



Universidad de Valladolid



**ESCUELA DE INGENIERÍAS
INDUSTRIALES**

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

ESCUELA DE INGENIERIAS INDUSTRIALES

**Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de
Producto**

Diseño de preparador delantero agrícola.

Autor:

Pérez Hernández, Rodrigo

Tutor(es):

**Mostaza Fernández, Roberto
Área de Ingeniería Mecánica**

Valladolid, Julio 2021.

RESUMEN

Este trabajo surge como una idea de disminución de labores para la preparación del suelo agrícola, consiguiendo así un ahorro de los gastos en las explotaciones agrarias. En primer lugar, se desarrollan los antecedentes sobre los que surge esta idea, para posteriormente tratar en este proyecto una idea de apero agrícola que recoja dos labores de manera simultánea.

Se comienza detallando los diferentes aperos que existen en el mercado y las funciones principales que realizan, para continuar con la elección de las características principales con las que debe contar el apero diseñado, y los diferentes componentes que se utilizarán en el mismo.

Una vez realizado el diseño del producto, se realizarán diferentes análisis tensionales para poder corroborar que el diseño planteado es óptimo para los trabajos a desarrollar.

El aprendizaje del manejo de los programas utilizados supone un valor añadido a la experiencia adquirida tras la realización del proyecto.

Palabras claves: Preparador delantero, suelo agrícola, apero de laboreo, cultivador, rodillo.

ABSTRACT

This work arises as an idea of reducing the work for the preparation of the agricultural soil, thus achieving a saving of expenses in the agricultural exploitations. First of all, the background on which this idea arises is developed, to later deal with the idea of an agricultural implement that simultaneously performs two tasks at the same time.

We begin by detailing the different implements that exist in the market and the main functions they perform, to continue with the choice of the main characteristics that the designed implement must have, and the different components that will be used in it.

Once the product design is completed, different stress analyses will be carried out in order to corroborate that the proposed design is optimal for the work to be carried out.

Learning how to use the programs used is an added value to the experience acquired after the project.

Key words: Front trainer, agricultural land, tillage implement, grower, roller.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	11
2. OBJETIVOS.....	12
2.1. Objetivos.....	12
2.2. Metodología.....	12
3. ESTADO DEL ARTE. TEORÍA.....	14
3.1. Historia del laboreo.....	14
3.2. Laboreo y propiedades del suelo agrícola.....	16
3.3. Acciones sobre el suelo.....	17
3.4. Tipos de aperos de laboreo.....	20
4. PRESENTACIÓN DEL PROYECTO.....	28
4.1. Funcionamiento de un preparador delantero.....	28
4.2. Aperos a los que sustituye.....	30
5. MÉTODO.....	32
5.1. Programa utilizado.....	32
6. PREPARADOR DELANTERO AGRÍCOLA.....	33
6.1. Bastidor.....	33
6.1.1. Definición.....	33
6.1.2. Materiales.....	33
6.1.3. Bastidor del rodillo.....	33
6.1.4. Bastidor del cultivador.....	33
6.1.5. Sistema de enganche.....	34
6.1.6. Plegado hidráulico.....	34
6.2. Rodillo.....	34
6.2.1. Definición.....	34
6.2.2. Tipos.....	34
6.2.3. Elección del tipo de rodillo.....	36
6.3. Cultivadores.....	36
6.3.1. Definición.....	36
6.3.2. Tipos.....	37
6.3.3. Elección del tipo de cultivadores.....	38
6.4. Elementos auxiliares.....	38

6.4.1.	Hidráulicos.....	38
6.4.2.	Rodamientos.	39
6.4.3.	Rejas.	39
6.4.4.	Tornillería y bulones.....	40
7.	DISEÑO.	41
7.1.	Presentación general.	41
7.2.	Despiece general.....	41
7.3.	Sistema de plegado.....	45
7.4.	Mecanismo de ajuste de cultivadores.	46
7.5.	Ensamblaje.	47
7.6.	Elemento terminado.....	62
8.	CÁLCULOS Y RESULTADOS.....	64
9.	ESTUDIO ECONÓMICO.	72
10.	CONCLUSIONES Y LÍNEAS FUTURAS.....	75
11.	BIBLIOGRAFÍA.....	76
	ANEXOS.....	78
1.	INTRODUCCIÓN A LOS CÁLCULOS.....	78
1.1	Cálculo de cargas.....	79
2.	NORMAS.	80
2.1.	Anexo IX del Reglamento General del Vehículo.....	80
2.2.	UNE 68027-92.....	81
3.	CARACTERÍSTICAS DE LOS ELEMENTOS COMERCIALES.....	83
3.1	Elementos de unión.	83
3.2	Elementos funcionales.	91
3.3	Elementos de trabajo.....	96
4.	CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES.....	97
5.	PLANOS.....	99

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Cultivo con azada.....	14
Ilustración 2. Cultivo con tiro de animales.....	15
Ilustración 3. Cultivo por vehículo a motor.....	16
Ilustración 4. Zonas del suelo.....	17
Ilustración 5. Resquebrajamiento sobre el suelo.....	17
Ilustración 6. Seccionamiento en el suelo.....	18
Ilustración 7. Seccionamiento sobre un terrón del suelo.....	18
Ilustración 8. Choque terrones del suelo.....	18
Ilustración 9. Aplastamiento sobre el suelo.....	19
Ilustración 10. Fricción de terrones del suelo.....	19
Ilustración 11. Separación del terreno.....	19
Ilustración 12. Volteo del suelo.....	20
Ilustración 13. Subsolador.....	21
Ilustración 14. Chisel.....	21
Ilustración 15. Brazo de chisel con reja.....	22
Ilustración 16. Arado de vertederas.....	22
Ilustración 17. Inversión del suelo con arado de vertedera.....	23
Ilustración 18. Arado de disco.....	23
Ilustración 19. Inversión del suelo con arado de disco.....	23
Ilustración 20. Rotocultivador.....	24
Ilustración 21. Funcionamiento del rotocultivador sobre el suelo.....	24
Ilustración 22. Grada de discos.....	25
Ilustración 23. Cultivador de brazos.....	25
Ilustración 24. Vibrocultivador.....	26
Ilustración 25. Grada accionada.....	26
Ilustración 26. Funcionamiento de la grada accionada sobre el suelo.....	27
Ilustración 27. Rodillo.....	27
Ilustración 28. Tractor con engache delantero (tripuntal).....	28
Ilustración 29. Tractor con pesas.....	28
Ilustración 30. Tractor con preparador delantero delante y sembradora detrás.....	29

Ilustración 31. Preparador agrícola trasero.....	30
Ilustración 32. Rodillo liso.....	34
Ilustración 33. Rodillo de jaula.....	35
Ilustración 34. Rodillo de discos fundidos.....	35
Ilustración 35. Rodillo estriado de varillas.....	35
Ilustración 36. Rodillo angular.....	36
Ilustración 37. Cultivador de caracol.....	37
Ilustración 38. Brazo vibrocultivador.....	37
Ilustración 39. Brazo de muelle.....	37
Ilustración 40. Brazo de cultivador con sistema de elastómeros.....	38
Ilustración 41. Reja.....	39
Ilustración 42. Bastidor central.....	41
Ilustración 43. Bastidor lateral derecho.....	42
Ilustración 44. Bastidor lateral izquierdo.....	42
Ilustración 45. Rodillo liso.....	43
Ilustración 46. Bastidor de los brazos del cultivador.....	43
Ilustración 47. Anclajes brazos en dos filas en un mismo bastidor.....	44
Ilustración 48. Brazos de cultivadores en dos filas en un mismo bastidor.....	44
Ilustración 49. Brazo de cultivador con reja.....	45
Ilustración 50. Sistema de plegado.....	45
Ilustración 51. Despiece mecanismo de ajuste de cultivadores.....	46
Ilustración 52. Brazos de cultivadores bajados.....	46
Ilustración 53. Brazos de cultivadores levantados.....	47
Ilustración 54. Tubos estructurales.....	48
Ilustración 55. Tapas laterales.....	48
Ilustración 56. Torre y sistema de enganche.....	49
Ilustración 57. Sujeción de hidráulicos.....	49
Ilustración 58. Bisagras.....	50
Ilustración 59. Amarre de los cultivadores.....	50
Ilustración 60. Sujeción del hidráulico de los cultivadores.....	51
Ilustración 61. Tubos estructurales laterales.....	51
Ilustración 62. Tubos cuadrados de plegado.....	52

Ilustración 63. Bisagra de los laterales.	52
Ilustración 64. Sujeción del hidráulico en el lateral.	53
Ilustración 65. Sujeción del hidráulico de los cultivadores laterales.	53
Ilustración 66. Pieza tapa cilindro laterales.	54
Ilustración 67. Pieza de cilindro hueco.	54
Ilustración 68. Pieza tubo estructural.	55
Ilustración 69. Pieza de amarre al chasis principal.	55
Ilustración 70. Pieza de base de sujeción de los cultivadores.	56
Ilustración 71. Bulones en ensamblaje de piezas.	57
Ilustración 72. Despiece de bulón en su ensamblaje.	57
Ilustración 73. Bulón posicionado en ensamblaje.	58
Ilustración 74. Ensamblaje de reja al brazo del cultivador.	58
Ilustración 75. Ensamblaje del brazo del cultivador al bastidor.	59
Ilustración 76. Ensamblaje mediante pletinas del bastidor de cultivadores a chasis principal.	59
Ilustración 77. Sistema de sujeción al cilindro de regulación.	60
Ilustración 78. Rodamiento acoplado sin sobresalir los tornillos.	61
Ilustración 79. Ensamblaje del rodamiento.	61
Ilustración 80. Preparador delantero plegado.	62
Ilustración 81. Preparador delantero con un lado desplegado.	62
Ilustración 82. Preparador delantero desplegado.	63
Ilustración 83. Pieza para estudiar.	64
Ilustración 84. Tensión de Von Mises.	65
Ilustración 85. Desplazamiento obtenido en el primer estudio.	65
Ilustración 86. Pieza para estudiar con el cambio realizado.	66
Ilustración 87. Tensión de Von Mises obtenida con los cambios realizados.	66
Ilustración 88. Desplazamiento obtenido con los cambios realizados.	67
Ilustración 89. Piezas sobre las que se realizará el estudio.	67
Ilustración 90. Tensión de Von Mises obtenida en el estudio de la sujeción entre los bastidores.	68

Ilustración 91. Desplazamiento obtenido en el estudio de la sujeción entre los bastidores.....	68
Ilustración 92. Piezas sobre las que se realizarán el estudio del sistema de enganche.....	69
Ilustración 93. Tensión de Von Mises obtenida en el estudio del sistema de enganche.	69
Ilustración 94. Desplazamiento obtenido en el estudio del sistema de enganche.....	70

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tensiones en zonas críticas.....	70
Tabla 2. Cálculo de mano de obra directa.	72
Tabla 3. Cálculo de mano de obra indirecta.	72
Tabla 4. Cálculo de cargas sociales.....	73
Tabla 5. Cálculo de costes generales.	73
Tabla 6. Cálculo de beneficios.	73
Tabla 7. Presupuesto del estudio.	74

1. INTRODUCCIÓN.

El objetivo del presente trabajo se basa en el diseño, análisis y desarrollo de un preparador delantero para uso agrícola.

Para ello se estudiarán diferentes aperos de uso agrícola que cumplen objetivos similares y se analizará si el diseño desarrollado trabajará, en cuanto a tensiones y deformaciones, de manera eficaz bajo las condiciones a las que está sometido (Redacción interempresas Marzo de 2020).

El trabajo, consiste en rasgos generales, en el diseño paramétrico mediante un software de CAD, el cual sirve de gran apoyo en cuanto al diseño, producción y análisis del producto.

Se diseñarán las piezas necesarias para que el preparador delantero funcione en las condiciones óptimas para las que ha sido ideado y desarrollado.

Además, se ejecutarán simulaciones de fuerzas con un valor igual a las que será sometido en condiciones de uso, pudiendo corroborar así que el diseño desarrollado cumplirá de manera eficaz con las funciones para las que ha sido diseñado. En caso de que en las simulaciones se viese que existe algún defecto en el diseño que pudiese poner en peligro el apero agrícola, se estudiará las distintas posibilidades que existiesen para solventarlo y se dejarán indicados los pasos que se han seguido para llegar al diseño final en el que se viesen solucionado esos problemas.

Como último objetivo, con la información, datos y planos realizados para este trabajo, el producto tiene que poder llevarse a cabo en el caso de que se quisiera producir para satisfacer la vacante que existe en este mercado en cuanto a productos similares que no acaban de convencer hoy en día.

Para llevar a cabo este trabajo, se llevarán a cabo las siguientes fases:

- Diseñar en un programa CAD todas las piezas necesarias para que formen el conjunto del preparador, a partir de las medidas más solicitadas en el mercado en cuanto al ancho del trabajo.
- Ejecutar un análisis estático, a partir de las condiciones de trabajo.
- Analizar los resultados obtenidos en el análisis estático.
- Llevar a cabo las mejoras necesarias en base a los resultados obtenidos.

2. OBJETIVOS.

Se tratarán a continuación los diferentes objetivos que han motivado la realización del trabajo, así como la metodología seguida en la consecución del trabajo para conseguir alcanzar los objetivos perseguidos.

2.1. Objetivos.

A continuación, se exponen los principales objetivos fijados para la realización del presente trabajo:

- Estudiar los diferentes aperos de laboreo que existen en el mercado.
- Analizar el funcionamiento de los distintos aperos de labranza.
- Determinar las ventajas que poseen los aperos, así como sus inconvenientes.
- Escoger los puntos fuertes de cada apero y desarrollar uno que los posea.
- Diseñar mediante CAD el apero cumpliendo con las funciones establecidas como correctas.
- Analizar la estructura del apero diseñado mediante un análisis que simula las fuerzas ejercidas sobre él.
- Realizar un estudio económico de la fabricación del apero.
- Especificar la geometría de todas las piezas que lo compone para poder realizar su fabricación.

2.2. Metodología.

Para la consecución de los objetivos fijados en este trabajo, primero se ha estudiado y analizado todos los aperos de laboreo que existen en el mercado, clasificándolos en laboreo primario y laboreo secundario. Y viendo de esta manera la función para la cual ha sido fabricado cada apero y sus ventajas e inconvenientes.

De esta manera se ha fijado unas funciones, las cuales se han querido conseguir con el apero diseño y desarrollado en este trabajo.

A partir de la fijación de estas funciones, se ha pasado a diseñar, mediante el uso de un programa CAD, el apero que reúne esas funciones. Implementando novedades para que sea un apero único entre los de su familia.

Una vez realizado el diseño principal, se realiza un análisis en el que se simula en el apero las condiciones en las que trabaja aplicando las fuerzas establecidas y a partir de los resultados obtenidos, se estudian y se realizan las mejoras oportunas si esos resultados son problemáticos.

A partir del diseño analizado y con los resultados obtenidos correctos, se pasa a la realización de un estudio económico en el que se obtiene lo que costaría la fabricación del apero. Así como la realización de los planos de las piezas que componen el apero para su posible fabricación.

Por último, se realizan unas conclusiones en las que tendremos en cuenta que podría mejorarse en el producto en un futuro una vez realizado el trabajo.

3. ESTADO DEL ARTE. TEORÍA.

En este apartado se realizará un análisis de la evolución de las tareas de laboreo a lo largo de los años, así como el estudio del ámbito de actuación en el que trabaja el producto a desarrollar.

Se ha puesto principal hincapié en cual ha sido la evolución que ha habido a lo largo de la historia en cuanto a herramientas agrícolas que realizan la función del laboreo del suelo y toda la variedad que existe dependiendo la función que queremos hacer sobre él.

3.1. Historia del laboreo.

Su historia comienza cuando el hombre pasó de la vida nómada al sedentarismo. Es en este momento cuando tuvo que modificar el ambiente para desarrollar los cultivos y aumentar la producción para su alimentación, dando comienzo de esta manera al laboreo del suelo.

En los comienzos, se utilizaban aperos rudimentarios, los cuales eran fabricados con materiales simples y fáciles de obtener. A partir de estas herramientas rudimentarias, se ha ido evolucionando en cuanto a materiales y diseños, pero siempre manteniendo el mismo concepto, el de remover la tierra para enterrar los restos de las cosechas anteriores y sacar tierra "virgen", la cual tendrá mejores nutrientes para la posterior siembra (Rosa López Garrido Noviembre de 2010).

La principal herramienta que se inventó, y de la que han ido surgiendo nuevas variantes, ha sido la azada (Ilustración 1. Cultivo con azada.), la cual todavía en nuestros días se sigue usando para lo que tradicionalmente conocemos como huertos, debido a su escasa extensión, muy similar a la que labraban por aquel entonces la gente nómada.



Ilustración 1. Cultivo con azada.

Con el paso de los años, la extensión media de las parcelas ha aumentado, debido a que el número de agricultores se ha reducido, al haber una mayor variedad de profesiones. Esto ha dado lugar a que un menor número de agricultores se tenga que hacer cargo de la misma extensión de tierras de cultivo, las cuales tienen ahora una mayor extensión.

Según ha evolucionado el laboreo, las herramientas utilizadas han ido cambiando para adaptarse mejor a las circunstancias de los agricultores. El principal cambio que ha surgido sobre las herramientas de laboreo es la forma en la que se realiza el uso sobre ellos.

Antiguamente, la manera en la que se utilizaban estas herramientas era a mano por los encargados de las labores. Con el paso del tiempo, las necesidades cambiantes y la evolución a una mayor extensión de las parcelas de cultivo ha llevado a que la utilización de estas herramientas sea mediante el tiro con animales. (Ilustración 2. Cultivo con tiro de animales. Ilustración 2)



Ilustración 2. Cultivo con tiro de animales.

A principios del siglo XIX, aparecieron los primeros tractores de vapor, para sustituir a los animales en el tiro sobre estas herramientas, aunque no fue hasta principios del siglo XX cuando se comercializó el primer tractor exitoso con motor de gasolina (Rosa López Garrido Noviembre de 2010).

Poco a poco estos vehículos han ido modificándose e introduciéndose en la agricultura convencional hasta convertirse en el día de hoy en la máquina principal destinada a tirar de las herramientas de laboreo. (Ilustración 3. Cultivo por vehículo a motor.)



Ilustración 3. Cultivo por vehículo a motor.

3.2. Laboreo y propiedades del suelo agrícola.

El laboreo es la acción mecánica que se realiza sobre el suelo antes de la siembra de un cultivo para preparar el terreno. Es conveniente crear un ambiente idóneo para el desarrollo y crecimiento del cultivo, así como para obtener buenas producciones y conseguir la máxima rentabilidad posible a nuestra explotación (Fedefruta 2017).

Gracias al uso de arados o aperos de labranza se consigue la mejor estructura del suelo, ya que estará menos aireado, menos compactado, sin malas hierbas, con aporte de materia orgánica y más esponjoso, lo que permite mayor filtración y por consiguiente con más humedad.

Existen dos tipos de laboreos, los cuales vamos a desarrollar para permitir un mayor conocimiento sobre los mismos y las diferentes acciones que pueden ejercer los aperos sobre el suelo y así poder realizar mejor la clasificación de los tipos de aperos de laboreo que existen (Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía 2006).

Se distinguen:

- *Laboreo primario:* el objetivo de este laboreo consiste en trabajar a gran profundidad, es decir, alcanzando hasta dónde llega la raíz de los cultivos la cual puede oscilar entre 15 cm – 30 cm por debajo del suelo. Con esta labor se consigue incorporar residuos (que actúan como materia orgánica) y disociar el suelo, aumentando su porosidad y por lo tanto su filtración.

- *Laboreo secundario*: el objetivo de este laboreo es preparar el suelo de siembra, el lugar donde se produce la nascencia de la semilla (Ilustración 4. Zonas del suelo). Con esta labor se trabaja sobre la capa superficial permitiendo así su nivelación, rotura y movimiento de terrones. Además, se consigue enterrar residuos y eliminar las malas hierbas. La profundidad de trabajo no supera los 15 cm (AdminFertilizer 14 marzo, 2018).

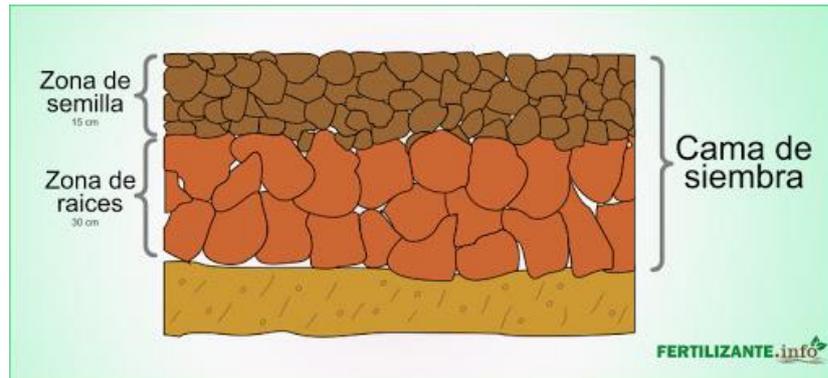


Ilustración 4. Zonas del suelo

3.3. Acciones sobre el suelo.

En función de las necesidades del agricultor, este realizará los trabajos con un tipo de apero u otro. Esto es posible gracias a la disposición de los elementos que se incorporan en el apero y que están en constante contacto con el terreno (Universidad Politécnica de Catalunya).

Entre ellas distinguimos:

- *Resquebrajamiento*: esta acción es propia de aperos en la que sus elementos actúan de forma perpendicular al suelo.

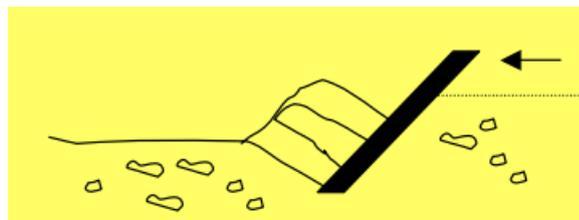


Ilustración 5. Resquebrajamiento sobre el suelo.

- **Seccionamiento:** propia de los aperos que pueden actuar sobre el suelo de manera horizontal o vertical, incluso rotativos, accionados por la toma de fuerza que está adaptada en el tractor.

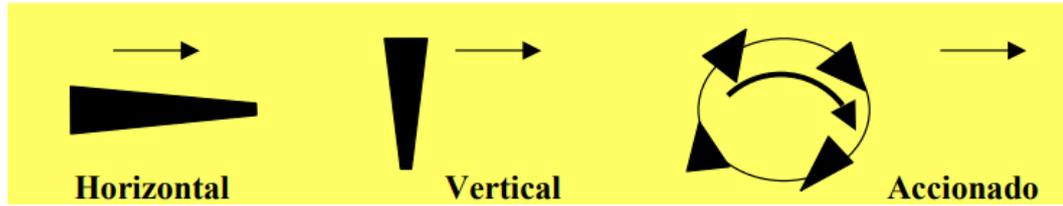


Ilustración 6. Seccionamiento en el suelo.

- **Cizalladura:** el apero actúa de manera horizontal sobre los terrenos del suelo.

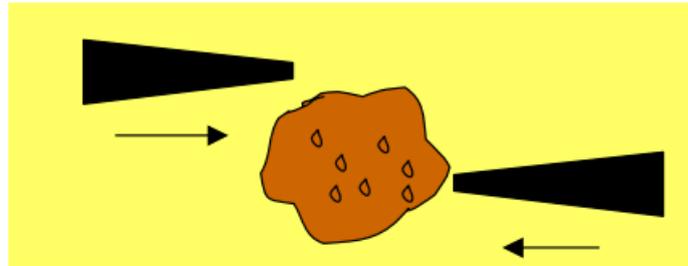


Ilustración 7. Seccionamiento sobre un terrón del suelo.

- **Choque:** esta acción resulta cuando los terrones del suelo chocan contra los elementos del apero, consiguiendo así la rotura del terrón.

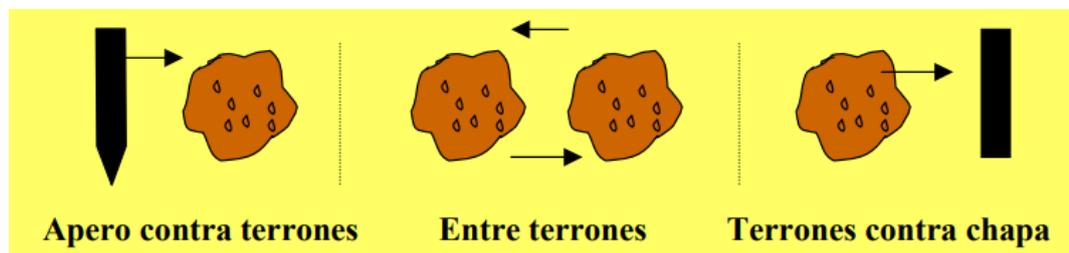


Ilustración 8. Choque terrones del suelo.

- *Aplastamiento*: con esta acción se busca aplastar los terrones y así deshacerlos además de compactar el terreno y conseguir así una nivelación del suelo agrícola.

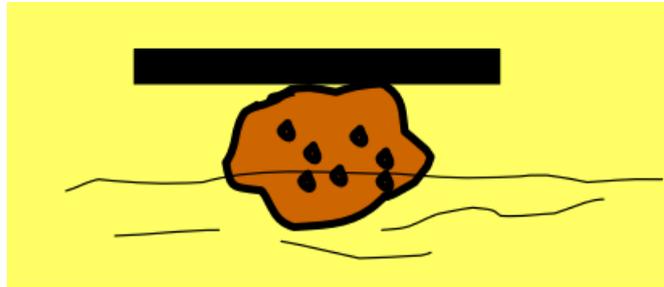


Ilustración 9. Aplastamiento sobre el suelo.

- *Fricción*: esta acción se consigue con cualquier tipo de apero ya que al actuar sobre el terreno conseguimos que los terrones se junten entre sí o con los elementos del apero y esto hace que los terrones grandes se transformen en pequeños.

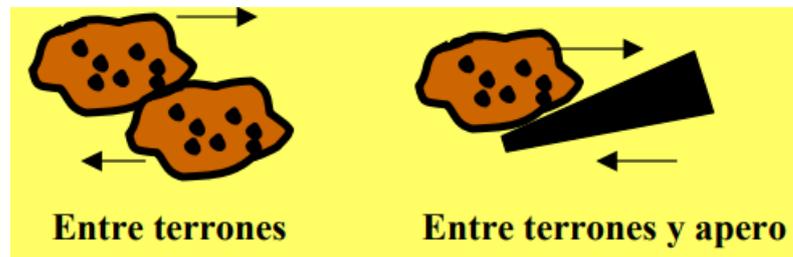


Ilustración 10. Fricción de terrones del suelo.

- *Separación*: con esta acción buscamos en el terreno que haya una separación, comúnmente llamado surco.

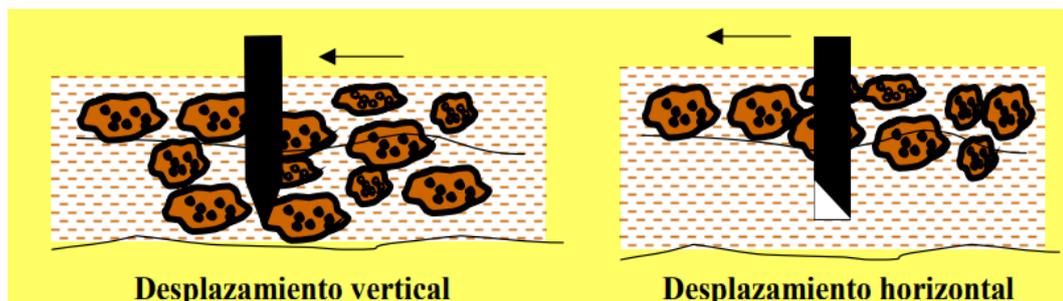


Ilustración 11. Separación del terreno.

- **Volteo:** con esta acción se busca hacer un movimiento total del terreno, trabajando con gran profundidad y consiguiendo que la capa que se encuentra en la parte superior pase a estar situada debajo.

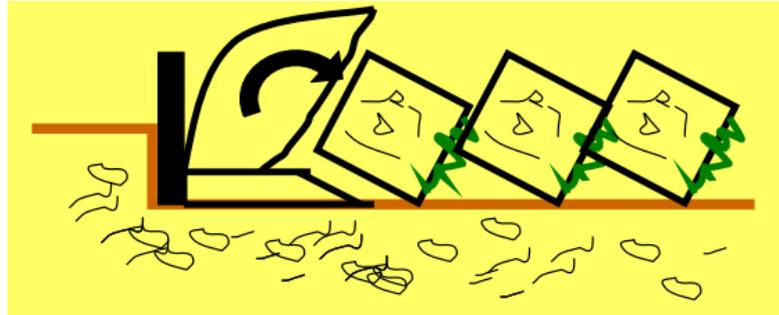


Ilustración 12. Volteo del suelo.

Con todas estas acciones se busca que el terreno quede en las condiciones necesarias y a gusto del agricultor para que las posteriores labores se realicen de la mejor manera posible y que el cultivo que se sembrará posteriormente nazca en perfectas condiciones.

Dependiendo del tipo de cultivo y de cómo sea la semilla que se quiera sembrar se busca que el acabado de la parte superior del suelo agrícola sea de una manera u otra.

3.4. Tipos de aperos de laboreo.

Como se ha hablado anteriormente, los aperos de laboreo se pueden clasificar según a la profundidad a la que trabajan, en aperos de laboreo primario y en aperos de laboreo secundario (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación).

- **Aperos de laboreo primario:** son aquellos que trabajan a gran profundidad, es decir, alcanzando hasta dónde llega la raíz de los cultivos.
 - **Subsolador:** la función principal de este apero consiste en fisurar las capas de compactación del terreno sin que se produzca la acción de volteo, por lo que debe de trabajar a una profundidad de al menos 10 cm por debajo de la capa que se pretende romper.

Además, gracias a este apero se facilita la aireación y la infiltración del agua.



Ilustración 13. Subsolador.

Anteriormente se ha hablado de que la profundidad hasta la que trabajan los aperos es de 30cm, en el caso del subsolador, la profundidad de trabajo es mayor, de hasta 60cm.

- *Chisel:* los aperos chisel son más ligeros que el subsolador y trabajan a una menor profundidad. Su función principal es que mantiene una gran parte de rastrojo en la superficie, por lo que es adecuado cuando queremos un laboreo con residuo superficial (sin volteo).



Ilustración 14. Chisel.

El chisel está constituido por una serie de brazos (Ilustración 15. Brazo de chisel con reja.) que son los encargados de actuar sobre el terreno, los cuales están unidos al bastidor y en la punta se localiza situada la reja, dependiendo del tipo de reja que se instale ejerce un efecto distinto sobre el terreno.

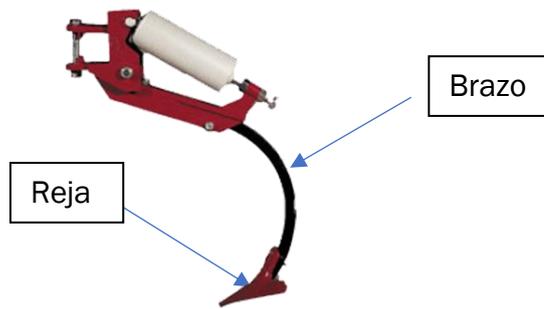


Ilustración 15. Brazo de chisel con reja.

La reja al estar en continuo contacto con el terreno, este ejerce de abrasivo por lo que se desgastará la reja, por este motivo se trata de un elemento intercambiable.

- *Arado de vertederas:* se trata de un apero de volteo que ayuda a dar una estructura apropiada al suelo ya que aumenta el volumen de los poros, desarrolla gran capacidad para el almacenamiento del agua, entierra los restos orgánicos y parásitos, y saca a la superficie las capas del terreno que se encuentran en la parte inferior.

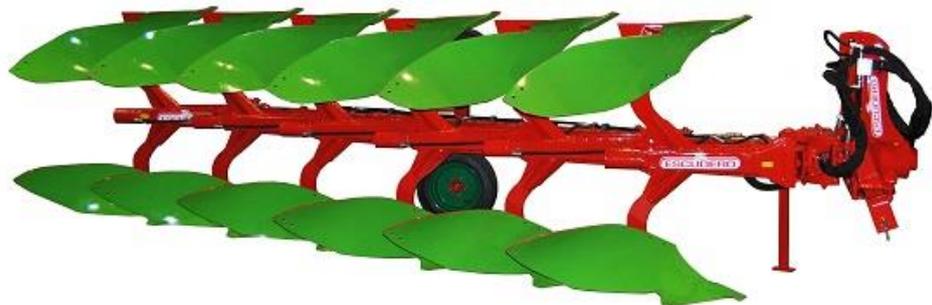


Ilustración 16. Arado de vertederas.

Está formada por un bastidor que mantiene unos brazos sobre los que van montadas las palas de las vertederas, las cuales, dada su geometría permiten el volteo total de la tierra, dando lugar al cambio de esta para lograr una mejor calidad del suelo.

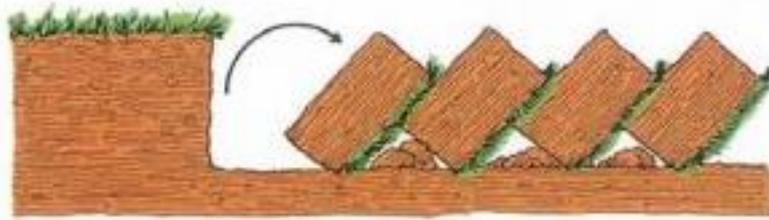


Ilustración 17. Inversión del suelo con arado de vertedera.

- *Arado de disco:* la función de este apero se asemeja a la de la vertedera, esponjamiento y aireación gracias al volteo, aunque la incorporación de los restos de las anteriores cosechas a la capa inferior del suelo lo realiza con menor eficacia.



Ilustración 18. Arado de disco.

Es un apero que se recomienda para suelos secos, duros y con gran cantidad de piedras y raíces.

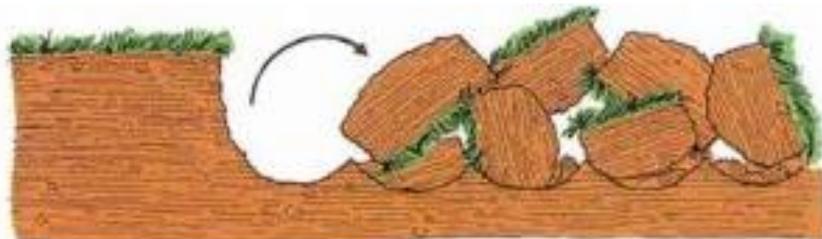


Ilustración 19. Inversión del suelo con arado de disco.

- *Rotocultivador*: este apero, a diferencia de los anteriores, dispone de un eje rotatorio que se acopla al vehículo que remolca de él, produciendo movimiento en los brazos situados en el apero que entran en contacto con el suelo que pulverizan el terreno.



Ilustración 20. Rotocultivador.

La función principal de este apero consiste en la rotura y esponjamiento del suelo quedando de manera uniforme sobre toda la capa superficial de trabajo. Se utiliza normalmente para preparar de manera acelerada el suelo, evitando que se produzca un exceso de tierra fina.

La profundidad de actuación puede superar los 25cm, esta profundidad varía en función de las dimensiones del rotor con los elementos labrantes.



Ilustración 21. Funcionamiento del rotocultivador sobre el suelo.

- **Aperos de laboreo secundario:** son aquellos utilizados para preparar el suelo de siembra trabajando la capa superficial.
 - *Grada de discos:* es un apero cuya función principal es la de laboreo superficial, esto se lleva a cabo gracias a los discos situados de forma vertical con ángulo comprendido entre 0-90 grados con respecto a la dirección de avance clavados a una profundidad no muy elevada.



Ilustración 22. Grada de discos.

Producen una rotura de los terrones gracias a los bordes de los discos y del desplazamiento lateral que provocan en el suelo. Además, debido a que los bloques de los discos están situados en forma de "X" o "V", los discos traseros se montan para que desplacen la tierra en sentido contrario de los delanteros haciendo que el suelo quede de manera nivelada y asentada.

- *Cultivador de brazos:* es un apero utilizado para labores superficiales, su función principal es la de eliminar las malas hierbas, desmigajar el terreno, ablandar la capa superficial del terreno preparando el terreno en unas condiciones óptimas para la siguiente labor.



Ilustración 23. Cultivador de brazos.

Su estructura consta de un brazo flexible en el que se sitúa una reja en su extremo, actuando de elemento labrante.

- *Vibrocultivador*: la función principal de este apero es la preparación completa de la capa de siembra en cultivos que necesitan una buena preparación con una sola pasada. El trabajo debe ser muy superficial.



Ilustración 24. Vibrocultivador.

A diferencia del cultivador, el vibrocultivador va montado en más filas y su brazo va unido al bastidor de manera flexible.

- *Grada accionada*: la función principal de la grada accionada es que de una sola pasada realiza el laboreo superficial en suelos duros y con gran cantidad de terrones, se consigue la rotura de terrones gracias al golpeo de los dientes y la fricción de estos con el suelo.



Ilustración 25. Grada accionada.

Como se puede observar, el mecanismo es muy similar al del rotocultivador, con la diferencia de que en este caso el eje que hace mover los dientes está situado de manera vertical, desempeñando así diferentes acciones sobre el suelo y trabajando a diferentes profundidades.

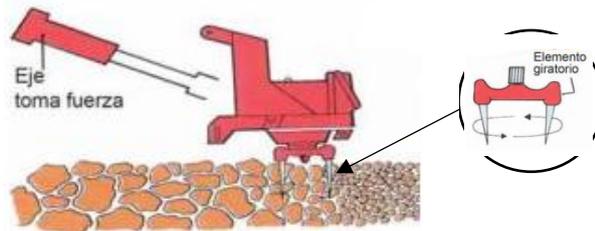


Ilustración 26. Funcionamiento de la grada accionada sobre el suelo.

- **Rodillo:** la función de este apero es la de compactar y nivelar el terreno, además al comprimir el espacio que hay entre los terrones reduce la porosidad del suelo y hace que favorezca la humedad de las semillas en suelos secos. Esto favorece que la semilla tenga mejor nascencia.



Ilustración 27. Rodillo.

4. PRESENTACIÓN DEL PROYECTO.

Para la realización de este proyecto se ha pensado en realizar el diseño y desarrollo de un preparador delantero. A continuación, se contará cual es el funcionamiento de un preparador delantero, y se explicará que aperos citados anteriormente sustituye.

4.1. Funcionamiento de un preparador delantero.

Como anteriormente se ha explicado, los aperos de laboreo se dividen en dos grupos principales; los de laboreo primario, que trabajan a grandes profundidades, y los de laboreo secundario, que trabajan a menores profundidades y su función principal consiste en realizar el acabado del perfil del suelo preparando el suelo de siembra en donde se realiza la germinación y nascencia de la semilla. Para este laboreo, se puede utilizar en sucesivas pasadas aperos diferentes o en un mismo apero acoplarle diferentes elementos labrantes.

Por consiguiente, este preparador delantero entraría dentro de la clasificación de apero de laboreo secundario ya que su función principal, como su propio nombre indica, es la de preparar el suelo para la siembra.

Según ha ido avanzando el tiempo y se ha ido desarrollando nueva maquinaria, los fabricantes del sector han ido innovando. Una de las principales innovaciones que está hoy en día en pleno auge es la del sistema de enganche delantero situado en los tractores (tripuntal) (Jucavizvil Mayo de 2019).



Ilustración 29. Tractor con pesas.



Ilustración 28. Tractor con enganche delantero (tripuntal).

Tradicionalmente se situaba en la parte delantera, sujeto al bastidor del tractor, una serie de pesas que ayudaba al tractor a que no se levantase por la diferencia de peso que existe cuando se acopla a la parte trasera del tractor cualquier apero que vaya suspendido, ayudando así al vehículo a que no pierda tracción al ir todas las ruedas en contacto con el suelo.

Hoy en día aún hay tractores que funcionan de esta manera, ya que es un extra que puede acarrear mayor coste a la hora de adquirir el vehículo. Aun así, son muchos los que se decantan por acoplar a sus tractores el tripuntal por su gran cantidad de ventajas que estos aportan (Jucavizvil Mayo de 2019).

El tripuntal, va unido también al chasis del tractor y actúa como un enganche, permitiendo también levantar y bajar cualquier elemento que se le acople. Debido a esto se puede seguir acoplando a la parte delantera elementos de pesaje para evitar lo anteriormente citado, pero a mayores tiene la ventaja de que se puede acoplar y desacoplar al tractor fácilmente solo cuando se interese acoplar, ya que muchos aperos al ser arrastrados y no necesitar que el tractor tenga tanta tracción se puede prescindir de este elemento.

Gracias a este sistema, los fabricantes de maquinaria agrícola han ido desarrollando productos destinados a acoplarse y usarse en la parte delantera del tractor, cambiando así la forma de trabajar. De esta manera, se genera un ahorro de combustible y tiempo, debido a que existe la posibilidad de evitar pasadas de laboreo y también permite la posibilidad de acoplar depósitos auxiliares de semilla, fertilizantes... aumentando la capacidad de la tolva que lleven los aperos que lo necesiten.

Conocido esto, el preparador delantero iría situado en la parte delantera del tractor ejerciendo una labor secundaria, ya que iría trabajando sobre el suelo que ha dejado anteriormente un apero de laboreo primario, y en la parte trasera del tractor iría acoplado una sembradora que trabaja sobre el suelo que ha dejado preparado el preparador delantero.

Por consiguiente, hay que tener en cuenta la anchura de trabajo de ambos aperos debido a que tiene que ser igual para que se realice una buena labor en el campo. Con esto se ahorra combustible y tiempo ya que en una misma pasada el tractor deja preparado el suelo de siembra con el preparador delantero situado en el tripuntal del tractor y sembrado con el apero de siembra que se acoplaría en la parte trasera del vehículo.



Ilustración 30. Tractor con preparador delantero delante y sembradora detrás.

4.2. Aperos a los que sustituye.

Puesto que se trata de un preparador de terreno, este trabajará de manera no muy profunda, por lo que sustituirá a aperos de laboreo secundario (María Escribano Marzo de 2021).

En este caso, se busca que el preparador rompa los terrones generados en mayor medida por el laboreo primario ejecutado anteriormente y que el terreno quede nivelado y compactado para mejorar la nascencia de la semilla.

Ya que se busca que el preparador delantero ejecute ambas funciones, se tendrá en cuenta cuál de los aperos citados con anterioridad en el laboreo secundario cumplen con estas aplicaciones.

Los aperos que pudieran cumplir con el objetivo de romper el terrón grande que se genera con el apero de laboreo primario son las gradas de discos, cultivadores de brazos, vibrocultivadores y gradas accionadas.

La grada de disco se ha descartado debido a que se trata de un apero pesado ya que necesita un gran bastidor para que vayan montados los discos, lo cual supone la posibilidad de que el tripuntal no tuviese la capacidad de levantarlo y podría generar alguna avería al eje delantero del tractor.

Por otro lado, la grada accionada además de que cumpliría con creces el objetivo de romper los terrones grandes dejaría el terreno nivelado. Aunque este apero tiene la desventaja de que necesita que vaya accionado mediante una toma de fuerza, la cual tendría que ir acoplada a la parte delantera del tractor y no todos los tripuntales vienen equipados con ellas, por lo que sería un producto que no tuviese tanto mercado.



Ilustración 31. Preparador agrícola trasero.

Finalmente, los aperos que cumplirían esta función y que más encajan en el preparador delantero objeto de estudio, serían el cultivador de brazos y el vibrocultivador. Para este producto en concreto se ha escogido el vibrocultivador ya que se trata de un brazo más ligero y del que se necesita menos potencia para que trabaje.

La otra función sería la de nivelación y compactación, el vibrocultivador tiene la ventaja de que además de romper los terrones grandes dada su flexibilidad y su capacidad para “vibrar” permite dejar el suelo nivelado parcialmente. Aun así, se necesitaría un apero que cumpla la función de compactar, para lo que se ha pensado en el rodillo liso, el cual cumple con dicha función.

Además, es un apero que también realiza la función de nivelar. Dada dicha combinación, vibrocultivador más rodillo, acoplados en el mismo bastidor cumplirían satisfactoriamente con los objetivos propuestos.

Por lo cual, el preparador delantero sustituiría a los aperos de vibrocultivadores y rodillo. Esto beneficia al agricultor ya que evita tener la necesidad de pasar estos aperos sobre el terreno generado por el apero de laboreo primario, ahorrándose tiempo y combustible de pasadas.

5. MÉTODO.

Para la realización del diseño del preparador delantero, se ha realizado un estudio previo de toda la maquinaria que existe en el mercado haciendo principal hincapié en la función que desarrolla. Con esto se ha podido observar los diferentes mecanismos que las diferentes marcas implantan en su maquinaria, así como los principales fallos que a priori se pueden observar y pensando en la manera de mejorarlos.

Una vez estudiados los aperos del mercado, se ha empezado a diseñar el preparador delantero intentando mejorar aquellos fallos que se pueden observar.

5.1. Programa utilizado.

Para la realización del diseño del preparador delantero se han utilizado diferentes programas de diseño CAD, aprovechando la destreza y lo positivo que posee cada programa en base a lo utilizado en diferentes ámbitos de la carrera (Kennedy, E. Lee, and Jordi Abaral Berini. 1988).

El programa principal con el que se ha desarrollado el diseño ha sido Catia V5.

El programa utilizado para la realización de los distintos análisis de fuerza ha sido Autodesk Inventor.

Para la realización de las capturas, ensamblaje y planos el programa utilizado ha sido Solid Edge.

Y para la realización de los renders del producto se ha utilizado KeyShot 9.

6. PREPARADOR DELANTERO AGRÍCOLA.

En el siguiente apartado se tratarán las partes principales de las que se compone el preparador delantero agrícola (Secretaría de estado de educación, formación profesional y universidades 2011).

6.1. Bastidor.

Se tratará en este apartado los aspectos más importantes que se tendrán en cuenta para el tratamiento del bastidor.

6.1.1. Definición.

Se define como bastidor a la estructura compuesta por perfiles y travesaños a la que se fijan los demás elementos que conforman un apero o vehículo.

Es el encargado de aportar rigidez y soportar grandes esfuerzos.

6.1.2. Materiales.

Para la realización del chasis se ha pensado en la utilización de dos tubos estructurales de sección cuadrada 80x80x5mm y unas tapas laterales que se utilizarán para unir ambos tubos siendo la parte principal del preparador y sobre el que se soldarán los diferentes elementos que lo componen.

Además, para obtener mayor rigidez y que soporte grandes esfuerzos, se soldarán unas pletinas de 100x20 de forma transversal. Todo ello de acero S235JR. Ya que es un material utilizado para la construcción de estructuras con soldaduras

6.1.3. Bastidor del rodillo.

Aprovechando el bastidor general y dado que el ancho de trabajo del rodillo será igual al del bastidor, el rodillo irá unido a este gracias a las tapas laterales que hace que se unan los tubos principales del bastidor.

6.1.4. Bastidor del cultivador.

Los cultivadores necesitan un bastidor sobre el que montarse, en este caso, es diferente al bastidor general ya que aparte de que va por delante se quiere que este sea ajustable de manera mecánica en función de la altura a la que se quiera trabajar sobre el terreno. Además, al tratarse de un preparador de suelo que va acoplado a la parte delantera del tractor, se busca que sea ligero, por lo que se ha diseñado un sistema de anclaje de los cultivadores al

bastidor de manera que no haga falta acoplar otro tubo estructural para que vayan montados en dos filas y permita así desahogar mejor la tierra.

6.1.5. Sistema de enganche.

Al tratarse de un preparador suspendido, este necesitará un sistema de enganche al tractor, este viene definido y normalizado por la norma (UNE 68027-92)

6.1.6. Plegado hidráulico.

Para el sistema de plegado del preparador delantero se utilizará un sistema de hidráulicos, este necesita fijarse mediante unos anclajes a las partes que se deseen plegar.

Además, se necesita un sistema que actúa como bisagras para que la apertura sea la correcta. Estas piezas irán soldadas al bastidor principal del preparador.

6.2. Rodillo.

A continuación, se especificarán los distintos aspectos que se necesitan para el diseño del rodillo.

6.2.1. Definición.

Se trata de un elemento de sección circular colocado sobre un eje permitiéndole así rodar al arrastrarse sobre el campo.

6.2.2. Tipos.

El rodillo puede estar formado por un elemento o varios acoplados a un eje común. Los diámetros exteriores pueden ser diferentes, también la rugosidad y el perfil de la superficie que lo compone, esto conlleva a distinguir entre una serie de tipos de rodillos dependiendo de la función que queremos que realice:

- Liso: Se trata de un rodillo cilíndrico totalmente liso que compacta, nivela y desterrona el terreno.



Ilustración 32. Rodillo liso.

- De jaula: Se trata de unas varillas colocadas de forma que consolidan un cilindro, dejando espacio entre ellas simulando una jaula. Esto permite desterronar, lo que es favorable para acoplar a apero de labores primarias o secundarias.



Ilustración 33. Rodillo de jaula.

- Discos fundidos: Está formado por una serie de discos de hierro fundido que compactan el terreno y gracias a la forma de estos deja pequeños surcos permitiendo así la localización del agua.



Ilustración 34. Rodillo de discos fundidos.

- Estriado de varillas: Está diseñado para la compactación de terreno a la vez que se dejan unos pequeños surcos para la localización de agua y romper la costra que se pueda formar sobre la superficie. Destinado para usarse después de la siembra.



Ilustración 35. Rodillo estriado de varillas.

-Angular: El angular permite rotura y movimiento superficial del terreno, apenas daña a las plantas por lo que su uso es adecuado para después de la siembra.



Ilustración 36. Rodillo angular.

6.2.3. Elección del tipo de rodillo.

Para el diseño y desarrollo de este preparador delantero se ha optado por incluir el rodillo liso, ya que se busca que el terreno del suelo permanezca compactado, desterronado y nivelado, y todo ello antes de realizarse la siembra.

En este caso la elección del diámetro del rodillo se ha elegido de 400mm ya que se pretende realizar un apero ligero y al realizarse la labor antes de la siembra no se pretende que sea un rodillo de grandes dimensiones y peso para poder compactar y aplastar las piedras que se quedan en la superficie para así evitar posibles averías en las máquinas que realicen en ese campo posteriores actividades.

Siguiendo las tablas de fabricantes de este tipo de tubos estructurales en redondo, el diámetro que más se acerca al de 400mm que es el que se desea, es el de 406,4mm y espesor de 5mm, con una calidad S235JR el cual el peso en kilogramos por metro es de 49,5.

6.3. Cultivadores.

En este apartado se van a desarrollar los distintos conceptos que competen al desarrollo de los cultivadores para posteriormente hacer un estudio de aquellos que se utilizaran en el preparador delantero objeto de estudio.

6.3.1. Definición.

El laboreo superficial del suelo se consigue mediante unos brazos flexibles en los que en el extremo se coloca una reja que actúa como componente labrante, a estos brazos se los denomina brazos de cultivador. Estos van unidos a un bastidor y a este conjunto se le nombra cultivador.

6.3.2. Tipos.

Dependiendo la inclinación en que actúe el brazo y la forma en que consigue la flexibilidad, se distinguen diferentes tipos de brazos de cultivadores:

- De caracol: Este tipo de brazo consigue la flexibilidad gracias a la forma que tiene el brazo haciendo una especie de espiral.



*Ilustración 37.
Cultivador de
caracol.*

- De muelle: La flexibilidad la consigue con el acoplamiento de un muelle en el brazo del cultivador.



*Ilustración 38.
Brazo de muelle.*

-Vibrocultivador: En este tipo de brazo la flexibilidad se consigue gracias a su diseño en forma de "S".



*Ilustración 39. Brazo
vibrocultivador.*

-Con sistema de elastómeros: En este caso la flexibilidad viene dada en el amarre del brazo del cultivador al bastidor ya que cuenta entre medias con unos elastómeros que permite que los cultivadores no permanezcan de manera fija y eviten así posibles averías.



Ilustración 40. Brazo de cultivador con sistema de elastómeros.

6.3.3. Elección del tipo de cultivadores.

Para el diseño y desarrollo de este preparador delantero se ha escogido incluir el brazo de tipo vibrocultivador, ya que lo que se pretende es una labor ligera en la que se desmenuce el terrón generado por el laboreo primario ejecutado anteriormente. La función principal de este tipo de brazo es especialmente la de desterronar ya que dado su diseño a la hora de trabajar este “vibra” en todas las direcciones. Al tratarse de unos cultivadores de apenas 5 cm de ancho y en forma de “C” (lo cual no es macizo), se trata de un tipo de brazo ligero y que requiere poca potencia para realizar su función en óptimas condiciones.

6.4. Elementos auxiliares.

A continuación, se tratará el estudio de los diferentes elementos necesarios para la composición del apero agrícola diseñado.

6.4.1. Hidráulicos.

Ya que se trata de un preparado delantero con una anchura de seis metros de trabajo y es un elemento que está destinado a ir acoplado a un tractor y este circula por carretera, según el anexo (Ver 2.1 Anexo IX del Reglamento

General del Vehículo) la anchura máxima de transporte es de 3 metros por lo que necesitará un sistema de plegado para poder circular por carretera. Este sistema funcionará gracias a un sistema de émbolos hidráulicos que irán conectados al tractor para ser accionados desde este.

Según el requerimiento del diseño del preparador, este será de unas características definidas. (Ver 3.2 Elementos funcionales)

6.4.2. Rodamientos.

Teniendo en cuenta que uno de los principales elementos del preparador delantero es el rodillo, este tiene que ir previsto de una serie de rodamientos que permitan su giro en torno al chasis del cultivador que lo sostiene, para la elección de este se tiene en cuenta el diámetro del eje de giro y las fuerzas que tendrá que soportar.

Una vez estudiadas las condiciones de uso en las que va a actuar el rodillo y el eje en el que va montado, el rodamiento seleccionado es el UC208. (Ver 3.2 Elementos funcionales.)

6.4.3. Rejas.

Las rejas son los elementos que se acoplan a los brazos de los cultivadores, las cuales son las que sufren el desgaste ya que se encuentran en contacto directo con el suelo, el cual actúa como abrasivo. Por lo que resulta un elemento sustituible una vez que deja de actuar de una manera óptima al perder material y cambiar así su manera de trabajar con el suelo.

Este elemento, dependiendo de la función que queremos que realice frente al suelo, tiene una geometría diferente. En este proyecto se busca que la reja que se acopla en el brazo del cultivador, en este caso del vibrocultivador, actúe principalmente como material de desterronado.



Ilustración 41. Reja.

En este caso se trata de una reja que por su geometría y diseño está pensada para que sea reversible y cuando sufra desgaste en una parte, puede cambiarse la posición y trabajar de manera óptima.

6.4.4. Tornillería y bulones.

En cuanto a la tornillería que va a ser necesaria para el correcto ensamblaje de este preparador delantero, se estudiará que tornillo es el más apropiado para el amarre de cada pieza dependiendo de la función que realice dicha pieza. Para ello se tendrá en cuenta sus diámetros, cabeza del tornillo según sus normas ISO y tuercas y arandelas propias para cada uno de ellos.

Además, dependiendo de la forma de ensamblaje que se requiere para cada una de las piezas, se hará uso de bulones, del diámetro adecuado, y sus respectivos pasadores.

7. DISEÑO.

En cuanto al diseño del preparador delantero, la forma de trabajar ha consistido en que, partiendo de unos tubos estructurales de sección cuadrada, los cuales actúan como elemento principal del chasis, se han ido ensamblando piezas en su mayor parte planas. Estas piezas a la hora de ser ensambladas forman conjuntos que cumplen con las necesidades que se buscan. Al tratarse de piezas planas su facilidad a la hora de fabricarlas es mayor ya que con un simple corte, ya sea mediante laser o plasma, se consigue la geometría que se busca (Marcos Herrasti Amer 2018).

Esta geometría en todo momento es pensada para poder ensamblarse de manera óptima soldándose a la estructura principal.

7.1. Presentación general.

El preparador delantero se compone de 3 partes diferentes, la parte central y los dos laterales que se pliegan en torno a la central. Además, estas 3 partes cuentan con dos partes principales, el bastidor donde se amarran los cultivadores y el chasis principal donde se ubica el rodillo.

7.2. Despiece general.

El preparador delantero se compone de:

- Bastidor central:

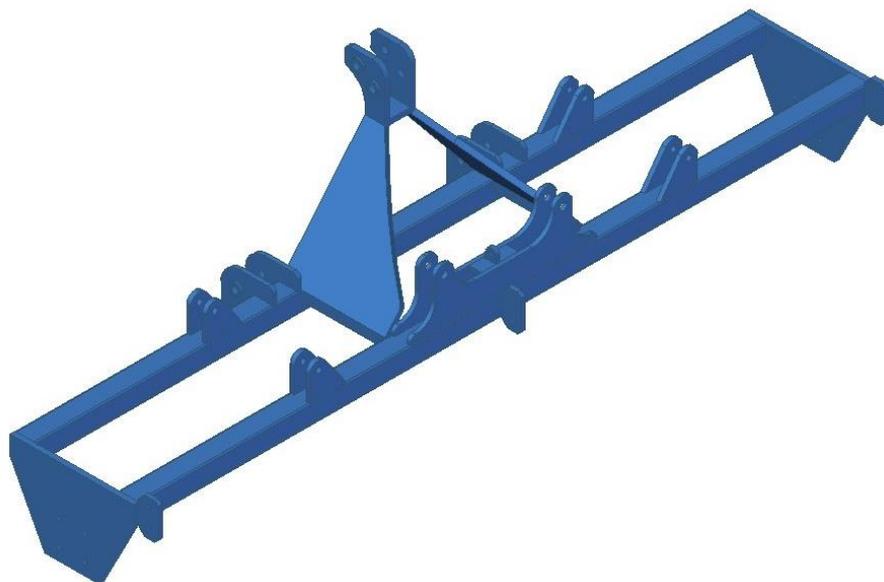


Ilustración 42. Bastidor central.

Este bastidor es el que va a ir acoplado al tractor y por consiguiente al que se le acoplarán los demás elementos.

- Bastidor lateral derecho:



Ilustración 43. Bastidor lateral derecho.

En este bastidor se montarán los componentes de la parte derecha del preparador delantero.

- Bastidor lateral izquierdo:

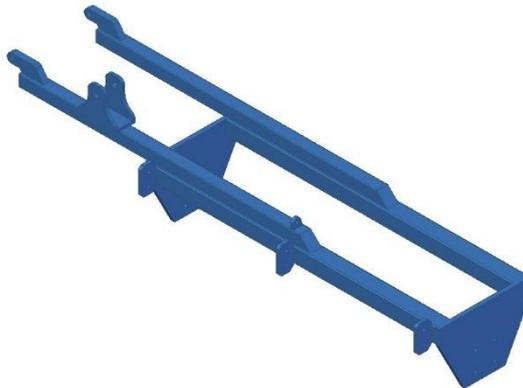


Ilustración 44. Bastidor lateral izquierdo.

Sobre este bastidor irán montadas las diferentes partes que componen la parte izquierda del preparador delantero.

- Rodillo liso:



Ilustración 45. Rodillo liso.

Este rodillo está formado por un tubo cilíndrico hueco y dos tapas laterales que tapan dicho cilindro y sobre las que se sitúan el eje que va acoplado mediante unos rodamientos, para permitir el giro, al bastidor principal.

Los rodillos laterales son de la misma geometría, aunque cambiando la longitud del cilindro para poder acoplarse a los bastidores laterales que son de menores dimensiones.

- Bastidor de los brazos de cultivador:



Ilustración 46. Bastidor de los brazos del cultivador.

Sobre este bastidor, se acoplan los brazos de cultivadores. Estos se acoplan mediante un tornillo sobre los angulos que se ven en la imagen.

El carácter innovador que se localiza en este bastidor es el acople de los brazos del cultivador sobre el bastidor, ya que estos permanecen alineados en dos filas diferentes y salteados entre sí, con esto se consigue que con un solo bastidor se puedan montar dos filas de cultivadores dejando una distancia entre ellos favorable para que pueda desahogar bien la tierra y evitar así que se embocen de tierra.



Ilustración 47. Anclajes brazos en dos filas en un mismo bastidor.

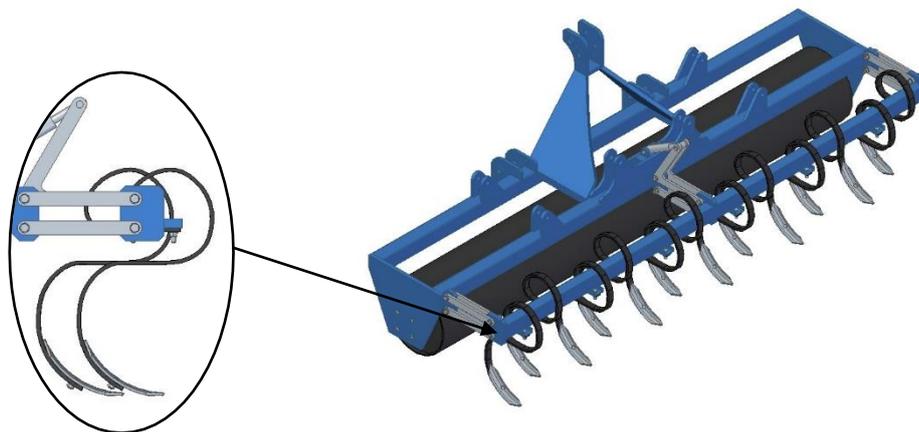


Ilustración 48. Brazos de cultivadores en dos filas en un mismo bastidor.

Como ocurre en el rodillo liso, en los laterales irá el mismo bastidor, pero de diferente longitud.

- Brazo de cultivador con reja:



Ilustración 49. Brazo de cultivador con reja.

Este brazo con reja es un elemento que existe en el mercado (Ver 3. 3 Elementos de trabajo.), el cual se acopla sobre el bastidor mencionado anteriormente.

7.3. Sistema de plegado.

Para conseguir que el preparador delantero abarque la anchura de trabajo deseada, 6 metros y que pueda ser transportado por carretera, este necesita un sistema de apertura que consiga ambos anchos deseados dependiendo la acción que se vaya a realizar.



Ilustración 50. Sistema de plegado.

El preparador al ir separado en tres tramos diferentes, el tramo central siempre irá fijo y comprende un ancho igual al ancho máximo permitido para estos aperos por carretera, los otros dos laterales se solapan sobre este central sin que sobresalga más de la anchura máxima permitida por carretera. Esto se consigue gracias a un embolo hidráulico y un sistema que actúa como bisagra.

7.4. Mecanismo de ajuste de cultivadores.

Para conseguir ajustar la altura a la que se requiere para trabajar los cultivadores, se ha ideado un sistema de 4 barras en el que gracias a un hidráulico se controlará la profundidad de trabajo. Este sistema permite que este ajuste de altura sea equilibrado y siempre trabajen los cultivadores en la posición correcta, estando su bastidor paralelo al suelo.

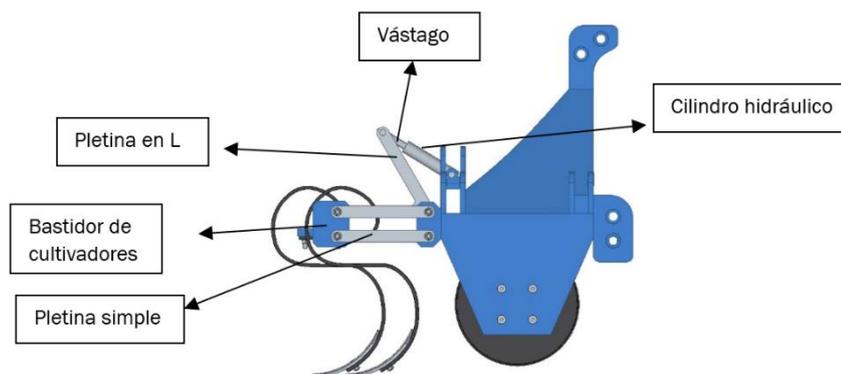


Ilustración 51. Despiece mecanismo de ajuste de cultivadores.

Cuando vástago del hidráulico se extiende, este moverá la pletina en forma de L de tal forma que hará que se incline esta hacia abajo. La pletina inferior por lo tanto trabajará de la misma manera, se inclinará hacia abajo. Al estar estas dos pletinas de forma paralela, el bastidor donde se colocan los cultivadores no se inclinará hacia ningún lado permitiendo así siempre un movimiento vertical.

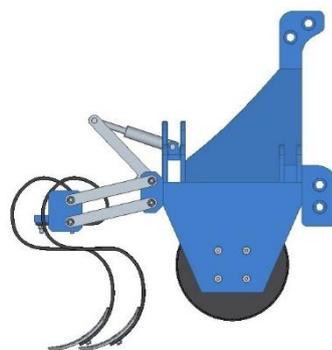


Ilustración 52. Brazos de cultivadores bajados.

De la misma manera, cuando el vástago entre, esta pletina actuará a la inversa permitiendo así que los cultivadores se levanten de manera vertical respecto a la posición anterior.

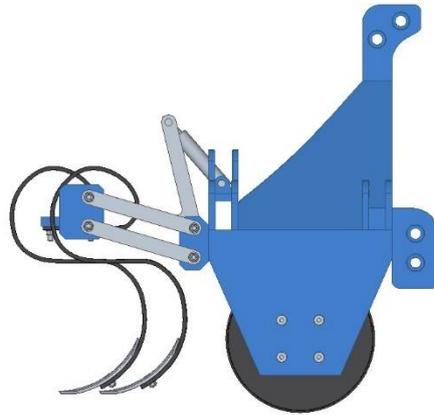


Ilustración 53. Brazos de cultivadores levantados.

7.5. Ensamblaje.

Como se ha comentado anteriormente, el ensamblaje del preparador se puede dividir en dos tipos, el que se realiza mediante soldadura, el cual consiste en soldar las piezas sueltas que se mandarían cortar con la geometría definida sobre los bastidores principales para que así puedan realizar las respectivas funciones para las cuales han sido diseñadas y por otra parte el ensamblaje mediante tornillos y otros elementos de unión que se realiza para conseguir conjuntos de los bastidores principales para que trabajen de manera conjunta.

- *Mediante soldadura:*

Se pueden distinguir diferentes piezas, las cuales presentan una función clave para el correcto funcionamiento del preparador.

El chasis central se compone de las siguientes piezas:

- Tubos estructurales:

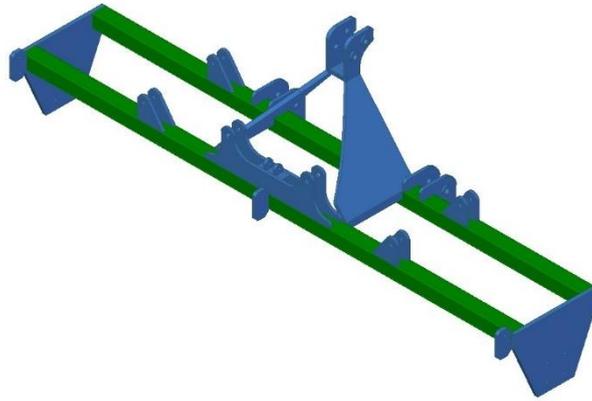


Ilustración 54. Tubos estructurales.

Los tubos estructurales están formados por dos tubos de sección cuadrada de 80x80x5mm ya que según los estudios realizados aplicando las fuerzas a las que son sometidos no causan deformaciones apreciables.

Estos dos tubos centrales son los elementos principales del chasis central ya que sobre ellos irán todas las piezas soldadas.

- Tapas laterales:

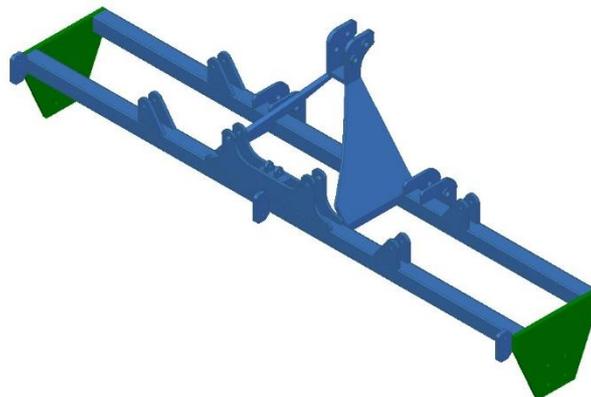


Ilustración 55. Tapas laterales.

Estas dos tapas laterales aparte de delimitar los tubos estructurales, son utilizadas como apoyo para el rodillo central, ya que posee cuatro agujeros sobre los que irán atornillados los rodamientos sobre los que giran los ejes del rodillo.

- Torreta y sistema de enganche:

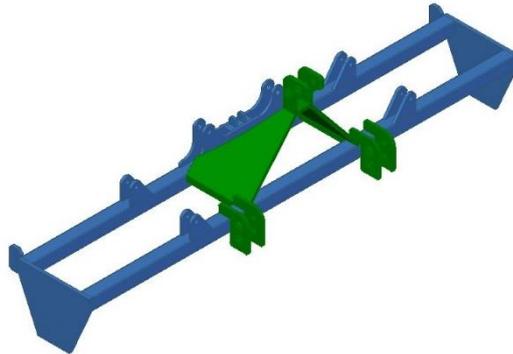


Ilustración 56. Torreta y sistema de enganche.

La torreta es otra de las partes principales del preparador delantero, ya que conecta al tractor directamente con el apero agrícola. Sobre la torreta se sitúa el enganche del tractor que no permanece en línea con los demás, por otro lado se sitúan los enganches laterales, los cuales están en línea.

- Sujeción de los hidráulicos:

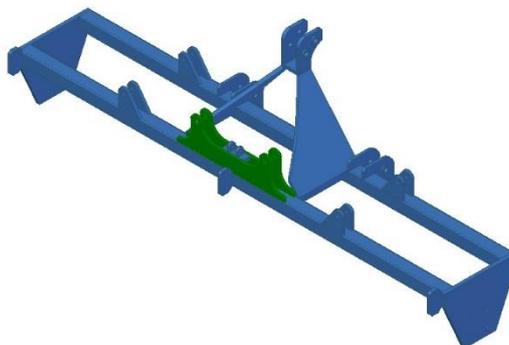


Ilustración 57. Sujeción de hidráulicos.

Estas piezas permiten sujetar los cilindros hidráulicos que permiten el plegado de los laterales. Además sobre estas piezas el cilindro realizará su eje.

- Bisagras:

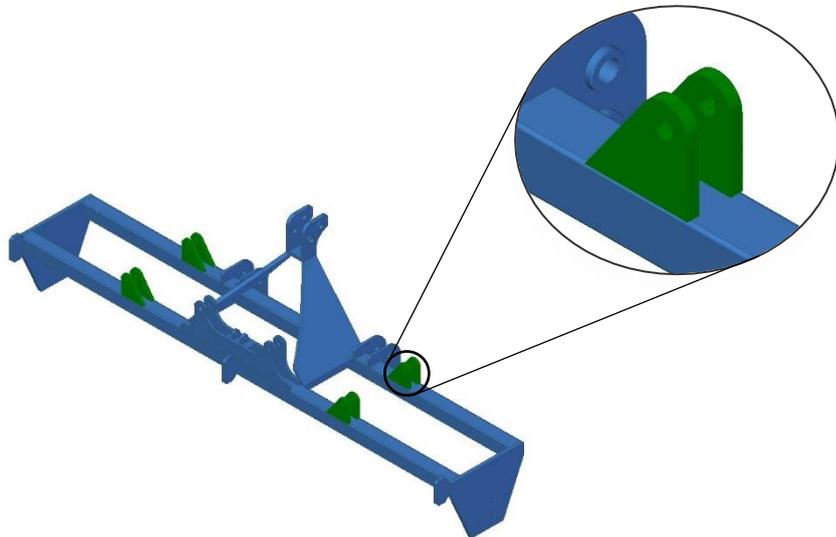


Ilustración 58. Bisagras.

Para que el plegado funcione correctamente, el preparador delantero precisará de unas piezas que actúan como bisagras, estas están colocadas en una posición concreta, con la que permite que el lateral haciendo eje sobre ellas se coloque en la posición correcta que se requiere en cada momento.

- Amarre de los cultivadores:

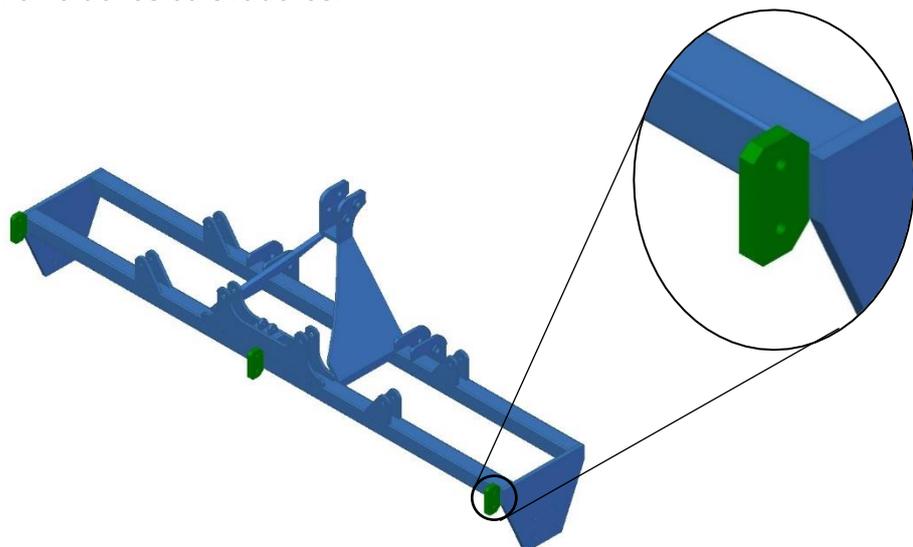


Ilustración 59. Amarre de los cultivadores.

El bastidor de los cultivadores necesita ir conectado al chasis central, por lo que estas piezas situadas a lo largo del chasis permite dicha función.

- Sujeción hidráulico cultivador:

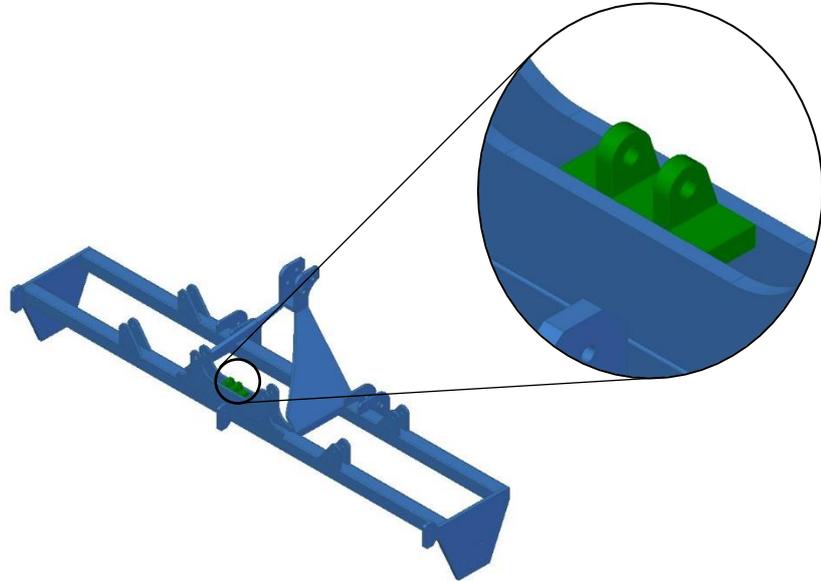


Ilustración 60. Sujeción del hidráulico de los cultivadores.

Para poder regular la profundidad de los cultivadores, en el preparador delantero se coloca unas piezas sobre las que se sujeta el cilindro hidráulico que desarrollará dicha función y sobre las que hará eje para que pueda realizarlo en las condiciones adecuadas.

Los chasis laterales se componen de piezas semejantes que actúan de forma similar a las del chasis central pero con relación a estas. Dependiendo para que lado este destinado el lateral, las piezas irán situadas con una orientación u otra. Estas piezas son:

- Tubos estructurales:

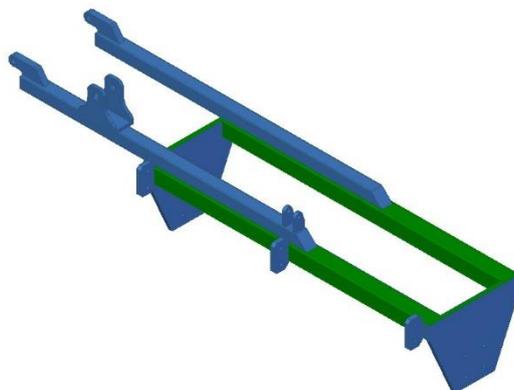


Ilustración 61. Tubos estructurales laterales.

En este caso, los tubos estructurales son de las mismas características que en el chasis central, solo que están cortados a una medida inferior.

- Tubos cuadrados de plegado:

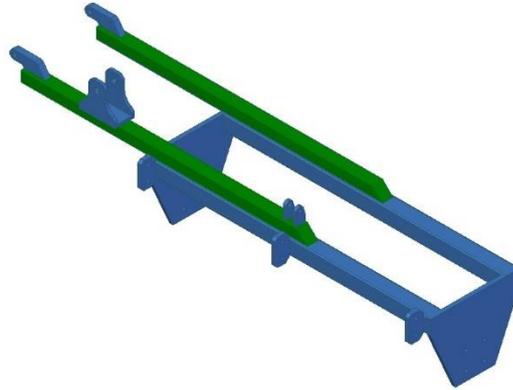


Ilustración 62. Tubos cuadrados de plegado.

Estos tubos de sección cuadrada, en este caso de sección 60x60x4mm, se colocan sobre los tubos estructurales que componen el chasis permitiendo así que realicen el plegado sobre el chasis central y que no sobresalga nada del preparador por los laterales al ir colocado el pliegue a una distancia mayor del extremo que la altura que tiene cuando el preparador está desplegado.

- Bisagra:

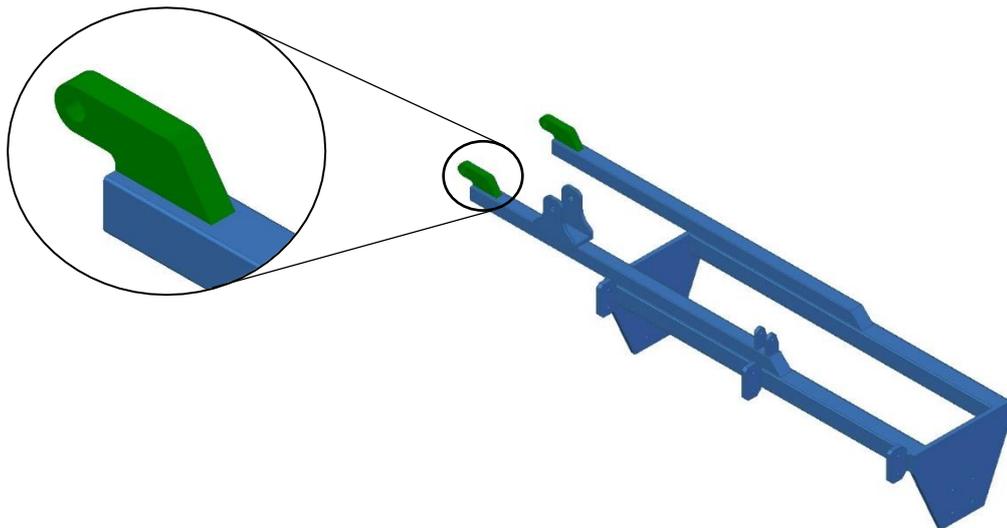


Ilustración 63. Bisagra de los laterales.

Esta pieza actúa como bisagra ya que se introduce sobre las mencionadas anteriormente para el chasis central y sobre el agujero de ambas, gracias a un bulón que se mencionará mas tarde hace de eje permitiendo así el plegado.

- Sujeción del hidráulico:

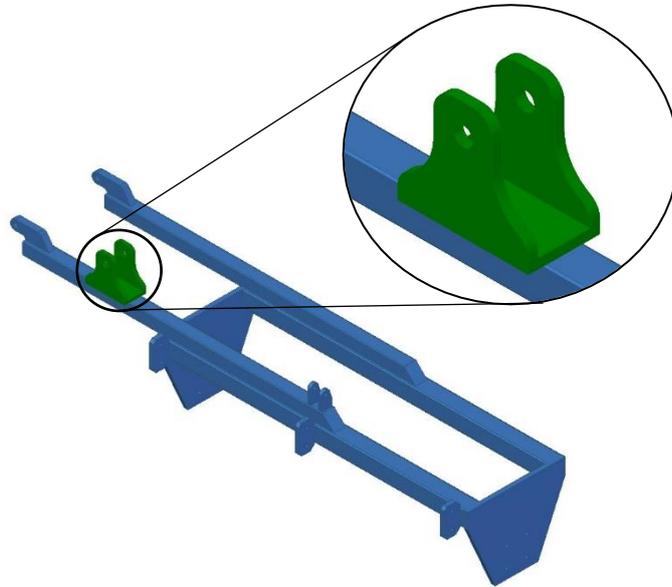


Ilustración 64. Sujeción del hidráulico en el lateral.

Sobre estas piezas va acoplada la otra parte del hidráulico y sobre estas piezas ejerce el hidráulico la fuerza para conseguir plegar el lateral del preparador.

- Sujeción hidráulico cultivador:

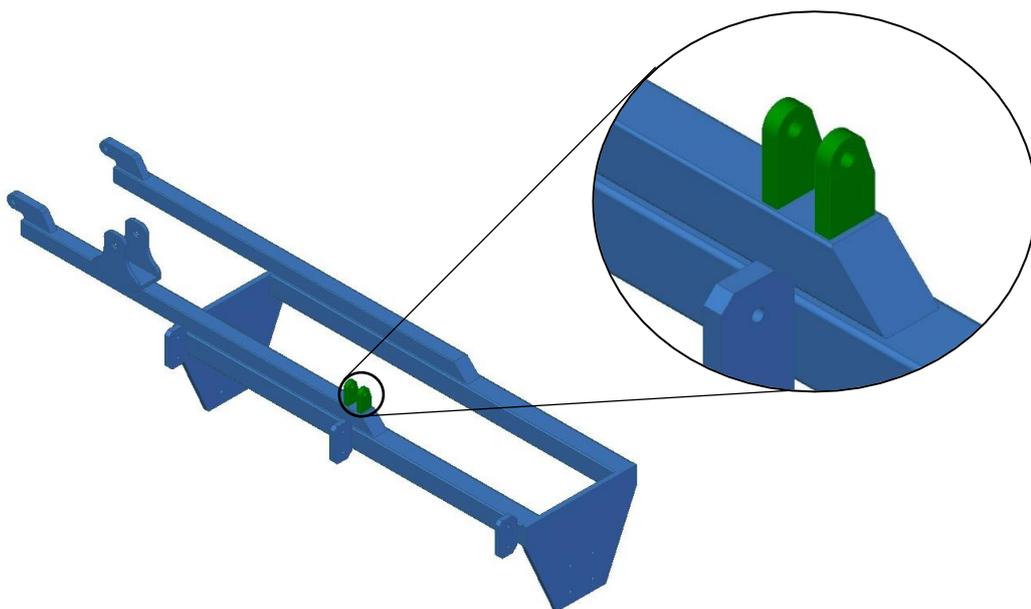


Ilustración 65. Sujeción del hidráulico de los cultivadores laterales.

Estas piezas permiten acoplar el cilindro hidráulico que se encarga de regular la altura a la que van a trabajar los cultivadores situados en la parte delantera.

En los chasis laterales, tanto las tapas laterales como los amarres del bastidor del cultivador serán iguales en cuanto geometría y posición sobre el bastidor que los situados en el chasis central mencionado anteriormente.

El rodillo liso se compone de tres piezas, dos laterales y una central:

- Tapas laterales:

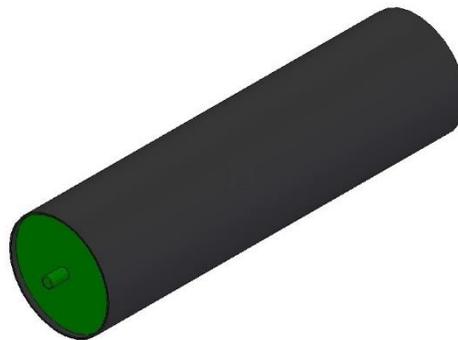


Ilustración 66. Pieza tapa cilindro laterales.

Estas piezas son colocadas en ambas partes del cilindro, estas actúan como tapas del cilindro hueco y a su vez actúan como eje ya que en el centro va colocado otro tubo cilindrico de diametro igual al agujero que presenta el rodamiento sobre el que va montado.

- Cilindro hueco:

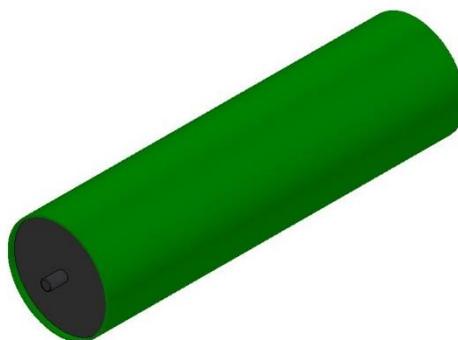


Ilustración 67. Pieza de cilindro hueco.

Este tubo actuará como compactador, dependiendo de para que parte este destinado, tendrá unas medidas de longitud u otras.

El bastidor en el que se alojan los cultivadores se compone de las siguientes piezas:

- Tubo estructural:

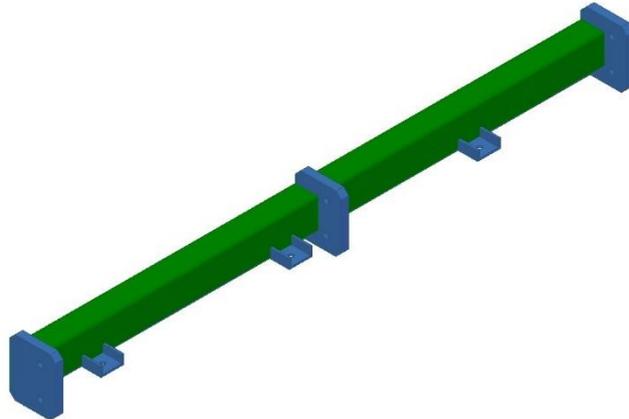


Ilustración 68. Pieza tubo estructural.

Este tubo estructural de sección rectangular es la parte principal del bastidor de los cultivadores y sobre el que irán acopladas las demás piezas que lo componen.

- Amarre al chasis principal:

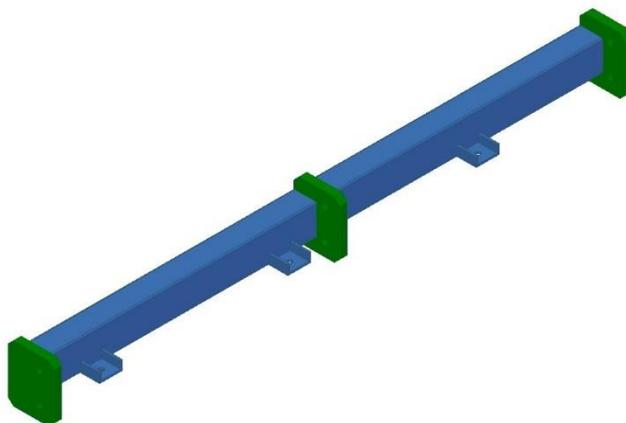


Ilustración 69. Pieza de amarre al chasis principal.

El bastidor de los cultivadores irá unido al chasis principal mediante estas piezas, la unión se realizará mediante unas pletinas y unos tornillos permitiendo libertad de giro sobre ambas piezas para que pueda regularse de manera independiente al chasis que llevará acoplado el rodillo.

- Base de sujeción para cultivadores:

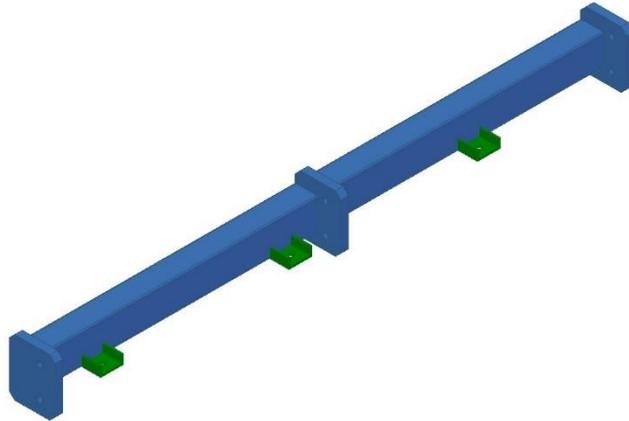


Ilustración 70. Pieza de base de sujeción de los cultivadores.

Para sujetar los brazos de los cultivadores al bastidor, se han colocado estas piezas con sus respectivos agujeros para ser atornillados.

- *Mediante elementos de unión:*

Como se ha comentado anteriormente, el preparador parte de tres partes principales, una que se mantiene rígida y otras dos laterales que se pliegan sobre la fija. Estas tres partes a su vez poseen distintos componentes que van unidos a estas partes, estas uniones no son de forma permanentes ni fijas, ya que tienen la posibilidad de realizar giros sobre ellas o incluso reemplazarse por otras piezas en caso de desgaste.

Para estas uniones utilizaremos en su mayoría tornillos de diferentes metricas y de diferentes normas dependiendo de la forma de la cabeza adaptandose a las necesidades que se requiera para cada situación.

- Para el ensamblaje en los que intervienen los cilindros hidráulicos y en las partes donde actúan como eje al plegarse como es el caso de las piezas que hacen de bisagra, la forma de unión consistirá en un bulón de diámetro conveniente según el agujero de las piezas.

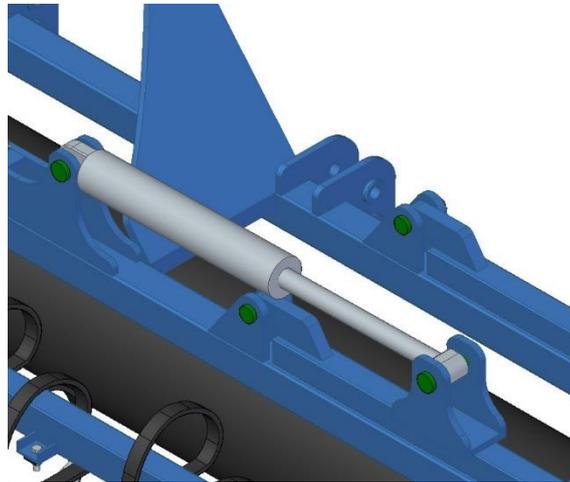


Ilustración 71. Bulones en ensamblaje de piezas.

Las piezas de las que se compone el ensamblaje serán las siguientes:

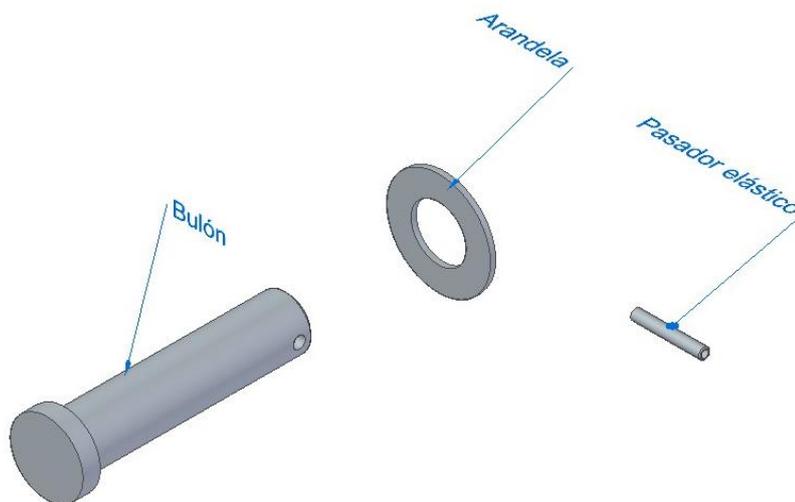


Ilustración 72. Despiece de bulón en su ensamblaje.

La forma de fijación de los bulones se realiza mediante la arandela que evita rozamientos y el pasador que impide que se salga el bulón vendría definida de la siguiente manera:

Las piezas que se pretenden ensamblar se mantienen entre la cabeza del bulón y la arandela, quedando las piezas alineadas entre sí mediante el eje de ambas.

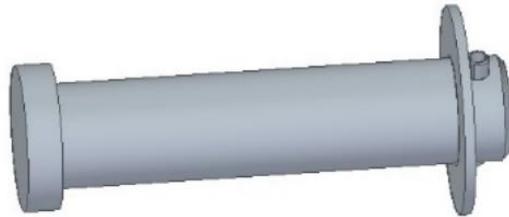


Ilustración 73. Bulón posicionado en ensamblaje.

- La forma de ensamblar la reja del cultivador al brazo, se realiza mediante un tornillo de cabeza cuadrada DIN 608, esta forma de la cabeza impide que se gire la cabeza debido a que la reja en su orificio tiene esta forma. Con esto se consigue que no se desgaste la cabeza y por consiguiente que se pueda aflojar en un futuro ya que la reja permanece en contacto con el suelo y este actúa como material de abrasivo. Este tornillo irá fijado por el lado trasero con tuerca DIN 934.

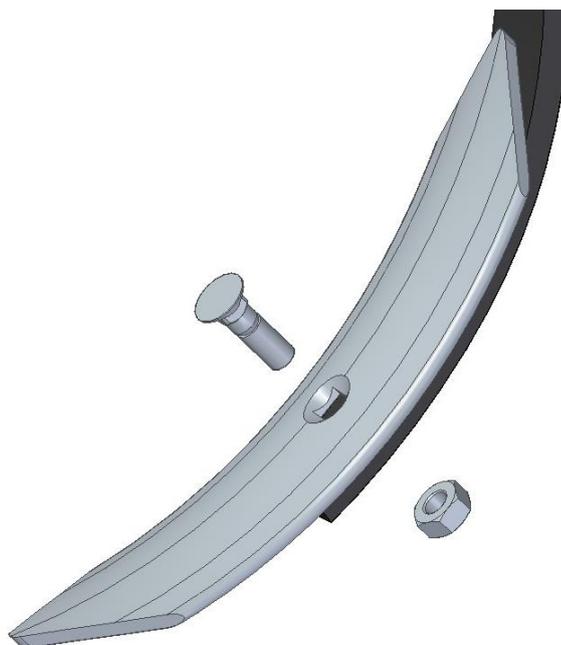


Ilustración 74. Ensamblaje de reja al brazo del cultivador.

- Para fijar el brazo del cultivador al bastidor, este ensamblaje se realiza mediante tornillos DIN 931, con arandela y turca autoblocante DIN 985. Para así evitar que se mueva y se afloje el tornillo.

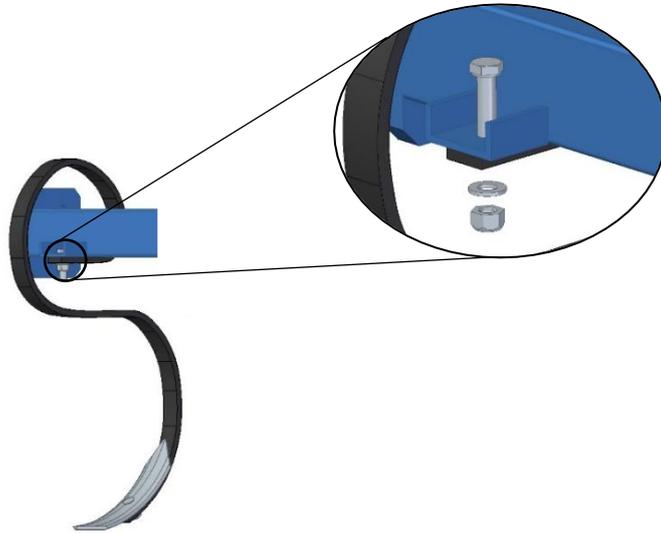


Ilustración 75. Ensamblaje del brazo del cultivador al bastidor.

- El sistema de ajuste de los cultivadores se compone de dos tipos de pletina diferente para su amarre y su funcionamiento. Por un lado está la pletina simple que conecta el bastidor de los cultivadores y el chasis central, y por otro lado la pletina en forma de L que aparte de unir el bastidor de los cultivadores con el chasis central también se conecta con el cilindro hidráulico que fijará la altura a la que se quiere que trabajen los cultivadores.

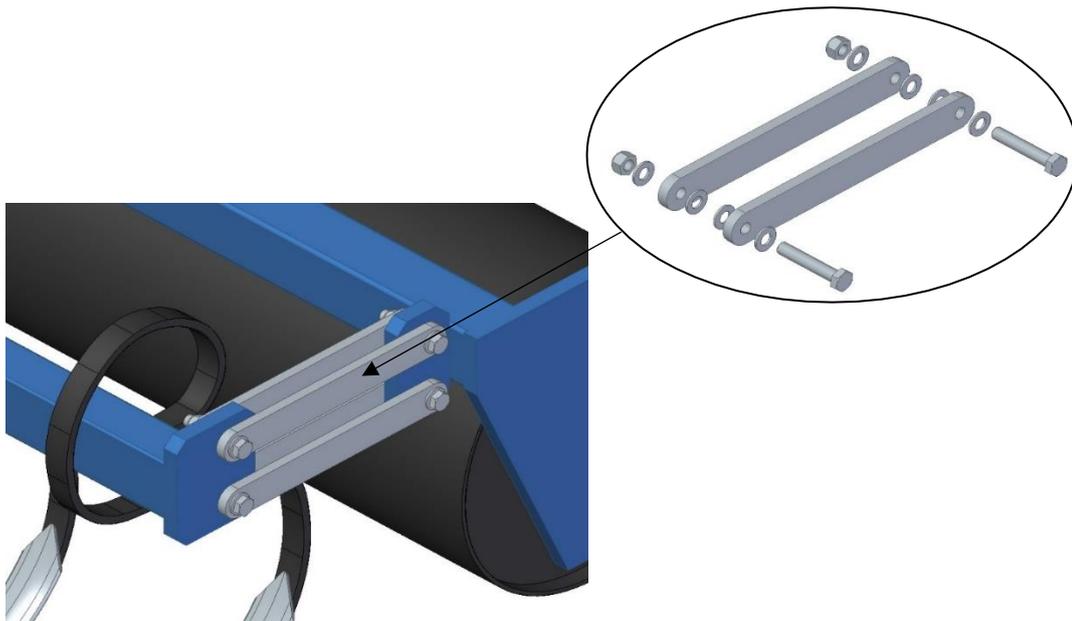


Ilustración 76. Ensamblaje mediante pletinas del bastidor de cultivadores a chasis principal.

Las pletinas van colocadas a cada extremo de las piezas de amarre de ambos bastidores y entre ellas y los elementos de unión como son el tornillo DIN 931 y la tuerca autoblocante DIN 985, que permite ajustar lo comprimido y fuerte que quieres que se mantenga el conjunto para que oscile, se colocan arandelas para que haya menos superficie de contacto entre las piezas y permita así realizar el movimiento entre las piezas y que realice la función de regular la altura correctamente.

Por otro lado está la pletina en forma de L, la cual irá ensamblada de la misma forma pero con la peculiaridad de que al ir el cilindro hidráulico, necesitará más espacio entre pletina y pletina, por lo que en vez de acoplar arandelas en el interior, se añadirá unos casquillos con espesor suficiente para que el cilindro hidráulico entre en el hueco.

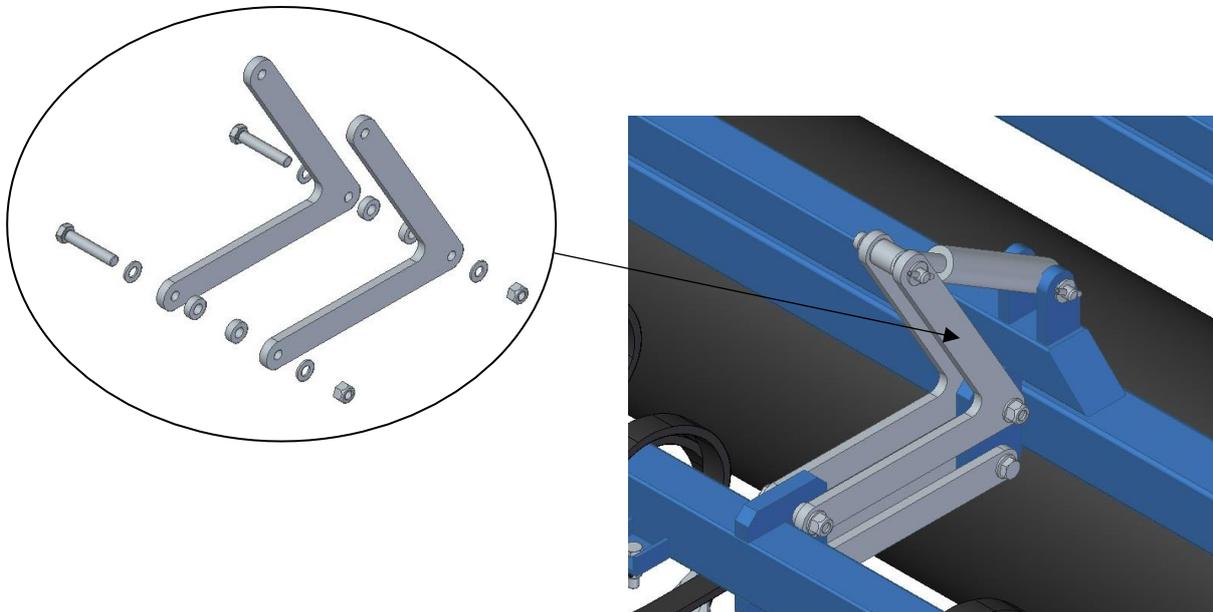


Ilustración 77. Sistema de sujeción al cilindro de regulación.

- Para fijar los rodamientos, los cuales hacen que giren los ejes del rodillo, a las tapas laterales, se utilizan tornillos avellanados DIN 7991, ya que las tapas laterales del preparador delantero cuando este se encuentra desplegado, se mantienen alineadas y con un espacio entre ellas nulo, por lo que se necesita que la cabeza del tornillo no sobre salga más de la tapa. Esto se consigue ya que el punzonado de los agujeros de las tapas tienen una entrada en forma cónica para poder alojarse esta cabeza del tornillo.

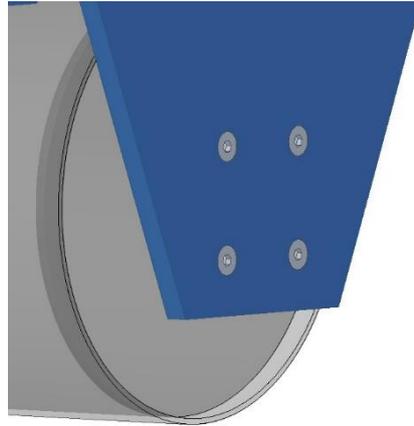


Ilustración 78. Rodamiento acoplado sin sobresalir los tornillos.

Por el otro lado, pegando al rodamiento, se sitúan tuercas autoblocantes DIN 985 que evitan que el tornillo se afloje de manera involuntaria.

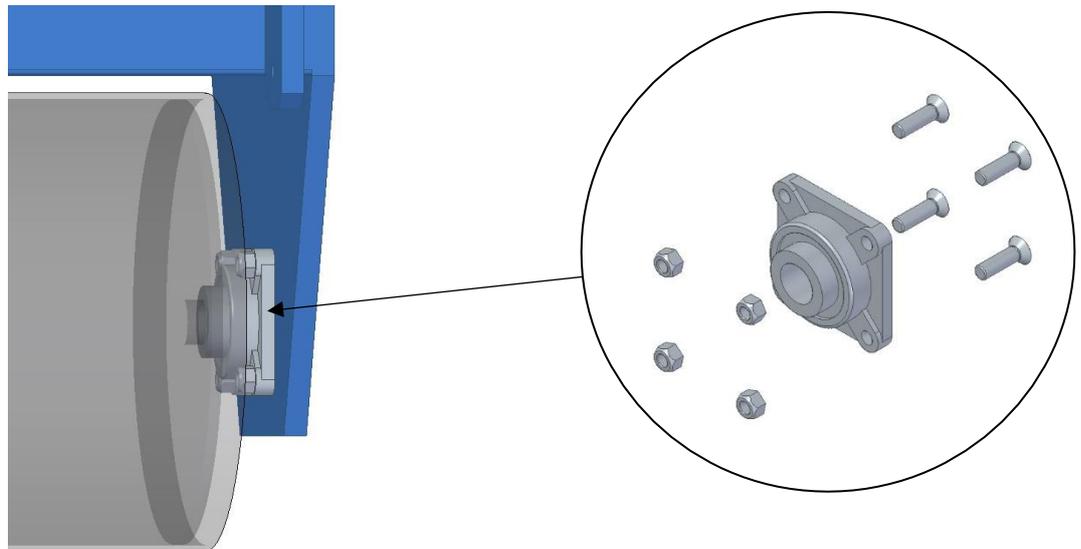


Ilustración 79. Ensamblaje del rodamiento.

7.6. Elemento terminado.

En este apartado se adjuntarán fotos del preparador delantero ensamblado.



Ilustración 80. Preparador delantero plegado.



Ilustración 81. Preparador delantero con un lado desplegado.



Ilustración 82. Preparador delantero desplegado.

A continuación, se muestra una representación gráfica en la que se puede observar el producto con las texturas de los materiales correspondientes en su fabricación.



8. CÁLCULOS Y RESULTADOS.

Para saber si el diseño cumple correctamente las funciones para las que ha sido diseñado, se realizará una serie de análisis de fuerzas de igual magnitud a las que estará sometido en los puntos más críticos de la estructura del preparador delantero (Juan Manuel De La Hoz Hernández Junio de 2017).

Para calcular la fuerza a la que va a trabajar el preparador delantero, se considerará la potencia del tractor y la velocidad a la que trabajará con el preparador agrícola.

Dadas las dimensiones del preparador delantero y teniendo en consideración que en la parte trasera también contará con otro apero, la potencia del tractor que trabajará con el preparador delantero se estima que es de 180CV y la velocidad de trabajo es de 8km/h.

Este análisis se ha realizado mediante el método de elementos finitos de Autodesk Inventor (Senabre Blanes 2009).

Los puntos más críticos determinados para estudiar han sido, las pletinas donde se sujetan cada brazo con su bastidor, los amarres donde se unen el bastidor del cultivador con el chasis principal y los puntos de enganche del tractor al preparador delantero.

- Sujeción de brazos:

Para el análisis de esta zona, se ha escogido realizarlo sobre uno de los laterales. Se ha calculado que cada brazo se somete a una fuerza de 2896.275N, por lo que esta fuerza es la que situaremos en cada punto donde este ejerce dicha fuerza.

El primer diseño de la sujeción de los brazos de cultivadores fue el siguiente:

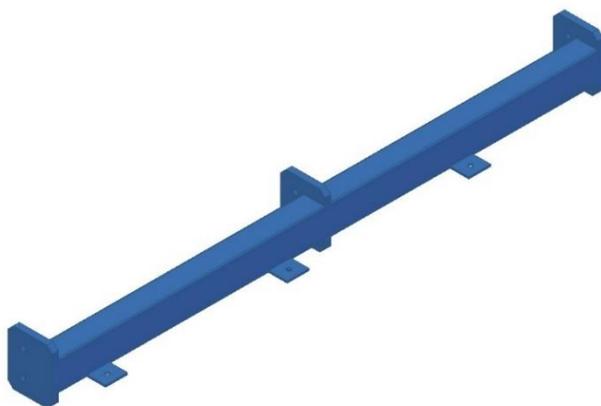


Ilustración 83. Pieza para estudiar.

Con este diseño se realizó un primer análisis asignando el material con las propiedades correspondientes, las fuerzas que cada brazo ejerce en el lugar de amarre de este y generando una malla acorde con la geometría del cuerpo a estudiar.

Los resultados fueron los siguientes:

- En cuanto a la tensión de Von Mises obtenida.

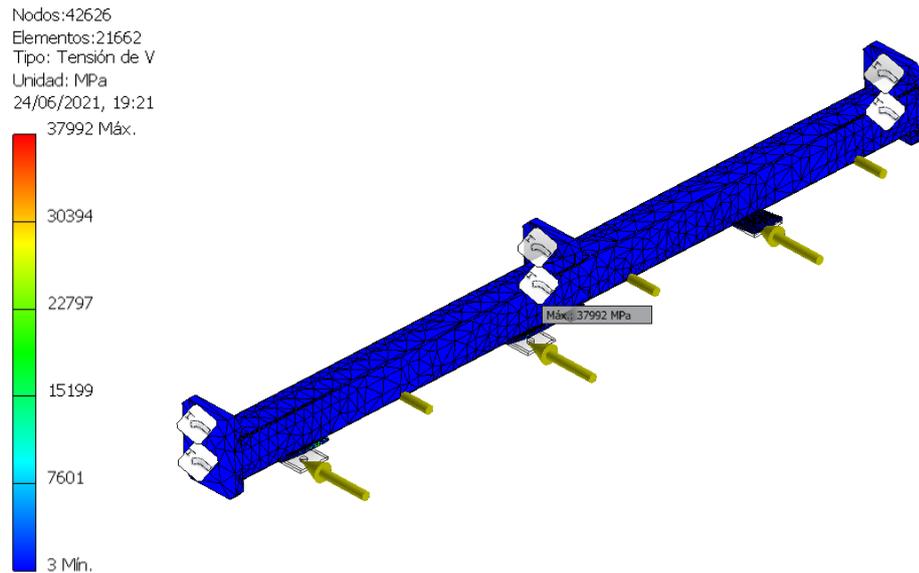


Ilustración 84. Tensión de Von Mises.

- En cuanto a los desplazamientos.

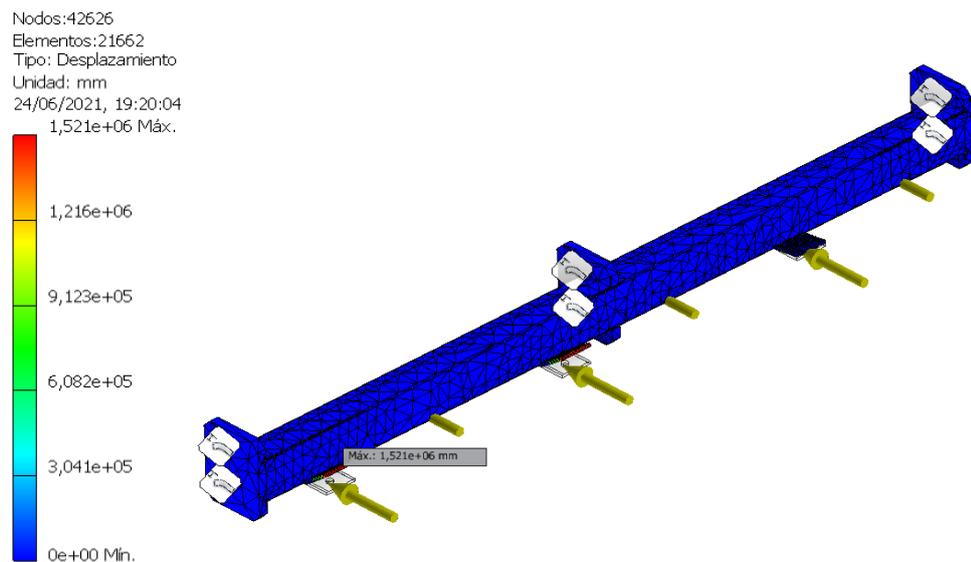


Ilustración 85. Desplazamiento obtenido en el primer estudio.

Como se puede observar los resultados son verdaderamente problemáticos y no despreciables, por lo que se decide cambiar el diseño de los amarres y reforzar la parte en donde sufre tal deformación.

Una vez realizados los respectivos cambios, el diseño queda de la siguiente manera:

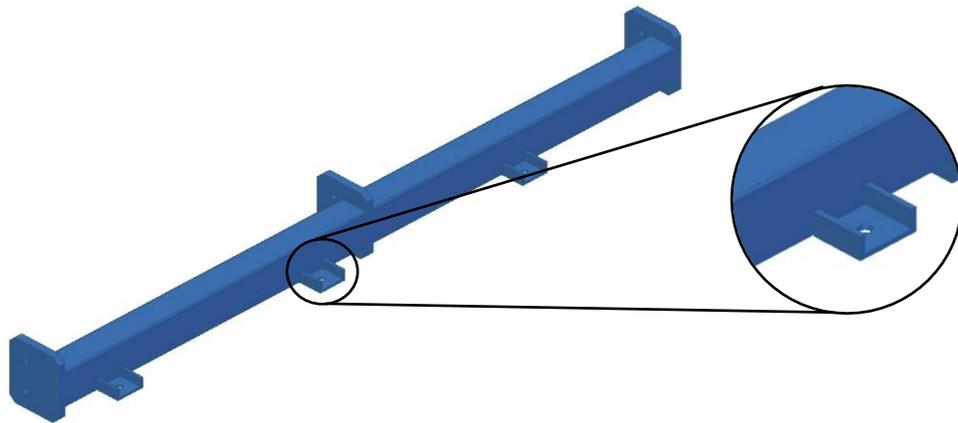


Ilustración 86. Pieza para estudiar con el cambio realizado.

Con los respectivos refuerzos, se vuelve a realizar el mismo análisis y los resultados obtenidos serían los siguientes:

- En cuanto a la tensión de Von Mises obtenida.

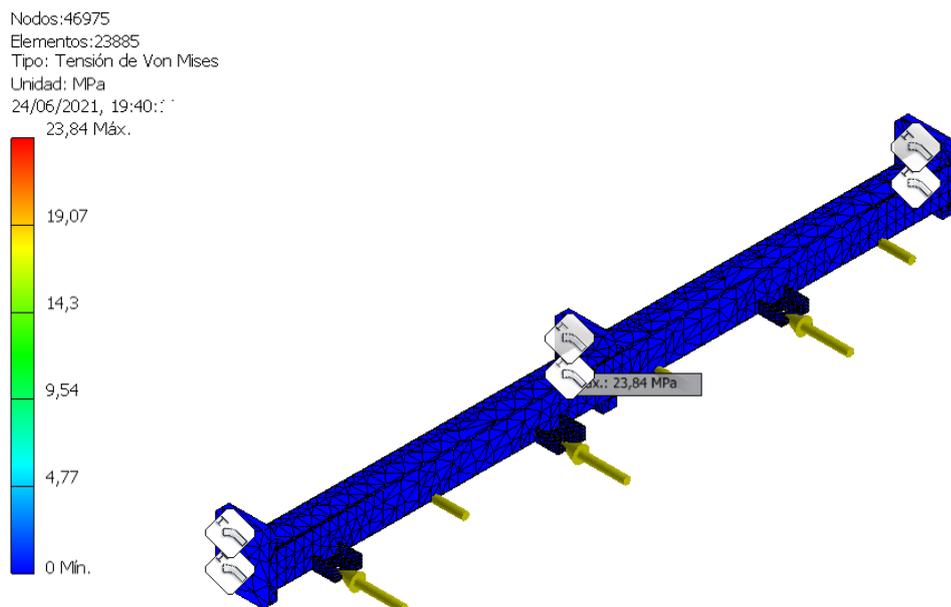


Ilustración 87. Tensión de Von Mises obtenida con los cambios realizados.

- En cuanto a los desplazamientos:

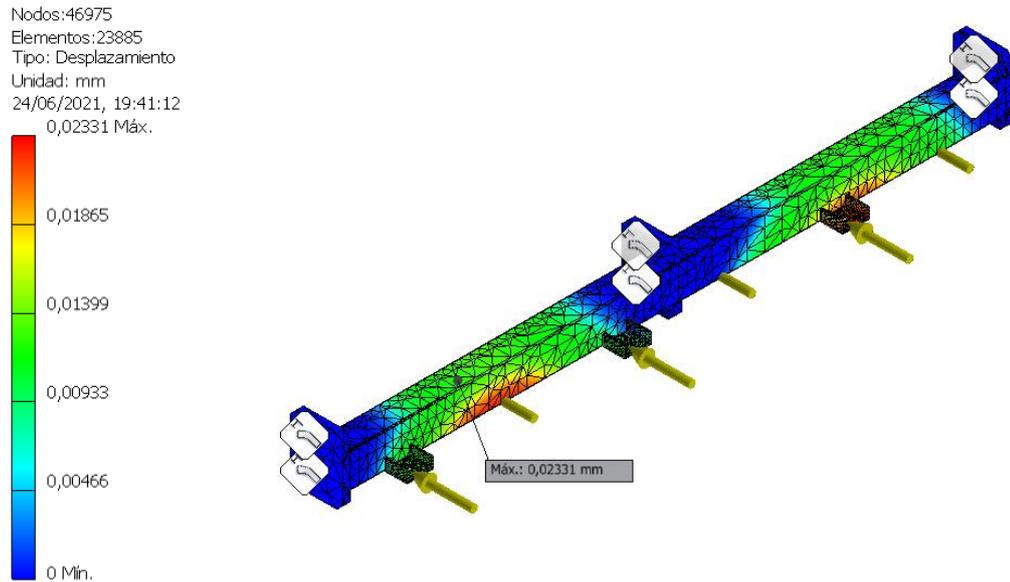


Ilustración 88. Desplazamiento obtenido con los cambios realizados.

Como se puede apreciar los resultados obtenidos, una vez reforzada la pieza que sufría dichas deformaciones, pueden resultar inapreciables al tratarse de cifras tan bajas, como por ejemplo la deformación máxima de 0.02331mm.

- Sujeción entre bastidores:

Para proceder a este análisis se tendrá en cuenta la fuerza que repartida ejercen los brazos sobre estas sujeciones.

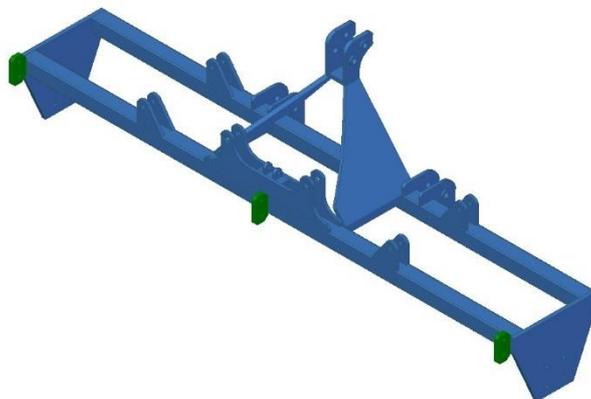


Ilustración 89. Piezas sobre las que se realizará el estudio.

- La tensión de Von Mises obtenida en el estudio.

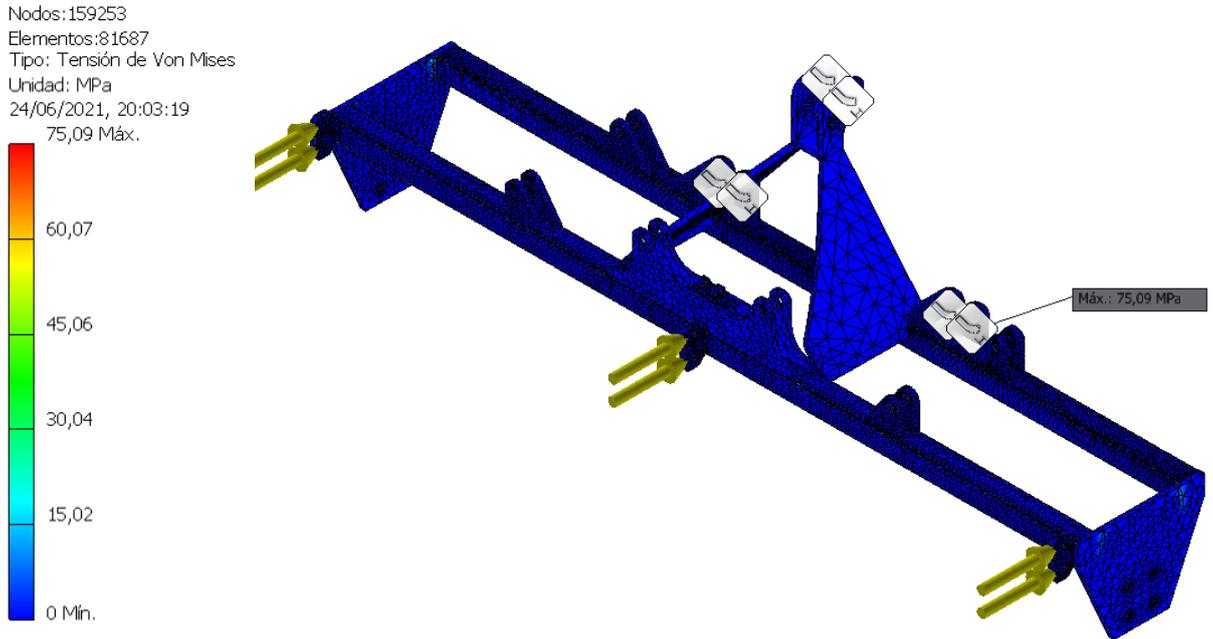


Ilustración 90. Tensión de Von Mises obtenida en el estudio de la sujeción entre los bastidores.

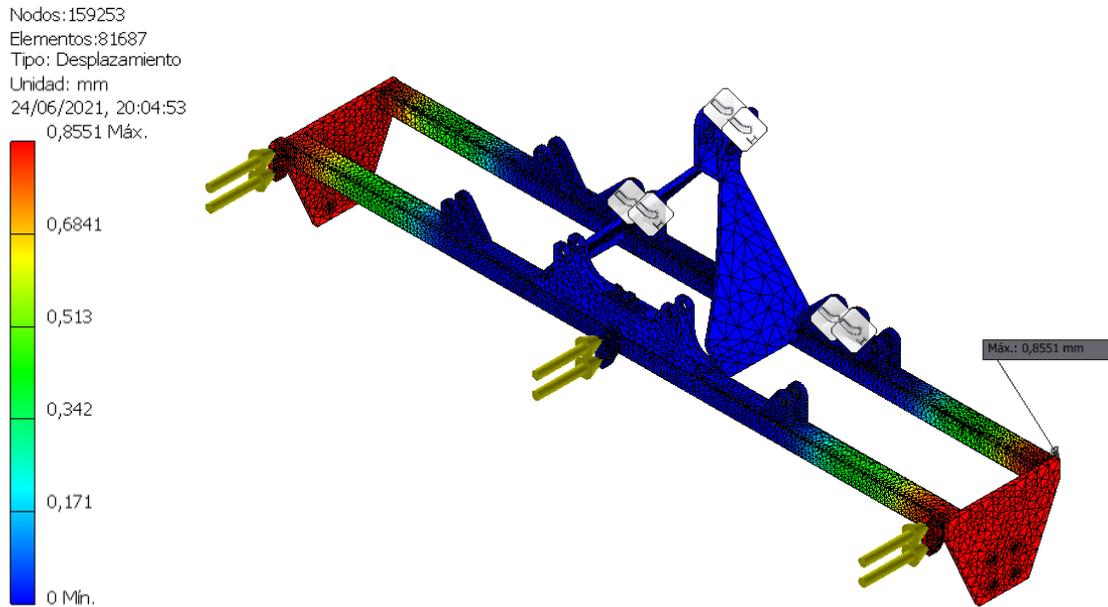


Ilustración 91. Desplazamiento obtenido en el estudio de la sujeción entre los bastidores.

Como se puede apreciar los resultados obtenidos bajos por lo que sufriría deformaciones poco apreciables, ya que como desplazamiento máximo en un punto sería de 0,8551mm.

- Sistema de enganche:

El sistema de enganche es la parte que se mantiene en contacto directo con el tractor y por lo tanto las piezas que más esfuerzos sufrirán.

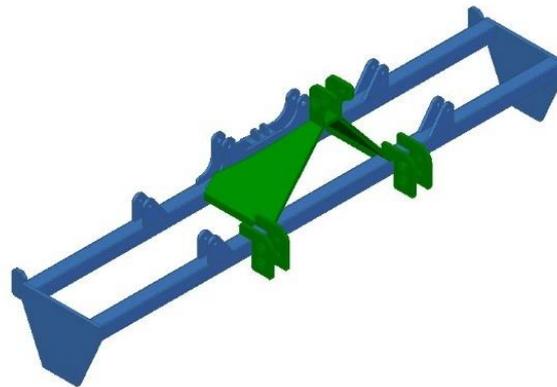


Ilustración 92. Piezas sobre las que se realizarán el estudio del sistema de enganche.

- La tensión de Von Mises obtenida en el estudio.

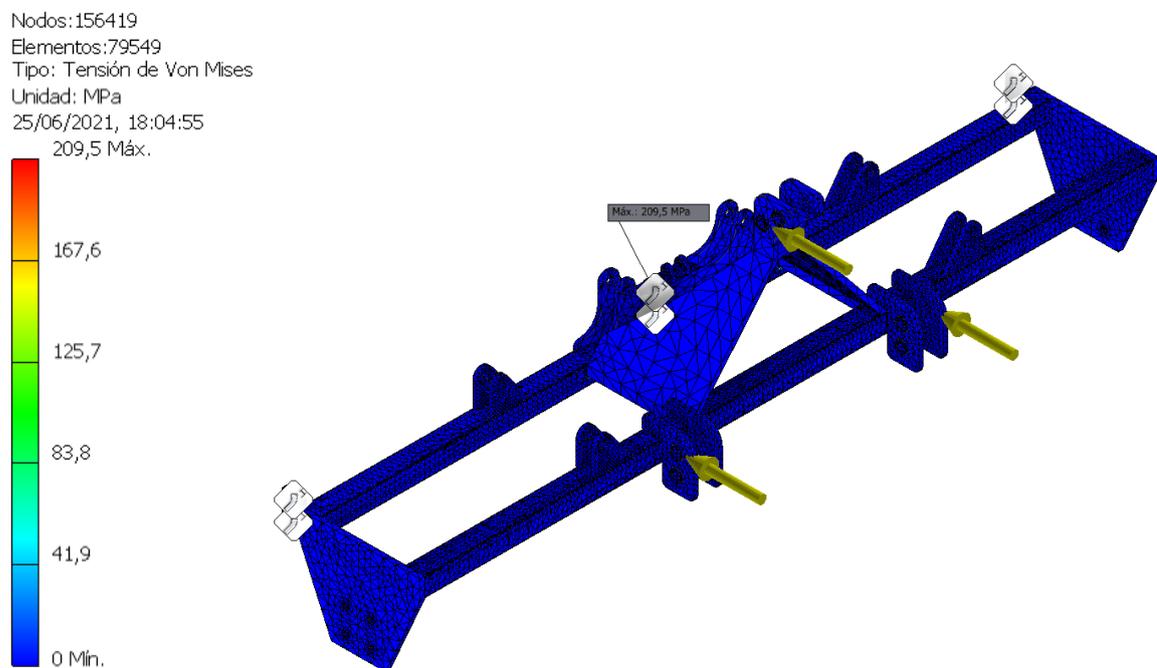


Ilustración 93. Tensión de Von Mises obtenida en el estudio del sistema de enganche.

- El desplazamiento obtenido tras el análisis aplicando las fuerzas correspondientes.

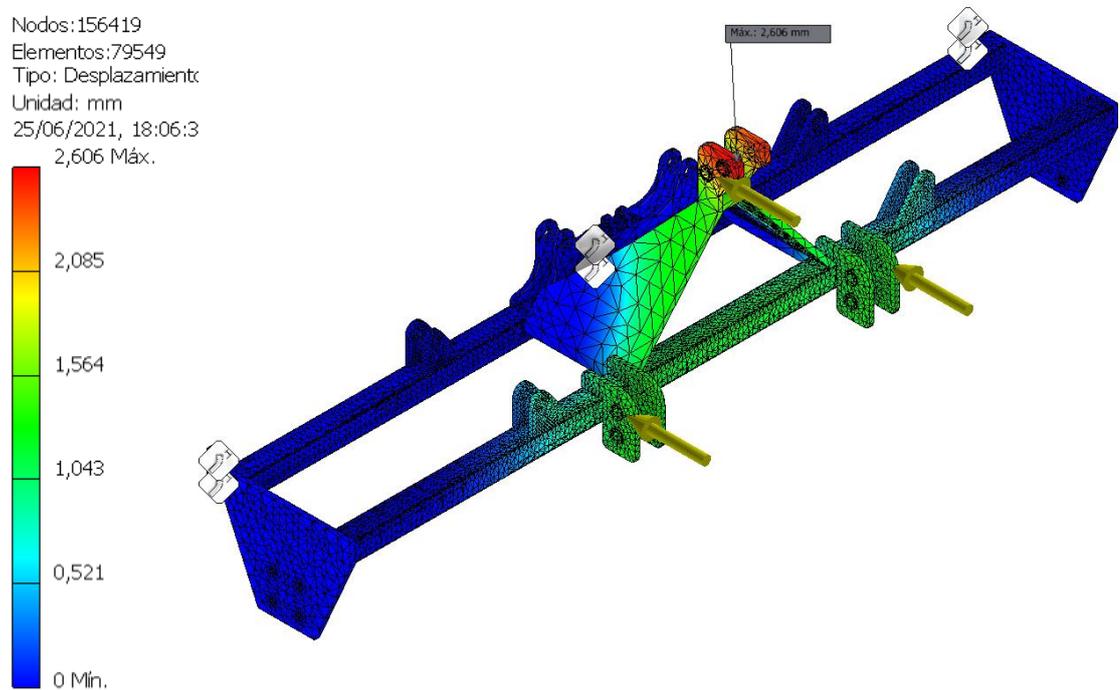


Ilustración 94. Desplazamiento obtenido en el estudio del sistema de enganche.

Se puede observar que el desplazamiento máximo es de 2,606mm, es cierto que es una cifra que puede ser relevante, aunque viendo que la tensión máxima que es 209,5MPa está por debajo del límite elástico del material se puede asegurar que el acero no llega a deformarse permanentemente.

ZONAS	Desplazamiento máximo (mm)	Tensión máxima (MPa)	Límite elástico del material (MPa)	% de deformación no permanente
Sujeción de brazos	0,02331	23,84	235	10,14
Sujeción entre bastidores	0,8551	75,09	235	31,95
Sistema de enganche	2,606	209,5	235	89,15

Tabla 1. Tensiones en zonas críticas.

En la tabla se representan las distintas zonas de estudio y el valor máximo de la tensión en el punto que resulta más crítico de la zona donde se realiza el estudio. Además, aparece representado cual es el límite elástico del material, 235MPa, ya que se trata de un acero de calidad S235JR.

A partir de este punto del límite elástico, el material puede sufrir deformaciones que resultan permanentes, lo cual supone que tras sobrepasar el límite elástico el material se queda deformado de una forma permanente.

Como se puede observar en los datos de la tabla obtenidos en los estudios, se ha calculado en porcentajes cuanto supone la tensión máxima de las zonas más críticas sin que llegue a la deformación permanente. Se aprecia que la zona más crítica de estudio a realizar se localiza en el sistema de enganche, ya que se deforma como máximo un 89,15% de la tensión máxima, quedando al límite del 90% de deformación no permanente fijado como zona peligrosa.

9. ESTUDIO ECONÓMICO.

En este capítulo final del proyecto, se realiza un presupuesto del diseño del preparador delantero agrícola. Se propone un estudio realizado para una empresa externa de fabricación de estos aperos agrícolas.

En el mismo, se tendrá en cuenta las horas dedicadas a dicho proyecto y todos los gastos que este conlleva. El estudio está preparado para que el preparador delantero se pueda fabricar directamente con los planos adjuntados y los correspondientes ensayos realizados.

Partiendo de estos supuestos, se han estimado las horas que conlleva la realización de dicho proyecto, los costes indirectos que una empresa tiene que asumir para poder llevar a cabo dicho proyecto, como puede ser personal administrativo, gastos de oficina, licencias u ordenadores para trabajar, entre otros, así como el correspondiente beneficio que la empresa estima oportuno para el proyecto.

Por un lado, se tendrá en cuenta la mano de obra directa (M.O.D.) del personal que interviene en el desarrollo del proyecto, en el cual participa un ingeniero/licenciado, al cual se le ha supuesto un coste de 30€/hora de diseño, y otro ingeniero técnico en el que el coste ha sido de 18€/hora. Ambos ingenieros han dedicado al proyecto un total de 325 horas cada uno.

Tarea	Operario	Nº de operarios	Jornal (€/h)	T(h)	Precio M.O.D.
Diseño del proyecto	Ingeniero/ licenciado	1	30	325	9750
Diseño del proyecto	Ingeniero técnico	1	18	325	5850
Total					15.600,00 €

Tabla 2. Cálculo de mano de obra directa.

Además, se tendrá en cuenta la mano de obra indirecta (M.O.I.) del personal que no interviene de una manera directa en el desarrollo del proyecto, pero que será importante para que este pueda realizarse. Se ha estimado que este gasto es en porcentajes un 15% con respecto al coste de mano de obra directa.

Costo de M.O.D.	% M.O.I.	Coste de M.O.I. total
15600	15%	2.340,00 €

Tabla 3. Cálculo de mano de obra indirecta.

En cuanto a las cargas sociales que representan el conjunto de aportaciones de la empresa a diversos Departamentos y Organismos Oficiales, se ha estipulado un 35% con respecto a los costes de M.O.D. y los costes de M.O.I.

Coste de M.O.D.	Coste de M.O.I.	% Carga Social	Total coste de cargas sociales
15600	2340	35%	6.279,00 €

Tabla 4. Cálculo de cargas sociales.

Por otro lado, se ha estipulado en un 25%, sobre los costes de mano de obra directa, los gastos generales que la empresa tiene para su correcto funcionamiento, excluidos ya los costes analizados.

Coste de M.O.D.	% Gastos generales	Coste total de gastos generales
15600	25%	3.900,00 €

Tabla 5. Cálculo de costes generales.

A todo esto, hay que contar con un porcentaje del 15% de beneficios. Este porcentaje se aplica sobre el coste total del estudio.

Costo total en fábrica	% Beneficio industrial	Beneficio industrial
28119,00	15%	4.217,85 €

Tabla 6. Cálculo de beneficios.

Una vez considerados todos los gastos que implica el estudio para el desarrollo del preparador delantero y aplicados los beneficios que tendría la empresa por el desarrollo de dicho proyecto, se observa que la empresa solicitante de dicho estudio tendrá que desembolsar por dicho proyecto la cantidad de 39.127,59 € incluyendo el 21% de IVA.

HOJA DE PRESUPUESTO INDUSTRIAL	
CONCEPTO	Precio (€)
Mano de obra directa M.O.D.	15600,00
Mano de obra indirecta M.O.I. 15%	2340
Cargas Sociales C.S. 35%	6279,00
Gastos generales G.G. 25%	3900,00
Coste total del estudio	28119,00
Beneficio industrial B.I. 15%	4217,85
Precio de venta sin IVA	32336,85
Precio de venta al público I.V.A. 21%	39.127,59 €

Tabla 7. Presupuesto del estudio.

El presupuesto considerado, permitirá a la empresa solicitante la realización de la fabricación en serie de dicho producto amortizando el estudio económico aportado a la misma.

10. CONCLUSIONES Y LÍNEAS FUTURAS.

Con el diseño de este preparador delantero se consigue preparar el terreno, que posteriormente va a ser sembrado, de una forma ligera. Esto se puede llevar a cabo gracias a los elementos escogidos que lo componen.

Además, cuenta con la ventaja de que, al colocarse en la parte delantera del tractor, se puede acoplar en la parte trasera otro apero agrícola que cumpla con otra función y así poder ahorrar tiempo y combustible.

Este preparador delantero cuenta con las novedades de que puede regularse la profundidad de trabajo de los cultivadores delanteros sin necesidad alguna de modificar la posición de trabajo de los demás elementos que lo componen, y además de ser ligero ya que posee en un solo bastidor dos posiciones de alineamiento de los cultivadores a trabajar y por consiguiente conseguir así que tengan espacio suficiente de desahogo entre ambas líneas de trabajo.

Una vez realizado el proyecto y con la posibilidad de dedicar más tiempo sobre ello. Se podría estudiar la posibilidad de disminuir los desplazamientos obtenidos en los análisis. Una de la mejora para el desplazamiento que se produce en la sujeción de los bastidores, sería la de introducir una pletina de forma transversal o un tubo estructural a aproximadamente 500mm del extremo para que ese desplazamiento sea menor. Por otro lado, para el desplazamiento ocasionado en el sistema de enganche, la mejora podría darse rediseñando la torreta y reforzando la parte superior de esta.

Aun así, sin la realización de estas mejoras, el preparador delantero funcionaría de manera correcta ya que la tensión máxima es menor que la del límite elástico del material utilizado por lo que no llegaría a deformarse de manera permanente.

11. BIBLIOGRAFÍA.

- (1). AdminFertilizer (14 marzo, 2018): Preparación del suelo agrícola. FERTILIZANTE.info. Disponible en línea en <http://www.fertilizante.info/preparacion-del-suelo-agricola/>.
- (2). Fedefruta (2017): Manual técnico de maquinaria agrícola para el agricultor. Fedefruta. Disponible en línea en <https://fedefruta.cl/manual-tecnico-de-maquinaria-agricola-para-el-agricultor/>.
- (3). Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (2006): Ahorro, eficiencia energética y sistemas de laboreo agrícola. Disponible en línea en https://www.idae.es/sites/default/files/publications/online/2/Agricultura%204_opf_files/pdfs/Agricultura%20n_%204.pdf.
- (4). Juan Manuel De La Hoz Hernández (Junio de 2017): Diseño paramétrico de la grada de disco, adaptación CE y cálculo de esfuerzos.
- (5). Jucavizvil (Mayo de 2019): Sistema “tripuntal” de enganche de aperos al tractor. Disponible en línea en <https://agricultorfindesemana.wordpress.com/tag/sistema-tripuntal/>.
- (6). Kennedy, E. Lee, and Jordi Abaral Berini. (1988): CAD : dibujo, diseño, gestión de datos. Barcelona.
- (7). Marcos Herrasti Amer (2018): DISEÑO Y DESARROLLO DE UN CULTIVADOR.
- (8). María Escribano (Marzo de 2021): Tipos de Laboreo y Arados que se utilizan. Los Sistemas de Laboreo. Disponible en línea en <https://www.tractoresymaquinas.com/laboreo-tipos-de-sistemas-y-arados/>.
- (9). Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación: Equipos para el trabajo de suelo. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Disponible en línea en <https://www.mapa.gob.es/es/ministerio/servicios/informacion/plataforma-de-conocimiento-para-el-medio-rural-y-pesquero/observatorio-de-tecnologias-probadas/maquinaria-agricola/trab-suelo.aspx>.
- (10). Redacción interempresas (Marzo de 2020): ¿Qué es un apero, según el Reglamento General de Vehículos? Disponible en línea en <https://www.interempresas.net/Agricola/Articulos/267261-Que-es-un-apero-segun-el-Reglamento-General-de-Vehiculos.html>.
- (11). Rosa López Garrido (Noviembre de 2010): Laboreo de conservación: Efectos a corto y largo plazo sobre la calidad del suelo y el desarrollo de los cultivos. Universidad de Sevilla. Sevilla. Disponible en línea en <https://digital.csic.es/bitstream/10261/52891/1/Laboreo%20de%20conser>

vaci%C3%B3n.%20Efectos%20a%20corto%20y%20largo%20plazo%20sobre%20la%20calidad.pdf.

(12). Secretaría de estado de educación, formación profesional y universidades (2011): Glosario de términos utilizados en manejo y mantenimiento de maquinaria agrícola. Disponible en línea en https://incual.educacion.gob.es/documents/20195/1873855/AGA547_2+-+A_GL_Documento+publicado/f5eb44d5-e6f1-48ab-ad85-c9be3f761daa.

(13). Senabre Blanes, Carolina. (2009): Diseño mecánico con Autodesk inventor paso a paso. Alicante: Editorial Club Universitario.

(14). Universidad Politécnica de Catalunya: Equipos para la preparación del suelo. Disponible en línea en <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/189599/28069-3825.pdf>.

ANEXOS

1. INTRODUCCIÓN A LOS CÁLCULOS.

Para poder verificar que el apero cumple con los objetivos para los que ha sido diseñado, se ha realizado un estudio estático en el que por el método de elementos finitos se ha aplicado las fuerzas a las que el apero trabaja.

Este método es una de las técnicas más importantes de simulación, ya que permite generar sólidos de aspecto casi real y comprobar el comportamiento que tendrá bajo unas condiciones determinadas de trabajo. Permitiendo así un conocimiento del producto o elemento estructural antes de producirlo y así detectar problemas que se hubieran producido en el modelo real y ocasionando así costes innecesarios.

El método trabaja dividiendo la región que se desea resolver en un número finito de partes, llamadas elementos, cuyo comportamiento se especificará mediante un número finito de parámetros, llamados nodos, los cuales serán los puntos de unión de cada elemento.

Esta división se realiza mediante una malla que se adaptará a la geometría de la estructura a estudiar y la cual se puede configurar de forma manual los parámetros principales.

Para realizar los distintos análisis del producto se ha utilizado una malla con los siguientes parámetros:

Configuración de malla	
Configuración común	
Tamaño medio de elemento	0,100
(como fracción de la longitud del cuadro delimitador)	
Tamaño mínimo de elemento	0,200
(como fracción del tamaño medio)	
Factor de modificación	1,500
Ángulo máximo de giro	1,05 rad
<input checked="" type="checkbox"/> Crear elementos de malla curva	
<input type="button" value="Aceptar"/>	<input type="button" value="Cancelar"/>

A parte de la malla se necesitará para realizar el estudio asignar un material a la estructura. En este caso el material asignado es el acero S235JR, dadas las correctas propiedades estructurales que posee.

Además, en cada caso hay que aplicar unas restricciones de movimiento sobre la geometría. Estas restricciones ayudan a que se realice la simulación en las condiciones que más se asemejan a la realidad.

Por otro lado, se aplican las cargas en los puntos donde son ejercidas con el valor correspondiente en cada caso.

1.1 Cálculo de cargas.

Para el cálculo de las cargas que se aplican en los distintos estudios de tensiones que se han realizado, se parte de la premisa que el tractor que trabaja con el apero es de 180CV y a una velocidad de 8Km/h. Por lo tanto, se obtiene que fuerza puede transmitir a cada brazo de cultivador.

Partiendo de la potencia del tractor y a la velocidad a la que trabaja, se obtiene la fuerza que ejerce el tractor:

Potencia del tractor = Fuerza del tractor * Velocidad del tractor.

Fuerza del tractor (N) = Potencia del tractor (W) / Velocidad del tractor (m/s)

Realizando las respectivas conversiones para trabajar en las unidades adecuadas, se obtienen los distintos resultados:

Sabiendo que 1 CV = 735,5 W:

$$180\text{CV} * 735,5\text{W}/1\text{CV} = 132.390 \text{ W}$$

$$8\text{Km/h} * 1\text{h}/3600\text{s} * 1.000\text{m}/1\text{km} = 2,22\text{m/s}$$

$$\text{Fuerza del tractor} = 132.390 \text{ W} / 2,22 \text{ m/s} = 59.635 \text{ N}$$

Una vez obtenida la fuerza que ejerce el tractor, esta se repartirá de manera uniforme sobre los brazos de los cultivadores.

Al tratarse de un total de 24 brazos, la fuerza que se ejerce en cada brazo será:

$$59.635\text{N} / 24 = 2.484,8 \text{ N}$$

La fuerza obtenida es la máxima que puede desarrollar cada brazo con las condiciones establecidas de trabajo. Se ha establecido un coeficiente de seguridad de 1,15, por lo tanto, la fuerza que ejercerá cada brazo será de 2.857,52N.

Según el estudio que se ha realizado se ha utilizado esta fuerza como referencia para cada cultivador que trabaja.

2. NORMAS.

Para la realización del preparador delantero se ha tenido en cuenta las normas establecidas para aperos agrícolas:

2.1. Anexo IX del Reglamento General del Vehículo.

En conformidad con lo establecido en el reglamento general del vehículo, se expondrá a continuación la norma referente a la medida estipulada para la posible circulación por carretera del preparador delantero diseñado.

BOLETÍN OFICIAL DEL ESTADO LEGISLACIÓN CONSOLIDADA

Tabla 3. Dimensiones máximas autorizadas

Longitud	Metros
Vehículos de motor excepto autobuses (1).	12,00
Remolques (1).	12,00
Vehículos articulados excepto autobuses (1).	16,50
Distancia máxima entre el eje de pivote de enganche y la parte trasera del semirremolque (1).	12,00
Distancia máxima entre el eje de pivote de enganche y un punto cualquiera de parte delantera del semirremolque, horizontalmente.	2,04
Trenes de carretera (1) y (2).	18,75
La distancia máxima, medida en paralelo al eje longitudinal del tren de carretera, entre los puntos exteriores situados más delante de la zona de carga detrás de la cabina y más atrás del remolque del conjunto de vehículos, menos la distancia entre la parte trasera del vehículo motor y la parte delantera del remolque.	15,65
Distancia máxima, media en paralelo al eje longitudinal del tren de carretera, entre los puntos exteriores situados más delante de la zona de carga detrás de la cabina y más atrás del remolque del conjunto de vehículos.	16,40
Autobuses articulados.	18,75
Autobuses rígidos de 2 ejes.	13,50
Autobuses rígidos de más de 2 ejes.	15,00
Autobuses con remolque, incluido este.	18,75
En el caso de autobuses equipados con accesorios desmontables, como los porta esquís, la longitud del vehículo, accesorios incluidos, no sobrepasará las máximas previstas en este apartado.	
Anchura	
La anchura máxima autorizada, como regla general.	2,55
Superestructuras de vehículos acondicionados (3).	2,60
Autobuses especialmente acondicionados para el traslado de presos (4).	2,60
Altura	
Altura máxima de los vehículos incluida la carga, como norma general.	4,00
Altura máxima de los autobuses de la clase I (urbano).	4,20
Altura máxima de los siguientes vehículos, incluida la carga	
Portavehículos: Camiones (rígidos) y conjuntos de vehículos (trenes de carretera y vehículos articulados), cuando estén especializados en el transporte de vehículos.	
Vehículos grúa: los destinados a la retirada de vehículos accidentados o averiados.	4,50
Vehículos que transportan contenedores cerrados homologados para el transporte combinado o intermodal.	

3.3 La anchura de circulación de los vehículos especiales reseñados a continuación, que son las que regirán a todos los efectos en este Reglamento, se determinará como sigue:

3.3.1 Para los tractores agrícolas, portadores, motocultores, tractocarros y sus remolques, su anchura de circulación será la del vehículo parado, incluida la carga en su caso.

3.3.2 Para los útiles, aperos y otros equipos agrícolas montados, suspendidos o semisuspendidos en tractores o motocultores, su anchura de circulación será la del equipo parado, disminuida en la distancia en que la parte derecha sobresalga lateralmente de la cara más externa de las ruedas del mismo lado del vehículo que las porte o arrastre, con un máximo a descontar de 0,5 metros.

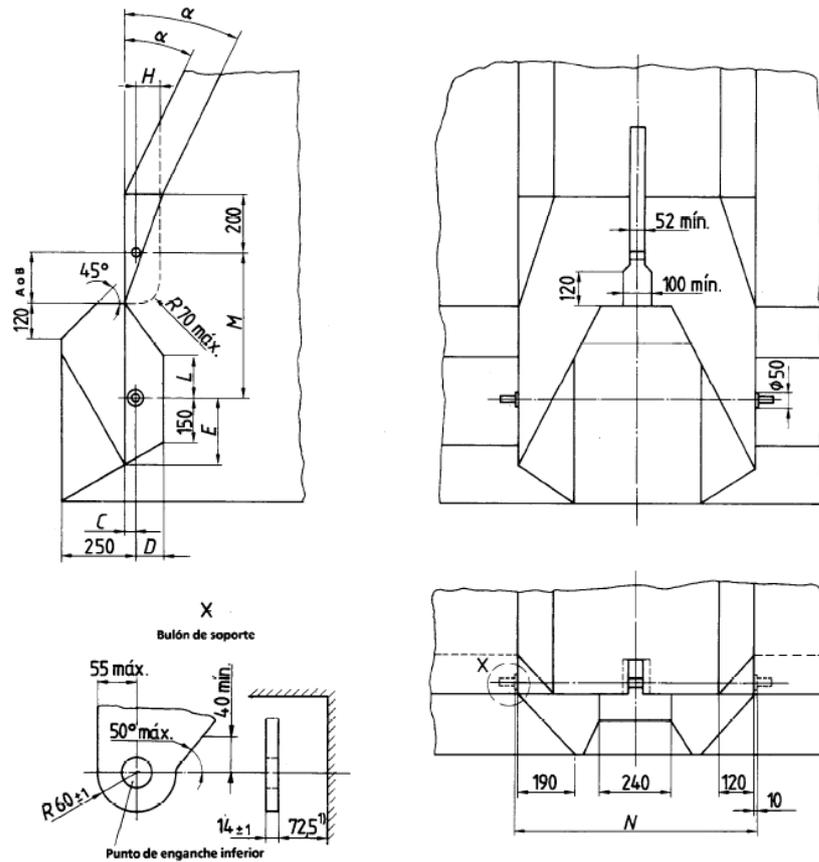
3.3.3 Para las máquinas agrícolas, su anchura de circulación será la de la máquina parada, disminuida en 0,5 m., si bien esta disminución no será aplicable a aquellas máquinas que, disponiendo de elementos abatibles o desmontables, no los lleven recogidos o desmontados.

3.3.4 Para las restantes máquinas, su anchura de circulación será la de la máquina parada.

3.3.5 Para los conjuntos de estos vehículos, su anchura de circulación será la mayor de todas las individuales después de ser determinadas como en los apartados 3.3.1, 3.3.2, 3.3.3 y/o 3.3.4.

2.2. UNE 68027-92.

La norma por la que se rige la disposición de los enganches de los aperos contempla las siguientes medidas:



Símbolos	Características dimensionales	Categoría 1		Categoría 2		Categoría 3	
		mín.	máx.	mín.	máx.	mín.	máx.
A ¹⁾	Bulón de enganche superior, espacio libre vertical	310	-	360	-	360	-
B	Bulón de enganche superior, espacio libre vertical	160	-	180	-	200	-
C	Bulón de enganche posición horizontal	-	35	-	35	-	40
D	Bulón de enganche inferior, espacio libre horizontal	95	-	95	-	105	-
E	Bulón de enganche inferior, posición vertical	230	-	230	-	245	-
H	Bulón de enganche superior, espacio libre horizontal	80	-	80	-	90	-
L	Bulón de enganche inferior, posición vertical	-	150	-	150	-	200
M ^{2), 3)}	Altura del cabezal	460	-	510	-	560	-
N ^{2), 3)}	Separación entre los puntos de enganche inferiores	681,5	684,5	823,5	826,5	963,5	966,5
α ⁴⁾	Ángulo del contorno delantero	25° mín. para los aperos conformes con la norma UNE 68-006/1 y con el cabezal vertical en posición baja					

3. CARACTERÍSTICAS DE LOS ELEMENTOS COMERCIALES.

En este punto se incluirá la información con referencia a los elementos comerciales utilizados para el montaje y correcto funcionamiento del preparador agrícola delantero. Se clasifican en si se utiliza para el montaje o si por el contrario tienen una función dentro del preparador delantero.

3.1 Elementos de unión.

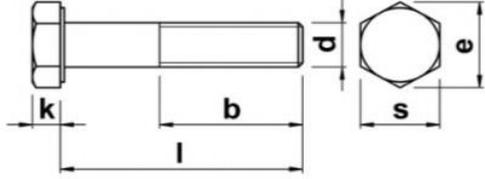
En este apartado se incluirán las características de los distintos elementos de unión que se ha utilizado en el preparador delantero.

En cuanto a los tornillos empleados para el ensamblaje del sistema de regulación de los cultivadores mediante pletinas y la sujeción de los brazos de los cultivadores al bastidor, se ha utilizado tornillo hexagonal DIN 931, con las arandelas DIN 125 y con tuerca autoblocante DIN 985. En la figura, la figura y la figura puede verse unas páginas de un catálogo comercial donde aparecen dichas referencias y sus características principales.

TORNILLO HEXAGONAL DIN-931 | ISO-4014 (MÉTRICO)

Cincado

Calidad 8.8

<p>d Métrica del tornillo k Altura de la cabeza s Distancia entre caras (llave) b Longitud roscada b_a Hasta 125mm (incl) b_b De 125 a 200mm (incl) b_c Desde 200mm l Longitud seleccionada (sin cabeza)</p>	
--	--

Cotas en milímetros (mm)

	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M12	M14	M16
d	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M12	M14	M16
k	2,8	3,5	4	5	5,5	6,25	7	8	9	10
s	7	8	10	11	13	15	17	19	22	24
b _a	14	18	18	20	22	22	26	30	34	38
b _b	-	22	24	26	28	28	32	36	40	44
b _c	-	-	-	-	-	-	45	49	53	57
paso	0,7	0,8	1	1	1,25	1,25	1,5	1,75	2	2

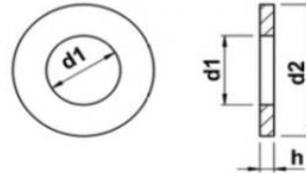
	M18	M20	M22	M24	M27	M30	M33	M36		
d	M18	M20	M22	M24	M27	M30	M33	M36		
k	12	13	14	15	17	19	21	22		
s	27	30	32	36	41	46	50	55		
b _a	42	46	50	54	60	66	72	78		
b _b	48	52	56	60	66	72	78	84		
b _c	61	65	69	73	78	85	91	97		
paso	2,5	2,5	2,5	3	3	3,5	3,5	4		

ARANDELA PLANA TIPO A DIN-125 | ISO-7089 / ISO-7090 (MÉTRICO)

Cincado

Acero

d1 Diámetro interno
d2 Diámetro externo
h Espesor arandela



Cotas en milímetros (mm)

d	M4	M5	M6	M7	M8	M10	M12	M13	M14	M16
d1	4,3	5,3	6,4	7,4	8,4	10,5	13	13,5	15	17
d2	9	10	12	14	16	20	24	24	28	30
h	0,8	1	1,6	1,6	1,6	2	2,5	2,5	2,5	3

d	M18	M20	M22	M24	M26	M27	M30	M33	M36	M39
d1	19	21	23	25	27	28	31	34	37	40
d2	34	37	39	44	50	50	56	60	66	72
h	3	3	3	4	4	4	4	5	5	6

d	M42	M45	M48	M52	M56	M60	M64	M68	M72	M76
d1	43	46	50	54	58	62	66	70	74	78
d2	78	85	92	98	105	110	115	120	125	135
h	7	7	8	8	9	9	9	10	10	10

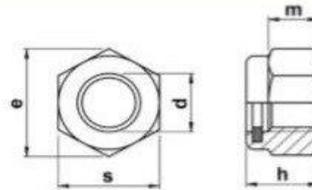
d	M80	M90	M95	M100
d1	82	93	99	104
d2	140	160	165	175
h	12	12	12	14

TUERCA HEXAGONAL AUTOBLOCANTE NYLON DIN-985 (TIPO T) | ISO-10511 (MÉTRICO)

Cincado

Calidad 8

- d Métrica tuerca
- e Distancia entre puntas (min.)
- s Distancia entre caras (llave)
- m Altura caras hexagonales (máx.)
- h Altura total tuerca (máx.)



Cotas en milímetros (mm)

	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M10	M12	M14	M16
d	6,01	7,66	8,79	11,05	12,12	14,38	18,9	18,9	24,49	26,75
e	5,5	7	8	10	11	13	17	17	22	24
s	2,4	2,9	3,2	4	4,7	5,5	6,5	8	9,5	10,5
m	4	5	5	6	7,5	8	10	12	14	16
h	0,5	0,7	0,8	1	1	1,25	1,5	1,75	2	2
paso										

	M18	M20	M22	M24	M27	M30	M33	M36	M39	M42
d	29,56	32,95	35,05	39,55	45,2	50,85	55,35	60,75	66,5	71,25
e	27	30	32	36	41	46	50	55	60	65
s	13	14	15	15	17	19	22	25	27	29
m	18,5	20	22	24	27	30	33	36	39	42
h	2,5	2,5	2,5	3	3	3,5	3,5	4	4	4,5
paso										

	M45	M48	M52							
d	76,95	82,6	88,25							
e	70	75	80							
s	32	36	41							
m	45	48	52							
h	4,5	5	5							
paso										

Para estos ensamblajes la métrica escogida ha sido la M14 y la M12 respectivamente.

Para la unión de la reja con el brazo del cultivador, se ha escogido tornillos DIN 608 y tuercas DIN 934, puesto que dada la geometría de la reja en la zona donde se ensambla el tornillo se necesita un tornillo con cabeza plana y cuello cuadrado para que asiente correctamente sobre ella y no se afloje. En la figura y la figura puede verse unas páginas de un catálogo comercial donde aparecen dichas referencias y sus características principales.

TORNILLO CABEZA PLANA CUELLO CUADRADO DIN-608 | (MÉTRICO)

Cincado

Calidad 8.8

<p>M Métrica del tornillo f Altura de cabeza (con cuello) dk Diámetro de cabeza v Cuadradillo cuello R Longitud roscada L Longitud seleccionada (con cabeza)</p>	
--	--

Cotas en milímetros (mm)

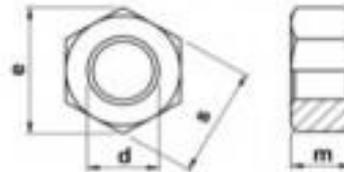
	M8	M9	M10	M11	M12	M14	M16			
d	16,3	18,5	19,6	20,7	24,6	25,5	31			
dk	16,3	18,5	19,6	20,7	24,6	25,5	31			
v	8,3	9,5	10,5	11,5	12,7	14,7	16,7			
f	7,25	8,5	8,4	10,6	11	11,5	17			
R	20	24	26	28	30	32	34			
paso	1,25	1,25	1,5	1,5	1,75	2	2			

TUERCA HEXAGONAL DIN-934 | ISO-4032 (MÉTRICO)

Cincado

Calidad 8

d Métrica tuerca
 e Distancia entre puntas
 s Distancia entre caras (lave)
 m Espesor



Cotas en milímetros (mm)

	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M10	M12	M14	M16
d	6,01	7,66	8,79	11,05	12,12	14,38	18,9	18,9	24,49	26,75
e	6,01	7,66	8,79	11,05	12,12	14,38	18,9	18,9	24,49	26,75
s	5,5	7	8	10	11	13	17	17	22	24
m	3,2	3,2	4	5	5,5	6,5	8	8	11	13
paso	0,5	0,7	0,8	1	1	1,25	1,5	1,75	2	2

	M18	M20	M22	M24	M27	M30	M33	M36	M39	M42
d	29,56	32,95	35,03	39,55	45,2	50,85	55,37	60,79	66,44	71,3
e	29,56	32,95	35,03	39,55	45,2	50,85	55,37	60,79	66,44	71,3
s	27	30	32	36	41	46	50	55	60	65
m	15	16	18	19	22	24	26	29	31	34
paso	2,5	2,5	2,5	3	3	3,5	3,5	4	4	4,5

	M45	M48	M52							
d	76,95	82,6	88,25							
e	76,95	82,6	88,25							
s	70	75	80							
m	38	38	42							
paso	4,5	5	5							

En esta ocasión la métrica empleada ha sido M10.

Para el ensamblaje de los rodamientos se ha utilizado tornillos DIN 7991 y tuerca DIN 985. En la figura y la figura puede verse unas páginas de un catálogo comercial donde aparecen dichas referencias y sus características principales.

TORNILLO ALLEN CABEZA PLANA DIN-7991 ISO-10642 (MÉTRICO)									
Pavonado					UNBRAKO - Calidad 12.9				
d	Métrica del tornillo								
dk	Diámetro de la cabeza								
k	Altura de la cabeza								
t	Profundidad de boca								
s	Distancia entre caras (llave)								
b	Longitud roscada (** ver excepciones)								
L	Longitud seleccionada (incluida cabeza)								
Cotas en milímetros (mm)									
d	M3	M4	M5	M6	M8	M10	M12	M16	M20
dk	6	8	10	12	16	20	24	30	36
k	1,7	2,3	2,8	3,3	4,4	5,5	6,5	7,5	8,5
t	1,2	1,8	2,3	2,5	3,5	4,4	4,6	5,3	5,9
b(min)	-	20*	22*	24*	28*	32*	36*	44*	52*
s	2	2,5	3	4	5	6	8	10	12
paso	0,5	0,7	0,8	1	1,25	1,5	1,75	2	2,5
α	90°	90°	90°	90°	90°	90°	90°	90°	60°
Tornillo todo rosca excepto los siguientes modelos								Roscado	
*M4 longitudes mayores de 35mm (incluido)								20mm	
*M5 longitudes mayores de 40mm (incluido)								22mm	
*M6 longitudes mayores de 45mm (incluido)								24mm	
*M8 longitudes mayores de 50mm (incluido)								28mm	
*M10 longitudes mayores de 60mm (incluido)								32mm	
*M12 longitudes mayores de 70mm (incluido)								36mm	
*M16 longitudes mayores de 80mm (incluido)								38mm	
*M20 longitudes mayores de 120mm (incluido)								42mm	

Con este tipo de tornillo se consigue que la cabeza del tornillo no sobresalga más que la pieza a unir. En esta ocasión la métrica empleada es la M14.

Otros elementos de ensamblaje empleados han sido los bulones, acompañados de una arandela DIN 125 y un pasador DIN 1481. En la figura y la figura puede verse unas páginas de un catálogo comercial donde aparecen dichas referencias y sus características principales.

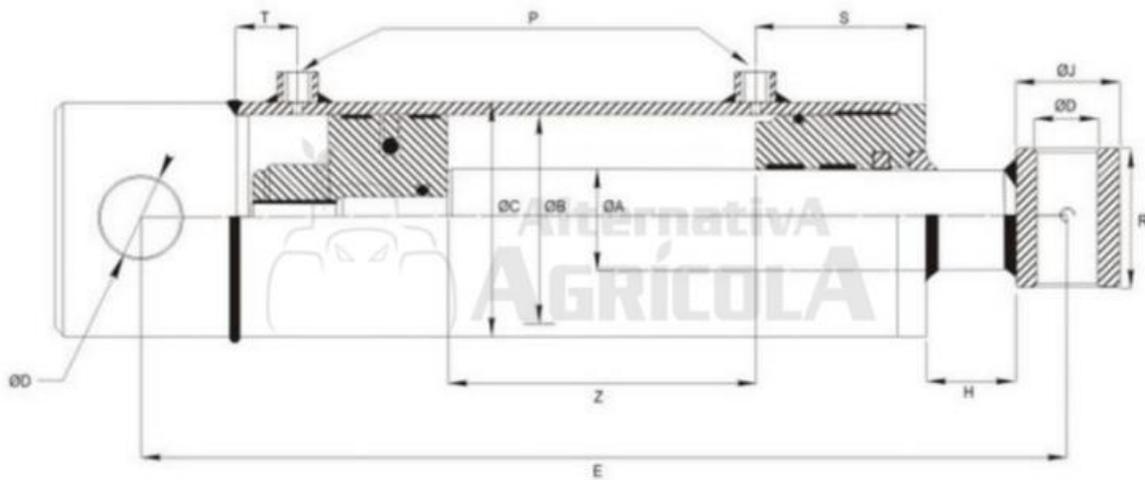
PASADOR ELÁSTICO DIN-1481 ISO-8752										
Pavonado					Acero					
d	Diámetro a ajustar									
d2	Diámetro interno									
s	Espesor									
Cotas en milímetros (mm)										
	1,5	2	2,5	3	3,5	4	5	6	7	8
d. real	1,7	2,3	2,8	3,3	3,8	4,4	5,4	6,4	7,5	8,5
d2	1,1	1,5	1,8	2,1	2,3	2,8	3,4	3,9	5	5,5
s	0,3	0,4	0,5	0,6	0,75	0,8	1	1,25	1,25	1,5
	10	12	13	14	16	18	20			
d. real	10,5	12,5	13,5	14,4	16,5	18,5	20,5			
d2	6,5	7,5	8,5	8,5	10,5	11,5	12,5			
s	2	2,5	2,5	3	3	3,5	4			

3.2 Elementos funcionales.

En cuanto a los elementos funcionales escogidos para un correcto funcionamiento del preparador delantero han sido cilindros hidráulico y rodamientos.

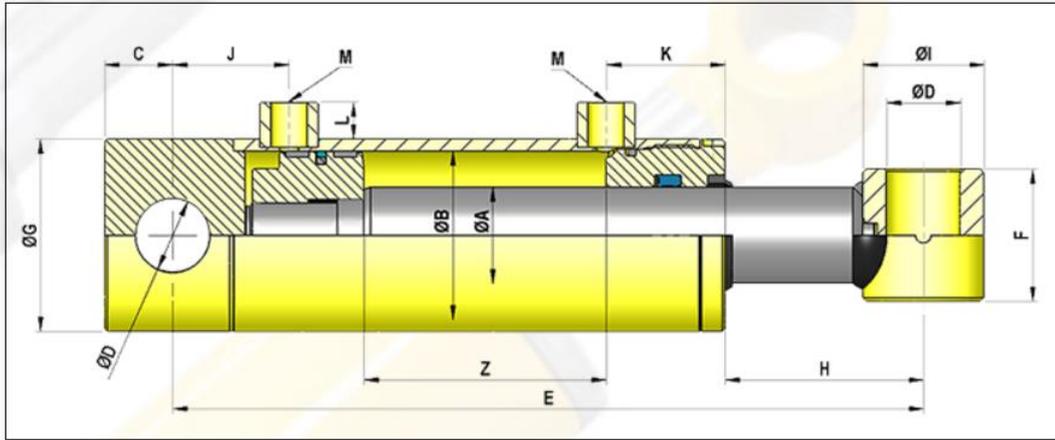
- Cilindros hidráulicos:

El cilindro hidráulico empleado para el plegado del preparador delantero es el marcado a continuación.



Referencia Reference	ØA	Z Carrera Stroke	E	B	C	D	H	T	J	R	S	P	Vd (litros) (liters)	Peso Weight Kgs.										
204/020	40	200	410	70	80	34	34	34	50	55	51	3/8"	0.77	10.39										
204/030		300	510										1.15	12.22										
204/040		400	610										1.54	14.05										
204/050		500	710										1.92	15.88										
204/060		600	810										2.31	17.71										
204/070		700	910										2.69	19.54										
205/020		200	410										80	90	30.50	30.50	26	26	50	55	56	3/8"	1.01	12.10
205/030		300	510																				1.51	14.10
205/040		400	610																				2.01	16.10
205/050		500	710																				2.51	18.10
205/060	600	810	3.02	20.10																				
205/070	700	910	3.52	22.10																				

Para el sistema de ajuste de altura de los cultivadores, el cilindro hidráulico empleado es el marcado a continuación.



REF	ØA	ØB	Z-Carrera	E	C	D	F	G	H	I	J	K	L	M BSP	Vol(L)	Juntas	Peso(kg)
700/05	20	32	50	205	16	16.2	35	40	28	30	47	35	9.5	1/4	0.04	J70N	1.7
700/10	20	32	100	255	16	16.2	35	40	28	30	47	35	9.5	1/4	0.08	J70N	2.0
700/15	20	32	150	305	16	16.2	35	40	28	30	47	35	9.5	1/4	0.12	J70N	2.3
700/20	20	32	200	355	16	16.2	35	40	28	30	47	35	9.5	1/4	0.16	J70N	2.6

- Rodamientos:

Para el giro de los rodillos sobre el bastidor principal se necesita un rodamiento para permitir el giro y una base sobre la que se sitúa el rodamiento y la cual irá amarrada al bastidor.

Partiendo de que el tractor ejerce una carga de 59.635 N y que esta fuerza está repartida en tres tramos que es donde se localizan los rodamientos, la fuerza a la que es sometido cada rodamiento es de 19.878 N, siendo toda esta una fuerza radial ya que solo se ejerce en una dirección.

A partir de estos datos, y sabiendo que el eje sobre el que hay que montar el rodamiento es de 40mm. La elección del rodamiento se realizará a partir de la siguiente tabla:

Dimensiones principales			Capacidad de carga básica		Carga límite de fatiga	Velocidades		Masa	Designación	Factores de cálculo	
d	D	B	dinámica C	estática C ₀	P _u	Velocidad de referencia	Velocidad límite			k _r	f ₀
mm			kN		kN	rpm		kg	-	-	
40	52	7	4,94	3,45	0,19	26 000	16 000	0,034	61808	0,015	14
	62	12	13,8	10	0,43	24 000	14 000	0,12	61908	0,02	16
	68	9	13,8	9,15	0,44	22 000	14 000	0,13	*16008	0,02	14
	68	15	17,8	11,6	0,49	22 000	14 000	0,19	*6008	0,025	15
	80	18	32,5	19	0,80	18 000	11 000	0,37	*6208	0,025	14
	80	18	35,8	20,8	0,88	18 000	11 000	0,34	6208 ETN9	0,025	13
	90	23	42,3	24	1,02	17 000	11 000	0,63	*6308	0,03	13
	110	27	63,7	36,5	1,53	14 000	9 000	1,25	6408	0,035	12

A partir de la anterior tabla, entrando con una capacidad de carga dinámica igual a la fuerza radial de 19.878 N, se escoge el rodamiento adecuado. En este caso será el rodamiento 6208 ya que la capacidad de carga mayor al valor anteriormente citado es de 32.500N.

Para este proyecto al necesitarse un soporte con brida de cuatro tornillos, se necesitará un rodamiento que encaje sobre ella. En este caso el rodamiento empleado es el UC208.



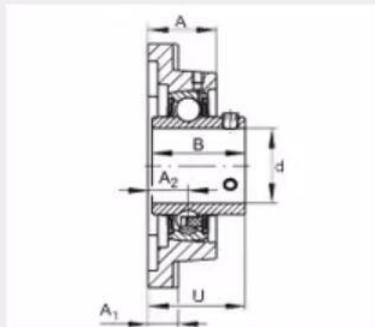
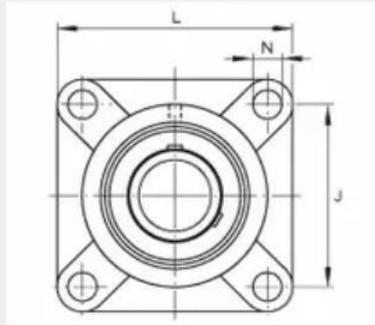
Especificaciones

Atributo	Valor
Diámetro de Entrada	40mm
Diámetro de Salida	80mm
Valor Nominal de Carga Estática	19800No
Valor Nominal de Carga Dinámico	34500No

Por otro lado, se encuentra el soporte con brida de cuatro tornillos de hierro fundido f208 el cual irá atornillado al bastidor del bastidor y alojado el rodamiento.

Housing units UCF208

four-bolt flanged housing units, square design, cast iron, grub screws in inner ring, RSR seals



d	40 mm
L	130 mm
U	51,2 mm

A	36 mm
A ₁	16 mm
A ₂	21 mm
B	49,2 mm
J	102 mm
N	16 mm

m	1,91 kg	Mass
	F208	Designation, housing
	UC208	Designation, radial insert ball bearing

3.3 Elementos de trabajo.

En este apartado se incluirán los elementos comerciales dedicados al trabajo del suelo como son el brazo del cultivador figura y la reja que se acopla al brazo.



Reja kongskilde Bellota 15000



Reja kongskilde para brazo kongskilde 2476.
Espesor 6 mm.
Tornillo utilizado DIN 607 cabeza ovalada y cuello cuadrado.

Sku: 0201.001816

Referencia Original: 15000

Gtin: 8414299094343

Peso: 0,69 kg

Anchura: 58 milímetro(s)

Longitud: 260 milímetro(s)



Brazo vibrocultivador Kongskilde Bellota 2472 32x12



Adaptable Kongskilde.
Fabricados en aceros especiales de gran elasticidad y poder de recuperación de la geometría inicial.

Sku: 0201.002020

Referencia Original: 2472 32X12

Gtin: 8414299264319

Peso: 3,21 kg

4. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES.

El material utilizado en la fabricación del preparador delantero por lo general se trata del acero S235JR utilizado para la fabricación de los elementos estructurales.

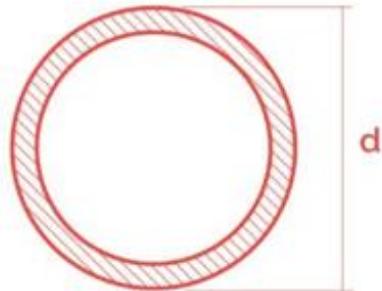
Las características principales del material se encuentran en la siguiente tabla.

Tabla 1. Características mecánicas mínimas de los aceros.

DESIGNACIÓN	Espesor nominal t (mm)				Temperatura del ensayo Charpy °C
	Tensión de límite elástico f_y (N/mm ²)			Tensión de rotura f_u (N/mm ²)	
	t ≤ 16	16 < t ≤ 40	40 < t ≤ 63	3 ≤ t ≤ 100	
S235JR					20
S235J0	235	225	215	360	0
S235J2					-20
S275JR					20
S275J0	275	265	255	410	0
S275J2					-20
S355JR					20
S355J0	355	345	335	470	0
S355J2					-20
S355K2					-20 ⁽¹⁾
S450J0	450	430	410	550	0

⁽¹⁾ Se le exige una energía mínima de 40J.

Por otro lado, el cilindro de los rodillos lisos viene ya plegado por lo que los diámetros que se ofrecen son los ya estandarizados que se observan a continuación.



Calidades S-235, S-275 y S-355; en grados JR, Jo y J2.

Norma EN-10219.

Fabricación en acabado negro y longitud estándar de 6 y 12 metros.

Corten según norma EN-10305 en calidad S-355 J2W con diámetro de 50 y espesor de 2 mm, en longitud 6 metros.

Diámetro (mm) d	Peso en kg/m: espesores (e) en mm														
	1,5	2,0	2,5	2,9	3,0	3,2	3,6	4,0	5,0	6,0	8,0	10,0	12,0	12,5	16,0
193,7					14,10			18,70	23,30	27,80	36,60	45,30	53,80		
219,1					16,00			21,20	26,40	31,50	41,60	51,60	61,30		
244,5								23,70	29,50	35,30	46,70	57,80	68,80		90,20
273								26,50	33,00	39,80	52,30	64,90	77,20		101,00
323,9								31,60	39,30	47,00	62,30	77,40	92,30		121,00
355,6									43,20	51,70	68,60	85,20	102,00		134,00
406,4									49,50	59,20	78,60	97,80	117,00		154,00
457										66,70	88,60	110,00	132,00		174,00
508										74,30	98,60	123,00	147,00		194,00
559										85,90	109,00	135,00	168,00		214,00
610										93,80	119,00	148,00	184,00		234,00
660										102,00	129,00	160,00	200,00		254,00
711										109,00	139,00	173,00	215,00		274,00
762										117,00	149,00	185,00	231,00		294,00
813										125,00	159,00	198,00	247,00		314,00

Siendo en este caso el diámetro y espesor escogidos los marcados en la tabla anterior.

5. PLANOS.

ÍNDICE DE PLANOS

0. Preparador delantero agrícola.

1. Chasis central.

1.0. Plano soldadura referencia 1.

1.1. Tubo estructural.

1.2. Tapas laterales.

1.3. Torreta de enganche.

1.4. Casquillo para bulones.

1.5. Pletina de refuerzo de torreta.

1.6. Enganche de brazos.

1.7. Bisagra.

1.8. Sujeción de plegado.

1.9. Amarre bastidor cultivadores.

1.10. Refuerzo para hidráulico.

1.11. Amarre hidráulico

1.12. Rodillo central.

1.13. Tapa rodillo.

1.14. Eje rodillo.

2. Chasis lateral.

2.0. Plano soldadura referencia 2.

2.1. Tubo estructural.

2.2. Tubo estructural pliegue.

2.3. Pliegue lateral.

2.4. Sujeción cilindro plegado.

2.5. Pletina sujeción cilindro.

2.6. Amarre hidráulico cultivadores.

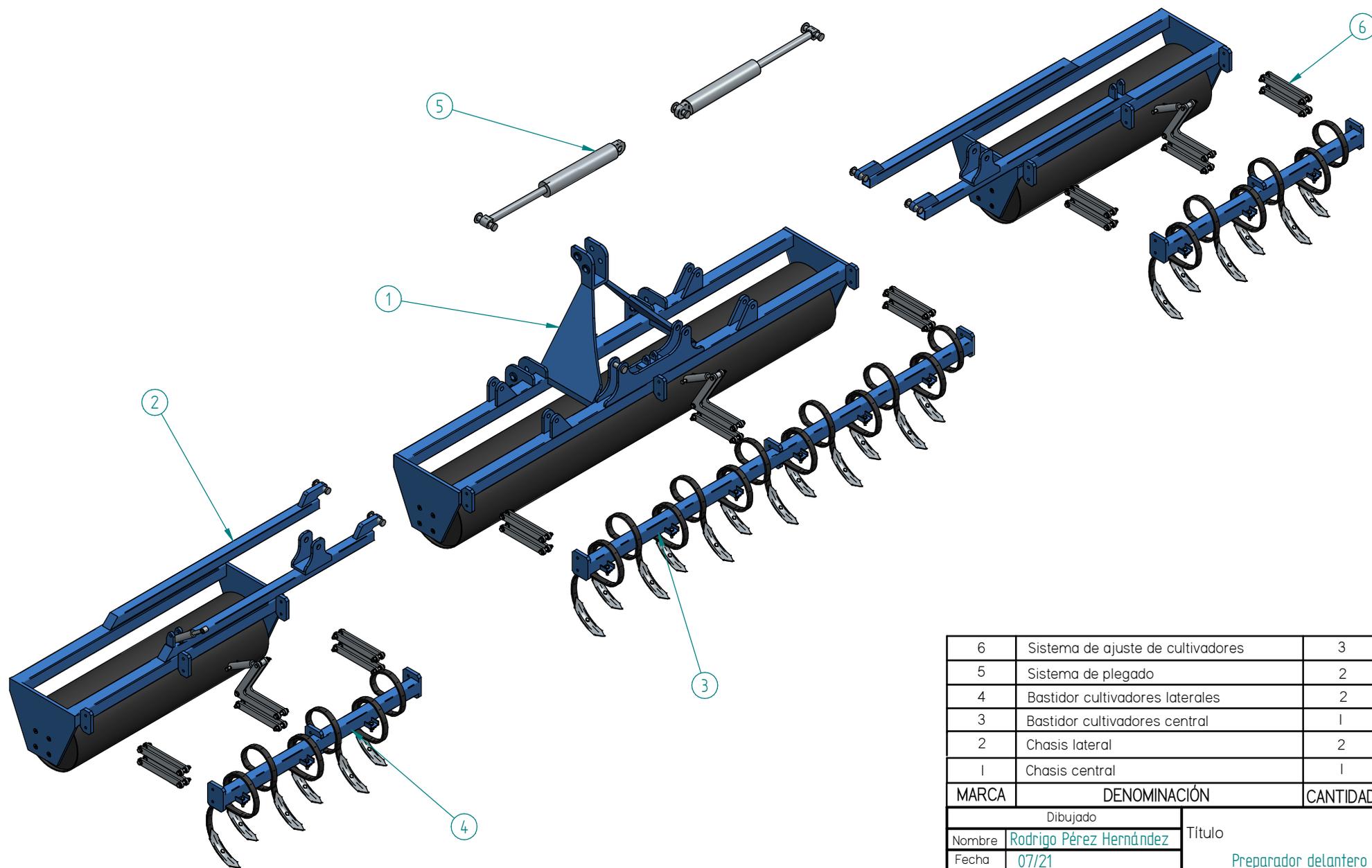
2.7. Rodillo lateral.

3. Bastidor cultivadores central.
 - 3.0. Plano soldadura referencia 3.
 - 3.1. Tubo estructural.
 - 3.2. Amarre chasis extremo.
 - 3.3. Amarre chasis central.
 - 3.4. Ángulo soporte brazos.

4. Bastidor cultivadores laterales.
 - 4.0. Plano soldadura referencia 4.
 - 4.1. Tubo estructural.

5. Sistema de plegado.

6. Sistema de ajuste de cultivadores.
 - 6.1. Pletina simple.
 - 6.2. Pletina en forma de L.
 - 6.3. Casquillo.

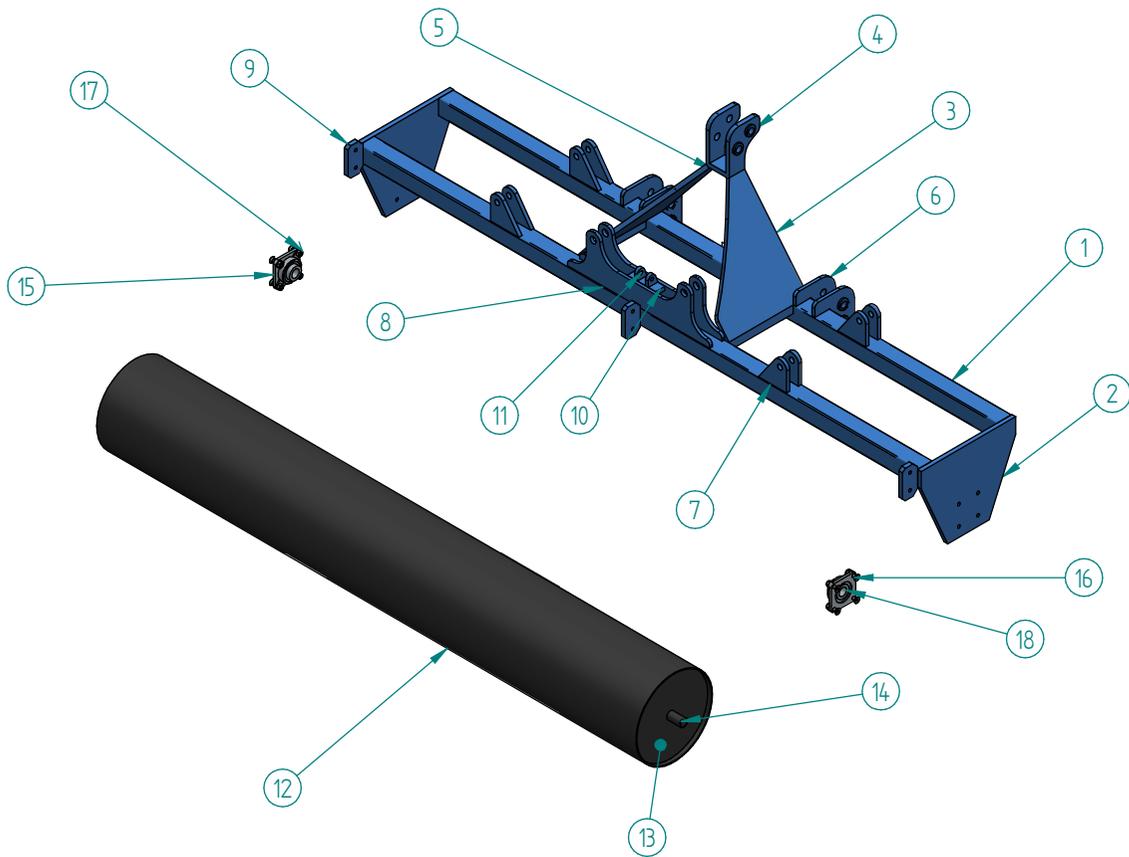


6	Sistema de ajuste de cultivadores	3	6
5	Sistema de plegado	2	5
4	Bastidor cultivadores laterales	2	4
3	Bastidor cultivadores central	1	3
2	Chasis lateral	2	2
1	Chasis central	1	1
MARCA	DENOMINACIÓN	CANTIDAD	REFERENCIA

Dibujado		Título	
Nombre	Rodrigo Pérez Hernández	Preparador delantero agrícola.	
Fecha	07/21		
		Referencia: 0	
		Escala: 1:20	Unidades: mm Formato: A3

SOLID EDGE ACADEMIC COPY

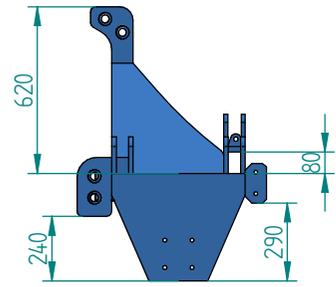
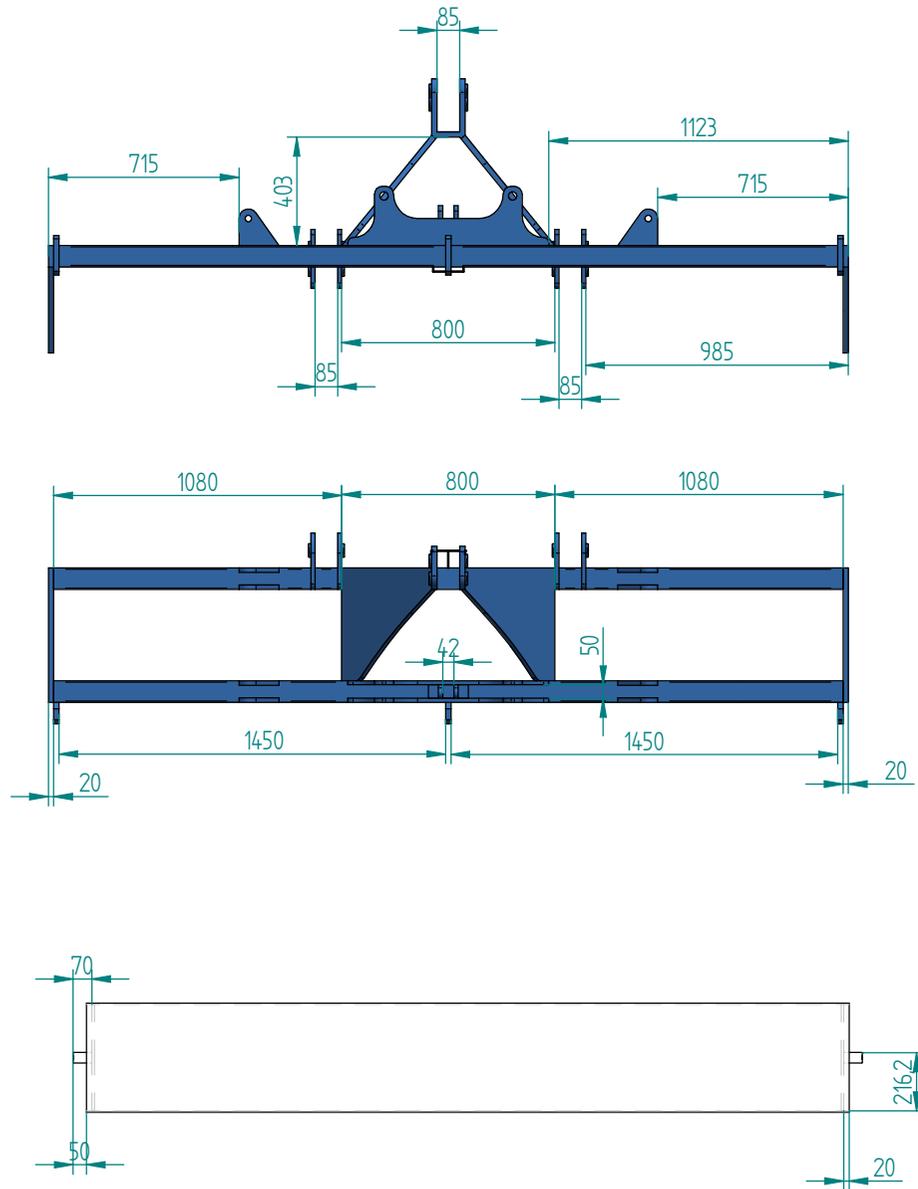




17	Tuerca hexagonal autoblocante DIN 985- M14	-	8	-
17	Tornillo allen cabeza plana DIN 7991 - M14 X 50	-	8	-
16	Soporte rodamiento f208	-	2	-
15	Rodamiento UC208	-	2	-
14	Eje rodillo	S235JR	2	I.14
13	Tapa rodillo	S235JR	2	I.13
12	Rodillo central	S235JR	1	I.12
11	Amarre hidráulico	S235JR	2	I.11
10	Refuerzo para hidráulico	S235JR	1	I.10
9	Amarre bastidor cultivadores	S235JR	3	I.9
8	Sujeción de plegado	S235JR	2	I.8
7	Bisagra	S235JR	8	I.7
6	Enganche de brazos	S235JR	4	I.6
5	Pletina de refuerzo de torreta	S235JR	1	I.5
4	Casquillo para bulones	S235JR	8	I.4
3	Torreta de enganche	S235JR	2	I.3
2	Tapas laterales	S235JR	2	I.2
1	Tubo estructural	S235JR	2	I.1

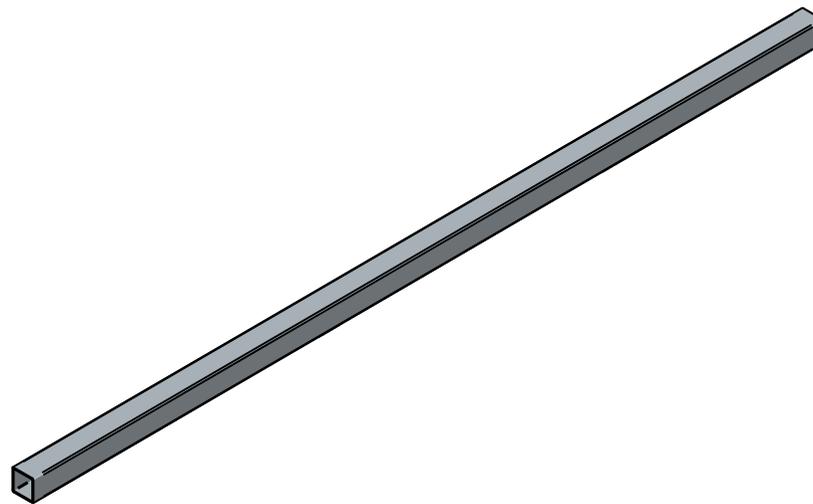
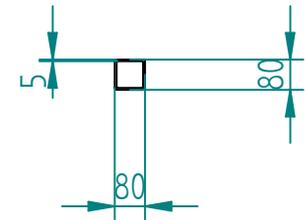
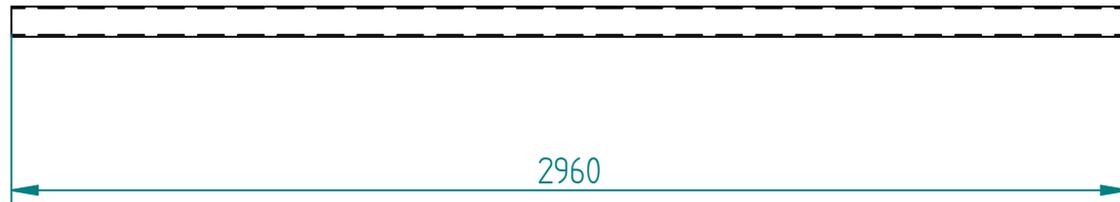
MARCA	DENOMINACIÓN	MATERIAL	CANTIDAD	REFERENCIA
Dibujado		Título Chasis central		
Nombre	Rodrigo Pérez Hernández			
Fecha	07/21			
 Universidad de Valladolid		Referencia: 1		
		Escala: 1:20	Unidades: mm	Formato: A3

SOLID EDGE ACADEMIC COPY



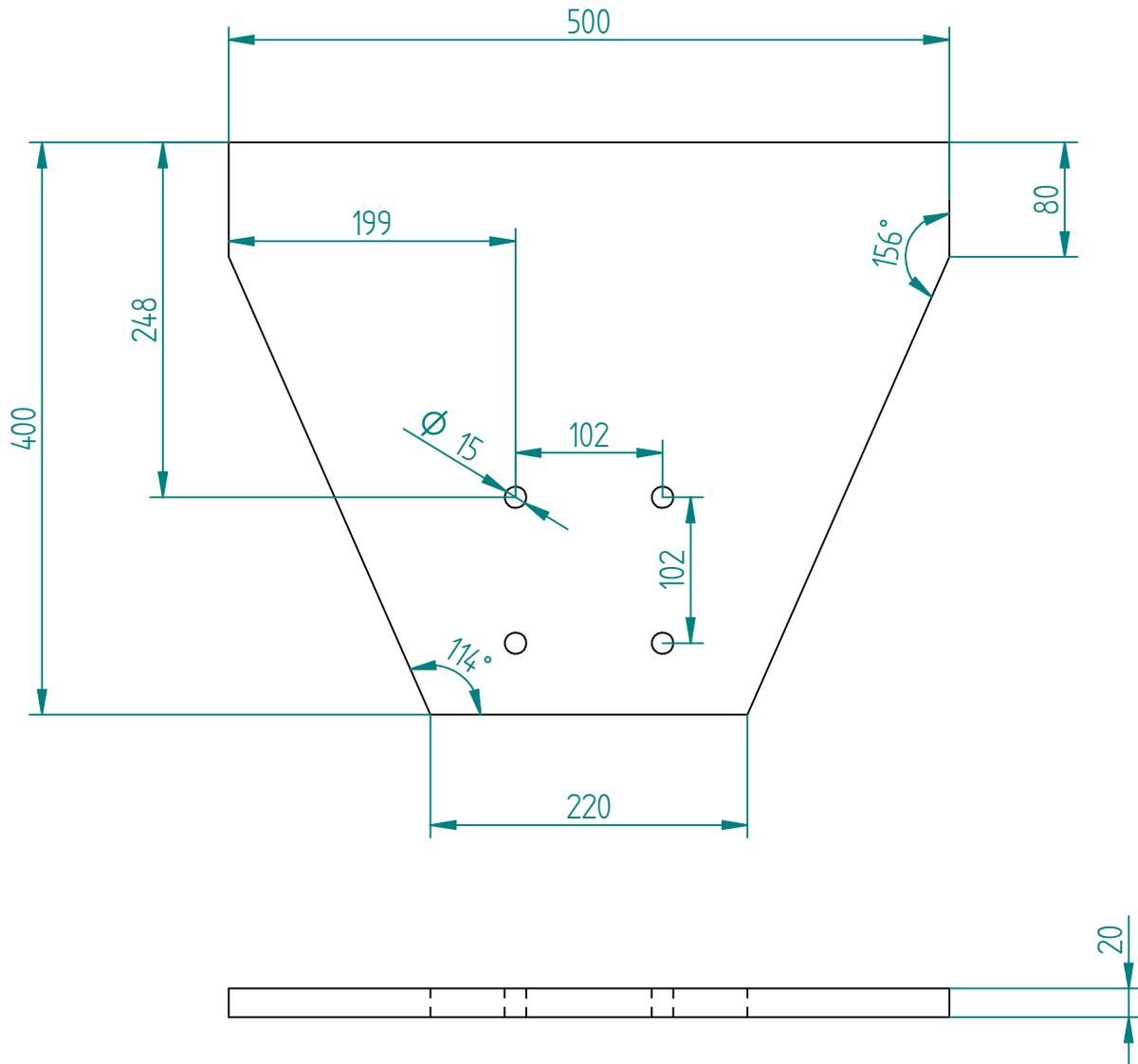
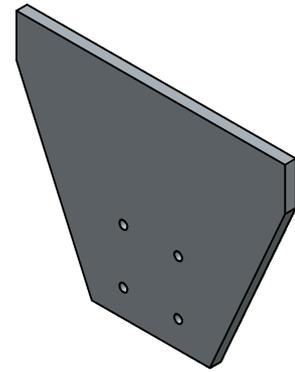
SOLID EDGE ACADEMIC COPY

Dibujado		Título
Nombre	Rodrigo Pérez Hernández	
Fecha	07/21	Plano soldadura referencia 1
		Referencia: 1.0
		Escala: 1:20 Unidades: mm Formato: A3

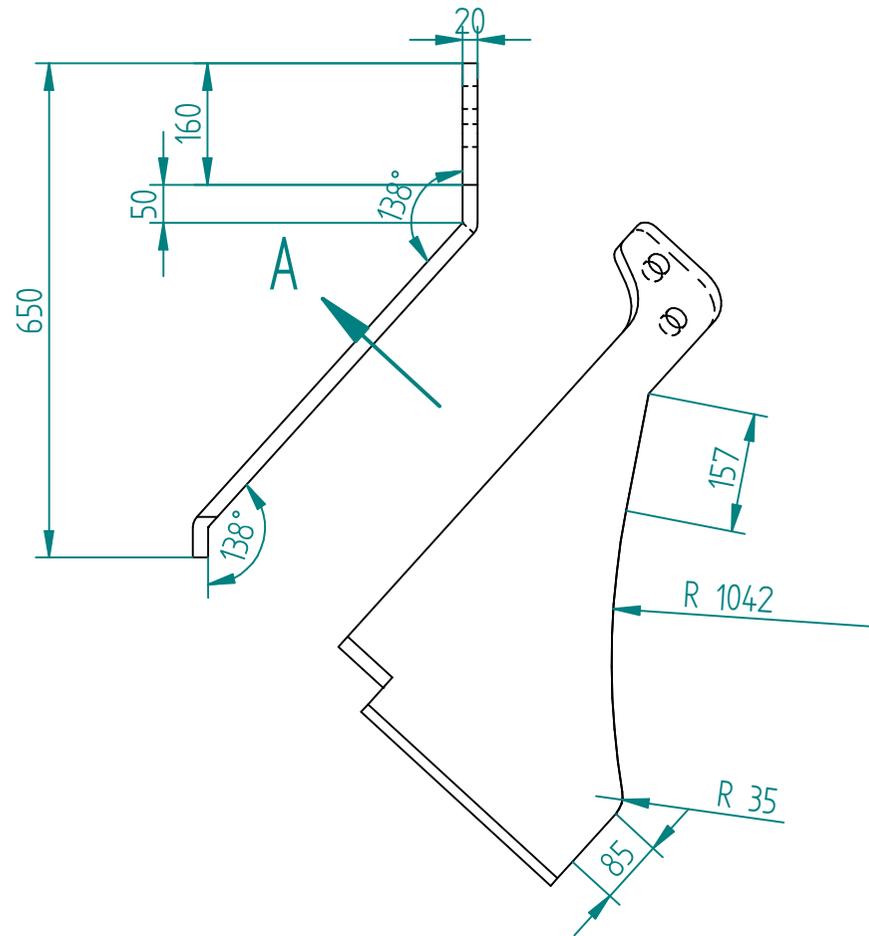


Dibujado		Título Tubo estructural		
Nombre	Rodrigo Pérez Hernández			
Fecha	07/21	Referencia: 1.1		
 Universidad de Valladolid				Escala: 1:20

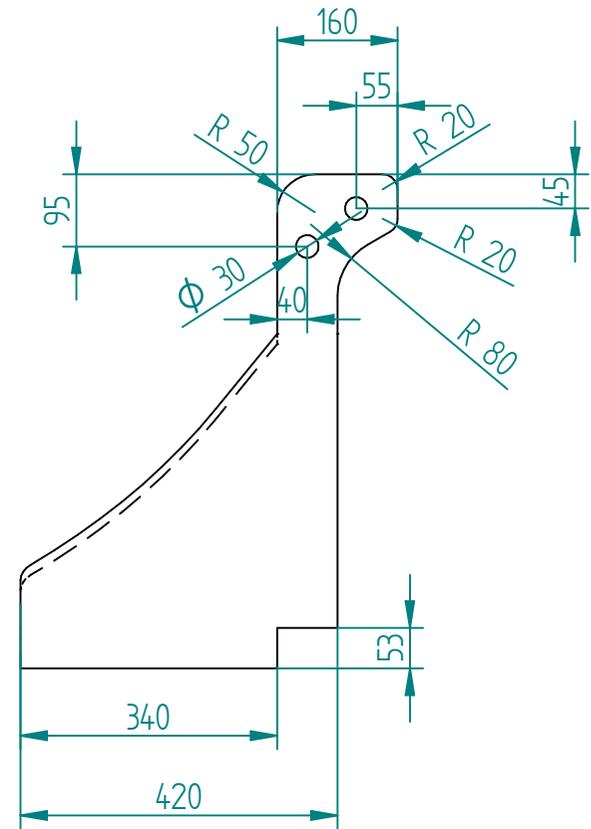
SOLID EDGE ACADEMIC COPY



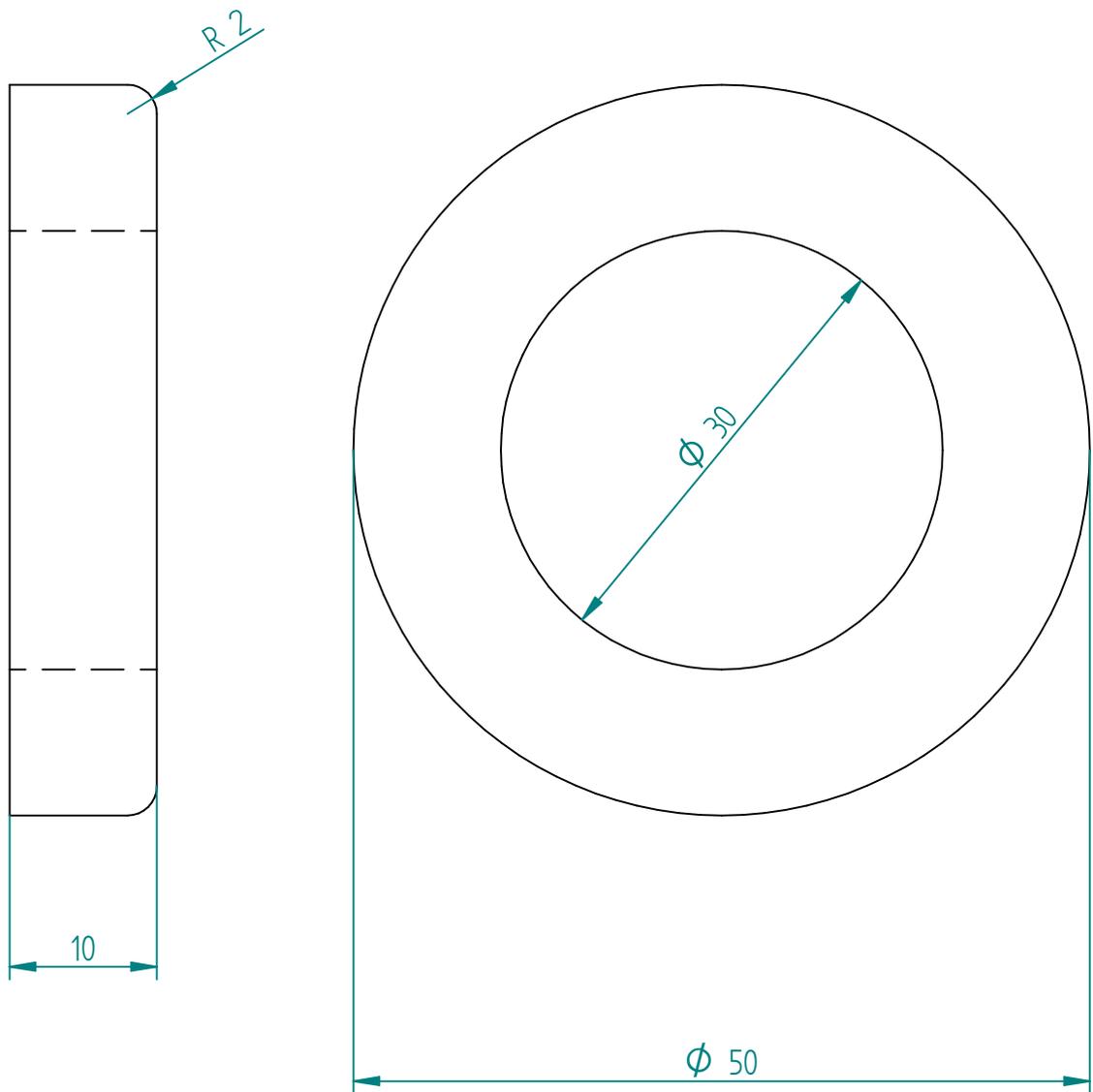
Dibujado		Título Tapas laterales		
Nombre	Rodrigo Pérez Hernández			
Fecha	07/21	Referencia: 12		
 Universidad de Valladolid				Escala: 1:5



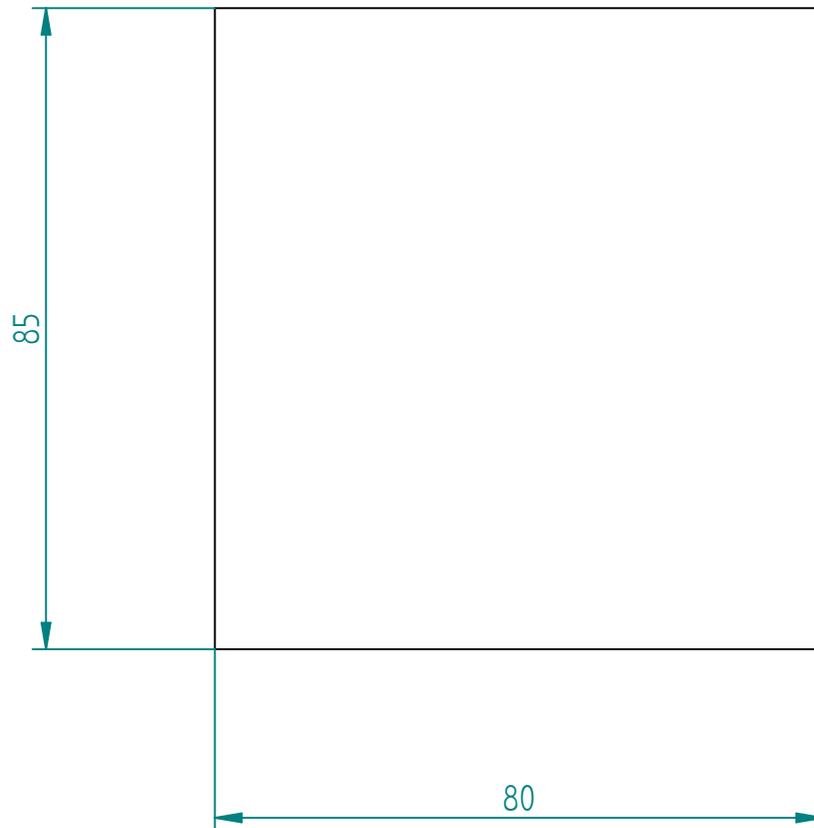
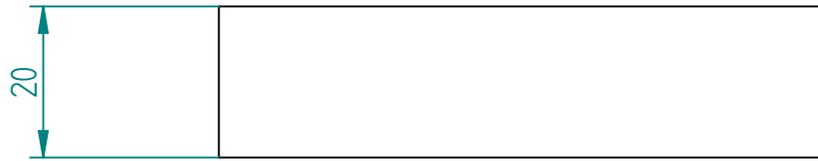
VISTA A



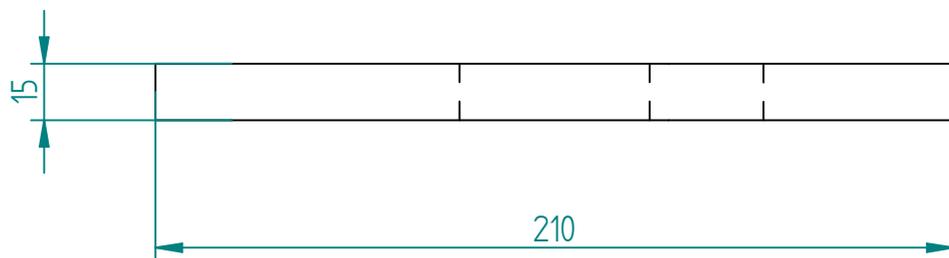
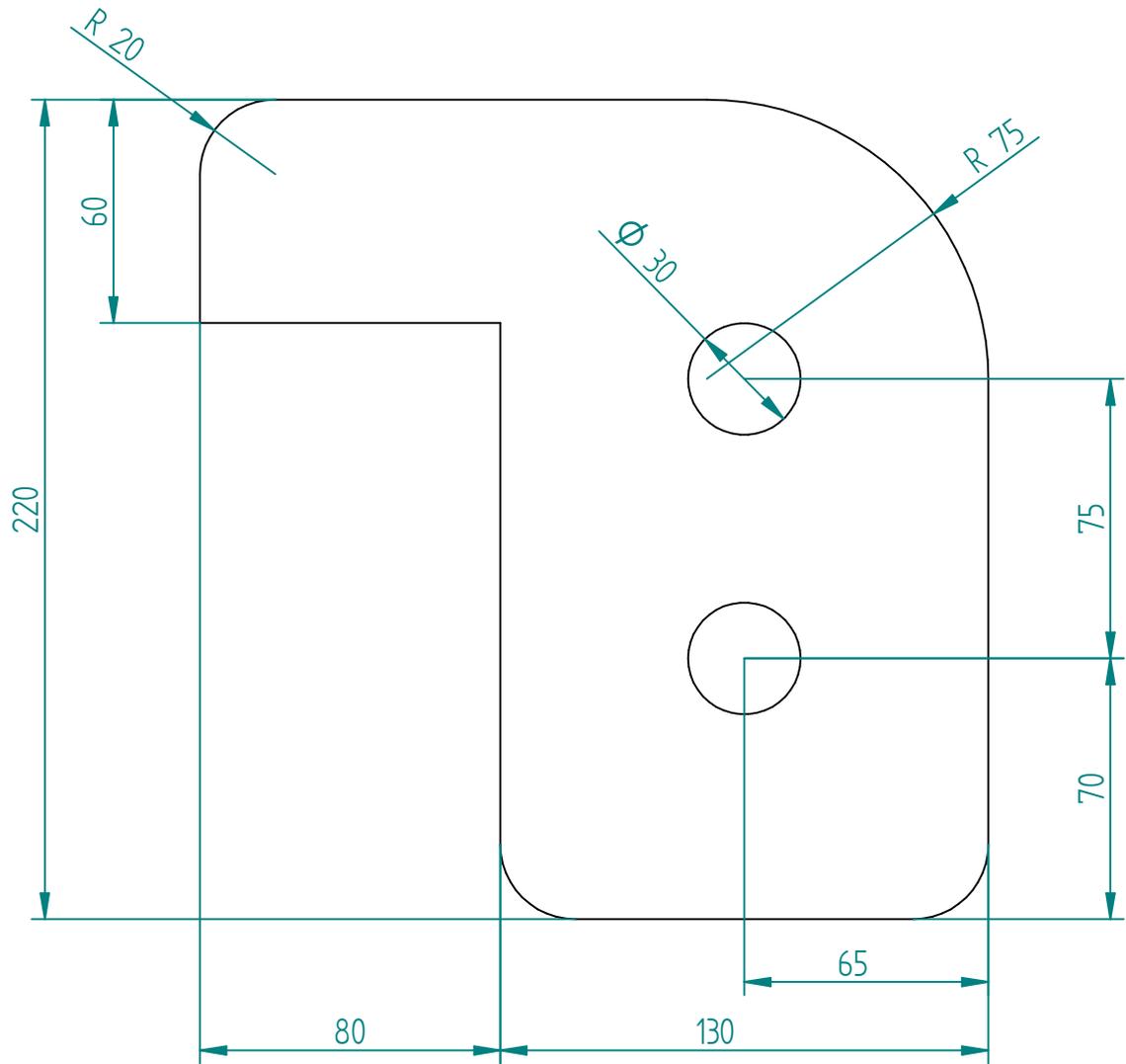
Dibujado		Título Torreta de enganche		
Nombre	Rodrigo Pérez Hernández			
Fecha	07/21	Referencia: 1.3		
 Universidad de Valladolid				Escala: 1:10



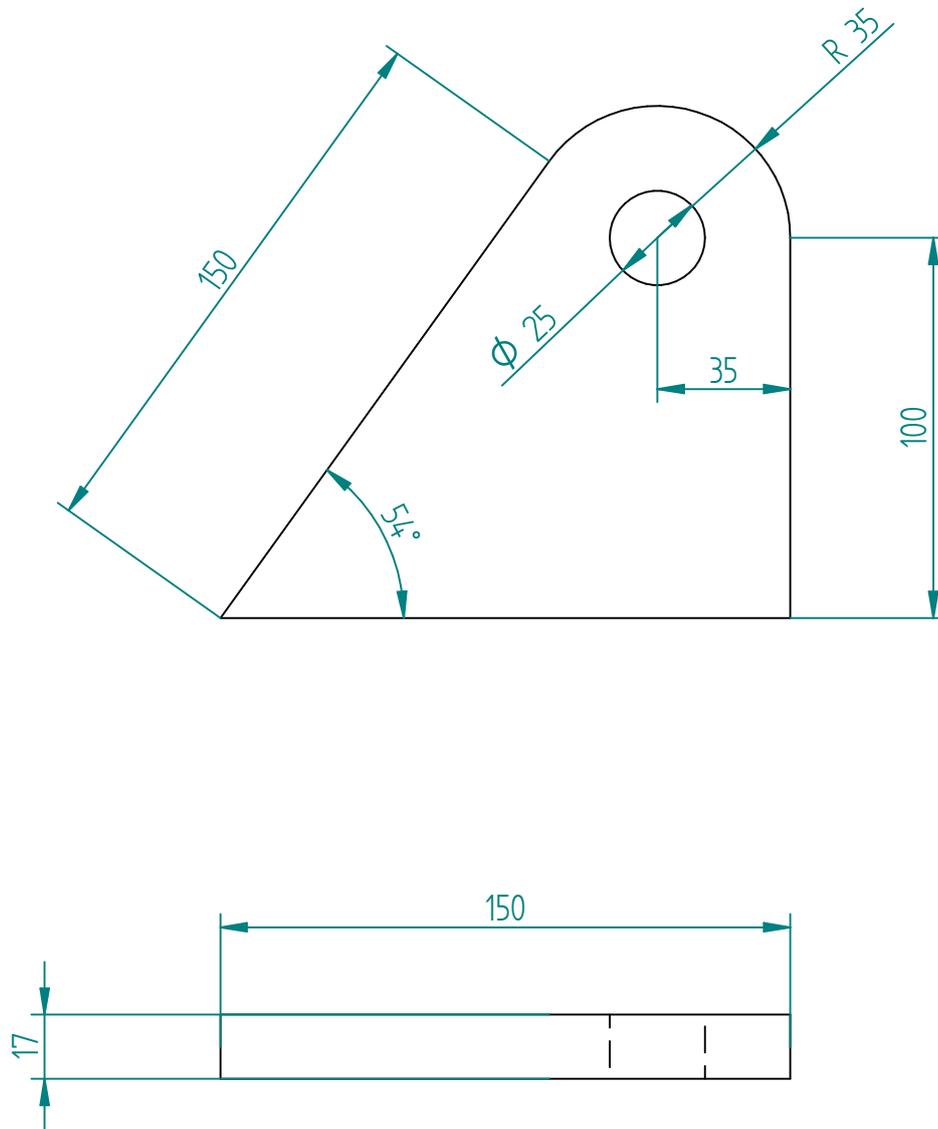
Dibujado		Título Casquillo para bulones		
Nombre	Rodrigo Pérez Hernández			
Fecha	07/21	Referencia: 14		
 Universidad de Valladolid				Escala: 2:1



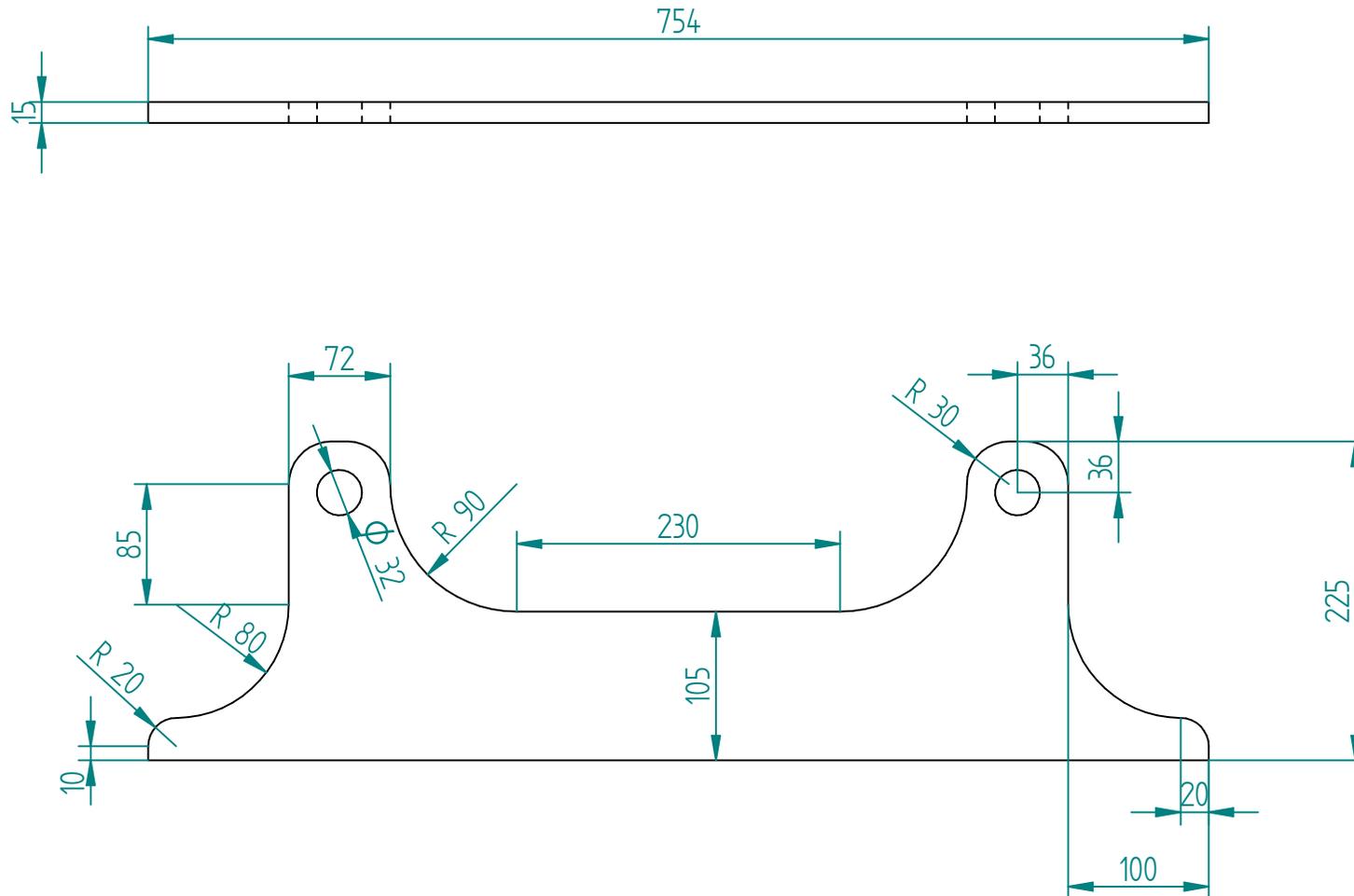
Dibujado		Título Pletina de refuerzo de torreta		
Nombre	Rodrigo Pérez Hernández			
Fecha	07/21	Referencia: 15		
	 Universidad de Valladolid			
		Escala: 1:1	Unidades: mm	Formato: A4



Dibujado		Título Enganche de brazos		
Nombre	Rodrigo Pérez Hernández			
Fecha	07/21	Referencia: 16		
 Universidad de Valladolid				Escala: 1:2

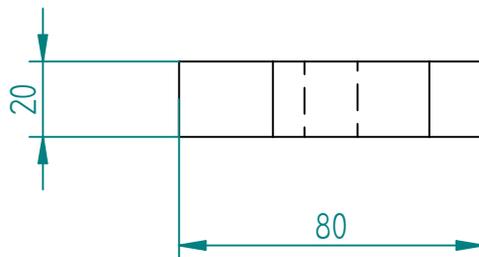
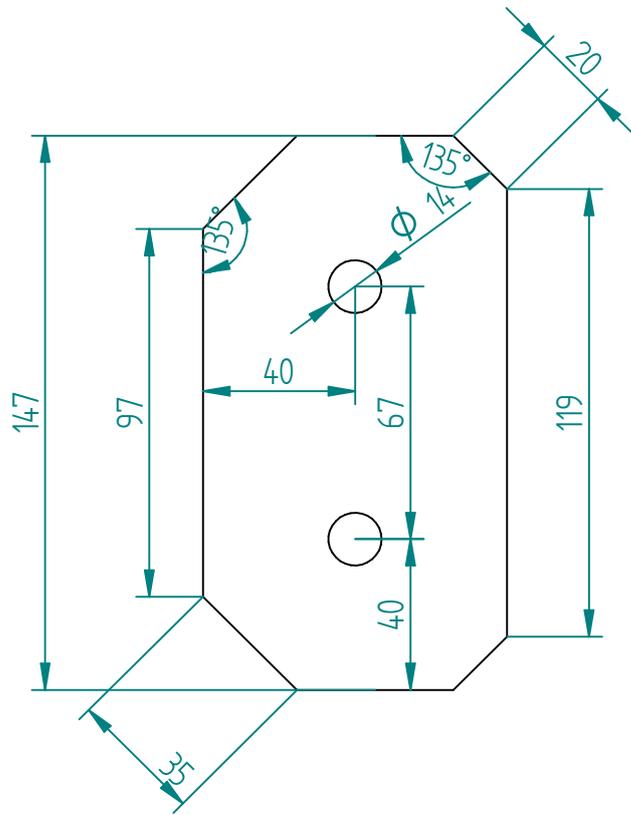


Dibujado		Título Bisagra	
Nombre	Rodrigo Pérez Hernández		
Fecha	07/21		
 Universidad de Valladolid		Referencia: 1.7	
		Escala: 1:2	Unidades: mm

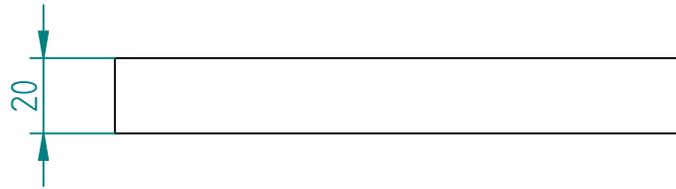


Dibujado		Título Sujeción de plegado	
Nombre	Rodrigo Pérez Hernández		
Fecha	07/21		
 Universidad de Valladolid		Referencia: 1.8	
		Escala: 1.5 Unidades: mm Formato: A4	

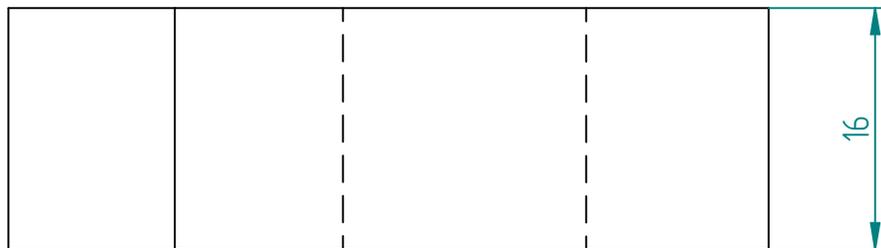
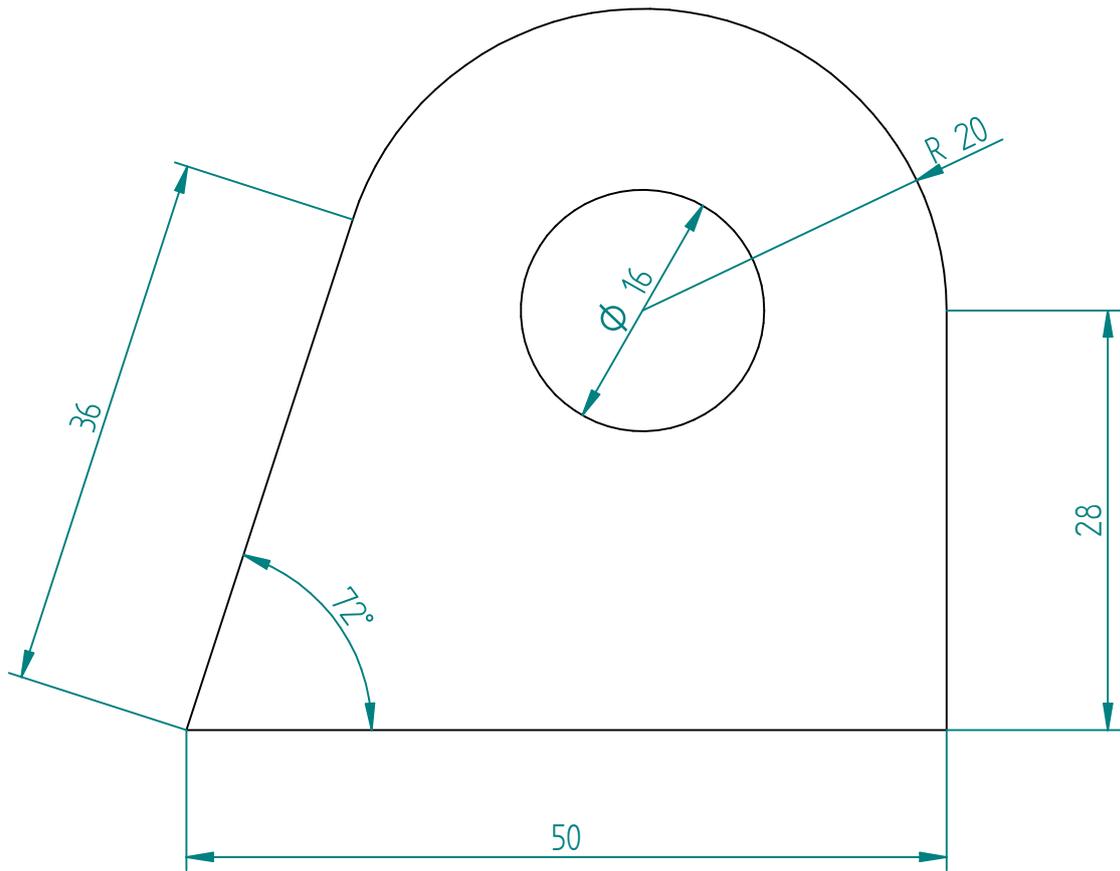
SOLID EDGE ACADEMIC COPY



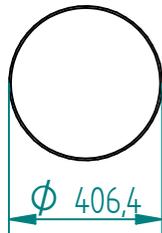
Dibujado		Título Amarre bastidor cultivadores
Nombre	Rodrigo Pérez Hernández	
Fecha	07/21	
 Universidad de Valladolid		Referencia: 1.9
		Escala: 1:2 Unidades: mm Formato: A4



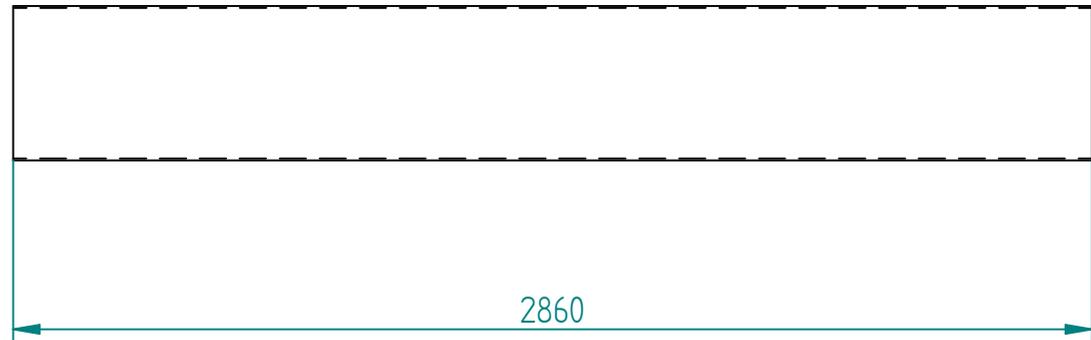
Dibujado		Título Refuerzo para hidráulico		
Nombre	Rodrigo Pérez Hernández			
Fecha	07/21	Referencia: 1.10		
 Universidad de Valladolid				Escala: 1:2



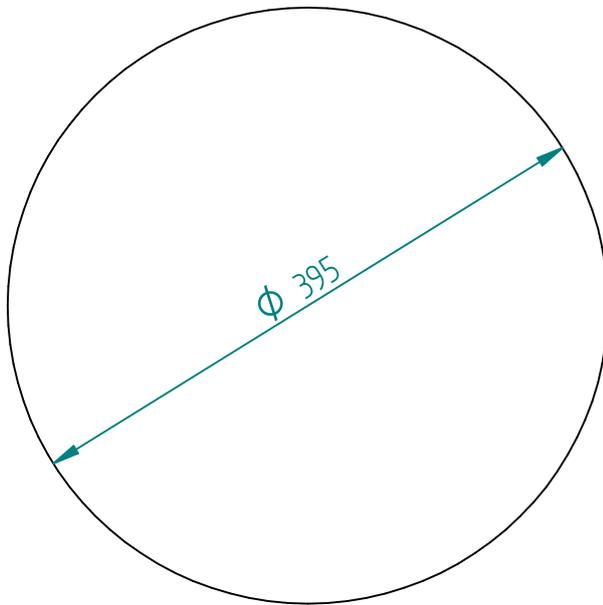
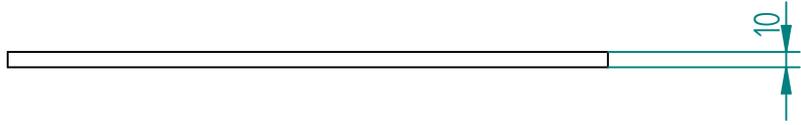
Dibujado		Título Amarre hidráulico
Nombre	Rodrigo Pérez Hernández	
Fecha	07/21	
 Universidad de Valladolid		Referencia: 1.11
		Escala: 2:1 Unidades: mm Formato: A4



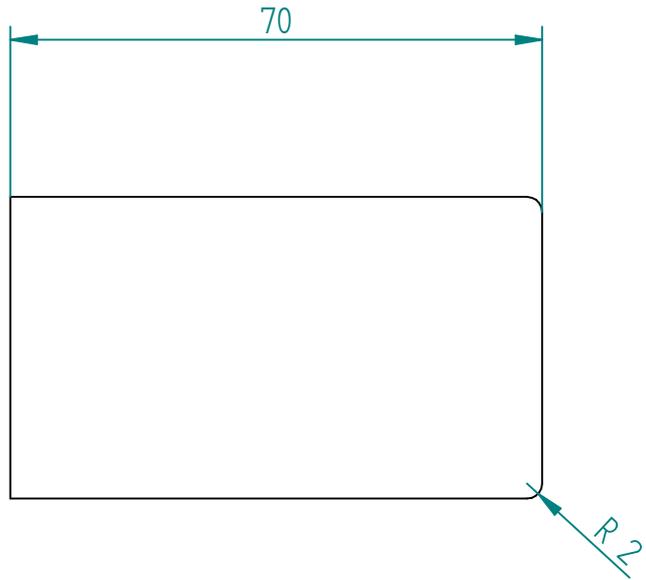
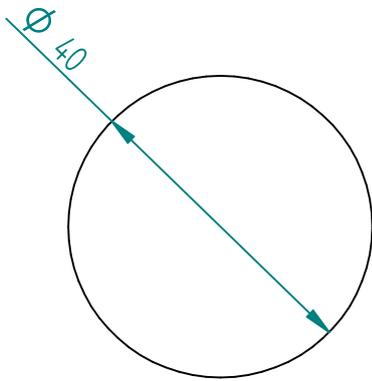
Espesor = 5mm



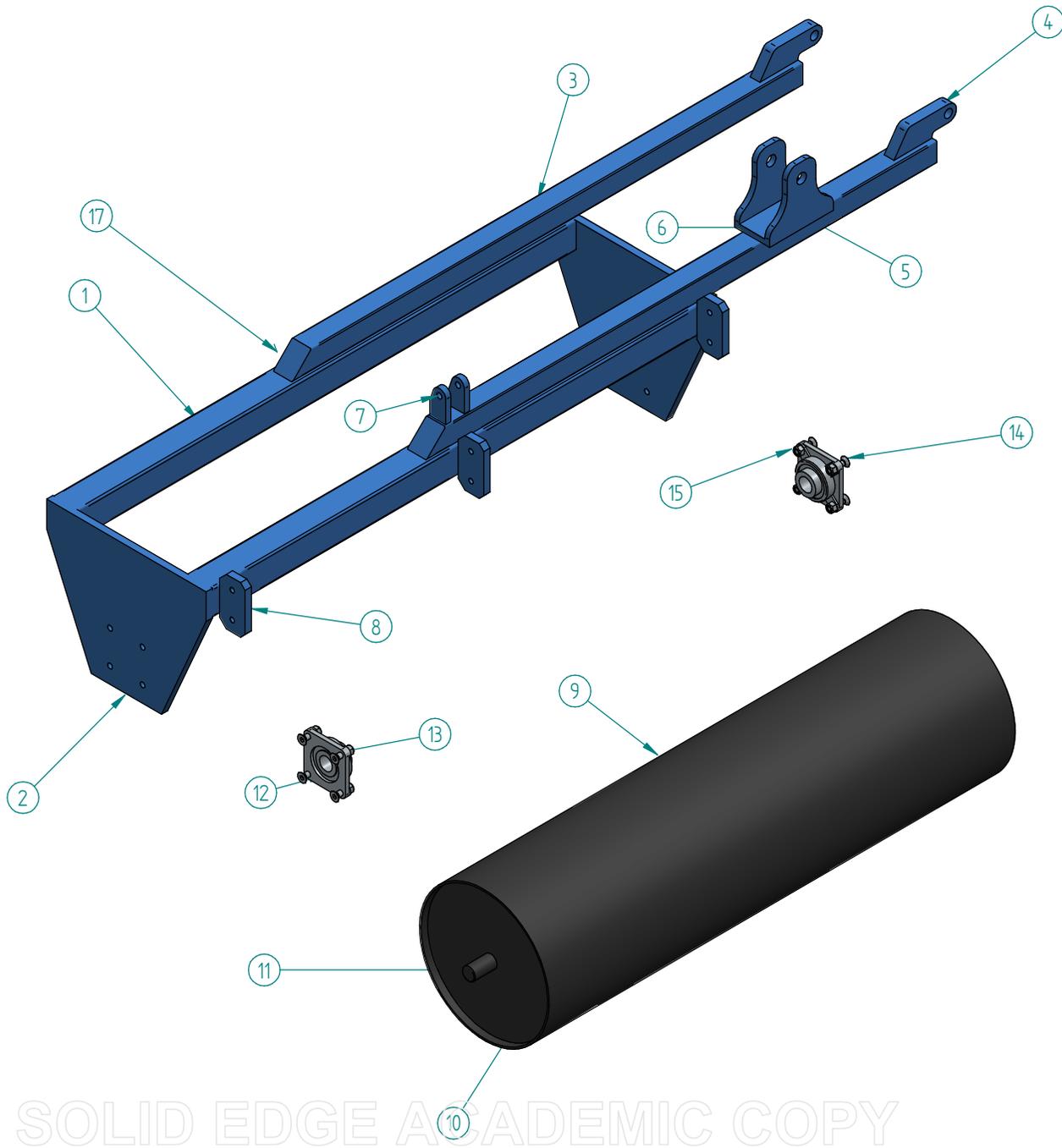
Dibujado		Titulo Rodillo central	
Nombre	Rodrigo Pérez Hernández		
Fecha	07/21	Referencia: 1.12	
 Universidad de Valladolid			
		Escala: 1:20	Unidades: mm



Dibujado		Título Tapa rodillo	
Nombre	Rodrigo Pérez Hernández		
Fecha	07/21		
 Universidad de Valladolid		Referencia: 1.13	
		Escala: 1:5	Unidades: mm



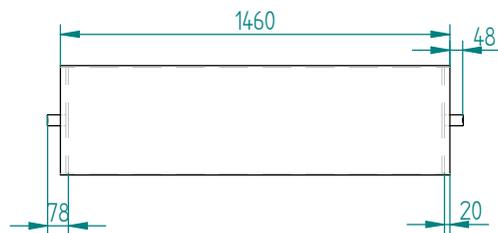
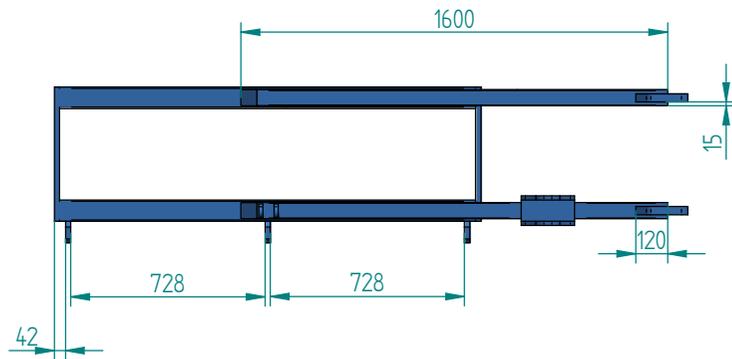
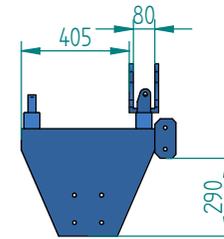
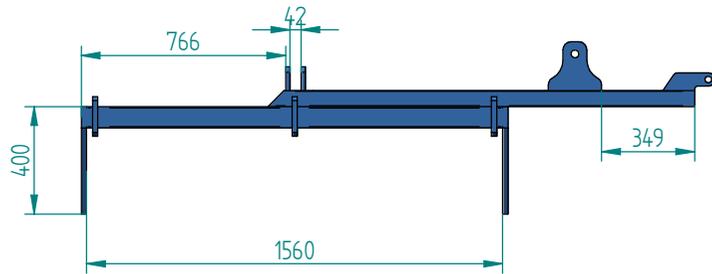
Dibujado		Título Eje rodillo	
Nombre	Rodrigo Pérez Hernández		
Fecha	07/21		
 Universidad de Valladolid		Referencia: 1.14	
		Escala: 1:1	Unidades: mm



15	Tuerca hexagonal autoblocante DIN 985- M14	-	8	-
14	Tornillo allen cabeza plana DIN 7991 - M14 X 50	-	8	-
13	Soporte rodamiento f208	-	2	-
12	Rodamiento UC208	-	2	-
11	Eje rodillo	S235JR	2	1.14
10	Tapa rodillo	S235JR	2	1.13
9	Rodillo lateral	S235JR	1	2.7
8	Amarre bastidor cultivadores	S235JR	3	1.9
7	Amarre hidráulico cultivadores	S235JR	2	2.6
6	Pletina sujeción cilindro	S235JR	1	2.5
5	Sujeción cilindro plegado	S235JR	2	2.4
4	Pliegue lateral	S235JR	2	2.3
3	Tubo estructural pliegue	S235JR	2	2.2
2	Tapas laterales	S235JR	2	1.2
1	Tubo estructural	S235JR	2	2.1

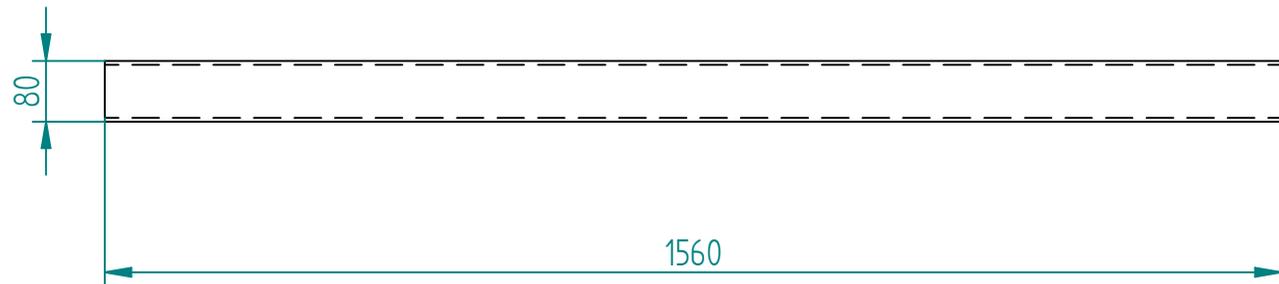
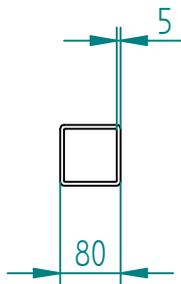
MARCA	DENOMINACIÓN	MATERIAL	CANTIDAD	REFERENCIA
Dibujado				
Nombre	Rodrigo Pérez Hernández	Título Chasis lateral.		
Fecha	07/21			
 Universidad de Valladolid		Referencia: 2		
		Escala: 1:10	Unidades: mm	Formato: A3

SOLID EDGE ACADEMIC COPY



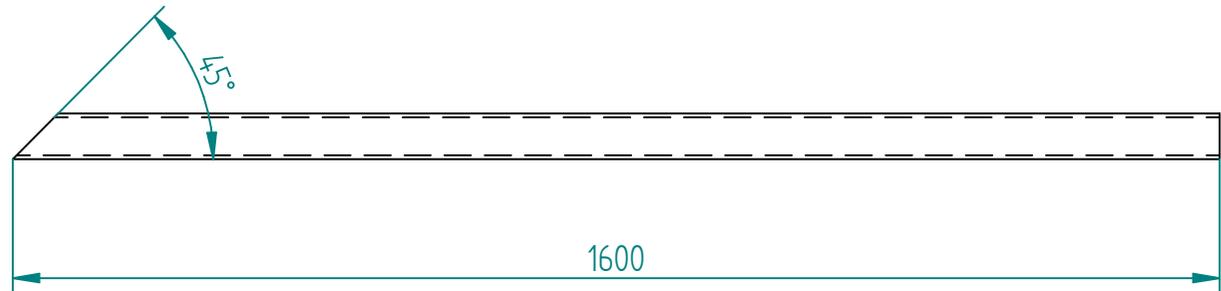
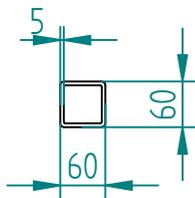
Dibujado		Título
Nombre	Rodrigo Pérez Hernández	
Fecha	07/21	Plano soldadura referencia 2
 Universidad de Valladolid		Referencia: 2.0
		Escala: 1:20 Unidades: mm Formato: A3

SOLID EDGE ACADEMIC COPY



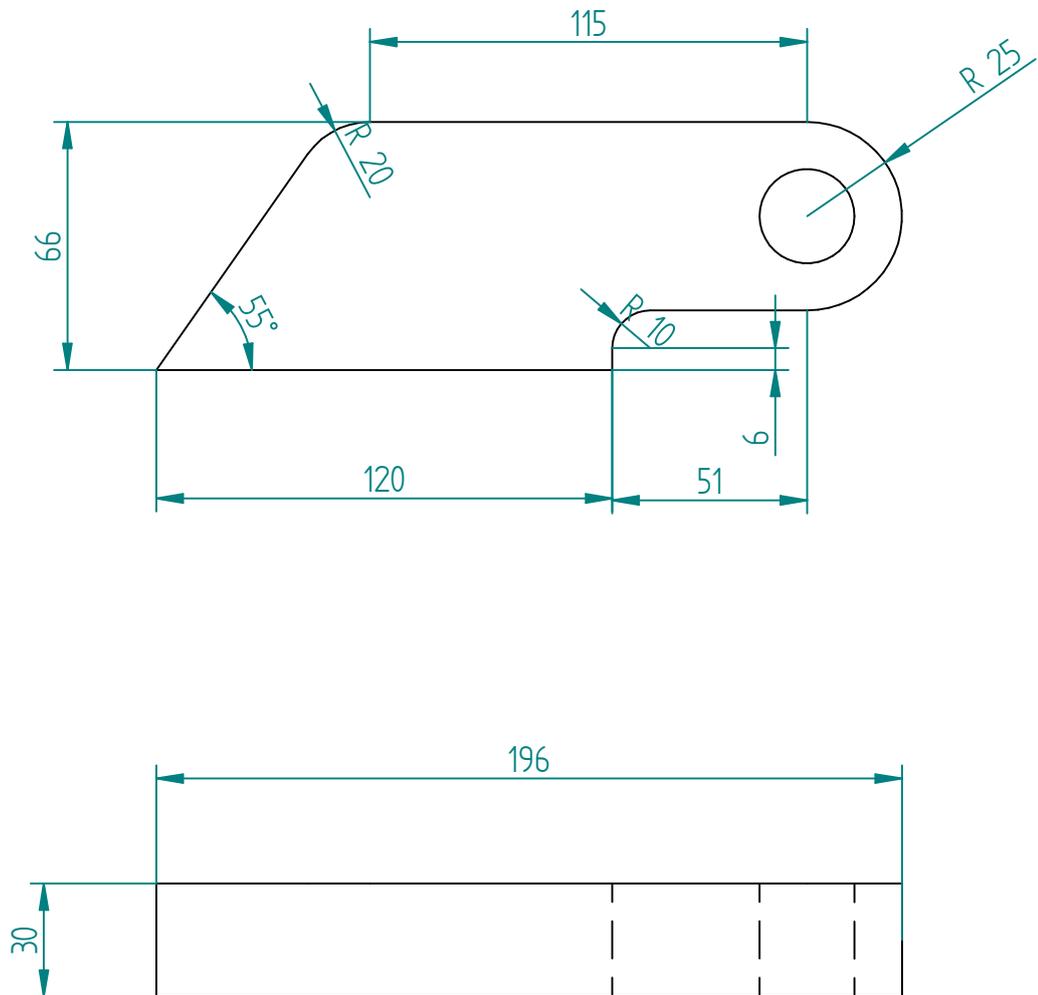
SOLID EDGE ACADEMIC COPY

Dibujado		Titulo Tubo estructural		
Nombre	Rodrigo Pérez Hernández			
Fecha	07/21	Referencia: 2.1		
 Universidad de Valladolid				Escala: 1:10

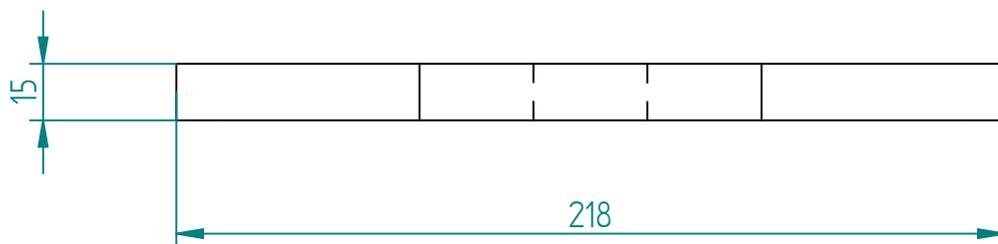
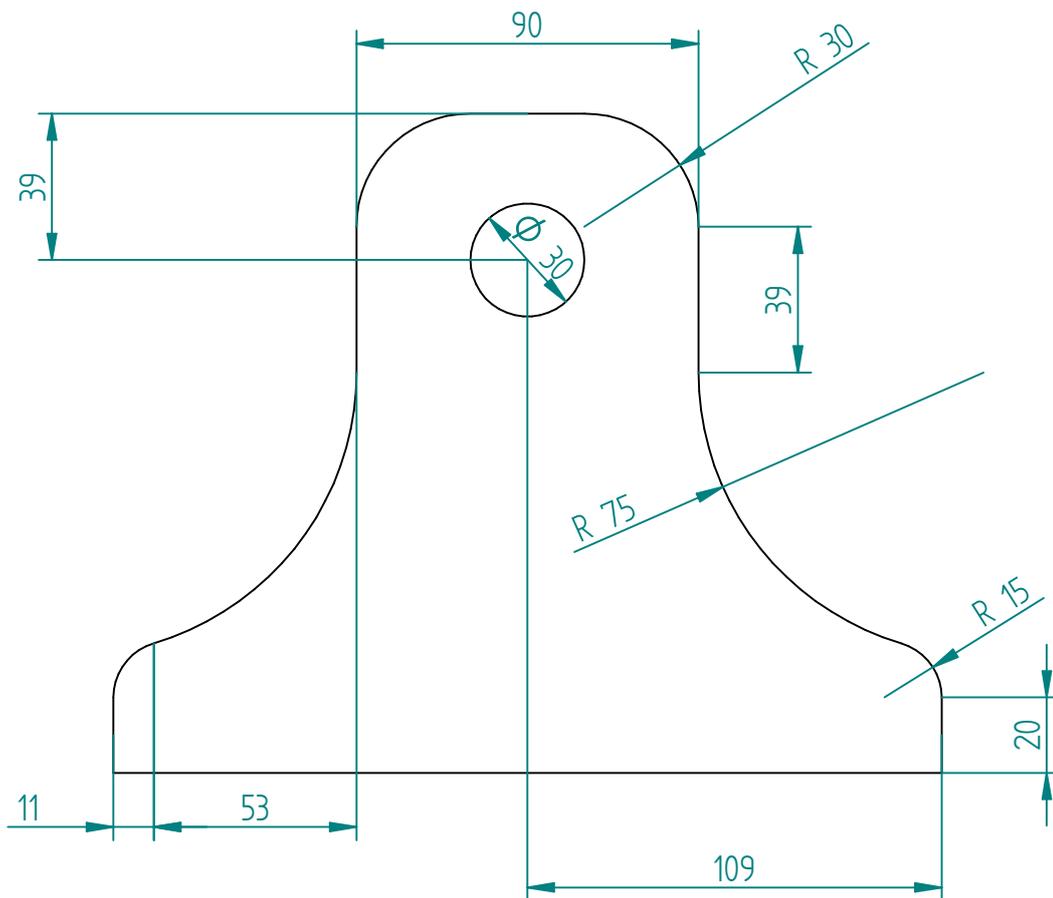


SOLID EDGE ACADEMIC COPY

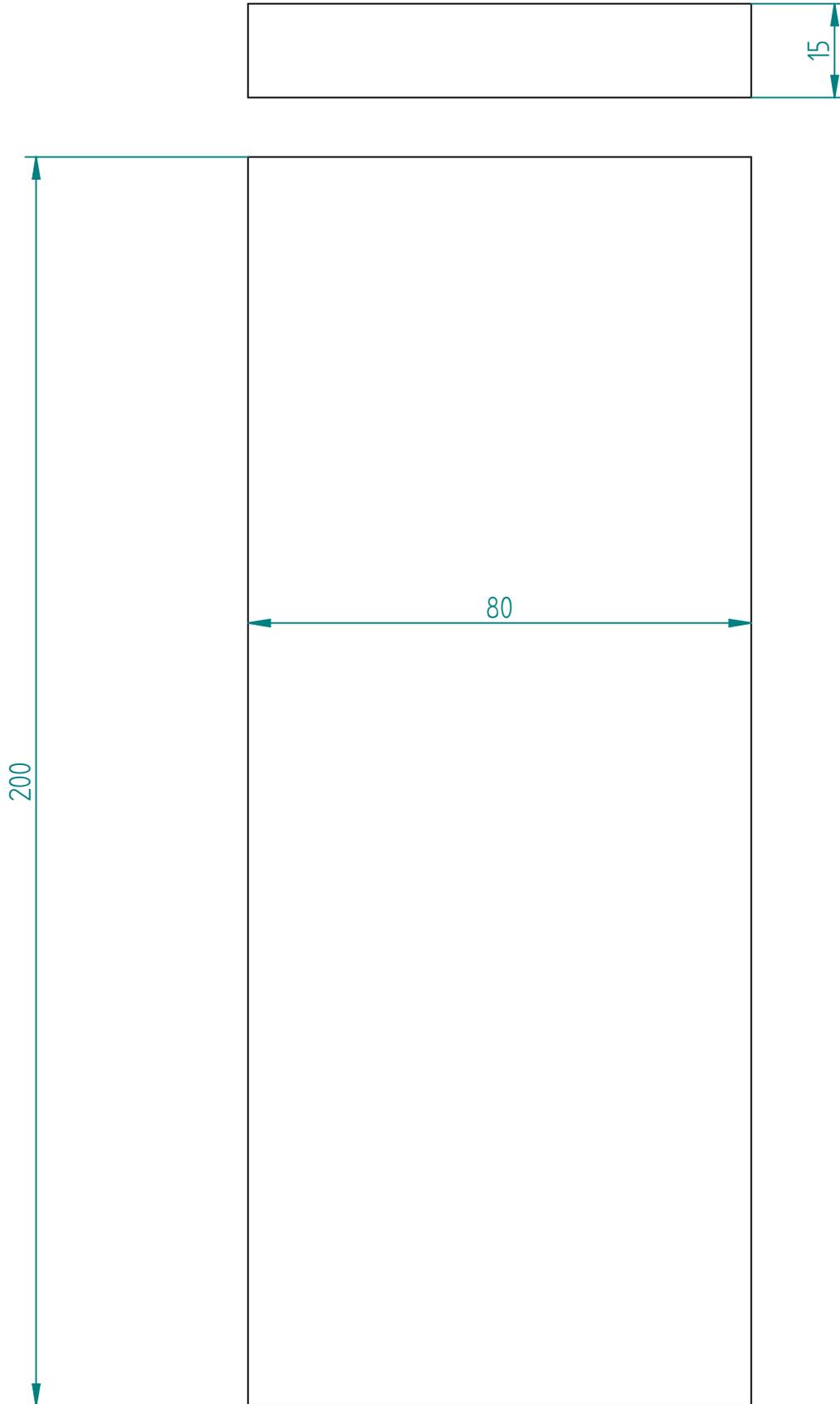
Dibujado		Titulo Tubo estructural pliegue		
Nombre	Rodrigo Pérez Hernández			
Fecha	07/21	Referencia: 2.2		
 Universidad de Valladolid				Escala: 1:10



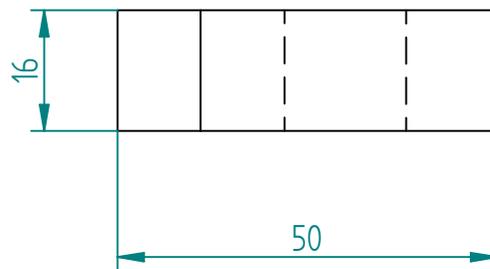
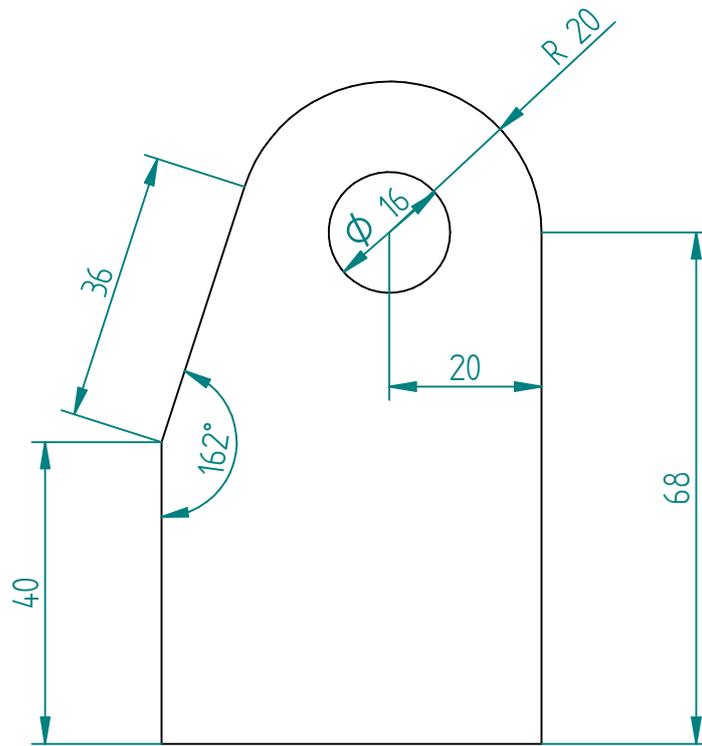
Dibujado		Título Pliegue lateral
Nombre	Rodrigo Pérez Hernández	
Fecha	07/21	
 Universidad de Valladolid		Referencia: 2.3
		Escala: 1:2 Unidades: mm Formato: A4



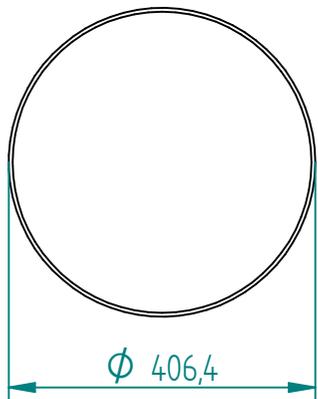
Dibujado		Título Sujeción cilindro plegado		
Nombre	Rodrigo Pérez Hernández			
Fecha	07/21	Referencia: 2.4		
 Universidad de Valladolid				Escala: 1:2



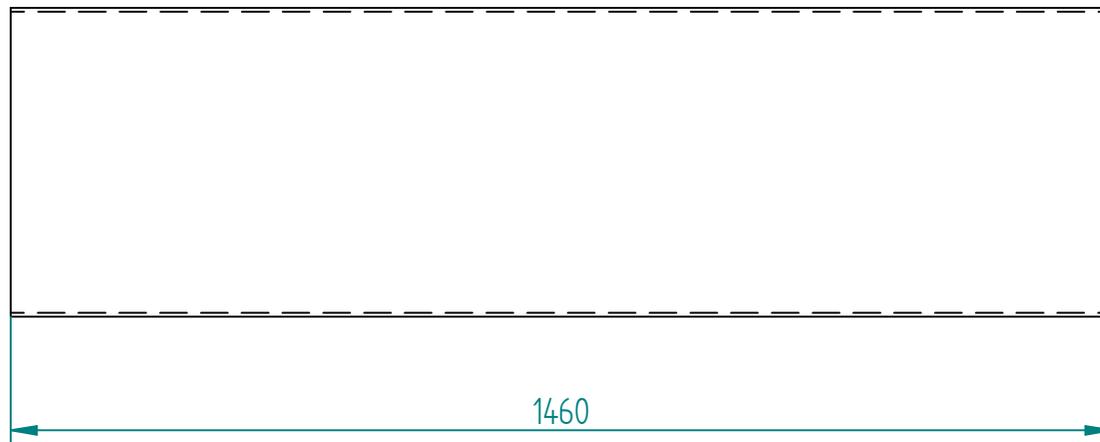
Dibujado		Título Pletina sujeción cilindro		
Nombre	Rodrigo Pérez Hernández			
Fecha	07/21	Referencia: 2.5		
 Universidad de Valladolid				Escala: 1:1



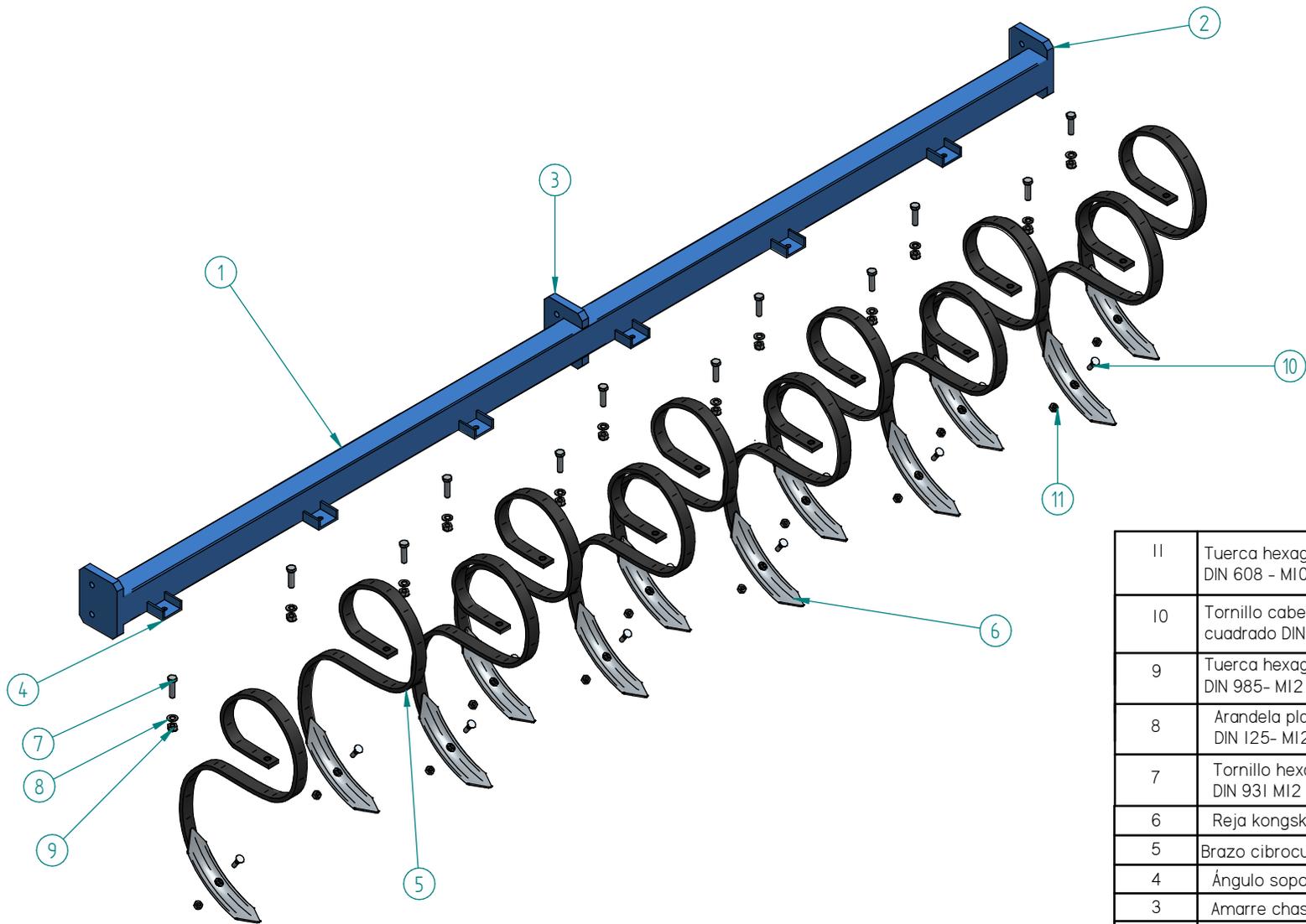
Dibujado		Título Amarre hidráulico cultivadores
Nombre	Rodrigo Pérez Hernández	
Fecha	07/21	
 Universidad de Valladolid		Referencia: 2.6
		Escala: 1:1 Unidades: mm Formato: A4



Espesor = 5mm



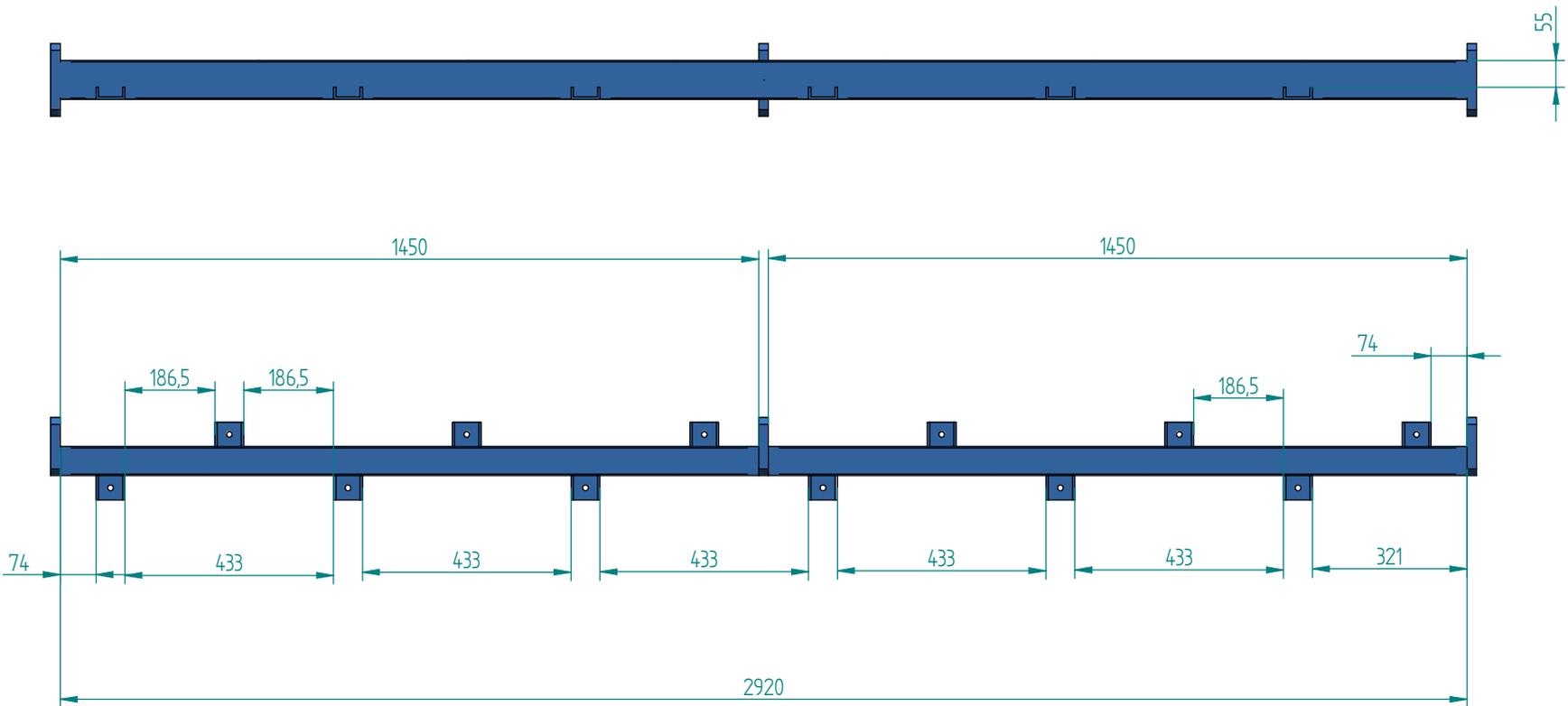
Dibujado		Titulo Rodillo lateral	
Nombre	Rodrigo Pérez Hernández		
Fecha	07/21	Referencia: 2.7	
 Universidad de Valladolid			
		Escala: 1:10	Unidades: mm



11	Tuerca hexagonal DIN 608 - M10	-	12	-
10	Tornillo cabeza plana cuello cuadrado DIN 608- M10 X 35	-	12	-
9	Tuerca hexagonal autoblocante DIN 985- M12	-	12	-
8	Arandela plana tipo A DIN 125- M12	-	12	-
7	Tornillo hexagonal DIN 931 M12 X 45	-	12	-
6	Reja kongskilde 2476	-	12	-
5	Brazo cibrocultivador 2472 32x12	-	12	-
4	Ángulo soporte brazos	S235JR	12	3.4
3	Amarre chasis central	S235JR	1	3.3
2	Amarre chasis extremo	S235JR	2	3.2
1	Tubo estructural	S235JR	1	3.1
MARCA	DENOMINACIÓN	MATERIAL	CANTIDAD	REFERENCIA

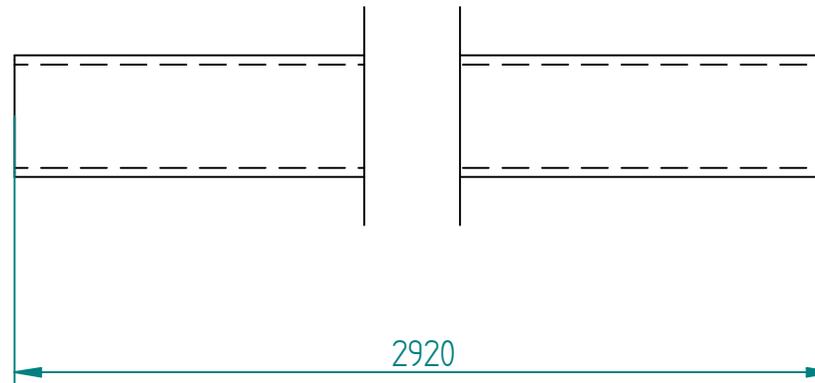
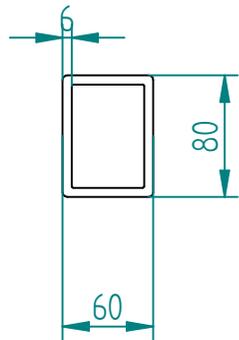
Dibujado		Título Bastidor cultivadores central		
Nombre	Rodrigo Pérez Hernández			
Fecha	07/21	Referencia: 3		
 Universidad de Valladolid		Escala: 1:10	Unidades: mm	Formato: A3

SOLID EDGE ACADEMIC COPY



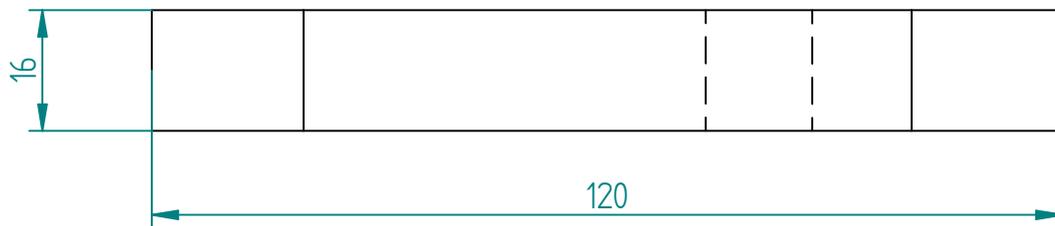
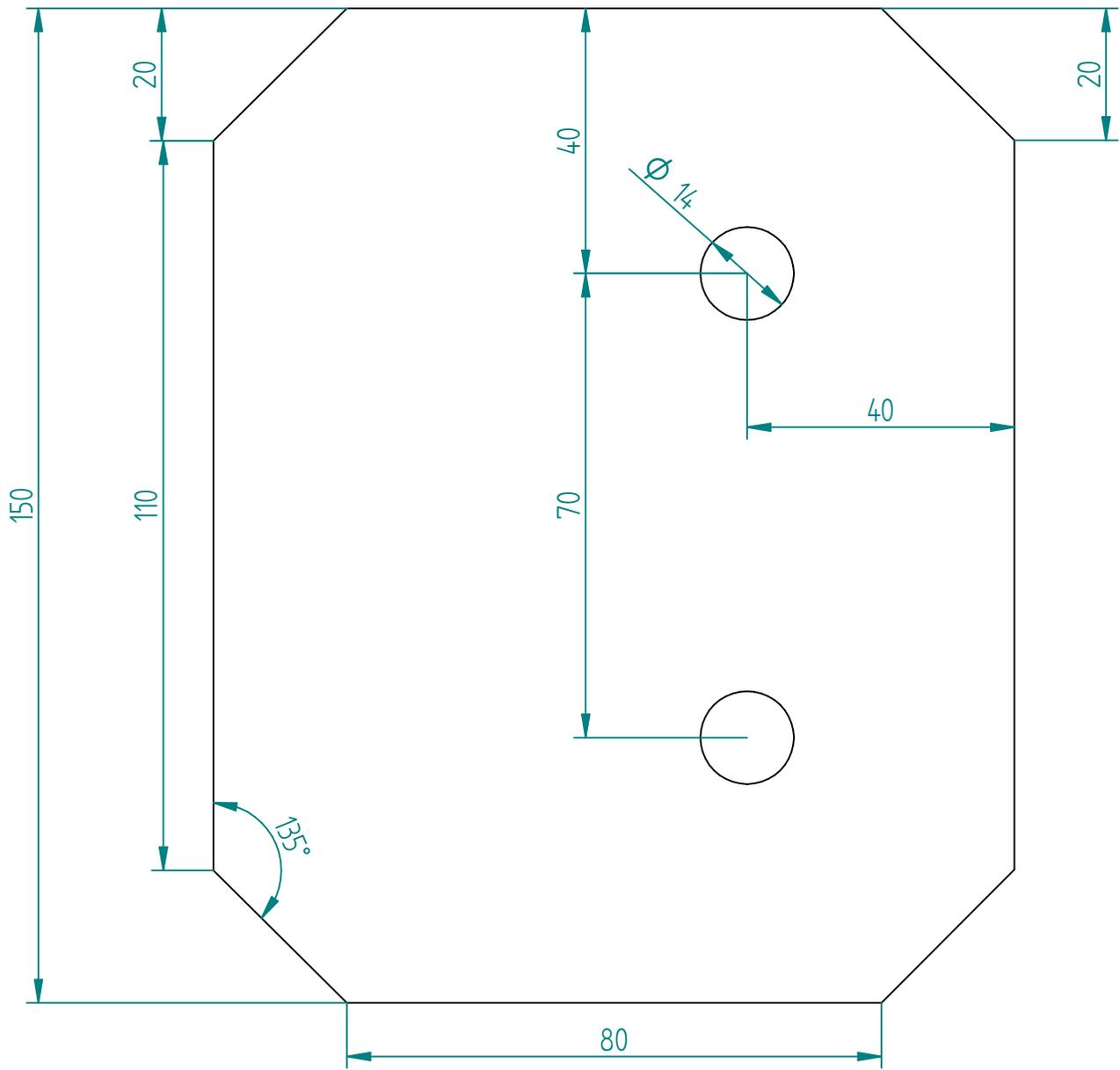
SOLID EDGE ACADEMIC COPY

Dibujado		Título
Nombre	Rodrigo Pérez Hernández	
Fecha	07/21	Plano soldadura referencia 3
 Universidad de Valladolid		Referencia: 3.0
		Escala: 1:10 Unidades: mm Formato: A3

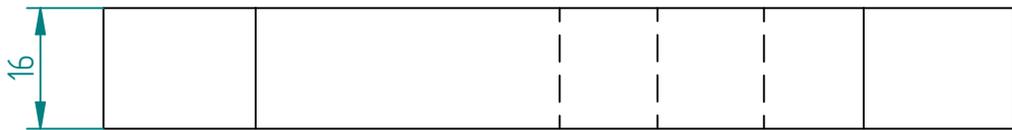
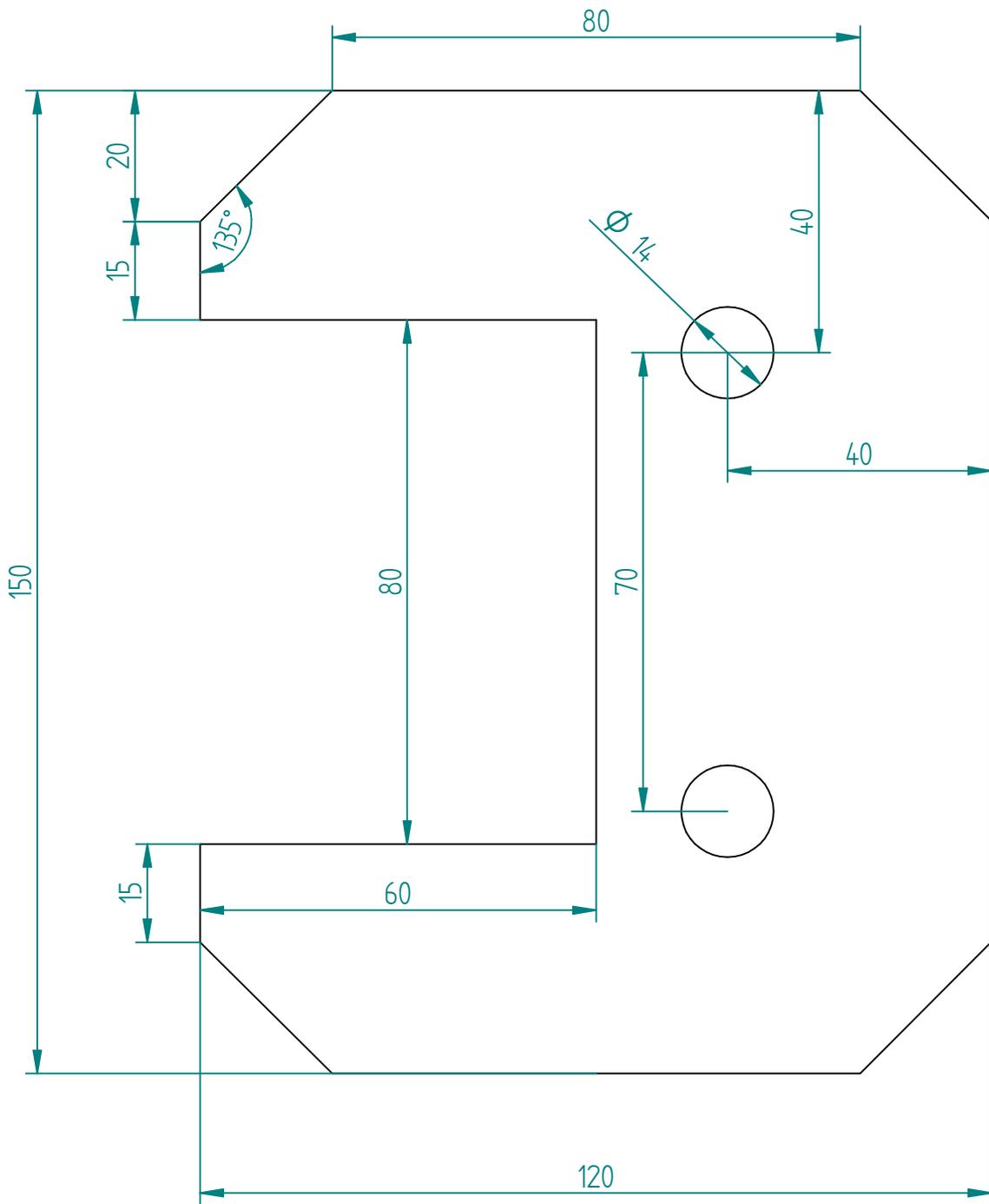


Dibujado		Titulo Tubo estructural		
Nombre	Rodrigo Pérez Hernández			
Fecha	07/21	Referencia: 3.1		
 Universidad de Valladolid				Escala: 1:5

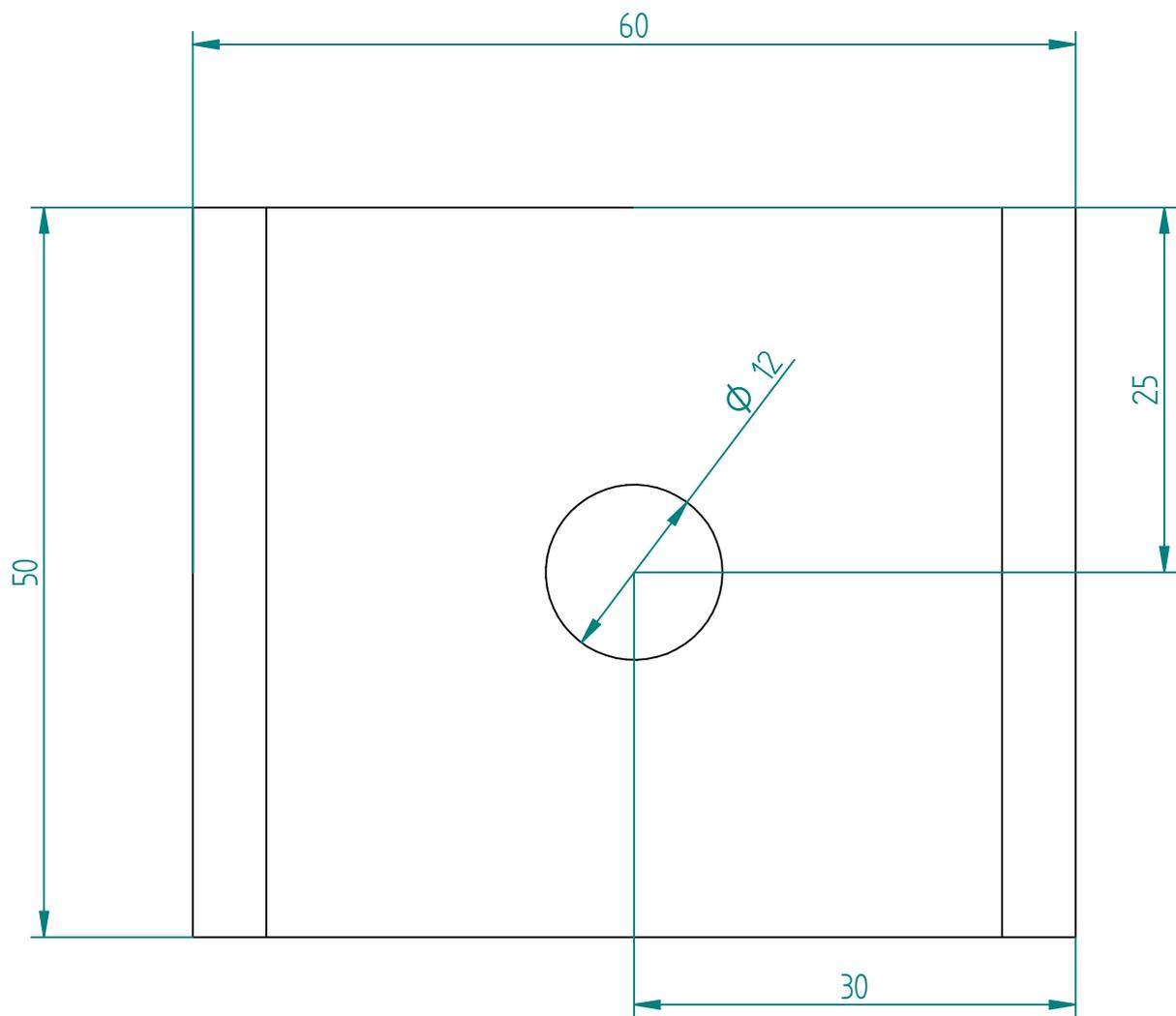
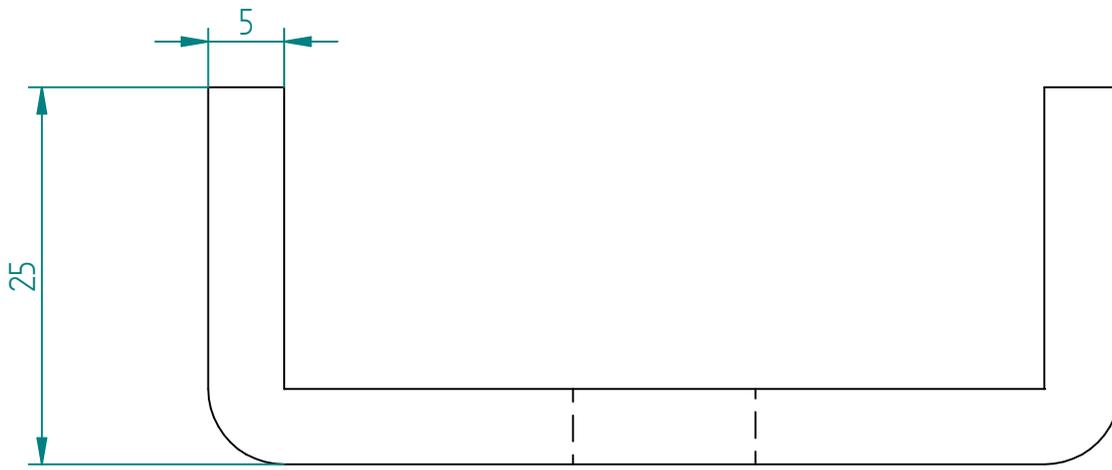
SOLID EDGE ACADEMIC COPY



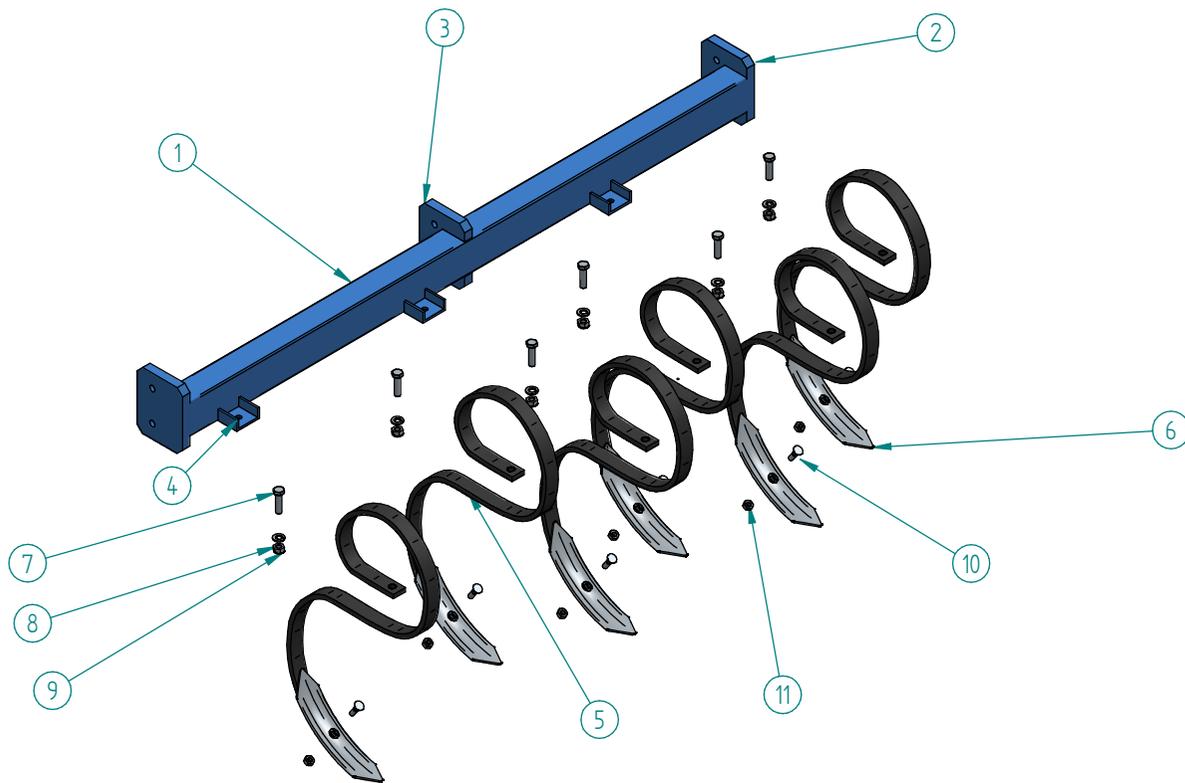
Dibujado		Título	
Nombre	Rodrigo Pérez Hernández	Amarre chasis extremo	
Fecha	07/21	Referencia: 3.2	
 Universidad de Valladolid		Escala: 1:1	Unidades: mm
		Formato: A4	



Dibujado		Título Amarre chasis central		
Nombre	Rodrigo Pérez Hernández			
Fecha	07/21	Referencia: 3.3		
 Universidad de Valladolid				Escala: 1:1



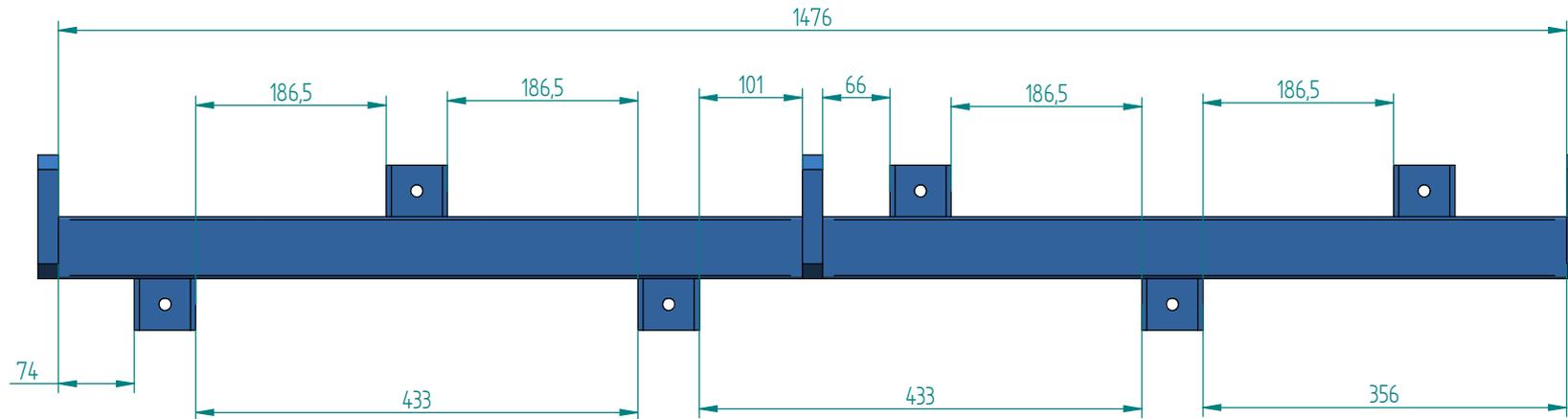
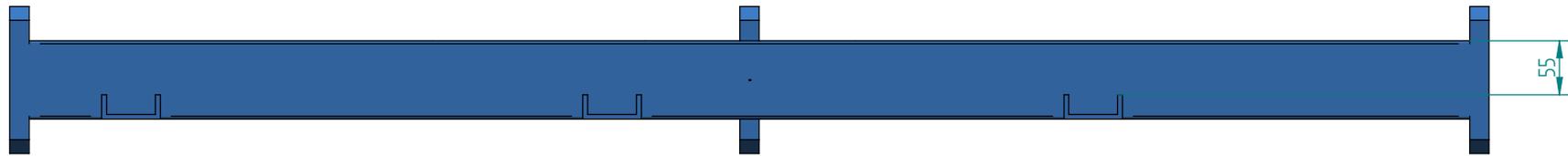
Dibujado		Título	
Nombre	Rodrigo Pérez Hernández	Ángulo soporte brazos	
Fecha	07/21	Referencia: 3.4	
 Universidad de Valladolid		Escala: 2:1	Unidades: mm
		Formato: A4	



11	Tuerca hexagonal DIN 608 - M10	-	6	-
10	Tornillo cabeza plana cuello cuadrado DIN 608- M10 X 35	-	6	-
9	Tuerca hexagonal autoblocante DIN 985- M12	-	6	-
8	Arandela plana tipo A DIN 125- M12	-	6	-
7	Tornillo hexagonal DIN 931 M12 X 45	-	6	-
6	Reja kongskilde 2476	-	6	-
5	Brazo cibrocultivador 2472 32x12	-	6	-
4	Ángulo soporte brazos	S235JR	6	3.4
3	Amarre chasis central	S235JR	1	3.3
2	Amarre chasis extremo	S235JR	2	3.2
1	Tubo estructural	S235JR	1	4.1
MARCA	DENOMINACIÓN	MATERIAL	CANTIDAD	REFERENCIA

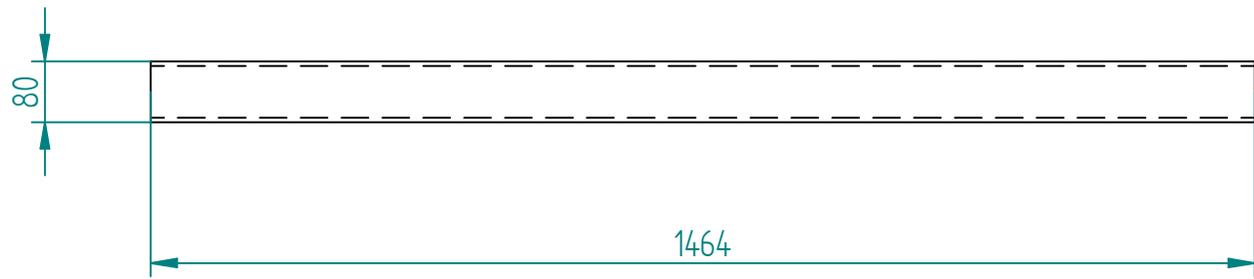
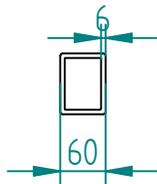
Dibujado		Título Bastidor cultivadores laterales		
Nombre	Rodrigo Pérez Hernández			
Fecha	07/21	Referencia: 4		
 Universidad de Valladolid		Escala: 1:10	Unidades: mm	Formato: A3

SOLID EDGE ACADEMIC COPY



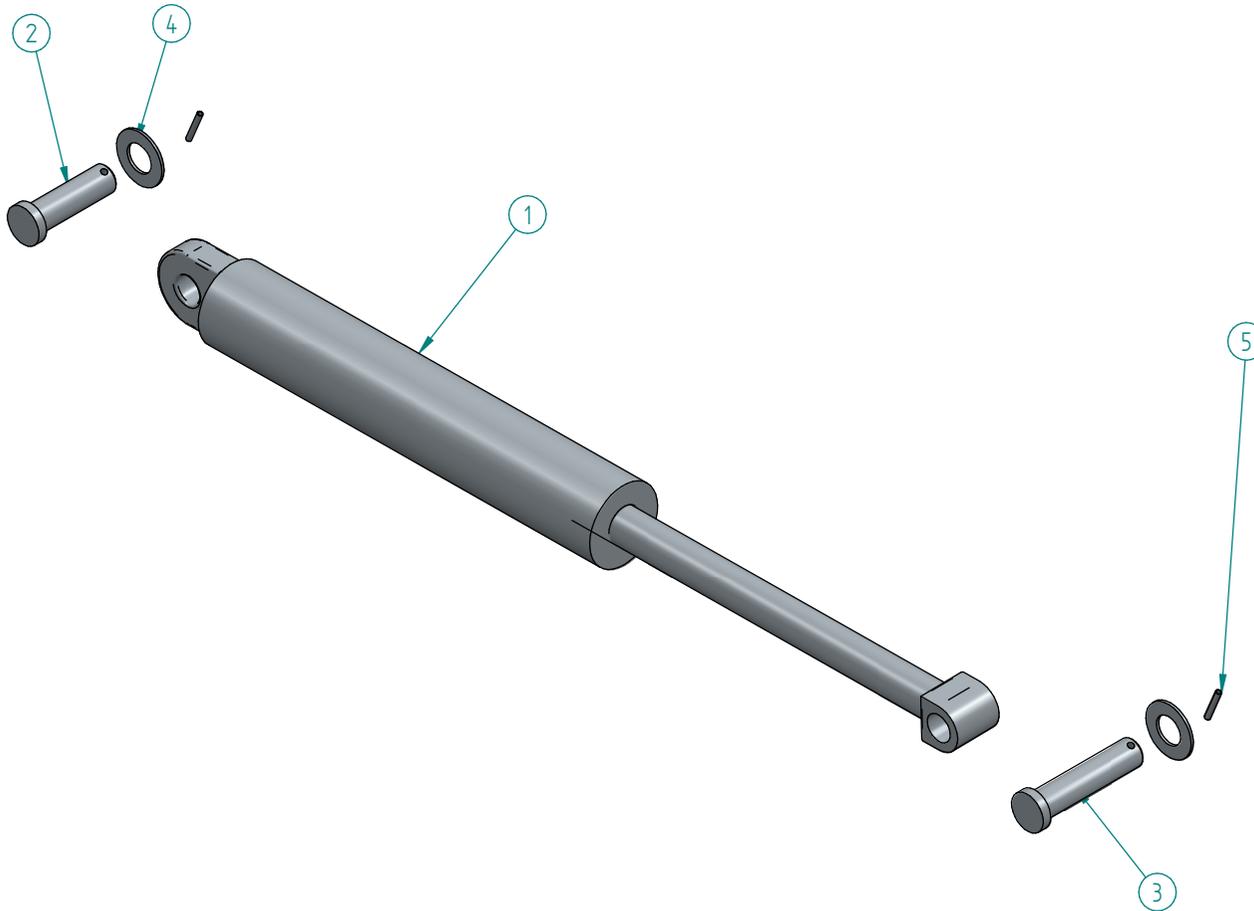
SOLID EDGE ACADEMIC COPY

Dibujado		Título Plano soldadura referencia 4
Nombre	Rodrigo Pérez Hernández	
Fecha	07/21	
		Referencia: 4.0
		Escala: 15 Unidades: mm Formato: A3



SOLID EDGE ACADEMIC COPY

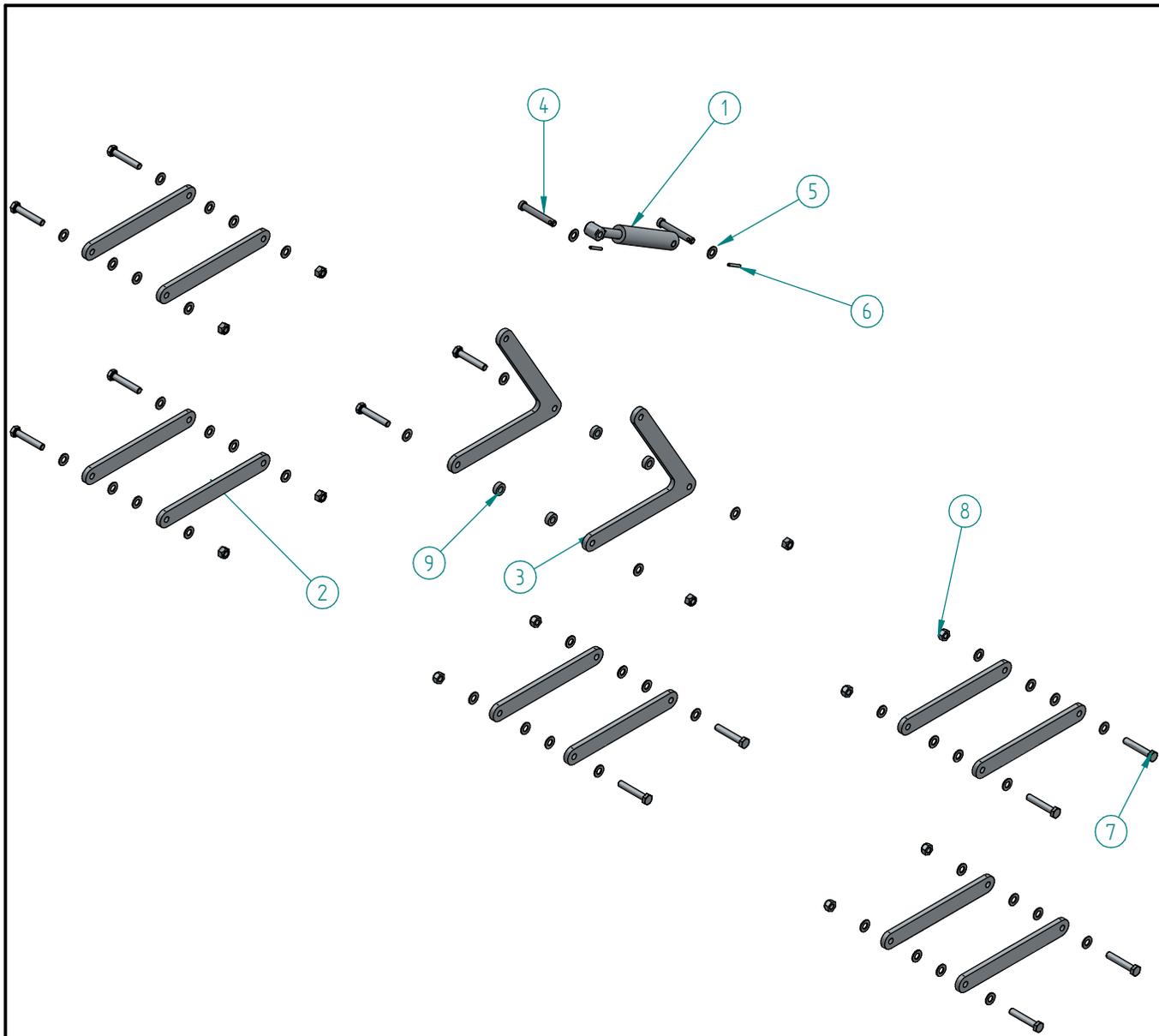
Dibujado		Título Tubo estructural	
Nombre	Rodrigo Pérez Hernández		
Fecha	07/21		
 Universidad de Valladolid		Referencia: 4.1	
		Escala: 1:10	Unidades: mm



5	Pasador elástico DIN 1481- 6	-	2	-
4	Arandela plana tipo A DIN 125- M30	-	2	-
3	Bulón mecanizado 30 X 120	F-127	1	-
2	Bulón mecanizado 30 X 90	F-127	1	-
1	Cilindro hidráulico 205/040	-	1	-
MARCA	DENOMINACIÓN	MATERIAL	CANTIDAD	REFERENCIA

Dibujado		Título Sistema de plegado		
Nombre	Rodrigo Pérez Hernández			
Fecha	07/21			
 Universidad de Valladolid		Referencia: 5	Escala: 15	Unidades: mm
		Formato: A3		

SOLID EDGE ACADEMIC COPY

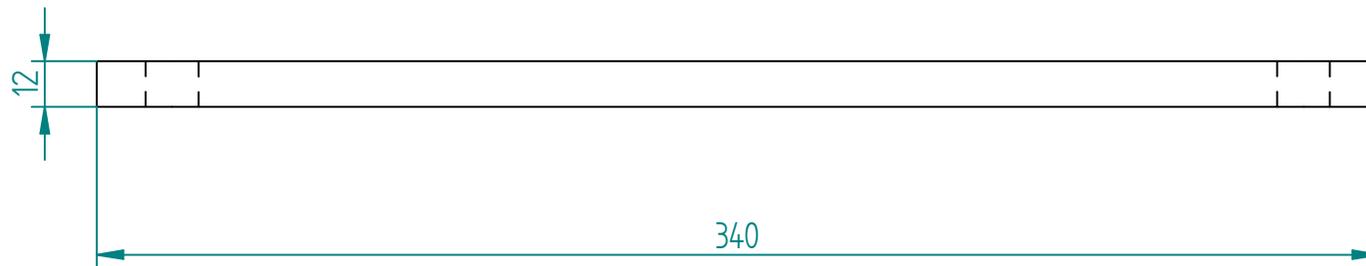
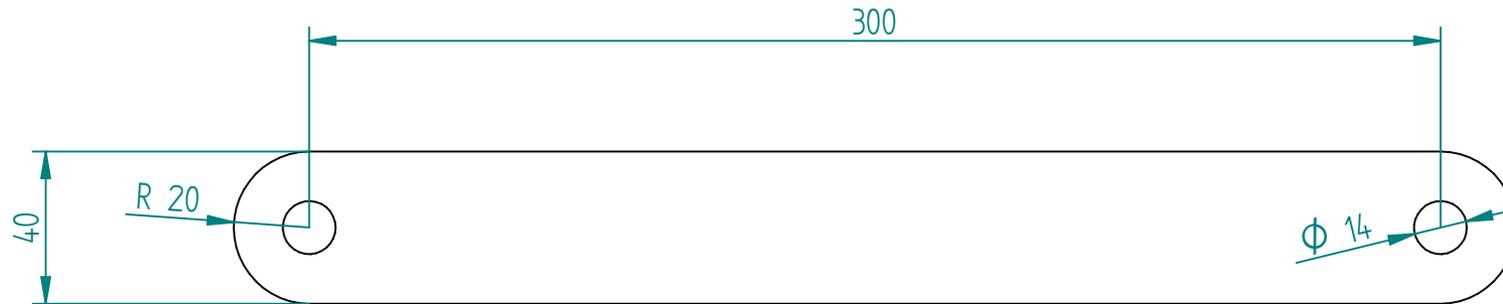


9	Casquillo	S235JR	4	6.3
8	Tuerca hexagonal autoblocante DIN 985 - M14	-	12	-
7	Tornillo hexagonal DIN 931 - M14 X 80	-	12	-
6	Pasador elástico DIN 1481- 6	-	2	-
5	Arandela plana tipo A DIN 125- M14	-	46	-
4	Bulón mecanizado 14 X 90	F-127	2	-
3	Pletina en forma de L	S235JR	2	6.2
2	Pletina simple	S235JR	10	6.1
1	Cilindro hidráulico 700/05	-	1	-

MARCA	DENOMINACIÓN	MATERIAL	CANTIDAD	REFERENCIA
-------	--------------	----------	----------	------------

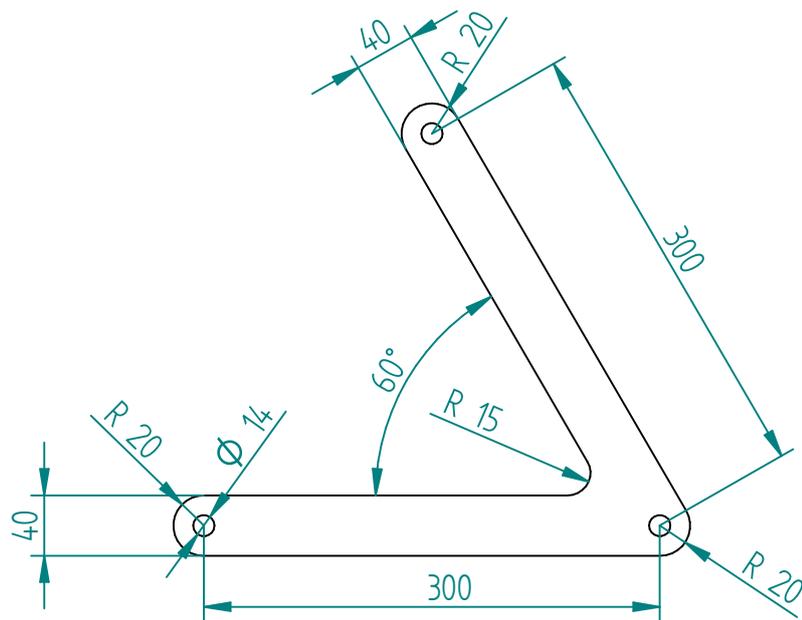
Dibujado		Título Sistema de ajuste de cultivadores		
Nombre	Rodrigo Pérez Hernández			
Fecha	07/21	Referencia: 6		
 Universidad de Valladolid		Escala: 1:10	Unidades: mm	Formato: A3

SOLID EDGE ACADEMIC COPY

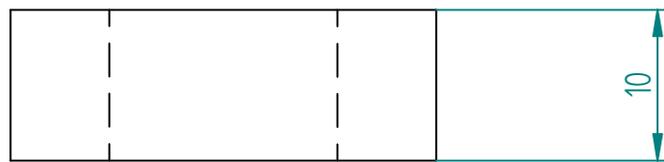
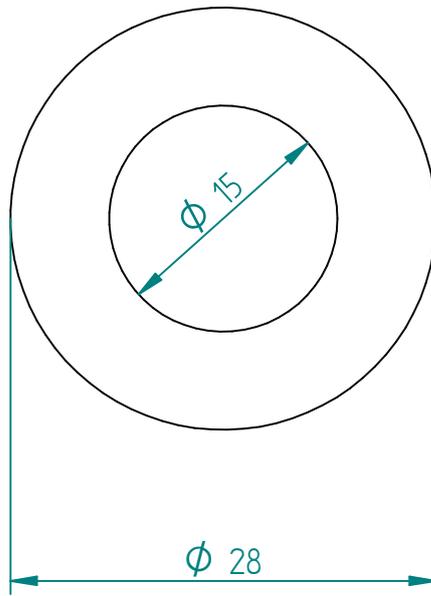


Dibujado		Título Pletina simple		
Nombre	Rodrigo Pérez Hernández			
Fecha	07/21	Referencia: 6.1		
 Universidad de Valladolid				Escala: 1:1

SOLID EDGE ACADEMIC COPY



Dibujado		Título Pletina en forma de L		
Nombre	Rodrigo Pérez Hernández			
Fecha	07/21	Referencia: 6.2		
 Universidad de Valladolid		Escala: 1:5	Unidades: mm	Formato: A4



Dibujado		Título Casquillo	
Nombre	Rodrigo Pérez Hernández		
Fecha	07/21		
 Universidad de Valladolid		Referencia: 6.3	
		Escala: 2:1	Unidades: mm