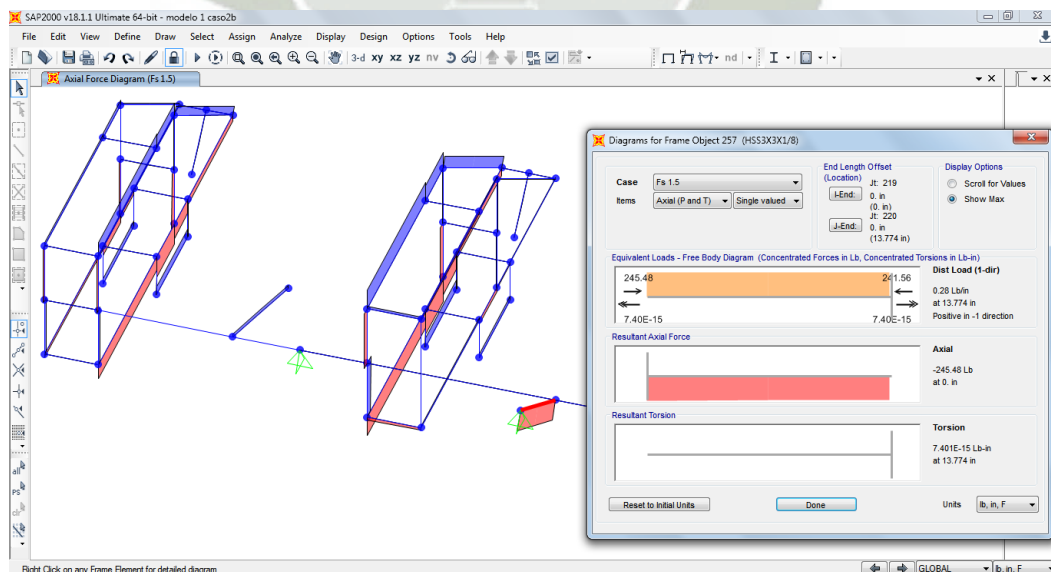
Fuente: Elaboración Propia

Resultados:

Del análisis obtenemos lo siguiente:

- **FUERZAS AXIALES:**

Gráfico N° 83: Fuerzas Axiales Caso 2

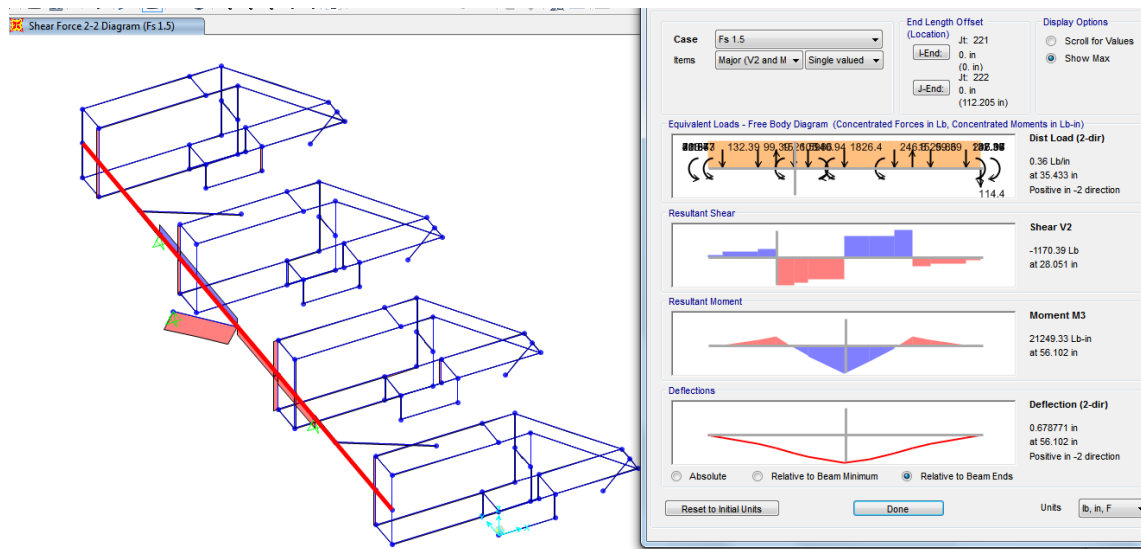


Fuente: Elaboración Propia

- **FUERZAS CORTANTES:**

Fuerzas cortantes en el plano xz, la gráfica que se muestra es la viga principal que soporta las sembradoras.

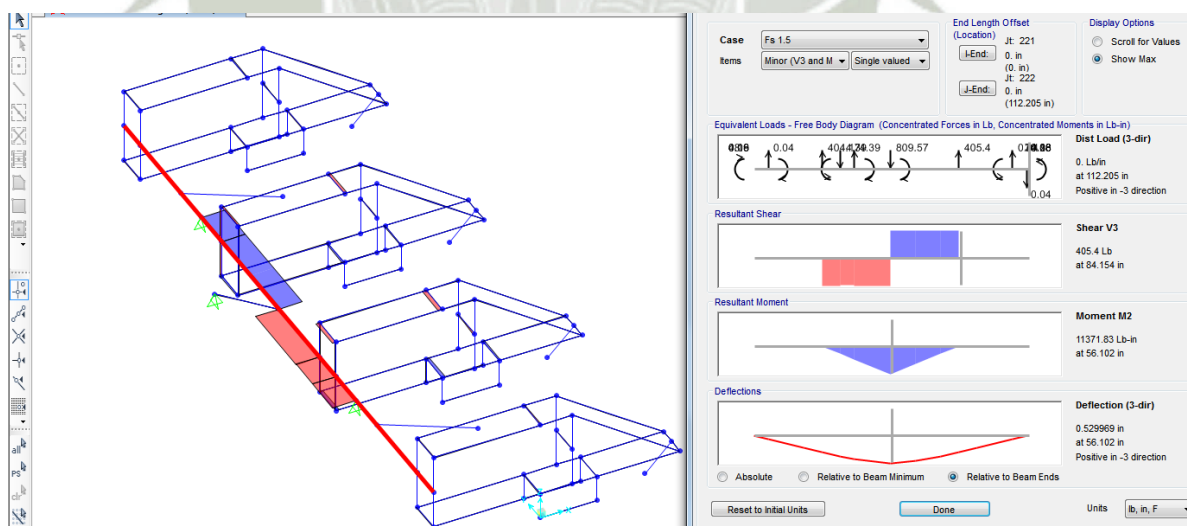
Gráfico N° 84: Fuerzas Cortantes Caso 2



Fuente: Elaboración Propia

- **EN EL PLANO XY:**

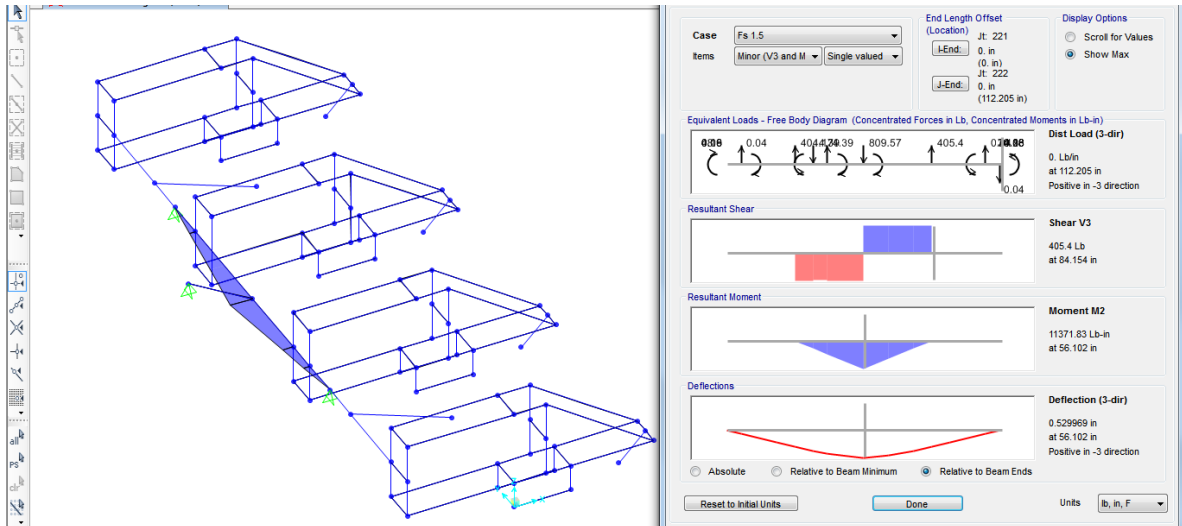
Gráfico N° 85: Plano XY Caso 2



Fuente: Elaboración Propia

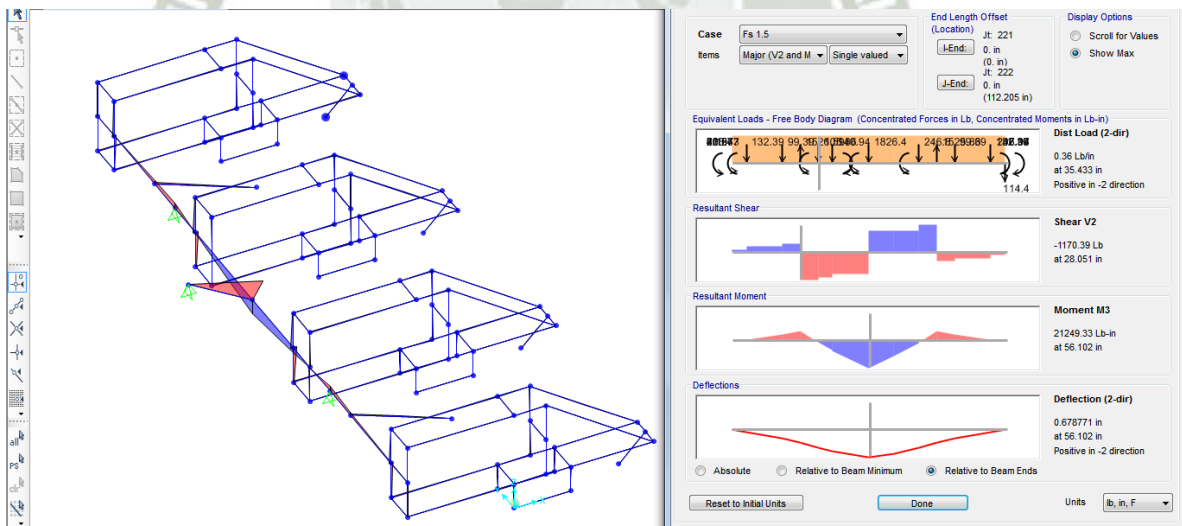
- **MOMENTO FLECTOR:**

Gráfico N° 86: Momento Flector 1 Caso 2



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N° 87: Momento Flector 2 Caso 2

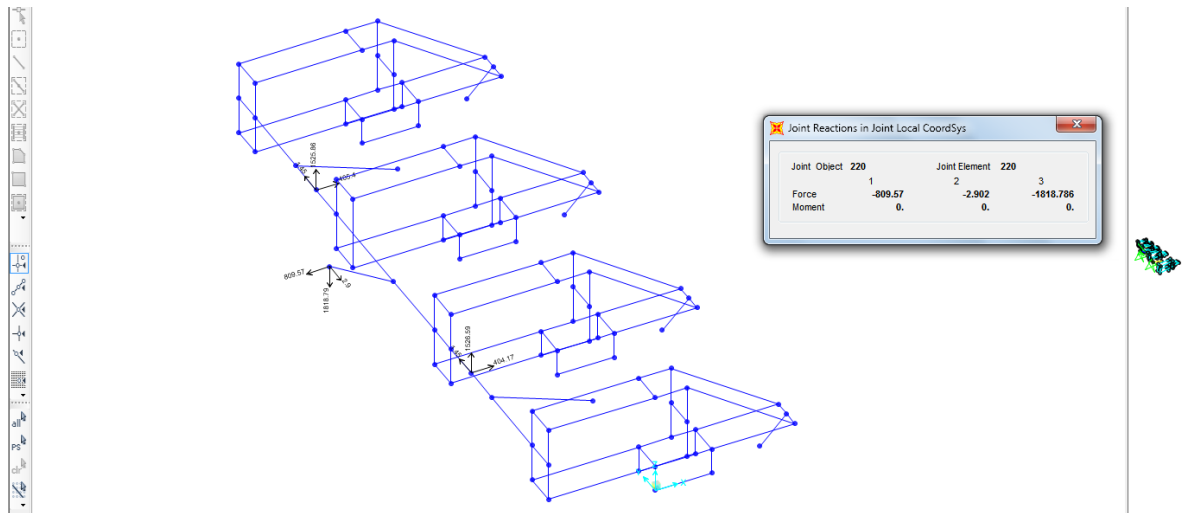


Fuente: Elaboración Propia

- **REACCIONES**

Reacciones en el apoyo central donde será acoplado al tractor:

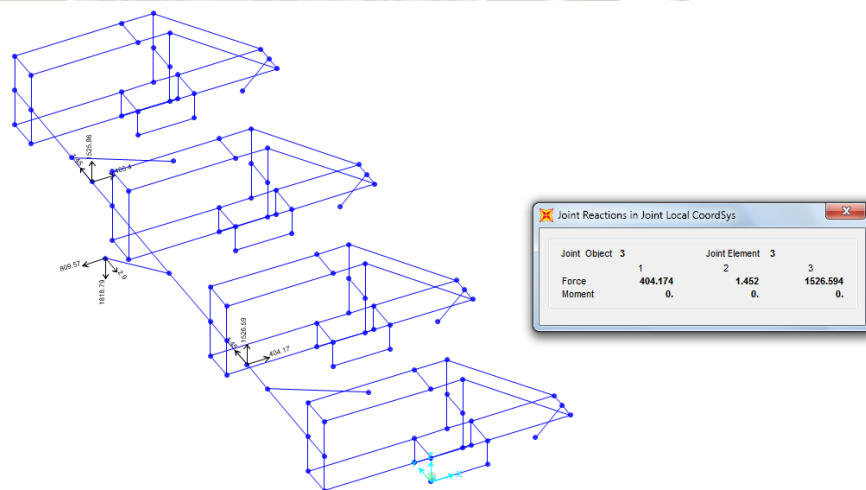
Gráfico N° 88: Reacciones 1 Caso 2



Fuente: Elaboración Propia

Reacciones en los apoyos laterales donde será acoplado al tractor

Gráfico N° 89: Reacciones 2 Caso 2



Fuente: Elaboración Propia

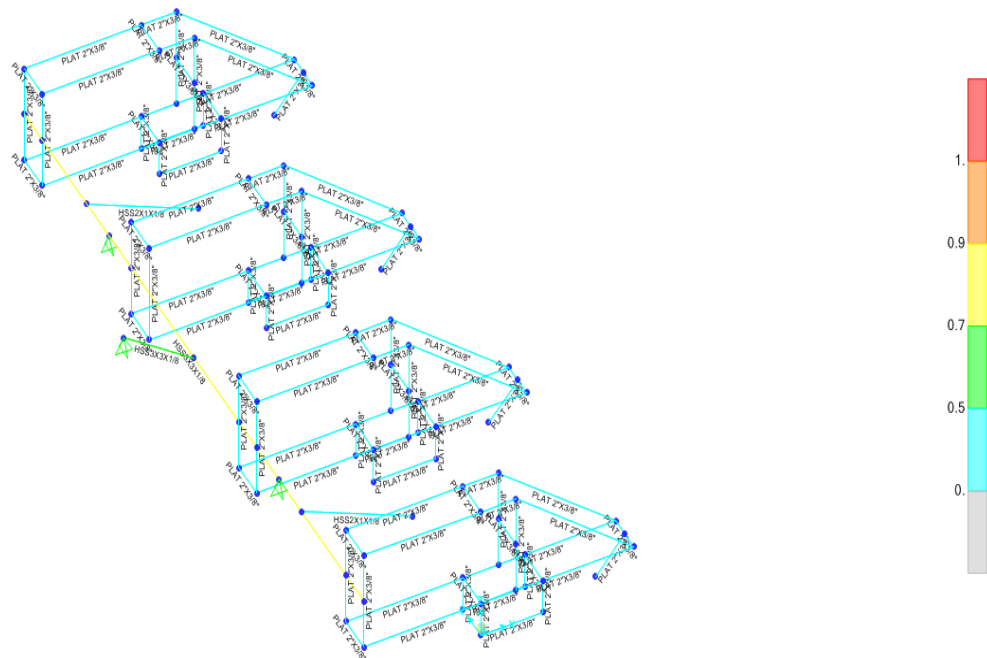
- **SELECCIÓN DE PERFILES:**

Se ha seleccionado como perfiles a tubo cuadrado de 3"x3"x1/8" para soportar las sembradoras y platina de 2"x 3/8" todos los perfiles son de material ASTM A-36.

Análisis de ratios:

Con los perfiles seleccionados no se obtienen elementos sobre esforzados.

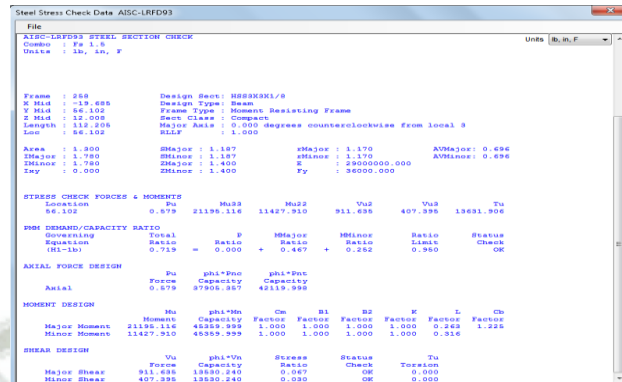
Gráfico N° 90: Selección de Perfiles Caso 2



Fuente: Elaboración Propia

- **VERIFICACIÓN DE LA VIGA PRINCIPAL:**

Gráfico N° 91: Verificación de la Viga Principal Caso 2



Fuente: Elaboración Propia

- **CONCLUSIONES:**

De los casos analizados se determina usar tubo cuadrado de 3"x3"x1/8" para la viga que soporta las sembradoras y platina de 2"x3/8" para el armazón de las sembradoras, todo en material ASTM A-36.

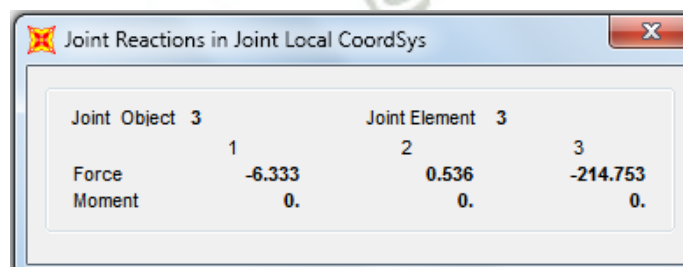
3.6.4. CALCULO DE PERNOS

De los casos evaluados escogemos las reacciones máximas en el acople del tractor:

En la parte media superior:

- **Caso 1**

Gráfico N° 92: Cálculo de Pernos Caso 1



Fuente: Elaboración Propia

Corte Directo:

$$F_{s1} = \sqrt{6.333^2 + 214.753^2}$$

$$F_{s1} = 214.846 \text{ lbf}$$

Tracción:

$$F_{t1} = 0.536 \text{ lbf}$$

Momento cortante:

$$F_{m1} = 0 \text{ lbf}$$

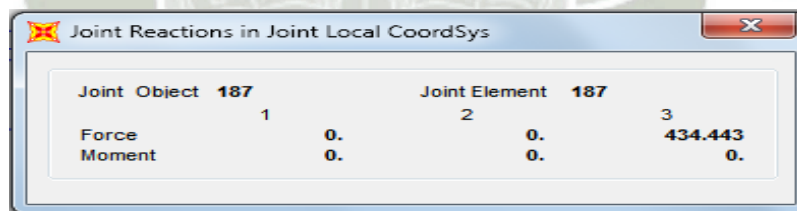
Máxima fuerza cortante:

$$F_{c1} = \sqrt{214.846^2 + 0.536^2}$$

$$F_{c1} = 214.847 \text{ lbf}$$

- **Caso 2**

Gráfico N° 93: Calculo de Pernos Caso 2



Joint Object	187	Joint Element	187	
Force	1	2	3	
Moment	0.	0.	434.443	0.

Fuente: Elaboración Propia

Corte Directo:

$$F_{s1} = 434.443 \text{ lbf}$$

Tracción:

$$F_{t1} = 0 \text{ lbf}$$

Momento cortante:

$$F_{m1} = 0 \text{ lbf}$$

Máxima fuerza cortante:

$$F_{c2} = 434.443 \text{ lbf}$$

De los dos casos evaluados se determina que:

$$F_{c1} < F_{c2} \quad \text{Por lo que la máxima fuerza cortante es: } F_{c2} = 434.443 \text{ lbf}$$

Usando 1 perno en la parte superior de anclaje del tractor

Acero SAE Grado 5 ó ASTM A325 $\rightarrow S_y = 92000 \text{ PSI}$

$$A_s = \left(\frac{6 \cdot F_c}{S_y} \right)^{2/3} = \left(\frac{6 \times 434.443}{92000} \right)^{2/3} = 0.093 \text{ pulg}^2$$

Gráfico N° 94: Uniones Atornilladas

UNIONES ATORNILLADAS
TABLA 1
AREAS DE ESFUERZOS DE ROSCAS ESTANDAR AMERICANO

DIAMETRO NOMINAL PULG.	ROSCA GRUESA			ROSCA FINA		
	HILOS POR PULG.	AREA DE ES- FUERZO		HILOS POR PULG.	AREA DE ES- FUERZO	
		Pulg ²	mm ²		Pulg ²	mm ²
1/4	20	0.0318	20.53	28	0.0364	23.47
5/16	18	0.0524	33.83	24	0.0581	37.46
3/8	16	0.0775	50.00	24	0.0878	56.66
7/16	14	0.1063	68.59	20	0.1187	76.59
1/2	13	0.1419	91.53	20	0.1600	103.2
1/2	12	0.1378	88.88			
9/16	12	0.1819	117.4	18	0.2030	131.0
5/8	11	0.2260	145.8	18	0.2560	165.1
3/4	10	0.3345	215.8	16	0.3730	240.6
7/8	9	0.4617	297.9	14	0.5095	328.7
1	8	0.6057	390.8	12	0.6630	427.8
1 1/8	7	0.7633	492.4	12	0.8557	552.1
1 1/4	7	0.9691	625.2	12	1.0729	692.2
1 3/8	6	1.1549	745.1	12	1.3147	848.2
1 1/2	6	1.4053	906.6	12	1.5810	1020.
1 3/4	5	1.8995	1225.	12	2.1875	1411.
2	4.5	2.4982	1612.	12	2.8917	1866.
2 1/4	4.5	3.2477	2095.	12	3.6943	2383.
2 1/2	4	3.9988	2580.	12	4.5951	2965.
2 3/4	4	4.9340	3183.	12	5.5940	3609.
3	4	5.9674	3850.	12	6.6912	4317.

Fuente: Elaboración Propia

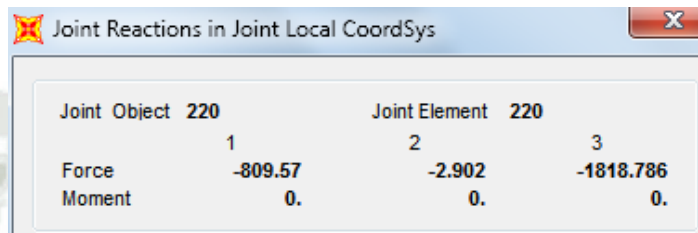
$A_s = 0.093 \text{ pulg}^2 \rightarrow A_s < 0.1063 \text{ pulg}^2 \rightarrow 1$ perno de 7/16" rosca gruesa.

De las reacciones obtenidas calculamos la unión de un extremo del tractor

- **Calculo de perno para la unión del extremo del tractor.**

Caso 1:

Gráfico N° 95: Unión al Tractor



Joint Object	220	Joint Element	220
	1	2	3
Force	-809.57	-2.902	-1818.786
Moment	0.	0.	0.

Fuente: Elaboración Propia

Corte Directo:

$$F_{s1} = \sqrt{809.57^2 + 1818.786^2}$$

$$F_{s1} = 1990.825 \text{ lbf}$$

Tracción:

$$F_{t1} = 2.902 \text{ lbf}$$

Momento cortante:

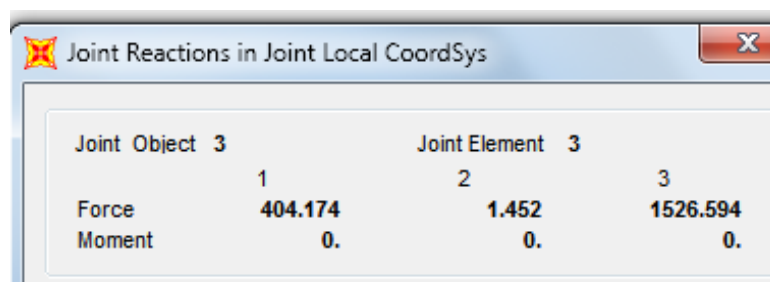
$$F_{m1} = 0 \text{ lbf}$$

Máxima fuerza cortante:

$$F_{c1} = 1990.828 \text{ lbf}$$

Caso 2:

Gráfico N° 96: Union al Tractor Caso 2



	Joint Object 3			Joint Element 3		
	1	2	3	1	2	3
Force	404.174	1.452	1526.594			
Moment	0.	0.	0.			

Fuente: Elaboración Propia

Corte Directo:

$$F_{s1} = \sqrt{404.174^2 + 1526.594^2}$$

$$F_{s1} = 1579.191 \text{ lbf}$$

Tracción:

$$F_{t1} = 1.452 \text{ lbf}$$

Momento cortante:

$$F_{m1} = 0 \text{ lbf}$$

Máxima fuerza cortante:

$$F_{c2} = 1579.192 \text{ lbf}$$

De los dos casos evaluados se determina que

$$F_{c1} > F_{c2}$$

Por lo que la máxima fuerza cortante es: $F_{c1} = 1990,828 \text{ lbf}$

Usando 1 perno en la parte superior de anclaje del tractor

Acero SAE Grado 5 ó ASTM A325 $\rightarrow S_y = 92000 \text{ PSI}$

$$A_s = \left(\frac{6 \cdot F_c}{S_y} \right)^{2/3} = \left(\frac{6 \times 1990,828}{92000} \right)^{2/3} = 0,256 \text{ pulg}^2$$

Gráfico N° 97: Uniones Atornilladas

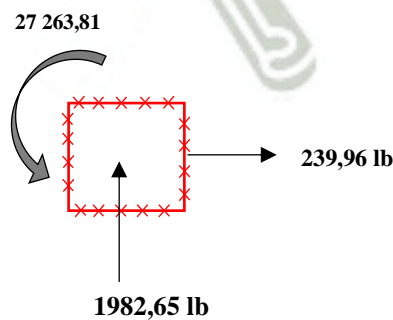
UNIONES ATORNILLADAS
TABLA 1
AREAS DE ESFUERZOS DE ROSCAS ESTANDAR AMERICANO

DIAMETRO NOMINAL PULG.	ROSCA GRUESA			ROSCA FINA		
	HILOS POR PULG.	AREA DE ES- FUERZO		HILOS POR PULG.	AREA DE ES- FUERZO	
		Pulg ²	mm ²		Pulg ²	mm ²
1/4	20	0.0318	20.53	28	0.0364	23.47
5/16	18	0.0524	33.83	24	0.0581	37.46
3/8	16	0.0775	50.00	24	0.0878	56.66
7/16	14	0.1063	68.59	20	0.1187	76.59
1/2	13	0.1419	91.55	20	0.1600	103.2
1/2	12	0.1378	88.88			
9/16	12	0.1819	117.4	18	0.2030	131.0
5/8	11	0.2260	145.8	18	0.2560	165.7
3/4	10	0.3345	215.8	16	0.3730	240.6
7/8	9	0.4617	297.9	14	0.5095	328.7
1	8	0.6057	390.8	12	0.6630	427.8
1 1/8	7	0.7633	492.4	12	0.8557	552.1
1 1/4	7	0.9691	625.2	12	1.0729	692.2
1 3/8	6	1.1549	745.1	12	1.3147	848.2
1 1/2	6	1.4053	906.6	12	1.5810	1020.
1 3/4	5	1.8995	1225.	12	2.1875	1411.
2	4.5	2.4982	1612.	12	2.8917	1866.
2 1/4	4.5	3.2477	2095.	12	3.6943	2383.
2 1/2	4	3.9988	2580.	12	4.5951	2965.
2 3/4	4	4.9340	3183.	12	5.5940	3609.
3	4	5.9674	3850.	12	6.6912	4317.

Fuente: Elaboración Propia

$A_s = 0.256 \text{ pulg}^2 \rightarrow A_s < 0.3345 \text{ pulg}^2 \rightarrow$ 1 perno de 3/4" rosca gruesa.

3.6.4.1. CALCULO DE SOLDADURA:



Usando Electrodo E70XX

Soldador calificado $\rightarrow S_w = 14800 \text{ Psi}$

Módulo de resistencia de línea $\rightarrow Z_w = bd + \frac{d^2}{3} \quad J_w = \frac{(b+d)^3}{6}$

a) Corte Directo

$$f'_w = \frac{F}{L}$$

$$f'_{wH} = \frac{239,96}{9} = 26,66 \text{ lb}$$

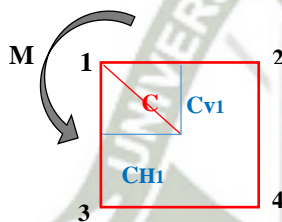
$$f'_{wV} = \frac{1982,65}{9} = 220,29 \text{ lb}$$

b) Corte Momento Torsor

$M = 27\,263,81$

$$J_w = \frac{(b+d)^3}{6} = \frac{(3+3)^3}{6} = 36$$

En los extremos 1 y 4



$$f''_{wH} = \frac{Mx \cdot Cv}{J_w}$$

$$f''_{wH_1} = \frac{27\,263,81 \times 1,5}{36}$$

$$f''_{wH_1} = 1135,99 \text{ lb}$$

Como: $C_{H1} = C_{V1} \Rightarrow f''_{wv_1} = \frac{27\,263,81 \times 1,5}{36}$

$$f''_{wv_1} = 1135,99 \text{ lb}$$

En los extremos 2 y 3

$$f''_{wH_2} = \frac{27\,263,81 \times 1,5}{36} = 1135,99 \text{ lb}$$

$$f''_{wv_2} = \frac{27\,263,81 \times 1,5}{36} = 1135,99 \text{ lb}$$

c) Resultante:

$$f_{WR} = \sqrt{(f'_{wH_1} + f''_{wH_1})^2 + (f'_{wv_1} + f''_{wv_2})^2}$$

$$f_{WR} = \sqrt{(26,66 + 1135,99)^2 + (220,29 + 1135,99)^2}$$

$$f_{WR} = 1786,41 \text{ lb}$$

d) Tamaño del cordón de soldadura

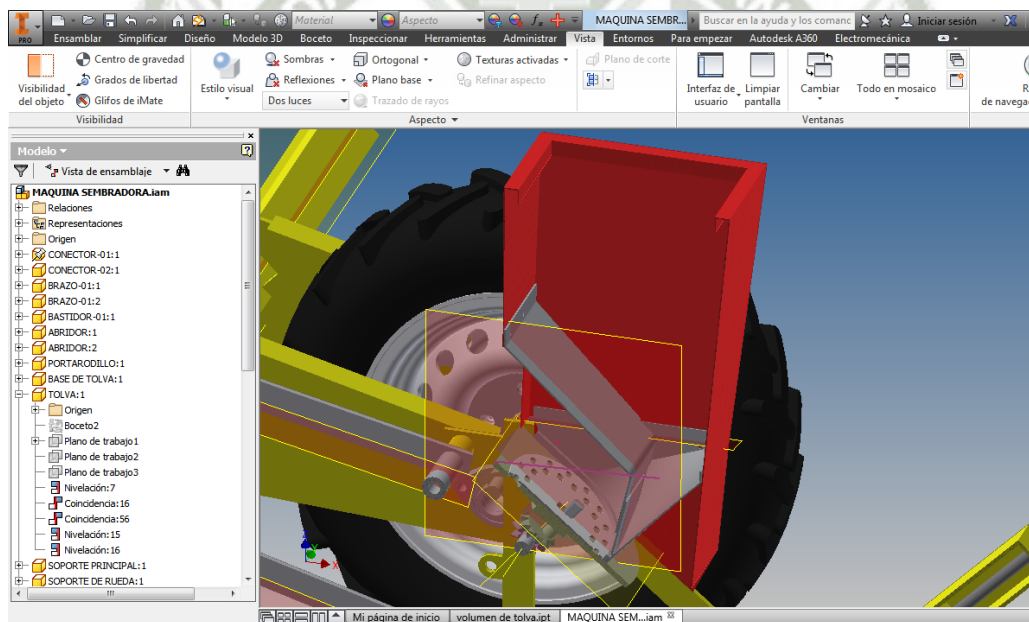
$$W = \frac{f_{WR}}{S_W} \qquad f_{WR} = 1786,41 \text{ lb}$$

$$S_W = 14800 \text{ Psi}$$

$$W = \frac{1786,41}{14800} = 0,12 \text{ pulg} \rightarrow 1/8''$$

3.6.5. CALCULO DE VOLUMEN DE LA TOLVA:

Gráfico N° 98: Volumen de la Tolva



Fuente: Elaboración Propia

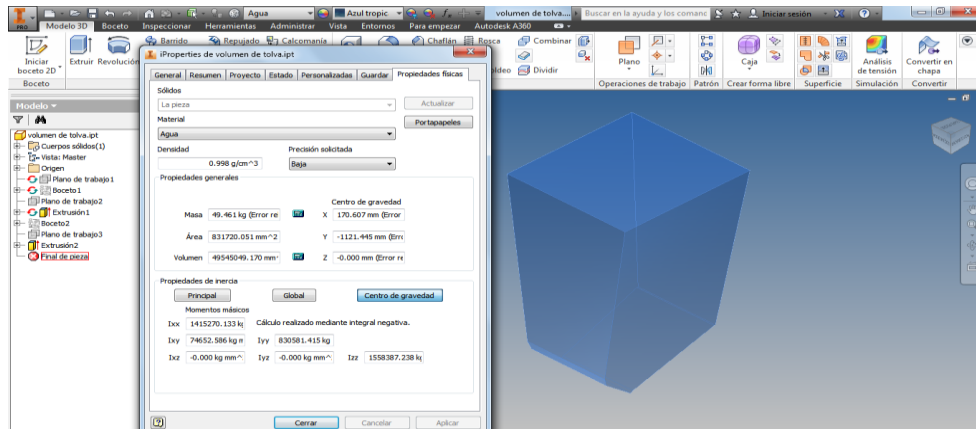
Según el diseño de la tolva se ha calculado un volumen de $49545049.170 \text{ mm}^3 = 0.049 \text{ m}^3$

Teniendo la densidad aparente de la semilla: 801 Kg/m^3

Tenemos una capacidad: $M = 801 \text{ Kg/m}^3 \times 0.049 \text{ m}^3 = 39.68 \text{ Kg}$ de maiz

Siendo capacidad un 30% mayor a la requerida.

Gráfico N°99: simulación de Tolva

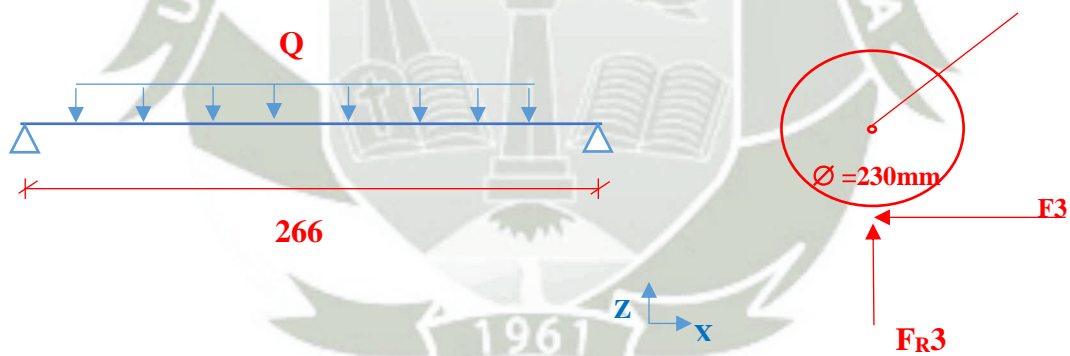


Fuente: Elaboración Propia

3.6.6. CALCULO DEL EJE

- Eje del Rodillo:

Gráfico N° 100: Eje del Rodillo



Fuente: Elaboración Propia

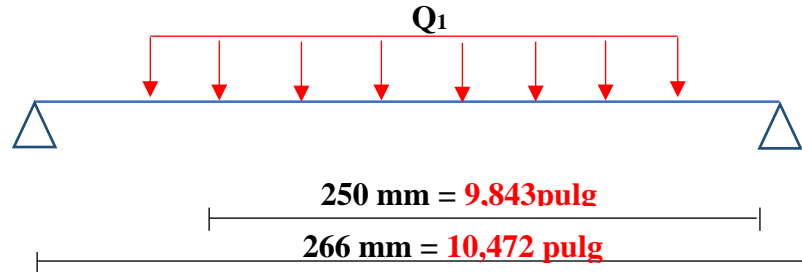
Donde:

$$F_3 = 322,22 \text{ N} = 72,438 \text{ lbf}$$

$$F_{R4} = 82,634 \text{ lbf}$$

- **Plano XY**

Gráfico N° 101: Plano XY Ejes



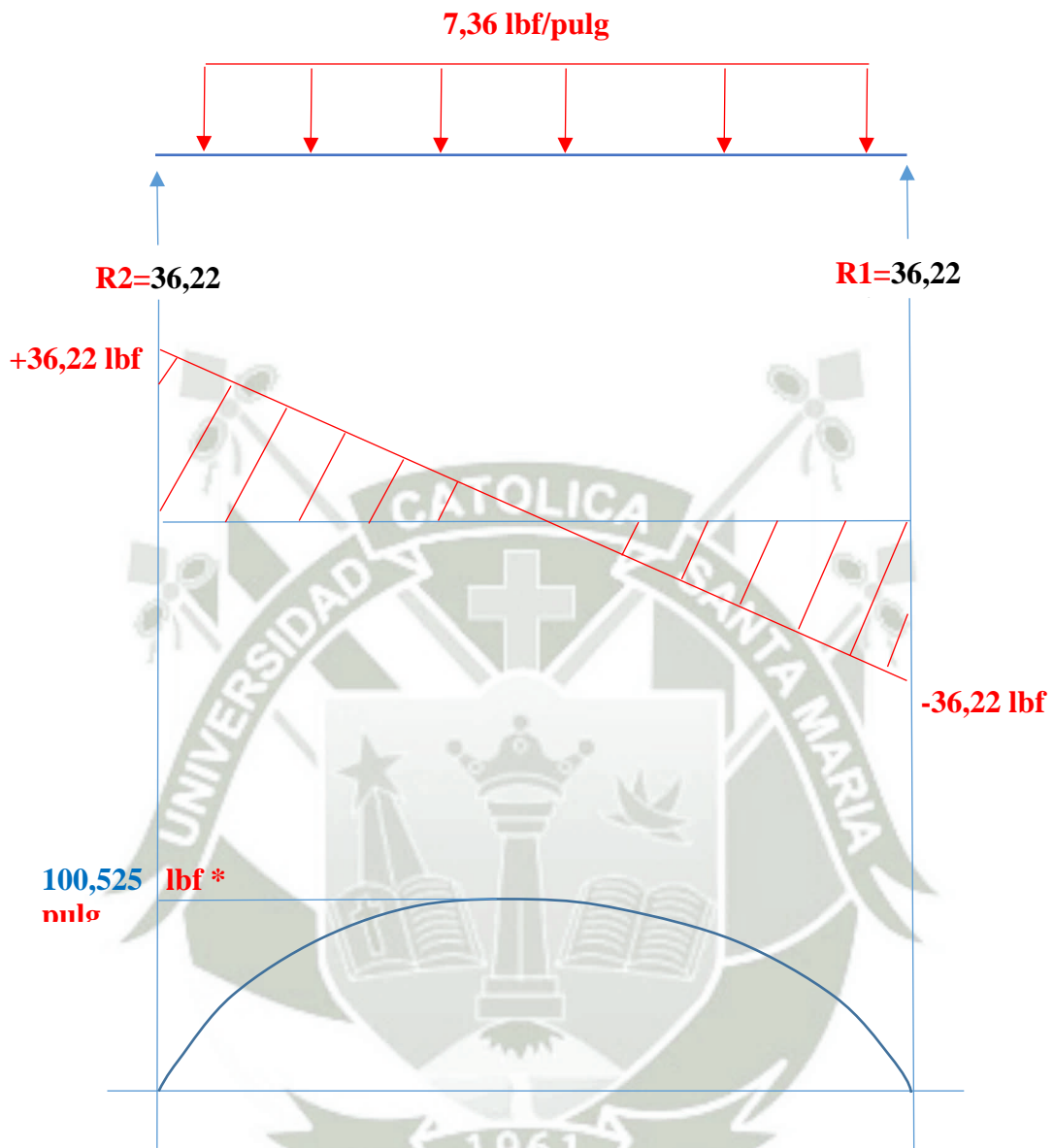
Fuente: Elaboración Propia

$$0.0254 \times \frac{R3}{0,25} = Q1$$

$$Q1 = \frac{72,438 \times 0,0254 \text{ lbf}}{0,25} / \text{pulg}$$

$$Q1 = 7,36 \text{ lbf} / \text{pulg}$$

Gráfico N° 102: Diagrama de Fuerzas y Momentos

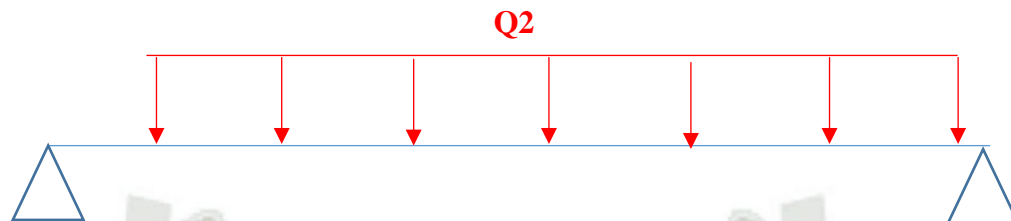


Fuente: Elaboración Propia

- Plano YZ

-

Gráfico N° 103: Plano YZ Ejes



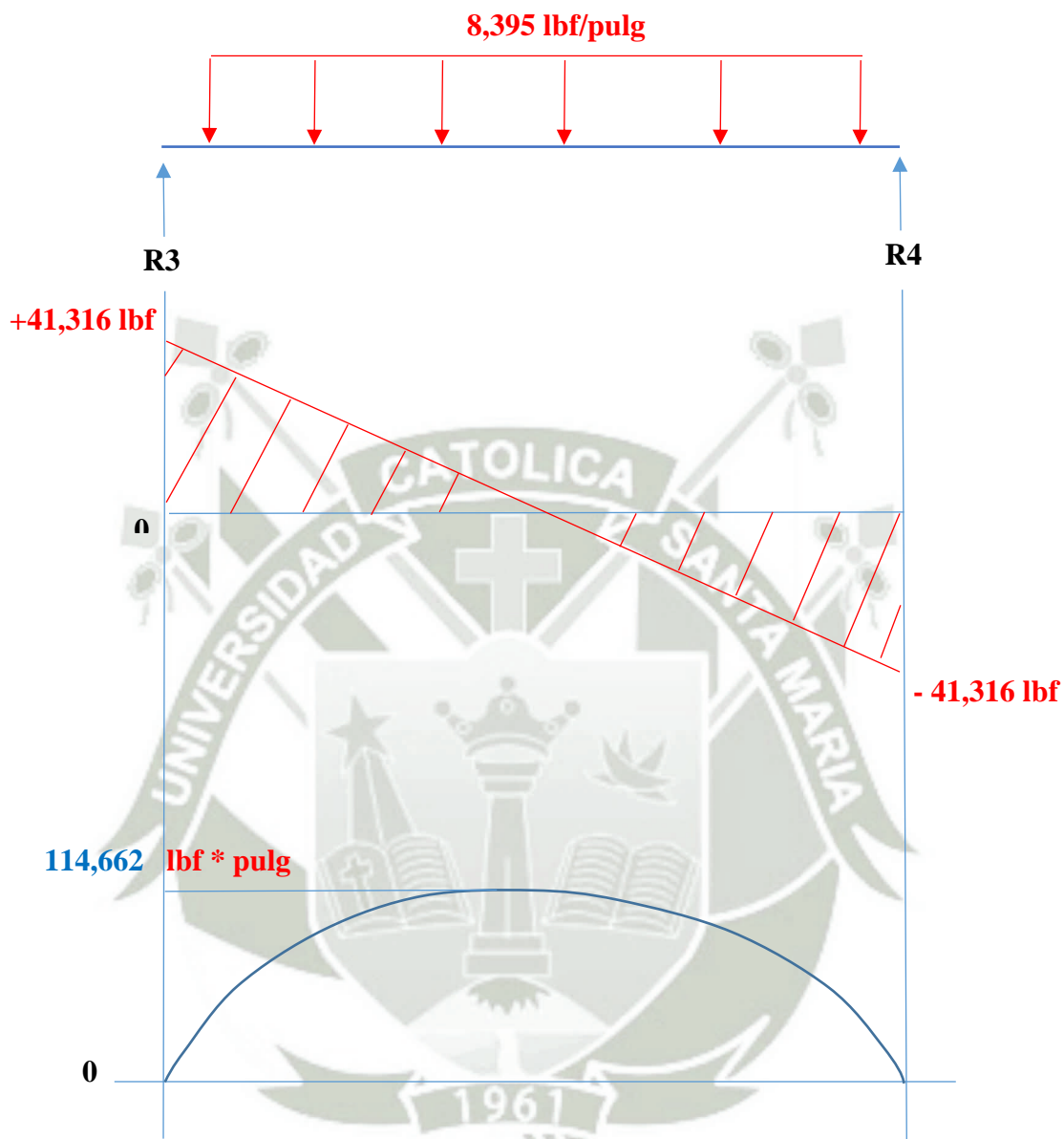
Fuente: Elaboración Propia

$$Q_2 = \frac{F_{R3}}{9,843}$$

$$Q_2 = \frac{82,634}{9,843}$$

$$Q_2 = 8,395 \text{ lbf/pulg}$$

Gráfico N° 104: Diagrama De Fuerzas y Momentos YZ



Fuente: Elaboración Propia

- Por resistencia

* Punto crítico:

$$Mr = \sqrt{(114,662)^2 + (100,525)^2}$$

$$Mr = 152,49 \text{ lbf} \times \text{pulg}$$

$$T = F_3 \times \frac{0,23}{2 \times 0,0254} = 72,438 \times \frac{9,055}{2} = 327,96 \text{ lbf} \times \text{pulg}$$

$$Ssd = 8000 \text{ psi (para SAE 1040)}$$

$$Km = Kt = 1,5 \rightarrow \text{carga cortante}$$

* Fórmula ASME:

$$\frac{16}{\pi \times D^3} \sqrt{(Km \times M)^2 + Kt \times T^2} \leq Ssd$$

$$D \geq 0,70 \text{ pulg} \rightarrow \frac{3}{4}''$$

eje de $\frac{3}{4}''$

- **Por fatiga**

$$Ns = \frac{\pi D^3}{32 \times \sqrt{\left(\frac{M}{Sy}\right)^2 + \left(\frac{T}{Se}\right)^2}}$$

$$Sy = 30\,000 \text{ psi}$$

$$Se = 8750 \text{ psi}$$

Con $Ns=1,1 \rightarrow 10\%$ de margen de seguridad

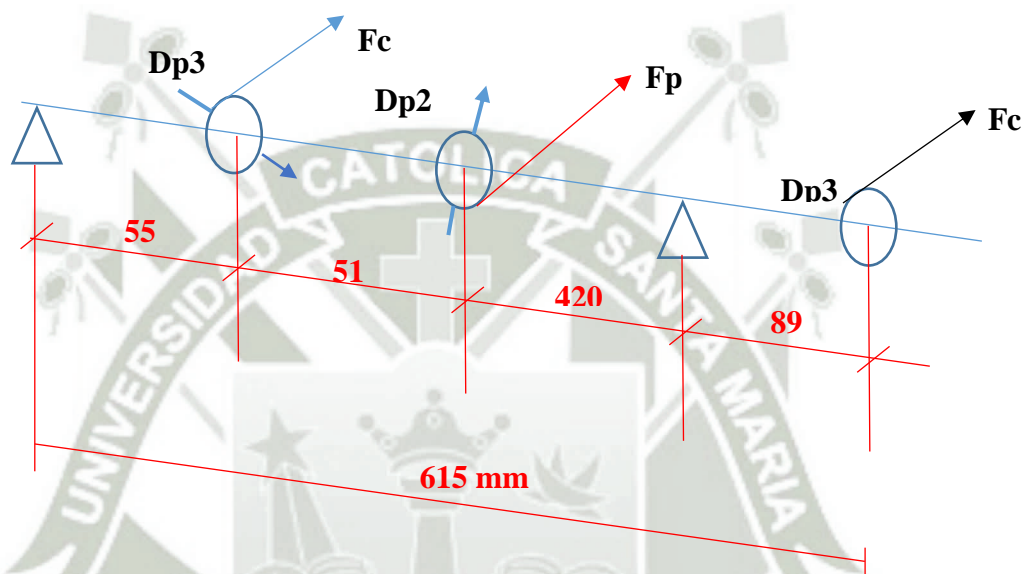
$D = 0,42 \text{ pulg} \rightarrow$ eje de $\frac{1}{2}''$

Respuesta: Usamos el eje de $\frac{3}{4}''$

Eje:

Calculamos el eje

Gráfico N° 105: Eje



Fuente: Elaboración Propia

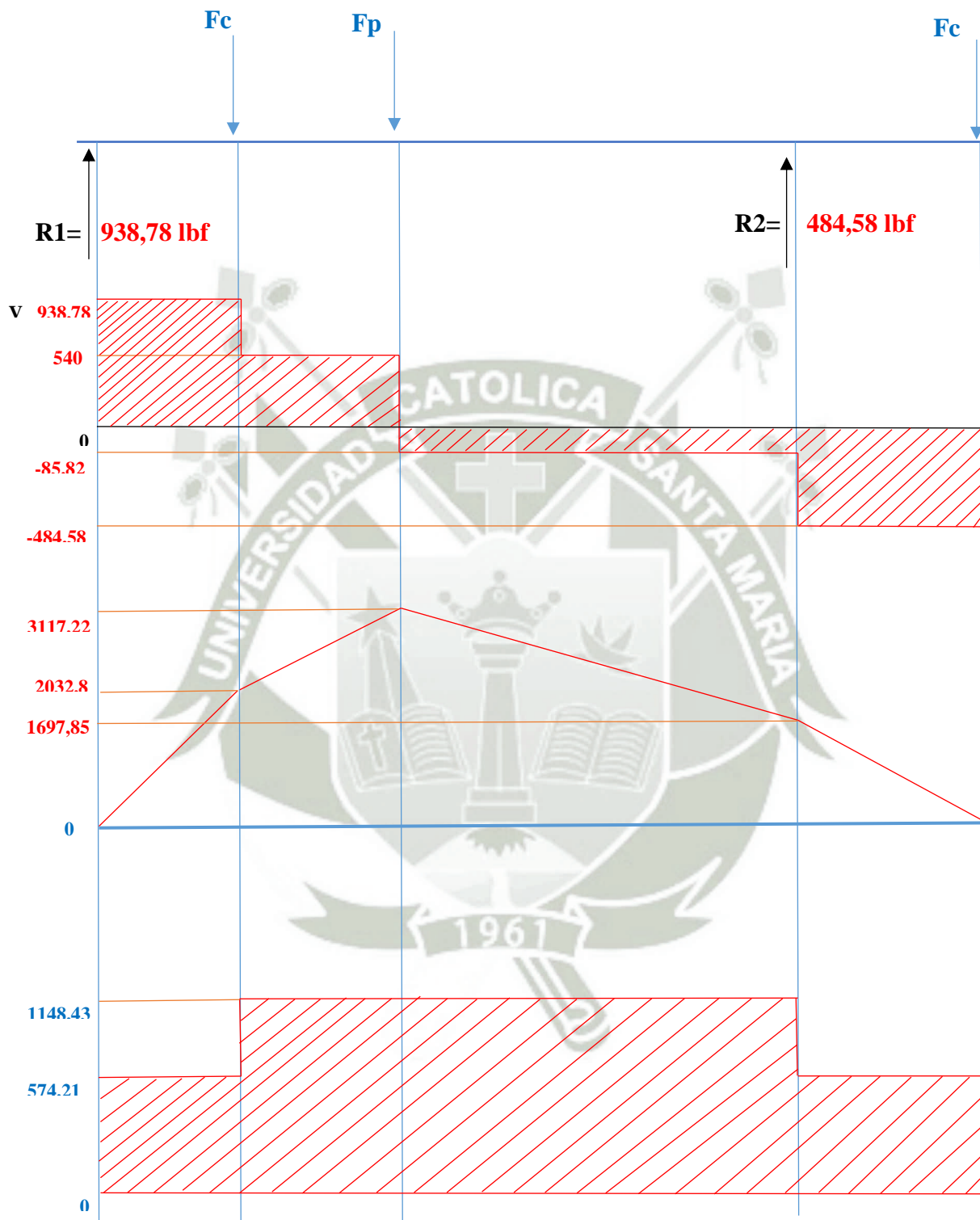
$$F_p = 625,85 \text{ lbf}$$

$$F_p \times \frac{Dp2}{2} = 2 F_c \frac{Dp3}{2}$$

$$625,85 \times \frac{3,67}{2} = 2 F_c \times \frac{2,88}{2}$$

$$F_c = 398,76 \text{ lbf}$$

Gráfico N° 106: Diagrama de Fuerza y Momento de Eje



Fuente: Elaboración Propia

-Por resistencia:

$$M = 3117,22 \text{ lbf} \times \text{pulg}$$

$$T = 1148,43 \text{ lbf} \times \text{pulg}$$

$$Ssd = 8000 \text{ psi (SAE 1040)}$$

$$Km = Kt = 1,5$$

$$\frac{16}{\pi D^3} \sqrt{(Km \times M)^2 + (Kt \times T)^2} \leq Ssd$$

$$D \geq 1,467$$

$$D = 1,5 \text{ pulg}$$

-Por fatiga:

$$1,1 \rightarrow Ns = \frac{\pi D^3}{32 \times \sqrt{\left(\frac{M}{Sy}\right)^2 + \left(\frac{T}{Se}\right)^2}}$$

$$D = 1,875 \rightarrow 2 \text{ pulg}$$

3.7. CAPACIDAD DE SEMBRADO

De los cálculos obtenidos y los requerimientos del cliente procedemos a calcular la capacidad de sembrado que tendrá la máquina sembradora de semilla de maíz forrajero, para lo cual tenemos los siguientes datos:

La cantidad de semillas por bolsa de 22Kg es aproximadamente 60000 semillas y la capacidad de la tolva es de 30Kg, por cuatro tolvas que conforman la máquina tenemos como capacidad total de 120Kg. Entonces la cantidad de semillas será:

22 Kg → 60000 semillas.

120 kg → Sm

$$Sm = \frac{120 \times 60000}{22}$$

Sm = 327273 semillas

Luego, la máquina tiene la capacidad de realizar el sembrado por 8 líneas de sembrado en su desplazamiento.

Procedemos a calcular la cantidad de semillas por línea:

$$Csm = \frac{327273 \text{ semillas}}{8 \text{ líneas}}$$

Csm = 40909 semillas /líneas

Obtenido la cantidad de semillas por línea procedemos a calcular la distancia del alcance de siembra lineal. Según alcance del cliente se desea una distancia de 0.2m por semilla, entonces:

$$Cl = 40909 \times 0,2 = 8181,8 \text{ m} \quad \text{distancia del alcance de siembra}$$

Luego calculamos el área de sembrado incluyendo el espaciamiento para el tránsito de la cosechadora de maíz entre siembras.

Siendo:

-d₁ = 1,40 m distancia para la cosechadora de maíz

-d₂ = 2,86 m distancia entre 8 líneas de sembrado

$$d_t = 1,40 + 2,86 = 4,26 \text{ m}$$

Por lo que el área de sembrado será:

Área de sembrado

$$A_{sm} = d_t \times Cl$$

$$A_{sm} = 8181,8 \text{ m} \times 4,26 \text{ m}$$

$$A_{sm} = 34854,47 \text{ m}^2$$

$$\text{Área de sembrado} = 34854,47 \text{ m}^2 \text{ ó } 3,49 \text{ ha.}$$

3.8. MONTAJE EN TRACTOR

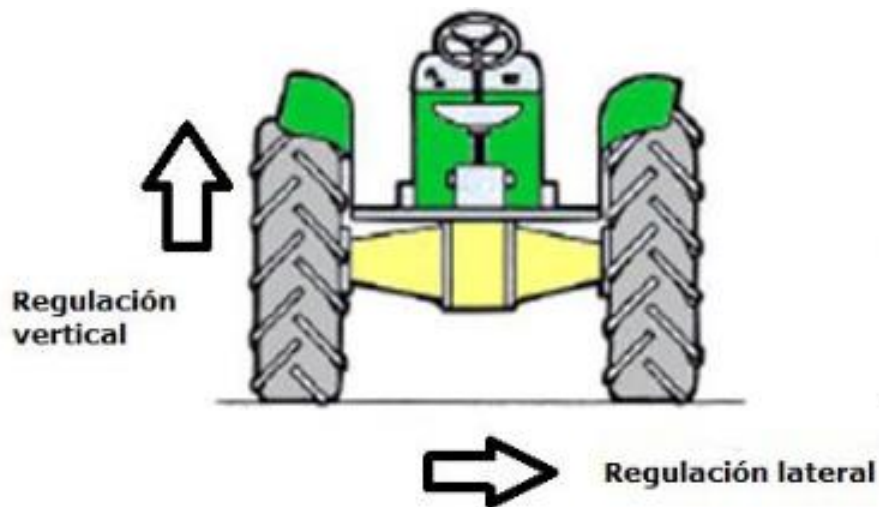
Trabaja acoplado al sistema de enganche de 3 puntos del tractor, en una barra portaherramientas con una estructura de acople. En la barra portaherramientas se montará un mecanismo de paralelogramo para asegurar el desplazamiento de los componentes en forma paralela a la superficie del suelo. En el paralelogramo se montarán los distintos tipos de mecanismos a evaluar, a través de uniones desmontables roscadas.

El sistema de siembra debe permitir regular el trabajo de los componentes en contacto con el suelo, de control de profundidad y de colocación de la semilla.

El sistema de siembra debe permitir regular al trabajo de los componentes en contacto con el suelo, de control de profundidad y de colocación de semillas.

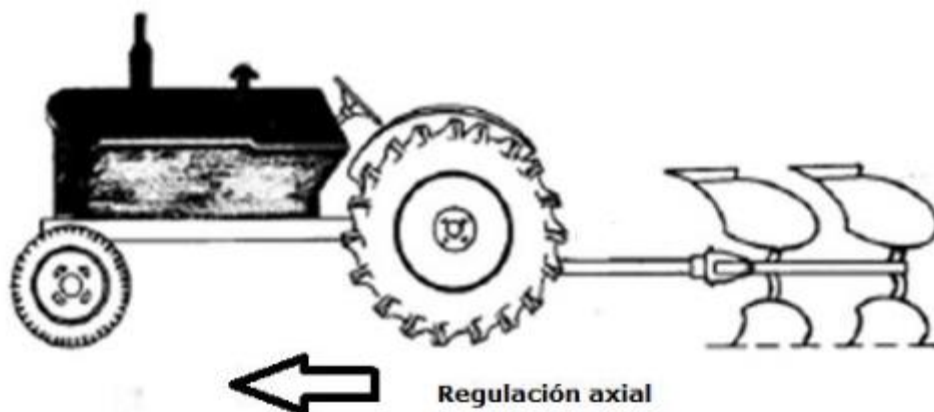
Las regulaciones deben realizarse en uno o los 3 ejes ortogonales (profundidad, desplazamiento axial y desplazamiento lateral) dependiendo del mecanismo, así como el ángulo (cuando sea recomendable). Los incrementos de magnitud en las regulaciones deben ser de orden 1.0 centímetros. Obtendrá su energía del tiro que le proporciona el tractor.

Gráfico N° 107: Regularización Vertical y Lateral en los Mecanismos de Trabajo



Fuente: J R Murray, J N Tullberg and B B Basnet

Gráfico N° 108: Regularización axial en los mecanismos de trabajo



Fuente: J R Murray, J N Tullberg and B B Basnet

El sistema de medición y registro debe permitir observar el funcionamiento del sistema de siembra y registrar el trabajo del mismo. Las observaciones deben de realizarse en vistas de planta, lateral, frontal y posterior. La energía para el funcionamiento de los sensores y equipo de registro, provendrá de baterías eléctricas.

3.9. LISTA DE PIEZAS DE LA SEMBRADORA

Cuadro N° 18: Lista de Piezas

Elemento	Descripción	Dimensiones (m)	Cantidades	Total	Total	Total
Base tolva	Plancha 3/8 "	0,288 x 0,215	4	0,248 m ²	0.248	m ²
	Plancha 3/8 "	0,085 x 0,085	4	0,029m ²	0.029	m ²
	Platina 2" x 3/8 "	0,06	8	0,48 m ²	0.48	m
	Platina 2" x 3/8 "	0,185	8	1,48 m ²	1.48	m
Abridor	Plancha 1/4 "	0,140 x 0,180	16	0,4 m ²	0.4	m ²
	Plancha 1/4 "	0,170 x 0,140	8	0,19 m ²	0.19	m ²
	Tubo redondo 1 1/2 "	0,130	8	1,04 m	1.04	m
	L 2 1/2"x 2 1/2" x 1/8"	0,06	8	0,48 m	0.48	m
Bastidor	Platina 2" x 3/8 "	0,151	8	1,208 m	1.208	m
		0,600	8	4,8 m	4.8	m
		0,655	8	5,24 m	5.24	m
		0,420	8	3,36 m	3.36	m
		0,155	8	12,4 m	12.4	m
		0,155	8	12,4 m	12.4	m
		0,270	12	3,24 m	3.24	m
	Bujes	0,05	16	0,8 m	0.8	m
	Guía de rodillo (tubo 2" x 2" x 1/8 ")	0,300	4	1,2 m	1.2	m
	Gusano hembra	0,050	4	0,2 m	0.2	m
Brazo 01	Platina 2" x 3/8 "	0,500	8	4 m	4	m
	Platina 2" x 3/8 "	0,130	4	0,52 m	0.52	m
	Tubo redondo 1 1/2 " x 1/8"	0,130	4	0,52 m	0.52	m
	Bujes	0,050	8	0,4 m	0.4	m
Brida 01	Plancha 3/8"	0,217 x 0,217	4	0,188 m ²	0.188	m ²
	Plancha 3/8"	0,08 x 0,08	4	0,026 m ²	0.026	m ²
Conector 01	Plancha 3/8"	0,350 x 0,130	8	0,364 m ²	0.364	m ²
	Plancha 3/8"	0,08 x 0,08	8	0,05 m ²	0.05	m ²
	Plancha 1/2"	0,08 x 0,270	4	0,09 m ²	0.09	m ²
	Bujes	0,015	16	0,24 m ²	0.24	m ²
Soporte de rodillo	Platina 3/8" x 2 1/2"	0,72 m	4	2,88 m	2.88	m
	Platina 3/8" x 2 1/2"	0,170 m	8	1,36 m	1.36	m
	Plancha 3/8"	0,1 x 0,1	8	0,08 m ²	0.08	m ²
	Tubo cuadrado 2 1/2" x 2 1/2" x 1/8"	0,3	4	1,2 m	1.2	m
Soporte de rueda	Plancha 1/2"	0,755 x 0,280	4	0,85 m ²	0.85	m ²
		0,05 x 0,484	2	0,05 m ²	0.05	m ²

Caja	Plancha 1/16 "	0,37 x 0,47	8	1,39 m ²	1.39	m ²
		0,35 x 0,47	8	1,32 m ²	1.32	m ²
		0,268 x 0,318	8	0,68 m ²	0.68	m ²
		0,350 x 0,230	4	0,32 m ²	0.32	m ²
Disco dosificado	Plancha 3/8"	0,22 x 0,22	4	0,19 m ²	0.19	m ²
Ejes		0,35	12	4,2 m	4.2	m
		3	1	3 m	3	m
Sproker	Z=12 dientes	-	2	2 und	2	und
	Z=18 dientes	-	2	2 und	2	Und
	Z =14 dientes	-	8	8 und	8	Und
Engranés	Engranaje conico recto Z=10 dientes	-	8	8 und	8	Und
SOPORTE PRINCIPAL	Tubo cuadrado 3" x 3" x 1/8"	3.05	1	3.05	3.05	M
Brazo 02	Tubo cuadrado 2" x 2" x 1/8"	0.52	2	1.04	1.04	M
Brazo 03	Tubo cuadrado 1.5" x 1.5" x 1/8"	0.7	2	1.4	1.4	M

Fuente: Elaboración Propia

3.10. SISTEMA DE CONTROL DE CAIDA DE SEMILLAS

Para el diseño del sistema de control se ha considerado emplear, como controlador tres Tiva Launchpad para la visualización tres pantallas LCD, para el montaje y protección un tablero de control, con sus respectivas llave termomagnética, borneras de conexión y conectores estandarizados.

El control de semillas tiene como objetivo primordial asegurar la caída de las semillas en cada uno de los surcos así como contabilizar las semillas que caen y mostrar dicha

información en una pantalla; en caso no se detecte la caída de las semillas se debe informar mediante una alarma ante la cual el operario tendrá que resolver la causa de dicho problema y luego continuar con el proceso de siembra. Para dicho propósito se requiere de sensores, un controlador, un actuador que determine el cumplimiento de las condiciones requeridas y una pantalla que informe el estado y estadísticas de las semillas caídas.

Como sensores se ha seleccionado detectores capacitivos que permiten registrar la caída de semilla llevando una señal de 24 voltios (cae semilla) ó 0 voltios (no cae semilla) al controlador; esta señal previamente es acondicionada para poder ingresar al controlador en voltajes de 0 ó 5 voltios

Gráfico N° 109: Sistema de Control de Caída de Semilla



Fuente: Fotografía tomada en la parcela de Centro de Mecanización Agrícola del Estado AUTODEMA, Irrigación Majes Pedregal

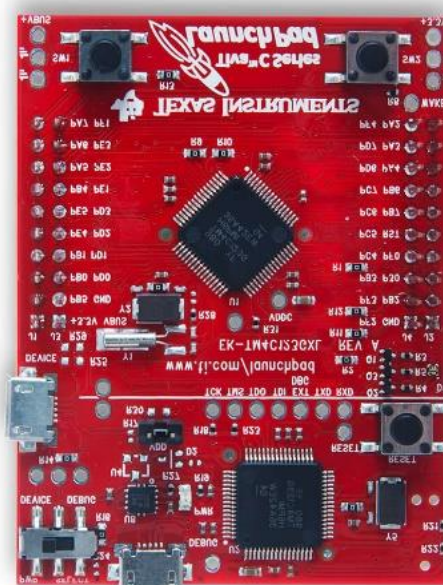
3.10.1. SENSORES Y CONTROLADOR

Los sensores empleados son detectores capacitivos, esto en razón de su principio de funcionamiento y de su razón de cambio acordes a las necesidades planteadas.

El controlador empleado es un TIVA Launchpad pues es un microcontrolador que ofrece una mayor velocidad de ejecución y de respuesta, más memoria que los controladores tradicionales y suficiente cantidad de entradas y salidas.

La pantalla es un cristal líquido donde se mostrará la cantidad de semillas caídas por cada sembradora y el estado de alarma cuando no caiga semilla. El circuito final es el que se muestra a continuación.

Gráfico N° 110: Sensores y Controlador



Fuente: Fotografía tomada en la parcela de Centro de Mecanización Agrícola del Estado AUTODEMA, Irrigación Majes Pedregal

3.10.2. SISTEMA DE CONTROL IMPLEMENTADO

Definido el circuito se procedió a implementarlo físicamente considerando las características propias del trabajo en campo; así el sistema quedó implementado en un tablero eléctrico, cuya alimentación la proporcionaría la batería del tractor con el que se trabaja.

Gráfico N°11 Sistema de Control Implementado



Fuente: Fotografía tomada en la parcela de Centro de Mecanización Agrícola del Estado

AUTODEMA, Irrigación Majes Pedregal

CAPITULO 4: RESULTADOS DE PRUEBAS EN CAMPO

4.1. EVALUACION EN LABORATORIO

Se colocó la sembradora en una zona plana, y se procedió a examinar sus partes principales, para verificar la idoneidad del diseño. Se observó en particular:

- Abridor de surco,
- Mecanismo de dosificación,
- Mecanismo de alerta de errores en la siembra,
- Tapador de surco,
- Transmisión,
- Disposición general.

Una vez revisada la sembradora, se procedió a colocar semilla en las tolvas, y se hizo trabajar la máquina en vacío para verificar la exactitud en la siembra. Se evaluó en particular:

- Distanciamiento entre semillas en una misma línea.
- Número de semillas quebradas.
- Dosis de siembra lograda.

Abridor de surco, el diseño es adecuado porque permite la regulación en profundidad al tener un ángulo de ataque agudo.

- Mecanismo de dosificación, es del tipo de disco inclinado. Tiene doble hilera de celdas, es fácil de intercambiar.

- Mecanismo de alerta de errores en la siembra, funciona con la batería del tractor, es adecuado.
- Tapador de surco, es del tipo de rodillo, permite compactar la tierra alrededor de la semilla, y aplanar la superficie para facilitar el colocados de las cintas de riego.
- Transmisión, por cadena de rodillos, robusta, permite una sincronización exacta.
- Disposición general, la sembradora está bien construida. Es sólida y robusta, con mecanismos simples. El acceso es fácil para realizar labores de mantenimiento y regulación en sus mecanismos.

Al hacer trabajar la sembradora en vacío, se obtuvo los siguientes resultados:

- Distanciamiento entre semillas en una misma línea. Es graduable, se trabajó con valores de 0.20 m.
- Número de semillas quebradas, no se encontraron semillas quebradas. La disposición inclinada del plato permite evitar esfuerzos excesivos sobre la semilla.
- Dosis de siembra lograda. La distancia entre surcos de siembra es fija. La distancia entre líneas de siembra es fija. La distancia entre semillas en la misma línea es regulable, modificando la relación de transmisión de las catalinas, o modificando el espaciamiento entre celdas en el plato (se necesita cambiar el plato para distintas dosis).

4.2. EVALUACION EN CAMPO

Con los resultados de la evaluación en laboratorio, se ajustó la sembradora y se le llevó a campo para la evaluación.

Primero se trabajó sembrando sobre el suelo (se reguló la altura de la sembradora de modo que no abra el surco y deposite, así, la semilla sobre la superficie), en una distancia de 50 metros, realizando 3 repeticiones. Se verificó:

- Distanciamiento entre semillas en una misma línea.
- Número de semillas quebradas.
- Dosis de siembra lograda.

Luego se llevó la sembradora a campo, y se realizó la siembra en condiciones convencionales.

Se instruyó al tractorista para que avance a una velocidad promedio de 5 Km/h, ya que necesitábamos observar el comportamiento de los abresurcos, mecanismo de dosificación y tapadores de surcos.

Terminada la siembra se extendieron las líneas de siembra y se procedió a regar el campo, para humedecer las semillas y asegurar la emergencia del maíz.

Para evaluar la emergencia del maíz, se regresó al campo a los 7, 15 y 30 días, luego de la siembra.

Sembrando sobre el suelo, se verificó:

- Distanciamiento entre semillas en una misma línea. Se logra una buena uniformidad en el distanciamiento. El valor deseado es de 0.20m, lo cual equivale a 5 semillas por metro lineal. El rango de valores encontrado muestra un error de +- 2%, el cual es aceptable. va de
- Número de semillas quebradas. No se observaron semillas quebradas

- Dosis de siembra lograda, considerando el espaciamiento entre surcos de 0.90 m, dos líneas de siembra por surco, y el distanciamiento de 0.2 m entre semillas, se obtiene una dosis de siembra de 111 111 plantas/hectárea; el cual es un valor adecuado según los estudios hechos al inicio del proyecto.

Cuadro N° 19: Dosis de Siembra Teórica a Obtener

Distanciamiento entre surcos	0,9 m
Distanciamiento entre semillas en una misma línea	0,2 m
Dosis de siembra	111 111 semillas /ha

Fuente: Elaboración Propia

Para la evaluación de la siembra en campo, se instruyó al tractorista para que avance a una velocidad promedio de 5 Km/h.

Se trabajó en una parcela de 100 m de largo, preparada para el cultivo de maíz con riego por goteo.

-ABRESURCO

El abresurco trabaja apropiadamente, moviendo las piedras grandes hacia los lados, para evitar que caigan sobre las semillas e impidan su emergencia.

El ancho de surco aperturado es adecuado para la siembra de dos líneas por surco.

La regulación de la profundidad se logra en el control del sistema hidráulico y en las ruedas del tapador de surco.

-MECANISMO DE DOSIFICACIÓN

El mecanismo de dosificación de disco inclinado (45 grados) trabaja adecuadamente, no se obstruye con las semillas. Se logra una eficiencia de 98.5 % en la dosificación de la semilla.

Cabe destacar que había una alta variabilidad en el tamaño de la semilla, lo cual afecta la eficiencia de la sembradora, ver Figura 9. Es recomendable contar con semilla de tamaño uniforme.

Gráfico N° 112: Alta variabilidad en el tamaño de la semilla utilizada



Fuente: Fotografía tomada en la parcela de Centro de Mecanización Agrícola del Estado AUTODEMA, Irrigación Majes Pedregal

-TAPADOR DE SURCO

Del tipo cilindro, compacta la tierra sobre la semilla para asegurar un buen contacto suelo:semilla. Además, nivela el suelo para facilitar la colocación de las líneas de riego.

Para evaluar la emergencia del maíz, se regresó al campo a los 7, 15 y 40 días, luego de la emergencia, obteniendo los resultados mostrados en el siguiente cuadro:

Cuadro N° 20: Población Obtenida

	DIAS DESPUES EMERGENCIA		
	7	15	40
Plantas por hectarea (proyectado)	110 200	109 600	108 900
Poblacion respecto al valor deseado	99,18 %	98,64%	98,01%

Fuente: Elaboración Propia

Las variaciones se debieron a ataques de plagas, mortandad natural de las plantas y viabilidad de las semillas.

Gráfico N° 113: Riego después de la siembra para fomentar emergencia



Fuente: Fotografía tomada en la parcela de Centro de Mecanización Agrícola del Estado AUTODEMA, Irrigación Majes Pedregal

Gráfico N° 114: Emergencia del maíz una semana después de la siembra



Fuente: Fotografía tomada en la parcela de Centro de Mecanización Agrícola del Estado
AUTODEMA, Irrigación Majes Pedregal

Gráfico N° 115: Desarrollo del maíz 15 días después de la siembra



Fuente: Fotografía tomada en la parcela de Centro de Mecanización Agrícola del Estado
AUTODEMA, Irrigación Majes Pedregal

Gráfico N° 116: Desarrollo del maíz 40 días después de la emergencia



Fuente: Fotografía tomada en la parcela de

Centro de Mecanización Agrícola del Estado AUTODEMA, Irrigación Majes Pedregal

4.3. EFICIENCIA DEL SISTEMA DE APERTURA DE LÍNEAS DE SIEMBRA (SURCOS DE SIEMBRA)

Este parámetro se evaluó determinando en campo el número de obstrucciones del sistema de apertura de líneas de siembra, la eficiencia de tapado y la profundidad de las semillas sembradas en campo.

El grado de obstrucción del sistema de apertura de las líneas de siembra se evaluó en un recorrido de 86 metros lineales contando el número de veces que alguna de los abridores de líneas de siembra quedaba obstruido con piedras y otros, la evaluación se realizó en los cuatro sistemas de apertura de líneas de siembra (surcos de siembra). Los resultados obtenidos se expresan en número de obstrucciones/ha.

Para evaluar la eficiencia de tapado (%), primero se determinó el número de semillas descargadas por la sembradora en 2.3 m lineales, para lo cual con el tractor detenido, se hizo girar las llantas de la sembradora y se recogió en una bolsa las semillas que cada línea de siembra descargó, información con la cual se determinó el número de semillas

descargadas (NSD). La evaluación del número de semillas colocadas en la línea de siembra y tapadas correctamente (NST) se evaluó en 10 metros lineales y en cuatro repeticiones (40 m), para ello, después de la pasada de la sembradora, se contó el número de semillas no tapadas correctamente (NSNT) y que consecuentemente se encontraban sobre la superficie. Finalmente, el número de semillas colocadas en la línea de siembra y tapadas correctamente (NST) y la eficiencia de tapado (%) se obtuvo mediante la siguiente operación matemática:

$$NST = NSD - NSNT$$

Donde:

- NST = Número de semillas colocadas en la línea de siembra y tapadas correctamente
- NSD = Número de semillas descargadas
- NSNT= Número de semillas no tapadas.

$$\text{Eficiencia de tapado (\%)} = \text{NST} * 100 / \text{NSD}$$

La evaluación de la profundidad de siembra se realizó en cuatro áreas del campo recientemente sembrado (cuatro repeticiones) y en cada una de las líneas de siembra.

La profundidad de siembra se midió en 15 semillas encontradas en aproximadamente tres metros lineales, para lo cual se retiró el suelo con sumo cuidado hasta encontrar la semilla.

La medición se realizó con una wincha desde la cama de la semilla hasta la superficie del suelo aplastada. La medición se realizó en milímetros (mm). Los resultados obtenidos se procesaron para determinar los promedios de profundidad de siembra correspondientes.

Para evaluar la operatividad y eficiencia de la tecnología implementada y las limitaciones ya conocidas que se genera como consecuencia de la presencia de piedras al momento de la siembra, se determinó el número de atascos del abridor de línea de siembra (surco de siembra), eficiencia de tapado de la semilla y la profundidad de siembra.

4.4. NÚMERO DE ATASCOS DEL ABRIDOR DE LÍNEA DE SIEMBRA

Como se indica en la metodología, esta evaluación se realizó en 86 m. de avance de la sembradora en un terreno preparado para la siembra, se evaluó los cuatro abridores de línea de siembra (surco), obteniéndose como resultado cero obstrucciones de los abridores de línea (surco) y que el sistema de apertura utilizado no genera atascos con piedras, tampoco genera saltos en la maquinaria puesto tiene la particularidad de retirar las piedras y otros obstáculos sólidos hacia un costado de la línea de siembra, permitiendo así que la semilla de la tolva caiga y se deposite dentro de esta, para luego ser enterrada y aplastada. Se observó también que el dispositivo, apertura una línea de siembra inmediatamente por debajo de la tolva de aproximadamente 15.0 cm. de ancho, lo cual facilita la colocación de la semilla en el suelo, observándose que este funciona correctamente.

4.5. EFICIENCIA DE TAPADO (D)

Los resultados de número de semillas descargadas, número de semillas colocadas en la línea de siembra y tapadas correctamente y número de semillas no tapadas, así como los resultados de la eficiencia de tapado se presentan en el cuadro 21.

.Para determinar el número de semillas colocadas en la línea de siembra y tapadas correctamente y la eficiencia de tapado se hizo uso de las siguientes operaciones matemáticas:

$$NST = NSD - NSNT$$

Donde

- NST = Número de semillas colocadas en la línea de siembra y tapadas correctamente
- NSD = Número de semillas descargadas
- NSNT= Número de semillas no tapadas.

$$\text{Eficiencia de tapado (\%)} = \text{NST} * 100 / \text{NSD}$$

Cuadro N° 21: Eficiencia de la colación de semillas en la línea de siembra y tapadas correctamente
(%)

Linea de siembra	N° Semillas x 40m.lineales			Eficiencia de tapado (%)
	Descargadas (NSD)	Tapadas (NST)	No tapadas (NSNT)	
1	440,0	438,0	2,0	99,5
2	370,4	368,0	2,4	99,3
3	373,9	370,0	3,9	99,0
4	337,4	334,0	3,4	99,0
			Promedio	99,2

Fuente: Elaboración Propia

Según los resultados, podemos advertir que el abridor de línea de siembra tipo bota alcanza una eficiencia de tapado 99.2% siendo en la práctica un porcentaje bastante aceptable.

4.6. PROFUNDIDAD DE SIEMBRA

Los promedios obtenidos de profundidad en las líneas de siembra se muestran en el cuadro 02, observándose que se tuvieron profundidades de siembra entre 28 a 35 mm, siendo el promedio de 33 m.

Cuadro N° 22: Profundidad de siembra obtenida por la sembradora de maíz en campo (mm)

Línea de siembra	Profundidad de siembra /semilla (mm)															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Prom./línea
1	30	36	32	32	33	32	28	34	31	37	33	33	35	34	35	33
2	35	32	36	24	29	34	36	39	32	27	38	32	33	34	30	33
3	30	36	35	31	33	28	33	34	35	32	29	33	32	36	32	33
4	32	36	34	33	31	31	29	30	29	33	32	32	28	35	30	32

Fuente: Elaboración Propia

4.7. CONTINUIDAD EN EL SEMBRADO DE LA SEMILLA (NÚMERO DE SEMILLAS SEMBRADAS/M)

Este parámetro se evaluó en 10 metros lineales de siembra y se hizo cuatro repeticiones. Después de realizada la siembra con la sembradora en 10 metros lineales, se retiró el suelo con sumo cuidado hasta encontrar la semillas depositadas y se contó el número de semillas existentes en la longitud evaluada. Los resultados del conteo se dividieron entre 10, obtenido así el número promedio de semillas/m. También se realizaron mediciones entre semillas con el propósito de verificar la continuidad en el sembrado.

Los resultados del número de semillas instaladas por metro lineal evaluado se muestran en el cuadro 03 en el cual se observa que si bien el promedio de semillas/m lineal es de 4.7, la cantidad de semillas varía en las diferentes líneas de siembra de 4.2 a 5.5 semillas/metro lineal.

Cuadro N° 23: Número de semillas instaladas por metro lineal

Línea de siembra	Numero de semillas instaladas/m
	(m)
1	5,5
2	4,6
3	4,6
4	4,2
Promedio semillas/m. lineal	4,7

Fuente: Elaboración Propia

4.8. DENSIDAD DE SIEMBRA (NÚMERO DE SEMILLAS INSTALADAS/HA)

Este parámetro se determinó en forma matemática, utilizando el número promedio de semillas sembradas/m y el área evaluada para obtener la densidad de siembra en número de semillas instaladas/ha.

Para determinar la densidad de siembra se realizó cuatro evaluaciones de 10 metros cada una; en estas evaluaciones se contó el número de semillas de maíz que fueron sembradas y tapadas correctamente por la sembradora, los datos obtenidos de la evaluación se transformaron a hectárea, los cuales se presentan en el siguiente cuadro.

Cuadro N° 24: Densidad de siembra (semillas instaladas/ha)

Línea de siembra	Numero de semillas instaladas/m
1	146000
2	122667
3	123333
4	111333
Promedio semillas/ha	125833

Fuente: Elaboración Propia

Es importante reiterar que el número promedio de semillas sembradas por metro lineal asciende a 4.7 equivalente a un distanciamiento promedio de 21.2 cm. entre semillas de la misma línea, distanciamiento que permite lograr aproximadamente la población de plantas de 125833 semillas/ha. que es lo que se recomienda para la zona de influencia, toda vez que presenta una adecuada temperatura y excelente luminosidad para el crecimiento y desarrollo del cultivo de maíz y con la cual se puede obtener un rendimiento mayor a 100 tn. de materia fresca.

4.9. CAPACIDAD EFECTIVA DE LA SEMBRADORA (H/HA)

Para la evaluación de la eficiencia de la sembradora, previamente se realizó una calibración con el propósito de realizar los arreglos y ajustes necesarios del equipo y garantizar su eficiente capacidad de funcionamiento. En ese entendido, se verificó la operatividad del tractor y de la sembradora, encontrándose ambos en condiciones apropiadas de funcionamiento.

Previo al inicio de la evaluación en terreno listo para la siembra de maíz se demarcó una área de 1032 m² (cuatro pasadas de 86 m de largo por 3,0 m de ancho cada una), se emplazó el tractor con la sembradora en el punto de inicio de la evaluación, se colocó la cantidad de semilla suficiente en las cuatro tolvas y se indicó al operador de la sembradora, que la marcha del tractor sería de aproximadamente 5 a 6 km/h. en forma constante. Se dio la orden de iniciar la siembra; con la ayuda de un cronómetro se tomó el tiempo transcurrido desde el inicio hasta el final del área de evaluación (1032 m²).

Los resultados de tiempo cronometrado se procesaron matemáticamente para determinar la capacidad efectiva de la sembradora en h/ha.

Los resultados de tiempo cronometrado se procesaron matemáticamente para determinar la capacidad efectiva de la sembradora tanto en ha/h como h/ha., siendo el cálculo el siguiente:

Tiempo efectivo de trabajo : 4'20"

Tiempo muerto (vueltas del tractor) : 2'40"

Tiempo total empleado : 7'00"

Tiempo total empleado (seg.) : 420

Tiempo total empleado (h) : 0.117

Distancia recorrida (m) cuatro pasadas de 86 m cada una : 344

Distancia recorrida (km) : 0,344

Área sembrada (m²) : 1032

Área sembrada (ha) : 0,1032

Velocidad de avance (km/h) : 2,95

Capacidad efectiva de siembra (h/ha) : 1.13

Capacidad efectiva de siembra (ha/h) : 0.88

De la información procesada se concluye que la capacidad efectiva de la sembradora es de 0.88 ha/h o su equivalencia de 1.13 h/ha (68'/ha) incluido tiempo muerto (tiempo que demora el tractor en dar la vuelta y ubicarse en la siguiente línea de siembra).

CAPITULO 5: ESTUDIO DE FACTIBILIDAD ECONÓMICA

5.1. COSTOS DE LA MÁQUINA

Este proyecto dirigido al área de Innovación Agropecuaria y Agroindustrial se desarrolló en el Departamento de Arequipa, Provincia Castilla, Distrito Majes, con Código de UBIGEO 040420, con una duración de 24 meses, el cual tuvo inicio en junio del 2014 y culminó en junio del 2016. Las entidades participantes en este proyecto son CENTRO AGROEXPORTADOR Y AGROINDUSTRIAL AGROEXIM S.A., UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARÍA, Y EL INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO PARA EL SUR (IIDS).

El proyecto fue financiado por: Innóvate Perú - FIDECOM y por el Programa de Ciencia y Tecnología - FINCyT, los cuales dieron un aporte monetario de: 234,815.24 nuevos soles. Existen 4 empresas que alquilan maquinaria y agricultores que alquilan la maquinaria de que disponen, las tarifas promedio son: siembra 90S/./hora con Ce de 1.4 ha/h lo que hace un costo efectivo de 61.2 S/./ha.

5.2. INSUMOS Y/O MATERIALES

Cuadro N° 25: Insumos y/o Materiales

ITEM	DESCRIPCION	METRADO		REQUERIMIENTO		COSTO		TOTAL
		CANTIDAD				C/U		
1	Plancha 3/8 "	0.3947	m ²	1/8	plancha 4'x8'	S/. 455.60		S/. 60.41
2	Platina 2" x 3/8 "	49.128	m	9	varilla de 6m	S/. 69.67	S/. 69.67	S/. 627.03
3	Plancha 1/4 "	0.59	m ²	1/5	plancha 4'x8'	S/. 347.22	S/. 347.22	S/. 68.82
4	Tubo redondo 1 1/2 "x1/8"	1.56	m	1	varilla de 6m	S/. 26.42	S/. 26.42	S/. 26.42
5	L 2 1/2"x 2 1/2" x 1/8"	0.48	m	1	varilla de 6m	S/. 35.60		S/. 35.60
6	Tubo cuadrado 2" x 2" x 1/8 "	2.24	m	1	varilla de 6m	S/. 92.82	S/. 92.82	S/. 92.82
7	Tubo cuadrado 3" x 3" x 1/8 "	3.05	m	1	varilla de 6m	S/. 130.51	S/. 130.51	S/. 130.51
8	Tubo cuadrado 1.5" x 1.5" x 1/8 "	1.4	m	1	varilla de 6m	S/. 60.47	S/. 60.47	S/. 60.47
9	Plancha 1/2"	0.99	m ²	1/3	plancha 4'x8'	S/. 694.45	S/. 694.45	S/. 230.95

5.3. COSTOS TOTALES

Cuadro N° 26: Presupuesto por entidades aportantes

NOMBRE DE LA ENTIDAD	APORTE NO MONETARIO	APORTE MONETARIO	APORTE TOTAL	PORCENTAJE
CENTRO AGROEXPORTADOR Y AGROINDUSTRIAL AGROEXIM S.A.	25,200.00	23,126.46	48,325.46	14.40 %
UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA	40,450.00	0.00	40,450.00	12.05%
INSTITUTO DE INVESTIGACION Y DESARROLLO PARA EL SUR (IIDS)	7,900.00	4,098.30	11,998.30	3.58%
INNOVATE PERÚ- FIDECOM	0.00	234,815.24	234,815.24	69.97%
MONTO TOTAL DE APORTES	73,550.00	262,040.00	335,590.00	100%

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro N° 27: Presupuesto por Partida de Gastos y Entidades Aportantes

Partida Presupuestal de Gastos	Aporte Monetario			Aporte No Monetario		Total S/.	% Aporte INNOVATE PERU – FIDECOM
	INNOVATE PERU- FIDECOM	AGROEXIM S.A.	UCSM / IIDS	AGROEXIM S.A.	UCSM/ IIDS		
HONORARIOS	31,400.00	0.00	0.00	5,400.00	18,750.00	55,550.00	25.74%
EQUIPOS Y BIENES DURADEROS	13,915.25	4,540.34	564.41	4,200.00	1,300.00	24,520.00	11.85%
MATERIALES E INSUMOS	0	14,706.91	0	0	0	14,706.91	8.31%
CONSULTORIA	22,700.00	0.00	0.00	0.00	0.00	22,700.00	19.33%
SERVICIOS DE TERCEROS	27,669.49	4,095.77	884.75	0.00	0.00	32,650.01	23.57%
PASAJES Y VIATICOS	5,491.53	988.48	0.00	0.00	0.00	6,480.01	4.66%
GASTOS DE GESTION	6,350.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6,350.00	5.41%

OTROS GASTOS ELEGIBLES	1,321.19	253.82	600.00	3000.00	4,125.00	9,300.01	1.13%
Totales (S/.)	108,847.46	24,585.32	2049.16	12,600.00	24,175.00	172,256.94	100%
Porcentajes (%)	63.19%	14.27%	1.19%	7.31%	14.04%	100%	

Fuente: Elaboración Propia

5.4. RENTABILIDAD

Cuadro N° 28: Rentabilidad

METRADO				COSTOS	
ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD		C/U	TOTAL
1	Plancha 3/8 "	0.3947	m2	S/. 455.60	S/. 60.41
2	Platina 2" x 3/8 "	49.128	m	S/. 69.67	S/. 627.03
3	Plancha 1/4 "	0.59	m2	S/. 347.22	S/. 68.82
4	Tubo redondo 1 1/2 "x1/8"	1.56	m	S/. 26.42	S/. 26.42
5	L 2 1/2"x 2 1/2" x 1/8"	0.48	m	S/. 35.60	S/. 35.60
6	Tubo cuadrado 2" x 2" x 1/8 "	2.24	m	S/. 92.82	S/. 92.82
7	Tubo cuadrado 3" x 3" x 1/8 "	3.05	m	S/. 130.51	S/. 130.51
8	Tubo cuadrado 1.5" x 1.5" x 1/8 "	1.4	m	S/. 60.47	S/. 60.47
9	Plancha 1/2"	0.99	m2	S/. 694.45	S/. 230.95
10	Platina 3/8" x 2 1/2"	4.24	m	S/. 87.09	S/. 87.09
11	Tubo cuadrado 2 1/2" x 2 1/2" x 1/8"	1.2	m	S/. 110.31	S/. 110.31
12	Plancha 1/16 "	3.71	m2	S/. 86.90	S/. 108.30
13	Gusano hembra	2	Pulg	S/. 52.80	S/. 211.20
14	gusano macho	11.5	Pulg	S/. 303.60	S/. 1,214.40
15	rodamiento de bolas 3/4"			S/. 15.00	S/. 120.00
16	rodamiento de bolas 1"			S/. 18.00	S/. 720.00
17	chumacera 3/4"			S/. 14.00	S/. 224.00
18	chumacera 1.5"			S/. 22.50	S/. 90.00
19	Sproker ASA40 Z=15 dientes			S/. 247.50	S/. 990.00
20	Sproker ASA40 Z=23 dientes			S/. 379.50	S/. 1,518.00
21	Sproker ASA40 Z=18 dientes			S/. 297.00	S/. 2,376.00
22	Engranaje conico recto			S/. 231.00	S/. 1,848.00
23	DISCO ARADO			S/. 45.00	S/. 90.00
24	MANO DE OBRA				S/. 9,000.00
				TOTAL	S/. 20,040.33

DEPRECIACION HORARIA	$(Ca * Kvr) / Nv$	
CA(COSTO ACTUAL)	S/. 20,040.33	
KVR(COEFICIENTE DE VALOR RESIDUAL)	0.8	
NV (VIDA UTIL) HORAS	16160.35	
TOTAL DEPRECIACION	0.99	S/. / hr

PROYECCION DE ALQUILER DE LA SEMBRADORA	16160.35	hrs/año
VIDA UTIL	5	Años
PRODUCTIVIDAD	0.5	ha/hr
HORAS PRODUCIDAS ANUALES	3232.07	hrs/año

2 horas 1 hectárea

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro N° 29: Interés de Capital

INTERES DE CAPITAL	$Ca * (1+i)^{N^{\circ}} PERIODO$	
CA(COSTO ACTUAL)	S/. 20,040.33	
I (TAZA DE INTERES ANUAL)	6%	
USO ANUAL HORAS	3232.07	
TOTAL FINANCIERO	26818.48	S/. / hr

Fuente: Elaboración Propia

COSTO DE MANTTO

Trabajo duro : 80 a 100% § Trabajo normal : 70 a 90% Trabajo suave : 50 a 80 % del costo del equipo

MANTENIMIENTO		
COSTO TOTAL DE MANTENIMIENTO (90 % TOTAL DEL EQUIPO)	S/. 18,036.30	
NV (VIDA UTIL) HORAS	S/. 3,232.07	
COSTO DE MANO DE OBRA DE MANTENIMIENTO (15% DEL TOTAL DEL EQUIPO)	S/. 3,006.05	
COSTO DE REPUESTOS PARA MANTENIMIENTO (75% TOTAL DEL EQUIPO)	S/. 15,030.25	
COSTO DE MANO DE OBRA DE MANTENIMIENTO POR HORA	S/. 30.00	
COSTO DE REPUESTOS PARA MANTENIMIENTO POR HORA	S/. 4.65	
COSTOS DE MANTENIMIENTO	39339.31	S/. / hr

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro N° 30: Gastos Administrativos

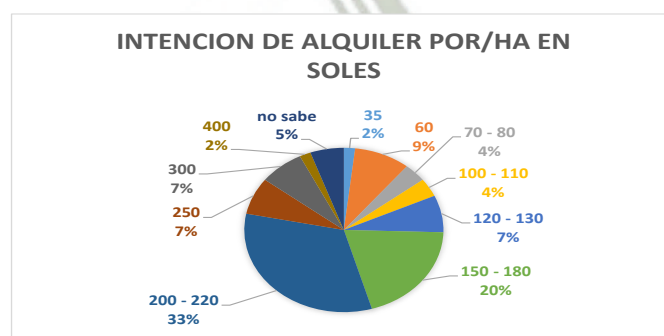
GASTOS ADMINISTRATIVOS		
Costo administración (incluye vigilancia) 8 % del CD	S/.	5292.70
Costo de alquiler de tractor/h	S/.	50.00
Impuesto general a las ventas (18%) del CD	S/.	12870.27
COSTO DEL SERVICIO DE SEMBRADORA (S./h)	S./h	84371.76
COSTO DEL SERVICIO DE SEMBRADORA (S./ha)	S./ha)	168743.52
Utilidad proyectada del servicio (50%)	S/.	42185.88
TOTAL PRECIO DE VENTA DEL SERVICIO ANUAL	S./h	25311.53
TOTAL PRECIO DE VENTA DEL SERVICIO ANUAL	S./ha	42185.88
DIAS HABLES EN 1 AÑO	240	
PRECIO DE VENTA DE SERVICIO POR HORA	52.732	S./h
PRECIO DE VENTA DE SERVICIO POR HECTAREA	87.887	S./ha

Fuente: Elaboración Propia

5.5. INTERPRETACION

Se tomó en cuenta los costos de los insumos o materiales utilizados para la construcción de la máquina sembradora más la mano de obra de dicha construcción lo cual nos dio un costo neto de la sembradora de 20,040.33 nuevos soles. Después de haber realizado los cálculos correspondientes de la depreciación mediante fórmulas establecidas concluimos que la máquina se deprecia 0.99 S/. /hr. El total del financiamiento de la maquinaria es de 26,818.48 nuevos soles, considerando una tasa de interés anual del 6%. La máquina sembradora producirá 3232.07 horas anuales, lo que en su tiempo de vida útil de 5 años hace 16,160.35 horas de producción en 5 años. El costo total del mantenimiento de la maquinaria en los 5 años de su vida útil será de 39,339.31 nuevos soles. Los costos de administración incluida vigilancia, se consideró que sería el 8% de los costos directos, lo cual equivale a 5292.70 nuevos soles. El costo del alquiler del tractor, es un costo fijo equivalente a 50 nuevos soles. Se incluye el Impuesto General a las Ventas del 18% y se considera una Utilidad del 50% (dato establecido por el proyecto). Después de haber realizado los cálculos correspondientes explicados en los cuadros anteriores se llega a la conclusión que el precio de venta del servicio por hora es de 52.732 S/. / hr., y el precio de venta del servicio por hectárea es de 87.887 S/. / ha.

Gráfico N° 117: Intención de Alquiler



Fuente: Elaboración propia

El 33 % de productores manifiestan una intención de pago entre 200 a 220 soles por ha. De acuerdo a las últimas tendencias del marketing la forma más utilizada de fijar los precios de los productos o de los servicios, es de acuerdo a la percepción del cliente, por lo cual estos datos son de suma importancia a la hora de fijar el precio de alquiler por parte de AGROEXIN



CONCLUSIONES

1. Se diseñó y se construyó una maquina sembradora de maíz para terrenos pedregosos en la Irrigación Majes.
2. Se logra una eficiencia de 98.5 % en la dosificación de la semilla.
3. El abridor de surco tipo bota nos brinda una facilidad de mantener la profundidad de siembra establecida, mueve el suelo hacia los lados de manera que construye un buen surco donde colocar la semilla.
4. Después de haber realizado los cálculos correspondientes se concluye que el precio de venta del servicio por hora es de 52.73 nuevos soles por hora y el precio de venta del servicio por hectárea es de 87.89 nuevos soles por hectárea.
5. Esta máquina facilita regular la distancia entre plantas logrando tener distanciamiento de 20 cm, lo cual permite aumentar o disminuir la densidad de siembra por hectárea, de acuerdo a la época de siembra, o variedad de maíz u otro tipo de grano utilizado (previa evaluación).
6. La cantidad de semillas detectadas en cada cuerpo de la sembradora, en su totalidad es mostrada en la pantalla del sistema de automatización, en caso no se detecte la caída de semillas, el sistema activa una sirena que alerta la falla en la siembra.
7. La tecnología de siembra permite contar con una sembradora de precisión que garantiza una densidad poblacional de 125833 semillas/ha, con una capacidad efectiva de la sembradora de 0.88 ha/h o su equivalente 1.13 h/ha, la capacidad de este implemento puede ser mejorada incrementando la velocidad de avance.
8. La eficiencia de la colocación de semillas en la línea de siembra y tapadas correctamente es de 99.2%

9. Sabiendo la intención de pago de los productores la maquina nos podría llegar a ofrecer una utilidad de más del 50% de ganancia, lo cual de acuerdo a términos económicos nos asegura que la maquina es rentable.



RECOMENDACIONES

1. Utilizar semilla de tamaño uniforme para evitar variaciones altas en la dosis de siembra.
2. Realizar evaluaciones y de ser necesario realizar trabajos de investigación con el propósito de mejorar la uniformidad de la distribución en la línea de siembra.
3. Mejorar la capacidad efectiva de la sembradora mediante evaluaciones en la velocidad de avance en diferentes cultivos, con el propósito que se reduzca su costo de operación y se haga más atractivo el servicio del equipo.
4. Antes de iniciar la siembra, regular adecuadamente los dispositivos de la sembradora y muy en especial los rodillos apizonadores, los cuales deben estar al mismo nivel, de tal forma que garantice un apizonado uniforme y consecuentemente un buen contacto de la semilla con la humedad del suelo, factor importante para el proceso de germinación.
5. Para realizar la siembra mecanizada, se debe verificar la sembradora con anticipación a la fecha de siembra, y realizar el mantenimiento y regulaciones requeridas
6. Algunas regulaciones a considerar son:
 - Cada tolva de línea de siembra debe ser evaluada separadamente
 - Seleccione discos o ruedas que permitan que las semillas más grandes ingresen a las celdas. Pero verifique que el disco o rueda no permita el ingreso de dos semillas en la misma celda.
 - Luego de determinar la población óptima de plantas, regule el mecanismo de dosificación para colocar 10 a 15%, más que la densidad de siembra deseada.
 - Verifique que el tubo de descarga deposita las semillas en el surco abierto por el abridor de surco.

- Cuente el número de semillas depositadas en una longitud medida de surco, a la velocidad de siembra recomendada por el fabricante.

7. Algunas labores de mantenimiento a realizar son:

- Limpiar las tolvas luego de terminada la siembra, retirando todas las semillas, para evitar enfermedades o aparición de roedores.
- Ajustar los pernos de las uniones, al término de cada campaña.
- Lubricar los cojinetes de los mecanismos de dosificación, agitación, transmisión, entre otros.
- Reemplazar las partes desgastadas, normalmente las rejas de los abridores de surco y de los tapadores.



LISTA DE ABREVIATURA

ABREVIATURA	CONTEXTO
ha.	Hectareas
m.s.n.m	Metros sobre el nivel del mar
°C	Grados centígrados
hrs.	Horas
mm/día.	Milímetros por día
Mm	Milímetros
S/. /hrs.	Soles por hora
Número de semillas sembradas/m	Número de semillas sembradas por metro
N° semillas instaladas/ha	Número semillas instaladas por hectarea
ha/h	Hectareas por hora
S./ha	Soles por hectarea
Kg	Kilogramo
Cg	Componente genético
Cf	Componente físico
Cfg	Componente fisiológico
Cs	Componente sanitario
MJ/m ²	Megajoule por metro cuadrado
DC	Corriente continua
V	Voltaje
LCD	Liquid Crystal Display
Ms	Milisegundos
KW	Kilo watts
km/h	kilometro por hora
KPa	Kilo Pascales
FINCyT	Fondo para la Innovación, la Ciencia y la Tecnología
M	Metros
Cm	Centímetros
Und	Unidad
kg/m ³	Kilogramo por metro cubico
m/s	Metro por segundo
V _c	Velocidad de la cadena
V _T	Velocidad tangencial
W = np	Velocidad angular
R	Radio
D	Diametro
ANSI	Instituto Nacional Americano de Estandares
Z = Np	Numero de dientes

Dp	Diametro primitivo
rad/s	Radianes por segundo
RPM	Revoluciones por minuto
D _{pg}	Diámetros primitivos del engrane
D _{pp}	Diámetros primitivos del piñón
Pulg	Pulgadas
Q	Angulo
S	Longitud de arco
Rad	Radianes
n _a	Numero de agujeros
F _c	Fuerza en la cadena
P	Potencia
M	Momento
T	Torque
I	Inercia
F	Fuerza
D	Distancia
Kg x m ²	kilogramo por metro cuadrado
lbf	libra fuerza
N	Newton
F _f	Fuerza de fricción
U	Coefficiente de fricción
F _R	Fuerza de reaccion
P _T = H _{nom}	Potencia en la cadena
η	Factor por perdidas
HP	Horse power
N _d	Factor de diseño
K _s	Factor de tamaño
K ₁	Factores de corrección de dientes
K ₂	Factores de torones múltiples
F _p	Fuerza de trabajo
P	Paso
b ₁	Ancho de cadena
d _R	Diámetro del rodillo
D _e	Diámetro exterior
D _f	Diámetro de fondo
b ₁ max	Distancia entre placas interiores
Ha	Altura del diente
Da	Diámetro de cresta

Re	Radio de flanco
Ri	Radio de asiento del rodillo
A	Angulo de asiento del rodillo
b_f	Ancho del diente
b_a	Biselado lateral del diente
a_p	Angulo de presión
Q_v	Calidad para engranajes industriales
N_L	Ciclos de vida
Pd	Paso diametral
P	Paso
K_o	Factores de sobrecarga
Sf	Factor de seguridad
S_w	Factor de seguridad
K_v	Coefficiente de velocidad
V_{Tmax}	velocidad en línea de paso máxima
K_s	Factor de tamaño por flexión
K_m	Factor de distribución de carga
K_x	Factor de curvatura en el sentido longitudinal de resistencia a la flexión
J	Factor geométrico de flexión
I	Factor de contacto geométrico
J_P	Factor geométrico de flexión para piñon
J_g	Factor geométrico de flexión para engranaje
K_L	Factor de ciclos de esfuerzo
CL	Factor de ciclos de esfuerzo de resistencia a la picadura
C_H	Factor de relación de dureza
Kt	Factor de temperatura
KR	Factores de confiabilidad
CR	Factores de confiabilidad
St	RESISTENCIA POR FLEXION
Σ	RESISTENCIA POR FLEXION
W elevado a t	Fuerza en el extremo del diente
S_{wt}	Resistencia a la flexión del engranaje
S_{at}	Esfuerzo de flexion permisible
Psi	Libra por pulgada cuadrada
H	Potencia permisible
S_{ac}	Esfuerzo de contacto permisible
H_B	Dureza superficial del engranaje
C_P	Coefficiente elástico de resistencia a la picadura

C_s	Factor de tamaño por resistencia a picadura
C_{xc}	Factor de coronamiento por picadura
S_c	Esfuerzo por contacto del engranaje
P_s	Esfuerzo interno del suelo
A_s	Area de esfuerzo
Kgf	Kilogramofuerza
F_c	Máxima fuerza cortante
mm^3	Milometro cubico
m^3	Metro cubico
Kg/m ³	Kilogramo por metro cubico
Mr	Momento resultante
Ssd	Esfuerzo permisible
Ns	Margen de Seguridad
Sm	numero de semillas
Csm	Cantidad de semillas por línea
Cl	distancia del alcance de siembra
Asm	Area de sembrado
NST	Número de semillas colocadas en la línea de siembra y tapadas correctamente
NSD	Número de semillas descargadas
NSNT	Número de semillas no tapadas.
Número de semillas instaladas/ha	Número de semillas instaladas por hectárea
Numero de semillas instaladas/m	Numero de semillas instaladas por metro
semillas/ha	Semillas por hectárea
h/ha	horas por hectárea
ha/h	Hectárea por hora
S/.ha	Soles por hectárea
S/.	Soles
S/./hora	Soles por hora
Gl	Galones
hrs/año	Horas por año

GLOSARIO

Diseño: Actividad creativa que tiene por fin proyectar objetos que sean útiles y estéticos.

Construcción: Acción y efecto de construir

Máquina Sembradora: Máquina diseñada para sembrar diferentes tipos de granos.

Maíz Forrajero: Planta de aspecto robusto, tiene un solo tallo de gran longitud, sin ramificaciones, que puede alcanzar hasta 4 metros de altura, presenta una medula esponjosa, cuenta con hojas largas y extensas, con terminación de lanzas o lanceoladas, de extremos cortantes y con vellosidades en la parte superior, sus raíces son fasciculadas, es decir, todas presentan más o menos el mismo grosor, y sumisión es aportar un perfecto anclaje a la planta.

Terreno Pedregoso: Terreno naturalmente cubierto de piedras.

Demanda: Petición o solicitud de algo, especialmente si consiste en una exigencia o se considera un derecho. Exigencia que impone cierta cosa o se deriva de ella.

Productos: Cosa producida natural o artificialmente, o resultado de un trabajo u operación. Beneficio, cantidad de dinero que se gana, especialmente con una inversión.

Mecanizar: Utilizar máquinas en la producción industrial, agrícola, etc., con objeto de emplear menos tiempo y esfuerzo. Convertir en automático un acto o un movimiento humano.

Automatizar: Aplicar máquinas o procedimientos automáticos en la realización de un proceso o en una industria. Convertir en automático o involuntarios determinados movimientos corporales o actos mentales.

Labores Agrícolas: Sistema de producción agrícola, parte de ello consiste en cultivar la tierra, esto significa facilitar a la tierra y a las plantas que sobre ella crecerán, los elementos necesarios para que su existencia se desarrolle de manera normal y fructífera; es decir, vigilar el crecimiento de los diferentes rubros y conocer sus necesidades.

Producción: Fabricación o elaboración de un producto mediante el trabajo. Conjunto de los productos que da la tierra naturalmente o de los que se elaboran en la industria.

Costos: Son importantes porque ayudan a la toma de decisiones que permiten mejorar los resultados financieros del negocio, y, a su vez, permite el control de los 3 elementos del costo: materia prima, mano de obra y costos generales de producción. También permite conocer la cantidad a invertir para introducir un bien.

Hectáreas: Medida agraria de superficie, equivalente a cien áreas o a un hectómetro cuadrado. Su símbolo es: ha.

Rendimiento: Fruto o utilidad de una cosa en relación con que cuesta, con lo que gasta, con lo que en ellos se ha invertido, etc., o fruto del trabajo o el esfuerzo de una persona.

Fuerza: Capacidad física para realizar un trabajo o un movimiento. Aplicación de esta capacidad física sobre algo.

Velocidad: Cualidad de veloz. Relación que se establece entre el espacio o la distancia que recorre un objeto y el tiempo que invierte en ello.

Dimensiones: Magnitud que, junto con otras, sirve para definir un fenómeno físico; especialmente, magnitud o magnitudes que se consideran en el espacio para determinar el tamaño de las cosas.

Inercia: Incapacidad que tienen los cuerpos de modificar por si mismos el estado de reposo o movimiento en que se encuentran. Falta de energía física o moral.

Aceleración: Acción y efecto de acelerar (aumentar de velocidad).

Potencia: Capacidad de realizar una función o una acción, o para producir un efecto determinado Poder y fuerzas con que cuenta una persona, un grupo, una entidad o un estado, especialmente en un determinado ámbito, para imponerse a los demás o para influir en ellos o en el desarrollo de los hechos.

Equipos: Conjunto de dos o más personas que interactúan, discuten y piensan de forma coordinada y cooperativa, unidas con un objeto común. Un grupo en sí mismo no necesariamente constituye un equipo

Tecnología: conjunto de los conocimientos propios de una técnica. Conjunto de instrumentos, recursos técnicos o procedimientos empleados en un determinado campo o sector.

Maquinaria: Conjunto de máquinas que se usan para un fin determinado. Conjunto de piezas que componen un mecanismo y que sirven para poner en funcionamiento un aparato.

Utilidades: Provecho o beneficio que se saca de una cosa.

Proyecto: Idea de una cosa que se piensa hacer y para la cual se establece un modo determinado y un conjunto de medios necesarios.

Eficiente: Que realiza o cumple un trabajo o función a la perfección

Eficaz: Que produce el efecto esperado, que va bien para determinada cosa.

Prototipos: Ejemplar o primer molde en que se fabrica una figura u otra cosa. También puede referir a cualquier tipo de máquina en pruebas, o un objeto diseñado para una demostración de cualquier tipo.

Cama de Siembra: El objetivo de una buena cama de siembra es el de proveer un ambiente óptimo para la germinación y establecimiento de la semilla.

Profundidad: Distancia entre el fondo de algo y el punto tomado como referencia.

Esfuerzo: Acción de emplear gran fuerza física o moral con algún fin determinado.

Módulo: Medida que se toma convencionalmente como norma o regla para medir o valorar cosas de la misma naturaleza.

Labranza: Cultivo de los campos.

Continuidad: Circunstancia de suceder o hacerse algo sin interrupción.

Tractor: Vehículo especial autopropulsado que se usa para arrastrar o empujar remolques, aperos y otras máquinas de cargas.

Desmontaje: Acción de desmontar. Separar las piezas que forman un objeto o una estructura, deshaciéndolos. Bajar a alguien de un animal o de un vehículo o hacerlo caer.

Tolva: Recipiente en forma de pirámide o cono invertido, con una abertura en su parte inferior, que sirve para hacer que su contenido pase poco a poco a otro lugar o recipiente de boca más estrecha. Parte superior en algunos recipientes o urnas, con una abertura para dejar pasar monedas, papeles, etc.

Dosificador: Aparato o mecanismo que sirve para suministrar cantidades determinadas de un producto o sustancia.

Transmisión: Efecto o acción de transmitir.

Bastidor: Armazón que sostiene algo.

Angulo: Porción indefinida de plano limitada por dos líneas que parten de un mismo punto o por dos planos que parten de una misma línea y cuya abertura puede medirse en grados.

Desplazamiento: Acción y efecto de desplazar. Mover o trasladar a una persona o una cosa de un lugar a otro.

Compactación: Acción de compactar algo.

Movimiento: Acción de moverse o mover. Cambio de lugar o de posición de un cuerpo en el espacio.

Surcos: Abertura o hendidura alargada que se hace en la tierra, generalmente con el arado.

Semillas: Parte del fruto que es producto de la fecundación del ovulo y que contiene el embrión de una nueva planta.

Estabilización: Acción y efecto de estabilizar. Fijar y garantizar oficialmente el valor de una moneda a fin de evitar las oscilaciones del cambio.

Equidistante: Que queda equidista. Que es equilibrada y no se inclina ante las partes de un conflicto.

Precisión: Ajuste completo o fidelidad de un dato, calculo, expresión, etc. Acción de precisar.

Intervalos: Es un espacio métrico comprendido entre dos valores. Específicamente, un intervalo real es un subconjunto conexo de la recta real, es decir, una parte de recta entre dos valores dados.

Binas: es una población y comuna francesa, en la región de Centro, departamento de Loir y Cher, el distrito de Blois y cantón de Ouzouer-le-Marché.

Germinación: Acción de germinar. Empezar a crecer y a desarrollarse, una semilla, para dar una nueva planta.

Fungicidas: Son sustancias tóxicas que se emplean para impedir el crecimiento o eliminar los hongos y mohos perjudiciales para las plantas, los animales o el hombre. Todo fungicida, por más eficaz que sea, si se utiliza en exceso puede causar daños fisiológicos a la planta.

Humus: Sustancia que se crea a partir de la descomposición de materias orgánicas presentes en la capa superficial de un suelo.

Calcáreas: Son una clase del filo porífera. Son las únicas esponjas cuyo esqueleto mineral está compuesto por espículas de carbonato cálcico cristalizado en forma de calcita o aragonito.

Rastrojos: Es el conjunto de restos de tallos y hojas que quedan en el terreno tras cortar un cultivo. A menudo se confunde rastrojo con restos de poco valor. Sin embargo el rastrojo es un recurso muy bueno para proteger el suelo del impacto de la precipitación erosiva y la consiguiente escorrentía.

Hardware: Conjunto de elementos físicos o materiales que constituyen una computadora o un sistema informático.

Software: Conjunto de programas y rutinas que permiten a la computadora realizar determinadas tareas.

Displayado: Terreno abierto que carece de vegetación o construcción alguna.

Paralelogramo: Figura geométrica de cuatro lados, de los cuales son iguales y paralelos los opuestos entre sí.

Ortogonales: Que forman un ángulo recto.



BIBLIOGRAFÍA

- Ortiz-Cañavate, J. 1995. Las máquinas agrícolas y su aplicación. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. España.
- Maroni J. 2000. Apunte del curso: “Siembra y Sembradora”. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Rosario.
- Sesquile, J. 2014. Evaluación de la calidad de aplicación de plaguicidas en un cultivo de espinaca, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá D.C., Colombia.
- Urzúa S., F. 1989. Equipos de aplicación y su calibración. Departamento de Parasitología Agrícola, UACH, Chapingo, México.
- Pulmic Fenix WWW.SANZHERMANOS.COM.
- Frank Rodolfo., Cátedra de Administración Rural, FAUBA, Costos de la Maquinaria Agrícola, 2a Edición 1998.
- Botta G, Jorajuria D. y Draghi L. 2000. Los tractores agrícolas .Editorial Universidad Nacional de Luján.Luján ,Argentina.94 pp.
- Shigley y C.R. Mischke, “Diseño en Ingeniería Mecánica”, McGraw Hill 2008
- Hamrock, B. Jacobson y S.R. Schmid, “Elementos de Máquinas”, McGraw Hill 2000
- R.L. Norton, “Diseño de maquinaria”, McGraw Hill 2000
- Ing. Juan J. Hori A. – “Diseño de Elementos de Máquinas” – 1990 – Ediciones Cefim.
- Ing. F. Alva Davila. “Diseño de Elementos de Maquinas I y II” – 1995.
- Raimundo Romero Moreno- Pedro España Martínez- Mariano Suarez de Cepeda; Maquinaria de Producción Agrícola, Colección Ciencia y Tecnica40; Ediciones de la Universidad de Castilla- La Mancha Cuenca, 2002

- Sembradoras 7, Investigación Realizada por Jaime Moraga, Febrero 2014
- SEMILLAS HORTACH GROUP S.A.C., Copyright© Semillas Hortach- Perú- Semillas de Calidad; todos los derechos reservados; WWW.HORTACH.COM
- La Gran Enciclopedia Ilustrada del Proyecto Salón Hogar; www.proyectosalohogar.com/ciencias/El.Suelo.htm ; Fundación Educativa Hector A. García
- Estudio de las Propiedades Físicas y de la Cinética de Secado de Granos de Maíz Duro; Matias R. Ordoñez 1,2, María C. Gely 1*, Ana M. Pagano 1*; Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Bueno Aires (UNICEN), CICPBA (Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires
- http://www.prochile.gob.cl/wp-content/blogs.dir/1/files_mf/1382704196PMP_Peru_Máquinaria_Agricola_2013.pdf
- <http://www.cosechaypostcosecha.org/data/articulos/máquinaria/Caracterizacion AnalisisSectorMáquinariaAgricolaYAgrocomponentes.pdf>
- http://www.uba.ar/archivos_secyt/image/Monograf%C3%ADa%20IMA%2002.pdf
- <http://www.agronegociosperu.org/tema/tem007.htm>
- <http://www.lamolina.edu.pe/Agricola/boletin3.pdf>

ANEXOS

ANEXO 1: PLAN DE ACTIVIDADES DEL PROYECTO (DIAGRAMA GANT)

Actividad	Duración en meses	Año 1												Año 2											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		Componente 1: Mejoramiento de la siembra mecanizada de maíz forrajero																							
1.1	Caracterización de cama de siembra para maíz forrajero en Irrigación Majes	1	█																						
1.2	Evaluación del efecto de 4 tipos de abridores de surco, sobre la uniformidad de siembra	3	█	█	█																				
1.3	Diseño de un sistema de control para verificar la colocación de semillas en la línea de siembra	3		█	█	█																			
1.4	Diseño y construcción de 01 cuerpo de siembra mejorado	2				█	█																		
1.5	Evaluación del sistema de siembra mejorado	2					█	█																	
Componente 2: Difusión de la maquinaria agrícola desarrollada para la siembra																									
2.1	Preparación de la parcela experimental para la validación de la tecnología en campo	2							█	█															
2.2	Validación del sistema de siembra mejorado	2								█	█														
2.3	Certificación de la tecnología desarrollada	2										█	█												
2.4	Difusión de la tecnología desarrollada, en empresas, academia y productores agrícolas	4											█	█	█	█									

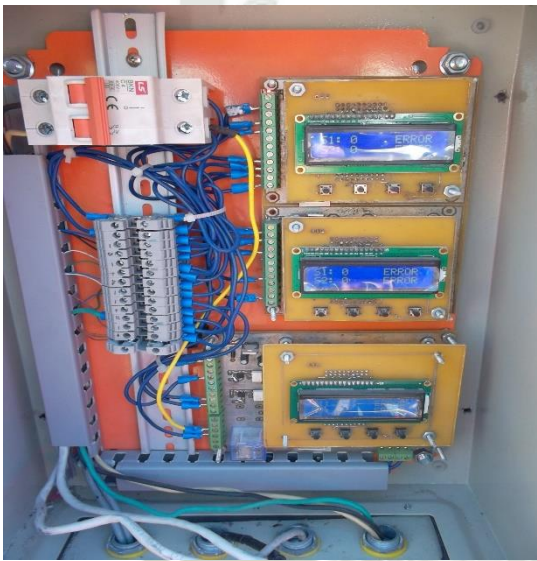
Componente 3: Gestión y cierre del proyecto																										
3.1	Fórmula del proyecto	1	■																							
3.2	Elaboración de la línea de base	1	■																							
3.3	Elaboración de la línea de salida	1																								
3.4	Ampliación del estudio de mercado	1																								
3.5	Publicación de artículos en revistas especializadas/arbitradas/indexadas	1																								
3.6	Propiedad intelectual	1																								
3.7	Elaboración y presentación de TESIS	2																								
3.8	Elaboración y presentación de Informe Técnico Financiero	5																								
3.9	Taller de difusión de resultados del proyecto	1																								
3.1	Elaboración y presentación del Informe final de resultados y lecciones aprendidas	1																								

ANEXO 2: FOTOGRAFÍAS TOMADAS EN LA PARCELA DE AGROEXIM





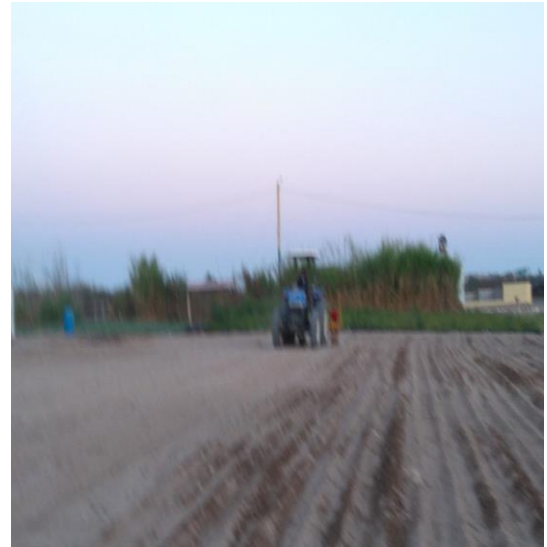












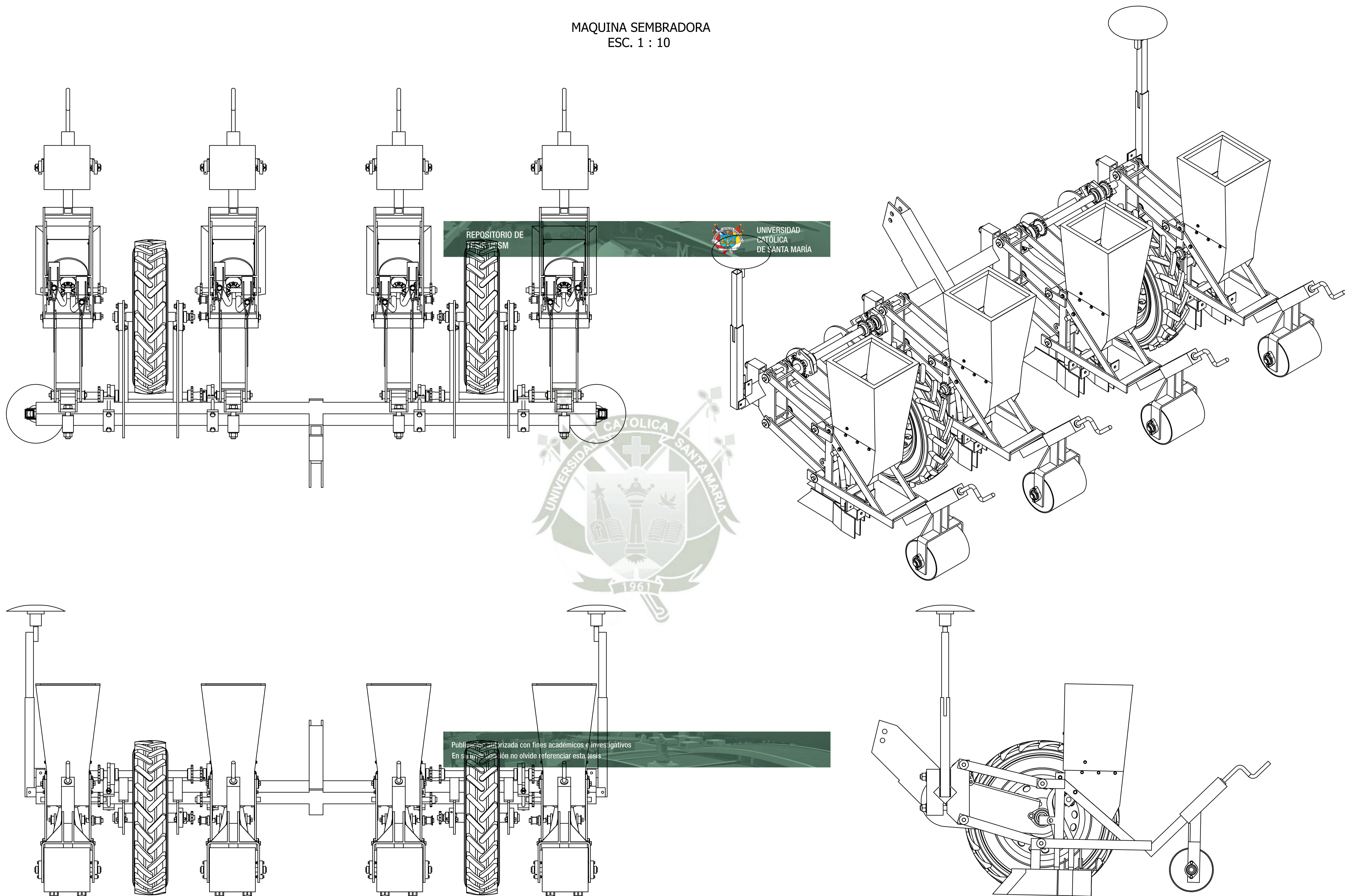




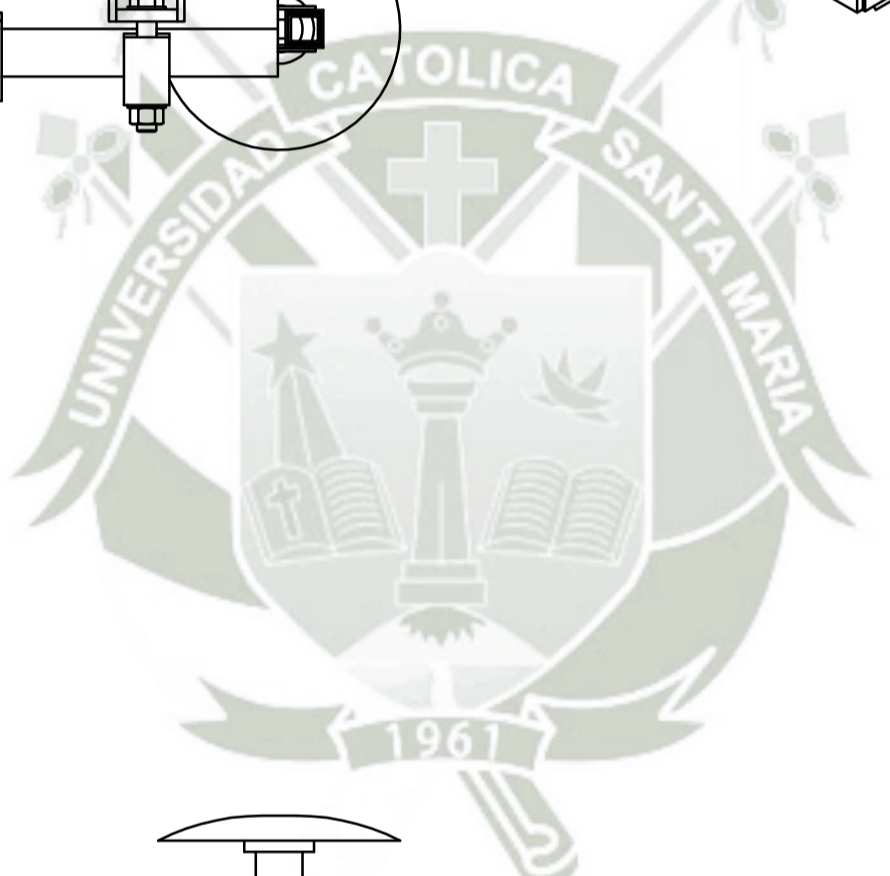





MAQUINA SEMBRADORA
ESC. 1 : 10



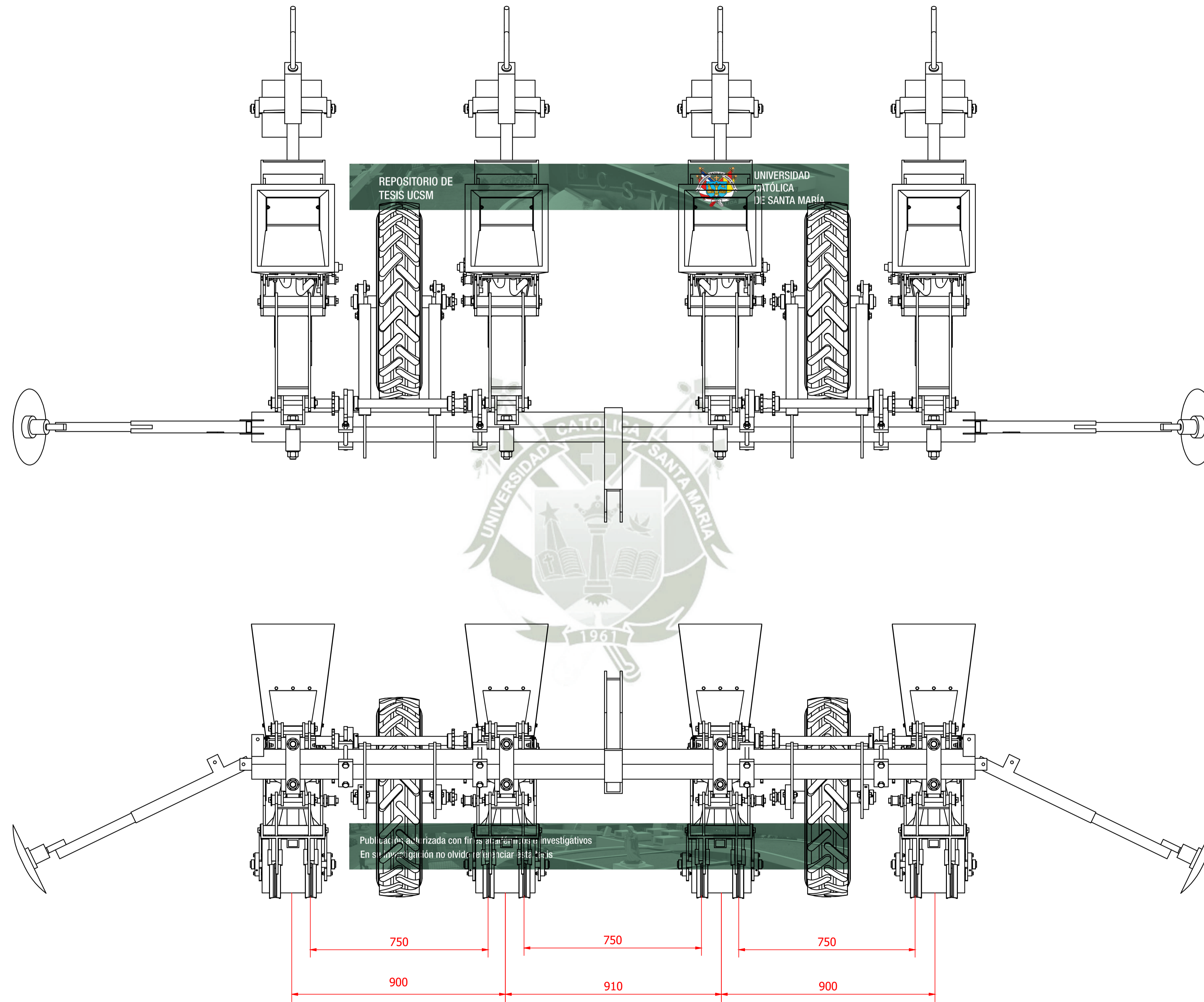
REPOSITORIO DE
TESIS UCSM



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su divulgación no olvide referenciar esta tesis.

Escala:		Fecha	Nombre	 UNIVERSIDAD CATOLICA SANTA MARIA FCIFF-PPIM
IND.	Dibujado		Giancarlo Cabrera	
Revisión	Revisado			
Dibujo:	MAQUINA SEMBRADORA		ENSAMBLAJE VISTAS GENERALES	HOJA 1 / 24

SEBRADORA DESPLEGADA
ESC. 1 : 10




REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

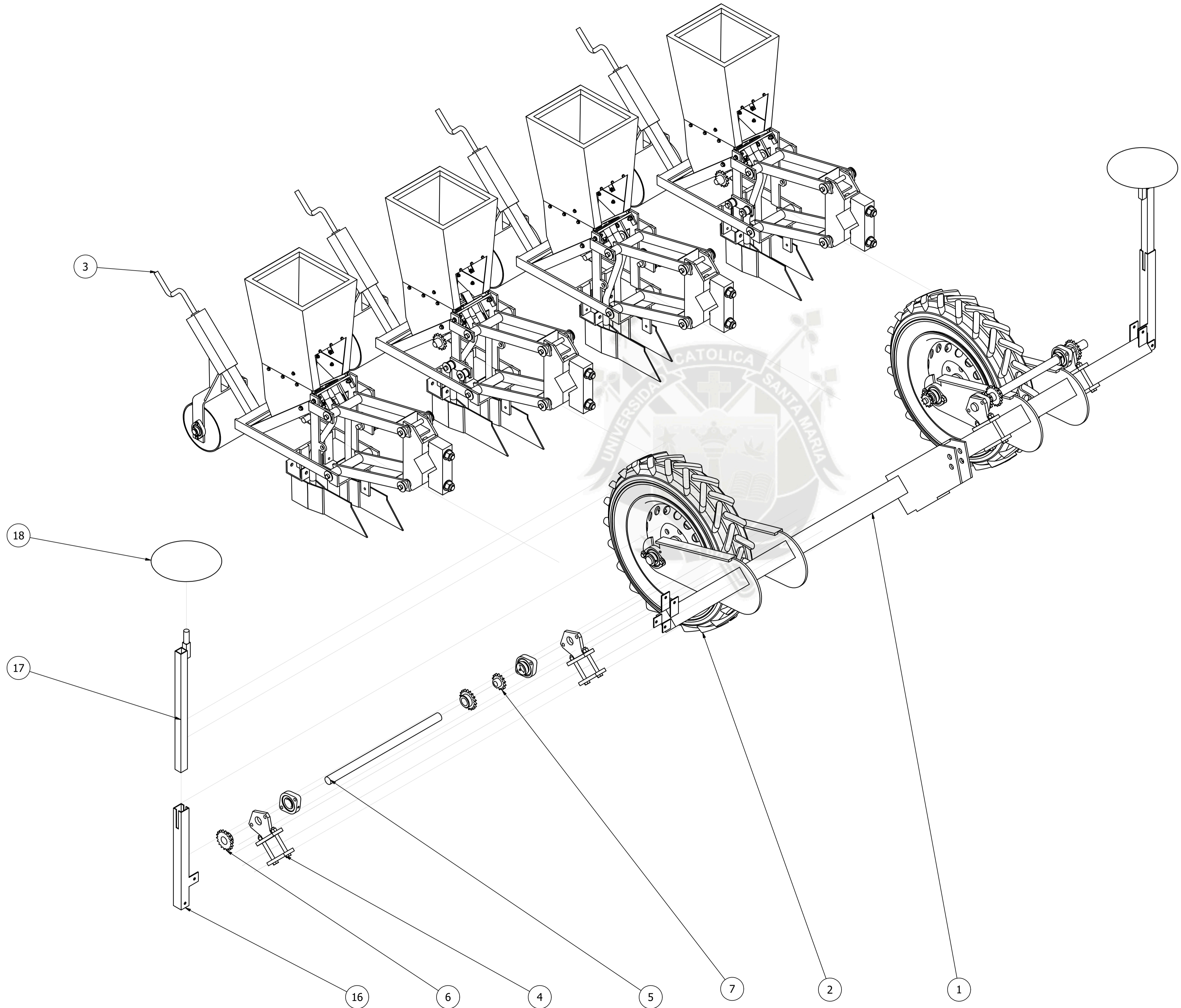
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis


750 750 750
900 910 900

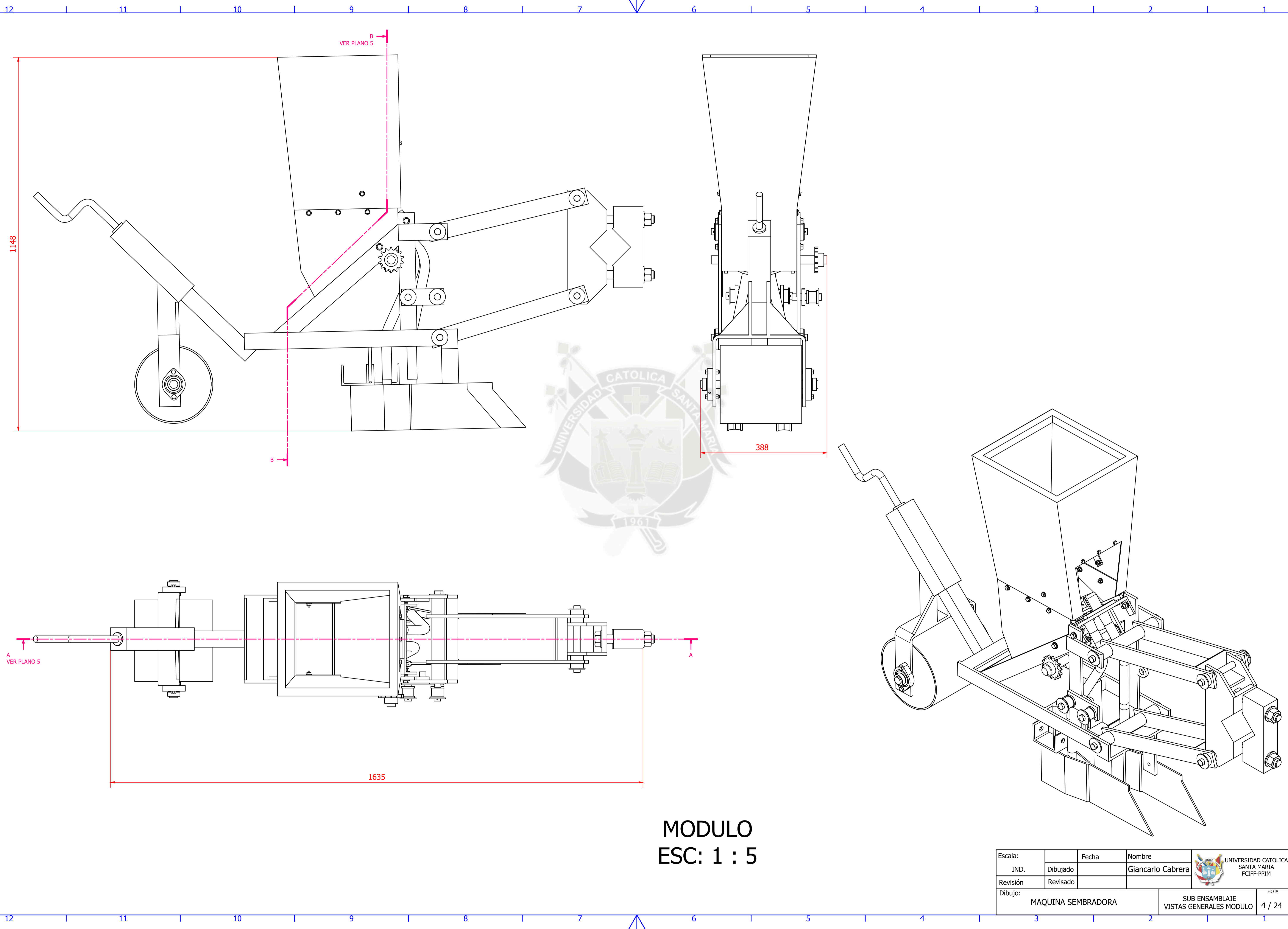
Escala:		Fecha	Nombre	 UNIVERSIDAD CATOLICA SANTA MARIA FCIFF-PPIM
IND.	Dibujado		Giancarlo Cabrera	
Revisión	Revisado			
Dibujo:	MAQUINA SEMBRADORA		VISTAS MAQUINA DESPLEGADA ENSAMBLAJE	HOJA 2 / 24

EXPLOSION
ESC. 1/10

LISTA DE PIEZAS			
ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA	DESCRIPCIÓN
1	1	SOPORTE PRINCIPAL	T. CUAD. 3"x3"x1/8"
2	2	TRANSMISION RUEDA	VER PLANO 19
3	4	SEMBRADORA	VER PLANO 6
4	4	CONECTOR	VER PLANO 21
5	2	EJE 4	SAE 1040
6	2	SPROCKET 02	Z=23 ASA 50
7	1	SPROCKET 03	Z=18 ANSI 40
16	2	BRAZO -02	T. CUAD. 2"x 2"x1/8"
17	2	BRAZO -03	T. CUAD. 1 1/2"x 1 1/8"x1/8"
18	2	DISCO MARCADOR	DISCO DE ARADO



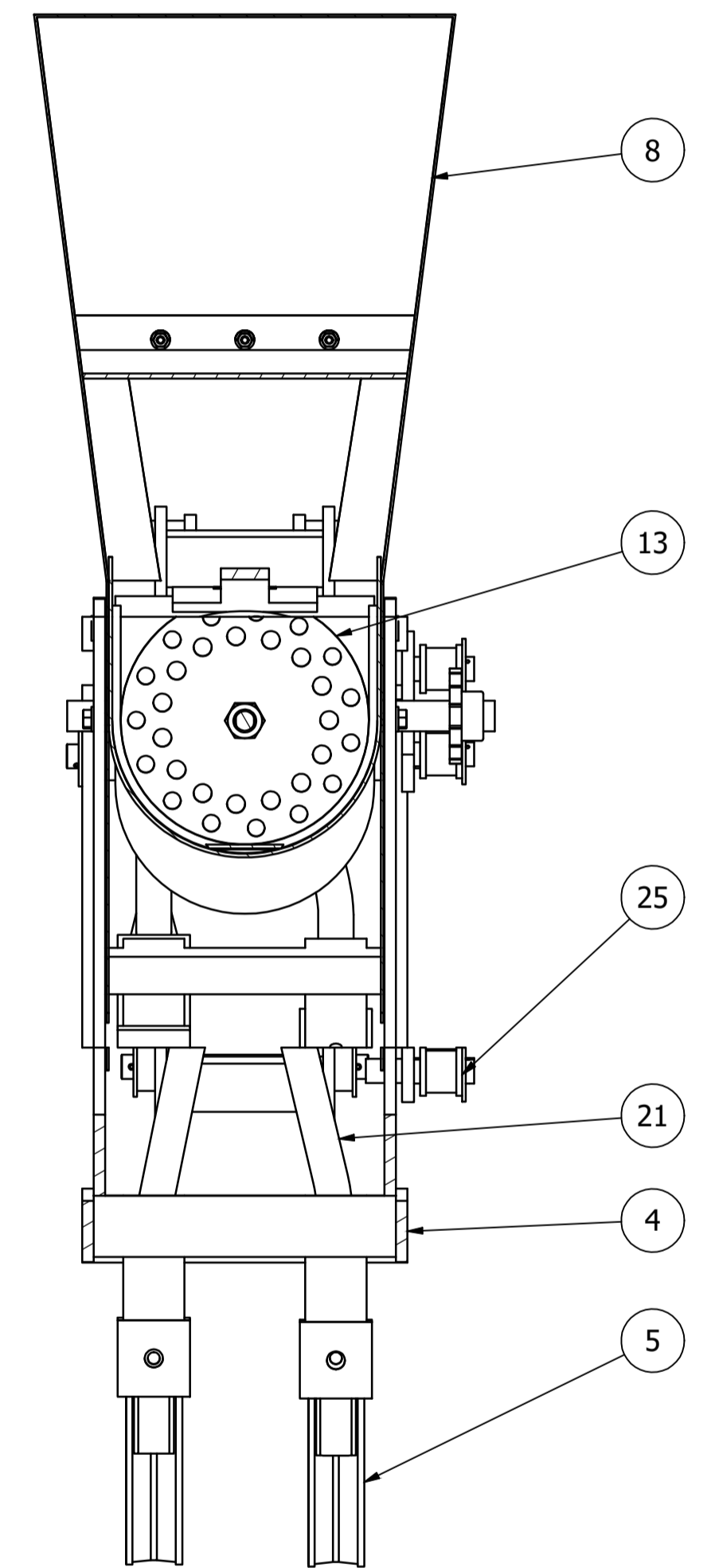
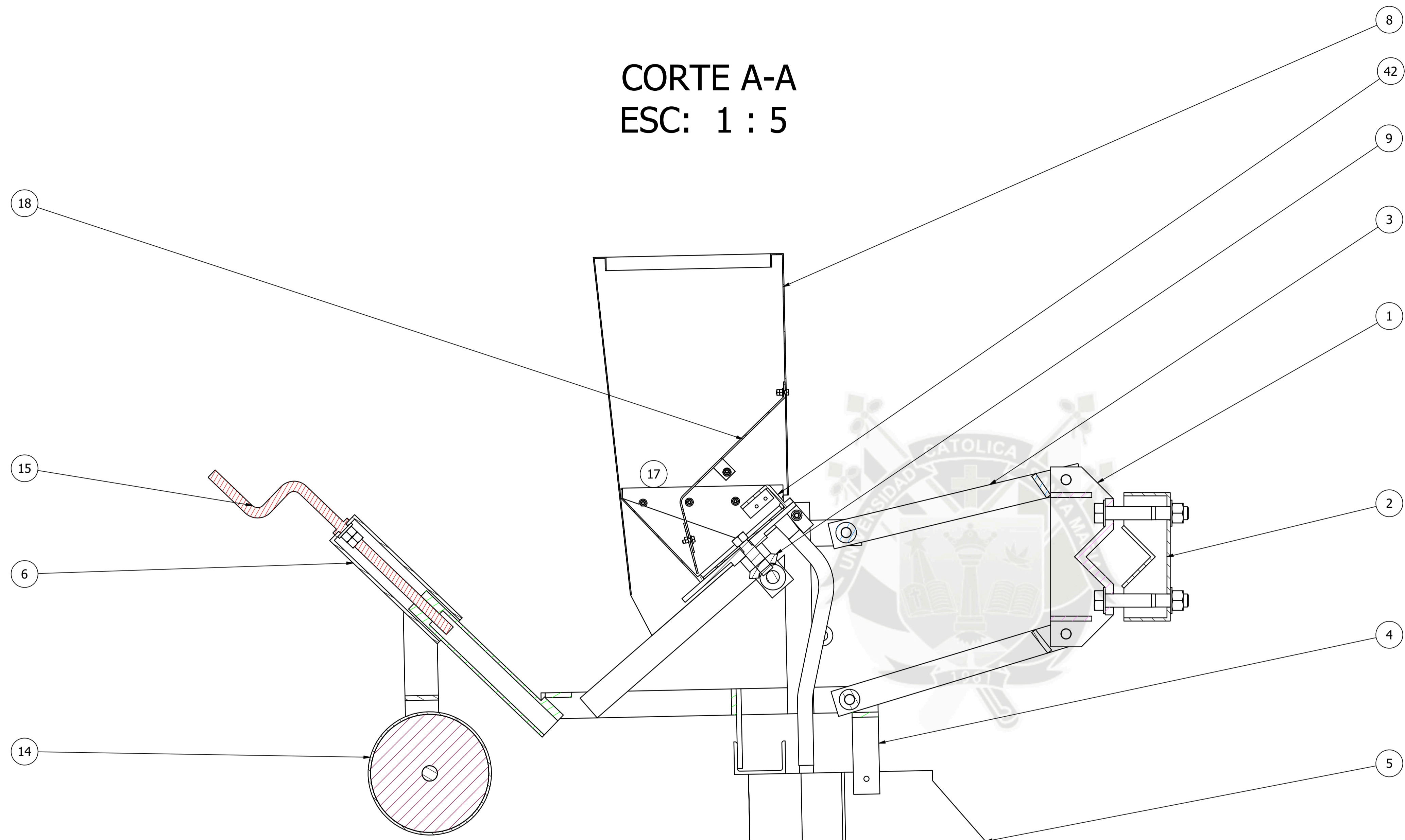
Escala:		Fecha	Nombre	 UNIVERSIDAD CATOLICA SANTA MARIA FCIFF-PPIM
IND.	Dibujado		Giancarlo Cabrera	
Revisión	Revisado			
Dibujo:	MAQUINA SEMBRADORA		ENSAMBLAJE VISTA DE EXPLOSION	HOJA 3 / 24



MODULO
ESC: 1 : 5

Escala:		Fecha	Nombre	 UNIVERSIDAD CATOLICA SANTA MARIA FCIFF-PPIM
IND.	Dibujado		Giancarlo Cabrera	
Revisión	Revisado			
Dibujo:	MAQUINA SEMBRADORA		SUB ENSAMBLAJE VISTAS GENERALES MODULO	HOJA 4 / 24

CORTE A-A
ESC: 1 : 5




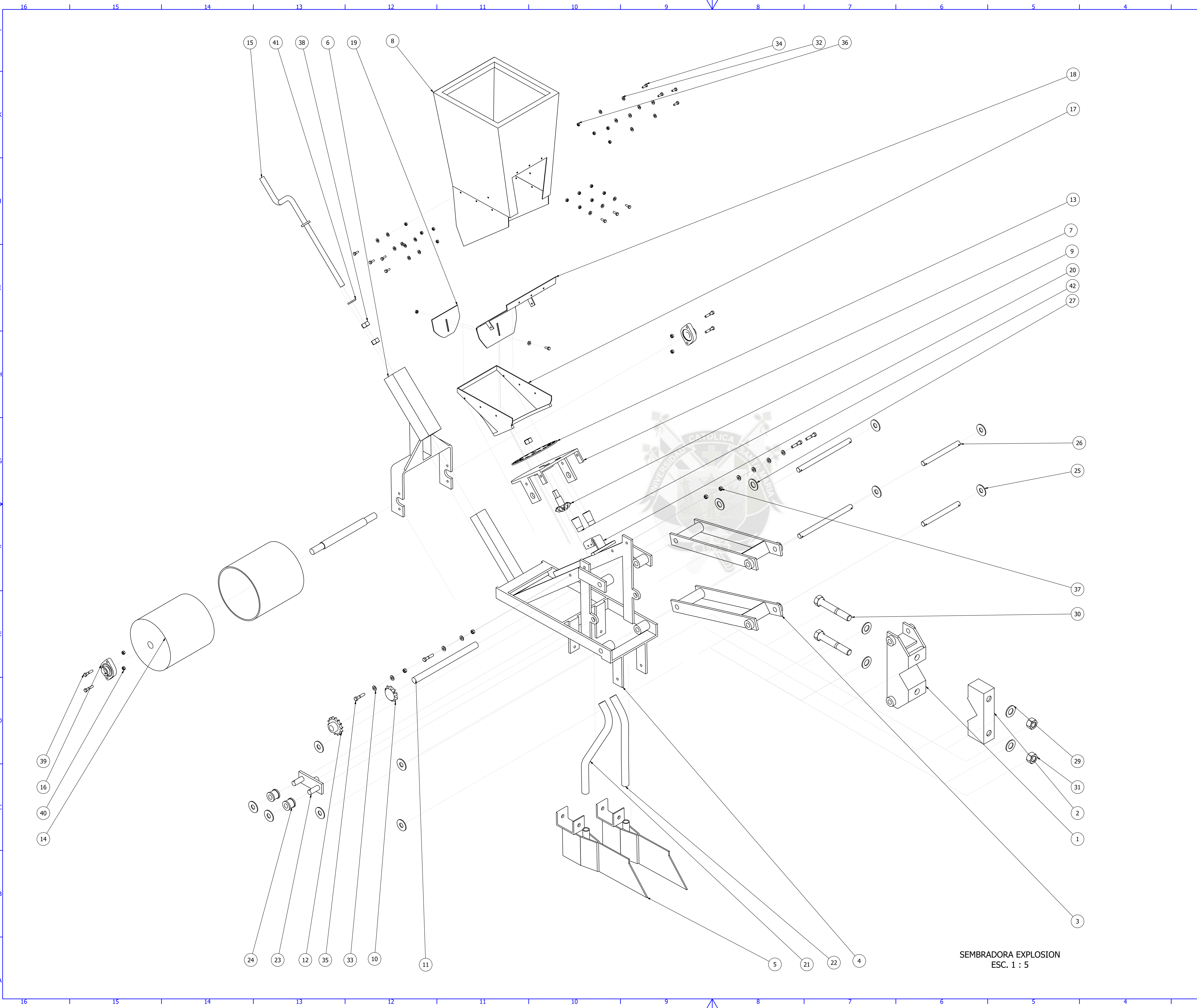
CORTE V-V

LISTA DE PIEZAS

ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA	DESCRIPCIÓN
1	1	CONECTOR-01	VER PLANO 10
2	1	CONECTOR-02	VER PLANO 10
3	2	BRAZO-01	VER PLANO 9
4	1	BASTIDOR-01	VER PLANO 8
5	2	ABRIDOR	PL 1/4" ASTM A-36
6	1	PORTARODILLO	VER PLANO 11
8	1	TOLVA	PL 1/8" ASTM A-36
9	1	ENGRANAJE CONICO	Z=10 Dp=2"
13	1	DISCO	PL 1/4" ASTM A-36
15	1	MANILLA	FE LISO 3/4" ASTM A-36
18	1	BASE 2	PL 1/4" ASTM A-36
21	1	DUCTO 2	MANGUERA 1"
25	10	ANILLO	PL 1/8" ASTM A-36
42	1	DISPENSADOR	PL 1/4" ASTM A-36

NOTA: Ver items en plano 4

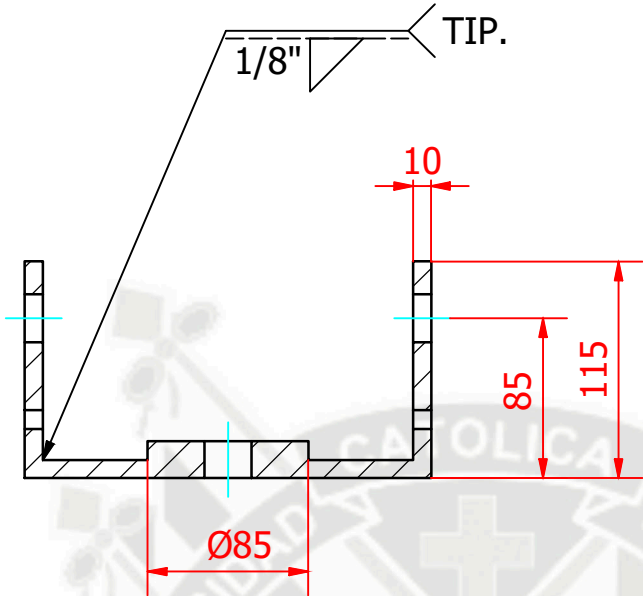
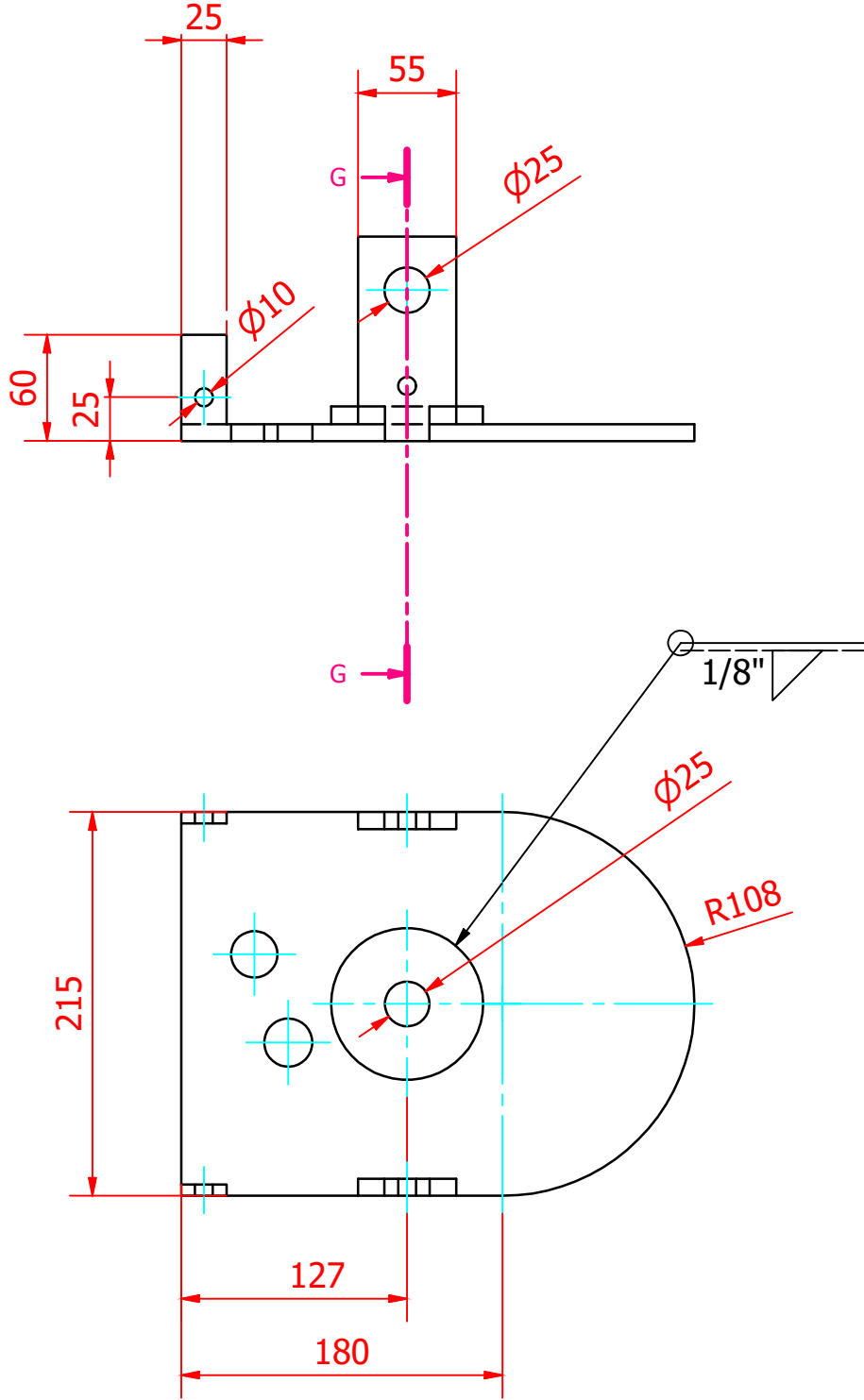
Escala:		Fecha	Nombre	 UNIVERSIDAD CATOLICA SANTA MARIA FCIFF-PPIM
IND.	Dibujado		Giancarlo Cabrera	
Revisión	Revisado			
Dibujo:	MAQUINA SEMBRADORA		SUB ENSAMBLAJE VISTAS GENERALES MODULO	HOJA 5 / 24



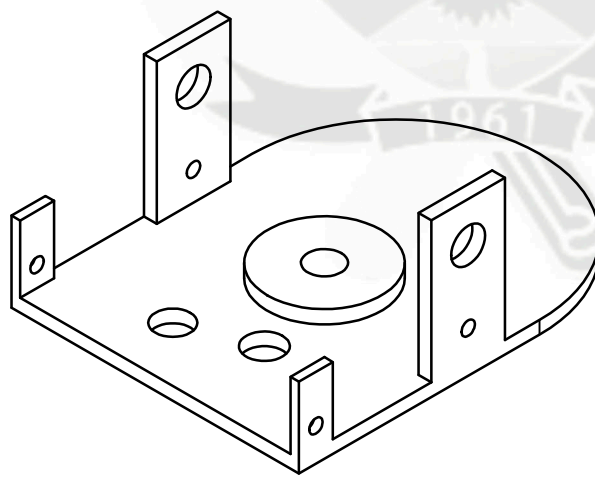
LISTA DE PIEZAS			
ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA	DESCRIPCIÓN
1	1	CONECTOR-01	VER PLANO 10
2	1	CONECTOR-02	VER PLANO 10
3	2	BRAZO-01	VER PLANO 9
4	1	BASTIDOR-01	VER PLANO 8
5	2	ABRIDOR	PL 1/4" ASTM A-36
6	1	PORTARODILLO	VER PLANO 11
7	1	BASE DE TOLVA	PL 3/8" ASTM A-36
8	1	TOLVA	PL 1/8" ASTM A-36
9	1	ENGRANAJE CONICO	Z=10 Dp=2"
10	1	PIÑON CONICO	Z=18 Dp=2"
11	1	EJE ENGRANAJE 1	SAE 1040
12	1	SPROCKET 04	Z=18 ANSI40
13	1	DISCO	PL 1/4" ASTM A-36
14	1	RODILLO	PL 1/4" ASTM A-36
15	1	MANILLA	FE LISO 3/4" ASTM A-36
16	2	CHUMACERA	Soporte de brida, agujeros de fijación sin rosca, para un diámetro de eje de 25 mm
17	1	TRAMPA	PL 1/8" ASTM A-36
18	1	BASE 2	PL 1/4" ASTM A-36
19	1	REGULADOR	PL 1/16" ASTM A-36
20	2	DUCTO 1	PL 1/8" ASTM A-36
21	1	DUCTO 2	MANGUERA 1"
22	1	DUCTO 3	MANGUERA 1"
23	1	TENSOR	VER PLANO 13
24	2	RODILLO TENSOR	BAQUELITA
25	10	ANILLO	PL 1/8" ASTM A-36
26	4	EJE	SAE 1040
27	2	ANILLO 2	PL 1/8" ASTM A-36
28	1	EJE DE ENGRANAJE 2	SAE 1040
29	4	ANSI B18.22.1 - 1 - Fino - Tipo A	Arandela plana (Pulgada) Tipo A y B
30	2	ANSI/ASME B18.2.1 - 1-8 UNC - 6.5	Perno hex - UNC (Rosca regular - Pulgadas)
31	2	ANSI B18.2.2 - 1 - 8	Tuercas hex. (serie en pulgadas) Tuerca hexagonal
32	20	ASTM F436 - 1/4	ANSI B18.22.1 Tipo A
33	8	ASTM F436 - 3/8	ANSI B18.22.1 Tipo A
34	12	ANSI/ASME B18.2.1 - 1/4-20 UNC - 0.75	Perno hex - UNC (Rosca regular - Pulgadas)
35	4	ANSI/ASME B18.2.1 - 3/8-16 UNC - 1.75	Perno hex - UNC (Rosca regular - Pulgadas)
36	15	ANSI B18.2.2 - 1/4 - 20	Tuercas hex. (serie en pulgadas) Tuerca hexagonal
37	4	ANSI B18.2.2 - 3/8 - 16	Tuercas hex. (serie en pulgadas) Tuerca hexagonal
38	3	ANSI B18.2.2 - 3/4 - 10	Tuercas hex. (serie en pulgadas) Tuerca hexagonal
39	4	ANSI/ASME B18.2.1 - 5/16-18 UNC - 1.5	Perno hex - UNC (Rosca regular - Pulgadas)
40	4	ANSI B18.2.2 - 5/16 - 18	Tuercas hex. (serie en pulgadas) Tuerca hexagonal
41	1	ASTM F436 - 3/4	ANSI B18.22.1 Tipo A
42	1	DISPENSADOR	PL 1/4" ASTM A-36

SEMBRADORA EXPLOSION
ESC. 1 : 5

BASE DE TOLVA
 ESC. 1 : 4
 PL 3/8" ASTM A-36

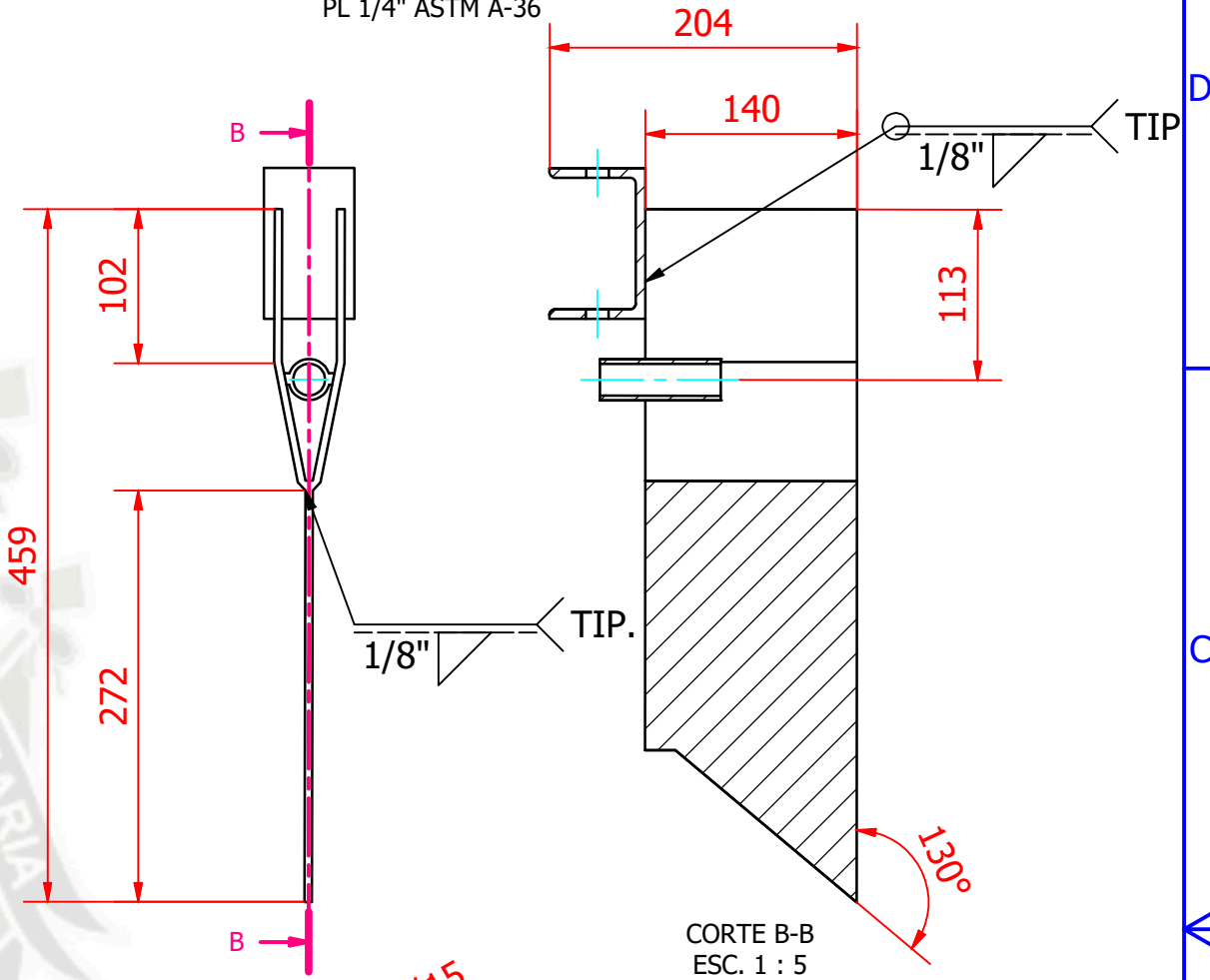


CORTE G-G
 ESC. 1 : 4

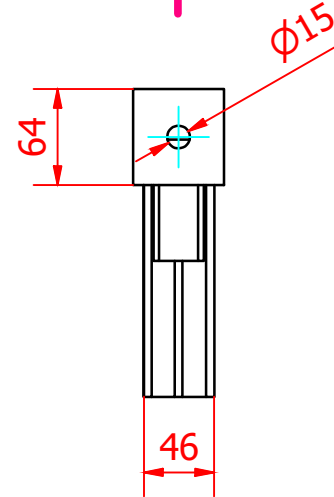


ISOMETRICO
 ESC. 1 : 4


ABRIDOR
 ESC. 1 : 5
 PL 1/4" ASTM A-36



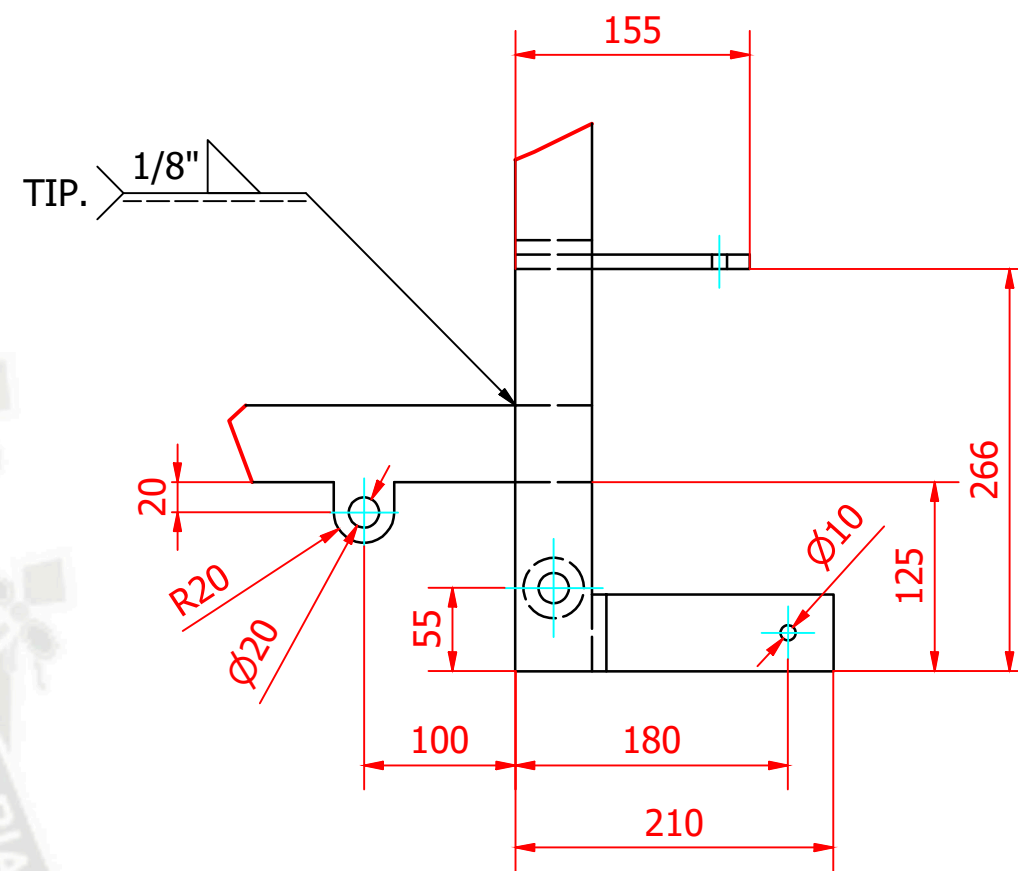
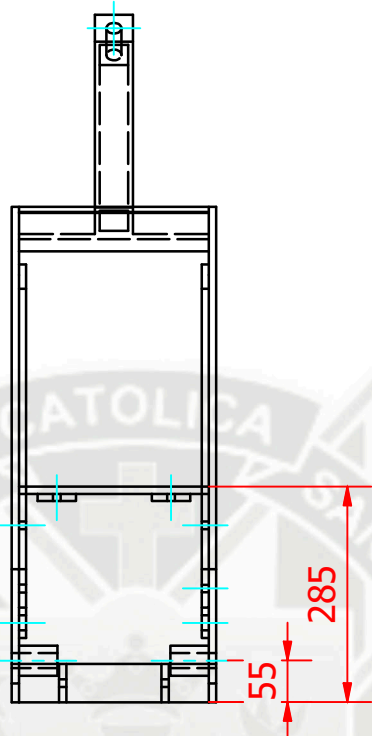
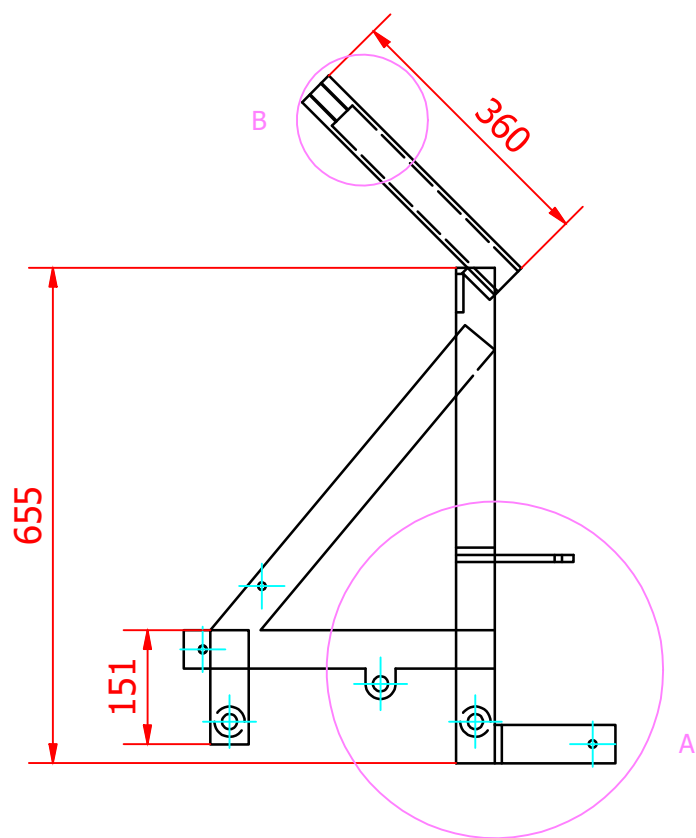
CORTE B-B
 ESC. 1 : 5



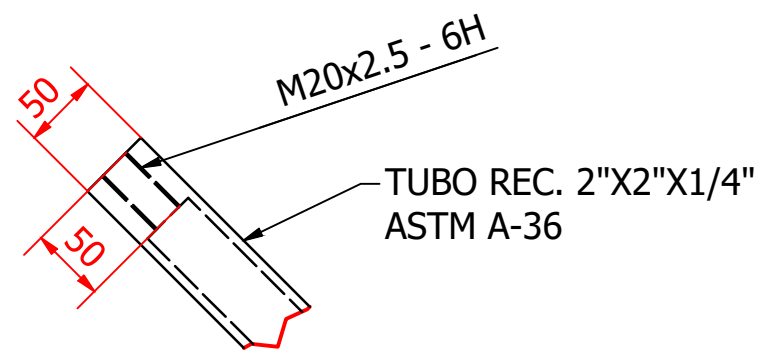
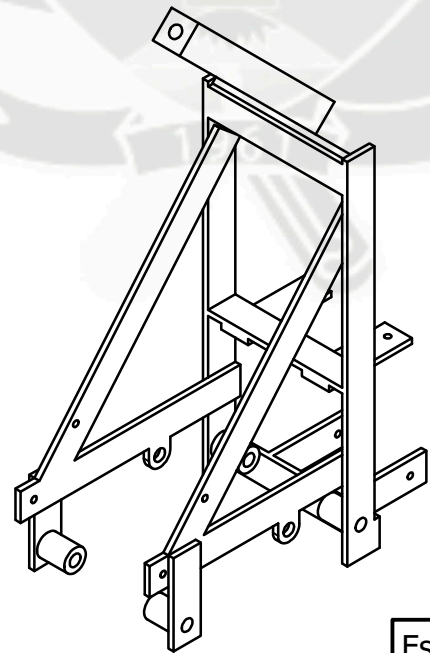
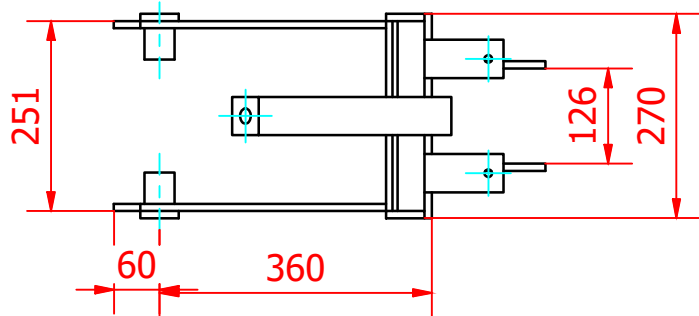
ISOMETRICO
 ESC. 1 : 5

Escala:		Fecha	Nombre	 UNIVERSIDAD CATOLICA SANTA MARIA FCIFF-PPIM
IND.	Dibujado		Giancarlo Cabrera	
Revisión	Revisado			
Dibujo:	-BASE DE TOLVA -ABRIDOR		PARTES SEMBRADORA	HOJA 7 / 24

BASTIDOR
 ESC. 1 : 10
 PLAT 2"X3/8" ASTM A-36




DETALLE A
 ESC. 1 : 5

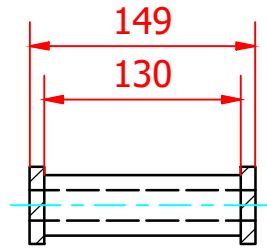


DETALLE B
 ESC. 1 : 5

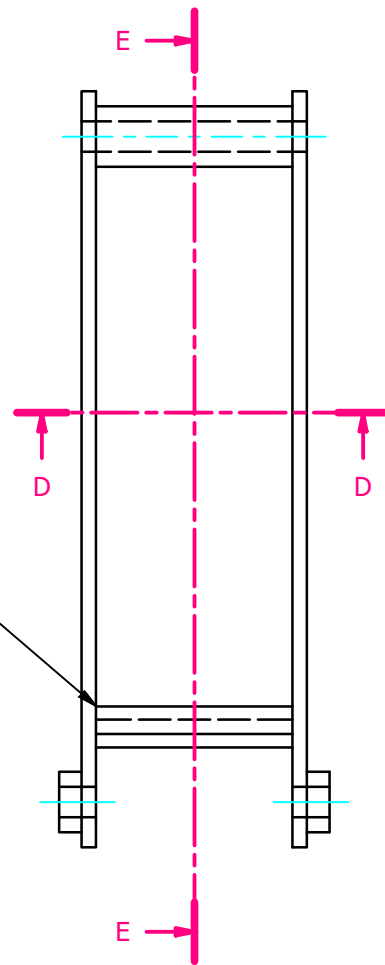
NOTA: SOLDADURA TIPICA DE 1/4"

Escala:		Fecha	Nombre	 UNIVERSIDAD CATOLICA SANTA MARIA FCIFF-PPIM
IND.	Dibujado		Giancarlo Cabrera	
Revisión	Revisado			
Dibujo:	BASTIDOR		PARTES SEMBRADORA	HOJA 8 / 24

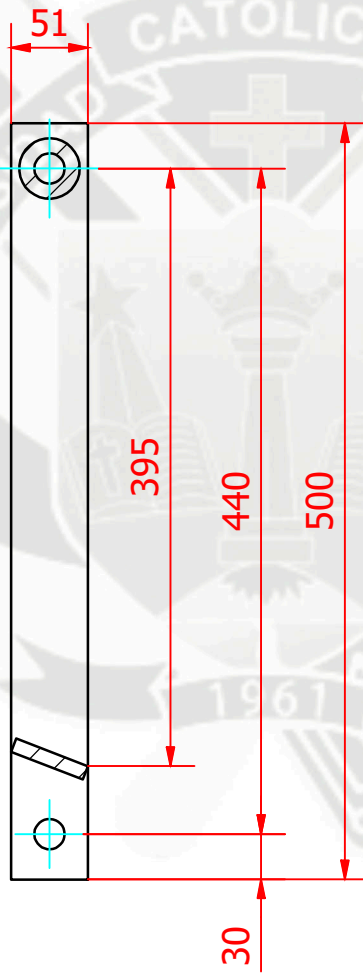
BRAZO-01
ESC. 1 : 5
 PLAT. 2"X3/8" ASTM A-36



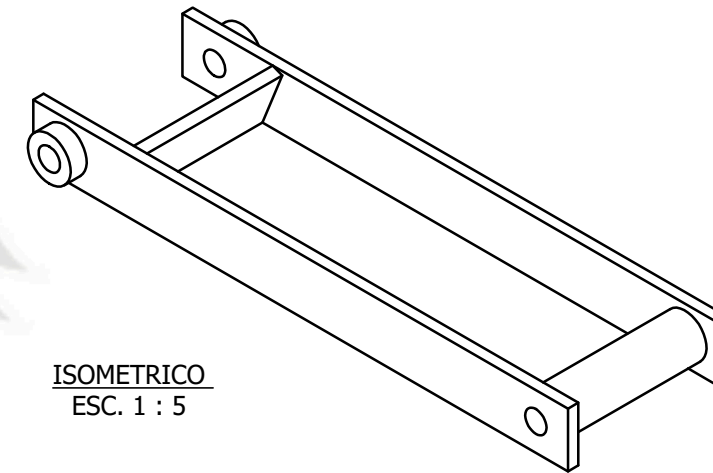
CORTE D-D
 ESC. 1 : 5




TIP. 1/8"



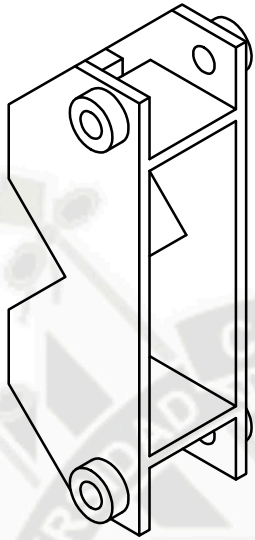
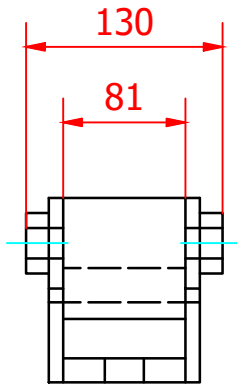
CORTE E-E
 ESC. 1 : 5



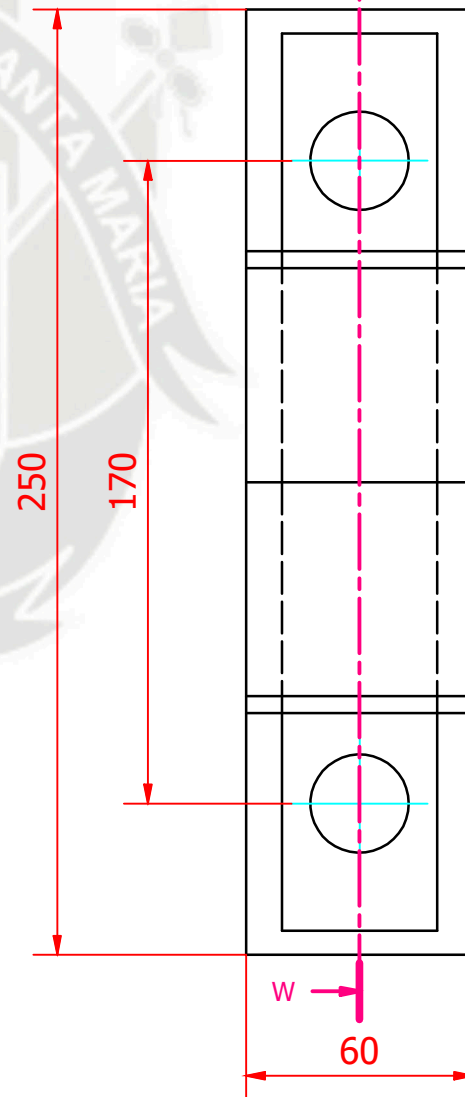
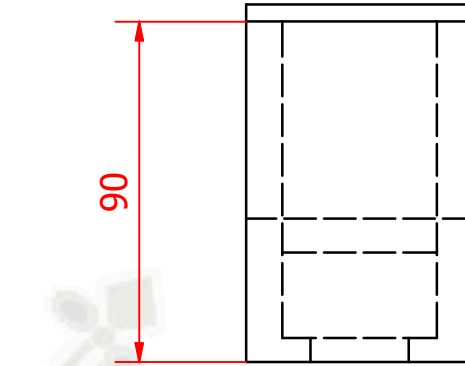
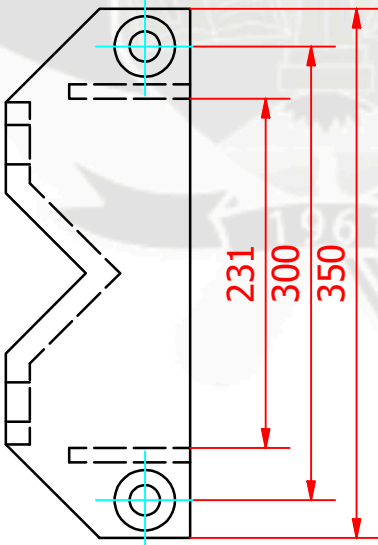
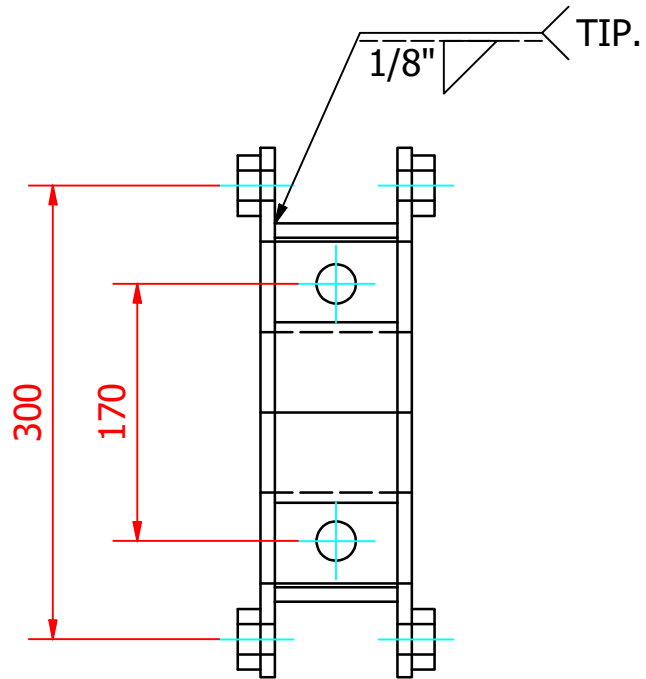
ISOMETRICO
 ESC. 1 : 5

Escala:		Fecha	Nombre	 UNIVERSIDAD CATOLICA SANTA MARIA FCIFF-PPIM
IND.	Dibujado		Giancarlo Cabrera	
Revisión	Revisado			
Dibujo:	BRAZO-01		PARTES SEMBRADORA	HOJA 9 / 24

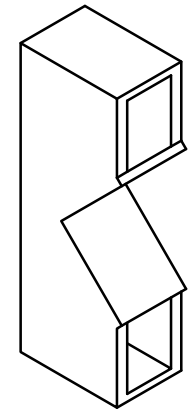
CONECTOR-1
 ESC. 1 : 5
 PL 3/8" ASTM A-36



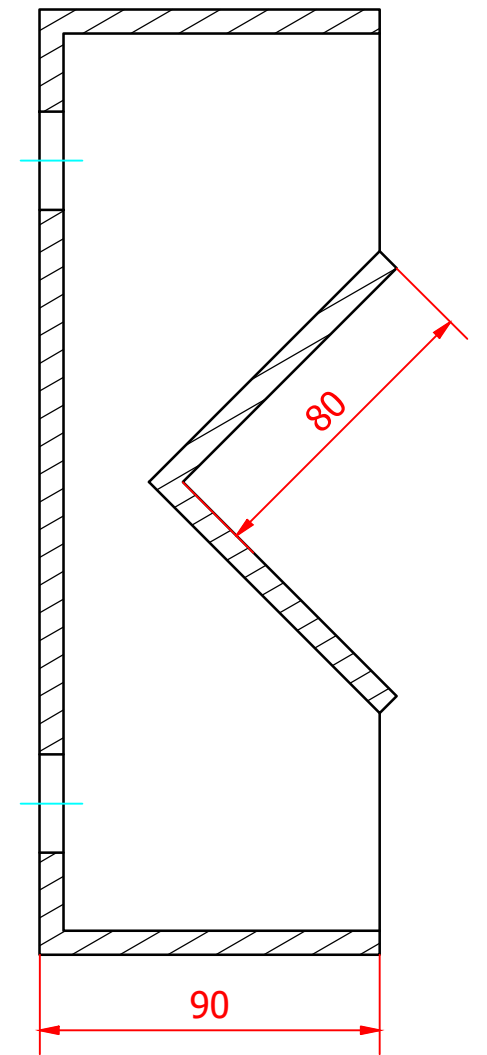
ISOMENTRICO (1 : 5)




CONECTOR-2
 ESC. 1 : 2
 PL 3/8" ASTM A-36



ISOMETRICO (1 : 5)

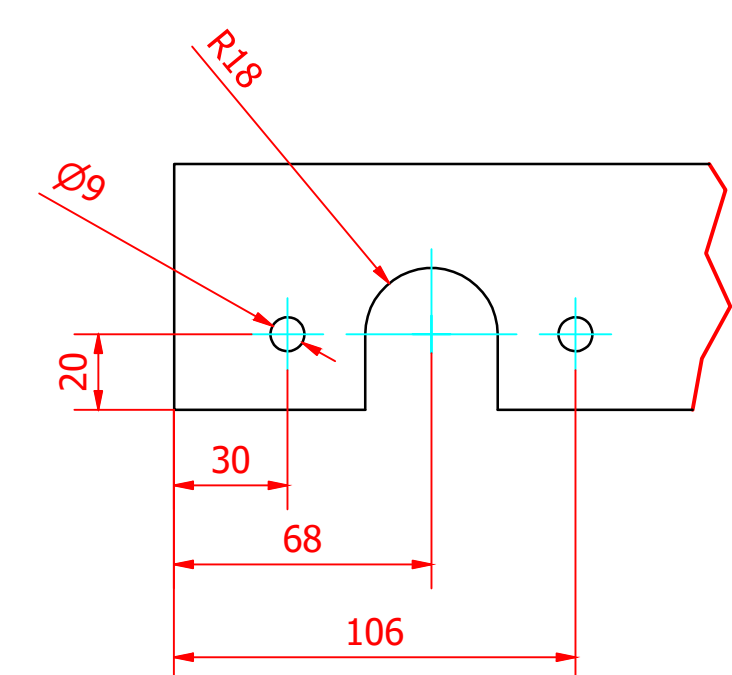
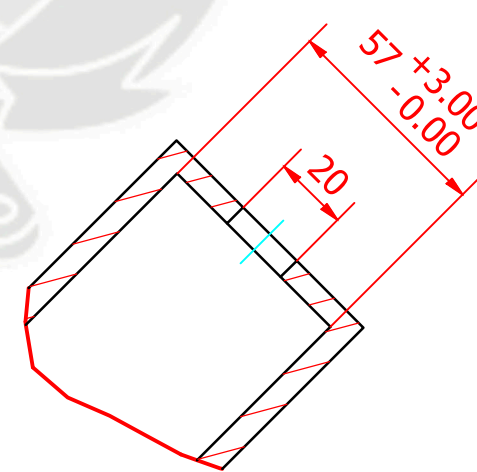
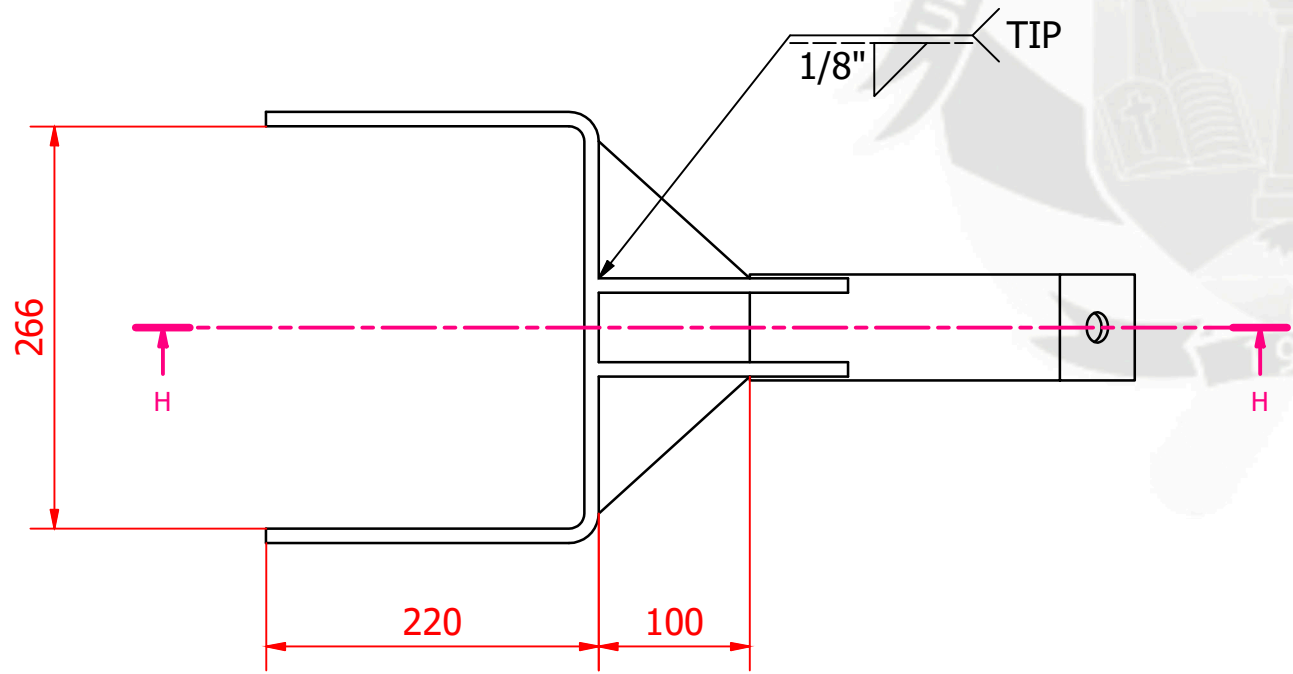
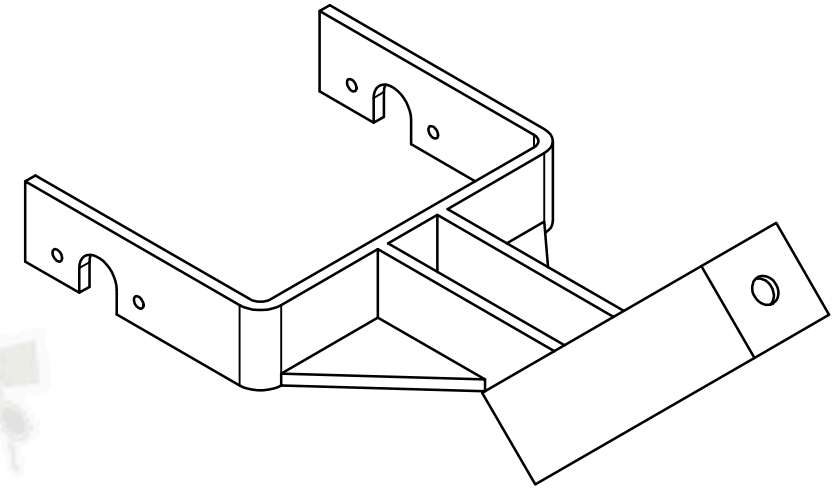
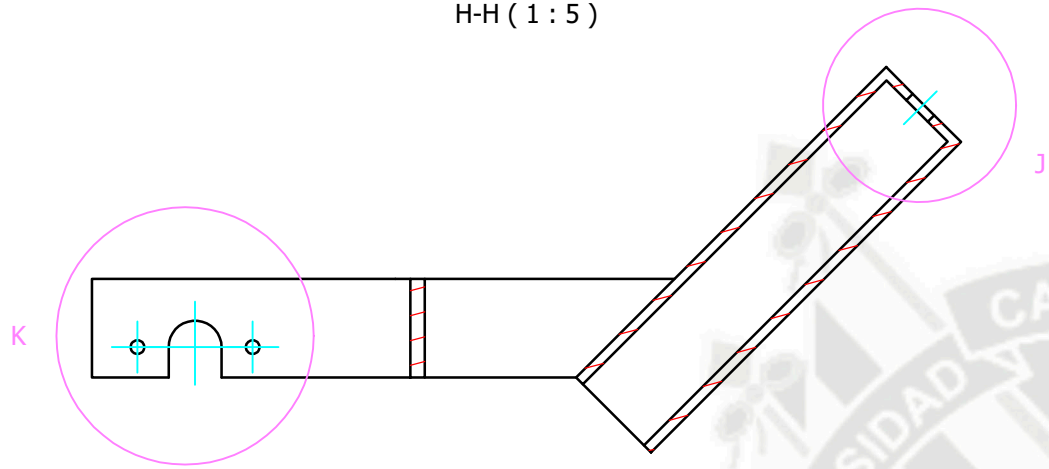


W-W (1 : 2)

Escala:		Fecha	Nombre	 UNIVERSIDAD CATOLICA SANTA MARIA FCIFF-PPIM
IND.	Dibujado		Giancarlo Cabrera	
Revisión	Revisado			
Dibujo:	-CONECTOR-1 -CONECTOR-2		PARTES SEMBRADORA	HOJA 10 / 24


SOPORTE DE RODILLO
 ESC. 1 : 5
 PLAT 2"X 3/8" ASTM A-36

H-H (1 : 5)

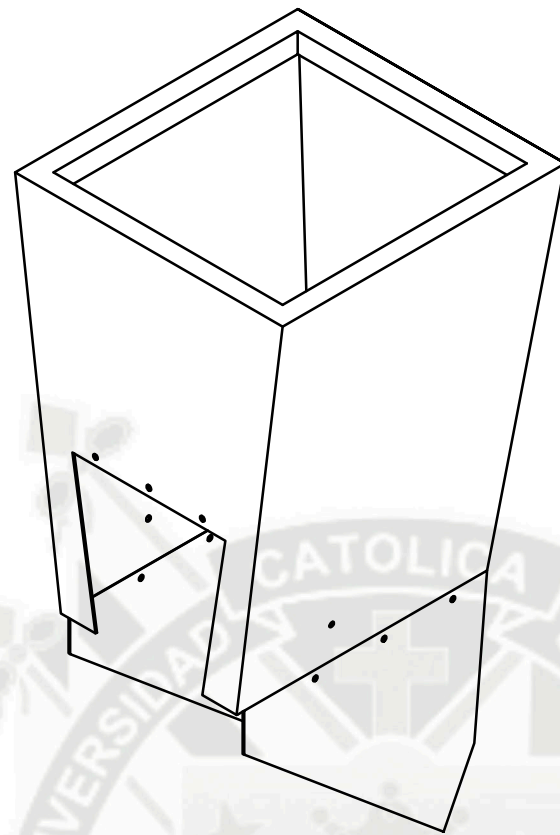
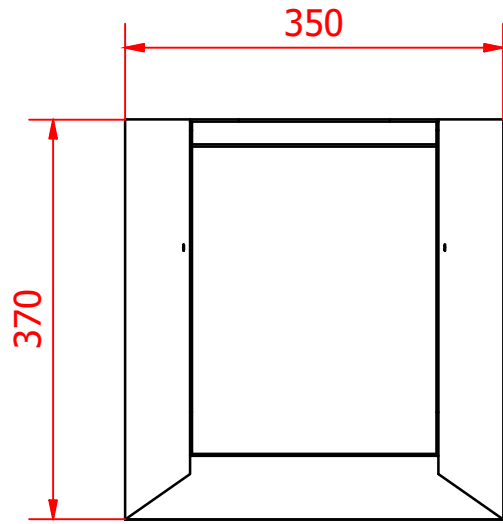


J (1 : 2)

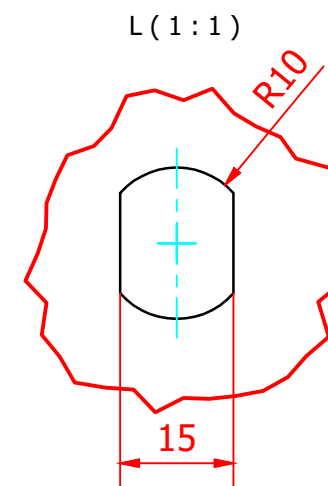
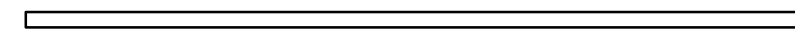
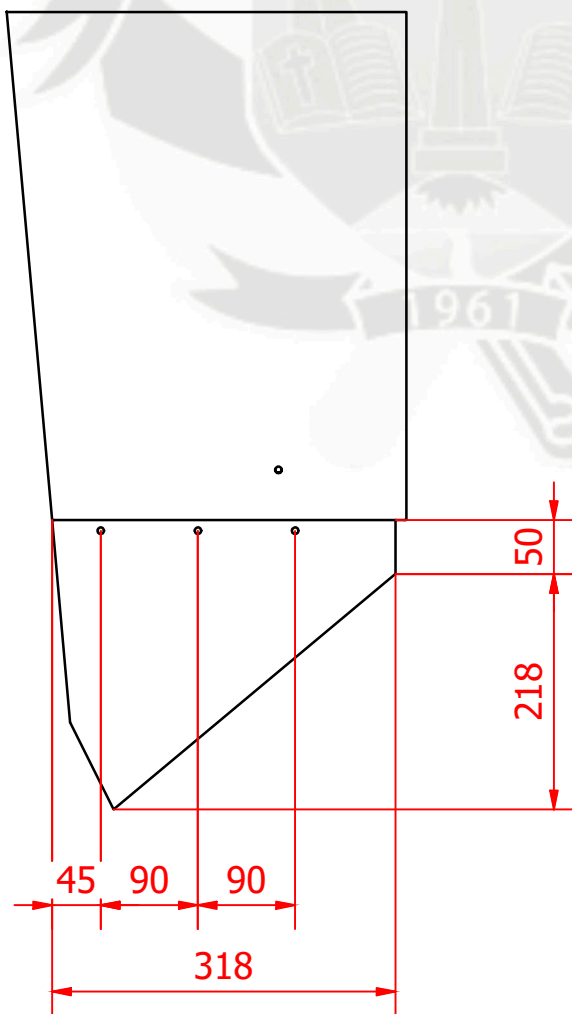
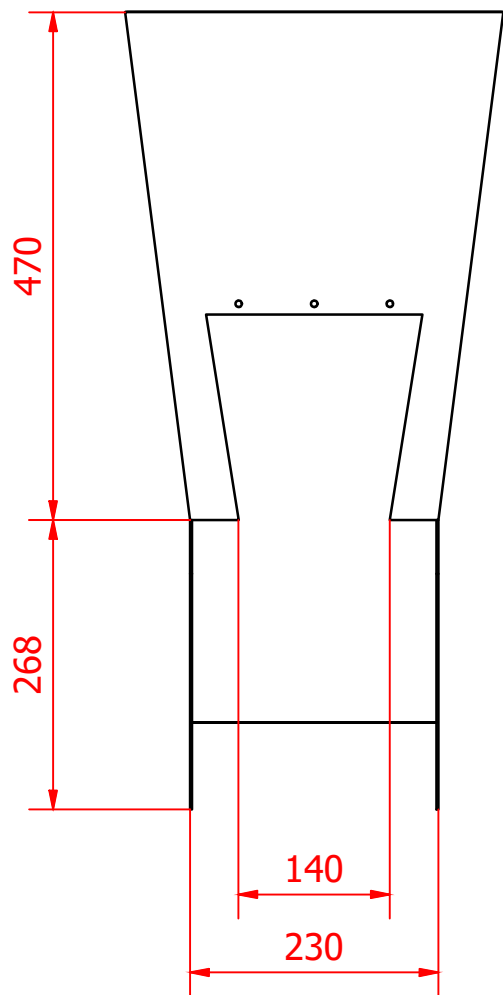
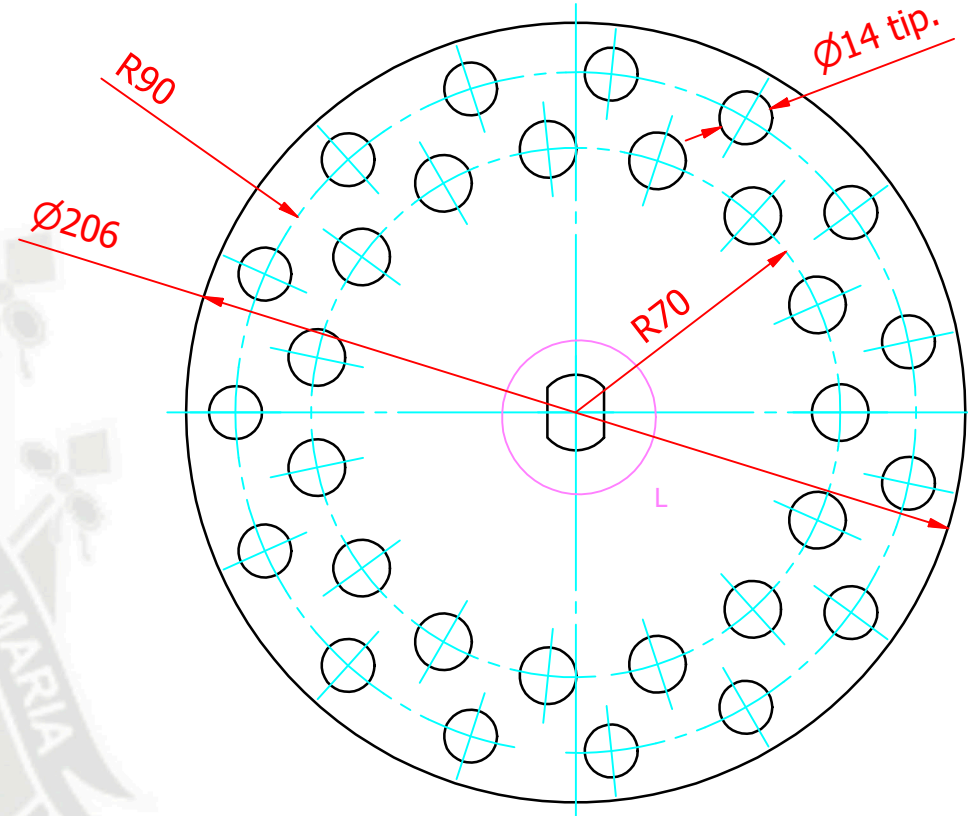
K (1 : 2)


Escala:		Fecha	Nombre	 UNIVERSIDAD CATOLICA SANTA MARIA FCIFF-PPIM
IND.	Dibujado		Giancarlo Cabrera	
Revisión	Revisado			
Dibujo:	SOPORTE DE RODILLO		PARTES SEMBRADORA	HOJA 11 / 24

TOLVA
 ESC. 1 : 7
 PL 1/16" ASTM A-36

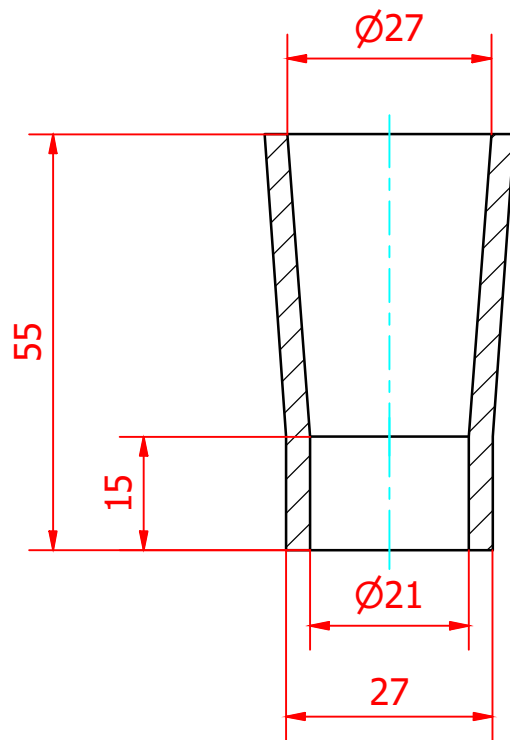
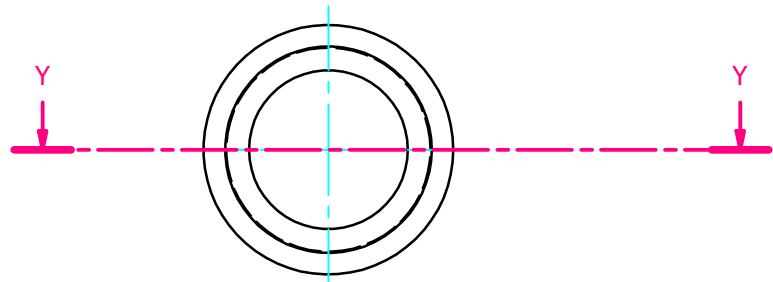


DISCO
 ESC. 1 : 2
 PL 1/4" ASTM A-36



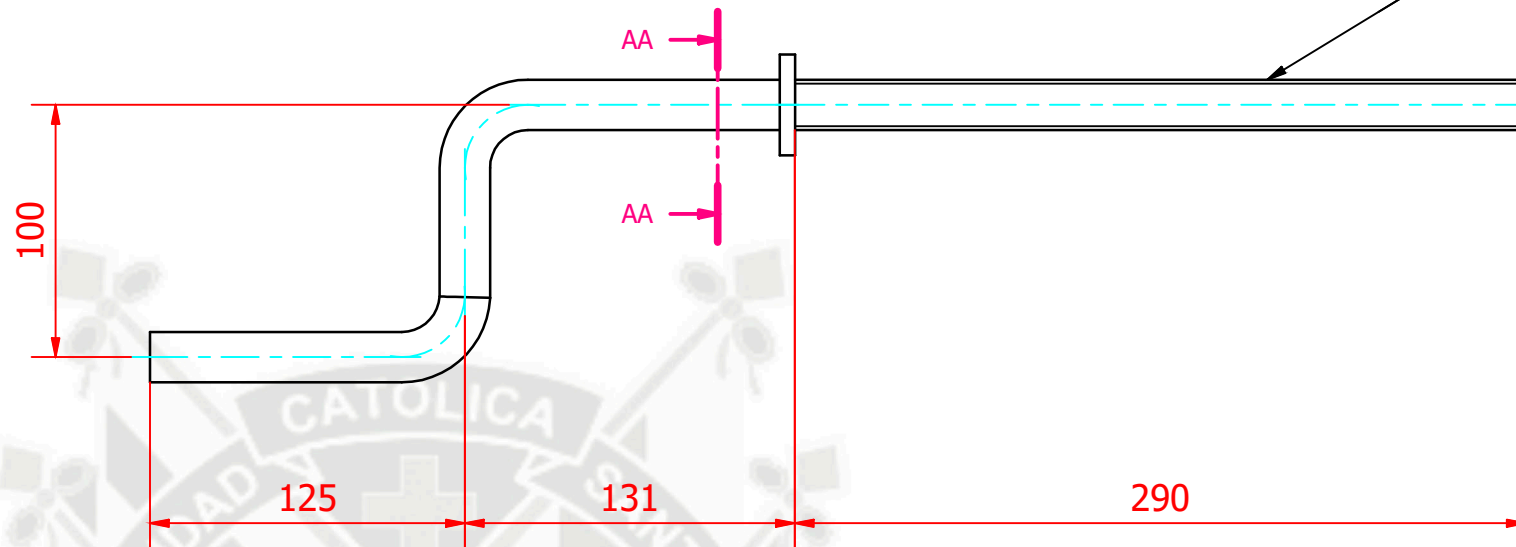
Escala:		Fecha	Nombre	 UNIVERSIDAD CATOLICA SANTA MARIA FCIFF-PPIM
IND.	Dibujado		Giancarlo Cabrera	
Revisión	Revisado			
Dibujo:	-TOLVA -DISCO		PARTES SEBRADORA	HOJA 12 / 24

DUCTO
ESC. 1 : 1

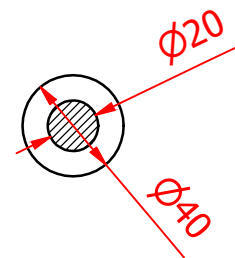


Y-Y (1 : 1)

MANILLA
ESC. 1 : 3
FE LISO Ø3/4" ASTM A-36

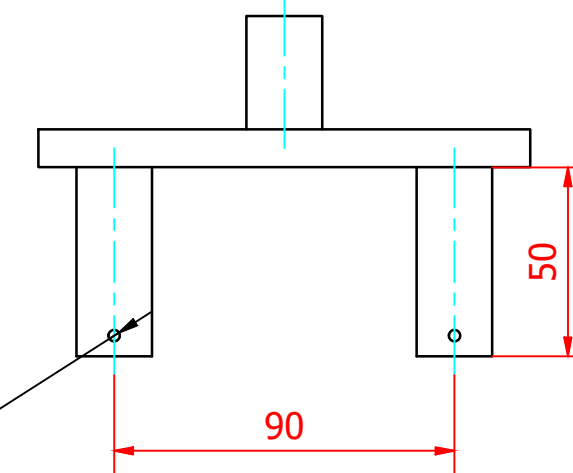
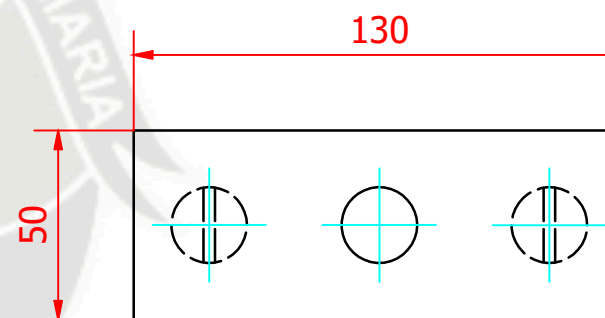
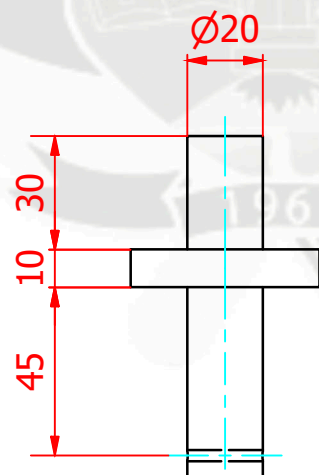



M20x2.5 - 6g

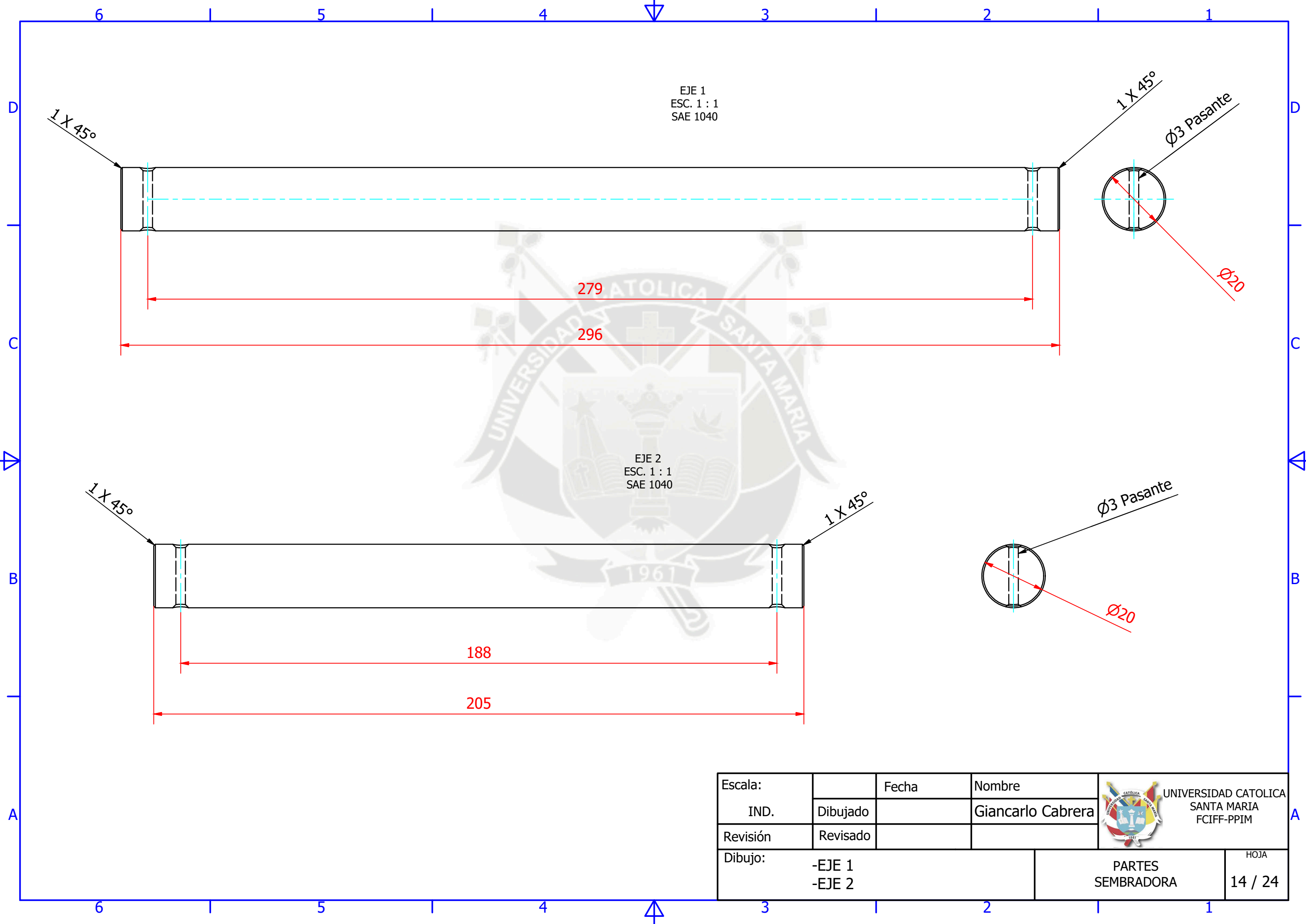



AA-AA (1 : 3)

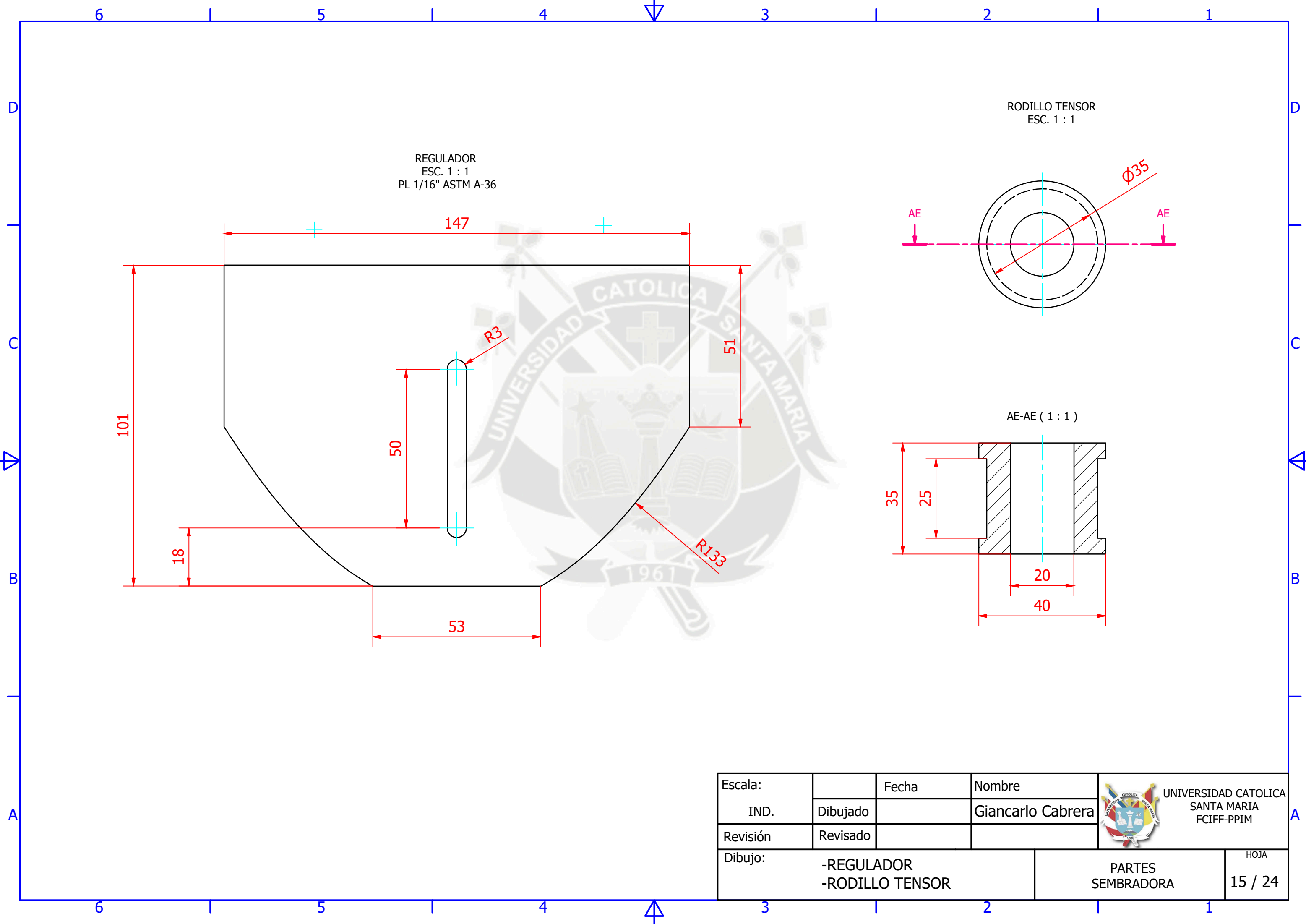
TENSOR
ESC. 1 : 2



Escala:		Fecha	Nombre	 UNIVERSIDAD CATOLICA SANTA MARIA FCIFF-PPIM
IND.	Dibujado		Giancarlo Cabrera	
Revisión	Revisado			
Dibujo:	-DUCTO -MANILLA		PARTES SEMBRADORA	HOJA 13 / 24




Escala:		Fecha	Nombre	 UNIVERSIDAD CATOLICA SANTA MARIA FCIFF-PPIM
IND.	Dibujado		Giancarlo Cabrera	
Revisión	Revisado			
Dibujo:	-EJE 1 -EJE 2		PARTES SEMBRADORA	HOJA 14 / 24



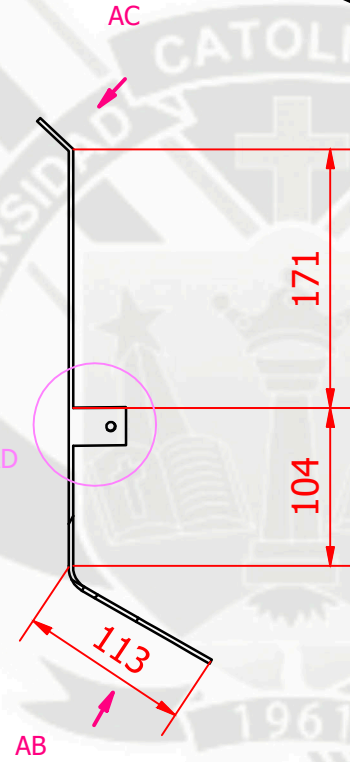
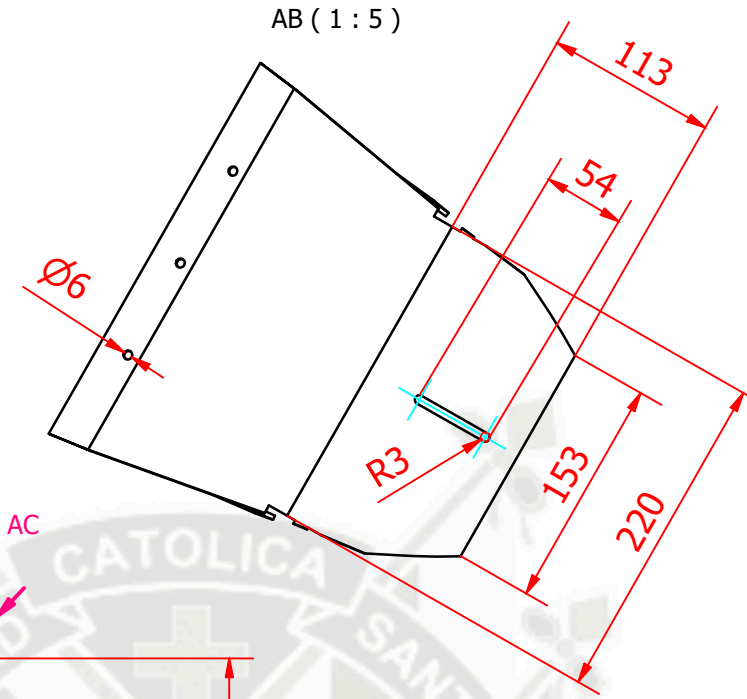
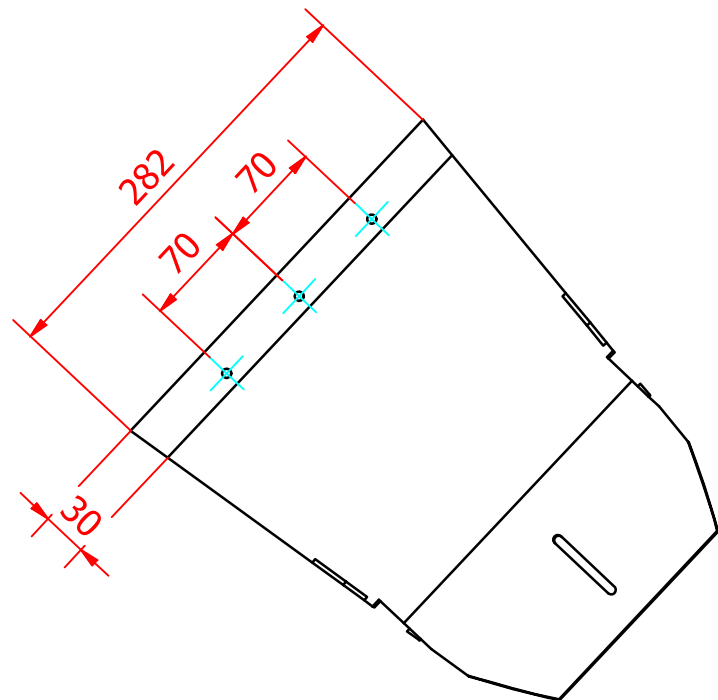
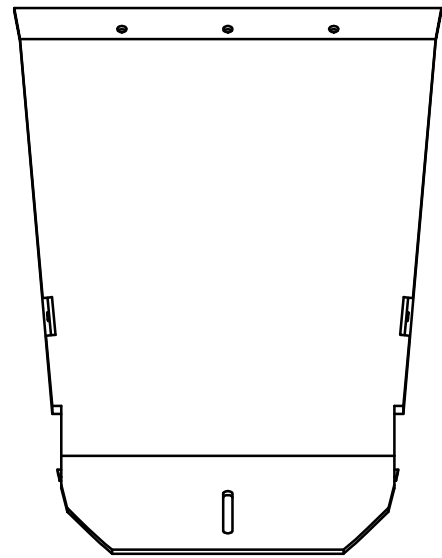
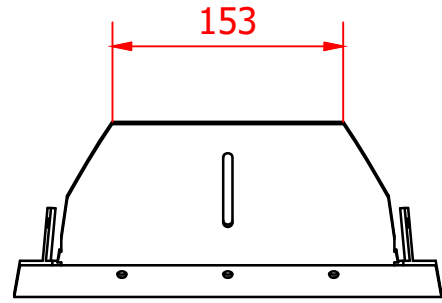
REGULADOR
 ESC. 1 : 1
 PL 1/16" ASTM A-36

RODILLO TENSOR
 ESC. 1 : 1

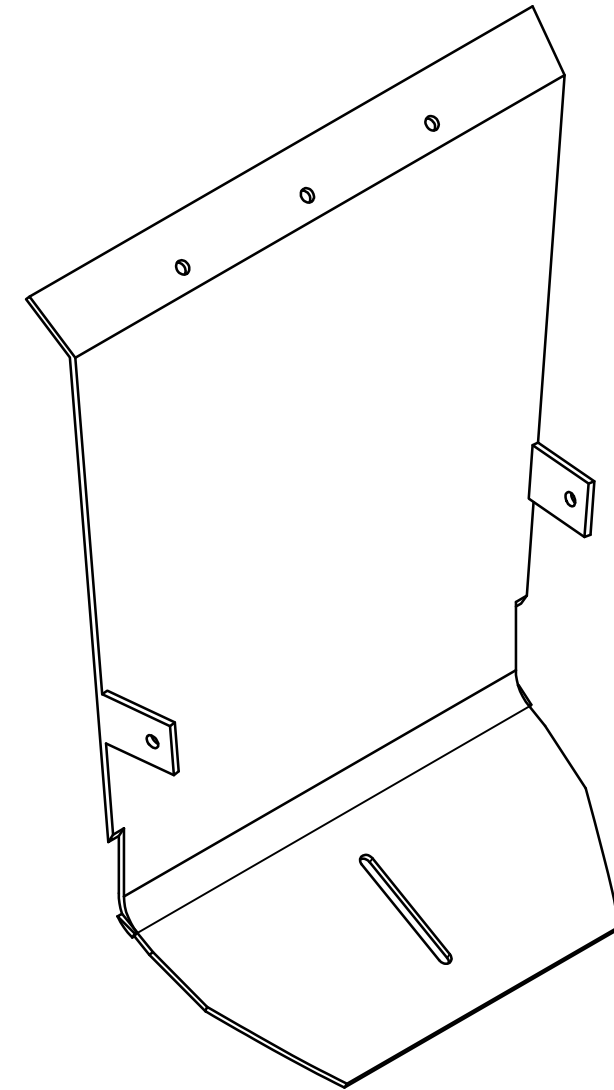
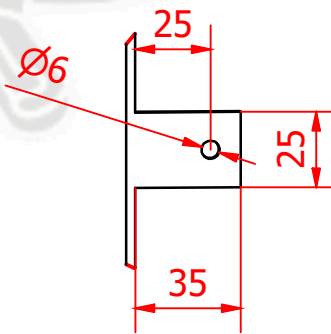
AE-AE (1 : 1)

Escala:		Fecha	Nombre	 UNIVERSIDAD CATOLICA SANTA MARIA FCIFF-PPIM
IND.	Dibujado		Giancarlo Cabrera	
Revisión	Revisado			
Dibujo:	-REGULADOR -RODILLO TENSOR		PARTES SEMBRADORA	HOJA 15 / 24


BASE 2
 ESC. 1 : 5
 PL 1/16" ASTM A-36



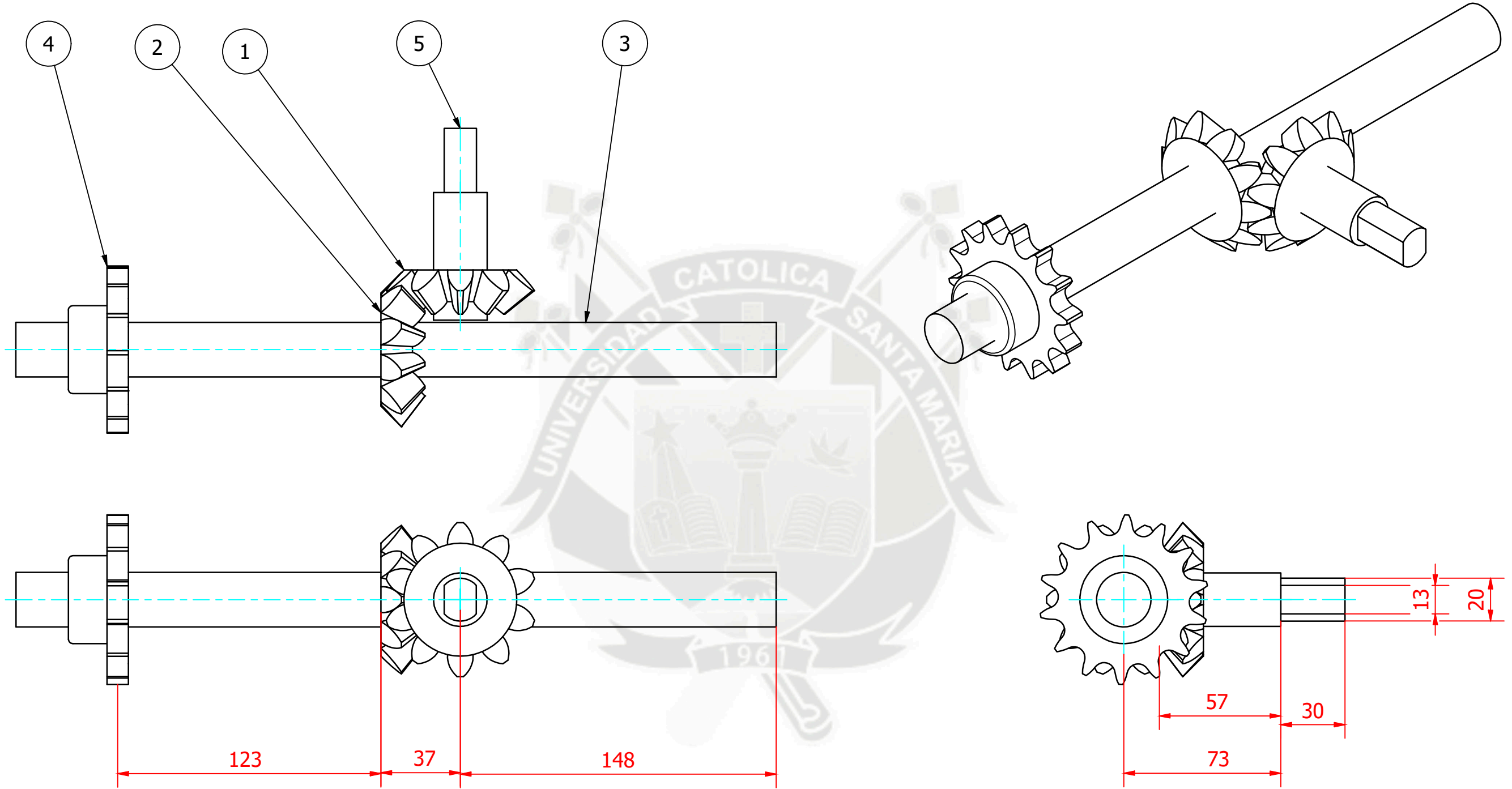
AD (0.40 : 1)



AC (1 : 5)


Escala:		Fecha	Nombre	 UNIVERSIDAD CATOLICA SANTA MARIA FCIFF-PPIM
IND.	Dibujado		Giancarlo Cabrera	
Revisión	Revisado			
Dibujo:	BASE 2		PARTES SEMBRADORA	HOJA 16 / 24

SISTEMA DE TRANSMISION ENGRANAJES
ESC. 1 : 2

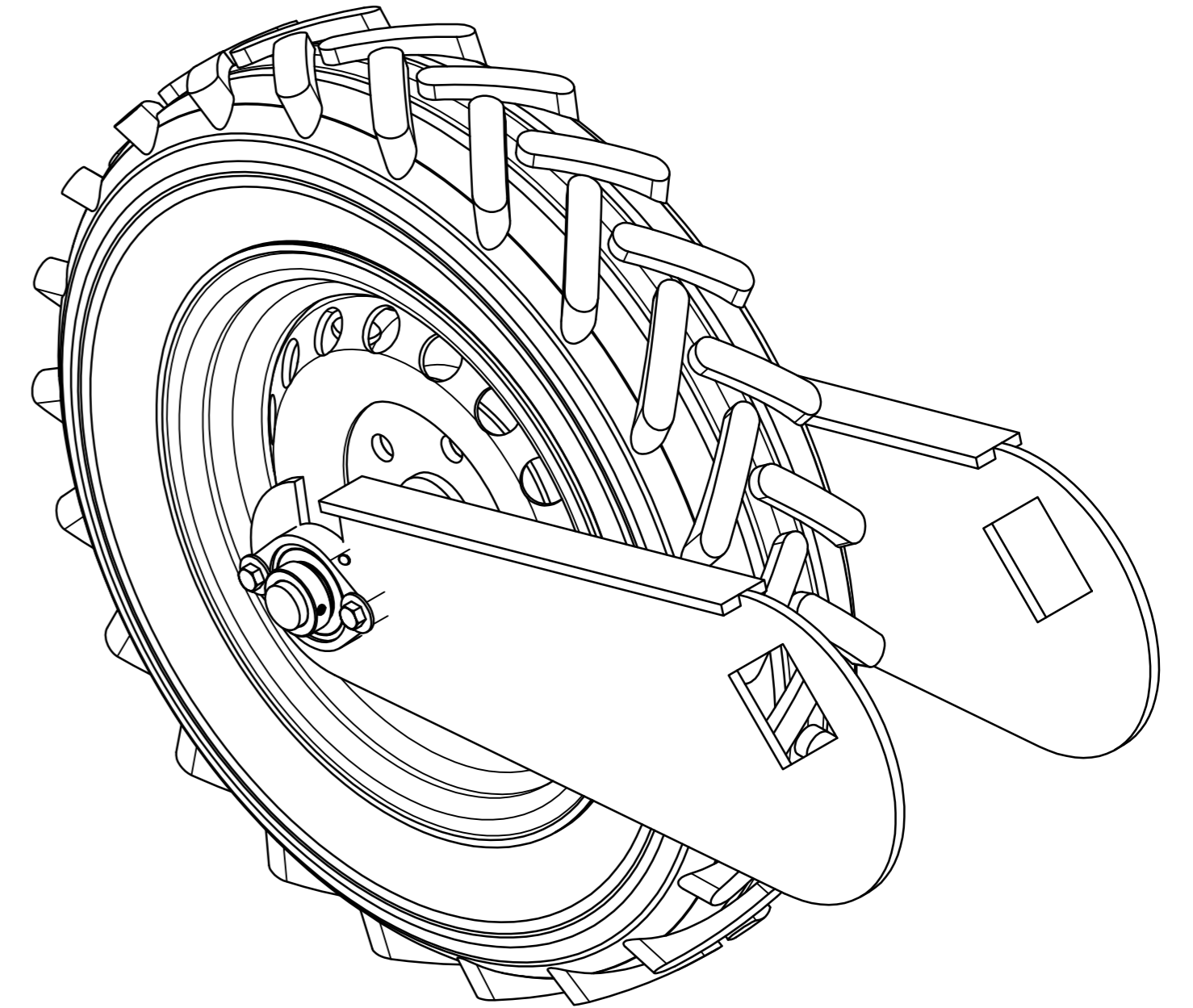
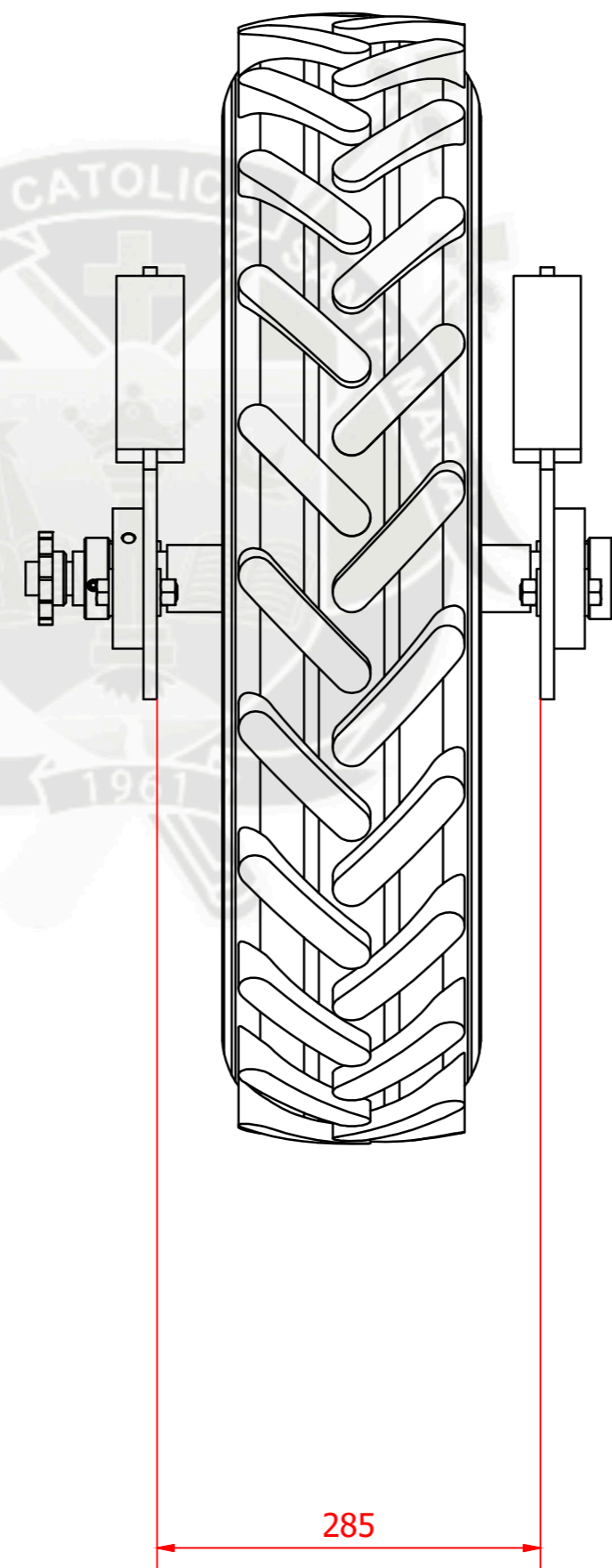
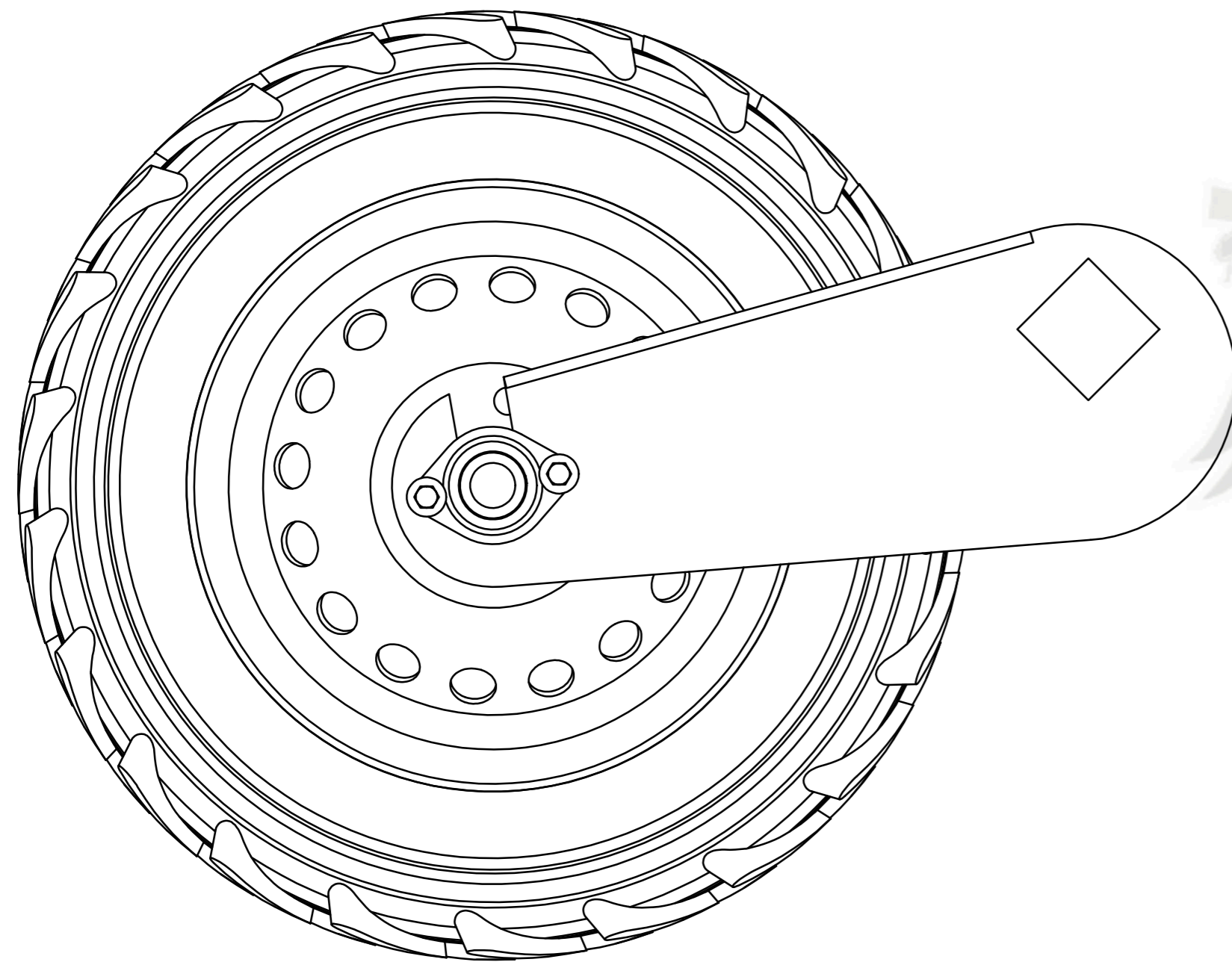



LISTA DE PIEZAS

ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA	DESCRIPCIÓN
1	1	Engranaje conico recto	Z=10 Dp=2"
2	1	Piñon conico recto	Z=10 Dp=2"
3	1	Eje engranaje 1	D=1" SAE 1040
4	1	Sprocket 04	Z=18 ANSI 40
5	1	Eje de engranaje 2	D=1" SAE 1040

Escala:		Fecha	Nombre	 UNIVERSIDAD CATOLICA SANTA MARIA FCIFF-PPIM
IND.	Dibujado		Giancarlo Cabrera	
Revisión	Revisado			
Dibujo: SISTEMA DE TRANSMISION ENGRANAJES			SUBENSAMBLAJE TRANSMISION	HOJA 17 / 24

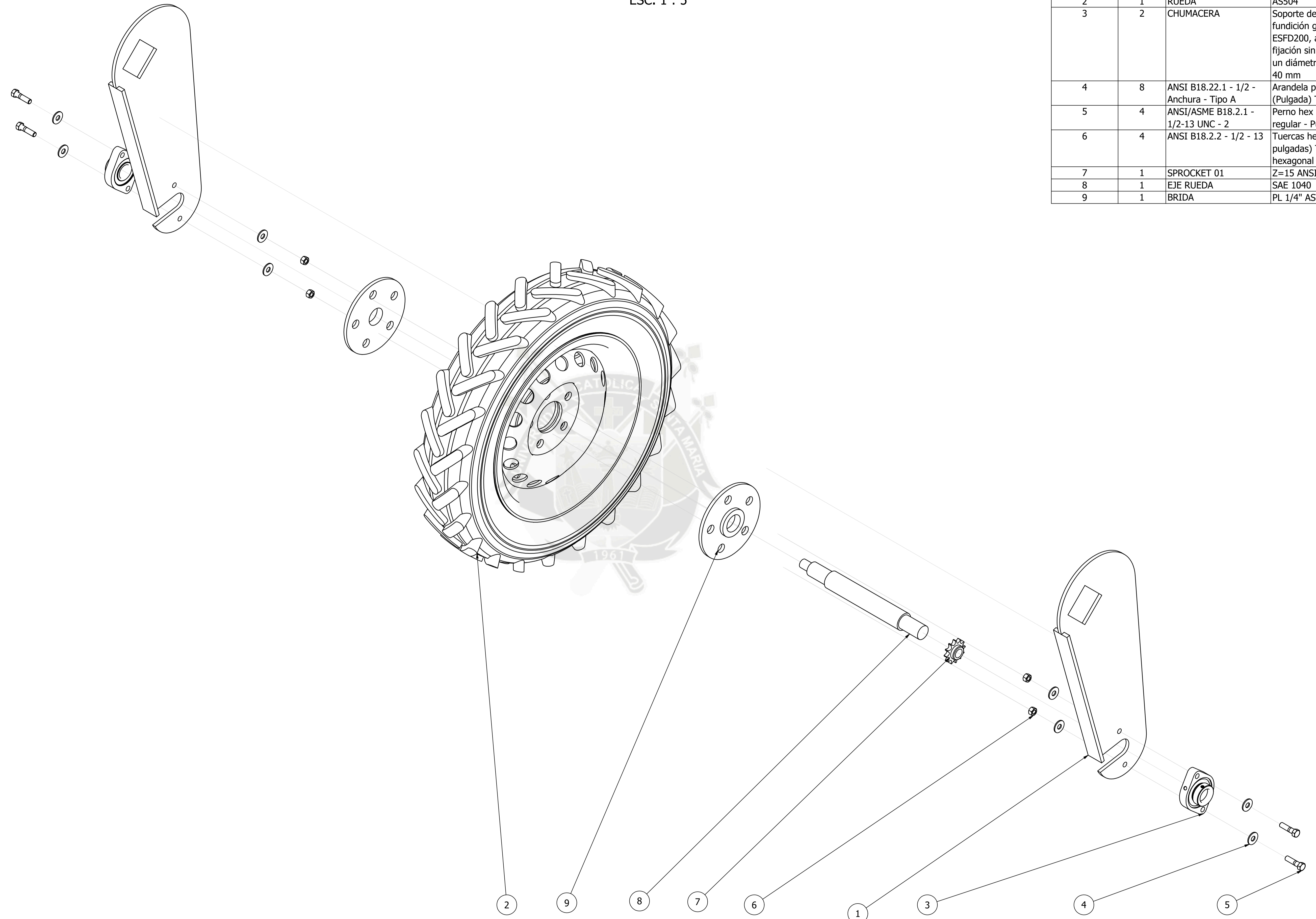
ENSAMBLA DE RUEDA
ESC. 1 : 5




Escala:		Fecha	Nombre	 UNIVERSIDAD CATOLICA SANTA MARIA FCIFF-PPIM	
IND.	Dibujado		Giancarlo Cabrera		
Revisión	Revisado				
Dibujo:	RUEDA			SUBENSAMBLAJE RUEDA	HOJA 18 / 24

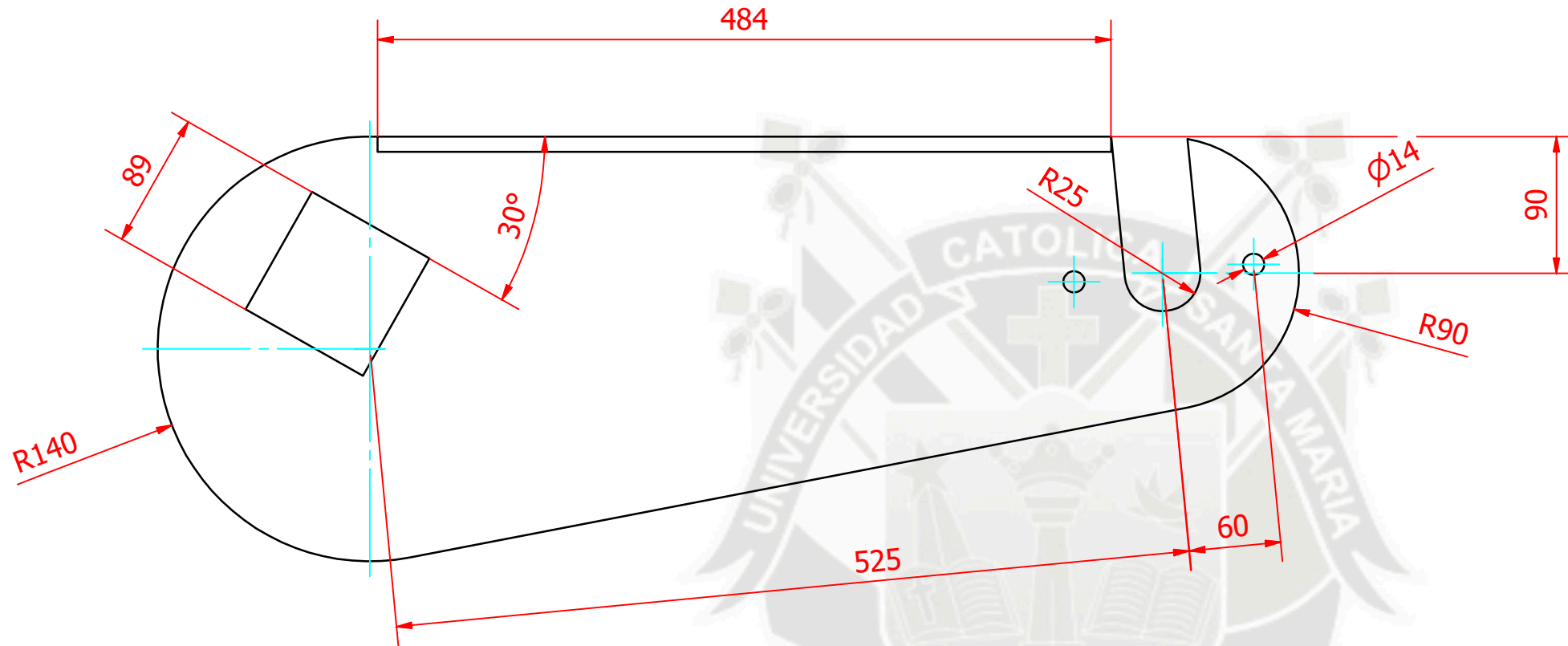
RUEDA EXPLOSION
ESC. 1 : 5

LISTA DE PIEZAS			
ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA	DESCRIPCIÓN
1	2	SOPORTE DE RUEDA	ASPL 1/8" ASTM A-36
2	1	RUEDA	AS504
3	2	CHUMACERA	Soporte de brida de fundición gris, serie ESFD200, agujeros de fijación sin rosca, para un diámetro de eje de 40 mm
4	8	ANSI B18.22.1 - 1/2 - Anchura - Tipo A	Arandela plana (Pulgada) Tipo A y B
5	4	ANSI/ASME B18.2.1 - 1/2-13 UNC - 2	Perno hex - UNC (Rosca regular - Pulgadas)
6	4	ANSI B18.2.2 - 1/2 - 13	Tuercas hex. (serie en pulgadas) Tuerca hexagonal
7	1	SPROCKET 01	Z=15 ANSI 40
8	1	EJE RUEDA	SAE 1040
9	1	BRIDA	PL 1/4" ASTM A-36

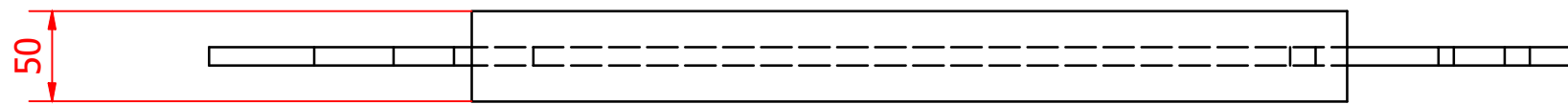



Escala:	IND.	Fecha	Nombre	 UNIVERSIDAD CATOLICA SANTA MARIA FCIFF-PPIM
Dibujado:	Revisado		Giancarlo Cabrera	
Dibujo:	RUEDA		SUB ENSAMBLAJE VISTA DE EXPLOSION RUEDA	HOJA 19 / 24

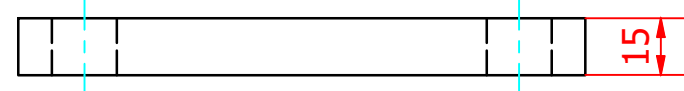
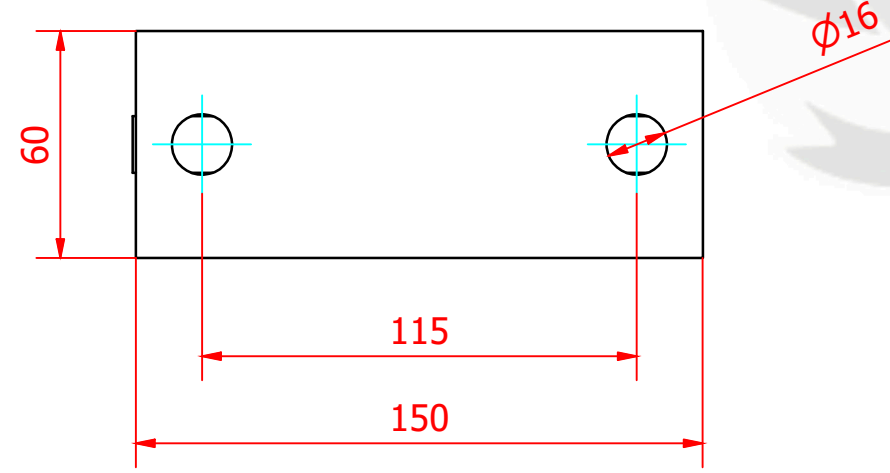
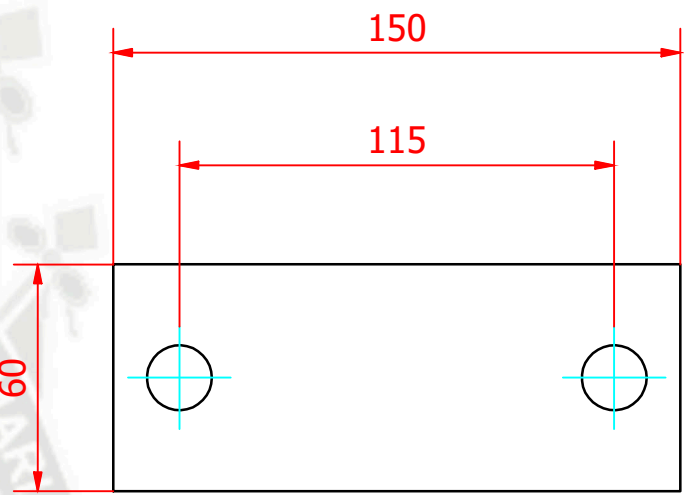
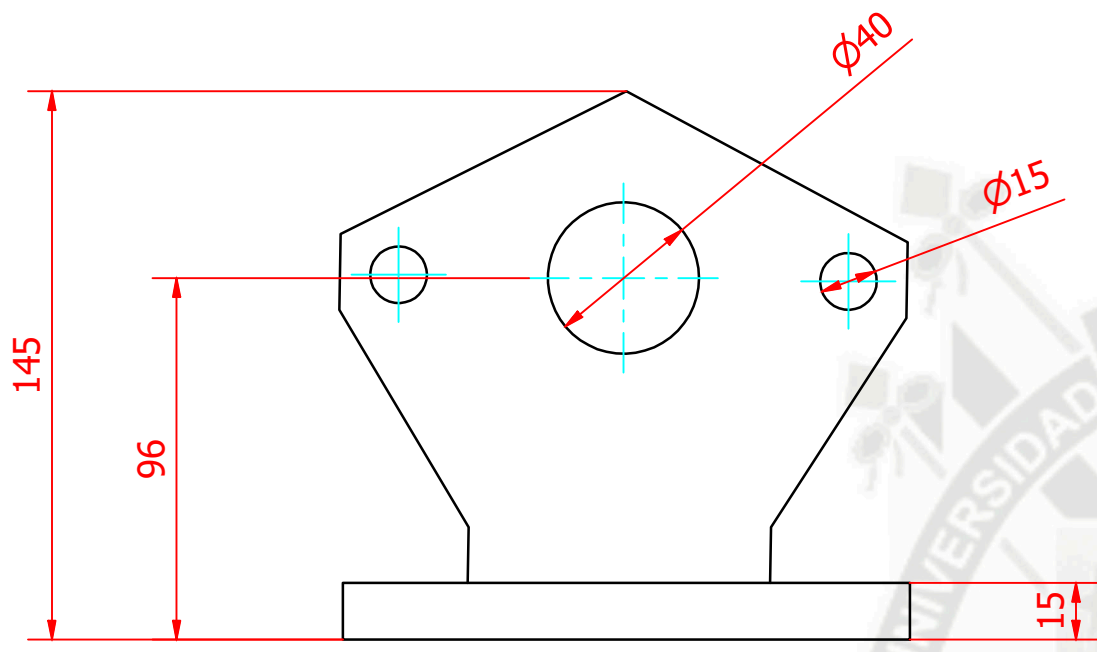
SOPORTE DE RUEDA
 ESC.1 : 4
 PL 3/8" ASTM A-36



ISOMETRICO
 ESC. 1 : 5




Escala:		Fecha	Nombre	 UNIVERSIDAD CATOLICA SANTA MARIA FCIFF-PPIM
IND.	Dibujado		Giancarlo Cabrera	
Revisión	Revisado			
Dibujo:	SOPORTE DE RUEDA		PARTES RUEDA	HOJA 20 / 24

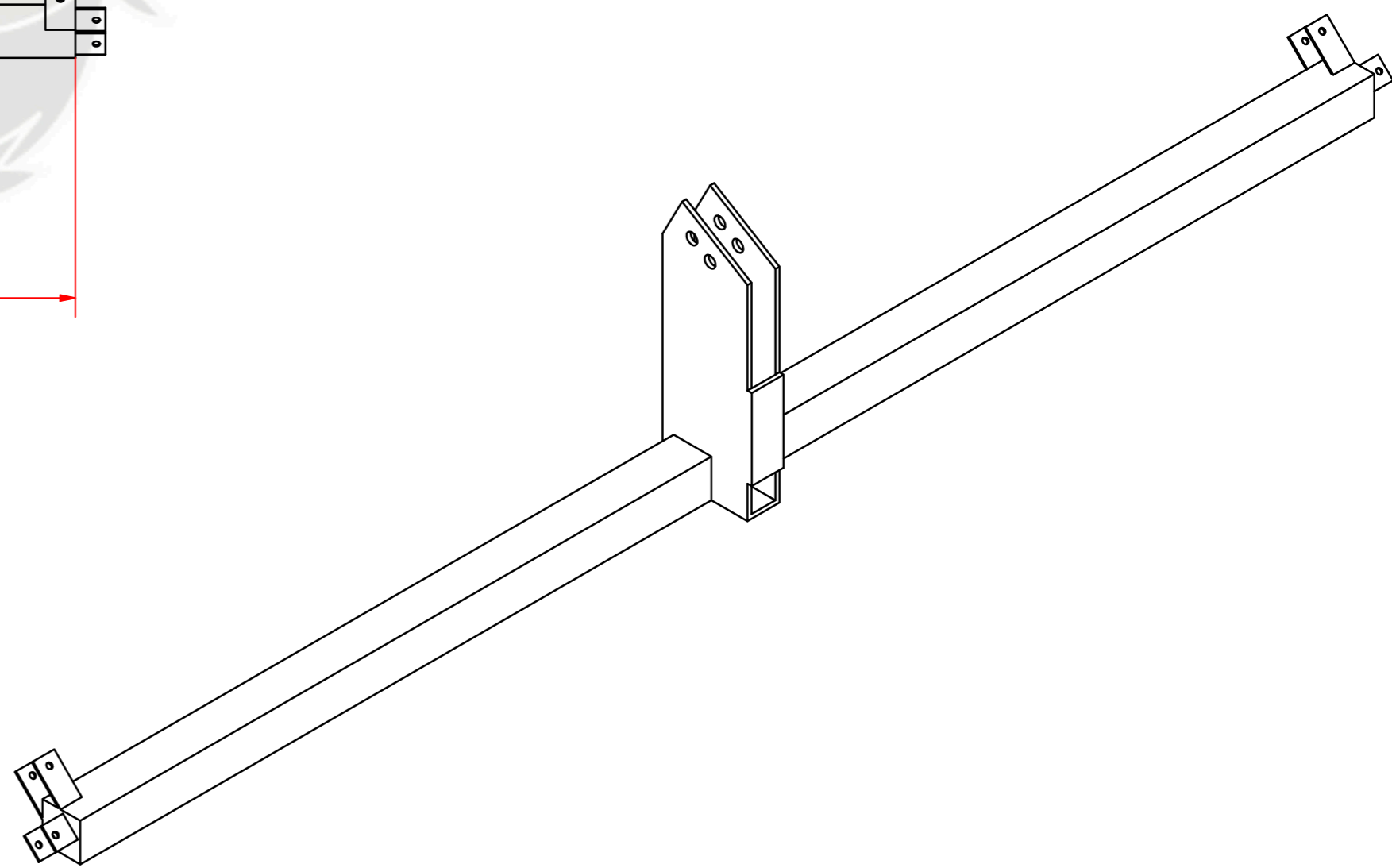
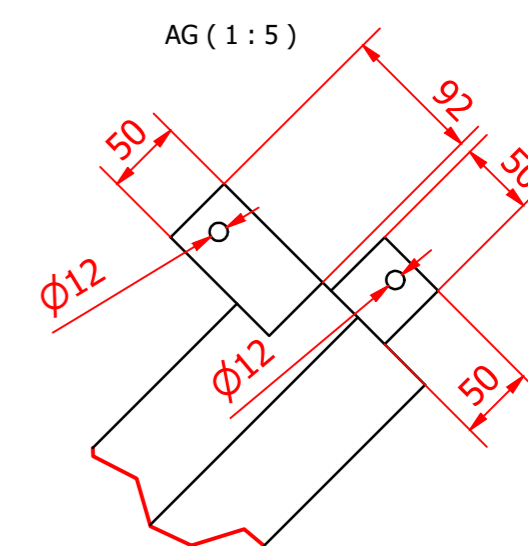
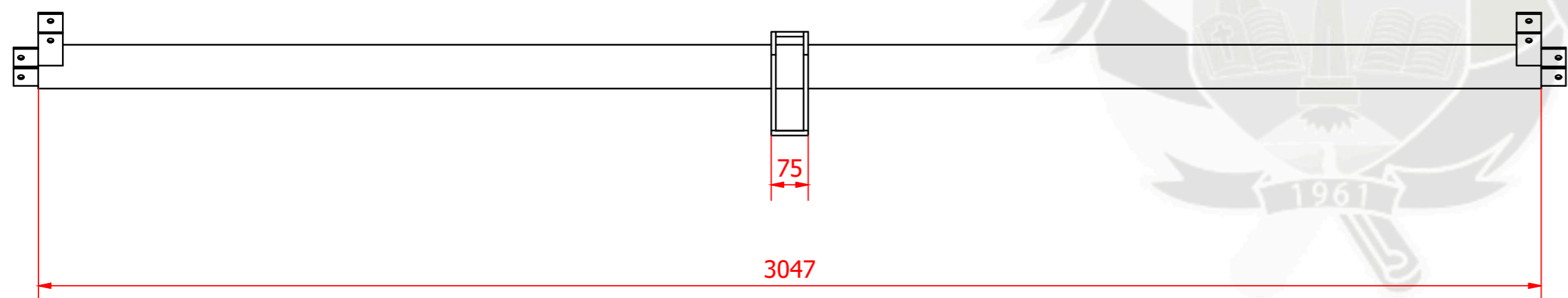
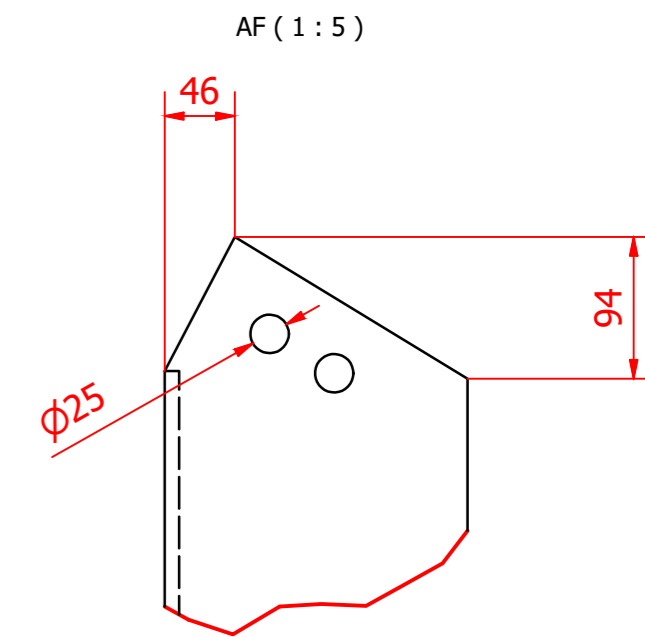
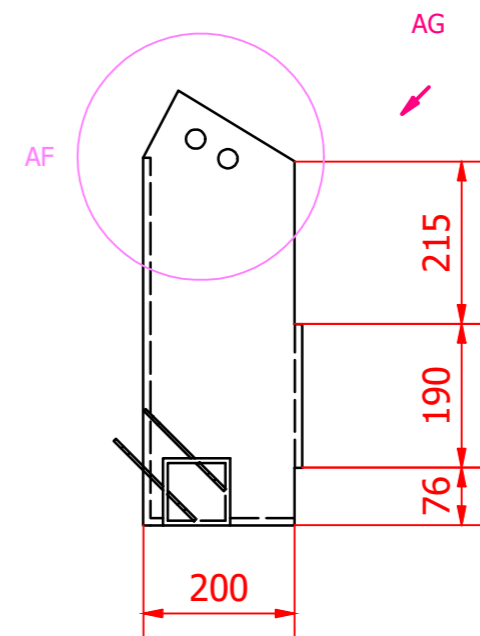
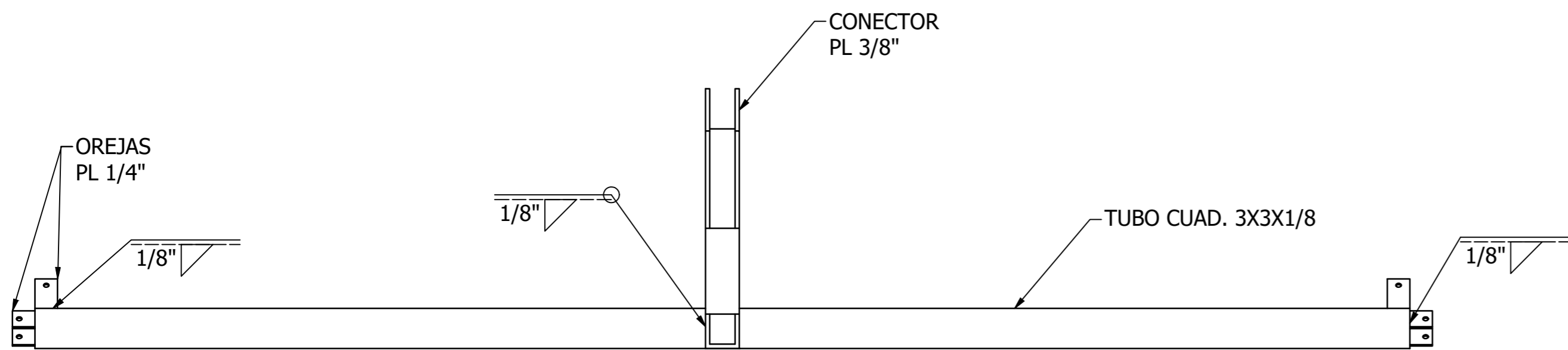



CONECTOR 03
ESC. 1 : 2

CONECTOR-04
ESC. 1 : 2

Escala:		Fecha	Nombre	 UNIVERSIDAD CATOLICA SANTA MARIA FCIFF-PPIM
IND.	Dibujado		Giancarlo Cabrera	
Revisión	Revisado			
Dibujo:	-CONECTOR 03 -CONECTOR 04		PARTES CONECTOR	HOJA 21 / 24

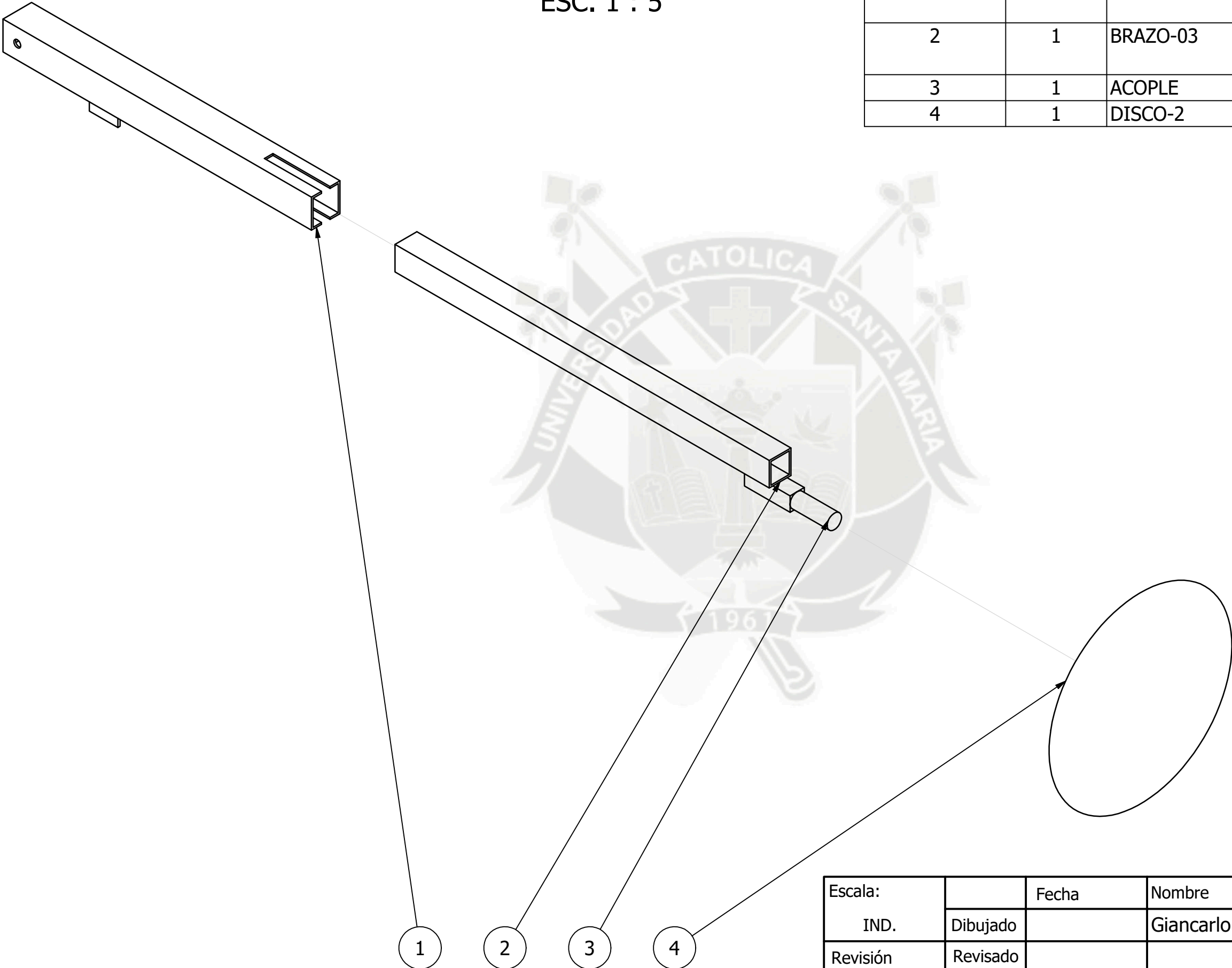
SOPORTE PRINCIPAL
ESC. 1 : 10




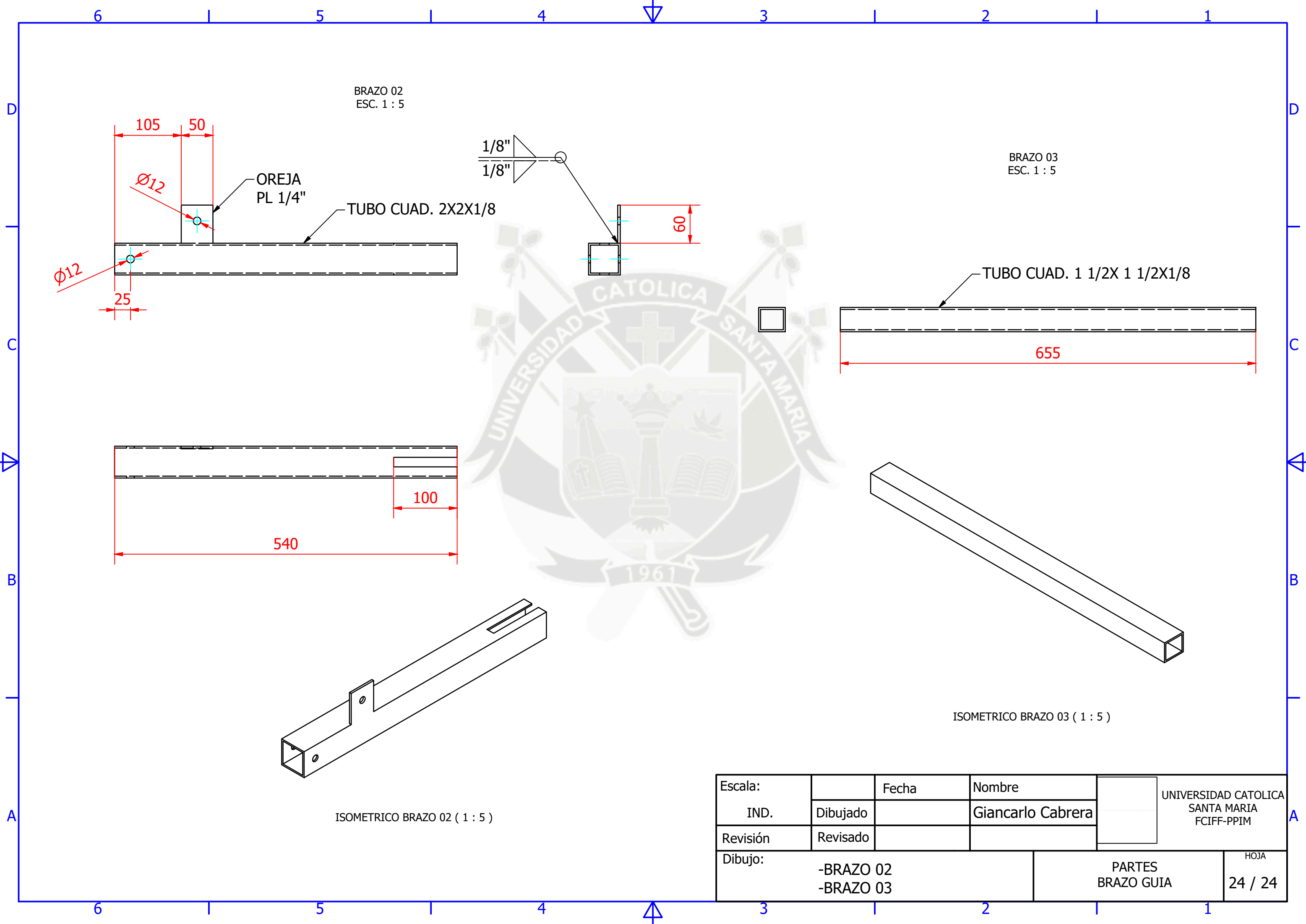
Escala:		Fecha	Nombre	 UNIVERSIDAD CATOLICA SANTA MARIA FCIFF-PPIM
IND.	Dibujado		Giancarlo Cabrera	
Revisión	Revisado			
Dibujo:	SOPORTE PRINCIPAL		PARTES SOPORTE PRINCIPAL	HOJA 22 / 24

BRAZO GUIA EXPLOSION
 ESC. 1 : 5

LISTA DE PIEZAS			
ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA	DESCRIPCIÓN
1	1	BRAZO-02	TUB. CUAD. 2X2X1/8 ASTM A-36
2	1	BRAZO-03	TUB. CUAD. 1 1/2X1 1/2X1/8 ASTM A-36
3	1	ACOPLE	ASTM A-36
4	1	DISCO-2	DISCO DE ARADO

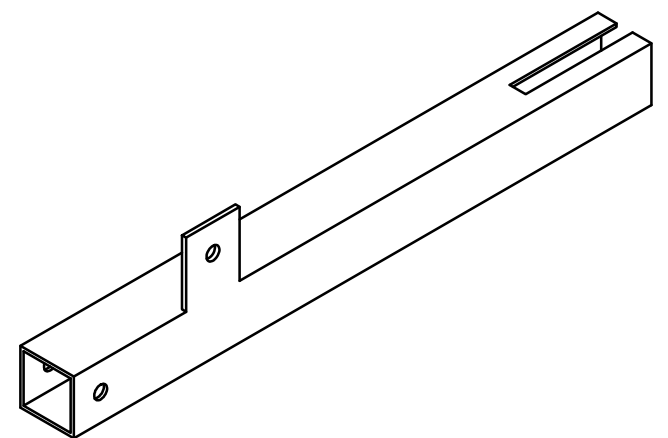
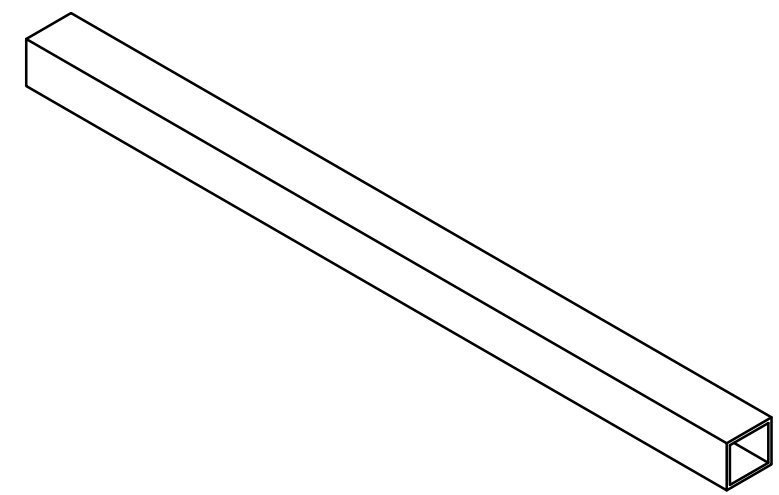
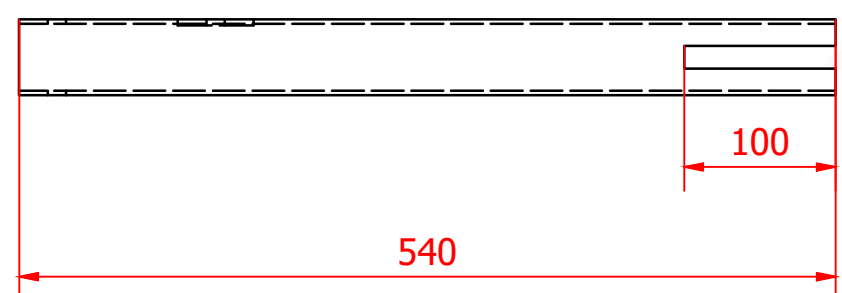
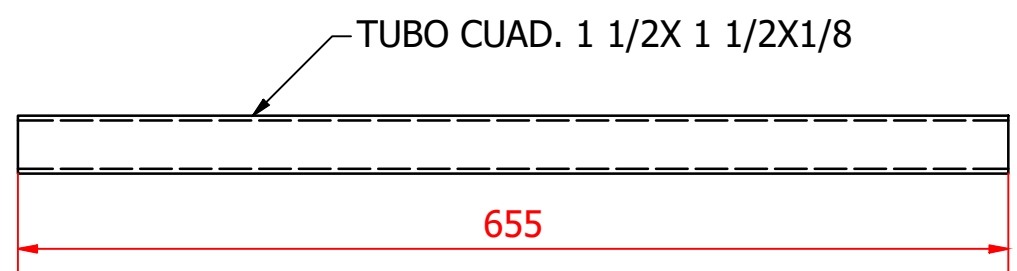
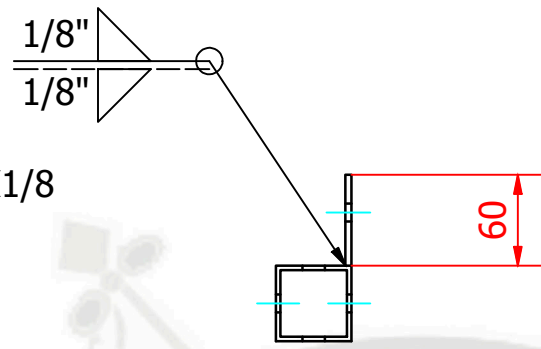
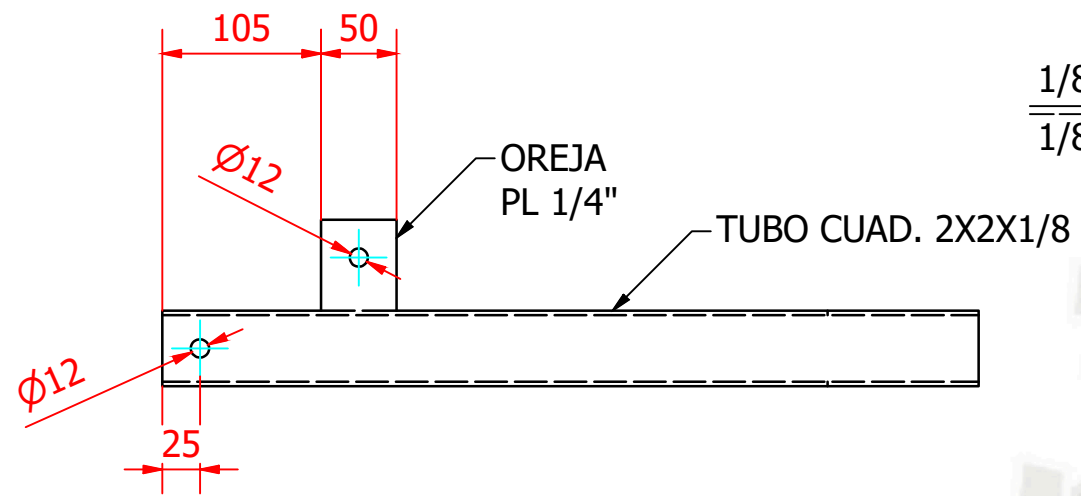


Escala:		Fecha	Nombre	 UNIVERSIDAD CATOLICA SANTA MARIA FCIFF-PPIM
IND.	Dibujado		Giancarlo Cabrera	
Revisión	Revisado			
Dibujo:	BRAZO GUIA		PARTES BRAZO GUIA	HOJA 23 / 24



BRAZO 02
ESC. 1 : 5

BRAZO 03
ESC. 1 : 5



ISOMETRICO BRAZO 03 (1 : 5)

ISOMETRICO BRAZO 02 (1 : 5)

Escala:		Fecha	Nombre	UNIVERSIDAD CATOLICA SANTA MARIA FCIFF-PPIM
IND.	Dibujado		Giancarlo Cabrera	
Revisión	Revisado			
Dibujo:	-BRAZO 02 -BRAZO 03		PARTES BRAZO GUIA	HOJA 24 / 24