

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA SURCADORA AGRÍCOLA CON  
SISTEMA DE MARCACIÓN LATERAL HIDRÁULICO

YEISON EDUARDO LARROTTA RIVERA

JUAN SEBASTIÁN MURCIA PEÑA

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE IINGENIERÍAS FISICOMECÁNICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA  
BUCARAMANGA

2014

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA SURCADORA AGRÍCOLA CON  
SISTEMA DE MARCACIÓN LATERAL HIDRÁULICO

YEISON EDUARDO LARROTTA RIVERA

JUAN SEBASTIÁN MURCIA PEÑA

Trabajo de grado para optar al título de  
Ingeniero Mecánico

Director

PEDRO JOSÉ DIAZ GUERRERO

Ingeniero Mecánico

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE IINGENIERÍAS FISICOMECAÑICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA  
BUCARAMANGA

2014

## **DEDICATORIA**

A Dios principalmente que iluminó mi camino dándome las fuerzas suficientes para afrontar cada adversidad presentada durante todo este tiempo...

A Cecilia Rivera Fontecha, mi madre, que siempre me apoyo en todos mis proyectos de vida dándome su bendición a cada momento...

A mi hermana Jenny Alexandra que toó las riendas de mi familia permitiéndome estudiar y salir adelante para luego retribuirle...

A mis hermanos Angélica María y Juan Andrés quienes en realidad son el motor de mi vida y la razón por la que decidí salir adelante con proyectos de vida claros para aportarles un mejor futuro y de una u otra forma ser un ejemplo a seguir de perseverancia y fe en lo que se quiere...

A Marcela Morales, quien siempre estuvo ahí para apoyarme incondicionalmente en muchos momentos y que siempre vio en mí el potencial para sacar adelante lo que me propongo, dándome palabras de aliento cuando más lo necesitaba...

A Yolanda Monsalve y Alberto Morales, quienes desde un principio apostaron por mi educación y confiaron en mí todo el tiempo...

Y a muchas otras personas que voluntaria o involuntariamente significaron un apoyo más en esta travesía, que me conocen y saben el esfuerzo que debí hacer para estar donde estoy en estos momentos...

**YEISON EDUARDO LARROTTA RIVERA**

## **DEDICATORIA**

Primero agradecer mi papá Jorge y a mi mamá Aura María quienes me apoyaron, confiaron, se esforzaron y brindaron lo mejor de ellos para educarme de la mejor forma

Mis hermanas y a mi hermano que a pesar de las situaciones han servido de ejemplo para sonreír y hacer de la vida más agradable, sin importar dificultades que puedan presentarse

A mi novia Ximena Cuervo por su comprensión y apoyo que día a día me fortalece para seguir el horizonte donde los sueños no terminan

Familiares, amigos, conocidos y gente por conocer, hacen que la vida tenga un significado, donde se puede obtener aprendizaje diario.

**JUAN SEBASTIAN MURCIA PEÑA**

## **AGRADECIMIENTOS**

A la Universidad Industrial de Santander UIS, por la excelente formación académica que recibí durante todo el tiempo de mi carrera y por la constante lucha por entregar al país profesionales con ética y valor propio.

Al señor Cesar Augusto Medina Rueda, quien fue la primera persona que creyó en mí y me enseñó a identificar la importancia que tiene el hecho de ser perseverante en lo que se quiere y me mostró el camino seguir recordándome que siempre podía contar con él en cualquier momento.

Al profesor Pedro Díaz, por su valioso aporte en la realización de este proyecto no solo en la construcción del mismo, sino en sus vivencias y consejos sobre la vida laboral y la toma de decisiones en diferentes circunstancias.

A mis amigos y compañeros de estudio, porque de una u otra forma de todos aprendí un poco, y de muchos me llevo el mejor de los conceptos.

**YEISON EDUARDO LARROTTA RIVERA**

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a la Universidad Industrial de Santander, la escuela de Ingeniería Mecánica y todos los profesores que ayudaron en mi formación académica, aportando positivamente a mi ética profesional e incentivaron a mi estudio constante y excelencia de la profesión.

A la empresa hato chico ubicada en el municipio de Simijaca Cundinamarca y su dueño Jorge Murcia, donde se realizó la totalidad de la construcción del proyecto y facilitó la maquinaria para posteriores ensayos.

Al agricultor José Peña quien aportó la necesidad del sistema de marcación la cual sirvió como idea para el proyecto de grado.

Mis más sinceros agradecimiento al profesor Pedro José Díaz director del proyecto, por su confianza, respaldo y colaboración en el desarrollo de este proyecto

**JUAN SEBASTIAN MURCIA PEÑA**

## CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCION .....	21
1. OBJETIVOS.....	22
1.1 OBJETIVO GENERAL .....	22
1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	22
2. MARCO TEORICO .....	23
2.1 ANALISIS PREVIOS.....	23
2.2 ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN .....	27
2.2.1 Sin guías ni marcadores .....	28
2.2.2 Con Barras laterales .....	29
2.2.3 Marcador con doble botella hidráulica (actuador lineal) .....	30
2.2.4 Marcador con actuador hidráulico lineal de doble efecto (Diseño seleccionado).....	31
3. METODOLOGIA DE DISEÑO.....	33
3.1 PARÁMETROS DE DISEÑO .....	33
3.1.1 Resistente .....	33
3.1.2 Altura.....	34
3.1.3 Ancho.....	34
3.1.4 Forma En Los Surcos .....	35
3.1.5 Distancia Entre Bajantes.....	36
3.1.6 Fácil enganche y desenganche .....	36
3.1.7 Linealidad de surcos .....	38
3.1.8 Brazos Adaptables.....	39

3.2 CANTIDAD, COSTO Y TIPO DE MATERIALES.....	40
3.2.1 Materiales Transformables.....	43
3.2.2 Materiales No Transformables .....	47
3.2.3 Materiales Consumibles.....	48
3.2.4 Servicios .....	49
3.2.5 Mano De Obra .....	49
3.2.6 Costo De Venta.....	50
4. DESARROLLO Y CONSTRUCCION.....	52
4.1 CONSTRUCCION SURCADORA.....	52
4.1.1 Ángulos.....	52
4.1.2 Enganches.....	53
4.1.3 Torre .....	54
4.1.4 Rejas.....	54
4.1.5 Bajantes.....	54
4.1.6 Platinas de sujeción .....	55
4-1.7 Puntas.....	56
4.1.8 Aletas.....	57
4.1.9 Graduador de las aletas.....	58
4.1.10 Pintura.....	59
4.2 CONSTRUCCION MARCADORES O GUIAS HIDRÁULICAS .....	60
4.2.1 Botella Hidráulica .....	60
4.2.2 Soporte Botella Hidráulica.....	61
4.2.3 Platina De Sujeción De Las Barras.....	62
4.2.4 Pivote De Las Barras .....	63
4.2.5 Soporte De Los Brazos Telescópicos .....	64
4.2.6 Brazo Telescópico .....	65
4.2.7 Bocín.....	66
4.2.8 Barras Laterales.....	67
4.2.9 Ensamble De Prueba.....	68
4.2.10 Pintura Del Sistema De Marcación Y Ensamble Final .....	69

4.3 ANCHO DE SURCO .....	70
5 MANUAL DE USO Y CUIDADOS .....	72
6 ANALISIS DE RESULTADOS.....	78
6.1 VENTAJAS DE LA SURCADORA .....	78
6.2 COSTOS DE OPERACIÓN .....	79
6.3 FUENTE DE POTENCIA .....	80
6.4 PRUEBAS CON DINAMÓMETRO.....	81
6.4.1 Prueba 1 .....	82
6.4.2 Prueba 2 .....	83
6.4.3 Prueba 3 .....	84
7 MODELO DE CÁLCULO .....	87
7.1 ESTRUCTURAL .....	87
7.1.1 Análisis en Bajantes.....	88
7.1.2 Análisis en la Surcadora .....	91
7.1.3 Análisis del Sistema de Marcación. ....	92
7.1.4 Sujeción .....	95
7.2 ESTABILIDAD.....	96
8 CONCLUSIONES .....	97
9 RECOMENDACIONES .....	99
BIBLIOGRAFIA.....	100
ANEXOS.....	101

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
FIGURA 1. SURCADORA HIBEMA.....	24
FIGURA 2. SURCADORA BEMUS.....	24
FIGURA 3. SURCADORA DMB.....	25
FIGURA 4. SURCADORA CONVENCIONAL.....	28
FIGURA 5. SURCADORA CON BARRAS LATERALES FIJAS COMO MARCADORES.....	29
FIGURA 6. ABONADORA Y ARADO CON SISTEMA DE MARCADORES INDEPENDIENTES.....	30
FIGURA 7. SURCADORA AGRÍCOLA CON SISTEMA DE MARCACIÓN LATERAL HIDRÁULICO.....	31
FIGURA 8. ALTURA DE TRABAJO EN EL DESHIERBE.....	34
FIGURA 9. DOBLEZ DE ALETA.....	36
FIGURA 10. SURCADORA GYM FABRICACIONES.....	37
FIGURA 11. SURCADORA HEBEI NONGHAHA AGRICULTURAL MACHINERY GROUP CO.....	37
FIGURA 12. CENTRO DE GRAVEDAD DE LA SURCADORA PROPUESTA.....	38
FIGURA 13. BOTELLA HIDRÁULICA.....	39
FIGURA 14. UBICACIÓN DE LAS DIMENSIONES DE LOS TRACTORES.....	40
FIGURA 15. SURCADORA AGRÍCOLA CON SISTEMA DE MARCACIÓN LATERAL HIDRÁULICO.....	41
FIGURA 16. SURCADORA AGRÍCOLA.....	42
FIGURA 17. MARCADOR LATERAL HIDRÁULICO.....	42
FIGURA 18. ÁNGULOS.....	53
FIGURA 19. ENGANCHES.....	53
FIGURA 20. TORRE.....	54
FIGURA 21. BAJANTES.....	55
FIGURA 22. PLATINAS DE SUJECIÓN.....	56
FIGURA 23. PUNTAS.....	57

FIGURA 24. ALETAS.....	58
FIGURA 25. GRADUADOR DE ALETAS .....	59
FIGURA 26. SURCADORA PINTADA.....	60
FIGURA 27. BOTELLA HIDRÁULICA.....	61
FIGURA 28. SOPORTE BOTELLA HIDRÁULICA .....	62
FIGURA 29. PLATINAS DE SUJECIÓN .....	63
FIGURA 30. PIVOTE DE LAS BARRAS .....	64
FIGURA 31. SOPORTE DE LOS BRAZOS TELESCÓPICOS .....	65
FIGURA 32. BRAZO TELESCÓPICO.....	66
FIGURA 33. BOCÍN.....	67
FIGURA 34. BARRAS LATERALES .....	68
FIGURA 35. ENSAMBLE DE PRUEBA .....	69
FIGURA 36. ENSAMBLE FINAL.....	70
FIGURA 37. ANCHO DE SURCO.....	71
FIGURA 38. TRACTOR APROXIMADO A LA SURCADORA .....	72
FIGURA 39. ENGANCHE DE LA SURCADORA AL TRACTOR .....	73
FIGURA 40. ENGANCHE AL TRACTOR POR MEDIO DEL TERCER PUNTO .....	73
FIGURA 41. TERCER PUNTO .....	74
FIGURA 42. CONEXIÓN DE LA BOTELLA HIDRÁULICA .....	74
FIGURA 43. MANDO HIDRÁULICO TRES POSICIONES. CENTRO TÁNDEM .....	75
FIGURA 44. POSICIÓN DE LAS BARRAS PARA TRANSPORTAR LA SURCADORA.....	75
FIGURA 45. POSICIÓN DE TRABAJO, BARRAS LATERALES Y BOTELLA HIDRÁULICA .....	76
FIGURA 46. SURCADORA EN POSICIÓN PARA TRANSPORTAR .....	77
FIGURA 47. DINAMÓMETRO DILLON .....	82
FIGURA 48. PRUEBA 1 .....	83
FIGURA 49. PRUEBA 2.....	83
FIGURA 50. DISTANCIA TOTAL DE ESTUDIO .....	84
FIGURA 51. PRUEBA 3.....	85

FIGURA 52. SISTEMA DE MARCACIÓN LATERAL EN FUNCIONAMIENTO.	85
FIGURA 53. PANEL SOLIDWORKS. ....	87
FIGURA 54. ANÁLISIS DE TENSIÓN NODAL EN LOS BAJANTES.....	88
FIGURA 55. DESPLAZAMIENTO ESTÁTICO EN LOS BAJANTES. ....	89
FIGURA 56. FACTOR DE SEGURIDAD EN LOS BAJANTES.....	90
FIGURA 57. ESFUERZO CON FACTOR DE SEGURIDAD=2 EN LOS BAJANTES. ....	90
FIGURA 58. ANÁLISIS DE TENSIÓN NODAL EN LA SURCADORA. ....	91
FIGURA 59. DESPLAZAMIENTO ESTÁTICO EN LA SURCADORA.....	91
FIGURA 60. FACTOR DE SEGURIDAD EN LA SURCADORA. ....	92
FIGURA 61. SISTEMA DE MARCACIÓN LATERAL.....	92
FIGURA 62. ANÁLISIS DE TENSIÓN NODAL EN LOS MARCADORES. ....	93
FIGURA 63. DESPLAZAMIENTO MÁXIMO EN LOS MARCADORES.....	94
FIGURA 64. FACTOR DE SEGURIDAD EN LOS MARCADORES.....	95
FIGURA 65. DISTRIBUCIÓN DE FUERZAS EN LA SUJECIÓN.....	95
FIGURA 66. ANÁLISIS ESTÁTICO DE TENCIÓN NODAL.....	96

## LISTA DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
TABLA 1. COMPARACIÓN DE COSTOS .....	25
TABLA 2. PRINCIPALES EMPRESAS FABRICANTES DE MAQUINARIA AGRÍCOLA EN COLOMBIA .....	27
TABLA 3. ÁNGULOS Y PLATINAS DE ACERO.....	43
TABLA 4. LÁMINAS DE ACERO .....	44
TABLA 5. PERFILES DE ACERO.....	44
TABLA 6. BARRAS DE ACERO .....	45
TABLA 7. BARRAS PERFORADAS .....	46
TABLA 8. MATERIALES TRANSFORMABLES.....	47
TABLA 9. MATERIALES NO TRANSFORMABLES. ....	48
TABLA 10. MATERIALES CONSUMIBLES.....	49
TABLA 11. SERVICIOS.....	49
TABLA 12. MANO DE OBRA.....	50
TABLA 13.COSTO DE VENTA.....	51
TABLA 14. DIMENSIONES DE LOS ÁNGULOS.....	52
TABLA 15. DIMENSIONES DE LOS ENGANCHES.....	53
TABLA 16. DIMENSIONES DE LA TORRE.....	54
TABLA 17. DIMENSIONES DE LOS BAJANTES .....	55
TABLA 18. DIMENSIONES DE LAS PLATINAS DE SUJECIÓN.....	56
TABLA 19. DIMENSIONES DE LAS PUNTAS .....	56
TABLA 20. DIMENSIONES DE LAS ALETAS .....	57
TABLA 21. DIMENSIONES DEL GRADUADOR DE ALETAS.....	58
TABLA 22. DIMENSIONES DEL SOPORTE DE LA BOTELLA HIDRÁULICA .	61
TABLA 23. DIMENSIONES PLATINA DE SUJECIÓN DE LAS BARRAS .....	62
TABLA 24. DIMENSIONES DEL SOPORTE DE LAS BARRAS.....	63
TABLA 25. DIMENSIONES DEL SOPORTE DE LOS BRAZOS TELESCÓPICOS.....	64
TABLA 26. DIMENSIONES DEL BRAZO TELESCÓPICOS .....	65

TABLA 27. DIMENSIONES DEL BOCÍN .....	66
TABLA 28. DIMENSIONES DE LAS BARRAS LATERALES .....	67
TABLA 29. COMPARACIÓN DE COSTOS .....	80
TABLA 30. DATOS TRACTOR MASSEY FERGUSON 283 4X4.....	80
TABLA 31. RESULTADOS PRUEBA 2.....	84
TABLA 32. RESULTADOS PRUEBA 3.....	85
TABLA 33. RESULTADOS FINALES .....	86

## LISTA DE ANEXOS

	<b>Pág.</b>
ANEXO A. PLANOS DE PIEZAS Y ENSAMBLES.....	101
ANEXO B. MÁQUINAS Y ELEMENTOS DE CONSTRUCCIÓN .....	115

## RESUMEN

**TITULO:** DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UNA SURCADORA AGRICOLA CON SISTEMA DE MARCACION LATERAL HIDRAULICO\*.

**AUTORES:** JUAN SEBASTIAN MURCIA PEÑA.  
YEISON EDUARDO LARROTTA RIVERA\*\*

**PALABRAS CLAVES:** Máquina Agrícola, Surcar, Botella Hidráulica, Telescópica.

### CONTENIDO:

El presente proyecto profesional de grado tiene como fin diseñar y construir una surcadora agrícola que cumpla con su labor como hace una máquina convencional de este tipo, pero que además aborde uno de los principales problemas que se presentan a la hora de surcar la tierra, como lo es el manejo de la distancia entre surcos.

El diseño de la máquina cuenta un sistema de marcación el cual es accionado con una botella hidráulica de forma bidireccional, la cual aporta una guía al momento de surcar y marca la trayectoria del tractor para el próximo paso con el propósito de mantener equidistantes todos los surcos.

Otra de las grandes bondades de la máquina es la capacidad de reajustar el ancho entre surcos simplemente desplazándolo a la distancia necesaria, tanto las rejillas, que son las que propiamente hacen el surco, como también el eje de los discos de la marcación lateral gracias a su configuración telescópica.

En este proyecto se encuentra la información de otros diseños de surcadoras, así como las empresas que las fabrican, las ventajas y desventajas que tiene cada una y sus características en comparación con la propuesta. También se resalta que el diseño cuenta con menos componentes que otros similares a este.

Por último se especifican todos y cada uno de los elementos que componen la surcadora anexando los planos de estos con todas sus especificaciones dimensionales y de diseño y por supuesto todos los costos involucrados en la construcción.

---

\* Proyecto de grado.

\*\*Facultad de ingenierías Fisicomecánicas. Escuela de Ingeniería Mecánica. Director Ing. Pedro Diaz.

## ABSTRACT

**TITLE:** DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UNA SURCADORA AGRICOLA CON SISTEMA DE MARCACION LATERAL HIDRAULICO\*.

**AUTHORS:** JUAN SEBASTIAN MURCIA PEÑA.  
YEISON EDUARDO LARROTTA RIVERA\*\*

**KEYWORDS:** Agricultural machine, Furrower, hydraulic two-way cylinder, telescopic.

### DESCRIPTION:

This professional grade project aims to design and build an agricultural furrower that fulfill its role as does a conventional machine of this type, but it also addresses one of the main problems that arise when plow the land, as what is the management of the distance between rows.

The design of the machine has marking system which is actuated by a hydraulic two-way cylinder, which provides a guide when trench and marks the path of the tractor for the next steps in order to maintain equidistant all grooves.

Another of the great advantages of the machine is the ability to adjust the width between rows simply sliding to both grids necessary distance, which are what make the groove itself, as the axis of the disc through the side marker its telescopic configuration.

In this project has information about other designs, as well as companies that manufacture its, advantages and disadvantages, and each has its characteristics compared to the proposal is. It also highlights that the design has fewer components than other like this.

Finally every one of the elements comprising the drawings furrower attaching these to all design and dimensional specifications specify and of course all the costs involved in the construction.

---

\* Graduate Work.

\*\*Physical-Mechanical Sciences Faculty. School of Mechanical Engineering. Director: Eng. Pedro Díaz.

## INTRODUCCION

Gran parte de la ingeniería se ha dedicado en los últimos años a temas agrícolas y en el desarrollo de las exigentes tareas de sembrar, cosechar y trillar, pero aun así, son varios los temas que se dejan de abordar de manera específica, tal es así que el objeto de este proyecto es aprovechar al máximo las ventajas que nos da el uso del tractor con máquinas agrícolas.

Este proyecto es basado en una previa información acerca de algunos inconvenientes que tienen las personas dedicadas a cultivar diferentes tipos de productos, como lo es la necesidad de surcar la tierra pero de una manera más eficiente, aprovechando mejor el área del terreno a sembrar. Es por eso que el diseño y construcción de esta máquina agrícola incorpora un sistema de marcación lateral que aborda esta problemática y hace un poco más sencilla estas labores en el campo.

Basándonos en lo aprendido en las asignaturas de la carrera, nos enfocamos en los diferentes temas de diseño y los posteriores cálculos de resistencia en cada elemento y en el ensamble completo, teniendo en cuenta el material de construcción y a los esfuerzos a los que será sometida la máquina una vez esté realizando las labores por las cuales fue diseñada, además todo esto es realizado usando una menor cantidad de material de lo que usa otras surcadoras que tienen alguna similitud con la presente.

Se anexan por medio de SolidWorks todos y cada uno de los planos de las piezas con las que se diseñó y construyó la surcadora, se especifican las dimensiones, el detalle y el ensamble, además calculamos algunas variables críticas al momento de la construcción que son descritas más adelante.

Por último, se hizo las pruebas debidas a la máquina, lo cual nos permite ver la efectividad de esta, realizando su trabajo, que tuvo lugar en el municipio de

Simijaca Cundinamarca, donde fue construida, y como prueba de esto se presentan imágenes donde se puede ver desde el momento en que se está construyendo hasta cuando está cumpliendo dichas labores.

## **1. OBJETIVOS**

### **1.1 OBJETIVO GENERAL**

Contribuir con la misión de la Universidad Industrial de Santander y dar a conocer a los estudiantes de la Escuela de Ingeniería Mecánica, la capacidad que tiene un ingeniero mecánico en cuanto al diseño, selección y/o mejoramiento de maquinaria en el sector agroindustrial.

### **1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Desarrollar una metodología que defina requerimientos y parámetros de diseño a utilizar en la solución de la problemática existente al momento de surcar la tierra para diferentes tipos de cultivos.
- Diseñar la surcadora con el sistema de marcación lateral, usando una botella hidráulica de doble efecto para minimizar la cantidad total de componentes.
- Construir y ensamblar el prototipo final de la surcadora agrícola con sistema de marcación lateral hidráulica.
- Realizar la puesta a punto del equipo para ejecutar las pruebas en un terreno perfectamente mullido\* y suelto.

---

\* El mullido del suelo consiste en hacerlo esponjoso para que haya una mejor aireación e infiltración además de que se facilita la capacidad de penetración a las jóvenes raíces en las primeras etapas de las plantas.

## 2. MARCO TEORICO

### 2.1 ANALISIS PREVIOS

Cuando se usa surcadoras sin marcadores, se tiene dos formas de operar; la primera es calcular intuitivamente el ancho del siguiente surco para comenzar el nuevo recorrido, lo que conlleva a un posible error proporcional a la experiencia del operador del tractor, y la segunda opción es comenzar el siguiente paso, surcando de nuevo sobre la última marca, lo que refiere una reducción del ancho de trabajo que en el caso de una surcadora de 3 rejas, se desaprovecha  $1/3$  de la posibilidad real, o sea un desperdicio del 33% de su capacidad. Todo esto significa un mayor gasto de combustible y tiempo de operación del tractor con el mismo porcentaje de pérdida.

En el mercado existe gran variedad de surcadoras, desde las más elementales hasta otras de gran robustez y con varias rejas adaptadas que son las que específicamente surcan la tierra, como es el caso de los productos de arados surcadores y subsoladores de HIBEMA en España (figura 1) y los aradores surcadores fabricados por BEMUS en México (figura 2), las cuales no cuentan con marcadores laterales. En el caso del surcador de 3 líneas ofrecido por DMB en Brasil (figura 3), que aunque si tiene sistema de marcación lateral, estos cuentan con una botella hidráulica a cada lado, con sus respectivas mangueras y demás componentes necesarios para su acople, más piezas que traducen más costos y peso en la máquina.

Figura 1. Surcadora HIBEMA



Fuente: Autores del proyecto.

Figura 2. Surcadora BEMUS



Fuente: Autores del proyecto.

Figura 3. Surcadora DMB



Fuente: Autores del proyecto.

En la tabla 1, se muestra los elementos del sistema de marcación, la cantidad y el costo aproximado de la surcadora DMB, que es quizá la que más se asemeja al diseño en proyecto y se compara con dicha propuesta

Tabla 1. Comparación de costos

<b>SURCADORA PROPUESTA</b>			
<b>PIEZA</b>	<b>CANT</b>	<b>COSTO POR UNIDAD</b>	<b>COSTO TOTAL</b>
Manguera	2	120.000,00	240.000,00
Botella hidráulica doble	1	300.000,00	300.000,00
Discos	2	45.000,00	90.000,00
Rodamientos	4	10.000,00	40.000,00
Platina	1	100.000,00	100.000,00
Tubo cuadrado	1	80.000,00	80.000,00
<b>TOTAL</b>			<b>850.000,00</b>

<b>SURCADORA DMB</b>			
<b>PIEZA</b>	<b>CANT</b>	<b>COSTO POR UNIDAD</b>	<b>COSTO TOTAL</b>
Manguera	4	120.000,00	480.000,00
Botella hidráulica simple	2	230.000,00	460.000,00
Discos	2	45.000,00	90.000,00
Rodamientos	4	10.000,00	40.000,00
Platina	1	100.000,00	100.000,00
Tubo cuadrado	1	80.000,00	80.000,00
<b>TOTAL</b>			<b>1.250.000,00</b>

A nivel nacional se consultó algunas de las más importantes empresas fabricantes de maquinaria agrícola para conocer si construyen o no surcadoras y de qué tipo, la tabla 2 muestra estos datos.

Tabla 2. Principales empresas fabricantes de Maquinaria Agrícola en Colombia

EMPRESA	CIUDAD (DEP)	FABRICA SURCADORA	MARCADOR	SERIE	POTENCIA REQUERIDA	TELEFONO
INAMEC	Bogotá (Cund)	si	no	sci-3 barra sencilla	65-80 HP	(57)(1) 298 7218
AGRO-REPUESTOS RIOS	Palmira(Valle)	si	si	surcadora para caña	70-90 HP	315 491 4206
PENAGOS HERMANOS	Bucaramanga(Stder)	no	no	-	-	(57)(7) 630 1600
SOTO	Ibague(tolima)	no	no	-	-	(57)(8) 264 5256
AGROTEC	Bogotá (Cund)	no	no	-	-	(57)(1) 237 1199
AGROINDUSTRIALAPOLO LTDA.	Mosquera(Cund)	no	no	-	-	317 643 68 16

## 2.2 ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN

El diseño que se propone permite un fácil despiece para mantenimiento, reparación o reemplazo de partes susceptibles a fallar, también evita posibles atascamientos, pues las marcas guía se realizaran por medio de discos en sus extremos y como ya se había nombrado, se usa una sola botella hidráulica, de doble efecto que permite un ahorro en cuanto a cantidad de piezas totales.

Según los estudios realizados en este campo, se concluye que la surcadora requiere un tractor que opere a más de 60 hp aproximadamente, estos son muy comunes en empresas como Ford, Ferguson, Kubota, New Holland, entre otros.

Otra de las grandes bondades que ofrece este diseño es la opción de modificar la distancia entre surcos, desplazando las rejas en la surcadora y moviendo los marcadores gracias a su configuración telescópica, pues no todos los cultivos se surcan a la misma distancia, ésta varía según el tipo de producto.

El diseño final se llevó a acabo luego de estudiar las diferentes alternativas previas que existían en el mercado y varias correcciones a los bocetos hechos durante este estudio, aquí mencionamos las más relevantes.

**2.2.1 Sin guías ni marcadores.** En este modelo es como se encuentra normalmente y con el que están acostumbrados a trabajar los agricultores sin guías ni marcas para orientarse en la siguiente pasada por del tractor lo que provoca des alineamiento y ello conlleva a no tener los surcos de la forma más lineal posible, generando problemas o inconvenientes en un futuro.

Figura 4. Surcadora Convencional



Fuente: Industria agrícola metalmecánica INAMEC

#### Ventajas

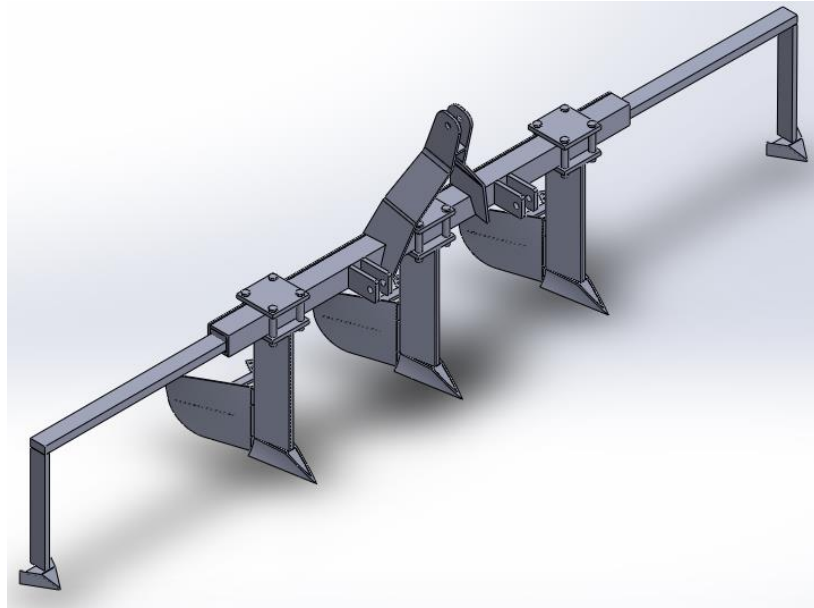
- Diseño económico
- Fácil mantenimiento

#### Desventajas

- Ningún tipo de marcación.
- Poco aprovechamiento del área total.

**2.2.2 Con Barras laterales.** Para que este sistema pueda ser útil y resistente se debe tener las barras tan gruesas como las rejas de la surcadora ya que se pueden presentar problemas e incluso daños graves cuando tropieza con piedras o raíces de árboles aledaños.

Figura 5. Surcadora con barras laterales fijas como marcadores.



Fuente: Autores del proyecto

Ventajas

- Fácil mantenimiento.
- Fácil construcción.
- Diseño simple.

## Desventajas

- Diseño inapropiado.
- Poca resistencia.
- Fallas por torsión.

**2.2.3 Marcador con doble botella hidráulica (actuador lineal).** Este sistema puede generar mayores costos mayor mantenimiento, ya que se deben instalar dos botellas el costo se eleva en soldaduras y otros mecanismos, pero en el momento de usar se facilita el transporte ya que no es necesario que el operador tenga que descender del tractor para recoger un brazo que pudiera complicar su transporte en las vías.

Figura 6. Abonadora y arado con sistema de marcadores independientes.



Fuente: Industrias Lemken.

## Ventajas

- Fácil transporte.
- Manejo sencillo.

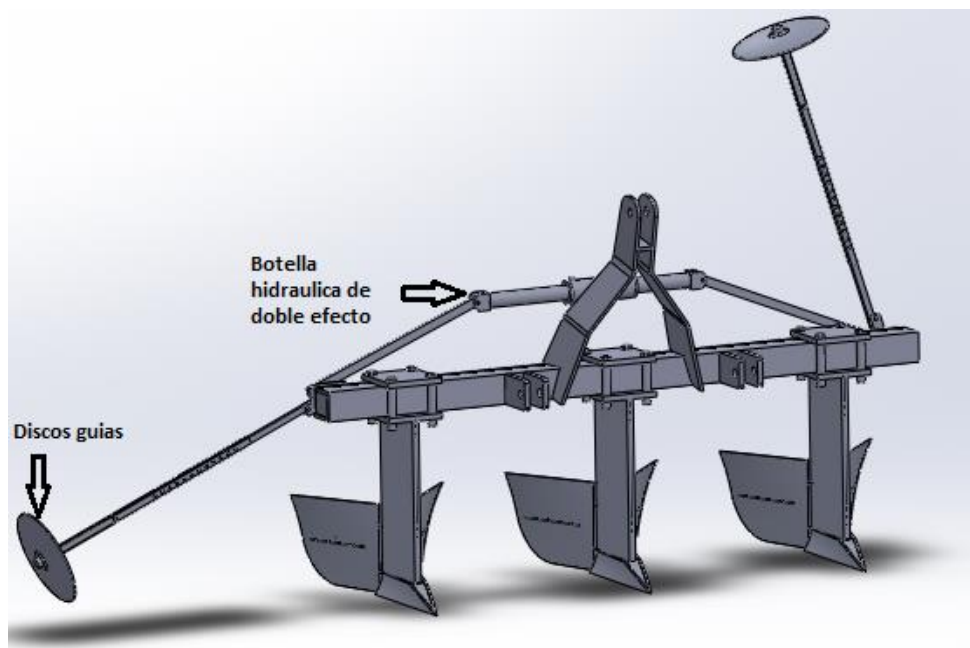
- Marcación lateral.

#### Desventajas

- Costo más elevado.
- Mayor mantenimiento.
- Doble mando hidráulico.

#### 2.2.4 Marcador con actuador hidráulico lineal de doble efecto (Diseño seleccionado)

Figura 7. Surcadora agrícola con sistema de marcación lateral hidráulico.



Fuente: Autores del proyecto.

Para la elaboración de la surcadora se tiene en cuenta la distancia que hay entre surcos determinada por el producto a sembrar y la profundidad del surcado que

se determina por la altura total de la reja y este a su vez se puede regular por el operario del tractor con un mando hidráulico.

Con este diseño se cumple con dichas necesidades sin omitir la resistencia de los materiales, donde se busca que ningún elemento se deforme en determinada situación, por ejemplo al momento de presentarse obstáculos en el surcado tales como piedras o raíces de árboles aledaños al cultivo, aunque previamente para poder surcar se prepara la tierra y se deja perfectamente mullida y suelta, no obstante si se presenta algún problema, los pernos actúan como fusibles, al ser de menor resistencia que los demás componentes de la máquina, creando la tendencia a fallar antes que cualquier otro componente, así se evita mayores costos que se pudieran generar por daños en las bajantes o cuerpos de la surcadora.

El sencillo diseño de esta surcadora facilita la manipulación por parte del operador al momento de definir la distancia entre surcos ya que sus cuerpos o bajantes pueden deslizarse sobre la viga cuadrada al soltar los cuatro pernos de ensamble, igualmente los brazos del sistema de marcación con solo soltar dos pernos se puede corregir la distancia que se desee para dicha marca o guía a seguir por el tractor al momento de surcar.

### 3. METODOLOGIA DE DISEÑO

Esta surcadora está diseñada para los cultivos del altiplano Cundiboyacence como lo son maíz, papa, arveja, frijol, entre otros. En el comercio se encuentran diferentes formas y tamaños de surcadoras que a simple vista cumple con la misma función que es dar al terreno unas superficies sobresalientes donde las plantas puedan desarrollarse de una mejor forma a una distancia tal, que sus raíces puedan absorber o explotar nutrientes desviando el exceso de agua hacia los canales para así obtener el fruto con mayor eficiencia y calidad, y por ende mayor ganancia para el agricultor.

La base del diseño se hizo conforme a los requerimientos de algunos agricultores de la zona (Simijaca, Cundinamarca), para cumplir con dichas pretensiones, se busca cumplir con los siguientes requerimientos especificando para cada punto la forma como se atacó la problemática, que tuvo lugar tanto en el diseño como en la construcción de la máquina. Se pretendió dar cumplimiento con las siguientes exigencias.

#### 3.1 PARÁMETROS DE DISEÑO

**3.1.1 Resistente.** Al momento de hallar el esfuerzo sobre la surcadora se tiene en cuenta varios factores tales como la inclinación del terreno, la humedad, compactación del suelo y demás. Debido a la complejidad del cálculo para cada tipo de configuración de factores. Se elabora una prueba con la surcadora después de estar fabricada en un terreno seco, plano y mullido, lo que arroja datos en el dinamómetro de esfuerzos promedios.

- 800 kgf en la surcadora
- 266,6 kgf en cada bajante

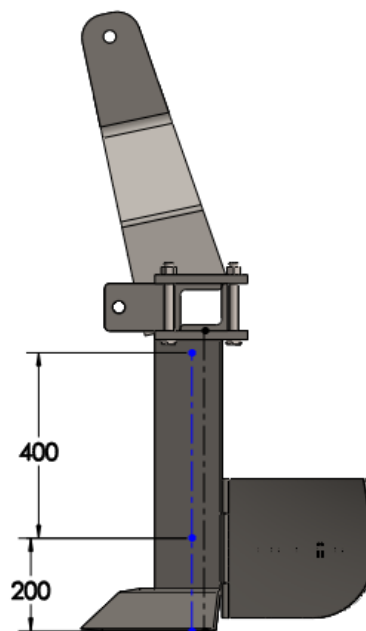
- 100 kgf en el sistema de marcado

Al tener una buena selección de materiales con dimensiones y calibres adecuados se obtiene mayor confiabilidad sobre el implemento agrícola arrojando buenos resultados al momento de simular que veremos más adelante.

**3.1.2 Altura.** Al momento de desyerbar el maíz la altura promedio es de 40 cm por lo cual se busca la medida ideal para que durante esta labor no genere daños sobre la plantación con la estructura.

Teniendo en cuenta el promedio de profundidad de la reja en el terreno al momento de desyerbar es de 20 cm se opta por elegir una altura de 64,3 cm en la bajante para dicho fin.

Figura 8. Altura de trabajo en el deshierbe



Fuente: Autores del proyecto.

**3.1.3 Ancho.** Para este tipo de surcadora es necesario de un tractor entre 60 hp y 100 hp, estos tractores varían las dimensiones según su marca y serie, entre

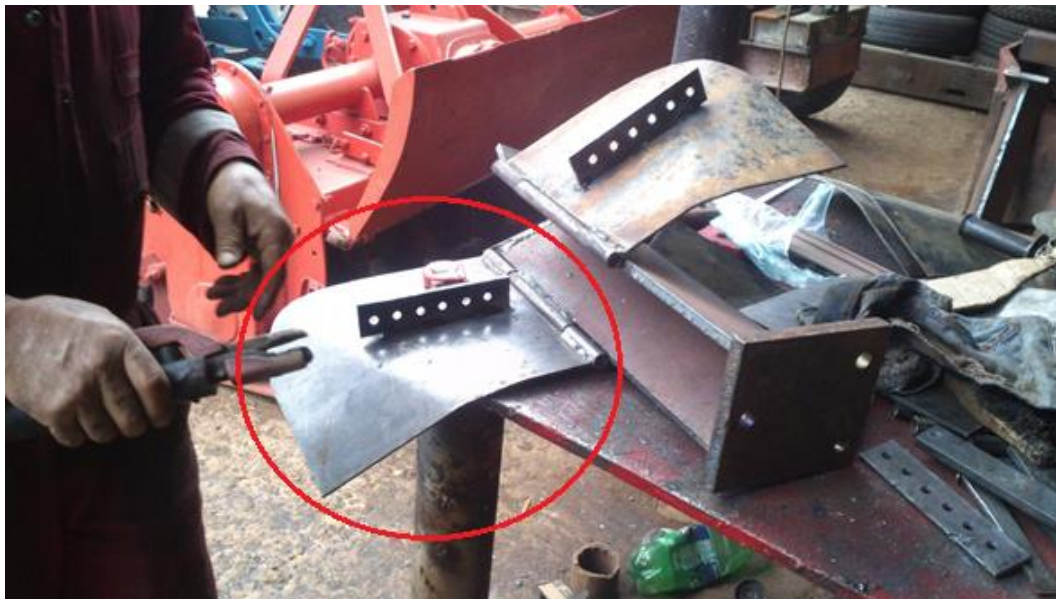
dichas medidas encontramos un promedio de 2,4 m de ancho en las llantas traseras, lo que significa que el implemento no debe exceder tal distancia para su posterior transporte sin que presente dificultades con cargas de esta longitud y el normal cuidado con cercas, vehículos cercanos, personas y cualquier otra cosa que pueda significar accidentes o situaciones indeseadas.

En nuestro caso esta surcadora cuenta con una dimensión de 2,3 cm, que está dentro del rango simplificando el transporte y cumpliendo con todos los requisitos tales como el uso de diferentes distancias para los diferentes cultivos que más adelante se explican.

**3.1.4 Forma En Los Surcos.** Cuando se trabaja sobre terrenos poco húmedos, la tierra tiende a conservar un nivel plano o escurrirse, causando molestias en los surcos como lo es una altura baja sobre estos.

Al implementar aletas curvas se busca dar una mejor forma a los surcos, puesto que esta curvatura ayuda a conservar compacta la pirámide en los canales sin que se eche a perder después del paso. Es por eso que la geometría de dichas aletas, debe de responder a tal pretensión, entonces se decide dar un doblez final en la parte superior de dicho componente para contrarrestar o minimizar la aparición de esta exigencia.

Figura 9. Doble de aleta



Fuente: Autores del proyecto.

**3.1.5 Distancia Entre Bajantes.** La surcadora debe ser elaborada de forma que se pueda usar para diferentes cultivos, que varían de un ancho entre los surcos desde 60 cm hasta 100 cm dependiendo del cultivo.

Al tener una estructura sencilla en su bastidor se logra facilitar el movimiento de las rejas dentro de la configuración deseada, con el simple hecho de aflojar los tres pernos de sujeción se puede deslizar a la medida que disponga el cultivo.

**3.1.6 Fácil enganche y desenganche.** Al momento de enlazar el implemento al tractor se puede ver dificultado ya que el implemento no se encuentra en la posición deseada, que algunas empresas tienden a solucionar poniendo pies de apoyo lo cual con el tiempo se dificulta puesto que se puede perder o causar algún tipo de falla sobre este tipo de apoyo. Podemos ver este problema en la surcadora que ofrece *GyM Fabricaciones* (figura 10) la cual es inestable, también podemos ver que la surcadora de *Hebei Nonghaha Agricultural Machinery Group Co* (figura 11) necesita un apoyo extra para mantenerse firme.

Figura 10. Surcadora GyM Fabricaciones



Fuente: GyM Fabricaciones

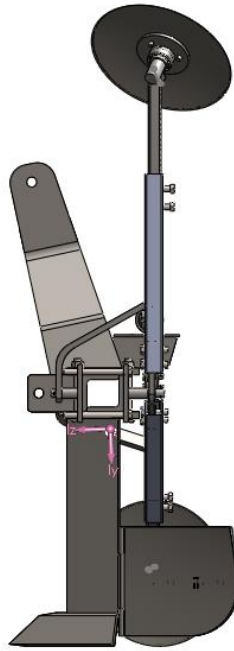
Figura 11. Surcadora Hebei Nonghaha Agricultural Machinery Group Co



Fuente: Hebei Nonghaha Agricultural Machinery Group Co

Nuestro diseño puede conservar su posición simplemente soportada por la base de los bajantes y aletas, sin ningún problema de estabilidad gracias a la ubicación de su centro de gravedad (figura 12).

Figura 12. Centro de gravedad de la surcadora propuesta.



Fuente: Autores del proyecto.

**3.1.7 Linealidad de surcos.** La labor de una surcadora convencional con la ausencia de este sistema se torna muy intuitiva o dependiente de la alta experiencia por parte del operario del tractor y/o equivalente a una gran pérdida en la capacidad total de surcado, presentándose unos inconveniente tales como surcos desalineados, montados uno sobre otro o cruzados, y al momento de implantar las semillas por el personal a cargo causarían errores de ubicación sobre el cultivo, contratiempos en siembra e incluso pérdidas de algunas plantas al momento del desyerbe. El mercado actual ofrece tan solo una surcadora que es para labores diferentes a la propuesta por nosotros como lo es el cultivo de caña de azúcar

En nuestro caso los marcadores se diseñaron de tal forma que se use solo un cilindro hidráulico en cambio de dos por cada lado, haciéndolo más económico en cuanto a mandos instalados en el tractor y módulos para el ensamble de estos, logrando un circuito hidráulico más sencillo ahorrando costos por mangueras, uniones, válvulas, entre otros. También es de tener en cuenta la

reducción de componentes totales nos ayuda a evitar el sobredimensionamiento de la máquina y reduce el peso total en esta.

Figura 13. Botella hidráulica



Fuente: Autores del proyecto.

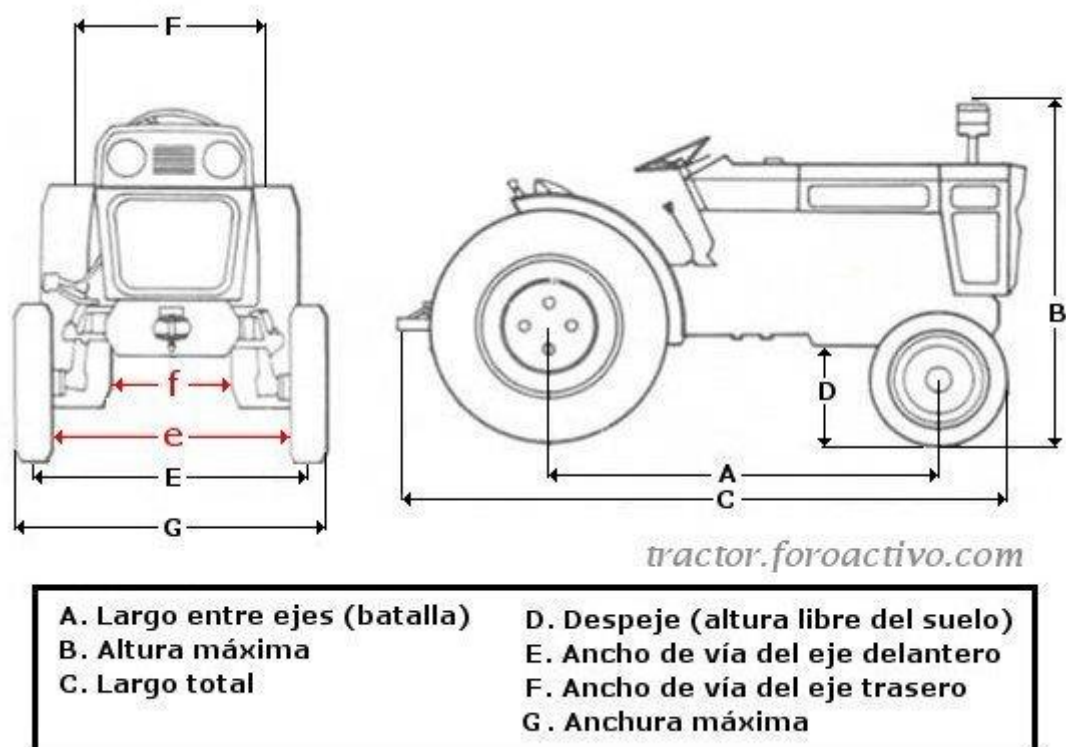
**3.1.8 Brazos Adaptables.** Algunas de las surcadoras con marcador en el mercado son para un solo cultivo lo que provoca que tenga brazos rígidos dificultando las labores

Los brazos de la surcadora que planteamos son de un sistema tipo telescópico donde se pueden graduar según el cultivo a plantar (ancho de surco) o el tipo de tractor que se esté utilizando ya que sus dimensiones entre las ruedas delanteras pueden variar de la siguiente manera:

*Por trocha delantera del tractor.* Como ya se había mencionado, esta máquina es diseñada para tractores de más de 60 hp, los cuales varían desde los 4x4 o de tracción en las 4 llantas hasta unos sencillos o de tracción solo en dos ruedas (las traseras) y sus medidas de igual manera son diferentes o adaptables. Por ejemplo; con el simple hecho de voltear los rines ya sean delanteros o traseros se altera el ancho del tractor con finalidad de dar mayor estabilidad a la hora de

trabajar alterando así el ancho de fábrica y una variación de centímetros a la hora de usar un marcador, por tal motivo se busca que la mitad de la llanta delantera vaya por la misma línea de marca, huella, o guía.

Figura 14. Ubicación de las dimensiones de los tractores



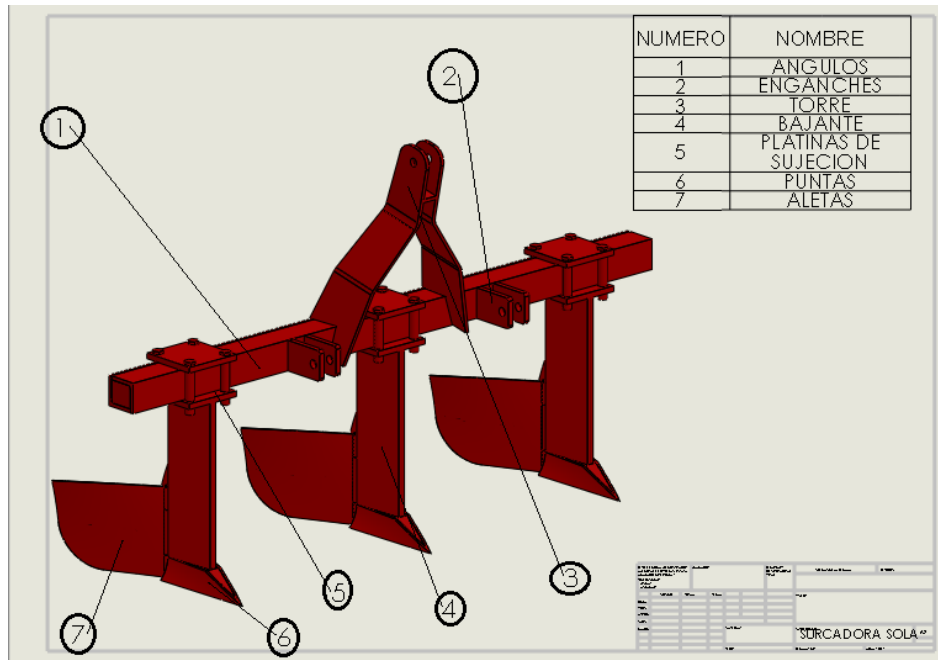
Fuente: <http://tractor.foroactivo.com/>

### 3.2 CANTIDAD, COSTO Y TIPO DE MATERIALES

Para conocer el costo de fabricación de la máquina en su totalidad es indispensable realizar un listado completo de todas y cada una de las piezas y componentes que conforman los conjuntos del equipo especificando la cantidad de material necesario en su proceso. Esto se logra adoptando valores en función del peso y tipo de material a utilizar, puesto que estos precios son variantes en el mercado. Todo esto con miras a conocer el costo exacto de la máquina dependiendo del valor actual de materiales y demás componentes relacionados

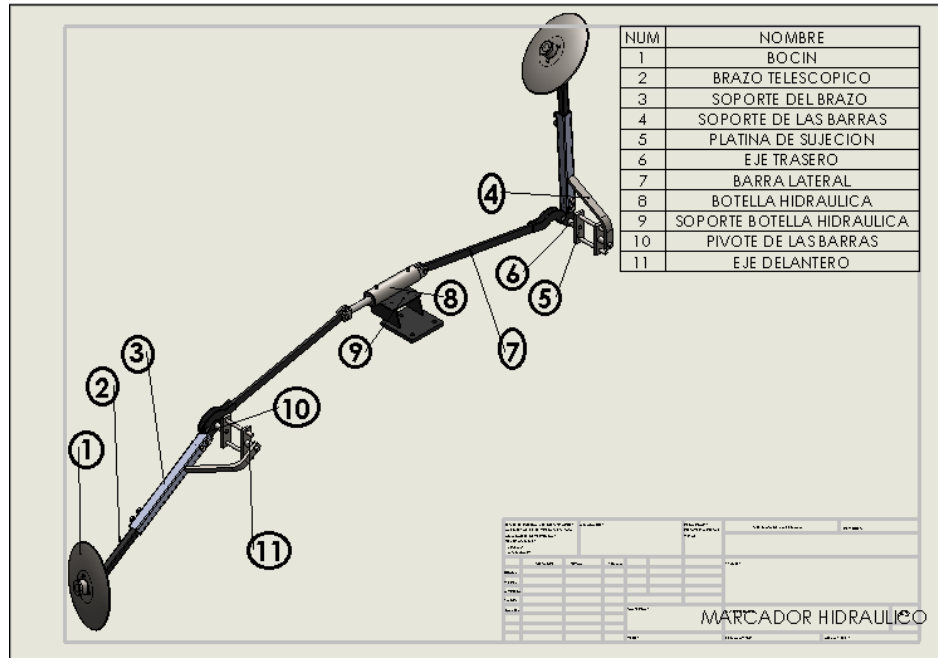


Figura 16. Surcadora Agrícola



Fuente: Autores del proyecto

Figura 17. Marcador lateral hidráulico



Fuente: Autores del proyecto.

A continuación se enumeran y caracterizan los materiales y actividades que me acarrearán costos en la construcción de la surcadora.

**3.2.1 Materiales Transformables.** Como su nombre lo indica, son aquellos materiales que pueden ser transformados de una forma a otra dependiendo de sus necesidades o exigencias en su manipulación, todo esto puede hacerse puesto que éstos permiten ser doblados, cortados, perforados o pulidos con elementos como laminas o tubos estructurales. Los componentes más comunes relacionados con la fabricación de maquinaria agrícola son los perfiles en ángulos, láminas, platinas y tubos de acero, y para poder tener una referencia en costo de esta clase de piezas, se debe estandarizar y darle valores en los mismos términos que nos ofrecen los proveedores de dichos materiales.

En las siguientes tablas se muestra el peso por unidad de longitud de aceros estructurales y especiales en varias presentaciones.

Tabla 3. Ángulos y platinas de acero.

ÁNGULOS (kg/m)													
ANCHO \ ESPESOR	19mm	25mm	1"	30mm	1 1/4"	38mm	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	4"	5"	6"
2,5 mm	0,746	0,981		1,150		1,491							
3,0 mm	0,824	1,106		1,342		1,789							
1/8"	0,938		1,190		1,503		1,823	2,520					
4,5 mm		1,607		1,961		2,525							
3/16"			1,730		2,200		2,678	3,630	4,610	5,520			
1/4"			2,222		2,860		3,480	4,750	6,100	7,290	9,820		
5/16"								5,830	7,440	9,080	12,200		
3/8"								6,990	8,780	10,720	14,580	18,300	22,200
1/2"								12,661	13,800	19,050	24,110	29,170	
PLATINAS (kg/m)													
ANCHO \ ESPESOR	1/2"	5/8"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	3 1/2"	4"	5"	6"
1/8"	0,320	0,400	0,480	0,630	0,790	0,950	1,270	1,580	1,900				
3/16"	0,480	0,600	0,710	0,950	1,190	1,430	1,900	2,380	2,850	3,370	3,800		
1/4"	0,640	0,790	0,950	1,270	1,590	1,900	2,530	3,170	3,800	4,440	5,070	6,330	7,600
3/8"				1,900		2,850	3,800	4,750	5,700	6,640	7,600	9,500	11,390
1/2"				2,530		3,800	5,070	6,330	7,600	8,860	10,130	12,660	15,200
5/8"				3,160		4,750	6,330	7,920	9,500	11,070	12,660	15,830	18,990
3/4"				3,800		5,700	7,600	9,500	11,400	13,290	15,200	18,990	22,790
1"							10,130	12,650	15,200	17,730	20,260	25,330	30,390
1 1/4"									18,980	22,130	25,300	31,630	37,960

Fuente: Aceros Mapa S.A.

Tabla 4. Láminas de acero

LÁMINA H.R. (LAMINADA EN CALIENTE)						
ESPESOR		DIMENSIÓN 1 X 2 m	DIMENSIÓN 1 x 3 m	DIMENSIÓN 1,22 x 2,44 m - 4 x 8 pies	DIMENSIÓN 1,83 x 6,09 m - 6 x 20 pies	DIMENSIÓN 2,44 x 6,09 m - 8 x 20 pies
Pulgadas	mm	kg / und	kg / und	kg / und	kg / und	kg / und
C.14	1,90	31,1	46,7	46,4		
C.12	2,65	42,7	64,1	63,5		
1/8	3,17	51,0	76,5	75,0	279,0	371,0
3/16	4,76	76,0	114,0	112,0	418,0	560,0
1/4	6,35	101,0	151,5	150,0	558,0	748,0
5/16	7,94	125,0	187,0	186,0	696,0	928,0
3/8	9,53	149,6	224,5	222,7	835,1	1113,5
1/2	12,70	199,4	299,1	296,8	1112,9	1483,9
5/8	15,88	249,3	374,0	371,1	1391,6	1855,5
3/4	19,05	299,1	448,6	445,1	1669,3	2225,9
1	25,40	398,8	598,2	593,6	2225,8	2967,8
1 <sup>1/4</sup>	31,75	498,5	747,7	741,9	2782,2	3709,6
1 <sup>1/2</sup>	38,10	598,2	897,3	890,3	3338,7	4451,6
2	50,80	797,6	1196,3	1187,1	4451,6	5935,5
2 <sup>1/2</sup>	63,50	997,0	1495,4	1483,9	5564,5	7419,3
3	76,20	1196,3	1794,5	1780,6		
4	101,60	1595,1	2392,7	2374,2		
6	152,40	2391,1	3586,7	3559,3		

LÁMINA GRABADA O ALFAJOR					
ESPESOR		DIMENSIÓN 1 X 2 m	DIMENSIÓN 1 x 3 m	DIMENSIÓN 4 x 8 pies	DIMENSIÓN 4 x 12 pies
Pulgadas	mm	kg / und	kg / und	kg / und	kg / und
1/8"	3,17	54,95	82,42	81,70	122,50
3/16"	4,76	79,90	119,85	118,90	178,38
1/4"	6,35	104,85	157,27	156,05	234,08







Fuente: Aceros Mapa S.A.

Tabla 5. Perfiles de acero

PERLINES			
REFERENCIA	e(mm)	ÁREA SECCIÓN (CM <sup>2</sup> )	PESO (KG/m)
P3" x 1-1/2"	1,2	1,93	1,52
P3" x 1-1/2"	1,5	2,39	1,88
P3" x 1-1/2"	2,0	3,14	2,47
P4" x 2"	1,2	2,69	2,12
P4" x 2"	1,5	3,34	2,63
P4" x 2"	2,0	4,41	3,47
P5" x 2"	1,2	3,00	2,36
P5" x 2"	1,5	3,72	2,93
P5" x 2"	2,0	4,92	3,87
P6" x 2"	1,2	3,30	2,60
P6" x 2"	1,5	4,10	3,23
P6" x 2"	2,0	5,43	4,27
P6" x 2 5/8"	2,0	6,06	4,77
P6" x 2 5/8"	2,5	7,51	5,91
P7" x 2 5/8"	2,0	6,57	5,17
P7" x 2 5/8"	2,5	8,14	6,41
P8" x 2 5/8"	2,0	7,08	5,57
P8" x 2 5/8"	2,5	8,78	6,91
P9" x 3"	2,0	7,97	6,27
P9" x 3"	2,5	9,90	7,79
P10" x 2 5/8"	2,0	8,09	6,37
P10" x 2 5/8"	2,5	10,05	7,91
P12" x3"	2,0	9,49	7,47
P12" x3"	2,5	11,80	9,29
P12" x 2 5/8"	2,0	9,11	7,17
P12" x 2 5/8"	2,5	11,32	8,91
P13-1/2 x 2 5/8"	2,0	9,87	7,77
P13-1/2" x 2 5/8"	2,5	12,27	9,66
P13-1/2" x 2 5/8"	3,0	14,66	11,54

Fuente: Aceros Mapa S.A.

Tabla 6. Barras de acero

PESO TEÓRICO BARRAS DE ACERO (kg/m)									
DIMENSIÓN					DIMENSIÓN				
Pulgadas	mm				Pulgadas	mm			
1/8	3,18	0,0621	0,0791	0,0685	2 <sup>1/2</sup>	63,50	24,84	31,65	27,42
3/16	4,76	0,1397	0,1780	0,1542	2 <sup>5/8</sup>	66,68	27,38	34,90	30,23
1/4	6,35	0,2484	0,3165	0,2742	2 <sup>3/4</sup>	69,85	30,05	38,30	33,18
5/16	7,94	0,3881	0,4961	0,4284	2 <sup>7/8</sup>	73,03	32,85	41,86	36,26
3/8	9,53	0,5590	0,7122	0,6169	3	76,20	35,77	45,58	39,48
7/16	11,11	0,7607	0,9694	0,8397	3 <sup>1/8</sup>	79,38	38,81	49,46	42,84
1/2	12,70	0,9936	1,2660	1,0970	3 <sup>1/4</sup>	82,55	41,98	51,46	46,34
9/16	14,29	1,2570	1,6020	1,3880	3 <sup>3/8</sup>	85,73	45,27	57,69	49,97
5/8	15,88	1,5520	1,9780	1,7140	3 <sup>1/2</sup>	88,90	48,68	62,04	53,74
11/16	17,46	1,8780	2,3940	2,0740	3 <sup>3/4</sup>	92,08	52,20	66,63	57,63
3/4	19,05	2,2350	2,8490	2,4680	4	95,25	55,90	71,22	61,69
13/16	20,64	2,6240	3,3430	2,8960	4 <sup>1/2</sup>	98,43	59,73	76,03	65,92
7/8	22,22	3,0430	3,8780	3,3590	4 <sup>3/4</sup>	101,60	63,66	81,03	70,19
15/16	23,81	3,4930	4,4910	3,8560	5	104,78	67,69	86,24	74,70
1	25,40	3,9740	5,0650	4,3870	5 <sup>1/2</sup>	107,95	71,92	91,65	79,46
1 <sup>1/8</sup>	26,99	4,4860	5,7170	4,9530	5 <sup>3/4</sup>	111,13	76,35	97,26	84,47
1 <sup>1/4</sup>	28,58	5,0300	6,4140	5,5520	6	114,30	80,98	103,07	89,73
1 <sup>1/2</sup>	31,75	6,2110	7,9130	6,8550	6 <sup>1/2</sup>	117,48	85,81	109,18	95,24
1 <sup>5/8</sup>	33,34	6,8460	8,7240	7,5570	7	120,65	90,84	115,59	101,00
1 <sup>3/4</sup>	34,93	7,4700	9,5750	8,2950	8	123,83	96,07	122,30	107,01
1 <sup>7/8</sup>	36,51	8,1220	10,4700	9,0660	9	127,00	101,60	129,31	113,27
1 <sup>1/2</sup>	38,10	8,9420	11,4000	9,8710	10	130,18	107,33	136,62	119,78
1 <sup>9/16</sup>	39,69	9,7040	12,3600	10,7100	11	133,35	113,26	144,33	126,54
1 <sup>5/8</sup>	41,28	10,4900	13,3700	11,5800	12	136,53	119,39	152,34	133,65
1 <sup>3/4</sup>	44,45	12,1700	15,5100	13,4400	13	139,70	125,82	160,65	141,06
1 <sup>7/8</sup>	47,63	13,9700	17,8000	15,4200	14	142,88	132,55	169,36	148,77
2	50,80	15,9000	20,2600	17,5500	15	146,05	139,58	178,47	156,78
2 <sup>1/8</sup>	53,98	17,9500	22,8700	19,8100	16	149,23	146,91	187,98	165,09
2 <sup>1/4</sup>	57,15	20,1200	25,6400	22,2100	17	152,40	154,54	197,89	173,70
2 <sup>3/8</sup>	60,32	22,4200	28,5700	24,7500	18	155,58	162,47	208,20	182,71

Fuente: Aceros Mapa S.A.

Tabla 7. Barras perforadas

BARRAS PERFORADAS			BARRAS PERFORADAS			BARRAS PERFORADAS		
mm	mm	kg/m	mm	mm	kg/m	mm	mm	kg/m
32	25	2,8	80	67	13,2	125	100	35,1
	20	4,2		63	15,6		95	41,1
	16	5		56	20,7		90	46,9
36	28	3,6		50	24,6		80	57,4
	25	4,5		45	27,5		71	65,8
	20	5,8		40	30,1	132	106	39,5
	16	6,7	85	67	17,5		98	49,6
40	32	4		61	22,2		90	58,7
	25	5,4		55	26,5		80	69
	20	6,4		50	29,7		71	78,1
	16	7,8		45	32,6	140	112	44,8
45	36	5	90	71	19,5		106	52,9
	32	6,6		67	22,9		100	60,6
	28	8,1		63	26,1		90	72,4
	20	10,4		56	31,2		80	83,9
50	40	6,1		50	35,1	150	125	45,4
	36	7,9	95	75	21,6		118	56,1
	32	9,6		69	27		106	73
	25	12,1		63	31,8		95	86,6
56	45	7,6		56	37		80	103,1
	40	10,1		50	40,8	160	132	53,3
	36	12	100	80	22,9		122	69,7
	28	15,2		75	27,7		112	84,3
63	53	8		71	31,3		100	100,2
	50	9,4		63	37,9		90	112,1
	45	12,3		56	42,9	170	140	61,1
	40	14,9	106	85	25,3		130	77,9
	36	16,8		80	30,2		118	96,7
	32	18,5		71	38,6		110	108,3
71	60	10		63	45,4		100	121,5
	56	12,3		56	50,5	180	150	65,1
	50	16,2	112	90	28,2		140	83,1
	45	19,1		85	33,6		125	108
	40	21,8		80	38,7	190	160	69,4
	36	23,5		71	47,3		150	88,8
75	63	11,5		63	53,4		132	120,7
	60	13	118	95	30,6	200	160	97,4
	56	15,9		90	36,3		140	133,9
	50	19,7		80	46,9	212	170	108
	45	22,7		71	55,3		150	146,6
	40	25,4		63	61,9	224	180	119,7
							160	160,8

Fuente: Aceros Mapa S.A.

De esta forma se puede tener conocimiento completo de todos y cada uno de los elementos involucrados en la fabricación de la máquina y así tener total manejo de la información cuantificada en las tablas.

En piezas que se requieran alguna operación de lámina, se cambia un poco la manera de proceder en cuanto al cálculo del material a utilizar, pues no se trabaja Kg/m como anteriormente se estuvo haciendo sino que se halla el área del segmento necesario, se multiplica por el espesor que es lo que me equivale al



Tabla 9. Materiales No Transformables.

MATERIALES NO TRANSFORMABLES				
ELEMENTO	DETALLES	CANTIDAD	VALOR UNID [S]	VALOR TOTAL [S]
TORNILLOS	Hex G5 UNC 3/4 x 7"	4	3229	12917
	Hex G5 UNC 5/8 x 7"	4	2065	8260
	Hex G5 UNC 5/8 x 2 1/2"	4	850	3400
	Hex G5 UNC 5/8 x 1 1/4"	4	516	2066
	Hex G5 UNC 5/8 x 2"	4	688	2752
	Hex G5 UNC 3/8 x 2"	6	208	1251
TUERCAS	Hex G5 UNC 1 1/8-7	1	1387	1387
	Hex G5 UNF 1 1/4-12	1	1826	1826
	Pinar UNF 1	2	1078	2156
	Hex G5 UNC 3/8-16	6	49	292
	Hex G5 UNF 5/8-11	16	180	2880
	Hex G5 UNF 1 3/4-10	4	361	1443
RODAMIENTOS	Fag 30204	2	16000	32000
	Fag 32007	2	20000	40000
CILINDRO HIDRAULICO	Doble efecto	1	300000	300000
MANGUERAS	Manguera con acoples para el cilindro hidráulico	2	120000	240000
DISCOS	Discos 16" para los marcadores laterales	2	40000	80000
			SUBTOTAL	\$ 732.628

Fuente: Autores del proyecto

**3.2.3 Materiales Consumibles.** Son aquellos que regularmente se utilizan en el proceso de modificación de los materiales transformables para darle las características necesarias, son consumidos o gastados pero no se emplean en el propio producto y que precisan de un aprovisionamiento periódico.

Tabla 10. Materiales Consumibles.

MATERIALES CONSUMIBLES				
ELEMENTO	DETALLES	CANTIDAD	VALOR UNID [\$]	VALOR TOTAL [\$]
SEGUETAS	Para marco manual de 18 dientes por pulgada	1	3000	3000
	Para maquina de 14"	1	20000	20000
DISCOS PARA PULIR	Disco para pulir metal	1	5500	5500
BROCAS	Para hierro 5/16"	1	4000	4000
	Para hierro 1/2"	1	10000	10000
	Para hierro 3/4"	1	30000	30000
	Para hierro 1"	1	50000	50000
HERRAMIENTA DE CORTE PARA TORNO	Barra de carburo de tungsteno de 3/4"	1	10000	10000
COMPUESTOS PARA EL OXICORTE	Oxigeno [220 lbs]	0,68 [1500 lbs]	50000	34000
	Gas propano [40 lbs]	0,25 [10 lbs]	80000	20000
		SUBTOTAL		\$ 186.500

Fuente: Autores del proyecto

**3.2.4 Servicios.** Son las operaciones adicionales necesarias para fabricar una pieza, tales como los dobleces, corte, cilindrado, mecanizado, fresado, torneado, entre otros.

Tabla 11. Servicios.

SERVICIOS				
ELEMENTO	DETALLES	CANTIDAD	VALOR UNID [\$]	VALOR TOTAL [\$]
PRENSA HIDRÁULICA	Dobleces	2	40000	80000
TORNO	Maquinado de piezas	10	3000	30000
TALADRADOR	Taladrado de árbol	8	2000	16000
EQUIPO DE OXICORTE	Corte oxiacetilénico		40000	40000
		SUBTOTAL		\$ 166.000

Fuente: Autores del proyecto

**3.2.5 Mano De Obra.** Es la cantidad de personal necesario para cumplir con la fabricación y ensamble de cada parte de la máquina, también incluye a los ayudantes y demás personas que están directamente relacionadas con el proyecto.

Tabla 12. Mano de obra

MANO DE OBRA				
OPERARIO	CANTIDAD	DIAS	\$/DIA	COSTO TOTAL
ENSAMBLADOR	2	4	55000	440000
SOLDADOR	1	1	50000	50000
			SUBTOTAL	\$ 490.000

Fuente: Autores del proyecto.

**3.2.6 Costo De Venta.** En cuanto a la parte administrativa, si se quisiese comercializar la surcadora y basándose en los criterios de una empresa, se debe establecer un factor de utilidad sobre los costos de fabricación, para ello se define dependiendo del tipo de material el porcentaje de ganancia que se desea obtener, el cual tiene un valor más elevado en los materiales transformables, puesto que estos acarrearán más procesamiento al momento de su construcción. El porcentaje de ganancia en los demás tipos de componentes, como lo son los No Transformables, Consumibles, Mano de Obra y Transporte si se requiere, deben un valor menos al anterior. En la tabla 13 se muestra cada costo con mayor detenimiento.

Tabla 13.Costo de venta

COSTO DE VENTA			
TIPO DE COMPONENTE	COSTO UNITARIO	FACTOR DE UTILIDAD	COSTO TOTAL
MATERIAL TRANSFORMABLE	620374	0,5	\$ 930.560,40
MATERIAL NO TRANSFORMABLE	732628	0,2	\$ 879.153,65
MATERIAL CONSUMIBLE	186500	0,3	\$ 242.450,00
SERVICIOS	166000	0,25	\$ 207.500,00
MANO DE OBRA	490000	0,4	\$ 686.000,00
TRANSPORTE	50000	0,15	\$ 57.500,00
	TOTAL VENTA		\$ 3.003.164
	TOTAL COSTOS		\$ 2.245.502
	TOTAL UTILIDAD		\$ 757.662

Fuente: Autores del proyecto.

## 4. DESARROLLO Y CONSTRUCCION

Para este trabajo se subdivide las operaciones según su fabricación entre surcadora y marcadores ya este último se puede tomar como un accesorio si así se quisiere.

### 4.1 CONSTRUCCION SURCADORA

Para la fabricación de la surcadora podemos dividir los trabajos en varios su ensambles como lo son la viga principal y las rejas, y analizarlos de la misma manera con el fin de establecer a comodidad las características y propiedades de cada parte del ensamble final de la surcadora.

#### VIGA PRINCIPAL

Esta parte de la máquina es de vital importancia, pues sobre esta se apoya toda la estructura que compone la surcadora y es la que va anclada al tractor. Está compuesta por varios elementos que vemos a continuación.

**4.1.1 Ángulos.** Estos ángulos son fabricados de  $\frac{1}{2}$ " de espesor, se compran cortados a una medida de 2,3 m de longitud y lados iguales de 5", de material ASTM-A36, se ensambla por medio de soldadura E6013 entre sí para formar un perfil cuadrado.

Tabla 14. Dimensiones de los ángulos

MATERIAL	ESPESOR	LONGITUD	ALTURA
ASTM-A36	$\frac{1}{2}$ "	2,3 m	12,7 cm (5")

Figura 18.Ángulos



Fuente: Autores del proyecto

**4.1.2 Enganches.** Son fabricados del mismo material, son platinas cortadas con oxiacetileno, se agrupan por parejas y se apuntan con soldadura, después de marcar la ubicación de los agujeros para posteriormente abrirlos, iniciando con una broca 5/16” en el taladro 2, en seguida pasan al taladro 1 con una broca 3/4” y finaliza con una broca de 1”, luego las platinas son pulidas en los lados para eliminar las imperfecciones creadas por el corte. Estas son soldadas a los ángulos a distancias específicas con soldadura E6013 como se ve en la figura 19.

Tabla 15. Dimensiones de los enganches

MATERIAL	ESPESOR	LONGITUD	ALTURA
ASTM-A36	3/4”	15 cm	10,16 cm (4”)

Figura 19. Enganches



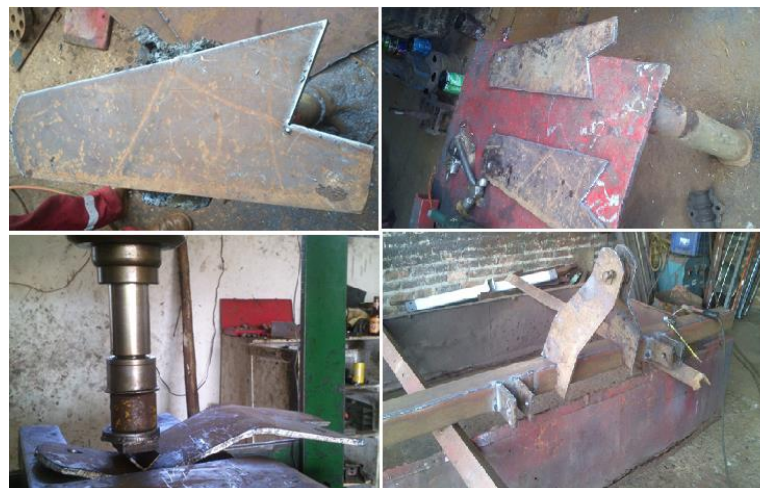
Fuente: Autores del proyecto

**4.1.3 Torre.** Esta pieza va unida al tractor por medio de un tercer punto. Luego de dar su forma cortándola mediante oxiacetileno, se aprovecha que ambas partes son simétricas y se unen por puntos de soldadura para abrir sus agujeros de la misma forma que con los enganches. Estas son separadas y pulidas para posteriormente doblarlas en la prensa hidráulica y así poderlas ensamblar con soldadura E6013 a la viga, y separadas entre sí por una platina como vemos en la figura 20.

Tabla 16. Dimensiones de la torre

MATERIAL	ESPESOR	ANCHO	ALTURA
ASTM-A36	3/4"	53,5 cm	69,7 cm

Figura 20. Torre



Fuente: Autores del proyecto

**4.1.4 Rejas.** Esta parte de la surcadora es la que tiene contacto con la tierra y la que propiamente realiza los surcos, está compuesta por varios elementos, calibrados y rediseñados para cumplir a cabalidad su función como los siguientes:

**4.1.5 Bajantes.** Son 6 platinas fabricadas y se cortan con oxiacetileno, su altura varía según los requerimientos del cliente o las labores a desempeñar, además

dependen de las condiciones del terreno entre otros aspectos. Para este diseño, se calculó una altura de acuerdo a las exigencias del sitio donde fue fabricada. Sus bordes son pulidos para luego ser agrupados en parejas y soldarlas con un ángulo de 40°.

Tabla 17. Dimensiones de los bajantes

MATERIAL	ESPESOR	ANCHO	ALTURA
ASTM-A36	1/2"	15 cm	54 cm

Figura 21. Bajantes



Fuente: Autores del proyecto

**4.1.6 Platinas de sujeción.** Luego del corte de estas platinas, son agrupadas en parejas y apuntadas con soldadura, luego se marca el sitio de los tres agujeros y se taladran, inicialmente con una broca de 5/16" en el taladro 2 y así finalizar con una broca 3/4" en el taladro 1. Sus bordes imperfectos y rebabas se pulen y por último se sueldan a los bajantes.

Tabla 18. Dimensiones de las platinas de sujeción

MATERIAL	ESPESOR	LONGITUD	ANCHO
ASTM-A36	3/4"	20 cm	20 cm

Figura 22. Platinas de Sujeción



Fuente: Autores del proyecto

**4.1.7 Puntas.** Estas puntas son la que tienen un contacto directo con el suelo exponiéndose a mayor desgaste por fricción, por tal motivo se escoge un material más resistente como el de los muelles en los vehículos. Luego de ser cortado a medida y pulido, estas puntas son ensambladas con soldadura E7018, ya que ofrece mayor resistencia a tracción como se aprecia en la figura 23.

Tabla 19. Dimensiones de las puntas

MATERIAL	ESPESOR	LONGITUD	ANCHO
ASTM-A36	5/8"	30,4 cm	18,9 cm

Figura 23. Puntas



Fuente: Autores del proyecto

**4.1.8 Aletas.** Luego de ser cortadas y pulidas se doblan en la prensa hidráulica, cada aleta es unida a la bajante por medio de una bisagra compuesta por tres tubos 5/8, dos de los cuales van soldados a la aleta y el otro al bajante, en su centro una varilla del mismo calibre.

Tabla 20. Dimensiones de las aletas

MATERIAL	ESPESOR	ANCHO	ALTO
ASTM-A36	3/16"	37 cm	30 cm

Figura 244. Aletas



Fuente: Autores del proyecto

**4.1.9 Graduador de las aletas.** Esta parte de la surcadora es muy importante, puesto que con este podemos dar el ancho apropiado al surco. También hay muchos puntos a tener en cuenta a la hora de calibrar este graduador, puesto que en su máxima apertura transmite mayores esfuerzos, lo que implica mayor potencia requerida y mayor consumo de combustible en el tractor. Cabe resaltar que el máximo cierre del graduador se usa para desyerbar cuando así se requiera. Las perforaciones en esta se realizan con una broca de  $\frac{1}{2}$ " a distancias iguales para después ser ensambladas con soldadura a las aletas.

Tabla 21. Dimensiones del graduador de aletas

MATERIAL	ESPESOR	LONGITUD	ANCHO
ASTM-A36	$\frac{1}{2}$ "	16 cm	5 cm

Figura 255. Graduador de aletas



Fuente: Autores del proyecto

**4.1.10 Pintura.** Como acabado superficial para el producto final de la surcadora y a manera de prevenir oxidación temprana en la máquina se aplican unas capas de pintura a base de aceite, para este caso, el esmalte utilizado es de color rojo y es aplicado de manera independiente a cada elemento con el debido cuidado, esperando el tiempo pertinente para luego ensamblarla y evitar manchas o huellas que visualmente no den un aspecto agradable.

Figura 26. Surcadora pintada



Fuente: Autores del proyecto

## 4.2 CONSTRUCCION MARCADORES O GUIAS HIDRÁULICAS

Para la construcción de estos marcadores, se tiene en cuenta un modelo sencillo que sea funcional y que su elaboración no implique mucho material, es por eso que se fabricó con la mínima cantidad de componentes posible, incorporando solo un actuador (botella hidráulica) lo que refiere menos piezas para su ensamble.

**4.2.1 Botella Hidráulica.** Se seleccionó este elemento puesto que su dualidad nos permite usar únicamente una para este sistema, y también se ve refleja en la reducción de la cantidad total de componentes, puesto que si se hubiese usado dos botellas de simple efecto estas requerirán componentes para su acople que no solo suman para la cantidad de unidades total, sino que también significan mayor peso en el producto final.

Figura 277. Botella hidráulica



Fuente: Autores del proyecto

**4.2.2 Soporte Botella Hidráulica.** El material para este soporte es el mismo utilizado en las anteriores platinas. Una vez dimensionado, se cortan cada una de las partes que conforman esta unidad, como lo son la base de la botella, las platinas que dan la altura y los soportes que ayudan a enganchar las barras laterales cuando se va a transportar la surcadora. Luego de tener este ensamble, se pule la superficie de la platina y se suelda sobre esta, cuando este fija se marca y se hacen los agujeros de  $\frac{1}{2}$ " donde irán las abrazaderas para agarrar la botella hidráulica.

Tabla 22. Dimensiones del soporte de la botella hidráulica

MATERIAL	ESPEJOR	LONGITUD	ANCHO
ASTM-A36	$\frac{1}{4}$ "	18 cm	18 cm

Figura 28. Soporte botella hidráulica



Fuente: Autores del proyecto

**4.2.3 Platina De Sujeción De Las Barras.** Se cortan 4 platinas de igual dimensión con tres orificios cada una hechos de 5/8" de diámetro final empezando los agujeros con una broca de 5/16". A estas platinas se les suelda sobre el agujero central, un eje previamente mecanizado en un torno que sobresale de estas como guía para las barras laterales y ensamblados a la surcadora con pernos de 5/8"

Tabla 23. Dimensiones platina de sujeción de las barras

MATERIAL	ESPESOR	LONGITUD	ANCHO
ASTM-A36	1/4"	16 cm	5 cm

Figura 29. Platinas de sujeción



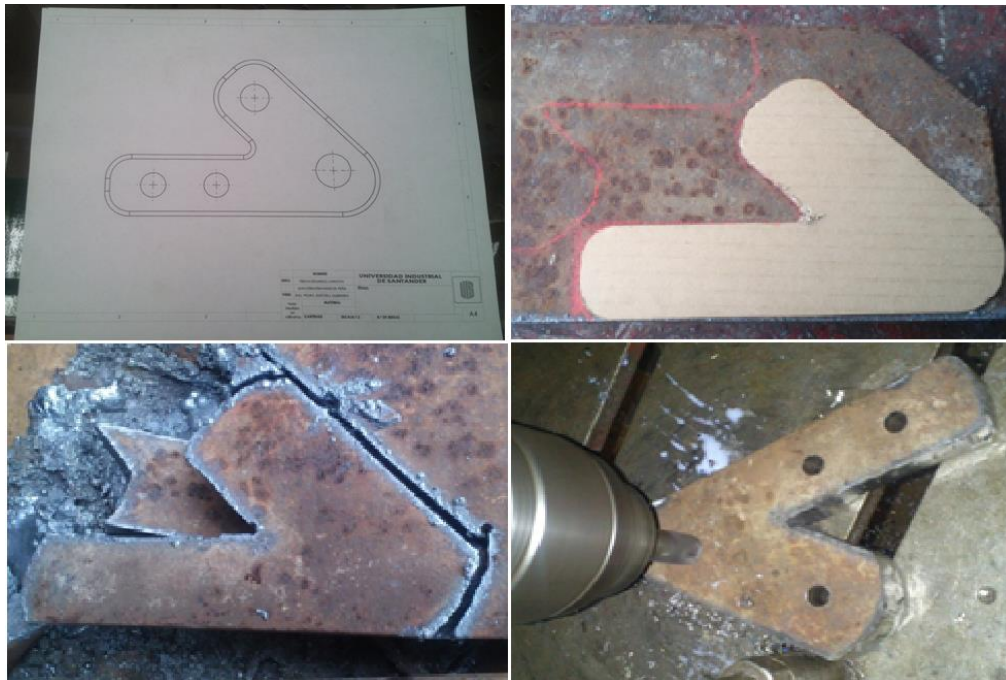
Fuente: Autores del proyecto

**4.2.4 Pivote De Las Barras.** Se imprime en una hoja de dibujo el bosquejo del soporte, luego se traslada el molde a un cartón para trazarlo sobre la placa y posteriormente cortar este perfil. Hecho en una platina de  $\frac{3}{4}$ ", los agujeros son de diferentes dimensiones los cuales se especifican en los planos de la pieza.

Tabla 24. Dimensiones del soporte de las barras

MATERIAL	ESPESOR	LONGITUD
ASTM-A36	$\frac{3}{4}$ "	19,2 cm

Figura 30. Pivote de las barras



Fuente: Autores del proyecto

**4.2.5 Soporte De Los Brazos Telescópicos.** Construido con un perfil cuadrado y cortado con segueta eléctrica, luego se abren cuatro agujeros con una broca de 5/8" dos a cada extremo, en los de la parte superior se sueldan tuercas que sirven como pines para el sistema de graduación telescópica del eje que lleva los discos con los cuales se pretende hacer la marcación en el terreno.

Tabla 25. Dimensiones del soporte de los brazos telescópicos

MATERIAL	ESPESOR	LONGITUD	ANCHO
ASTM-A36	1/4"	40 cm	5,1 cm

Figura 31. Soporte de los brazos telescópicos



Fuente: Autores del proyecto

**4.2.6 Brazo Telescópico.** Al igual que en el elemento anterior, se usa un perfil cuadrado cortado con segueta eléctrica recto en un extremo, en el otro se hace un corte diagonal con un ángulo de  $40^\circ$  de inclinación aproximadamente donde se suelda el eje respectivamente maquinado en el torno, sobre este se alojan los rodamientos que soporta el disco. Para la rosca del eje se usa una tarraja\*.

Tabla 26. Dimensiones del brazo telescópicos

MATERIAL	ESPESOR	LONGITUD	ANCHO
ASTM-A36	1/4"	40 cm	3,5 cm

Fuente: Autores del proyecto

---

\* Herramienta manual de corte que se utiliza para el roscado manual de pernos y tornillos, que deben estar calibrados de acuerdo con la característica de la rosca que se trate.

Figura 32. Brazo telescópico



Fuente: Autores del proyecto

**4.2.7 Bocín.** La fabricación de este elemento se basa en un tubo de pared gruesa para luego maquinarlo y darle diferentes diámetros internos que serán soporte de los rodamientos, a su vez se corta una platina en forma circular que es ensamblada por medio de soldadura al tubo principal.

Tabla 27. Dimensiones del Bocín

MATERIAL	ESPEJOR	DIAM. EXT	DIAM. INT
ASTM-A36	1/4"	15 cm	2 3/4"

Figura 33. Bocín



Fuente: Autores del proyecto

**4.2.8 Barras Laterales.** Estas barras son las encargadas de transmitir el movimiento de la botella hidráulica a cada lado para accionar el sistema de marcación, en un extremo se hacen agujeros de  $\frac{3}{4}$ " y en el otro se sueldan platinas curvas a cada lado a las cuales también se le hacen orificios para adaptar pernos de unión al soporte de las barras.

Tabla 28. Dimensiones de las barras laterales

MATERIAL	ESPESOR	LONGITUD	ALTO TOTAL
ASTM-A36	5/8"	73 cm	10,4 cm
GANCHOS			
ESPESOR	LONGITUD	RADIO EXT.	RADIO INT.
5/8"	19 cm	8,5 cm	4,25 cm

Figura 34. Barras laterales



Fuente: Autores del proyecto

**4.2.9 Ensamble De Prueba.** Una vez construidas todas y cada una de las piezas de la máquina, se procede a realizar el ensamble con pernos, pasadores y pines, con el fin de corregir posibles imperfecciones generados durante las fabricación de los componentes, este es el paso previo a la puesta punto de la surcadora en cuanto a su manufactura.

Una vez hecho en ensamble de prueba, podemos tener una percepción de que tan manejable es el traslado de la surcadora y si el peso total de esta no se encuentra fuera de los límites deseados.

Figura 35. Ensamble de prueba



Fuente: Autores del proyecto

**4.2.10 Pintura Del Sistema De Marcación Y Ensamble Final.** Para diferenciar el sistema de marcación de la surcadora como tal, se pintó de un color diferente. Luego de un tiempo prudente se procede al ensamble total de la máquina culminando así el capítulo de desarrollo y construcción, para continuar con la operación y pruebas en el área de desempeño.

Figura 36. Ensamble final

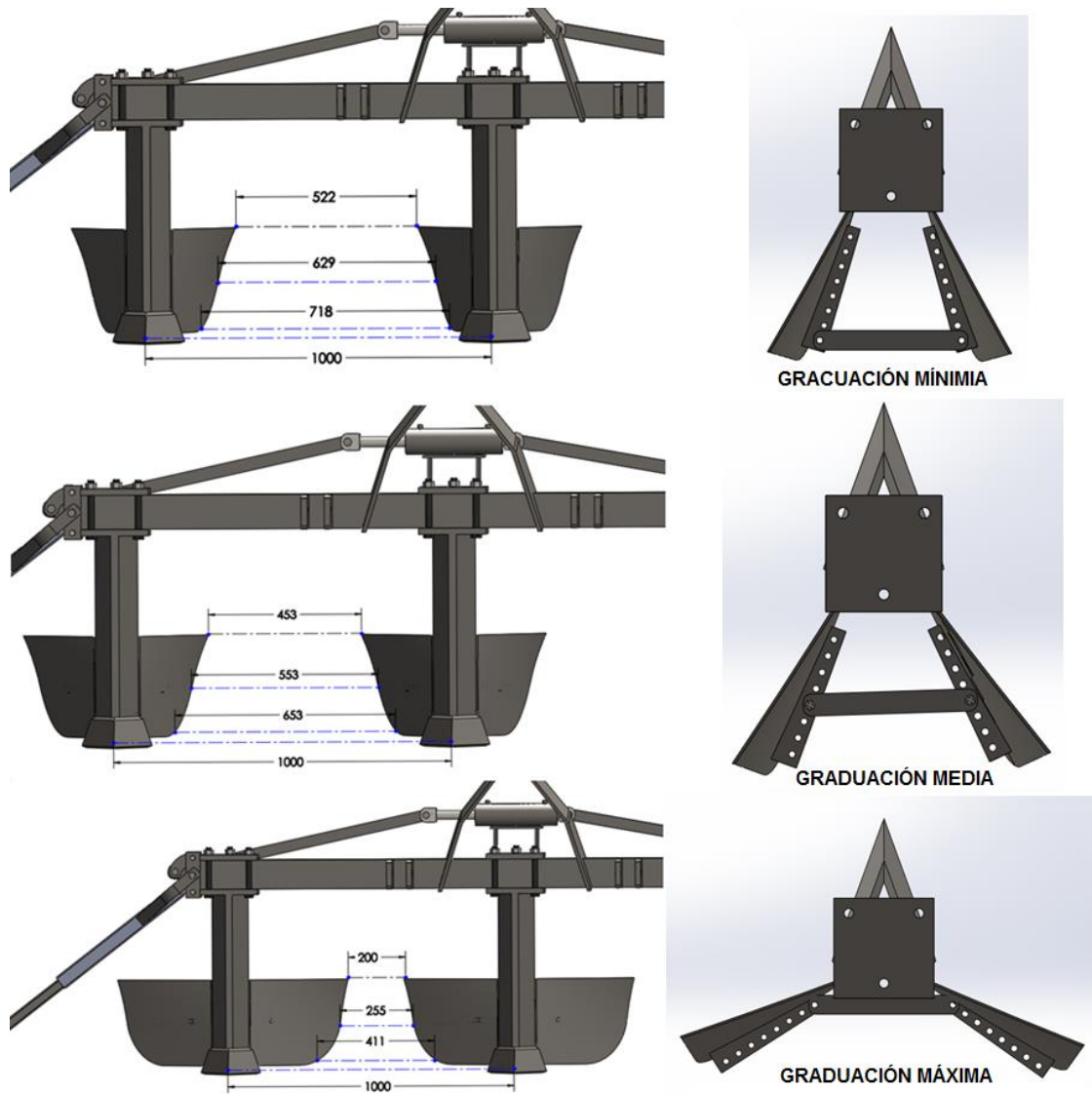


Fuente: Autores del proyecto

#### 4.3 ANCHO DE SURCO

Estos dependen directamente de la distancia entre rejas y la posición en la que se gradúen las aletas, la figura 32 muestra claramente las posibles distancias con la que puede graduar desde diferentes puntos de la aleta.

Figura 37. Ancho de surco



Fuente: Autores del proyecto

## 5. MANUAL DE USO Y CUIDADOS

- Con el tractor en funcionamiento se aproxima tanto como se pueda, guiando las barras del tractor al enganche de la surcadora.

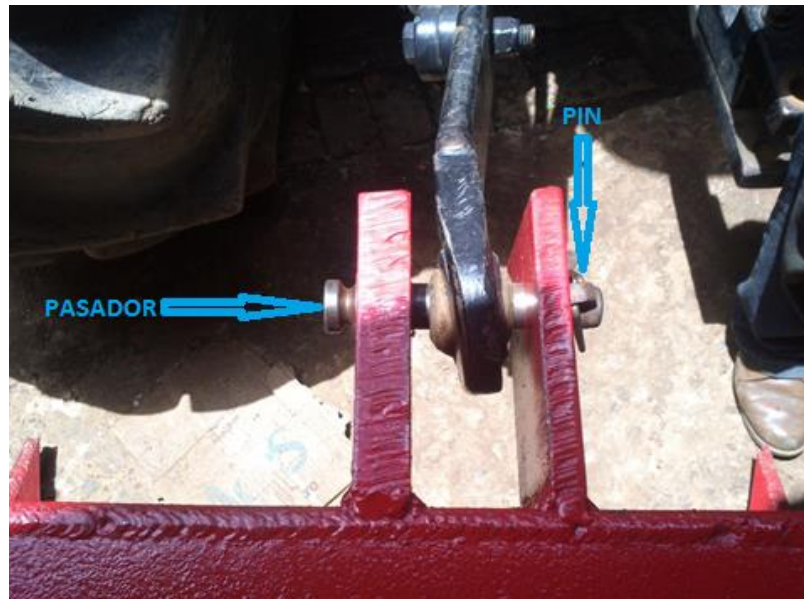
Figura 38. Tractor aproximado a la surcadora



Fuente: Autores del proyecto

- Se apaga el tractor y se pone freno de emergencia.
- Se ancla el tractor a la surcadora por medio de pasadores y estos se aseguran con pines para prevenir que se salgan cuando esté en funcionamiento.

Figura 39. Enganche de la surcadora al tractor



Fuente: Autores del proyecto

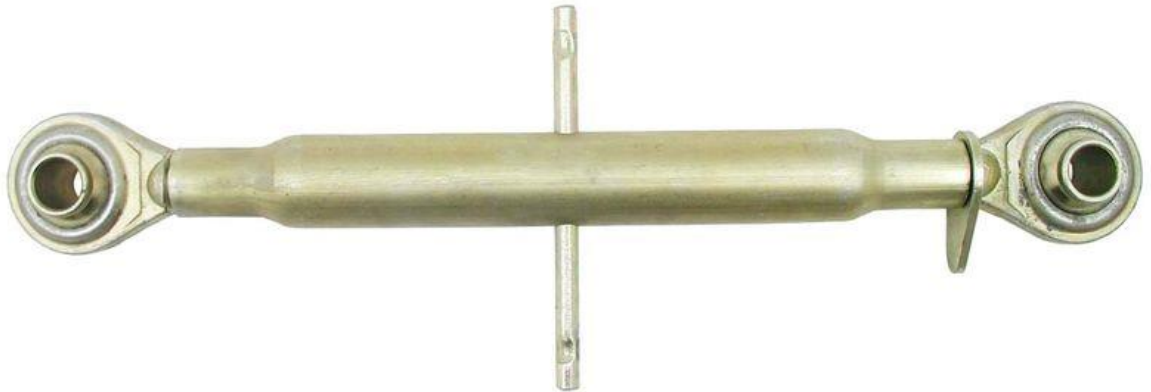
- Ahora se engancha al tercer punto que es un sistema en el cual se puede regular el grado de inclinación del implemento con respecto a la vertical.

Figura 40. Enganche al tractor por medio del tercer punto



Fuente: Autores del proyecto

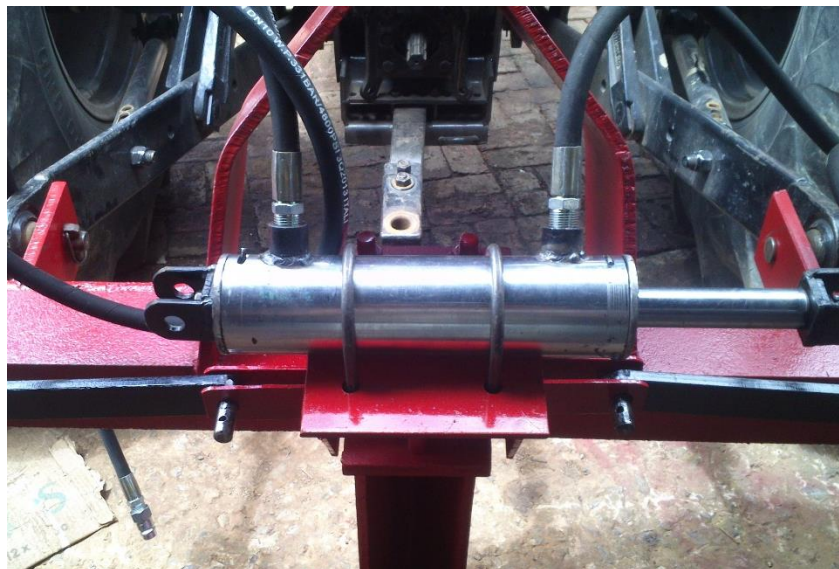
Figura 41. Tercer punto



Fuente: <http://www.recyherguzman.com/>

- Para que el sistema hidráulico es necesario conectar las mangueras al control y tener muy presente el funcionamiento del mando del control y el movimiento que este genere, la primera vez que se ponga en funcionamiento es normal que derrame un poco de aceite mientras se des aíran por completo las líneas de circulación de esté.

Figura 42. Conexión de la Botella Hidráulica



Fuente: Autores del proyecto

Figura 43. Mando hidráulico tres posiciones. Centro tándem



Fuente: Autores del proyecto

- Al momento de transportar es muy importante asegurarse que los marcadores estén en la posición de transporte y con los pasadores y pines bien puestos ya que estos marcadores en sus extremos poseen discos de alto corte.

Figura 44. Posición de las barras para transportar la surcadora



Fuente: Autores del proyecto

- Cuando la maquina este en el lugar de trabajo los pasadores junto con las barras se ponen en la posición de trabajo, dejando la botella en la mitad del recorrido y se aseguran con sus respectivos pines como se ve en la figura 44. Al momento de manipular los brazos el operario debe tener mucho cuidado con soltar los discos y el daño que pudiera generar esté. Es importante evaluar el terreno sobre el que van a ponerse a funcionar los marcadores al encontrarse este con algún elemento rígido tal como piedras, troncos, raíces, y demás, o al momento de girar con árboles, cercas u otros, que puedan que en el momento superen el esfuerzo permisible de los materiales con el que fue diseñado y así generar algún daño, aunque este riesgo se minimiza teniendo en cuenta que el terreno a surcar, previamente debe estar perfectamente mullido y suelto como condición al momento de surcar en cualquier terreno con cualquier máquina.

Figura 45. Posición de trabajo, barras laterales y botella hidráulica



Fuente: Autores del proyecto

- Luego de cumplir la surcadora con su tarea, la botella se deja en la posición central o aproximada a esta donde se pasan las barras a posición transporte es donde ambos discos se encuentran arriba

Figura 46. Surcadora en posición para transportar



Fuente: Autores del proyecto

## 6. ANALISIS DE RESULTADOS

### 6.1 VENTAJAS DE LA SURCADORA

Debido a que este diseño tiene incorporado 3 rejas para realizar su trabajo de surcado, esto conduce a una gran ventaja en la cantidad de surcos que efectúa en un solo paso y por temas económicos es la cantidad óptima para esta labor, puesto que menos bajantes me indica menos eficiencia en trabajo ejecutado y mayor consumo de combustible por tener que hacer más recorridos en el tractor, y por otra parte, si sumamos otro bajante más, esto aumenta considerablemente el peso total de la máquina y me exige mucha más potencia al tractor reflejando también mayor consumo de combustible e incluso una exigencia de motores de mucha más capacidad.

Pero esto no sería totalmente una ventaja sin contar con el marcador hidráulico, pues en ausencia de este, debemos limitarnos a dos formas de operar la surcadora, la primera es calcular intuitivamente el ancho del siguiente surco para comenzar el nuevo recorrido, lo que conlleva a un posible error proporcional a la experiencia del operador del tractor, y la segunda opción es comenzar el siguiente paso, surcando de nuevo sobre la última marca, lo que refiere una reducción del ancho de trabajo que en el caso de una surcadora de 3 rejas, se desaprovecha  $\frac{1}{3}$  de la posibilidad real, o sea un desperdicio del 33% de su capacidad. Todo esto significa un mayor gasto de combustible y tiempo de operación del tractor con el mismo porcentaje de pérdida que se pretenden eliminar con adición del sistema de marcación hidráulica.

Debido que para algunos cultivos el ancho entre hileras puede variar\*, el ancho de trabajo de la surcadora es dependiente de este, así como también del número de bajantes que contenga, para demostrarlo nos basamos en la siguiente ecuación:

$$W= H*B$$

W= Ancho de trabajo de la surcadora.

H= Ancho de hileras del cultivo.

B= Número de bajantes.

## 6.2 COSTOS DE OPERACIÓN

En estudios realizados sobre terrenos a surcar, y tomando como variable a considerar el tiempo de trabajo en el tractor, se pudo comprobar que el consumo de combustible para esta labor con la surcadora se encuentra alrededor de 2,8 gal/ha, trabajando sin la marcación lateral y realizando el siguiente paso sobre la última surca hecha, sin embargo, cuando incorporamos el sistema de guías, el consumo disminuye a 1,86 gal/ha aproximadamente, lo que me refiere a un ahorro de cerca de 33%, puesto que la productividad aumenta en base a la siguiente ecuación:

$$P= \frac{W*V*t}{100}$$

P= Productividad [hectáreas/turno]

W= Ancho de surco [m]

V= Velocidad de trabajo [m/hora]

t= tiempo de trabajo por turno [horas/turno]

La tabla 29 muestra la ventaja económica de la máquina en un cultivo de arroz, donde la distancia entre surcos previamente estudiada es de 0,32 m y tomando

---

\* En Colombia estos datos son arrojados por el ICA y CORPOICA, que permite señalar los diferentes métodos y distancia entre siembra dependiendo del suelo, altura, época del año, entre otros.

como velocidad promedio del tractor 8.000 [m/hora], y un turno del operario de 10 horas con un pago de \$40.000 [\$/día] en un terreno de 100 hectáreas.

Tabla 29. Comparación de costos

TIPO DE MAQUINA	ANCHO DE TRABAJO' [m]	PRODUCTIVIDAD [Ha/turno]	HORAS LABORALES REQUERIDAS	CONSUMO DE COMBUSTIBLE [gal]	PAGO COMBUSTIBLE	PAGO AL OPERARIO	COSTO TOTAL
CON 2 BAJANTES	0,32	2,56	390,63	560	\$ 4.480.000	\$ 1.562.500	\$ 6.042.500
CON 3 BAJANTES"	0,64	5,12	195,3	280	\$ 2.240.000	\$ 781.250	\$ 3.021.250
SURCADORA PROPUESTA	0,96	7,68	130,21	186	\$ 1.488.000	\$ 520.833	\$ 2.008.833
	VEL. PROM. TRACTOR [m/HORA]	HORAS POR TURNO	PAGO DIARIO OPERARIO [\$/día]	AREA DEL TERRENO [HA]	PRECIO GALON DE COMBUSTIBLE [\$/gal]		
	8000	10	\$ 40.000	100	\$ 8.000		

### 6.3 FUENTE DE POTENCIA

A continuación se muestran las propiedades y características del tractor que se usó (Massey Ferguson 283 4x4) en las pruebas preliminares sobre un terreno, con la surcadora diseñada.

Tabla 30. Datos tractor Massey Ferguson 283 4x4

<b>MODELO</b>	P 4000
<b>POTENCIA NOMINAL</b>	86 CV (DIN 70020)
	95 HP (SAE 270)
<b>TORQUE MAXIMO A 1300 RPM</b>	319 N*m
<b>REGIMEN NOMINAL DEL MOTOR</b>	2200 rpm
<b>No. DE CILINDROS</b>	4
<b>CILINDRADA</b>	4100 cm <sup>3</sup>
<b>ASPIRACION</b>	NATURAL
<b>TIPO DE EMBRAGUE</b>	SPLIT TORQUE

<b>TIPO DE TRANSMISION</b>	CONSTANT MESH
<b>TIPO DE TOMA DE POTENCIA</b>	INDEPENDIENTE
<b>ACCIONAMIENTO</b>	HIDRÁULICO

Fuente: Massey Ferguson Limited.

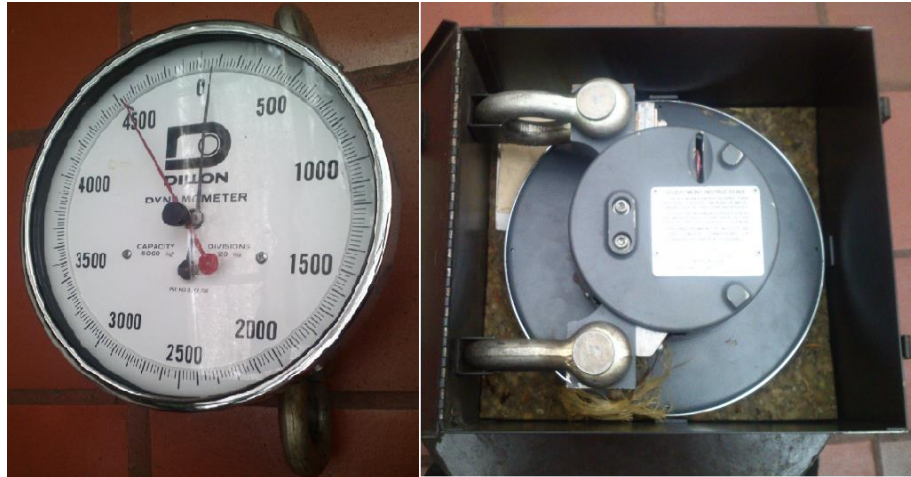
#### **6.4 PRUEBAS CON DINAMÓMETRO**

Para realizar las pruebas en la surcadora se tienen en cuenta muchos factores tales como el tipo y humedad del terreno, inclinación, velocidad relativamente constante de los tractores, etc.

Para lograr una evaluación sobre la máquina se usaron los siguientes elementos:

- Dos tractores:
  - New Holland serie TL100 de 100 Hp
  - Massey Ferguson serie 283 de 95 Hp
- Cinta métrica (decámetro)
- Cronometro
- Dinamómetro con capacidad de 5000 Kg

Figura 47. Dinamómetro DILLON



Fuente: Autores del proyecto

**6.4.1 Prueba 1.** Para esta prueba se usaron los tractores de la siguiente manera, el que tiene mayor potencia se ubica en la parte delantera y el otro posterior a éste, con la surcadora ensamblada en el tractor de atrás el cual tiene su motor en posición neutra, y los dos vehículos unidos por cables o cadenas a cada extremo del dinamómetro, se calcula la fuerza de arrastre ejercida por el primer tractor sin permitir que la surcadora del segundo haga contacto con el suelo, pues se necesita inicialmente el cálculo libre. Este estudio arrojó datos que varían entre 600 Kgf y 800 Kgf. Tomamos un promedio de 700 Kgf.

Figura 48. Prueba 1



Fuente: Autores del proyecto

**6.4.2 Prueba 2.** Esta se elabora de igual manera que la prueba anterior con la diferencia que esta vez si se permite que la surcadora vaya labrando la tierra, tomamos valores de una distancia específica, en un intervalo de tiempo, con lo cual conseguimos asumir un valor de velocidad relativamente constante.

Figura 49. Prueba 2



Fuente: Autores del proyecto

Figura 50. Distancia total de estudio



Fuente: Autores del proyecto

Tabla 31. Resultados prueba 2

DISTANCIA [m]	TIEMPO [seg]	FUERZA [Kgf]	FUERZA PROM[Kgf]
30	17,35	1.400 - 1.600	1.500

Fuente: Autores del proyecto

**6.4.3 Prueba 3.** Esta se elaboró de la misma manera que la anterior prueba pero con la diferencia que el marcador lateral se baja y pone en funcionamiento. Se tomaron los datos a la misma distancia, haciendo el recorrido sobre el mismo sector.

Figura 51. Prueba 3.



Fuente: Autores del proyecto

Figura 52. Sistema de marcación lateral en funcionamiento.



Fuente: Autores del proyecto

Tabla 32. Resultados prueba 3.

DISTANCIA [m]	TIEMPO [seg]	FUERZA [Kgf]	FUERZA PROM[Kgf]
30	18,64	1.600 - 2.000	1.750

Fuente: Autores del proyecto

La prueba 1 se usa para conocer que fuerza se necesita al mover únicamente el tractor que con la surcador pero sin que esta última este en contacto con el suelo. La prueba 2 se lleva a cabo con la surcadora puesta en marcha, labrando el terreno la misma distancia que en la prueba anterior. Para conocer el valor de la fuerza actuante sobre la maquina agrícola, simplemente se restan estos dos valores, de igual manera se procede con la prueba 3, restando los datos de la segunda prueba para tener el valor de fuerza actuante únicamente sobre los marcadores laterales.

Como la surcadora cuenta con 3 rejas o bajantes, la fuerza actuante sobre cada una de ellas se calcula simplemente dividiendo este último valor en el total de bajantes. Todo esto se muestra en la tabla 33.

Tabla 33. Resultados finales

ESTUDIO	DISTANCIA [m]	TIEMPO [seg]	FUERZA PROM [Kgf]	FUERZA REAL	FUERZA POR COMPONENTE [Kg]
PRUEBA 1	-	-	700	-	-
PRUEBA 2	30	17,35	1.500	800	266,67 (Bajante)
PRUEBA 3	30	18,64	1,600	900	100 (Marcadores)

Fuente: Autores del proyecto

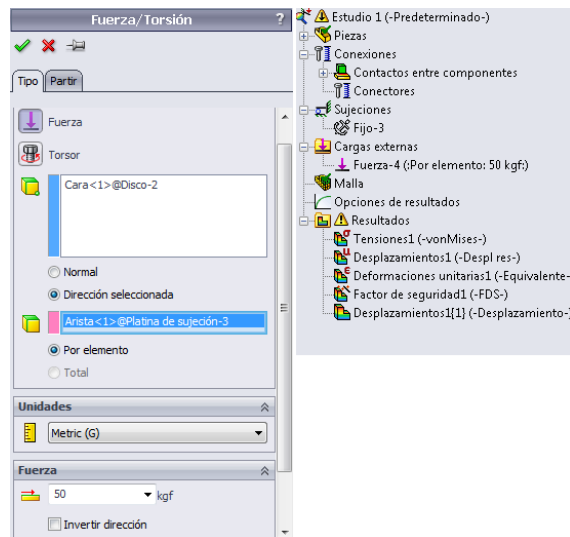
## 7. MODELO DE CÁLCULO

### 7.1 ESTRUCTURAL

A continuación se muestran los resultados de la simulación por software, que nos permite obtener los datos de los esfuerzos a los que está sometida la surcadora según la escala puesta en la parte derecha de la pieza, así como los valores de factor de seguridad. Inicialmente se hacen los análisis únicamente sobre los bajantes y finalmente sobre la surcadora en general.

Para realizar el cálculo en SolidWorks, en la barra de herramientas del programa donde se encuentra el análisis de cargas externas, se escoge dar el valor de fuerza al cual se va estudiar la pieza, este valor es el que hallamos con el dinamómetro. Luego se elige el resultado que se quiere ver, ya sea tensiones, esfuerzo, desplazamiento, factor de seguridad, etc.

Figura 53. Panel SolidWorks.



Fuente: Autores del proyecto

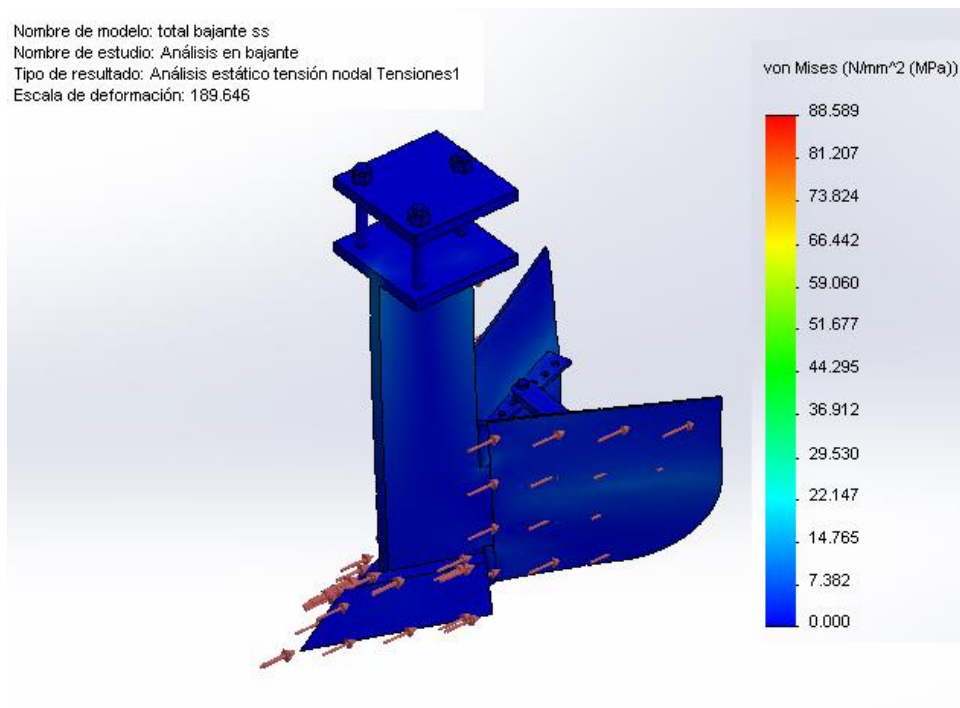
Para cada pieza en estudio, se hace el mismo análisis obteniendo la escala de colores mostrada, con la cual se toma la decisión correspondiente, haciendo

énfasis en que pieza de la máquina y que parte de ella es más susceptible a fallar.

Como se ve a continuación, la escala de colores se analiza en el orden ascendente que se muestra en cada uno, siendo el de la parte inferior el valor óptimo del análisis para luego compararlo con el color en que se torna la pieza. Todos estos datos que nos arroja el programa son obtenidos dando las características al previamente al material, escogiendo acero ASTM A-36 de la lista que nos ofrece SolidWorks.

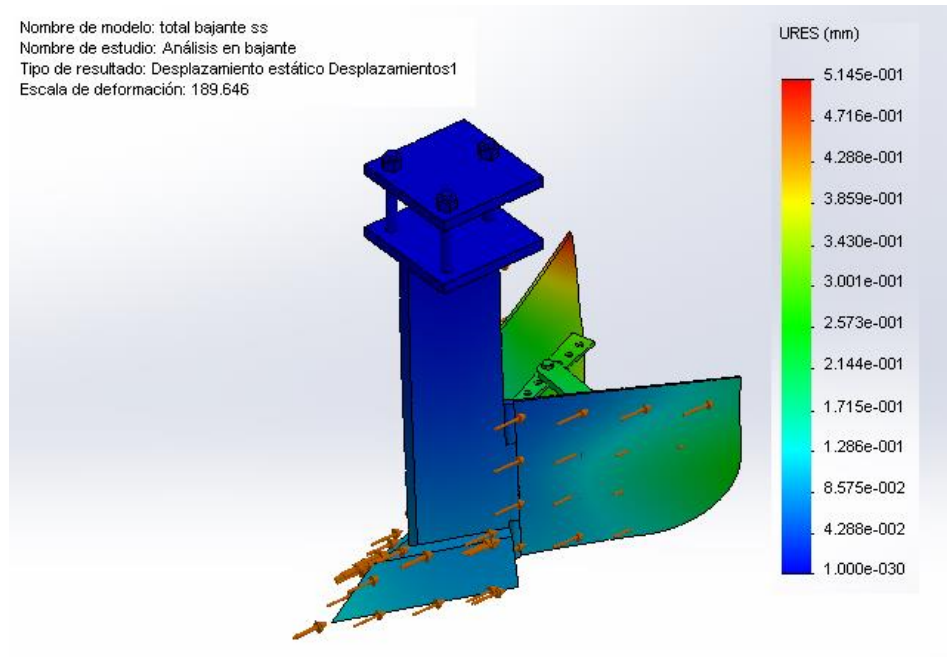
### 7.1.1 Análisis en Bajantes

Figura 54. Análisis de tensión nodal en los bajantes



Fuente: Autores del proyecto

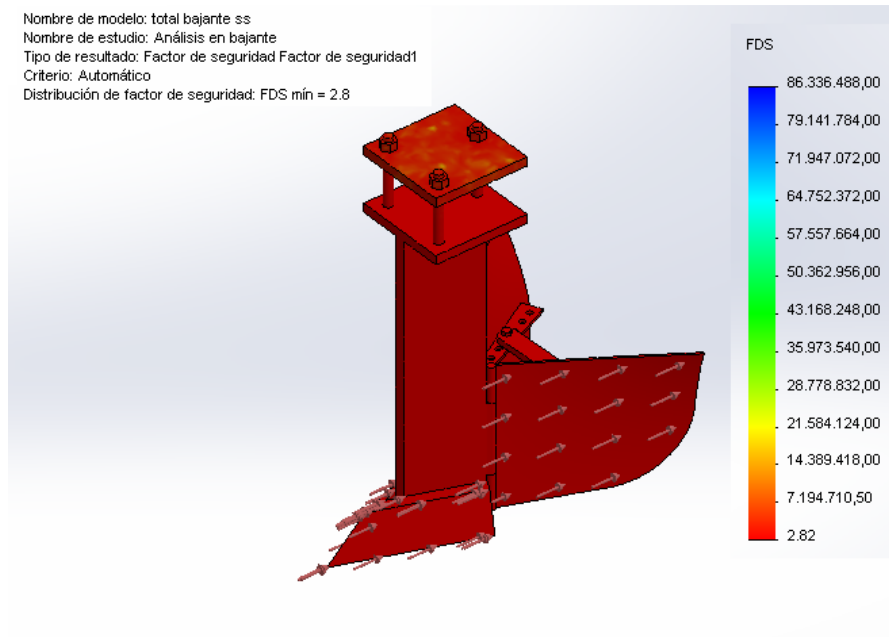
Figura 55. Desplazamiento estático en los bajantes.



Fuente: Autores del proyecto

En la figura 56 muestra que el factor de seguridad para la carga calculada es de 2.82, lo que nos da un parte de tranquilidad en cuanto a un posible exceso de carga, mientras este no sea tan severo.

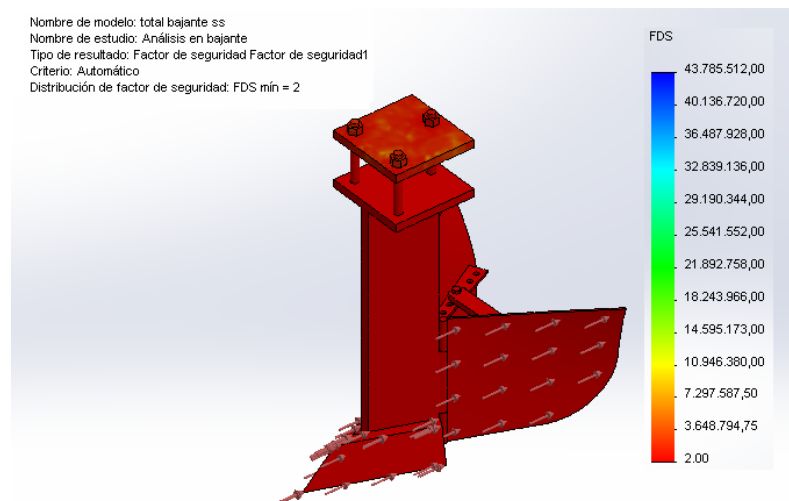
Figura 56. Factor de seguridad en los bajantes.



Fuente: Autores del proyecto.

Un factor de seguridad relativamente confiable puede adoptar valores cercanos a 2. Basándonos en este dato, calculamos el esfuerzo para este valor de seguridad y llegamos hasta un máximo de 377 Kgf.

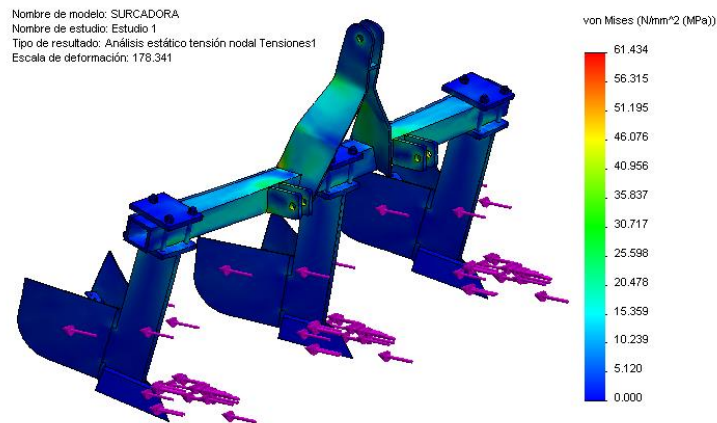
Figura 57. Esfuerzo con factor de seguridad=2 en los bajantes.



Fuente: Autores del proyecto

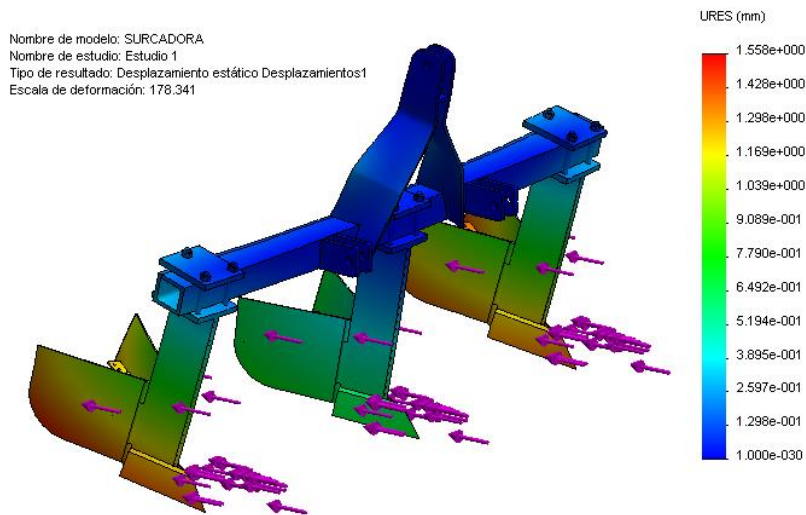
**7.1.2 Análisis en la Surcadora.** Una vez analizado los esfuerzos en los bajantes, parte esencial de la surcadora, ahora tomamos los mismos datos sobre la surcadora en general, para así tener una perspectiva más amplia del diseño.

Figura 58. Análisis de tensión nodal en la surcadora.



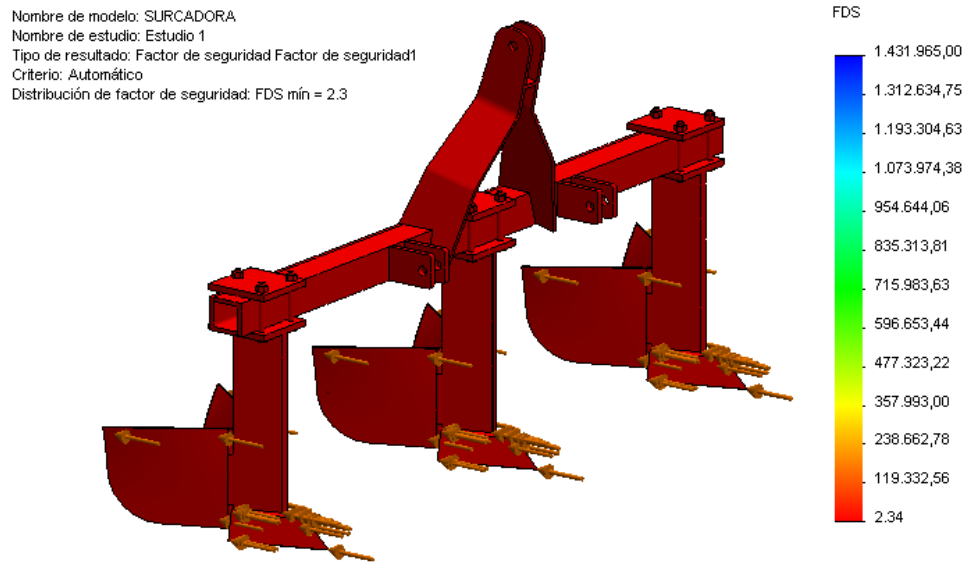
Fuente: Autores del proyecto

Figura 59. Desplazamiento estático en la surcadora.



Fuente: Autores del proyecto

Figura 60. Factor de seguridad en la surcadora.



Fuente: Autores del proyecto

Para la surcadora tenemos una carga máxima a soportar de 940 Kgf para que cumpla con un factor de seguridad de 2 y así hacerla confiable a la hora de trabajar en los terrenos y las condiciones de estudio.

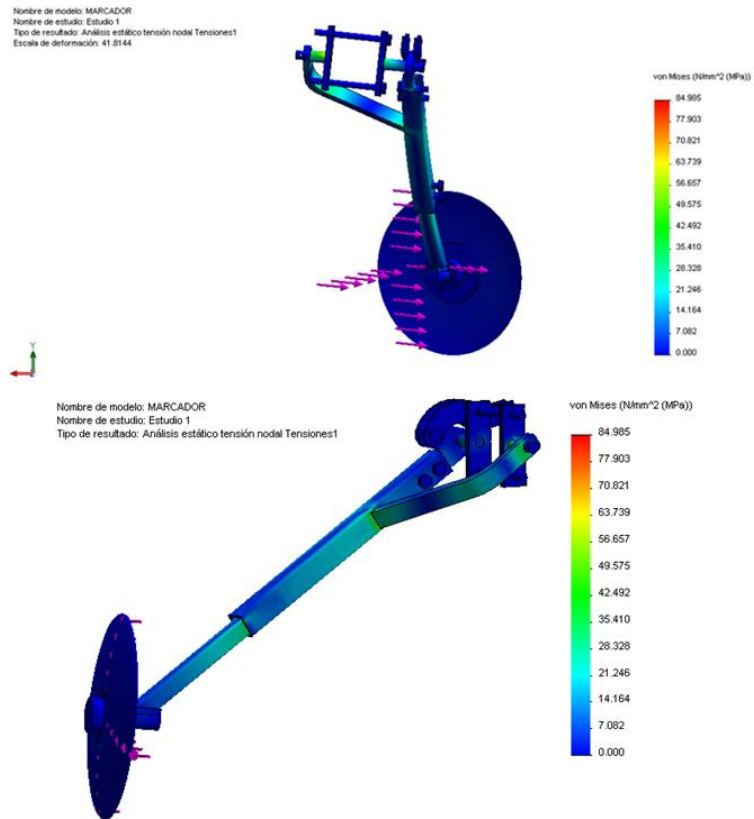
### 7.1.3 Análisis del Sistema de Marcación.

Figura 61. Sistema de Marcación Lateral.



Fuente: Autores del proyecto.

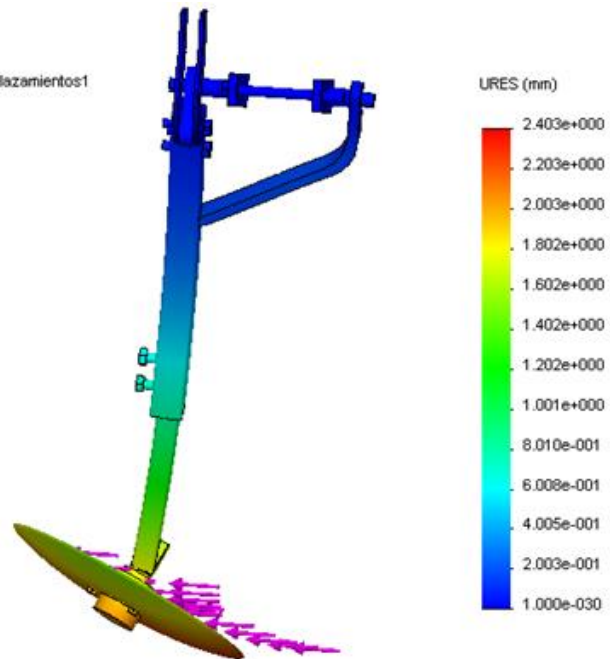
Figura 62. Análisis de tensión nodal en los marcadores.



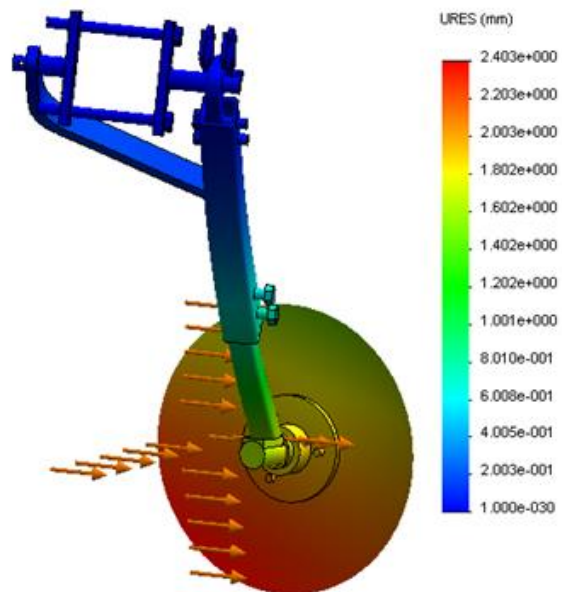
Fuente: Autores del proyecto.

Figura 63. Desplazamiento máximo en los marcadores.

Nombre de modelo: MARCADOR  
Nombre de estudio: Estudio 1  
Tipo de resultado: Desplazamiento estático Desplazamientos1  
Escala de deformación: 41.8144

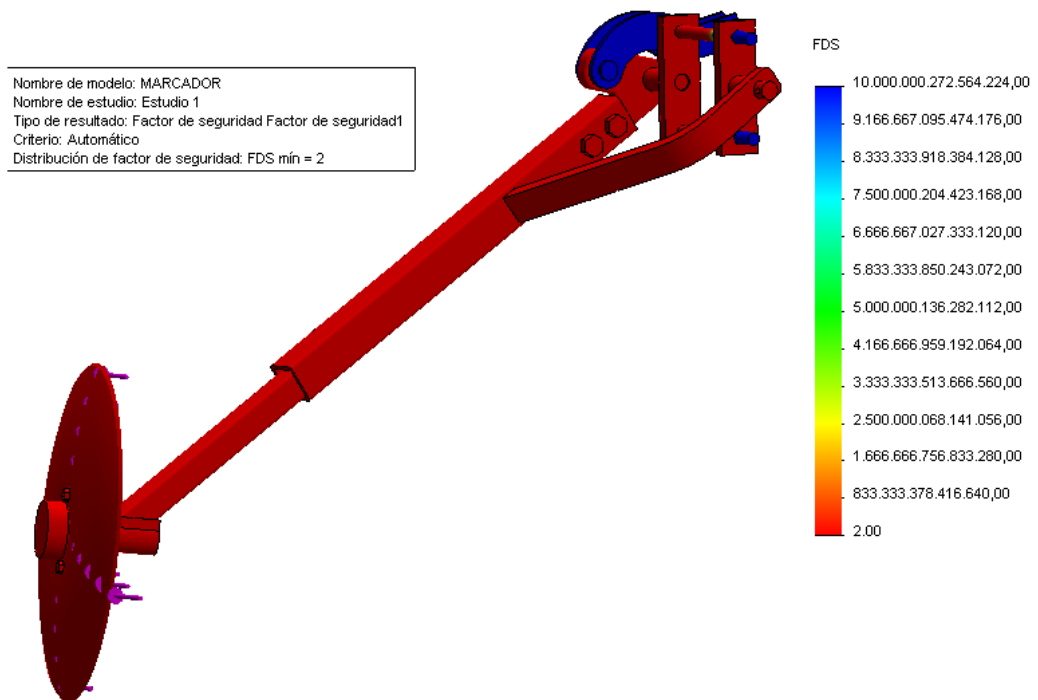


Nombre de modelo: MARCADOR  
Nombre de estudio: Estudio 1  
Tipo de resultado: Desplazamiento estático Desplazamientos1  
Escala de deformación: 41.8144



Fuente: Autores del proyecto

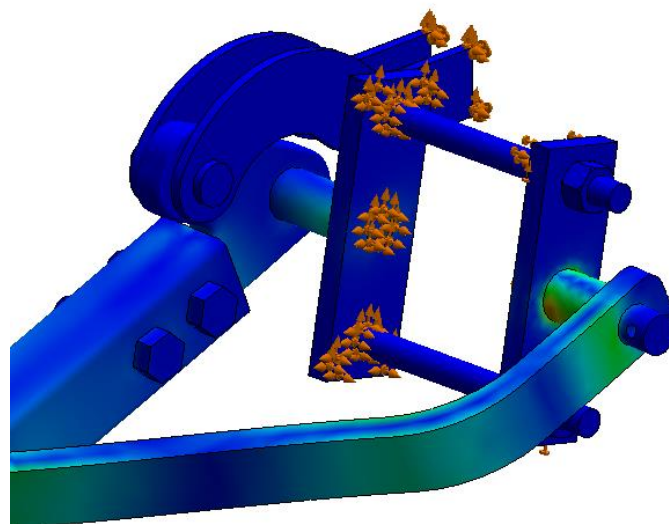
Figura 64. Factor de seguridad en los marcadores.



Fuente: Autores del proyecto

### 7.1.4 Sujeción

Figura 65. Distribución de fuerzas en la sujeción.



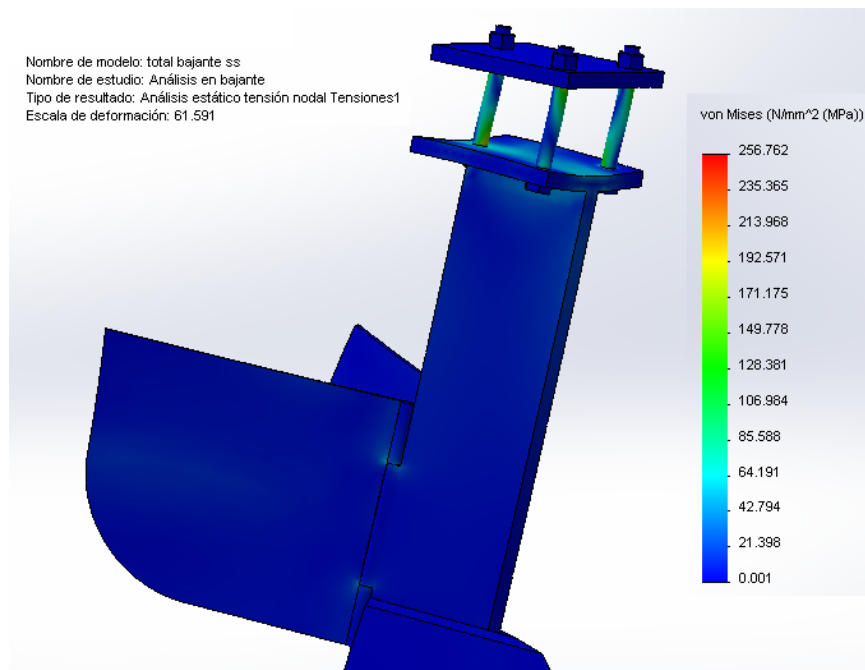
Fuente: Autores del proyecto.

## 7.2 ESTABILIDAD

Para su correcto funcionamiento eligieron tornillos con los que se fijan las bajantes al marco principal actúen como fusibles, de tal forma que si se presenta algún tipo de sobre carga que pueda perjudicar los bajantes u otro elemento de estas, los pernos sean los primeros en ceder al gran esfuerzo excesivo al que esté sometida la máquina, y así evitar que se puedan dañar partes vitales o de mayor costo en reparación.

Para un sobre esfuerzo de 350 kgf en cualquier bajante los pernos obtienen un factor de seguridad de 1

Figura 66. Análisis estático de tensión nodal



Fuente: Autores del proyecto.

## 8. CONCLUSIONES

- La construcción del sistema de marcación lateral cumple con la necesidad de total linealidad en los surcos, que tanto aqueja a los cultivadores de la región en estudio.
- Se logra una metodología de costos y procesos que refleja gran diferencia de las demás empresas que fabrican implementos en el país.
- La gran facilidad en el manejo de todo el mecanismo de la surcadora agrícola con sistema de marcación lateral hidráulico, permite el rápido entendimiento de cualquier operario en el óptimo uso de esta.
- Aunque existen recursos y empresas dedicados a la investigación sobre las buenas prácticas de cultivos, aun así hay mucha problemática que se deja de abordar y los últimos meses es notoria la poca prioridad que se da en temas de trasfondo agrícola.
- De acuerdo al análisis de Tensión nodal y factor de seguridad hecho en SolidWorks, tomando como datos de entrada los valores de fuerza que nos arrojó el dinamómetro, se puede ver que para este tipo de material, se cumple con las condiciones de seguridad necesarias para su buena labor, puesto que estos factores mantienen su valor aceptable.
- La innovación de este proyecto, demuestra las grandes cualidades que nos da el hecho de usar herramientas CAE Y CAD, para el análisis de diseños estructurales en pro de un beneficio común, pues son muchas las personas y sectores beneficiados con planes como este.
- Con el desarrollo de este proyecto, se puede observar que se cumplió satisfactoriamente con los objetivos propuestos, y se deja sobre la mesa, la

posibilidad de más trabajos de grado envueltos alrededor de quizá la mayor riqueza que tiene el país, como lo son sus suelos.

- Aunque algo difícil, pasar a aplicar los temas teóricos vistos en las clases, no solo ofrece una satisfacción por el deber cumplido, sino que nos da una perspectiva del mundo laboral al que nos vamos a enfrentar una vez salgamos a efectuar en la industria lo visto académicamente en los sitios de formación profesional.
- La recopilación de información y éxito de cualquier proyecto que se desee llevar a cabo, es fruto la actitud inicial propia, del trabajo en equipo y del apoyo prestado por quienes conocen los temas previamente, como es el caso de esta tesis de grado.

## 9. RECOMENDACIONES

- En toda máquina o mecanismo existente, siempre es recomendable leer con anterioridad el manual de uso para evitar posibles daños para el aparato pero principalmente, para la seguridad de las personas alrededor de estos.
- Teniendo en cuenta que la zona de estudio de la máquina fue especificada y resaltada en todo el documento, antes de usar dicha surcadora se debe estudiar previamente el terreno donde va estar operando, pues no es posible confiar en el factor de seguridad informado, si las condiciones para surcar están totalmente diferentes a las que aquí se especifican o el área se caracterice por su complejidad al arado.
- Tener en cuenta que las dimensiones del surco de esta máquina, se especifican y son definidas para ciertos cultivos, pues la longitud del canal varía según el producto, los cuales pueden tomar distancias muy diferentes a las aceptables por esta máquina.
- Cumplir con los requerimientos necesarios para surcar un terreno, pues se deja en claro que antes de surcar cualquier zona de cultivo, previamente se debe preparar al suelo.

## BIBLIOGRAFIA

COMPAÑÍA GENERAL DE ACEROS. Propiedades mecánicas de los materiales. Edición 2010. Maipú Santiago. [Online], [citado 2014-02-25] disponible en: <<http://www.cga.com.co>>.

GROOVER, Mikell P. Fundamentos de manufactura moderna: Materiales, procesos y sistemas. México: McGraw Hill, 2007. p. 542-794.

MOTT, Robert. Diseño de elementos de máquinas. Cuarta edición. México: Pearson Educación, 2006. p. 530-564.

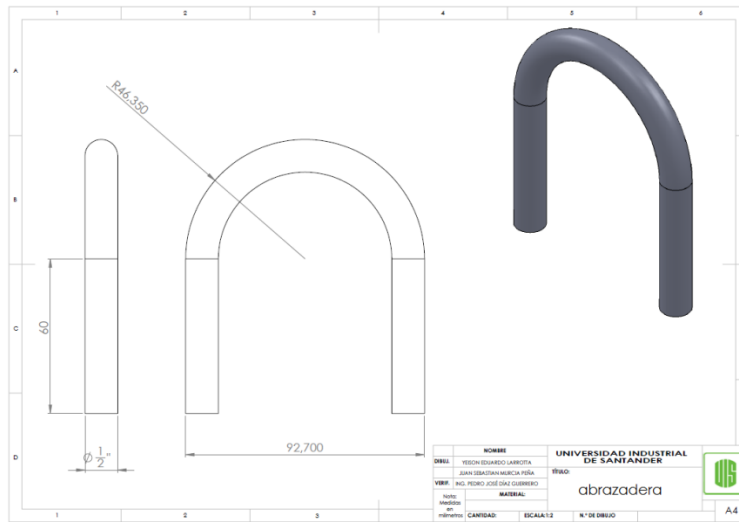
NTN, Catalogo de Rodamiento de bolas y de Rodillos. 2004.

RODRIGUEZ Pedro Claudio. Manual de soldadura. 1 ed.

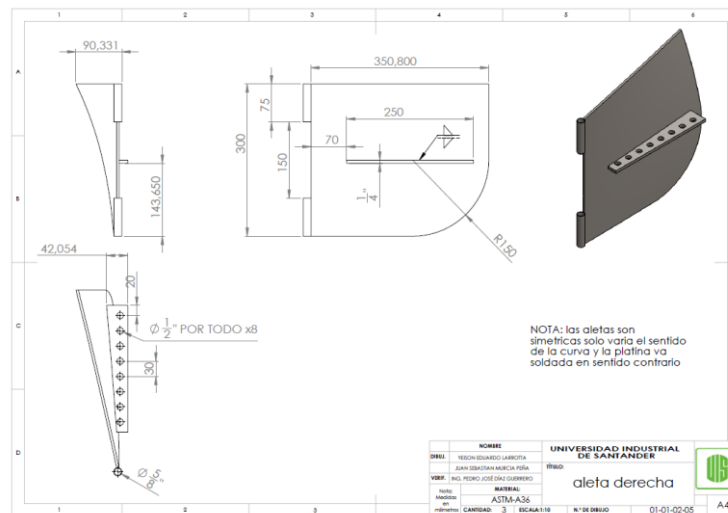
# ANEXOS

## Anexo A. Planos de piezas y ensambles

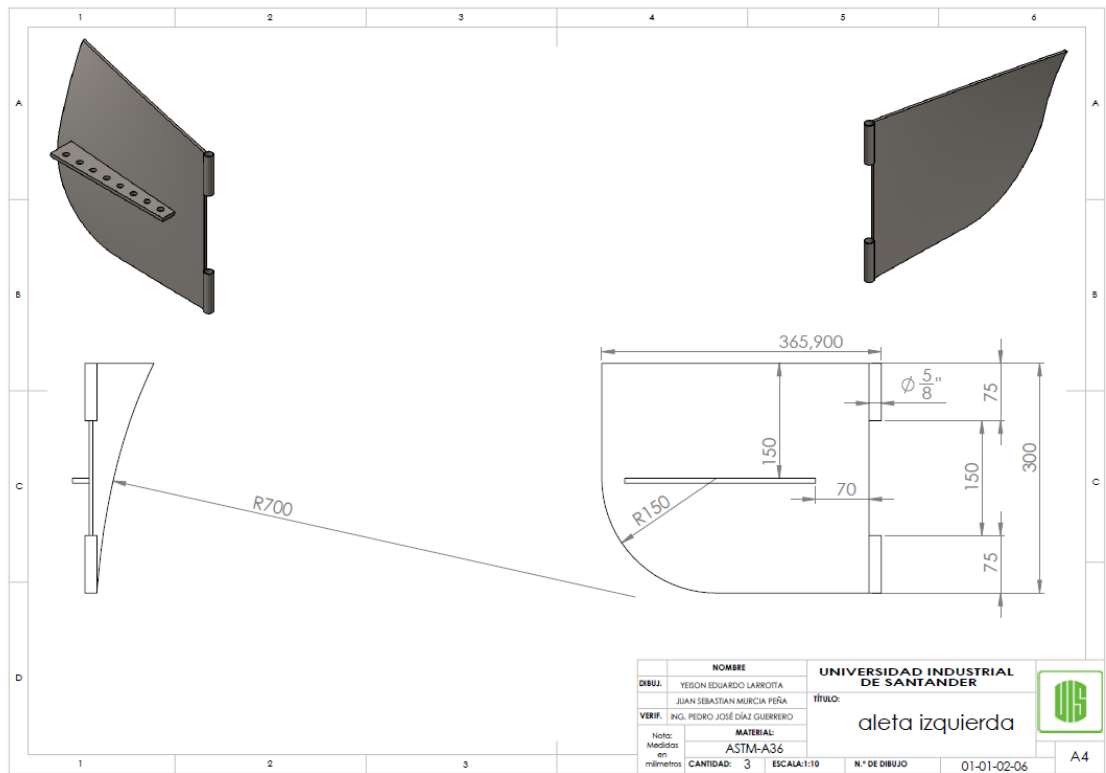
### PIEZAS SURCADORA



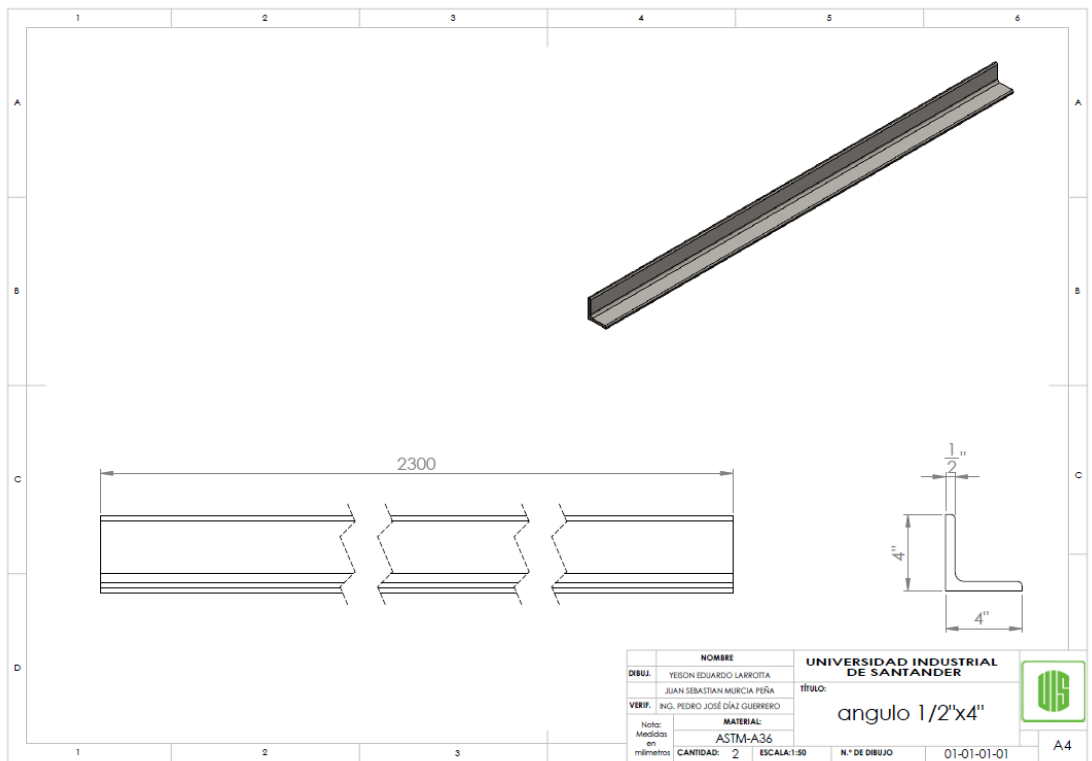
### ABRAZADERA



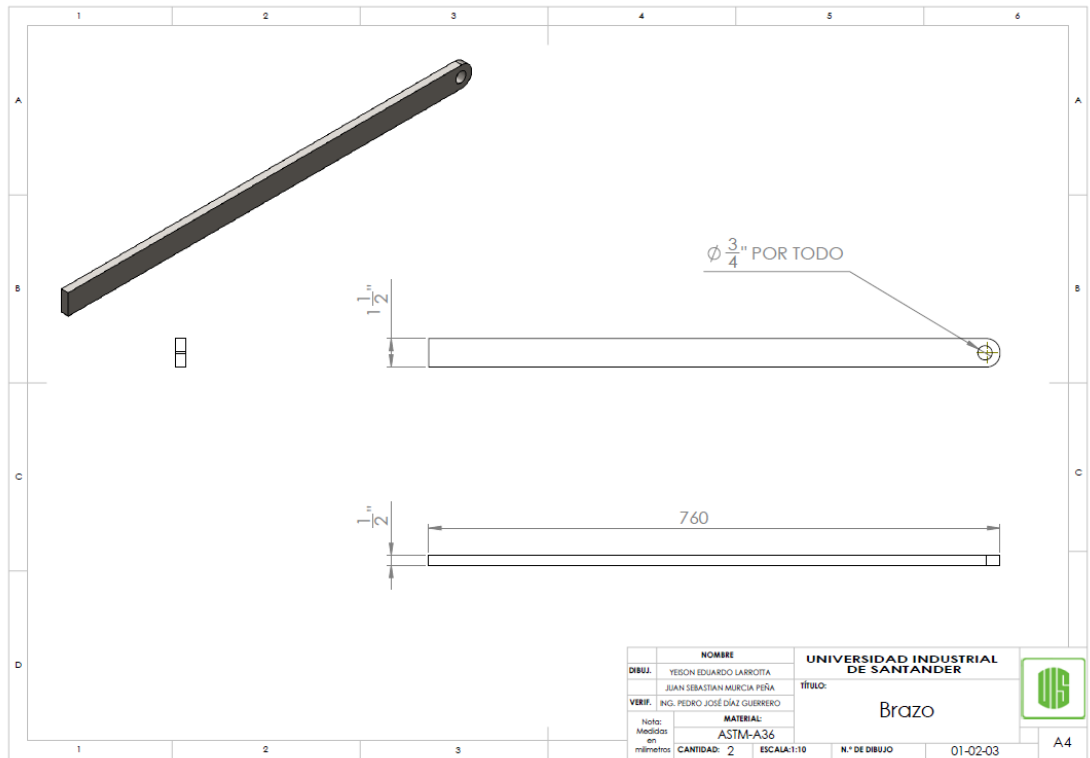
### ALETA DERECHA



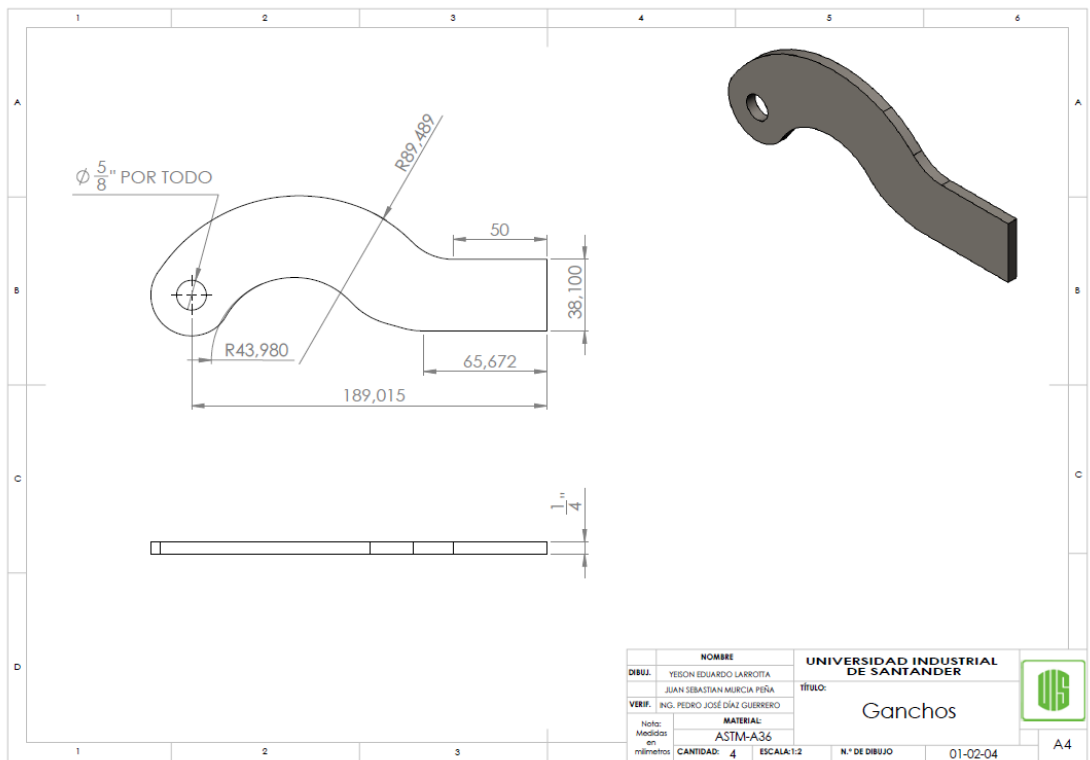
ALETA IZQUIERDA



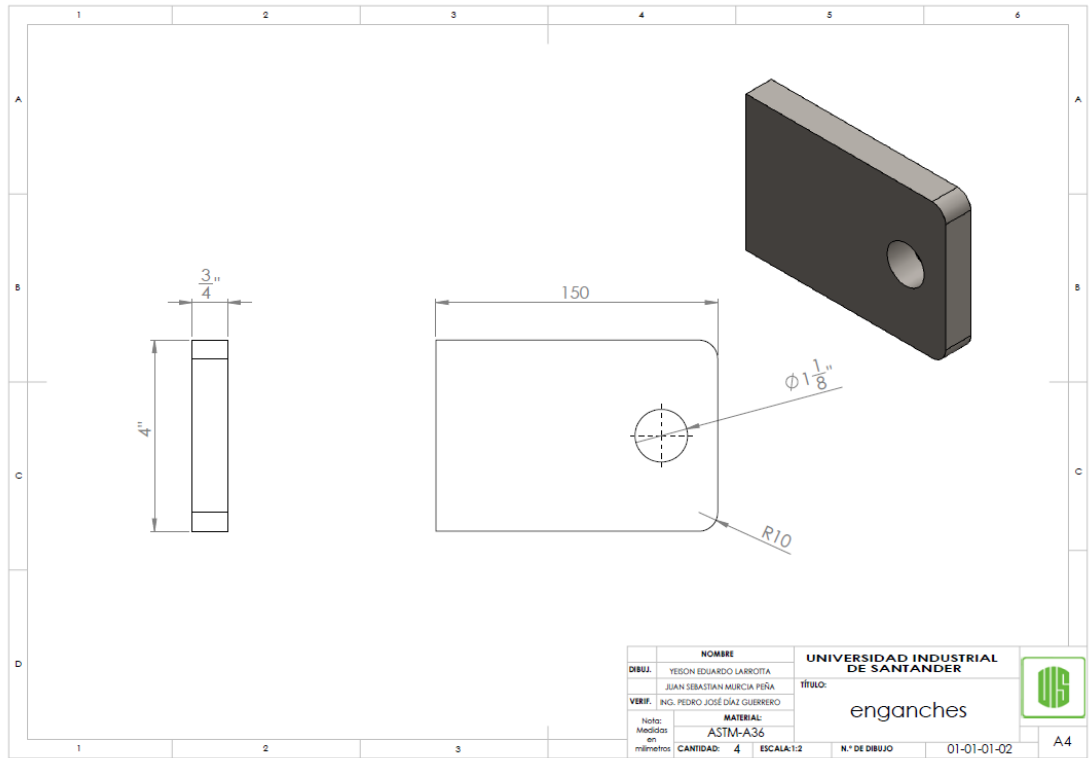
ÁNGULO



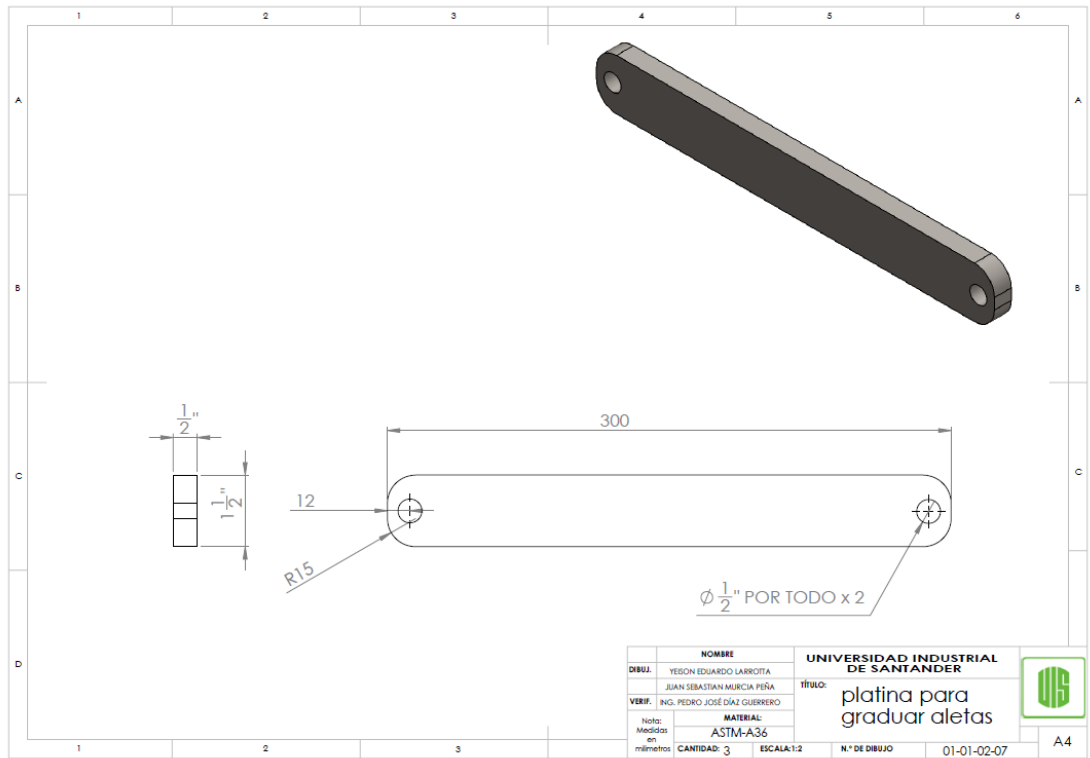
BRAZO LATERAL (EJE)



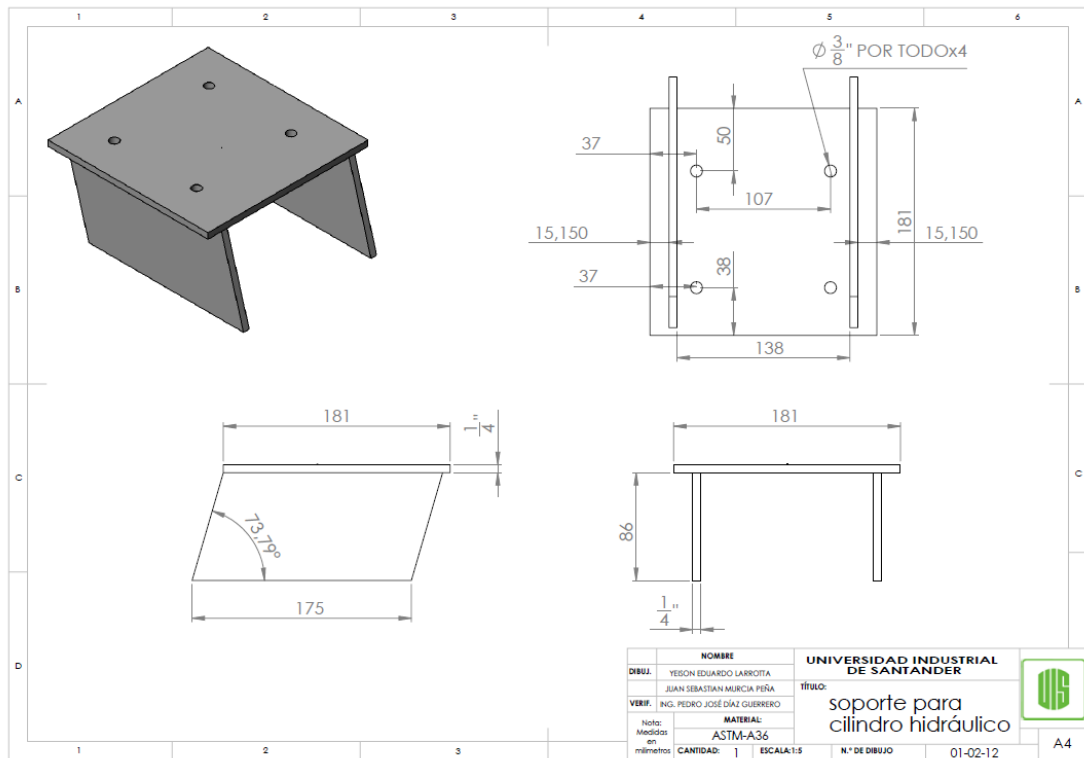
BRAZO LATERAL (GANCHO)



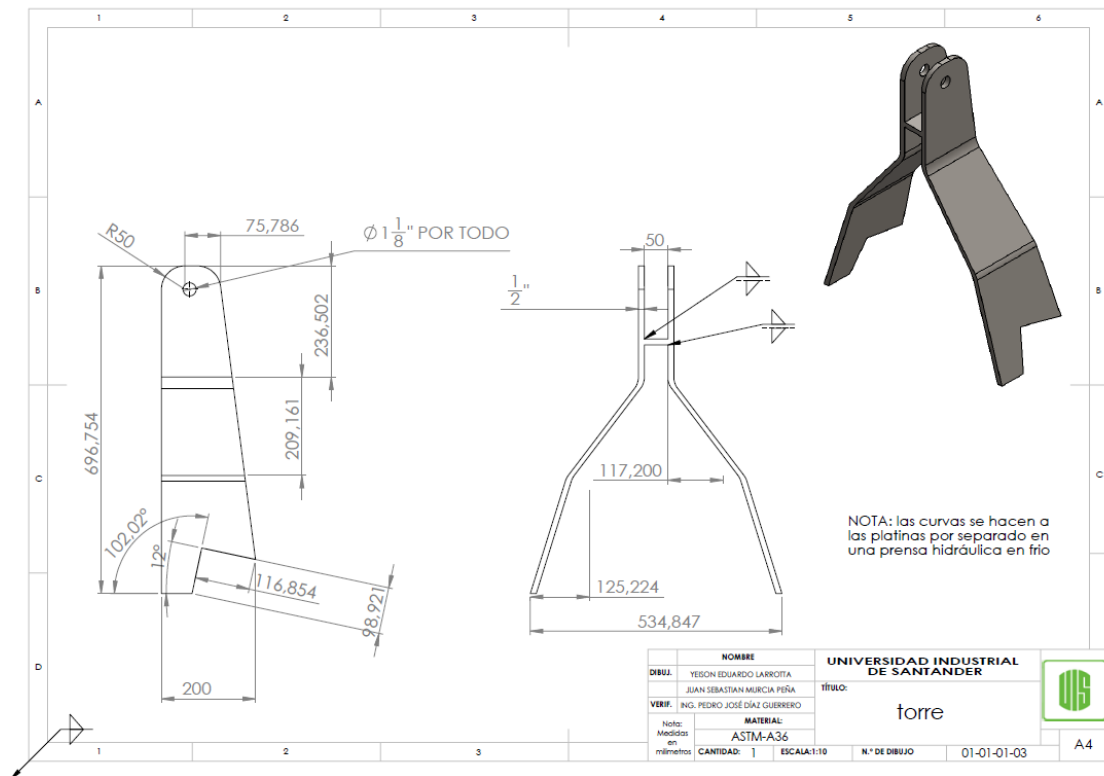
ENGANCHES



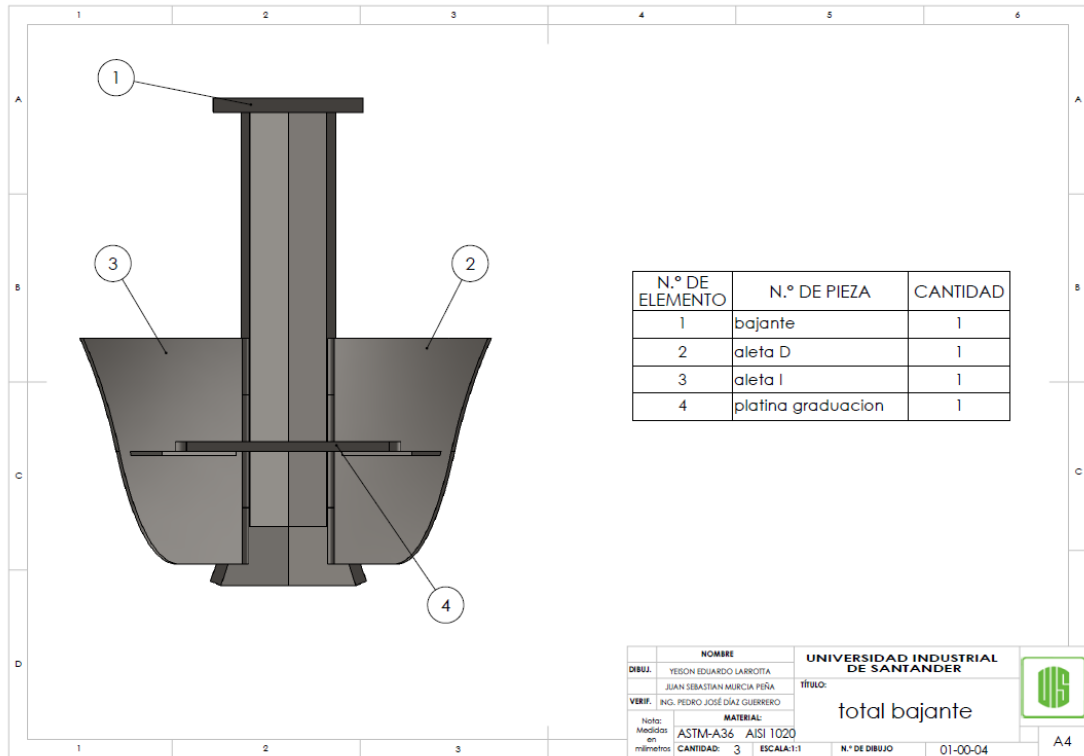
PLATINA DE GRADUACION DE ALETAS



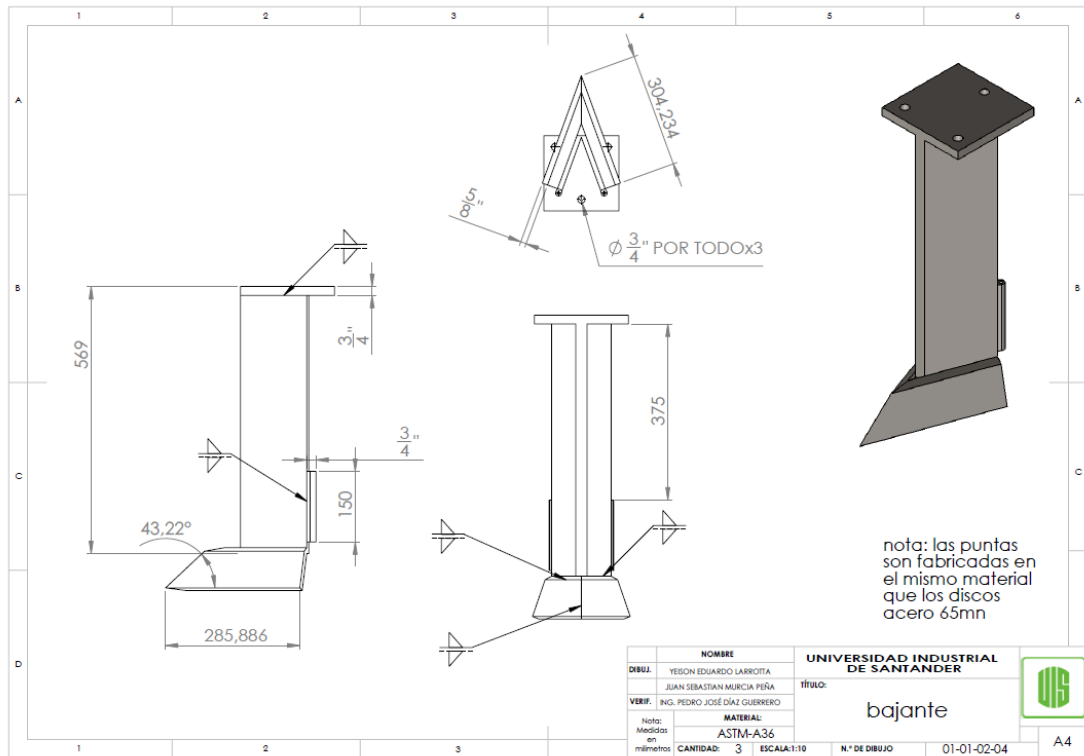
SOPORTE CILINDRO HIDRÁULICO



TORRE

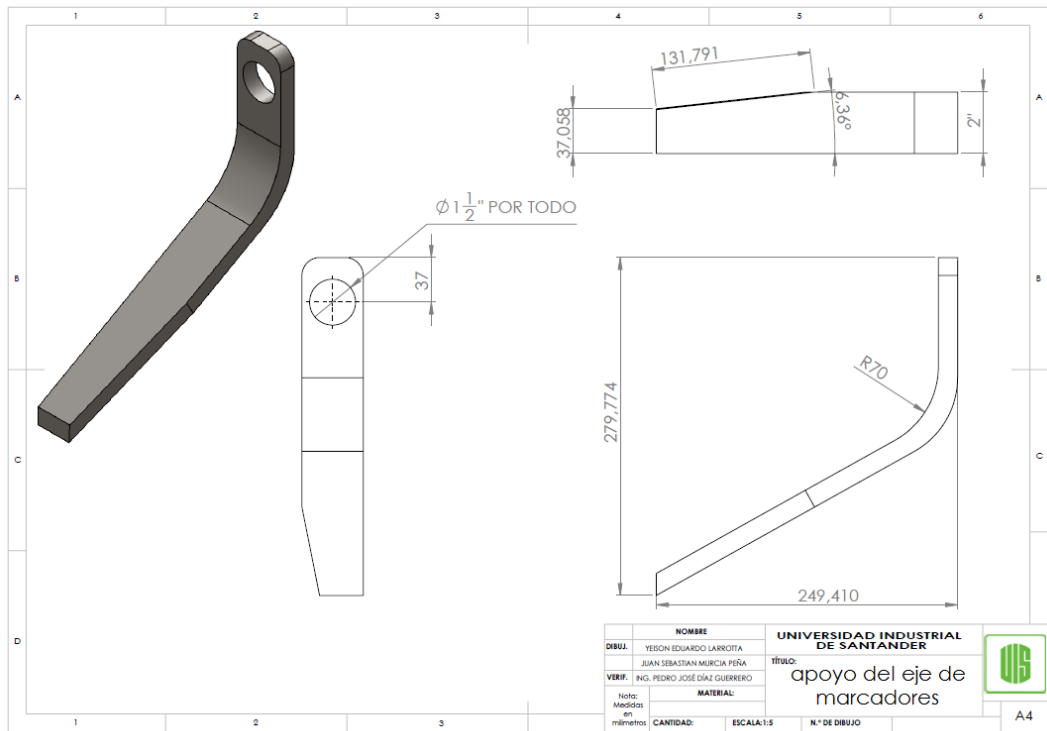


BAJANTE

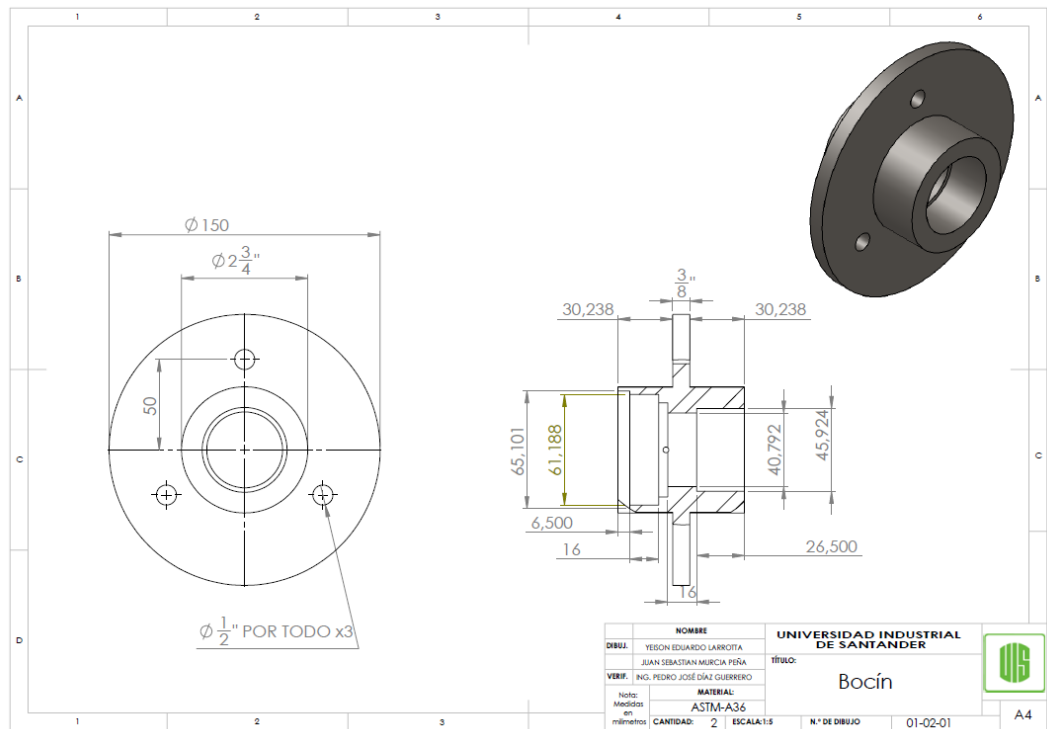


BAJANTE

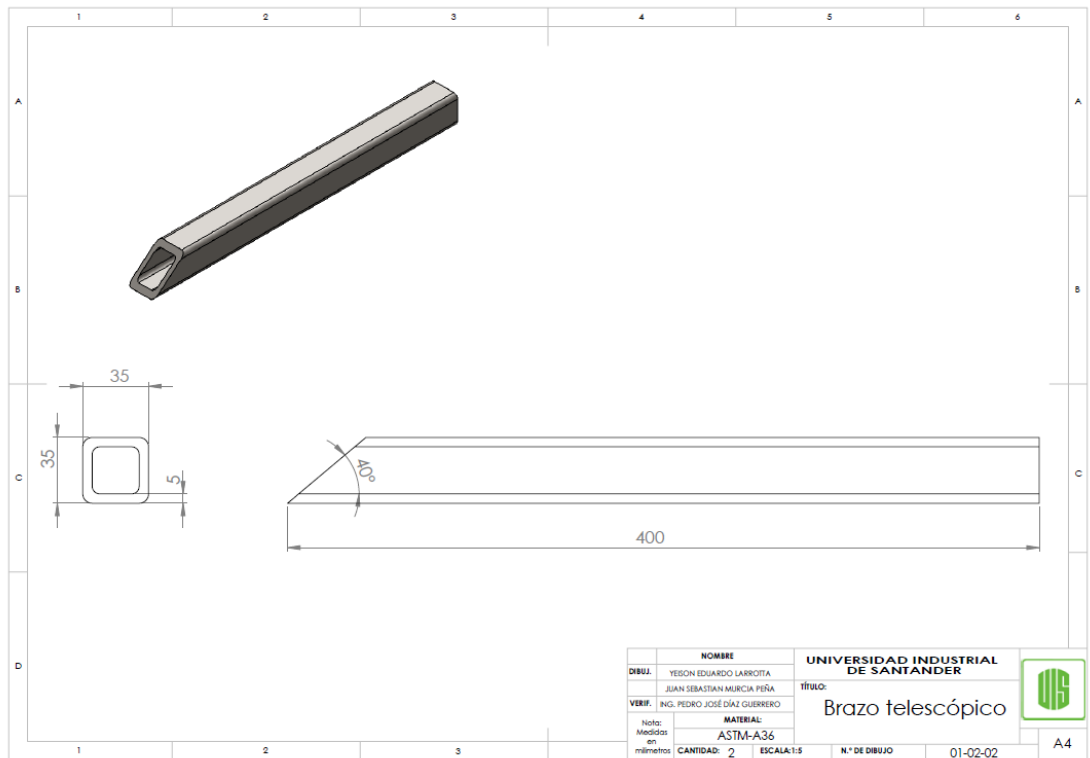
## PIEZAS SISTEMA DE MARCACIÓN HIDRÁULICA



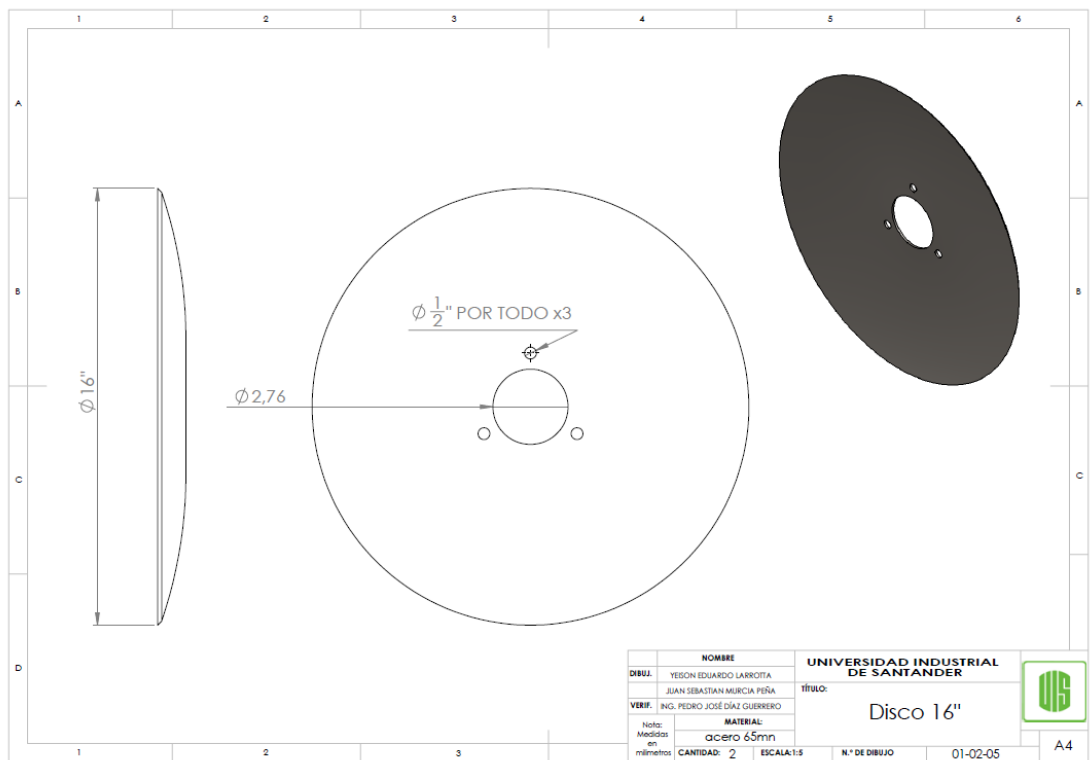
## APOYO DEL EJE DE MARCADORES



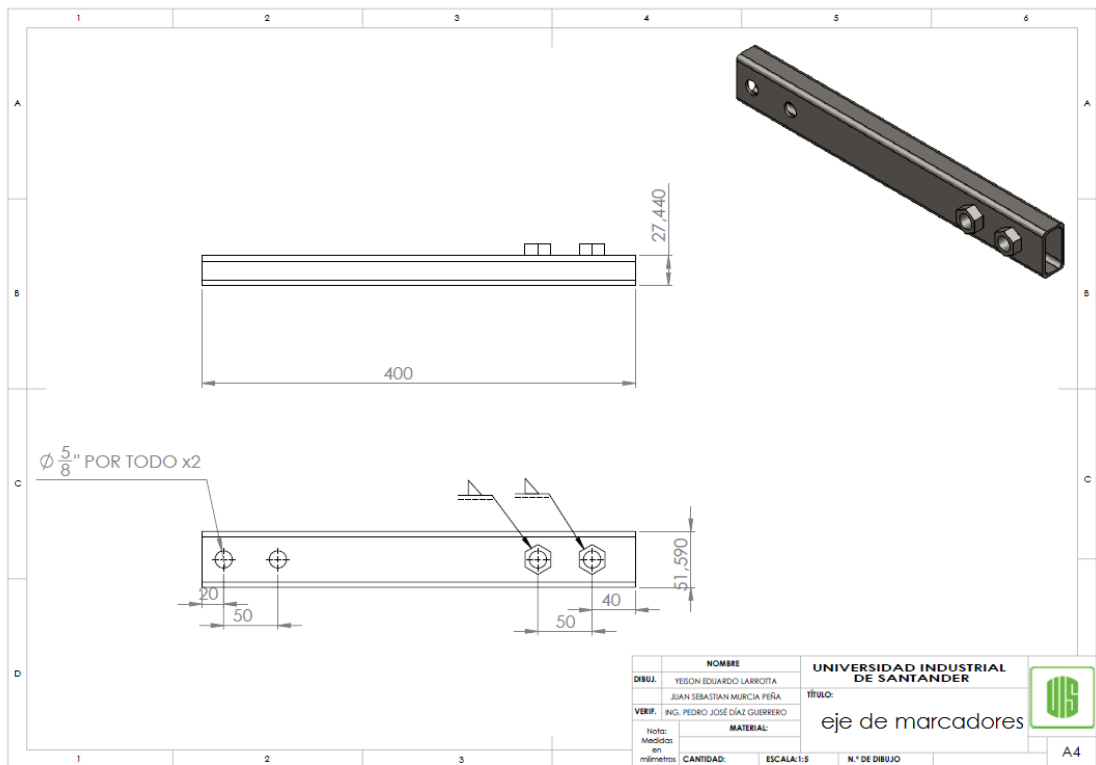
## BOCIN



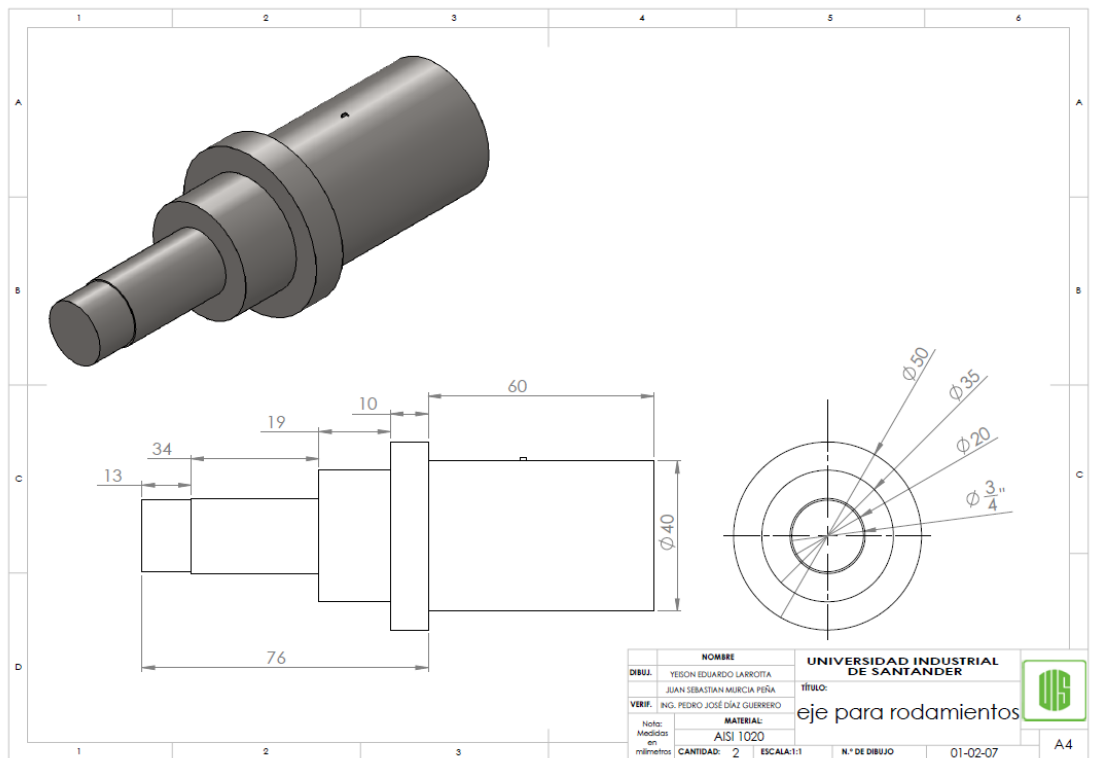
BRAZO TELESCÓPICO



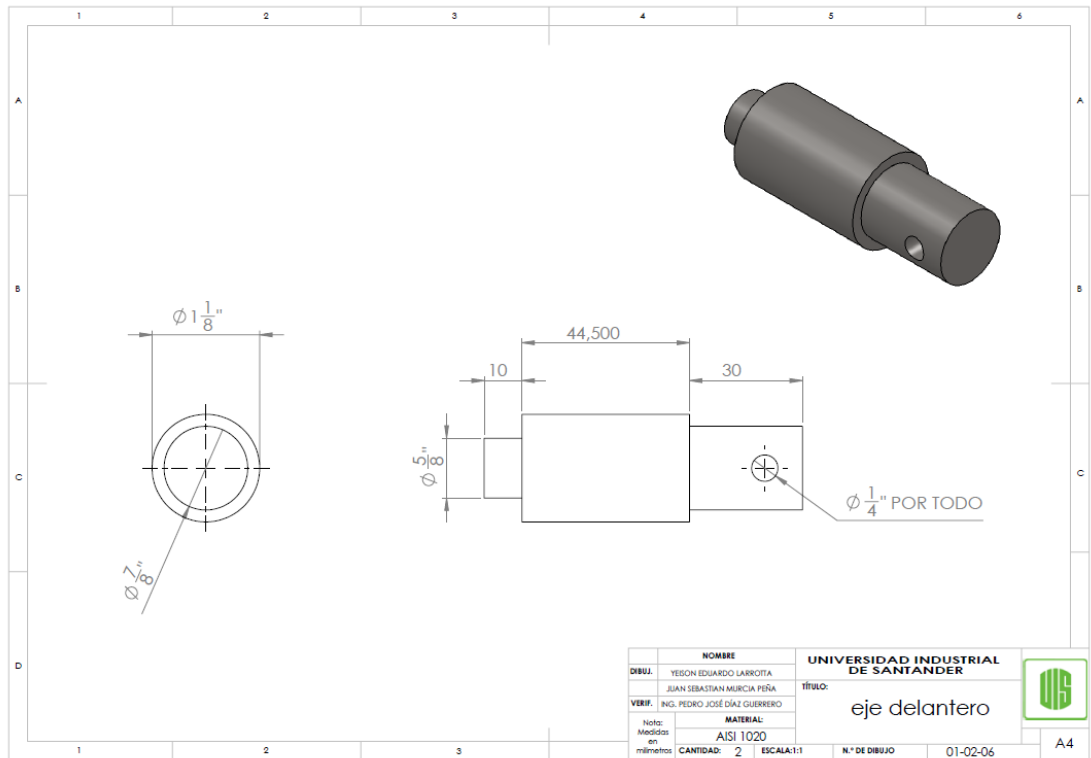
DISCO



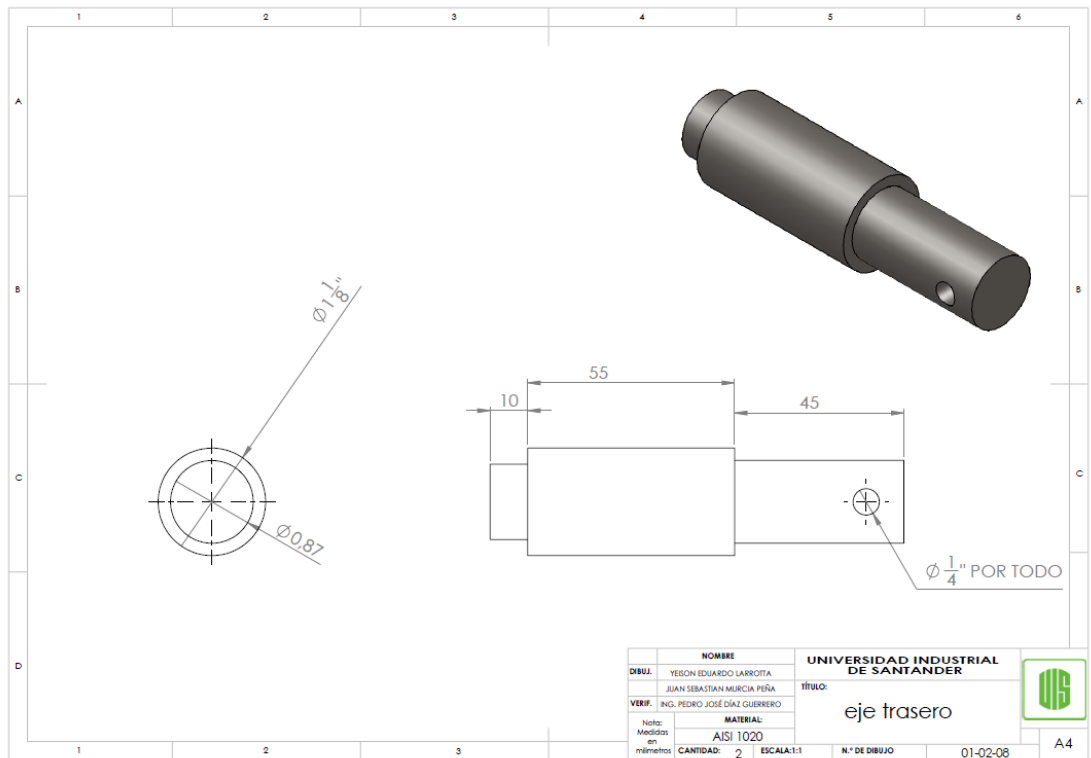
EJE DE MARCADORES



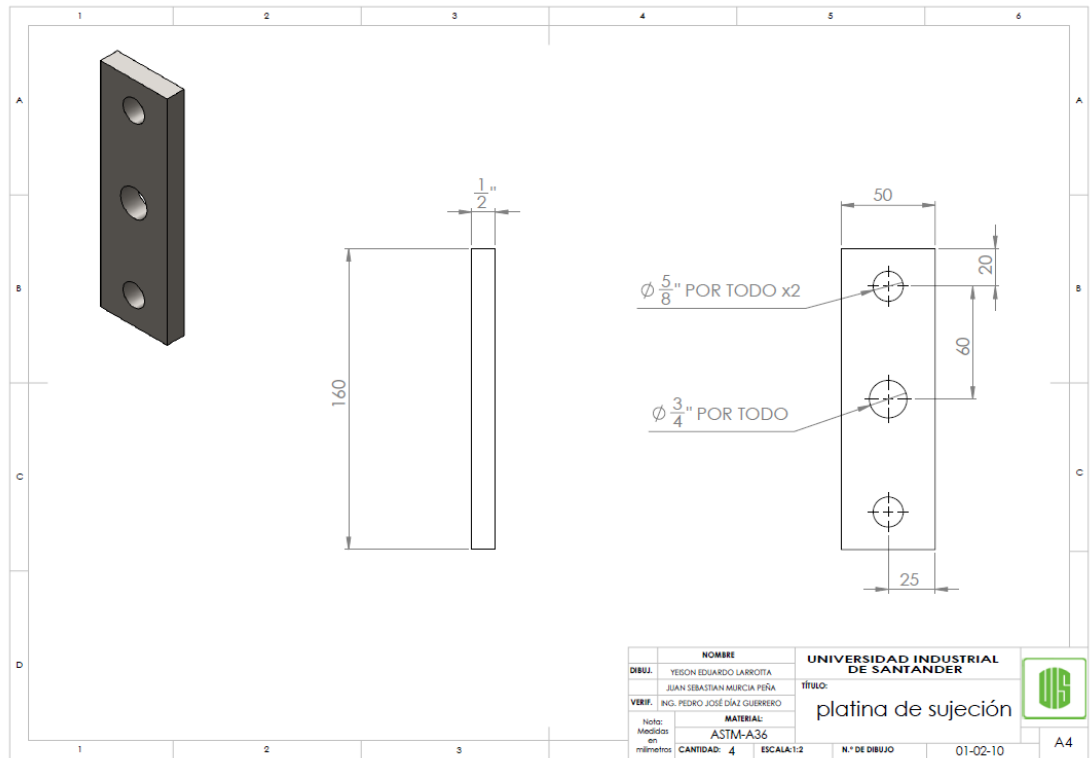
EJE DE RODAMIENTOS



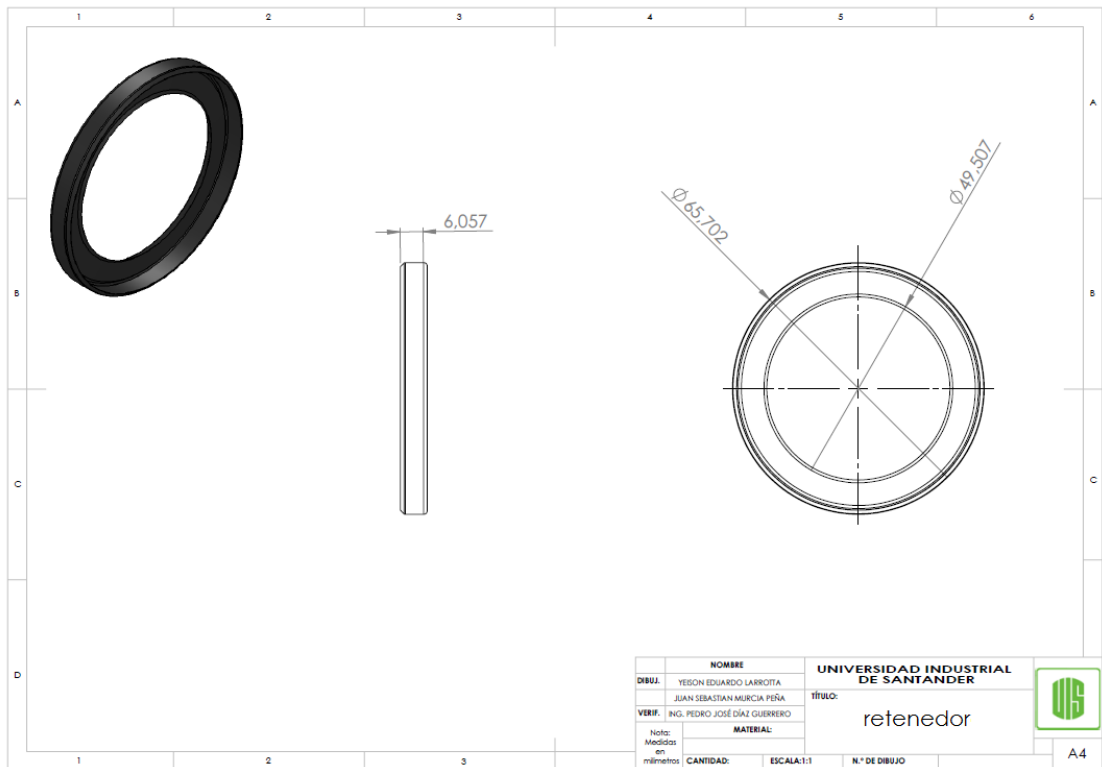
EJE DELANTERO



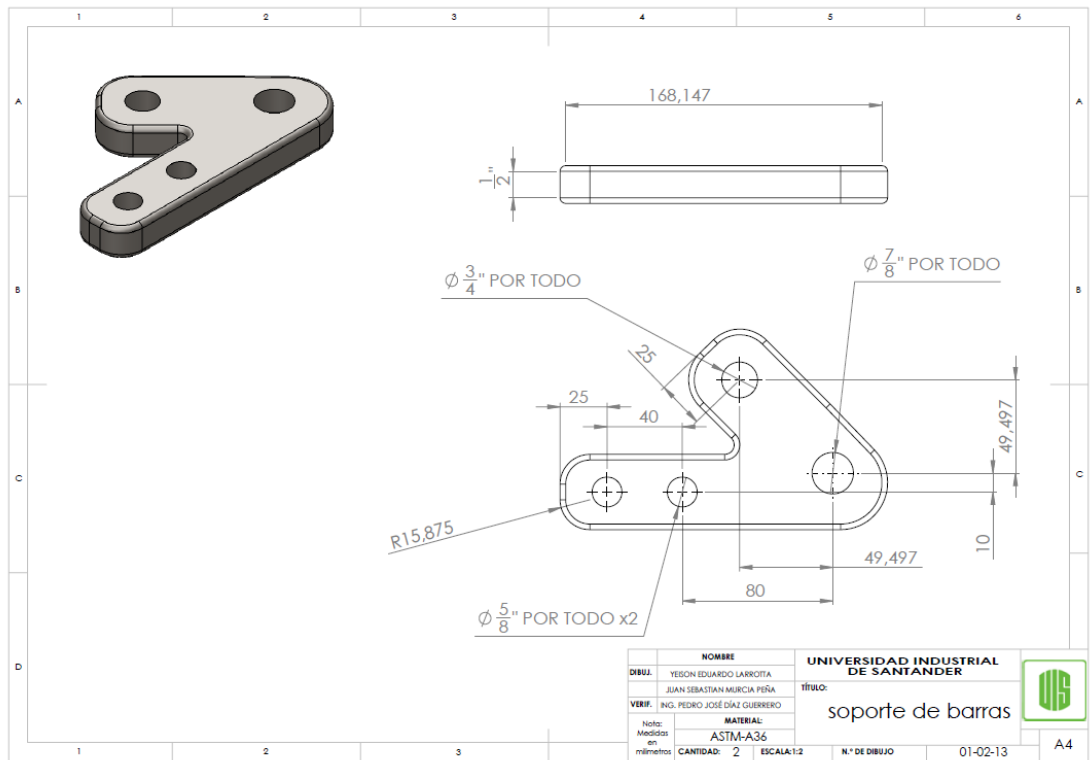
EJE TRASERO



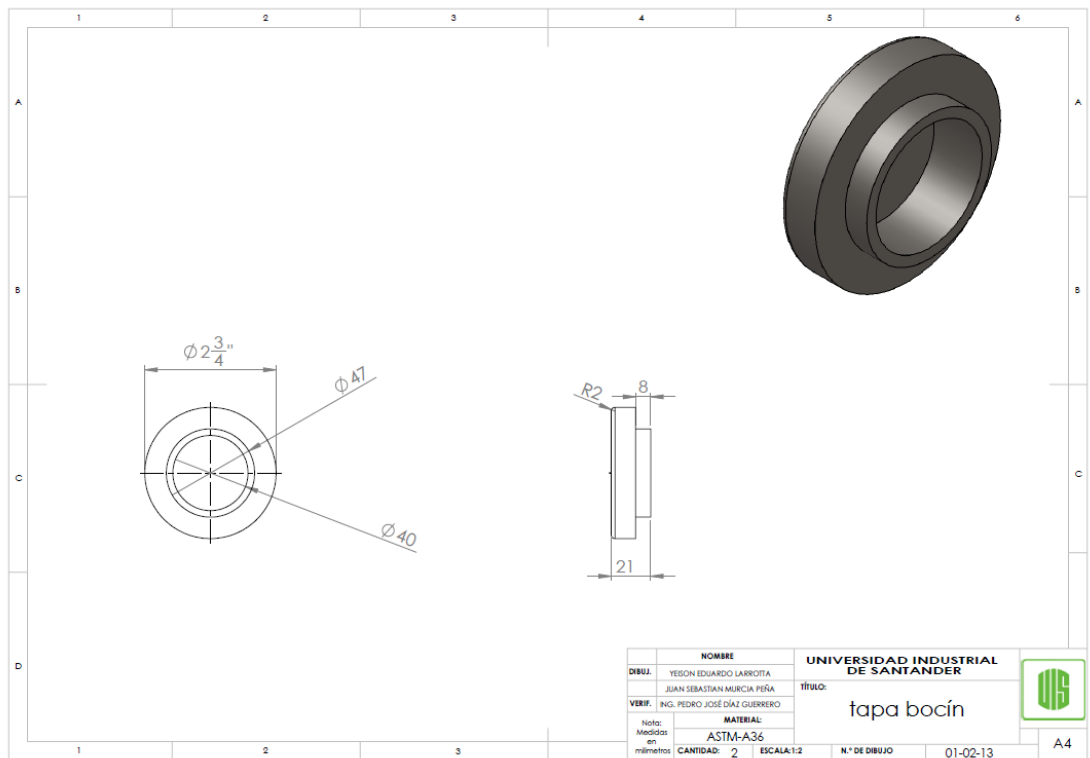
PLATINA DE SUJECION



RETENEDOR

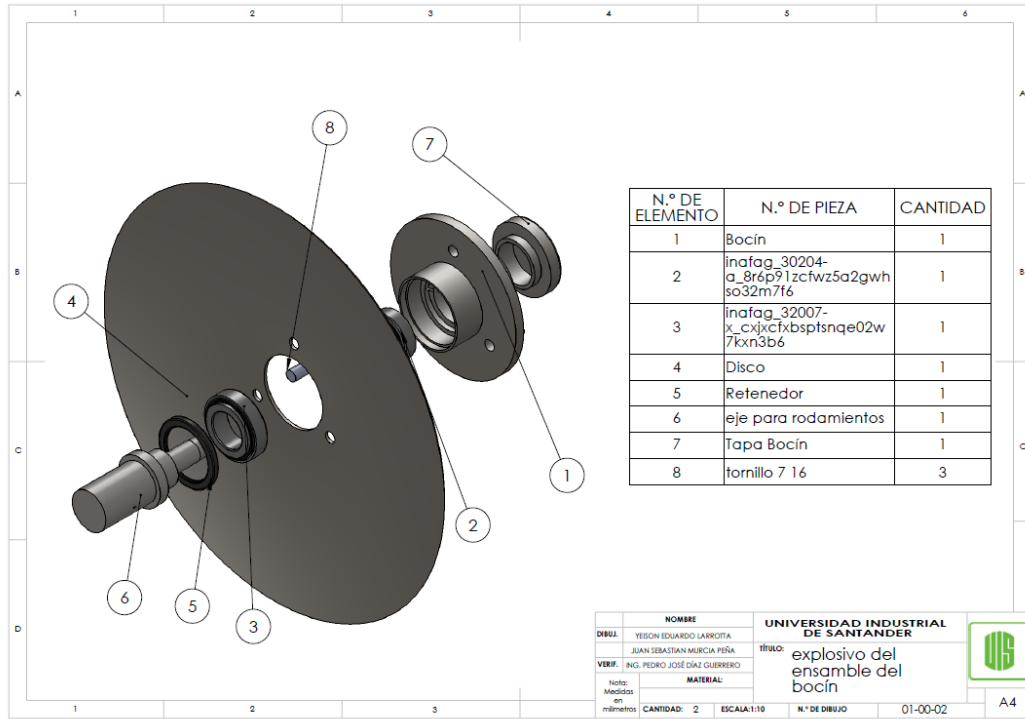


SOPORTE DE BARRAS DE LOS MARCADORES

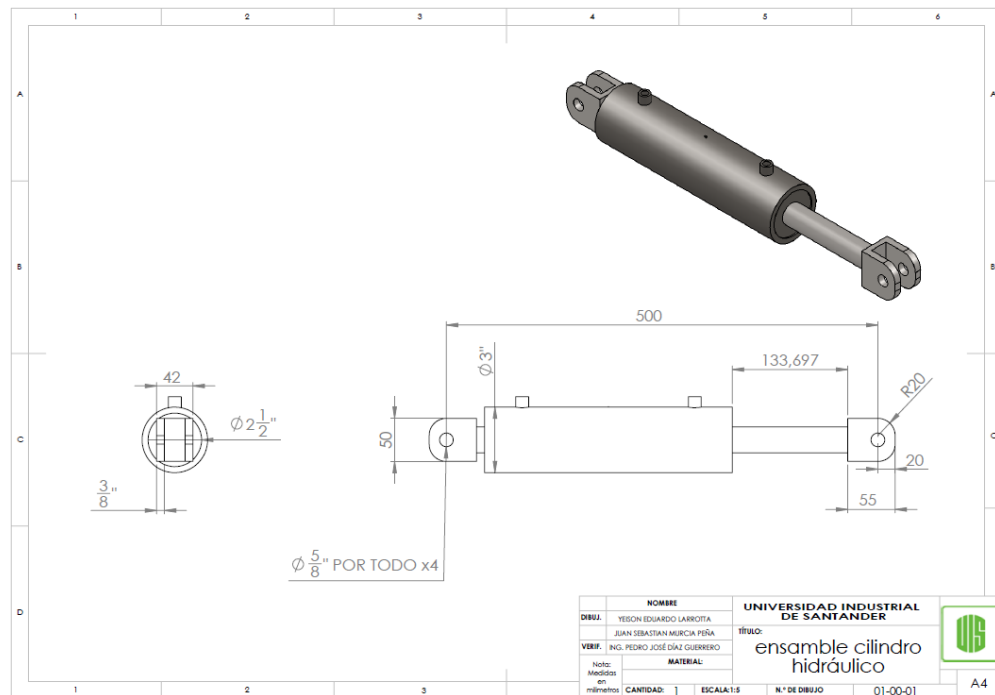


TAPA BOCIN

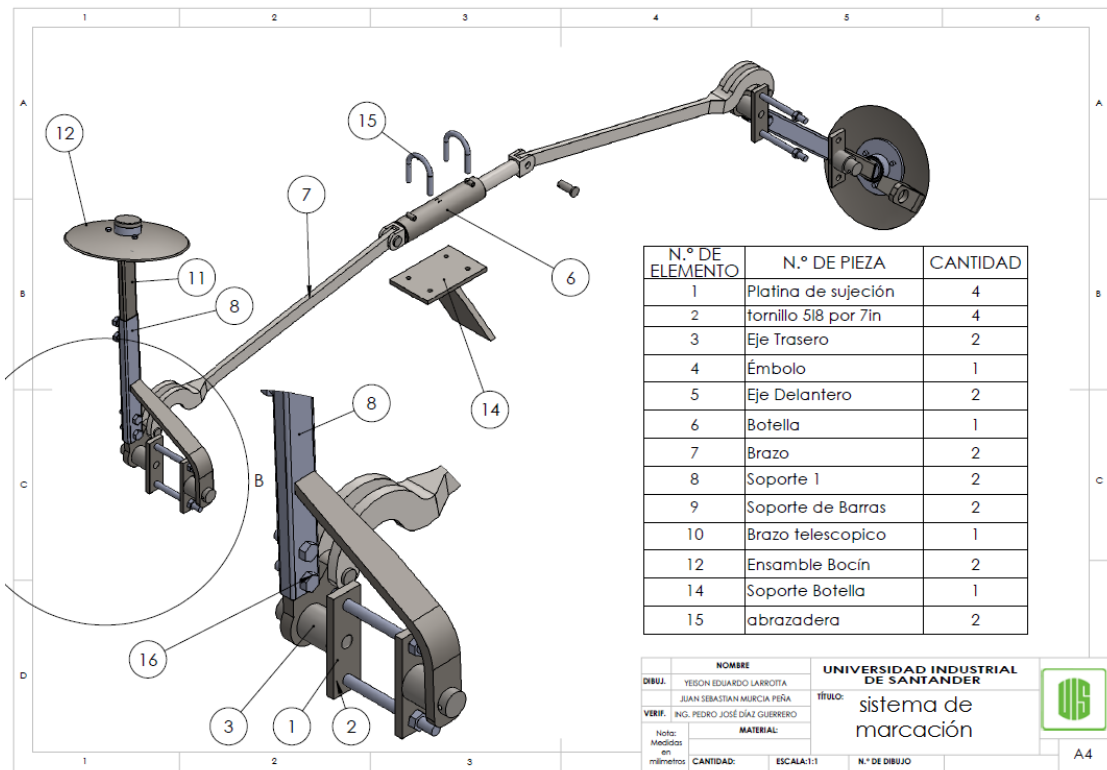
## ENSAMBLES



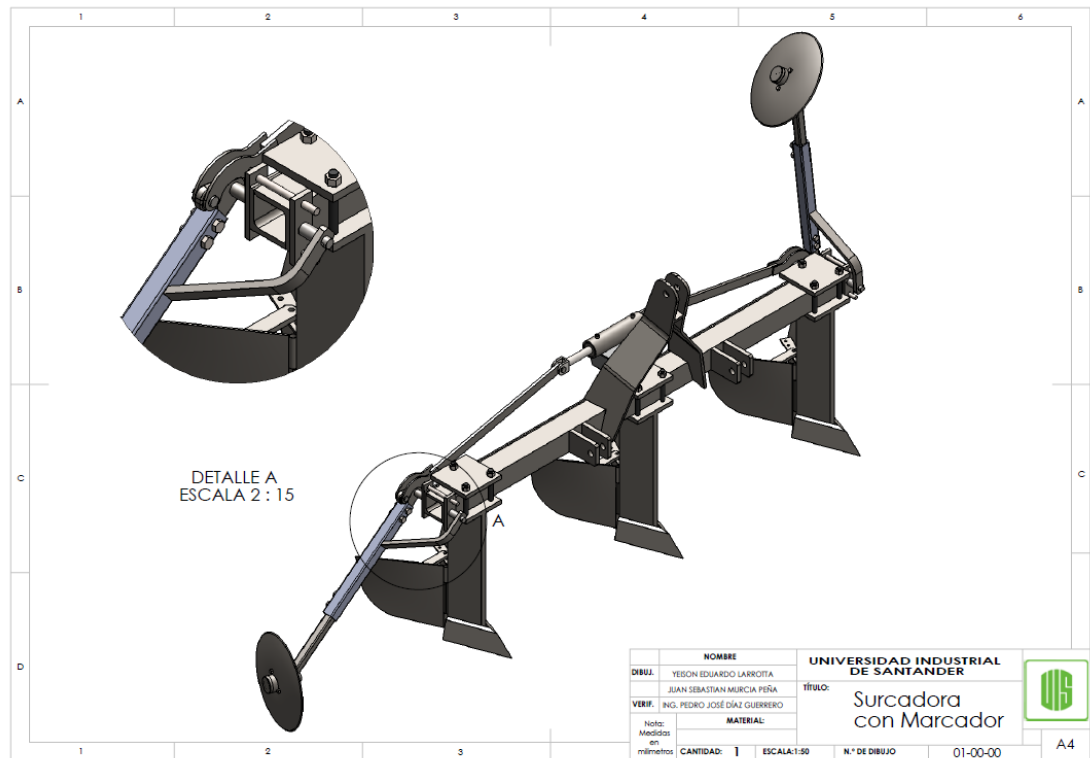
## ENSAMBLE DEL BOCIN



## ENSAMBLE CILINDRO HIDRÁULICO



SISTEMA DE MARCACIÓN



SURCADORA CON SISTEMA DE MARCACIÓN HIDRÁULICA

## Anexo B. Máquinas y elementos de construcción

### Torno convencional.

Paralelo a las siguientes características:

- Distancia entre puntos: 1,5 m
- Husillo: 1,5 in
- Volteo: 250 mm

Muy útil en la fabricación de bocines, cachos y demás.

Torno convencional



Fuente: Autores del proyecto

### Equipo de oxicorte.

El proceso de corte oxiacetilénico crea una reacción química del Oxígeno con el metal base a temperaturas elevadas para cortar el metal. La temperatura necesaria es mantenida por una llama de la combustión de un gas combustible seleccionado como el propano mezclado con Oxígeno puro.

Estos sistemas pueden cortar fácilmente materiales ferrosos de más de 200 mm (8 pulgadas) y es una de las herramientas preferidas para el corte manual de acero de gran espesor (más de 38 milímetros o 1 ½")

Este equipo es de gran utilidad para cortar platinas, y otros perfiles de diferentes calibres y dar formas deseadas para el diseño que exige una variedades de curvas.

Equipo oxiacetilénico.



Fuente: Autores del proyecto

### **Prensa hidráulica.**

Esta prensa hidráulica usada para doblar las aletas de las rejjas, la torre de la surcadora, soportes de las barras para el marcador. De una gran utilidad que facilita el dobles, reduce tiempo y esfuerzo humano.

Prensa hidráulica 80 Ton.



Fuente: Autores del proyecto

### **Segueta eléctrica.**

Es una máquina-herramienta con una segueta con movimientos horizontales de corte rápido y limpio. Es una herramienta de funcionamiento similar a la segueta manual pero de funcionamiento eléctrico. Donde la pieza a cortar permanece fija, lo que supone un menor esfuerzo y una mayor precisión en el corte

Segueta Eléctrica.



Fuente: Autores del proyecto

### **Compresor.**

Un compresor es una máquina de fluido que está construida para aumentar la presión y desplazar cierto tipo de fluidos llamados compresibles para este caso aire que luego serán almacenados en un tanque. Esto se realiza a través de un intercambio de energía entre la máquina y el fluido en el cual el trabajo ejercido por el compresor es transferido a la sustancia que pasa por él convirtiéndose en energía de flujo, aumentando su presión y energía cinética impulsándola a fluir.

## Compresor



Fuente: Autores del proyecto

## Taladro de árbol 1

Este taladro de gran utilidad debida a su baja velocidad y alto torque, sirve para perforaciones de gran diámetro debido a su mandril con capacidad de brocas de menores dimensiones que el siguiente.

## Taladro de árbol 1



Fuente: Autores del proyecto

## Taladro de árbol 2

Este taladro de mayor velocidad que el primero y su funcionalidad es de iniciar el agujero, ya que su mandril es más pequeño, gira más rápido, facilitando las labores de iniciación de perforación o agujeros de poco diámetro.

## Taladro de árbol 2



Fuente: Autores del proyecto

### **Esmeril de banco.**

Su utilidad en este proyecto fue para afilar brocas, tungstenos y buriles. Además para eliminar algún tipo de rebaba que pudiera ser generado por el corte oxiacetilénico, finalizado de los huecos hechos con brocas o simplemente dar un mejor terminado sobre las piezas con imperfectos.

Esmeril de banco.



Fuente: Autores del proyecto

### **Taladro de mano.**

Es utilizado para hacer los agujeros de los pasadores por donde luego serán pinnados para una mayor seguridad o para limitar algunos movimientos.

Taladro de mano.



Fuente: <http://www.arqhys.com/>

## **Pulidora.**

Este tipo de herramienta manual es usado para eliminar gran parte del imperfecto que pudiera generar el corte con equipo oxiacetileno, algunas soldaduras sobresalientes o como elemento para preparar el material antes de soldarse.

Pulidora



Fuente: <http://www.equinorte.net/>

## **Equipo para soldar de corriente continua**

Se clasifican en dos tipos básicos: los generadores y los rectificadores. En los generadores, la corriente se produce por la rotación de una armadura (inducido) dentro de un campo eléctrico. Esta corriente alterna trifásica inducida es captada por escobillas de carbón, rectificándola y convirtiéndola en corriente Continua. Para nuestro caso contamos con un equipo rectificador que son equipos que poseen un transformador y un puente rectificador de corriente a su salida.

La mayoría de uniones no móviles se usó este tipo de unión soldada entre metales ya que es fácil de usar, no requiere tanto trabajo, reduce el tiempo y

resiste hasta 70000 psi min a tensión, según el material de aporte como veremos a continuación:

Para nuestro caso usaremos electrodos E7018 y E6013 lo que significa

- La letra E antepuesta a las cuatro o cinco cifras identifica a los electrodos aptos para soldadura por arco.
- Los primeros dos números de los cuatro o los tres números de los cinco indican la resistencia mínima a la tracción.

E60XX 60.000 psi mínimo.

E70XX 70.000 psi mínimo.

- El próximo dígito indica las posiciones posibles de soldadura.

EXX1X Todas las posiciones.

EXX2X Plana y horizontal solamente.

- La letra con un número final (por ejemplo EXXXX-A1) indica la aleación aproximada del metal depositado por soldadura.

A1	0,5% Mo
B1	0,5% Cr; 0,5% Mo
B2	1,25% Cr; 0,5% Mo
B3	2,25% Cr; 1% Mo
B4	2% Cr; 0,5% Mo
B5	0,5% Cr; 1% Mo
C1	2,5% Ni
C2	3,25 Ni
C3	1% Ni; 0,35% Mo; 0,15% Cr
D1 y D2	0,25-0,45% Mo; 1,75% Mn
G	0,5% ñ Ni; 0,3% ñ Cr; 0,2% ñ Mo; 0,1% ñ V; 1% ñ Mn

(Sólo un elemento de la lista)

- La diferencia en la nomenclatura responde a distintos tipos de unidades entre las normas AWS y CSA.

Tabla especificaciones de cobertura

Especificaciones AWS A5.1-69		
Código	Corriente	Cobertura
EXX10	CC (-)	solamente Orgánica
EXX11	CA ó CC (+)	Orgánica
EXX12	CA ó CC (-)	Rutílica
EXX13	CA ó CC (±)	Rutílica
EXX14	CA ó CC (±)	Rutilo-Hierro 30%
EXX15	CC (-)	solamente Bajo hidrógeno
EXX16	CA ó CC (+)	Bajo hidrógeno
EXX18	CA ó CC (+)	Bajo H2-Hierro 25%
EXX20	CA ó CC (±)	Alto óxido férrico
EXX24	CA ó CC (±)	Rutilo-Hierro 50%
EXX27	CA ó CC (±)	Mineral-Hierro 50%
EXX28	CA ó CC (+)	Bajo H2-Hierro 50%

Fuente: Autores del proyecto