



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE QUITO**

CARRERA DE MECÁNICA

**DISEÑO Y SIMULACIÓN DE UNA MÁQUINA DE SCRUM PARA
ENTRENAMIENTOS DEL EQUIPO DE RUGBY DE LA UNIVERSIDAD
POLITÉCNICA SALESIANA CAMPUS EL GIRÓN**

Plan de titulación previo a la obtención del
Título de Ingeniero Mecánico

**AUTORES: DAVID ALEJANDRO OCHOA NARANJO
CARLOS ANDRÉS SALAZAR BELTRÁN**

TUTOR: WILLIAM GUSTAVO DÍAZ DÁVILA

Quito - Ecuador

2023

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Nosotros, David Alejandro Ochoa Naranjo con documento de identificación N° 1723660120 y Carlos Andrés Salazar Beltrán con documento de identificación N° 1753693199; manifestamos que:

Somos los autores y responsables del presente trabajo; y, autorizamos a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Quito, 07 de septiembre del año 2023

Atentamente,

David Ochoa.

David Alejandro Ochoa Naranjo
1723660120



Handwritten signature of Carlos Andrés Salazar Beltrán in blue ink, featuring a stylized 'S' and 'B'.

Carlos Andrés Salazar Beltrán
1753693199

**CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Nosotros, David Alejandro Ochoa Naranjo con documento de identificación No. 1723660120 y Carlos Andrés Salazar Beltrán con documento de identificación No. 1753693199 expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del Propuesta tecnológica: “Diseño y simulación de una máquina de scrum para entrenamientos del equipos de rugby de la Universidad Politécnica Salesiana Campus el Girón ”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero Mecánico, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 07 de septiembre del año 2023

Atentamente,

David Ochoa

David Alejandro Ochoa Naranjo

1723660120



Carlos Andrés Salazar Beltrán

1753693199

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, William Gustavo Díaz Dávila con documento de identificación N° 0400926184, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: DISEÑO Y SIMULACIÓN DE UNA MÁQUINA DE SCRUM PARA ENTRENAMIENTOS DEL EQUIPO DE RUGBY DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA CAMPUS EL GIRÓN, realizado por, David Alejandro Ochoa Naranjo con documento de identificación No. 1723660120 y Carlos Andrés Salazar Beltrán con documento de identificación No. 1753693199 , obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Propuesta Tecnológica que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 07 de septiembre del año 2023

Atentamente,



Ing. William Gustavo Díaz Dávila M.Sc,
0400926184

Dedicatoria y Agradecimientos

Le agradezco a las personas que siempre confiaron en mi como lo son mi madre Libia, que a pesar de la distancia siempre me dio su apoyo incondicional, a mis abuelos Bertha y Hugo que siempre con su experiencia y enseñanzas me ayudaron a llegar a donde estoy ahora como una persona de bien y correcta y a Nicole por todo el apoyo brindado y por nunca dejarme solo en este proceso.

David Alejandro Ochoa Naranjo

En primer lugar, quiero agradecer a Dios por darme la capacidad y la sabiduría dentro de este proceso académico, ya que con su bendición estoy logrando cumplir y alcanzar una meta importante en mi vida, la cual servirá para mi desenvolvimiento profesional a futuro y para mi crecimiento como ser humano, aportando siempre con valores y principios a la sociedad.

De una forma muy especial, quiero agradecer a mi familia y amigos por ayudarme con su apoyo incondicional en este camino, ya que con su aliento he logrado superar todas las adversidades que se han presentado en este transcurso estudiantil.

Carlos Andrés Salazar Beltrán

ÍNDICE GENERAL

| | |
|--|----|
| Capítulo 1..... | 3 |
| 1.1 Contextualización de fundamentos teóricos..... | 4 |
| 1.1.1 Acero ASTM 36..... | 4 |
| 1.1.2 Propiedades mecánicas del acero..... | 6 |
| 1.1.3 Aleaciones de Aluminio..... | 10 |
| 1.1.4 Fuerza de rozamiento..... | 12 |
| 1.1.5 Coeficiente de rozamiento..... | 12 |
| 1.1.6 Aceleración..... | 13 |
| 1.2 Impacto..... | 13 |
| 1.2.1 Fuerza de Impacto..... | 14 |
| 1.2.2 Trabajo Mecánico..... | 15 |
| 1.2.3 Energía Cinética..... | 15 |
| 1.2.4 Soldadura..... | 17 |
| 1.2.5 Recubrimiento superficial..... | 19 |
| 1.2.6 Madera Estructural..... | 20 |
| Capítulo 2..... | 23 |
| 2.1 Situación Actual del equipo..... | 23 |
| 2.2 Presentación de alternativas..... | 25 |
| 2.2.1 Alternativa 1..... | 25 |
| 2.2.2 Alternativa 2..... | 26 |
| 2.2.3 Alternativa 3..... | 28 |
| 2.3 Elección de la alternativa..... | 30 |
| Capítulo 3..... | 31 |
| 3.1 Diseño y simulación de la máquina Scrum..... | 31 |
| 3.1.1 Cálculo de fuerza necesaria para romper la fricción..... | 32 |
| 3.1.2 Cálculo fuerza aplicando peso extra..... | 32 |
| 3.1.3 Cálculo de Fuerza del Scrum del equipo de "Rhinos"..... | 34 |
| 3.2 Simulación de la máquina de scrum..... | 37 |
| 3.3 Análisis de resultados..... | 40 |
| 3.4 Factor de seguridad..... | 43 |
| Capítulo 4..... | 44 |
| 4.1 Análisis Económico..... | 44 |
| 4.1.1 Costos..... | 44 |
| 4.1.2 Costos de materiales..... | 44 |
| 4.1.3 Costos de fabricación..... | 45 |
| 4.1.4 Costos directos..... | 45 |
| 4.1.5 Costos indirectos..... | 46 |
| 4.1.6 Costo Total..... | 46 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1. Composición química del Acero A36 | 7 |
| Tabla 2. Propiedades del Acero A36 | 7 |
| Tabla 3. Características del Aluminio | 10 |
| Tabla 4. Nomenclatura de las Series y sus características..... | 11 |
| Tabla 5. Tipos de energía cinética | 17 |
| Tabla 6. Galvanizado..... | 20 |
| Tabla 7. Propiedades físicas – Madera de balsa | 21 |
| Tabla 8. Propiedades mecánicas – Madera de balsa..... | 22 |
| Tabla 9. Datos equipo de Rugby UPS | 23 |
| Tabla 10. Datos promedios obtenidos | 24 |
| Tabla 11. Precio estimado de materiales alternativa 1. | 26 |
| Tabla 12. Precio estimado de materiales alternativa 2. | 27 |
| Tabla 13. Precio estimado de materiales alternativa 3. | 29 |
| Tabla 14. Comparación de alternativas. | 30 |
| Tabla 15. Peso total máquina de scrum..... | 36 |
| Tabla 16. Costos de materiales..... | 44 |
| Tabla 17. Costos de fabricación. | 45 |
| Tabla 18. Costos directos | 46 |
| Tabla 19. Costos indirectos. | 46 |
| Tabla 20. Costo Total..... | 47 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1. Consumo del acero en las empresas para su uso final | 5 |
| Figura 2. Consumo del aluminio en las empresas para su uso final..... | 8 |
| Figura 3. Rozamiento de deslizamiento | 12 |
| Figura 4. Rozamiento de rodadura | 12 |
| Figura 5. Energía cinética según su estudio. | 17 |
| Figura 6. Clasificación de la soldadura | 18 |
| Figura 7. Altura máquina de scrums. | 24 |
| Figura 8. Toma de medidas de hombro a hombro..... | 25 |
| Figura 9. Primera propuesta para máquina de Scrum. | 25 |
| Figura 10. Segunda alternativa para máquina de Scrum. | 26 |
| Figura 11. Tercera alternativa para máquina de Scrum. | 28 |
| Figura 12. Representación de fuerzas en el eje Y. | 31 |
| Figura 13. Fuerza de rozamiento..... | 32 |
| Figura 14. Máquina de Scrum con peso extra..... | 33 |
| Figura 15. Fuerza de rozamiento..... | 34 |
| Figura 16. Tubo cuadrado 125 mm para máquina de scrum..... | 37 |
| Figura 17. Partes de la máquina de scrum..... | 37 |
| Figura 18. Ensamble Máquina de Scrum. | 38 |
| Figura 19. Sujeción fija | 38 |
| Figura 20. Fuerzas en máquina de scrum..... | 39 |
| Figura 21. Mallado de máquina | 39 |
| Figura 22. Deformación automática del software SOLIDWORKS..... | 40 |
| Figura 23. Aplicación de fuerza total de 8000 N | 40 |
| Figura 24. Esfuerzos obtenidos en máquina de scrum..... | 41 |
| Figura 25. Esfuerzo vs deformación | 41 |
| Figura 26. Deformación de la máquina de Scrum..... | 42 |
| Figura 27. Deformación unitaria. | 42 |
| Figura 28. Factor de seguridad..... | 43 |

RESUMEN

En esta propuesta tecnológica se presenta el diseño y simulación de una máquina de scrum para entrenamientos del equipo de rugby de la Universidad Politécnica Salesiana Campus del Girón, se procedió a la investigación de la situación actual del equipo, de donde se tomaría medidas de los jugadores necesarias para realizar el diseño óptimo para el equipo.

Se procedió a identificar distintas alternativas que se ajusten a las necesidades del equipo donde se tomarían en cuenta distintos parámetros de selección como el costo, facilidad de construcción, funcionalidad, estética, seguridad y adaptabilidad, con estos criterios se seleccionó la alternativa número tres como la óptima para el diseño.

Con la alternativa seleccionada se procedió al análisis de cargas para determinar la fuerza de rozamiento de la máquina de Scrum y la fuerza de impacto que produce el Scrum dónde esta debe ser mayor a la fuerza de rozamiento.

La fuerza de impacto obtenida del scrum fue de 7110 N y se aproximó a 8000 N para realizar la simulación, se comenzó diseñando las partes que componen la máquina, utilizado las propiedades del acero A36, aluminio inoxidable y madera de balsa. Al momento de realizar la simulación se encontró que el esfuerzo obtenido fue de 581.23 kg/cm^2 y al ser menor que el esfuerzo admisible del acero A36 se llegó a la conclusión que el diseño es válido para el equipo de rugby de la Universidad Politécnica Salesiana.

Palabras clave: Scrum, máquina de scrum, fuerza de impacto, fuerza de rozamiento, simulación.

ABSTRACT

In this technological proposal, the design and simulation of a scrum machine for training of the rugby team of the Salesian Polytechnic University Campus Girón is presented, the current situation of the team was investigated, from where measurements of the players would be taken. necessary to carry out the optimal design for the equipment.

We proceeded to identify different alternatives that fit the needs of the team where different selection parameters would be taken into account, such as cost, ease of construction, functionality, aesthetics, safety and adaptability, with these criteria alternative number three was selected as the optimal for design.

With the selected alternative, the load analysis was carried out to determine the friction force of the Scrum machine and the impact force produced by the Scrum where it should be greater than the friction force.

The impact force obtained from the scrum was 7110 N and approached 8000 N to carry out the simulation, it began by designing the parts that make up the machine, using the properties of A36 steel, stainless aluminum and balsa wood. At the time of carrying out the simulation, it was found that the effort obtained was 581.23 kg/cm^2 and since it was less than the admissible effort of A36 steel, it was concluded that the design is valid for the rugby team of the Salesian Polytechnic University.

Keywords: Scrum, scrum machine, impact force, friction force, simulation

INTRODUCCIÓN

En la última temporada que el equipo de rugby de la Universidad Politécnica Salesiana campus el Girón en el campeonato Nacional de Rugby del Ecuador organizado por la FER (Federación Ecuatoriana de Rugby) presentó resultados insatisfactorios y en búsqueda de una mejora se visualizó a los entrenamientos como las bases para una mejora en el equipo, es aquí donde nace la necesidad de una máquina de scrum para poder elevar el nivel del entrenamiento del mismo.

El rugby al ser un deporte recientemente federado ha obtenido un auge y crecimiento a nivel nacional y se crea la idea de diseñar y simular una máquina de scrum que se encuentre ajustada y sea personalizada para el grupo de rugby de la Universidad Politécnica Salesiana, donde se buscó como primera instancia la situación actual en la que se encuentra el equipo, cuantas personas lo conforman, las características físicas de estas personas, además de sus aptitudes para el deporte mismo, con estos datos obtenidos se precedería a la elección de una alternativa viable y optima que se ajuste a las necesidades que tiene el equipo tomando en cuenta distintos campos.

Se diseñaría las componentes de esta máquina de scrum con sus medidas correspondientes además de una apropiada selección de materiales que la compondrían, así como sus métodos de sujeciones que tendrá la máquina, este diseño se validó por medio de un software especializado en el ámbito del diseño, tomando en cuenta los esfuerzos y deformaciones que esta presentara al ser impactada por los integrantes del equipo de rugby.

Antecedentes

En el actual equipo de rugby de la Universidad politécnica salesiana se encontró que el equipo está lleno de gente nueva, novatos y personas sin experiencia por lo cual conlleva a que el equipo no se encuentre en sus mejores condiciones al momento de tener partidos importantes dónde se encontró que los jugadores no se encuentran aún adoptados una forma correcta el juego y a todas sus diferentes disposiciones

Problema

En base a los resultados insatisfactorios y con el fin de mejorar los entrenamientos, técnica y rendimiento del equipo de rugby de la Universidad Politécnica Salesiana Campus el Girón, nace la necesidad de implementar el diseño y simulación de una máquina de scrum.

Justificación

Actualmente al considerarse al rugby como un deporte federado a nivel nacional, se ha demostrado que existe gran potencial en esta disciplina a nivel mundial, nacional y regional, por lo cual es relevante que esta actividad deportiva se la practique con implementos adecuados y actuales. Por ello, es importante implementar una propuesta de diseño y simulación a través del software SolidWorks tipo CAD, creando el bosquejo mecánico óptimo de la máquina que facilitará las destrezas y el desenvolvimiento correcto del equipo de rugby de la Universidad Politécnica Salesiana Campus el Girón.

Objetivos

Objetivo general

- Diseñar y simular una máquina de Scrum para entrenamientos del equipo de rugby de la Universidad Politécnica Salesiana Campus el Girón.

Objetivos específicos

- Establecer la situación actual del entrenamiento del equipo de rugby de la Universidad Politécnica Salesiana Campus el Girón.
- Identificar una alternativa viable de diseño para la máquina de scrum.
- Diseñar las componentes necesarias para la fabricación de la máquina de scrum.
- Validar el diseño mediante simulación con software especializado de la máquina de scrum.

Capítulo 1

Estado del arte

El rugby es uno de los deportes que más fuerza física y contacto, utilizan para poder derrotar a sus rivales, distinguido por su balón ovalado y sus altas porterías, compuestas en forma de “H” con un travesaño y dos postes [1]. Popular en países como Argentina, Francia, Gran Bretaña, el principal objetivo de esta disciplina deportiva es poder llevar la pelota hasta la meta del equipo contrario, tratando de pasar el balón por el medio de los postes y el travesaño anotando de esta forma un punto a favor. Según la autora Gabriela Briceño, 2023 en su artículo indica que este deporte “le atribuye su existencia al estudiante William Webb Ellis quien, en el transcurso de un partido de fútbol, decidió agarrar el balón con sus manos y correr con él hacia la meta del equipo rival. Esto ocurrió en el año 1823 durante un partido de rugby escolar y es de aquí donde se origina su nombre.

Esta disciplina es practicada en más de 100 países, no se excluye Ecuador, el Ministerio del Deporte en su página oficial indica que la idea de implementar este deporte nació hace 10 años aproximadamente, Nicolás Di Napoli presidente y representante de la Federación Ecuatoriana de Rugby mencionó que en Nono se encuentra el primer terreno con requisitos técnicos, rodeado de un ambiente natural y aire limpio para ejercer este deporte. Hoy en día existen equipos como los Bárbaros, estudiantes de la PUCE, Jibaras de Quito, Cerberos, entre otros que han organizado campeonatos nacionales y también han formado federaciones que participan en eventos internacionales como la CONSUR 2013. Por otra parte, se han establecido algunas fundaciones, como HUMA RUGBY Ecuador, desinteresada de algún medio de lucro y que emplea al rugby como un instrumento educativo sostenible para construir una sociedad mejor.

En cuanto al equipo de Rugby de la Universidad Politécnica Salesiana sede Quito llamados Rhinos, fue creado el 11 de octubre del 2017, a diferencia de los Carneros de Cuenca que se crearon en el año 2008, por el impulso e idea de un colectivo de estudiantes de ingeniería mecánica de la Politécnica Salesiana que querían promover el rugby como deporte en la provincia del Azuay. Rhinos, al mismo tiempo, fue creado para inspirar a los estudiantes a usar su tiempo libre e infundir valores que se aplican al campo de juego y más allá. El equipo de rugby masculino “Rhinos UPS” de la sede en Quito ganó el Grupo B del Campeonato Nacional de Rugby. La competencia nacional se llevó a cabo en Quito de junio a septiembre del 2019,

agrupando a 100 atletas de cinco equipos de la región norte para demostrar su interés por el deporte. A su vez, se creó con el propósito de motivar a los estudiantes a usar su tiempo libre, mejorando su condición y forma de vida a través de actividades físicas como el deporte e inculcando principios que son puestos en práctica dentro y fuera de las canchas.

En la actualidad y debido a la pandemia se ha perdido la continuidad de los entrenamientos, se ha bajado el nivel, rendimiento y por ende los resultados no han sido los esperados. Por ese motivo se requiere apoyar y reforzar los entrenamientos del equipo mediante el diseño y simulación de un scrum. Para entender mejor el funcionamiento de esta máquina se debe tener clara la definición de este término, según el Word Rugby Passport [2] en su página web indica que el scrum se emplea en el campo de juego, donde ocho jugadores de cada equipo se colocan en tres filas por cada grupo, al mismo nivel que los contrincantes, de modo que las cabezas de la primera fila se mantengan alineadas. Los túneles se forman así, en el cual el medio scrum inserta la pelota para que los jugadores en la primera línea puedan pelear la posesión engancho (hookeando) la pelota con cualquier pie.

La máquina de scrum es un dispositivo acolchado, pesado contra la cual un grupo de rugby fútbol remite fuerza/contacto, el propósito de esta máquina es proporcionar equipos como una herramienta de seguridad para mejorar la fuerza y habilidad de sus jugadores. Para el diseño se utilizará SolidWorks el cual se define como un software de modelado mecánico en 2D y 3D permitiendo crear piezas mecánicas, máquinas, planos eléctricos, placas electrónicas. Faculta a los usuarios usar sus modelos, simular la mecánica o manejo, aplicar metodologías y comprender cómo se comportarán las piezas cuando se sometan a diversas cargas, fatiga y más. Las piezas se especifican en SOLIDWORKS como bloques de construcción básicos.

1.1 Contextualización de fundamentos teóricos

En la contextualización de esta investigación se utilizan conceptos en base a textos y artículos de diferentes autores, que ayuden y ahonden en la explicación del uso de materiales y sus propiedades mecánicas, lo cual servirá como fundamento para respaldar este proyecto.

1.1.1 Acero ASTM 36

En base al diseño de la máquina scrum, el material utilizado es acero ASTM A36, el cual es el material más empleado en la industria ecuatoriana por sus características y propiedades; dicho elemento es la constitución de la materia prima, donde el hierro es el mayor componente y

el carbón el menor componente en peso de la composición, sin superar el 1.2 %, alcanzando porcentajes del 0.2 % al 0.3 %, lo cual mejora el proceso de conformado.

La principal ventaja de este material es su fluencia lineal y elástica, lo que lo hace predecible en estructuras y en consecuencia el más utilizado en las empresas e industrias.

En la Figura 1 se detalla específicamente el consumo del Acero ASTM 36 en las empresas para su uso final.

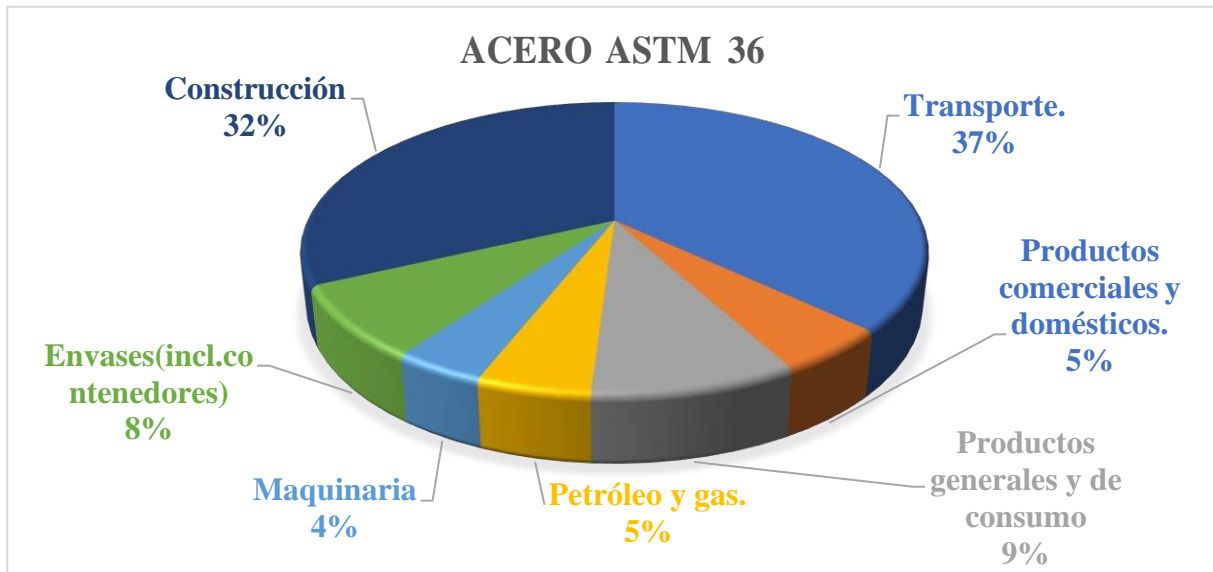


Figura 1. Consumo del acero en las empresas para su uso final [3].

Hay diferentes tipos de acero, que difieren en la composición y propiedades de sus aleaciones, que requieren regulaciones específicas, las cuales son seguidas por cada país productor de acero y consumidor del material.

Las normas internacionales de regulación ISO, AISI, DIN o ASTM, son las más reconocidas dentro de la clasificación del acero. Los cuales indican el contenido mínimo o máximo de cada elemento y las cualidades mecánicas del acero producido. El acero también se divide de acuerdo al proceso de tratamiento térmico, que calienta y enfría el metal a temperaturas y condiciones específicas para mejorar sus propiedades mecánicas, tales como la dureza y la resistencia. El ciclo no cambia la conformación química, pero cambia la composición estructural [3].

1.1.1.1 Propiedades y características.

Todos los elementos tienen sus propias características y propiedades que los distinguen unos de otros, siendo los principales elementos: eléctricos, magnéticos, mecánicos, químicos, físicos y térmicos, en función de su constitución.

Posteriormente, se describen los más relevantes de ellos y los que presentan mayores ventajas en la elección de los materiales. Las propiedades mecánicas se refieren a cómo se comporta un material bajo una fuerza aplicada, dependiendo de su composición química y estructura cristalina.

1.1.2 Propiedades mecánicas del acero

Durabilidad: Resiste a los cambios de estructura y las fuerzas externas que pueden presentarse, como torsión, flexión, compresión, tracción y corte.

Elasticidad: Capacidad de un objeto para retornar a su forma principal sin aplicar la fuerza que lo deformó.

Ductilidad: Es la capacidad que tiene un metal de deformarse antes de romperse; se llama plasticidad si la alteración es originada por estiramiento y plasticidad si es causada por compresión

Tenacidad: Resistencia de un metal a la fractura bajo una deformación.

Dureza: La capacidad de una superficie metálica para deformarse cuando entra en contacto con otro material.

Elasticidad: Facultad de un material para absorber y almacenar energía por unidad de volumen en la región elástica.

Resistencia al agrietamiento: Capacidad de un material para resistir el quebramiento cuando se somete a fuerzas mecánicas externas.

Propiedades de fusión: el acero es fácil de moldear, verter y colocar en moldes.

Soldabilidad: La ligereza del metal permite unir dos partes para formar una unión rígida. Una junta duradera es aquella que no tiene manchas ni imperfecciones y debe ser duradera.

Estructura: El orden en que se disponen las moléculas depende del ciclo de modificación o producción, y en algunos casos es visible a simple inspección, pero en otros casos requiere emplear un microscopio. La organización interna o cristalización del acero es un factor fundamental que determina las propiedades del material.

Densidad: Masa por unidad de volumen.

Gravedad específica: Conexión entre la masa del material y su volumen en el espacio.

Conductividad eléctrica: Capacidad de un material para generar una corriente eléctrica.

Conductividad térmica: Facultad de una sustancia para trasladar calor a través de ella.

Oxidación: La oxidación ocurre cuando el oxígeno atmosférico se combina con un metal. La oxidación ocurre en las capas más externas

Corrosión: Es cualquier efecto de diversos productos químicos sobre el metal, primero la capa externa y luego el resto. La estructura química del acero de referencia se detalla en la Tabla 1.

Tabla 1. Composición química del Acero A36 [3].

| Elemento | C | Cu | Fe | Mn | P | S |
|-----------------|----------|-----------|-----------|-----------|-------------|-------------|
| | | | | | Máx. | Máx. |
| % | 0,25 | 0,02 | 99 | 0,8-1,2 | 0,04 | 0,05 |

La Tabla 2 resume las principales propiedades del acero ASTM A36 y estos valores fueron utilizados en el desarrollo de este proyecto:

Tabla 2. Propiedades del Acero A36 [4].

| PROPIEDAD | VALOR | UNIDADES | Temperatura Zona detonación | Tiempo de disparo |
|-------------------------------|-----------------|-------------------|--|------------------------------|
| Densidad | 7850 | Kg/m ³ | Densidad | 7850 |
| Límite de Fluencia | 32-36-(250-280) | Ksi MPa | Límite de Fluencia | 32-36-(250-280) |
| Resistencia a la tensión | 58-80(400-550) | Ksi MPa | Resistencia a la tensión | 58-80(400-550) |
| Módulo de elasticidad | 2900 | Ksi | Módulo de elasticidad | 2900 |
| % de elongación mínimo | 20 (8") | % | % de elongación mínimo | 20 (8") |
| Punto de fusión - Aluminio | 1538 | °C | Punto de fusión - Aluminio | 1538 |

Otro de los materiales empleados para el diseño de la máquina de scrum es el aluminio, que se produce comercialmente hace 149 años, considerándose así un metal joven, actualmente se produce más aluminio que otros metales y esto se debe a características específicas las cuales se describirán con mayor detalle conforme se vaya avanzando en su explicación.

El aluminio es un metal no ferroso, que agrupa diferentes propiedades mecánicas, por ese motivo tiene mucha relevancia en las diversas industrias [5] .

En la figura 2 se detalla específicamente el consumo del aluminio en las empresas para su uso final.

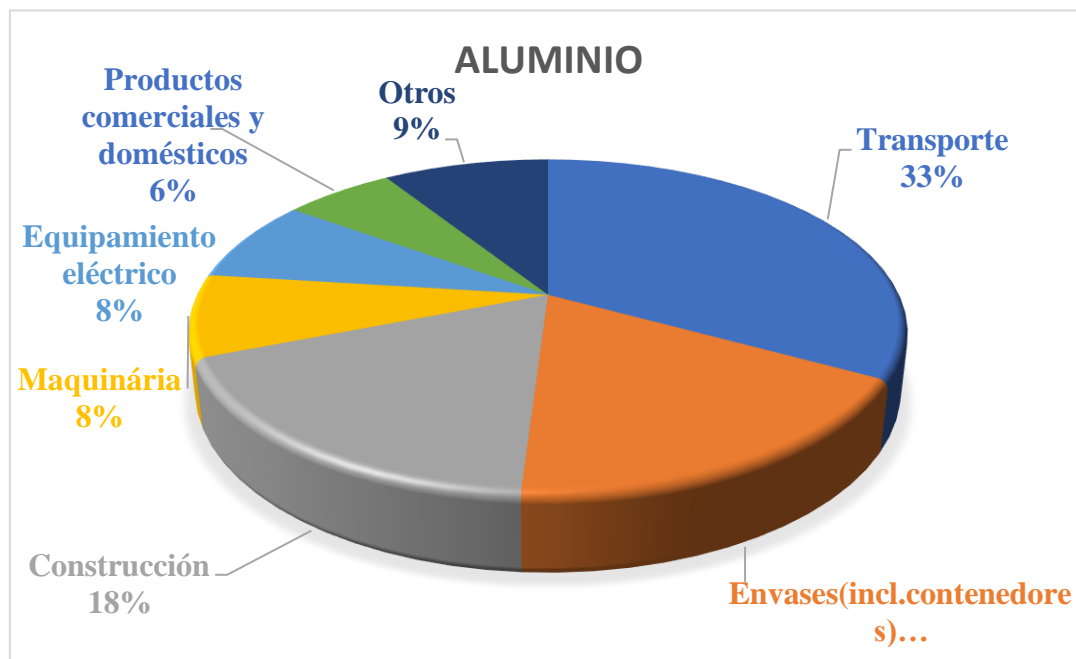


Figura 2. Consumo del aluminio en las empresas para su uso final [5].

Los componentes que lo forman poseen el 8 % de la capa terrestre y en gran parte provenientes de las piedras, animales y vegetales. En su estado natural este material al combinarse con varios aleantes posee considerables características que lo vuelven eficiente dentro de los procesos de fabricación en las industrias como resistencia, dureza, entre otros que se explicaran a partir de sus propiedades.

Muy dúctil: Es un material maleable ya que posee un punto de fusión y una consistencia baja. Durante su procesamiento su ductilidad facilita el diseño final de los procesos de fabricación.

Reciclable: Este material es considerado totalmente reciclable sin perder sus cualidades, al no requerir de una vasta energía para refundirlo es necesario de un 5 % de energía para obtener la materia prima principal.

Resistente, liviano: Al tener un peso de 2.7 g/cm^3 el aluminio es considerado un material muy ligero, pues este peso es una tercera parte del peso del acero. Se acopla a diversas aplicaciones para modificar la formación de su aleación al ser muy resistente.

Impermeable e inocuo: La lamina más delgada del aluminio es completamente impermeable permitiendo que los productos mantengan su consistencia y que la sustancias no desprendan olor ni sabor al ser este material considerado como un metal no tóxico.

No corrosivo: Naturalmente este metal genera una resistente membrana de óxido lo que hace que prolongue su vida útil contra la corrosión. Para perfeccionar las propiedades de este material se utiliza el revestimiento como tratamiento para asegurar la conservación y protección de los productos.

Excelente conductor de electricidad: Considerado un material adecuado para conducir electricidad y calor, y en base a su peso es aproximadamente dos veces superior al cobre.

Excelente reflector: Ideal para reflectores, por su bajo peso hace que este material sea un buen proyector de luz y calor aplicándolo así en bombillas tubos fluorescentes y mantas de rescate.

Elongación: Mide la prolongación lineal fija por consecuencia de una carga que produce tensión.

Dureza: Resistencia a la penetración que posee un material.

Resistencia a la Flexión: Idéntica a la resistencia del acero con una masa equivalente al 50 %, esta aleación estructural dispone una alta fortaleza tomando en cuenta su poca cantidad masa. Cuando este se acopla con facilidad al proceso de extrusión, hace que el metal se reparta sobre su eje neutral garantizando su eficacia. Esto es adaptable en las construcciones donde se preserva la menor masa de su contenido ya que asegura un ahorro económico.

Resistencia a la ruptura: Este material excede los 90 MPa, y puede duplicarse en tratamientos de bajas temperaturas. Sus propiedades se optimizan en gran medida al exponer al aluminio a aleaciones con diversos metales como el silicio, zinc, cobre, entre otros. Muchas de estas aleaciones pueden mejorar su dureza y resistencia por medio de un tratamiento térmico, en especial con aleaciones de magnesio – silicio.

Resistencia a la tensión: Alrededor de 300 MPa, un 70 % superior al acero en tratamiento térmico normal.

Resistencia máxima a la tensión: Capaz de tolerar en tensión a través de una fuerza progresiva /uniforme. El aluminio con la buena resistencia mecánica en algunas de sus aleaciones llega a suplantar a las aleaciones de titanio.

Módulo de elasticidad: El rango elástico es constante sobre cualquier material, Por lo tanto, las estructuras de aleación del mismo tamaño se someterán de la misma manera bajo carga, pero la magnitud de la tensión y la rigidez serán diferentes.

El aluminio posee el número atómico 13 esto quiere decir, que consta de 13 protones en su núcleo atómico. En la tabla periódica corresponde al grupo de metales del bloque p y se lo representa con el símbolo (Al), este metal naturalmente se lo encuentra en numerosos minerales en la tierra en estado sólido a temperatura y presión estándar, pero de ninguna forma se lo podría encontrar en estado puro. En la Tabla 3, se indican las características de este material.

Tabla 3. Características del Aluminio [5].

| Características | Aluminio (Al) |
|------------------------|-------------------------------|
| Valencia | 3 |
| Nº Atómico | 13 |
| Estado de oxidación | +3 |
| Masa Atómica | 26,9815 g/mol |
| Densidad | 2,70 g/ml |
| Punto de ebullición | 2450 °C |
| Punto de fusión | 660 °C |
| Descubridor | Hans Christian Oersted (1825) |

1.1.3 Aleaciones de aluminio

El aluminio puro suele ser más débil en mezclas de dos o más componentes con hierro y silicio, forma muchas aleaciones y las utiliza indefinidamente, incluso con mejores

propiedades que el acero. El Instituto del Aluminio, abreviado como AAI, clasifica las aleaciones de aluminio usando la nomenclatura que se presenta en la Tabla 4.

Tabla 4. Nomenclatura de las Series y sus características [6].

| Serie | Composición | Características |
|--------------|--------------------------------|--|
| 1000 | 99% de pureza | Alta resistencia a la corrosión No tóxico Acabado de alta calidad Alta maleabilidad Excelente capacidad de conducir la electricidad y el calor Alta reflectividad |
| 2000 | Aleación con Cobre | Excelente resistencia mecánica Alta resistencia a la corrosión Eficaz maquinabilidad |
| 3000 | Aleación con Manganeso | Mejor resistencia mecánica Resistente a la corrosión Mejor flexibilidad |
| 4000 | Aleación con Silicio | Resistente al calor |
| 5000 | Aleación con Magnesio | Mejor resistencia mecánica Resistente a la corrosión, especialmente al agua de mar Capacidad de soldadura eficiente |
| 6000 | Aleación de Silicio - Magnesio | Mejor resistencia mecánica Resistente a la corrosión Buena maquinabilidad Eficaz soldabilidad |
| 7000 | Aleación con Zinc. | Elevada resistencia mecánica Optima maquinabilidad |

1.1.3.1 Propiedades ecológicas.

Se considera al aluminio uno de los pocos metales que se puede reciclar fácilmente. En la actualidad las diferentes industrias han iniciado con el proceso de reciclaje de este material incrementando no solo en eficiencia sino en volumen, así también el reusó del aluminio ha favorecido en materia medio ambiental.

1.1.4 Fuerza de rozamiento

Se conoce al rozamiento como una fuerza pasiva, esto quiere decir que ejerce una oposición al movimiento. Se lo distingue cuando un cuerpo se desplaza sobre un plano o dentro de cualquier material. El rozamiento también se encuentra en gases o líquidos [7].

El rozamiento puede ocurrir por deslizamiento o por rodadura, conforme se mueva el cuerpo como se observa en la figura 3.



Figura 3. Rozamiento de deslizamiento [7].

El rozamiento que existe al momento de una rodadura se tomaría en cuenta como se observa en la figura 4.

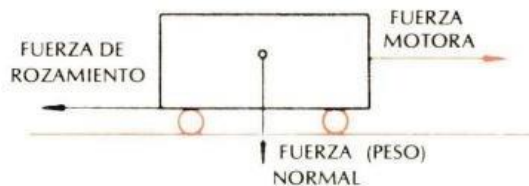


Figura 4. Rozamiento de rodadura [7].

1.1.5 Coeficiente de rozamiento

El coeficiente de rozamiento se entiende como una relación constante entre la fuerza mínima requerida y la fuerza normal del cuerpo [7].

$$\mu A = \frac{F}{P} \quad (1)$$

Donde:

μA = Coeficiente de rozamiento μ .

F = Fuerza de rozamiento $\mu k \cdot N$.

P = Fuerza normal N.

1.1.6 Aceleración

La aceleración es una dimensión que expresa el cambio en la rapidez de un cuerpo por unidad de tiempo. Ésta se considera un vector porque tiene un desplazamiento, al igual que la aceleración.

La definición de aceleración proviene del estudio de la mecánica realizado por Isaac Newton, quien argumentó que un objeto mantiene su movimiento rectilíneo y uniforme (MRU) amenos que se le aplique una fuerza que ejerza aceleración [8].

Estas fuerzas pueden generar que la aceleración aumente o disminuya la velocidad de los objetos. Es imprescindible tener en cuenta que cuando se utilizan vectores, se deben especificar las direcciones.

$$a = \frac{dv}{dt} \quad (2)$$

Donde:

a = Aceleración m/s^2 .

dv = Diferencia de velocidades m/s .

dt = Tiempo en el que ocurre la aceleración s.

1.2 Impacto

Es el choque en el que interceden dos cuerpos, uno que incurre y que constituye la carga ejercida o el efecto exterior y el otro que absorbe el impacto. Se considera que la carga es de impacto o

choque, cuando la respuesta logra su máximo valor, es menor que el período original de vibración del cuerpo u objeto, si el tiempo de aplicación de la carga es menor a 1/3 de la mínima etapa natural de vibración de la estructura o pieza, si no es así, la carga es estática. Por otra parte, si el tiempo de concentración es mayor que tres veces el período de frecuencia natural, el efecto de impacto es intrascendente o bien puede considerarse carga. Si el impacto es monótono, puede haber involucrada algún tipo de resistencia a la fatiga por impacto.

Las cargas de impacto pueden clasificarse en tres categorías según su severidad:

Cargas dinámicas, de magnitud básicamente constante, por ejemplo, las que origina un vehículo cuando cruza un puente.

Cargas aplicadas repentinamente, como las procedentes de un estallido, o de la combustión en el interior de un cilindro de un motor.

Cargas de impacto directo, como las derivadas por una máquina que clava un pilote en la tierra, el martinete de una máquina de forja o el choque de un vehículo.

1.2.1 Fuerza de impacto

Una de las situaciones que se puede percibir en cualquier caída es la fuerza de impacto.

El término impacto enfatiza el momento en que un objeto u elemento choca con otro cuerpo y el resultado del choque se conoce como fuerza de impacto [9].

La energía sobre un objeto en caída, predice la rapidez de impacto y su energía cinética (joules), no se puede intuir la fuerza de impacto, sin saber cuánto se mueve después del impacto.

Donde:

$$F = m \cdot a \quad (3)$$

F =Fuerza N.

m = Masa kg.

a =Aceleracion m/s².

La distancia del trayecto de un cuerpo y su aceleración se conoce como Vf (Velocidad final).

$$Vf = \sqrt{2 \cdot a \cdot h} \quad (4)$$

Vf = Velocidad final m/s.

a =Aceleracion m/s².

h = Altura m.

Entonces:

$$FI = \frac{(1/2) \cdot m \cdot Vf^2}{D} \quad (5)$$

FI=Fuerza de impacto N.

m =Masa kg.

Vf = Velocidad final m/s.

D = Distancia de frenado m.

1.2.2 Trabajo mecánico

Trabajo mecánico se define como la actividad de efectuar una fuerza que se traslade a lo largo de una recta de acción [10].

El trabajo mecánico realizado por una fuerza \vec{F} , que interviene sobre un objeto que experimenta un desplazamiento $\Delta r^{\vec{}}$ es igual a:

$$W = \vec{F} \cdot \Delta r^{\vec{}} = F \Delta r \cos \alpha \quad (6)$$

Dónde:

W = Trabajo J.

\vec{F} = Fuerza N.

$\Delta r^{\vec{}}$ = Desplazamiento m.

1.2.3 Energía cinética

En el Rugby la energía cinética se representa al momento en que se va a patear el balón, ya que los músculos de la pierna se mueven para realizar el impacto, esta acción en la que el pie patea la pelota y ésta se desplaza se llama energía cinética.

Es la capacidad de un objeto en movimiento para realizar un trabajo y está relacionado con la masa y la velocidad del mismo. Un cuerpo con energía cinética es capaz de cumplir un trabajo mecánico al transferir dicha energía a otro cuerpo, desplazándolo.

La fórmula de esta energía es:

$$E_c = \frac{1}{2}mv^2 \quad (7)$$

Donde:

E_c = energía cinética del cuerpo J.

m = masa kg.

v = velocidad m/s.

La energía cinética debe ser positiva o igual a cero. Por otra parte, la velocidad puede ser positiva o negativa. Un aspecto importante a recalcar es que la energía cinética no es un vector. Cambia (aumenta o disminuye) cuando se aplica una fuerza al cuerpo, la cual provoca una alteración en el estado de movimiento de un cuerpo, dicha variación de energía se lo expresa de la siguiente forma:

$$W = \Delta E_c + \frac{1}{2}mv_f^2 - \frac{1}{2}mv_f^2 = \frac{1}{2}m(v_f^2 - v_f^2) \quad (8)$$

Esta relación indica la variación de energía cinética entre dos puntos inicial y final, conocida también como el teorema del trabajo [11]. En la tabla 5 se describe los tipos de energía cinética y sus principales características.

Tabla 5. Tipos de energía cinética [11]

| Tipos de energía cinética | |
|---|---|
| De traslación | Rotacional |
| Este tipo de energía se encuentra en los cuerpos o estructuras que representan una trayectoria o desplazamiento lineal. | Este tipo de energía se encuentra vinculada con cuerpos que rotan o giran sobre sí mismo. |

La Energía cinética y sus distintos tipos como se muestra en la figura 5.

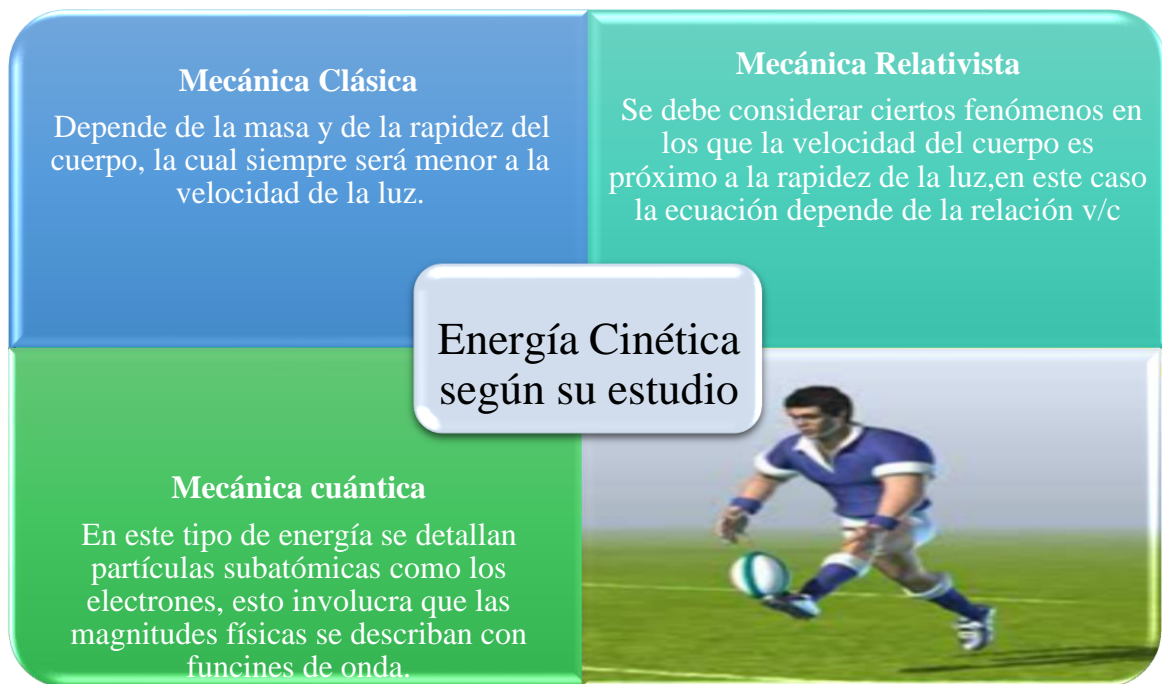


Figura 5. Energía cinética según su estudio.

1.2.4 Soldadura.

La soldadura es una técnica de fabricación que une dos materiales mediante la fusión de piezas. En 1935, el hierro granulado comenzó a usarse en electrodos de alambre continuo al iniciarse el arco de inmersión. La soldadura por arco de tungsteno con alambre fue introducido afines de la década de 1930 y estos procesos se usarían para unir cobre, magnesio, aluminio y acero inoxidable. A medida que avanza la ciencia, se ha vuelto posible lograr otros procesos

de unión, las industrias aeronáutica y química exigen calidad y resistencia de las uniones a un menor costo; este es el origen de la soldadura por plasma utilizando haz de electrones y haz láser. Actualmente la soldadura es principalmente en la producción de carrocerías, camiones cisterna, baúles, tanques de almacenamiento para barcos, vehículos ferroviarios tuberías, camiones cisterna, estructuras de edificios, plantas de energía nuclear, entre otros. [12].

La Sociedad Americana de Soldadura A.W.S. reconoce más de 50 procesos de soldadura que aprovechan diferentes fuentes de energía para ensamblar metales. Actualmente, la mayoría de los artículos de la industria manufacturera utiliza un tipo de modificación en la soldadura en la línea de producción para ensamblar las piezas.

En muchos procesos se usa solamente calor sin aplicar presión; en otros se dispone de calor y presión. Si las partes en contacto de las piezas estuvieran libres de óxidos y de humedad, con el simple acto de sobreponerlas se desarrollaría la unión. Sin embargo, al presentar la superficie a nivel microscópico las crestas y valles, obstaculizan el acercamiento de los átomos periféricos, por lo que es prescindible la aportación de la energía calorífica. La energía térmica funde todos los extremos del material metálico, logrando crear una sola pieza con una nueva red cristalina, y si se usa presión en lugar de calor, la ruptura de la capa de óxido entre los picos y valles se equilibra con la deformación plástica del contacto entre las superficies de montaje.

Con relación a lo anterior se clasifica a la soldadura en dos tipos: por fusión y por presión como lo muestra la figura 6.

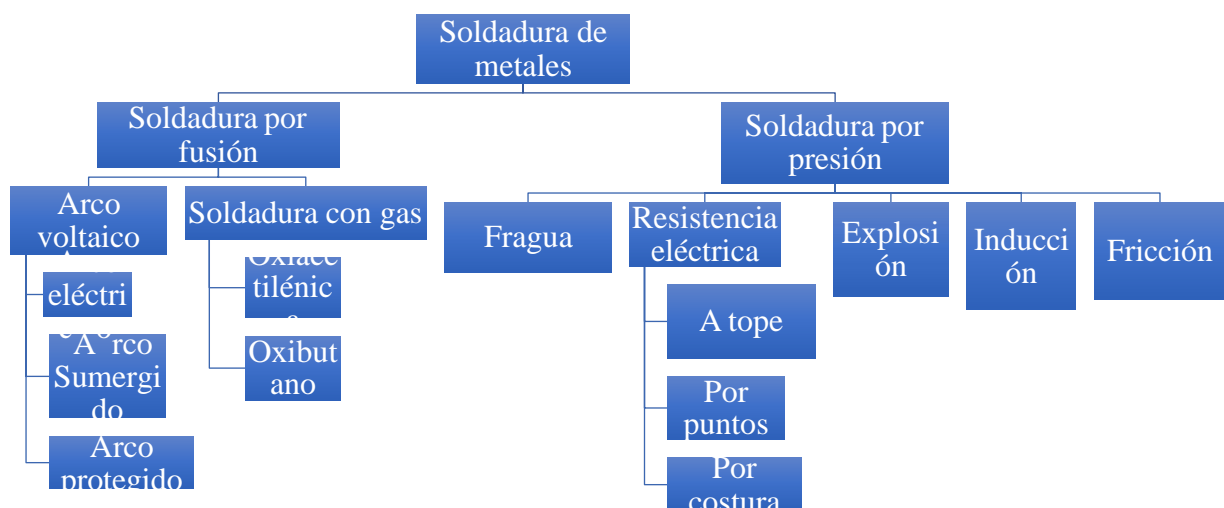


Figura 6. Clasificación de la soldadura [12].

1.2.5 Recubrimiento superficial

Para dar un estilo estético y realce en la presentación de la máquina de scrum, se utilizará pintura automotriz semisintética para acero y galvanizado en caliente. Además, que esto servirá para prevalecer la vida útil de la máquina evitando la corrosión, la abrasión, desgaste por los rayos UV, el deterioro por el ambiente a la intemperie, etc.

1.2.5.1 Pintura automotriz semisintética para acero.

El esmalte sintético es muy resistente a la decoloración y tiene una excelente adherencia a las superficies pintadas.

Está compuesto por resinas alquídicas y pigmentos, crea una película de pintura brillante de elevada dureza y poder cubriente. El esmalte sintético es un tipo de pintura que se utiliza en interiores o exteriores por su alta resistencia a la intemperie [13].

Ventajas:

- Adecuada durabilidad.
- Secado rápido.
- Sobresaliente brillo.
- Adherencia óptima.
- Gran retención al color.
- Singular cubrimiento.

1.2.5.2 Galvanizado en caliente.

El galvanizado en caliente está diseñado principalmente para evitar cualquier forma de corrosión en el acero. Esta es una forma rentable de extender su vida útil en la mayoría de entornos[14].

Recomendaciones antes del proceso:

- Soldar las uniones de forma correcta.
- Utilizar partes de igual espesor.
- Quitar rastros de pintura y laca.
- Suprimir exceso de grasa.
- Tener un acabado decente.

En la tabla 6 se detalla las ventajas del galvanizado en caliente.

Tabla 6. Galvanizado.

Ventajas del galvanizado

| | |
|-------------------------------------|---|
| No requiere de mantenimiento alguno | El material galvanizado no requiere de mantenimiento. |
| Larga duración | En entorno rural 40-100 años En entorno urbano 20-40 años En entorno industrial 10-20 años |
| Resistente | Su recubrimiento metalúrgico, hace resistente al material a la abrasión y a los golpes |
| Uso rápido | Al finalizar el proceso de galvanizado en caliente se puede utilizar de forma inmediata y almacenarse sin peligro alguno. |
| Manejable | Reduce el tiempo de construcción al emplear estructuras soldadas o atornilladas. |
| Fiable | Es un proceso fácil encaminado y regulado por normas nacionales y extranjeras. |
| Económico | Es un costo razonable, ya que a la larga es más barato que la pintura y no requiere de ningún tipo de mantenimiento |
| Versátil | Galvanizando desde piezas muy pequeñas como tuercas y tornillos hasta componentes estructurales. |

1.2.6 Madera estructural

Dentro de la producción este material es altamente eficiente desde la perspectiva constructiva y estructural, ya que por sus propiedades físicas de versatilidad y adaptabilidad es considerado uno de los materiales más polivalentes en la industria [16].

1.2.6.1 Madera de balsa.

Se eligió la madera de balsa por sus distintas propiedades, así como una mayor resistencia al agua, lo cual sería fundamental para una estructura de exteriores, esta misma será usada en las bases de la máquina de scrum tomándola como apoyo al suelo.

La madera de balsa fue seleccionada por sus diferentes características y mayor resistencia al agua, esencial para las estructuras al aire libre. Esto se usará en la parte inferior como soporte para el suelo.

La madera de balsa ecuatoriana (*Ochroma Pyramale*) es de gran importancia a nivel comercial por su peso ligero, la densidad está en el rango de 40 - 380 kg/m^3 y posee características mecánicas específicas, teniendo en cuenta la norma ASTM D143, que faculta establecer las propiedades mecánicas por ejemplo MOE, MOR, que indican la resistencia a compresión paralela y perpendicular a la fibra, entre otros. [17].

Ecuador es uno de los principales productores y exportadores de balsa a nivel mundial, siendo el principal generador de producción a nivel nacional. A continuación, se detallarán en la tabla 7 sus propiedades físicas

Tabla 7. Propiedades físicas – Madera de balsa [18].

| Propiedades físicas | | | |
|----------------------------|--------------|--------------|--------|
| Contracción normal | Tangencial | Relación T/R | Radial |
| | 4.27 | 2.56 | 1.69 |
| Densidad | Seco al aire | Básica | Verde |
| | 0.16 | 0.12 | 0.34 |

Las propiedades mecánicas de la madera de balsa se detallarán en la tabla 8.

Tabla 8. Propiedades mecánicas – Madera de balsa [18].

| Propiedades Mecánica | | | |
|-----------------------------|----------|-------|------------|
| Compresión paralela | ELP | 101.5 | kg/cm^2 |
| | MOR | 133.7 | kg/cm^2 |
| | MOE | 53.7 | Ton/cm^2 |
| Flexión estática | ELP | 120.7 | kg/cm^2 |
| | MOR | 213.5 | kg/cm^2 |
| | MOE | 43.7 | kg/cm^2 |
| Dureza | Lados | 267 | Kg |
| | Extremos | 417 | Kg |
| Compresión perpendicular | ELP | 8.5 | kg/cm^2 |
| | MOE | 1. | Ton/cm^2 |

1.2.6.2 Ventajas del uso de madera de balsa.

Es una de las más livianas, con un peso entre 100 a 200 kg/m^3 .

Excelente resistencia mecánica en relación a su peso.

Fácil corte y cepillado frente a herramientas delgadas.

Encolado satisfactorio.

Adecuado teñido, barnizado, preservado y lijado.

Capítulo 2

Planteamiento de los aspectos necesarios para el diseño

2.1 Situación Actual del equipo

Para la investigación sobre el diseño de la máquina de scrum de la Universidad Politécnica Salesiana se enfocará en la situación actual de los entrenamientos del equipo de Rugby de los últimos 10 partidos que ha tenido el equipo "Rhinos" se han ganado 2 y han perdido 8, lo que muestra un deterioro del equipo, lo que repercute en el bajo rendimiento en los entrenamientos. El presente trabajo se enfocará en la ayuda a mejorar la formación de SCRUM la cual es esencial en un partido de rugby 15 s, con los datos obtenidos en tabla 8 se determina el peso total que posee el Scrum del equipo "Rhinos" que será fundamental para determinar si la máquina a diseñar poseerá la resistencia necesaria para soportar esta fuerza.

Con los datos obtenidos mediante el formulario (Anexo 1) mostrados en la tabla 9 aplicado a los jugadores del equipo de Rugby de la Universidad Politécnica Salesiana se obtendrá como resultado que el peso total de la formación scrum, llegando a un máximo de 712 kg por lo tanto la máquina de scrum a diseñar deberá soportar el peso mencionado.

Tabla 9. Datos equipo de Rugby UPS

| Número jugador | Nombre | Posición | Edad | Altura m |
|----------------|---------|---------------|------|----------|
| 3 | Luis | Primera línea | 32 | 1.69 |
| 4 | Andrés | Segunda línea | 25 | 1.83 |
| 2 | Mateo | Hooker | 27 | 1.68 |
| 6 | Brandon | Flancker | 24 | 1.76 |
| 5 | Danny | Flancker | 30 | 1.78 |
| 8 | Álvaro | Primera Línea | 36 | 1.68 |
| 7 | David | Flancker | 26 | 1.78 |
| 1 | Gabriel | Primera Línea | 31 | 1.78 |

En la tabla 10 se presenta los resultados promedios de peso, altura y edad.

Tabla 10. Datos promedios obtenidos.

| | Peso kg | Edad | Altura |
|----------|----------------|-------------|---------------|
| Promedio | 88.98 | 28.88 | 1.75 |
| Total | 711 | | |

Al momento de diseñar la máquina de scrum personalizada para el equipo, se deben tomar en cuenta además del peso, algunas características físicas de los integrantes del equipo como su altura y la distancia de hombro a hombro. El dato a obtener debe ser del piso hasta la zona de choque con los hombros de los jugadores como se ilustra en la figura 7-es de 800 mm.



Figura 7. Altura máquina de scrums.

Además en el diseño de ésta propuesta personalizada se tomó en cuenta la distancia que existe de hombro a hombro en la zona de los trapecios, que será el lugar donde tenga impacto y apoyo el scrum, para esto se tomó el registró de las medidas de los integrantes del equipo, con una medida promedio y referencias como se ilustra en la figura 8, el dato obtenido fue de 300 mm, esta medida es fundamental para que al momento del diseño se coloque la distancia correcta que tendrá por apoyaderos de la máquina.



Figura 8. Toma de medidas de hombro a hombro.

2.2 Presentación de alternativas

Luego de haber obtenido los datos necesarios se procede a enfocar y plantear distintas alternativas de diseño acorde a las necesidades que tiene el equipo, para posteriormente enfrentarlas y así determinar cuál es la opción más viable para el equipo y sus necesidades.

2.2.1 Alternativa 1

La Alternativa mostrada en la figura 9 trata de una máquina unitaria es decir que podrá ser usada desde 1 jugador hasta 3 jugadores, su particularidad será su facilidad de movilidad y se centrará en la mejora individual de los jugadores.

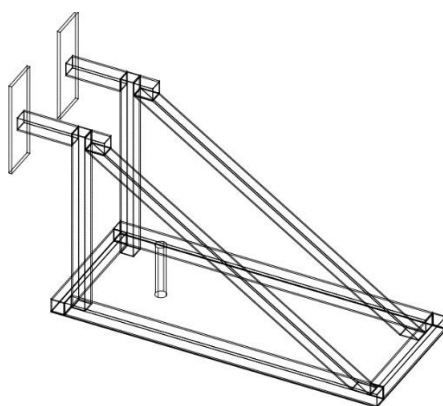


Figura 9. Primera propuesta para máquina de scrum.

Se debe destacar que el presupuesto preliminar de los materiales de la alternativa número 1 mostrado en la tabla 11 solo toma en cuenta la cantidad de materiales a usar, adicionalmente hay que resaltar que los precios mostrados se basan en el catálogo de la empresa Import Aceros.

Tabla 11. Precio estimado de materiales alternativa 1.

| N# | Material | Longitud | | Total mm | Cantidad unitaria de venta | Costo Unitario USD | Costo Total USD |
|-------|--------------------|----------|------|-------------|----------------------------------|--------------------------|-----------------------|
| | | mm | Cnt. | | | | |
| 1 | Plancha | 2440 | 1 | 1 | 1 | 99.52 | 99.52 |
| 2 | Tubo Cuadrado 50x3 | 1150 | 2 | 2300 | 0.38 | 49.20 | 18.86 |
| 3 | Tubo Cuadrado 50x3 | 1086 | 2 | 2172 | 0.36 | 49.20 | 17.81 |
| 4 | Tubo Cuadrado 50x3 | 450 | 2 | 900 | 0.15 | 49.20 | 7.38 |
| 5 | Tubo Cuadrado 50x3 | 600 | 2 | 1200 | 0.2 | 49.20 | 9.84 |
| 6 | Tubo Cuadrado 50x3 | 320 | 2 | 640 | 0.106 | 49.20 | 5.24 |
| 7 | Tubo redondo 1 ½ | 1200 | 1 | 1 | 1 | 12.28 | 12.28 |
| Total | | | | | | | 170.94 |

2.2.2 Alternativa 2

Con la alternativa mostrada en la figura 10 se observa que es una máquina de scrum para 8 jugadores es decir para la formación completa de scrum, esta es una estructura de mayor volumen.

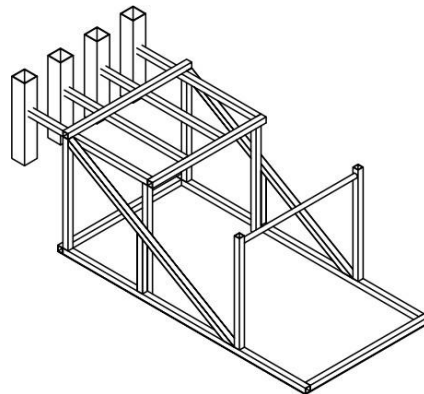


Figura 10. Segunda alternativa para máquina de scrum.

En la tabla 12 se observa el presupuesto preliminar de los materiales de la alternativa número 1 donde solo se toma en cuenta la cantidad de materiales de usar, se recalca que los precios mostrados se basan en el catálogo de la empresa Import Aceros.

Tabla 12. Precio estimado de materiales alternativa 2.

| N# | Material | Longitud | | | Cantidad | | Valor total |
|-------|------------------------|----------|------|-------|-------------------|---------------|-------------|
| | | mm | Cnt. | Total | unitaria de venta | Precio unidad | |
| 1 | Plancha antideslizante | 2440 | 1 | 1 | 1 | 126.12 | 126.12 |
| 2 | Tubo Cuadrado 50x3 | 2390 | 2 | 4780 | 0.79 | 40.7 | 32.42 |
| 3 | Tubo Cuadrado 50x3 | 1170 | 2 | 2340 | 0.39 | 40.7 | 15.87 |
| 4 | Tubo Cuadrado 50x3 | 1895 | 2 | 3790 | 0.63 | 40.7 | 25.70 |
| 5 | Tubo Cuadrado 50x3 | 947 | 2 | 1894 | 0.31 | 40.7 | 12.84 |
| 6 | Tubo Cuadrado 50x3 | 950 | 2 | 1900 | 0.31 | 40.7 | 12.88 |
| 7 | Tubo Cuadrado 50x3 | 495 | 2 | 990 | 0.16 | 40.7 | 6.715 |
| 8 | Tubo Cuadrado 50x3 | 1120 | 1 | 1120 | 0.18 | 40.7 | 7.59 |
| 9 | Tubo Cuadrado 50x3 | 1220 | 1 | 1220 | 0.20 | 40.7 | 8.27 |
| 10 | Tubo Cuadrado 50x3 | 1296 | 4 | 5184 | 0.86 | 40.7 | 35.16 |
| 11 | Tubo Cuadrado 125 | 700 | 4 | 2800 | 0.46 | 83.38 | 38.91 |
| 12 | Tubo redondo 1 1/2 | 1220 | 1 | 1 | 1 | 12.88 | 12.88 |
| Total | | | | | | | 322.53 |

2.2.3 Alternativa 3

En la tercera alternativa para el diseño de la máquina de scrum que se muestra en la figura 11 se observa una máquina para la formación completa de scrum es decir 8 integrantes además de contar con particularidades como poder regular el largo de sus salientes de choque además de tener una mayor robustez en su estructura.

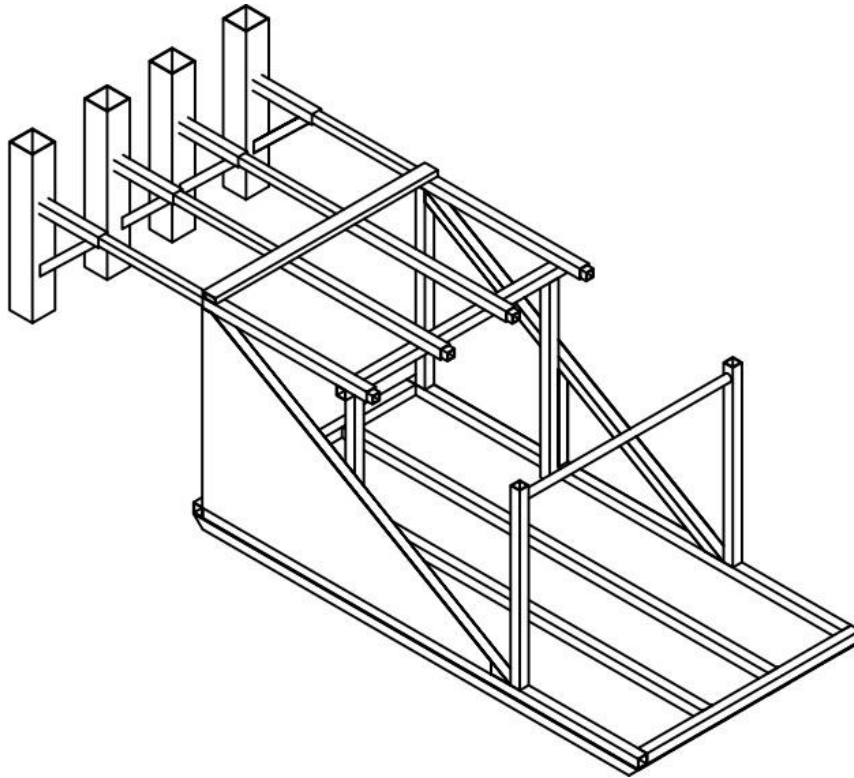


Figura 11. Tercera alternativa para máquina de scrum.

En la tabla 13 se encuentra el presupuesto preliminar de los materiales de la alternativa número 3, donde solo se toma en cuenta la cantidad de materiales a usar, los precios mostrados se basan en el catálogo de la empresa Import Aceros.

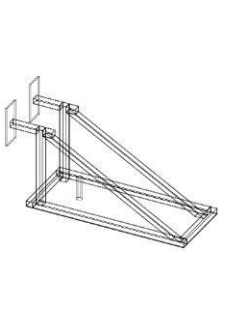
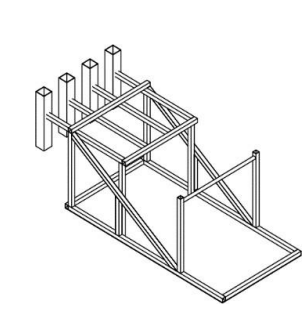
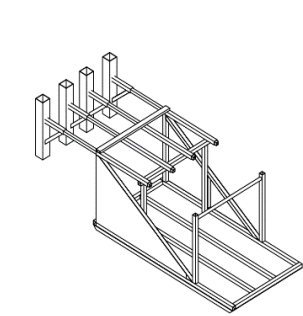
Tabla 13. Precio estimado de materiales alternativa 3.

| N# | Material | Longitud mm | Cnt. | Total | Cantidad | | |
|-------|------------------------|----------------|------|-------|----------------------|------------------|----------------|
| | | | | | unitaria de venta | Precio unidad | Valor total |
| 1 | Plancha antideslizante | 2440 | 2 | 2 | 2.0 | 126.10 | 252.20 |
| 2 | Tubo Cuadrado 50x3 | 2390 | 2 | 4780 | 0.8 | 40.70 | 32.40 |
| 3 | Tubo Cuadrado 50x3 | 2340 | 2 | 4680 | 0.8 | 40.70 | 31.70 |
| 4 | Tubo Cuadrado 50x3 | 1895 | 2 | 3790 | 0.6 | 40.70 | 25.70 |
| 5 | Tubo Cuadrado 50x3 | 950 | 2 | 1900 | 0.3 | 40.70 | 12.90 |
| 6 | Tubo Cuadrado 50x3 | 950 | 2 | 1900 | 0.3 | 40.70 | 12.90 |
| 7 | Tubo Cuadrado 50x3 | 496 | 2 | 992 | 0.2 | 40.70 | 6.70 |
| 8 | Tubo Cuadrado 50x3 | 450 | 4 | 1800 | 0.3 | 40.70 | 12.20 |
| 9 | Tubo Cuadrado 50x3 | 900 | 4 | 3600 | 0.6 | 40.70 | 24.40 |
| 10 | Tubo Cuadrado 40x3 | 1700 | 4 | 6800 | 1.1 | 21.50 | 24.30 |
| 11 | Tubo Cuadrado | 800 | 2 | 1600 | 0.3 | 83.40 | 22.20 |
| 12 | Tubo Cuadrado 50x3 | 1172 | 2 | 2344 | 0.4 | 40.70 | 15.90 |
| 13 | Tubo Cuadrado 40x3 | 431 | 4 | 1724 | 0.3 | 21.50 | 6.20 |
| 14 | Tubo Cuadrado 50x3 | 950 | 2 | 1900 | 0.3 | 40.70 | 12.9 |
| Total | | | | | | | 498.30 |

2.3 Elección de la alternativa

Se tomó en cuenta las distintas características y necesidades que tiene el equipo al momento de enfrentar las tres alternativas como se observa en la tabla 14, donde a cada necesidad se le dio un valor de 5 a 1, donde 5 es la mayor y 1 la menor nota, luego de este estudio comparativo se selecciona la alternativa tres como la más favorable por sus distintas particularidades.

Tabla 14. Comparación de alternativas.

| | Alternativa 1 | Alternativa 2 | Alternativa 3 |
|--------------------------|--|---|--|
| Parámetros de selección |  |  |  |
| Costo | 5 | 4 | 3 |
| Facilidad de fabricación | 5 | 4 | 3 |
| Funcionalidad | 2 | 4 | 5 |
| Estética | 3 | 4 | 5 |
| Seguridad | 3 | 3 | 5 |
| Adaptabilidad | 2 | 2 | 4 |
| TOTAL | 20 | 21 | 25 |

Capítulo 3

Diseño y simulación de alternativa elegida

3.1 Diseño y simulación de la máquina scrum.

Con la alternativa seleccionada se inicia con el estudio para analizar si posee las características necesarias. Con el peso obtenido en la tercera alternativa, se hace el cálculo de la fuerza normal por igualación de fuerzas y se obtiene igual al peso, como se muestra en la Figura 12.

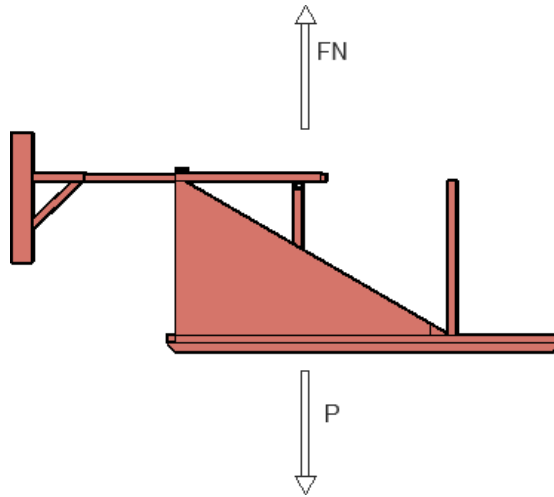


Figura 12. Representación de fuerzas en el eje Y.

$$\Sigma Fy = 0$$

$$\Sigma Fy = N - P$$

$$N = P$$

$$N = 309 \text{ kg} \cdot 9.8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$N = 3028.2 \text{ N}$$

Donde:

N = Fuerza Normal N.

P = Peso N.

3.1.1 Cálculo de fuerza necesaria para romper la fricción

Se sabe que para lograr el movimiento de un cuerpo que se sitúa en contacto con una superficie se debe romper la fricción entre ellos, por lo que se procede a encontrar la fuerza necesaria como se muestra en la figura 13. Además, que el coeficiente rozamiento de la madera con el césped tendrá un estimado de 0.7.

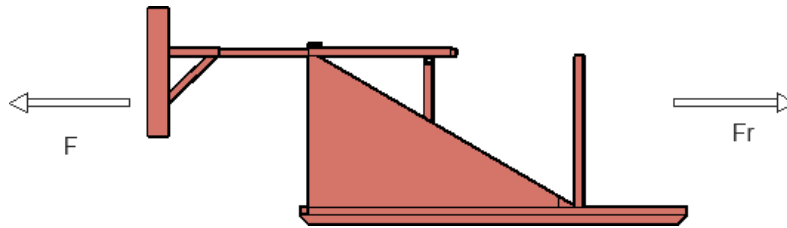


Figura 13. Fuerza de rozamiento.

$$\Sigma F_x = 0$$

$$\Sigma F_x = F - Fr$$

$$F = Fr$$

$$F = u \cdot N$$

$$F = 0.7 \cdot 3028.2 \text{ N}$$

$$F = 2119.74 \text{ N}$$

Donde:

F = Fuerza aplicada N.

Fr = Fuerza de rozamiento $\mu \cdot N$.

u = Coeficiente de rozamiento μ .

N = Fuerza Normal N.

Obteniéndose que la fuerza mínima necesaria que deberá tener el scrum es de 2119.74 N.

3.1.2 Cálculo fuerza aplicando peso extra.

Se conoce que una máquina de scrum no posee el peso suficiente para poder crear la oposición necesaria para una formación de scrum por lo que constantemente se usan pesos extras; además que esto ayudará a la mejora del equipo, en el caso de este proyecto se tomará en cuenta una

masa de 100 kg extra como se presenta en la figura 14, esta masa puede ser una persona de ese peso o a la vez una masa equivalente como una plancha de 800 x 800 mm de 20 mm de espesor, con lo que el peso total actual de la propuesta tres será de 409 kg.

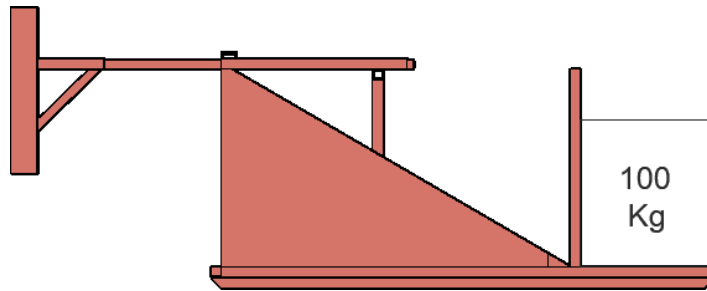


Figura 14. Máquina de scrum con peso extra.

Considerando el nuevo peso se procede al cálculo de la nueva fuerza necesaria para mover la máquina de scrum usando igualación de fuerza en el Eje X y Y.

$$\Sigma Fy = 0$$

$$\Sigma Fy = N - P$$

$$N = P$$

$$N = 409 \text{ kg} \cdot 9.8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$N = 4008.2 \text{ N}$$

Donde:

N = Fuerza Normal N.

P = Peso N.

Cálculo de fuerza necesaria para romper la fricción como se muestra en la figura 15.

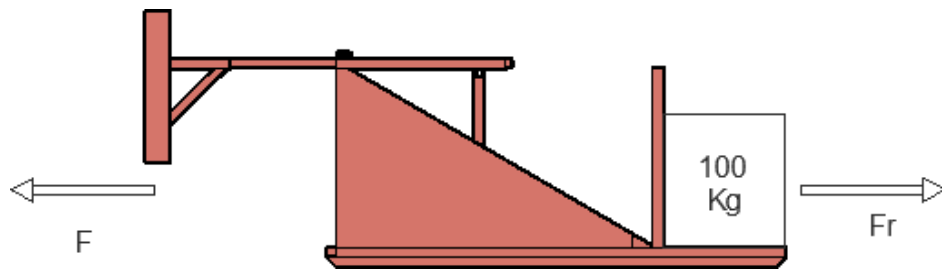


Figura 15. Fuerza de rozamiento.

$$\Sigma F_x = 0$$

$$\Sigma F_x = F - Fr$$

$$F = Fr$$

$$F = u \cdot N$$

$$F = 0.7 \cdot 4008.2 \text{ N}$$

$$F = 2805.74 \text{ N}$$

Donde:

F = Fuerza aplicada N.

Fr = Fuerza de rozamiento $\mu k \cdot N$.

u = Coeficiente de rozamiento μ .

N = Fuerza Normal N.

Obteniéndose que la fuerza mínima necesaria que deberá tener el scrum para poder romper el punto de equilibrio de la máquina es de 2805.74 N.

3.1.3 Cálculo de fuerza del scrum del equipo de "Rhinos"

Se conoce que la energía cinética es el trabajo neto que se ejerce sobre un objeto, en nuestro caso se relaciona con el impacto que ejercerá la formación de scrum sobre la máquina, donde con este concepto se encontrará la fuerza que con la que impactan los jugadores que forman parte del scrum en el equipo de rugby de la Universidad Politécnica Salesiana.

$$Ec = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$$

$$m = \frac{\text{peso del scrum}}{\text{Gravedad}}$$

$$m = 711 \text{ kg}$$

$$v = 1 \text{ m/s}$$

$$Ec = \frac{1}{2} \cdot 711 \text{ kg} \cdot (1 \text{ m/s})^2$$

$$Ec = 355.5 \text{ J}$$

Donde:

Ec = Energía cinética J.

m = masa kg.

v = velocidad m/s.

El trabajo es aplicar una fuerza para desplazar un objeto cierta distancia, entonces:

$$W = F \cdot d$$

Donde.

W = Trabajo J.

F = Fuerza necesaria para mover un cuerpo N.

d = distancia m.

Por lo que se procede a una igualación de la energía cinética con el trabajo para encontrar el valor de fuerza del scrum, donde la distancia de impacto será 5 cm.

$$Ec = W$$

$$355.5 = F \cdot d$$

$$F = \frac{355.5}{0.05}$$

$$F = 7110 \text{ N}$$

Por lo tanto, la fuerza obtenida de 7110 N es la fuerza de impacto que proporciona la unión de los jugadores de rugby "SCRUM" de la Universidad Politécnica Salesiana, esta misma será la que deba soportar el diseño elegido de la máquina de scrum.

Se observa que la Fuerza del scrum es mayor a la fuerza mínima necesaria para mover la máquina.

Mediante catálogos, se obtiene el peso total de la máquina, como se indica en la tabla 15.

Tabla 15. Peso total máquina de scrum.

| DETALLE | Cnt. | LONGI TUD mm | TOTA L, mm | UNITARI O m | PESO kg/m | PESO TOTAL Kg |
|------------------------|-------------|-----------------------------|-----------------------|------------------------|----------------------|------------------------------|
| Tubo Cuadrado 50x3 | 2 | 2390 | 4780 | 4.78 | 4.25 | 20.31 |
| Tubo Cuadrado 50x3 | 2 | 900 | 1800 | 1.8 | 4.25 | 7.65 |
| Plancha antideslizante | 1 | 2440 | 1 | 1 | 80 | 80 |
| Tubo Cuadrado 50x3 | 4 | 950 | 3800 | 3.8 | 4.25 | 16.15 |
| Tubo Cuadrado 50x3 | 2 | 495 | 990 | 0.99 | 4.25 | 4.20 |
| Tubo Cuadrado 40x3 | 4 | 1700 | 6800 | 6.8 | 3.3 | 22.44 |
| Tubo Cuadrado 50x3 | 2 | 1895 | 3790 | 3.79 | 4.25 | 16.1075 |
| Tubo redondo 1 1/2 | 1 | 1120 | 1120 | 1.12 | 1.27 | 1.4224 |
| Tubo Cuadrado 50x3 | 1 | 1120 | 1120 | 1.12 | 4.25 | 4.76 |
| Tubo rectangular | 1 | 1220 | 1220 | 1.22 | 4.25 | 5.185 |
| Tubo Cuadrado 125x3 | 4 | 800 | 3200 | 3.2 | 11.31 | 36.192 |
| Tubo Cuadrado 50x3 | 4 | 450 | 1800 | 1.8 | 4.25 | 7.65 |
| Tubo Cuadrado 50x3 | 4 | 900 | 3600 | 3.6 | 4.25 | 15.3 |
| Plancha Inoxidable | 2 | 177 | 177 | 1 | 16.67 | 16.67 |
| Cuartones de madera | 4 | 2440 | 2440 | 0.0488 | 390 | 19.032 |
| Tubo Cuadrado 50x3 | 2 | 2340 | 4680 | 4.68 | 4.25 | 19.89 |
| Tubo Cuadrado 40x3 | 4 | 431 | 1724 | 1.724 | 3.3 | 5.6892 |
| Total | | | | | | 308.60 |

3.2 Simulación de la máquina de scrum

Mediante un diseño planteado y elegido, se procedió a realizar la simulación de la máquina scrum, para lo cual se usará el Software SOLIDWORKS. En primer lugar, se diseñará cada una de las partes y su material por separado, con sus características necesarias como se muestra en la figura 16 donde se muestra el apoyadero de los hombros esta pieza será donde el equipo de rugby choque, este va unido a los largueros por medio de soldadura, donde será un tubo de Acero A36.

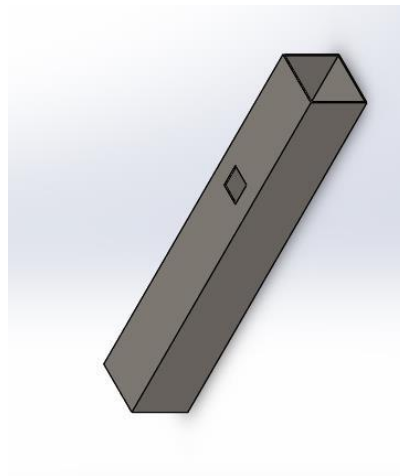


Figura 16. Tubo cuadrado 125 mm para máquina de scrum.

Al obtener todas las partes listas se procedió al ensamblaje, insertando todas las componentes necesarias como se muestra en la figura 17.

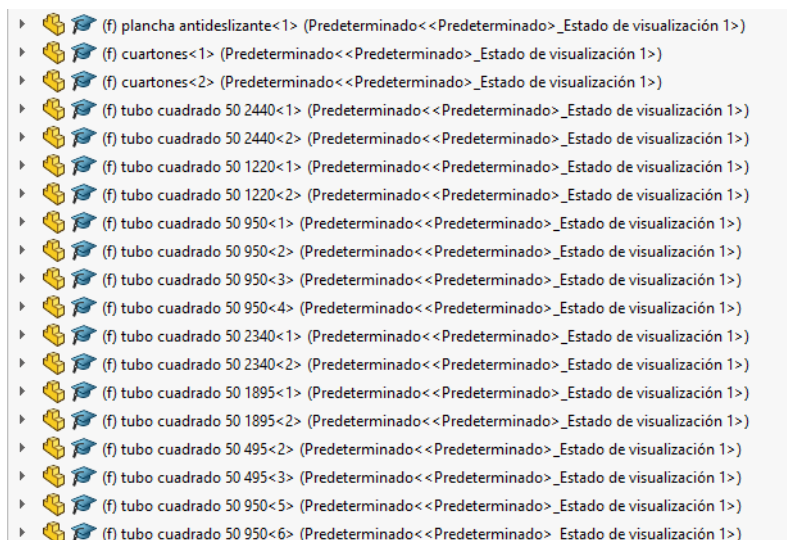


Figura 17. Partes de la máquina de scrum.

Todas las partes diseñadas, fueron ensambladas por medio de la relación de posición como se muestra en la Figura 18.

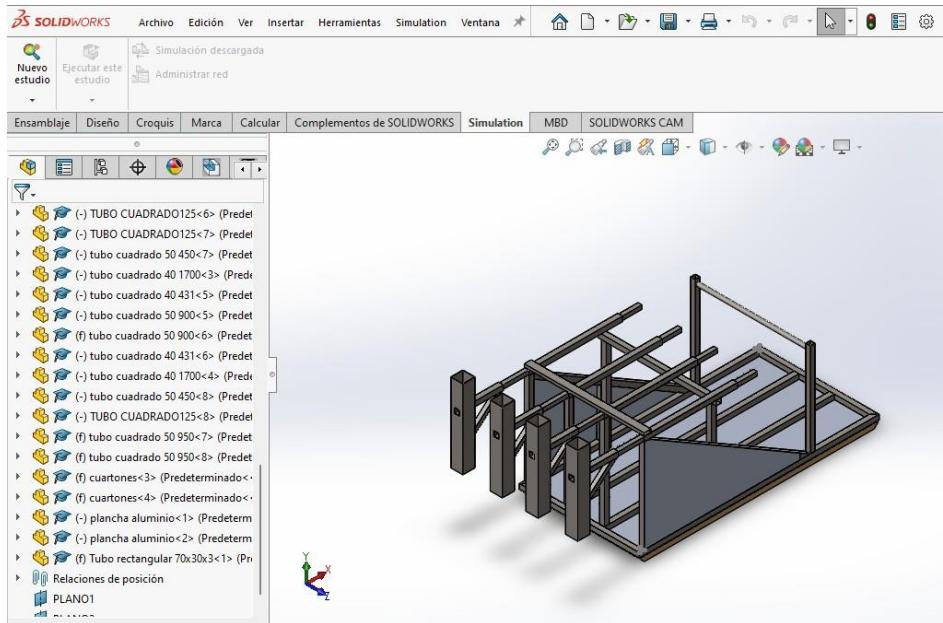


Figura 18. Ensamble máquina de Scrum.

Al tener todas las piezas ensambladas se procedió a la simulación por medio de análisis estático. Se comienza con la elaboración del ensamblaje, donde por medio de los cuartones de madera que son los puntos de apoyo, se obtiene una sujeción fija para soportar la máquina como se presenta en la figura 19.

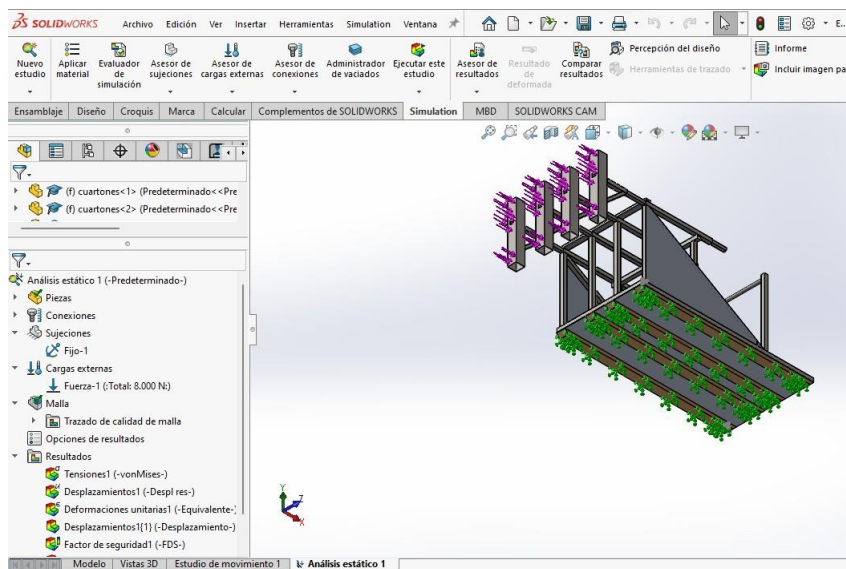


Figura 19. Sujeción fija.

Prosigue la colocación de las fuerzas que actuarán en la máquina, las cuales corresponden a la fuerza ejercida por el equipo de Rugby sobre la máquina como se muestra en la figura 20.

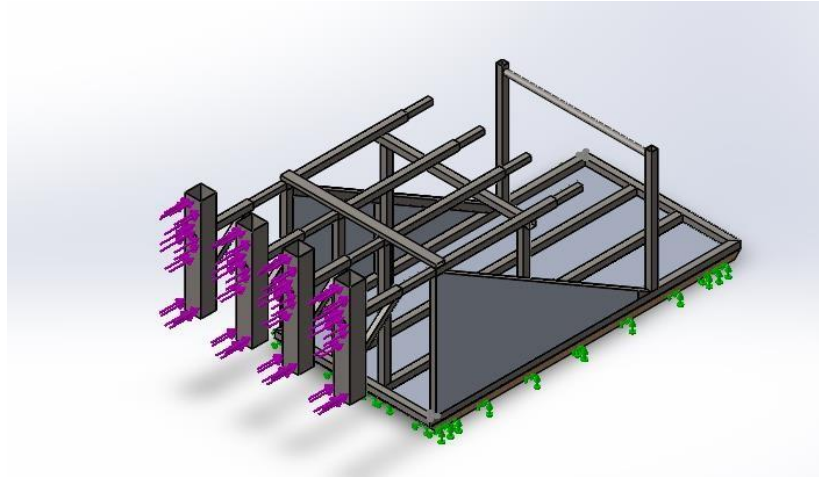


Figura 20. Fuerzas en máquina de scrum.

Se creó una malla en toda la máquina para poder realizar la simulación como se observa en la figura 21

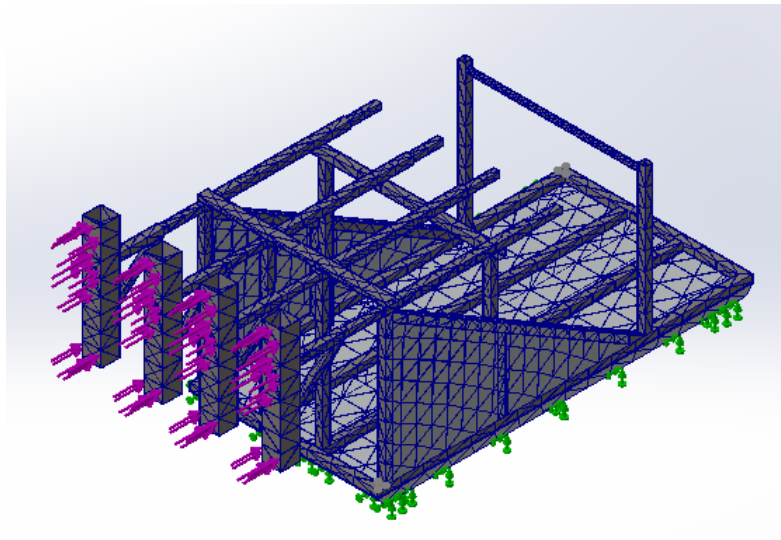


Figura 21. Mallado de máquina.

Al momento de crear la simulación se usó una deformación exagerada para poder tener una mejor visión de cómo actuará la fuerza sobre la máquina, se usará la deformación automática como lo sugiere el software como se puede observar en la figura 22.

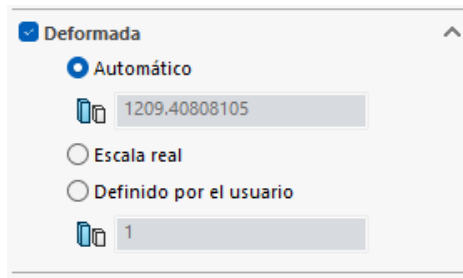


Figura 22. Deformación automática del software SOLIDWORKS.

Con todo lo anteriormente mencionado se implementó la ejecución del análisis para obtener los resultados que se mostraran en análisis de resultados.

3.3 Análisis de resultados

Se obtuvo que la fuerza que aplica el equipo de Rugby de la Universidad Politécnica Salesiana tiene un valor de 7110 N.

Quarrie y Wilson [13] mencionan que se realizó un estudio de la fuerza que producen distintas uniones de 8 jugadores de rugby "SCRUM", donde se hicieron 7 grupos diferentes con distintos pesos y a cada uno de estos se les hizo 3 mediciones de fuerza, donde el valor mínimo obtenido fue de 5660 N y su valor más alto fue de 9020 N, se puede deducir que el valor obtenido de 7110 N el cual está dentro del promedio es el correcto para usarlo durante el análisis.

Para un mayor alcance del estudio, se sustituye el valor obtenido de 7110 N por uno mayor de 8000 N como se observa en la figura 23.

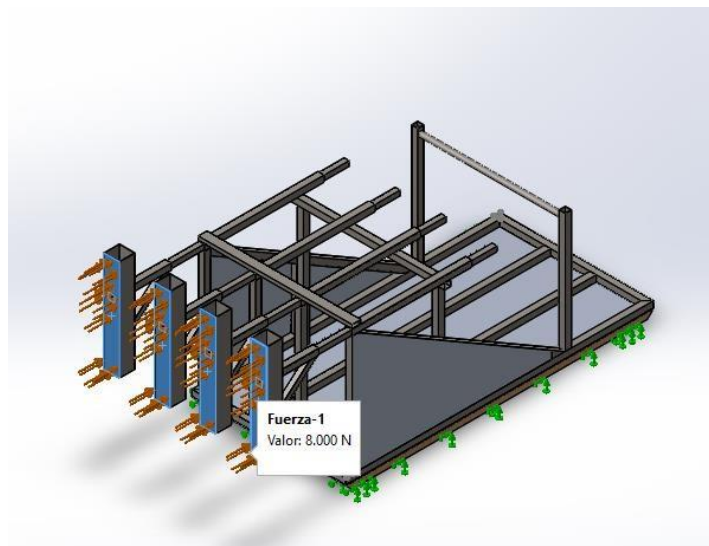


Figura 23. Aplicación de fuerza total de 8000 N.

Al momento de realizar la simulación, se obtiene que el valor máximo de esfuerzo que tendrá la máquina de scrum aplicando la fuerza será de 57.705 N/mm^2 o 581.23 Kg/cm^2 como se puede observar en la figura 24.

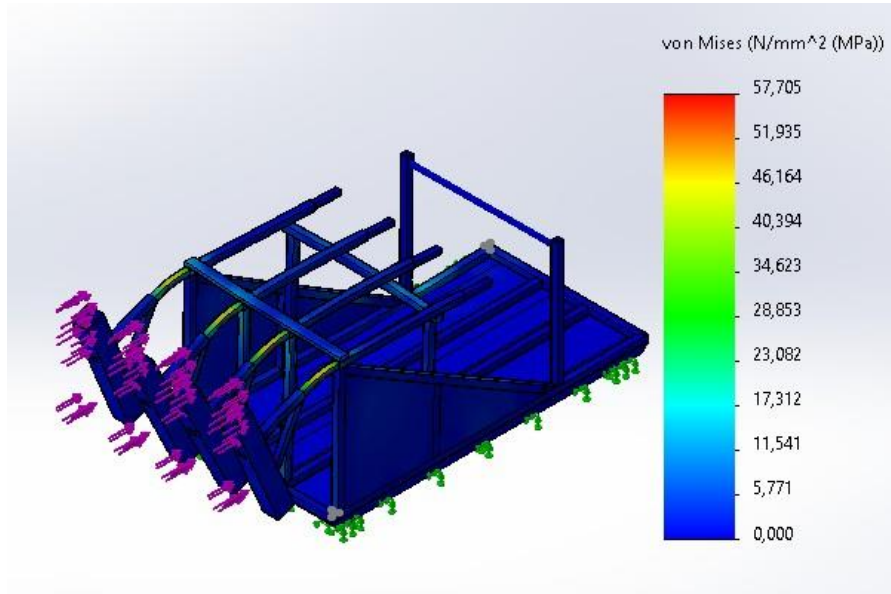


Figura 24. Esfuerzos obtenidos en máquina de scrum.

El valor del esfuerzo admisible del acero A36 es de 1760 kg/cm^2 como se observa en la figura 25. Por lo que se puede verificar que el valor obtenido de 581.23 kg/cm^2 es menor que el admisible por lo cual no afectará a la máquina diseñada.

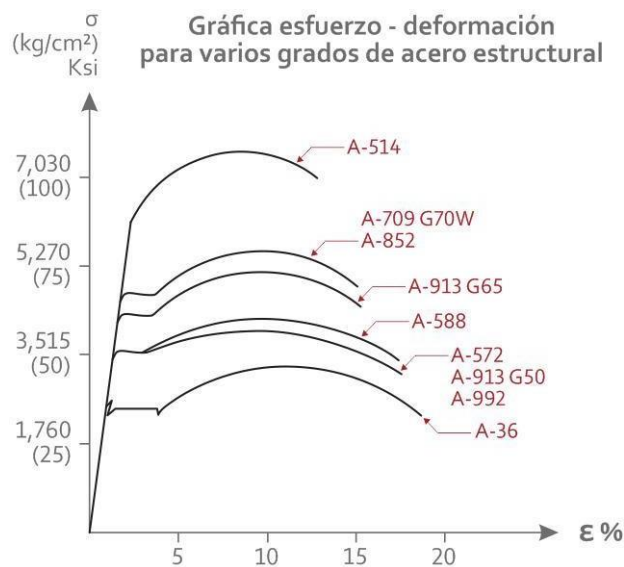


Figura 25. Esfuerzo vs deformación [14].

En la simulación se encontró la deformación que se puede observar en la figura 26. Donde la máquina de scrum al momento de aplicar la fuerza, la mayor deformación obtenida será de 2 mm lo cual es mínimo y no afectará en su funcionamiento ni a su estructura.

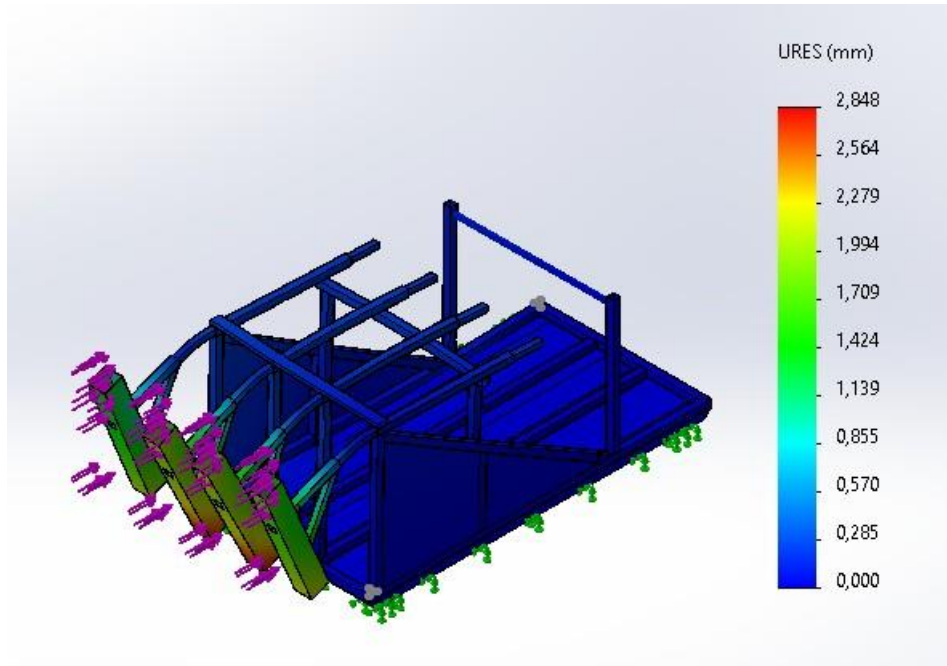


Figura 26. Deformación de la máquina de scrum.

Los datos obtenidos en la deformación unitaria, como se presenta en la figura 27 son óptimos para funcionamiento y se mantendrá su diseño, se visualizó que las deformaciones serán en la parte de los largueros donde se unen con los apoyaderos de los hombros.

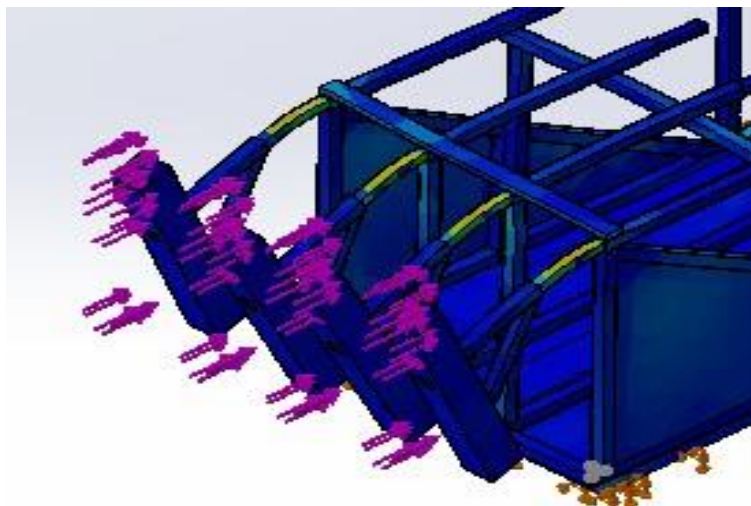


Figura 27. Deformación unitaria.

3.4 Factor de seguridad

Para determinar la cantidad de margen del diseño de la máquina respecto a su esfuerzo o carga de falla, se debe relacionar el esfuerzo de fluencia con el esfuerzo máximo para calcular el factor de seguridad y hallar el punto crítico.

$$F_s = \frac{F_y}{\sigma}$$

$$F_s = \frac{36}{8,36}$$

$$8,36$$

$$F_s = 4,30 \text{ " Punto crítico"}$$

Donde:

F_s = Factor de seguridad

F_y = Esfuerzo de fluencia

σ = Esfuerzo máximo

Mediante el software se verificó el factor de seguridad que tiene relación con el cálculo antes mencionado, donde se obtuvo un punto crítico de 4,33 Ksi como se presenta en la figura 28.

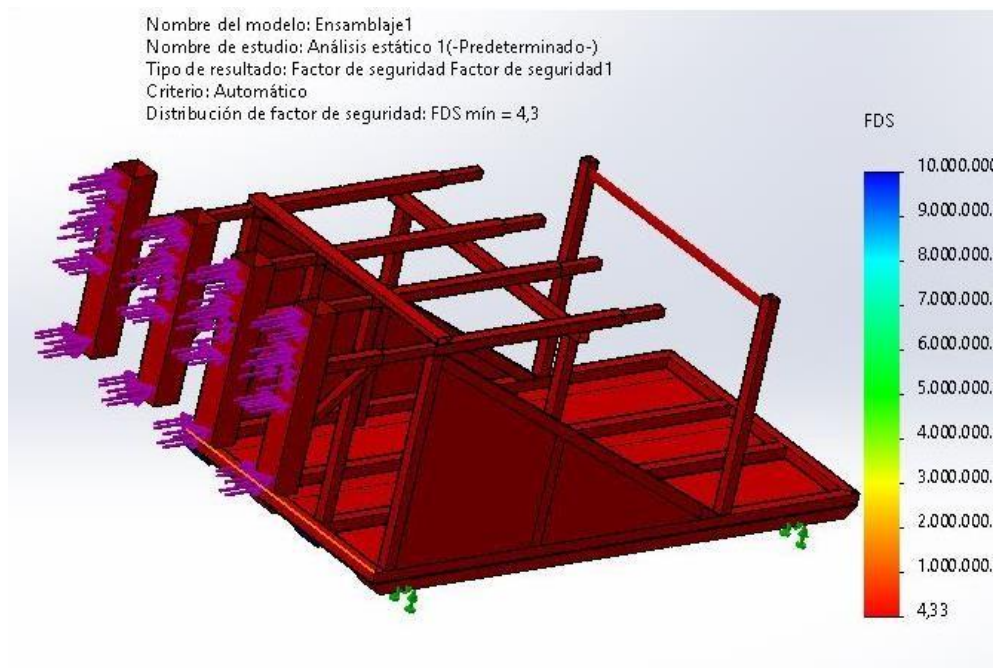


Figura 28. Factor de seguridad.

Capítulo 4

Análisis del ámbito económico para la construcción de la máquina de scrum

4.1 Análisis económico

4.1.1 Costos

Una vez que el diseño esté realizado y con todas sus características definidas, se procede a estimar el costo de los distintos rubros, que incluye materia prima y fabricación.

4.1.2 Costos de materiales

Al verificar los costos a nivel nacional de los distintos materiales que se utilizarán para fabricar la máquina de scrum, se obtuvo los precios de los mismos como se detalla en la tabla 16.

Tabla 16. Costos de materiales.

| Designación | Cantidad | Precio Unitario | Valor Total |
|---------------------------------|----------|-----------------|-------------|
| | | USD | USD |
| Plancha antideslizante e = 3 mm | 1 | 126.10 | 126.10 |
| Tubo Cuadrado Acero A36 50x3 | 5 | 40.70 | 203.50 |
| Tubo Cuadrado Acero A36 40x3 | 2 | 21.50 | 43.00 |
| Tubo Cuadrado Acero A36125x3 | 1 | 83.40 | 83.40 |
| Cuartones de madera 120x50 | 2 | 42.00 | 84.00 |
| Tubo redondo 1 1/2 | 1 | 12.28 | 12.28 |
| Plancha Aluminio Inoxidable | 1 | 33.00 | 33.00 |
| Precio total | | | 585.28 |

4.1.3 Costos de fabricación

En la tabla 17 se detalla los costos de los materiales para fabricar y la mano de obra que conllevaría la elaboración de la máquina de scrum.

Tabla 17. Costos de fabricación.

| Designación | Cantidad | Precio Unitario | Valor Total |
|-------------------------------------|-----------------|------------------------|--------------------|
| | | USD | USD |
| Mano de obra (días) | 3 | 25.00 | 75.00 |
| Autoperforantes (unidades) | 20 | 0.20 | 4.00 |
| Electrodos (kilos) | 2 | 6.00 | 12.00 |
| Pernos cabeza de coco (unidades) | 10 | 0.73 | 7.30 |
| Tuercas (unidades) | 10 | 0.73 | 7.30 |
| Pintura (galones) | 1 | 23.00 | 23.00 |
| Tinher (galones) | 2 | 5.00 | 10.00 |
| Precio total | | | 138.60 |

4.1.4 Costos directos

Relacionando los costos totales para la fabricación de la máquina de scrum en la tabla 18 se detalla los costos directos para su fabricación.

Tabla 18. Costos directos.

| Descripción | Costo USD |
|-----------------------|----------------------|
| Costos de materiales | 585,28 |
| Costos de fabricación | 138,60 |
| Total | 723,88 |

4.1.5 Costos indirectos

En la tabla 19 se detalla los costos indirectos los cuales no se pueden incluir en los costos de fabricación de la máquina de scrum

Tabla 19. Costos indirectos.

| Descripción | Costo USD |
|--------------------------|------------------|
| Costos de movilización | 50,00 |
| Transporte de materiales | 60,00 |
| Otros | 20,00 |
| Total | 130,00 |

4.1.6 Costo total

Los costos totales que contempla la fabricación de la máquina de scrum para el equipo de rugby de la Universidad Politécnica Salesiana se detallan en la tabla 20.

Tabla 20. Costo Total.

| Descripción | Costo USD |
|--------------------|------------------|
| Costos directos | 723,88 |
| Costos indirectos | 130,00 |
| Total | 853,88 |

CONCLUSIONES

- En la actualidad el equipo de Rugby de la Universidad Politécnica Salesiana está compuesto por gente nueva y joven de 20 a 25 años en adelante, lo cual conlleva a que se convierta en un grupo sin experiencia, por lo que una mejora en sus entrenamientos, en este caso la implementación de la máquina de scrum sería fundamental para un progreso de las nuevas promesas que se unen al equipo.
- Al seleccionar una alternativa de la máquina de scrum que resulte ser viable para el equipo se toma en cuenta distintas características como el costo, facilidad de fabricación, funcionalidad, estética, seguridad y adaptabilidad, como resultado se eligió la alternativa tres para el equipo de rugby de la Universidad Politécnica Salesiana.
- Para desarrollar la máquina de scrum es esencial empezar con el diseño y configuración de sus piezas y componentes que conformaran la máquina, donde se definió como principales materiales idóneos: el Acero A36, Aluminio ASTM 1200 y la madera de balsa.
- Al de simular el diseño de máquina de scrum se obtuvo que su valor de esfuerzo máximo es 581.23 kg/cm^2 mientras que el esfuerzo admisible del acero A36 es de 1760 kg/cm^2 por lo cual el diseño soporta de sobremanera lo requerido, al visualizar que la diferencia del esfuerzo obtenido y el esfuerzo admisible es alta se podría hablar de un sobre dimensionamiento del diseño sin embargo este punto se aclara debido a que la máquina de scrum debe cumplir con ciertas dimensiones para coincidir con los datos medidos de los jugadores del equipo, además debe tener un peso considerable para que sea de utilidad en los entrenamientos del grupo.
- La máquina de scrum diseñada deberá ofrecer una fuerza de oposición al choque de los jugadores que integran la formación de scrum, este valor será la fuerza de rozamiento que es de 2119.74 N , para obtener una mayor resistencia se optó por dar un peso extra que vaya encima de la máquina de scrum, este peso podría ser dado por una persona subida y sujeta a la agarradera, considerando que esta persona pese 100 kg o a su vez el equivalente que podría ser una plancha de acero de $800 \times 800 \text{ mm}$ y de 20 mm de espesor, el nuevo valor de fuerza de rozamiento sería de 2905.3 N el cual se ajusta para dar una mayor exigencia a los jugadores que componen el scrum.
- El costo total de la máquina de scrum sería de 853.88 dólares, este valor puede ser amortizado al momento que el equipo al dar mayores resultados en los campeonatos

aumente su popularidad y confianza con las marcas que lo apoyarían con su patrocinio o de igual manera una colecta de los integrantes del equipo, además de tener una mayor aprobación de parte de la universidad Politécnica Salesiana debido a que el equipo representa a esta mismo lo cual podría representar a que se brinde una ayuda económica por parte de la misma.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda emplear madera para la construcción de la máquina scrum y debido a que durante los entrenamientos se encontrará en el exterior, estando por mucho tiempo a la intemperie, se recomienda usar una capa de barnice para madera como un mantenimiento preventivo cada 6 meses.
- Si existiera la alternativa de poseer más recursos económicos para el diseño de la máquina scrum, sería recomendable pasar los materiales de acero por un proceso de galvanización en caliente ya que este aumentará la protección ante la corrosión de los materiales y se tendrá una mejor estética.
- Al finalizar el entrenamiento es necesario hacer una limpieza y desinfección de las partes más expuestas al contacto para garantizar la salud de los usuarios.
- Para la movilización de la máquina scrum se recomienda mínimo 6 personas para el traslado al campo de entrenamiento.

REFERENCIAS

- [1] G. Briceño V., “Rugby,” *Rugby*, 2021. <https://www.euston96.com/rugby/>
- [2] W. R. Passport, “World Rugby Passport,” *Passport, World Rugby*, 2020 <https://passport.world.rugby/es/prevencion-de-lesiones-y-manejo-de-riesgos/rugby-ready/el-scrum>.
- [3] L. Carrasco, “Acero Astm a36,” pp. 9–72, 2018.
- [4] National Geographic (España), “Propiedades del aluminio,” 2022.
- [5] J. A. M. Parraga, “Estudio integral para la recuperación de charra de aluminio.,” 2010.
- [6] “Cedal, ‘Catalogo de Perfiles’ (Aluminio en su máxima expresión) 1,” pp. 1–21.
- [7] P. L. A. Metalmeccanica, “Ciencias para la metalmecánica,” no. 5, pp. 7–14.
- [8] E. Etecé, “Aceleración,” *Aceleración*, 2013. <https://concepto.de/aceleracion/>
- [9] Coral, “La fuerza de impacto,” *La fuerza de impacto*, 2021. <https://redesanticaidas.mx/blog/la-fuerza-impacto/#:~:text=La fuerza de impacto es resultado de dicho impacto>
- [10] X. I. V Trabajo and Y. E. Mecánica, “Xiv. trabajo y energía mecánica,” p. 1.
- [11] M. D. E. La and P. Sangre, “Trabajo y Energía,” pp. 11–12, 2017.
- [12] L. Cardenas, “Procesos en soldadura,” *Procesos en Sold.*
- [13] S. Williams, “Pintura esmaltada,” 2023. <https://www.sherwin-williams.com.ec/producto/domino-esmalte-alquidico/>
- [14] I. D. E. Zinc, “Conceptos esenciales del galvanizado,” 2020.
- [15] G. Llanos, “Proceso de Galvanizado Por inmersión en Caliente”.
- [16] L. B. Peñafiel and A. L. Encalada, “La Madera en Arquitectura . Identificación y Caracterización de la Madera Estructural en el Ecuador,” vol. 2022, no. 2, pp. 203–215, 2023.
- [17] G. Moncayo, C. Narváez-muñoz, N. Villacís, J. Melo, and A. Materiales, “la madera de balsa (*Ochroma Pyramidale*) Ecuatoriana,” pp. 61–64, doi: 10.24133/cctespe.v13i1.788.

- [18] Ecobalsa, “Ficha tecnica de la madera balsa,” p. 50.
- [19] K. L. Quarrie and B. D. Wilson, “Force production in the rugby union scrum Force production in the rugby union scrum,” no. October 2014, pp. 37–41, 2010, doi: 10.1080/026404100364974.
- [20] MIPSAs, “Normas para acero de grado estructural,” *Normas para acero de grado estructural*, 2023. <https://www.mipsa.com.mx/sabias-que/informacion-general-del-acero/>

ANEXO 1. Carta de aceptación de participación de estudiantes.



Quito, __ de ____ del 2023

Yo _____, con Cedula Número: _____ declaro que se me ha explicado que mi participación en el estudio de investigación sobre el proyecto de titulación “DISEÑO Y SIMULACION DE UNA MAQUINA DE SCRUM PARA ENTRENAMIENTOS DEL EQUIPO DE RUGBY DE LA UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA CAMPUS EL GIRÓN”, consistirá en responder varias preguntas además de toma de medidas de mi persona, comprendiendo que mi participación es una valiosa contribución.

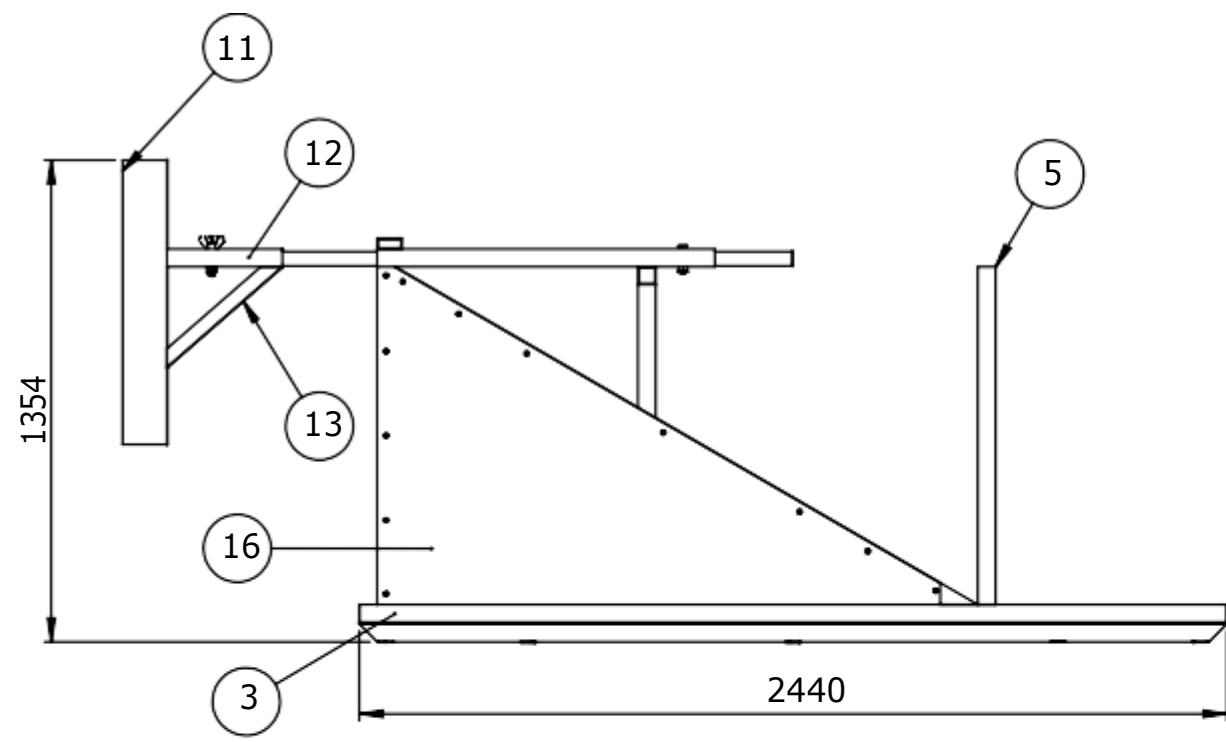
Acepto la solicitud de que los datos personales tomados sean usados en el proyecto de investigación de forma conforme, a los cuales podrá tener acceso parte del equipo docente de la carrera de Ingeniería Mecánica de la Universidad Politécnica Salesiana, que guía la investigación.

Los Investigadores Responsables del estudio, David Ochoa y Carlos Salazar, se han comprometido a responder cualquier pregunta y aclarar cualquier duda que les plantee acerca de los procedimientos que se llevarán a cabo, riesgos, beneficios o cualquier otro asunto relacionado con la investigación.

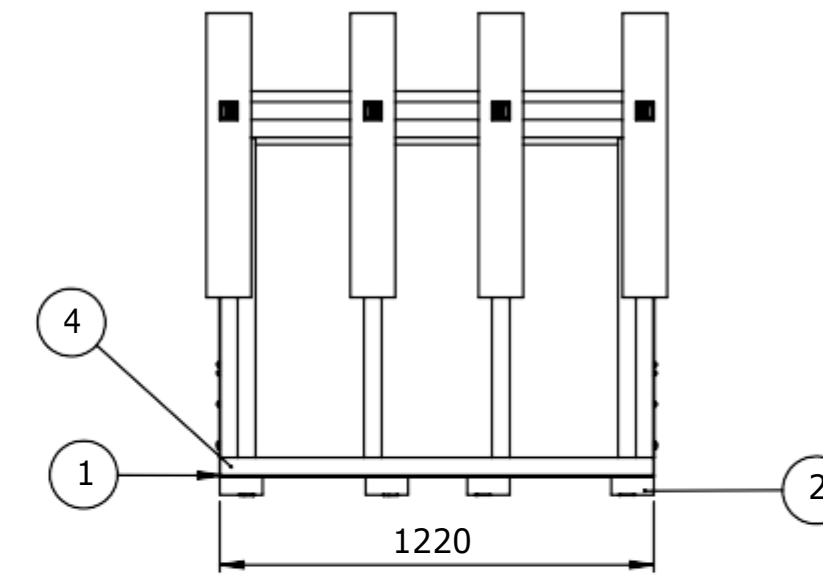
Por lo tanto, como participante, acepto la invitación en forma libre y voluntaria, y declaro estar informado de que los resultados de esta investigación tendrán como producto un informe. He leído esta hoja de Consentimiento y acepto participar en este estudio según las condiciones establecidas.

Firma Participantes

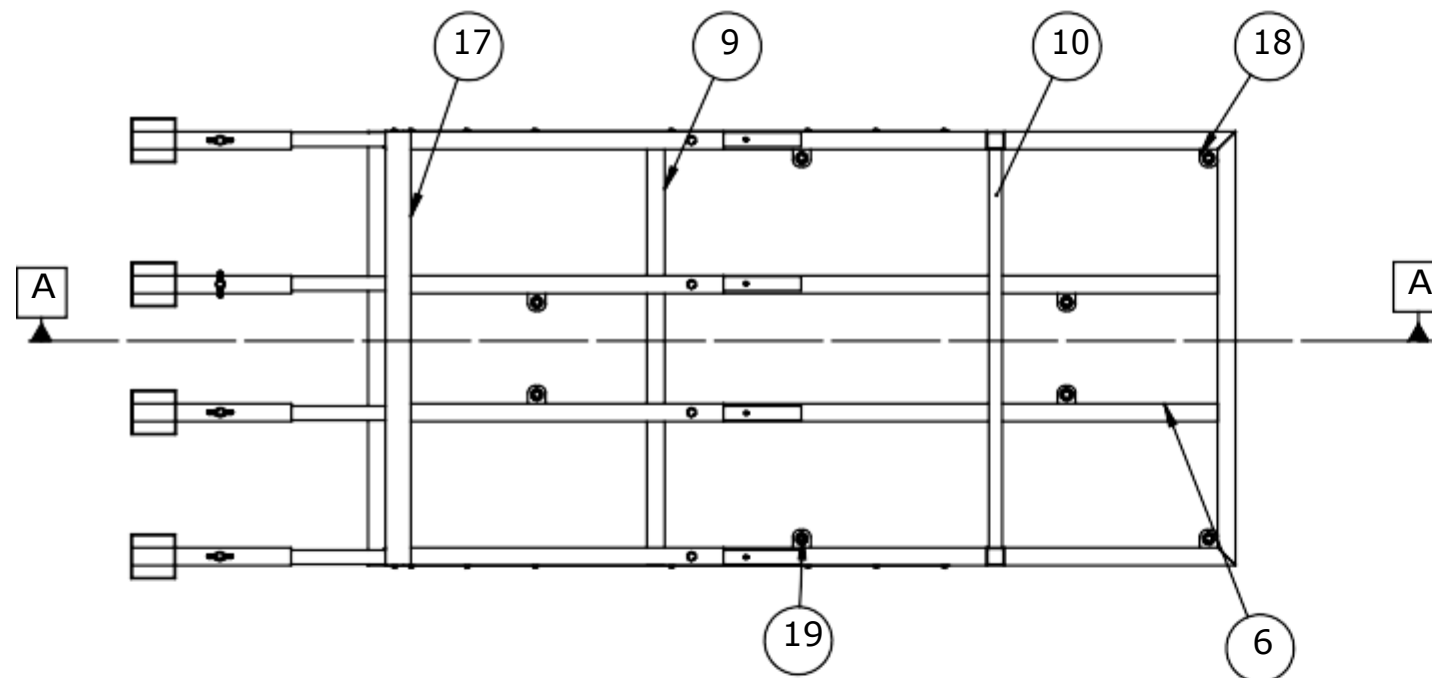
Firma Investigadoras



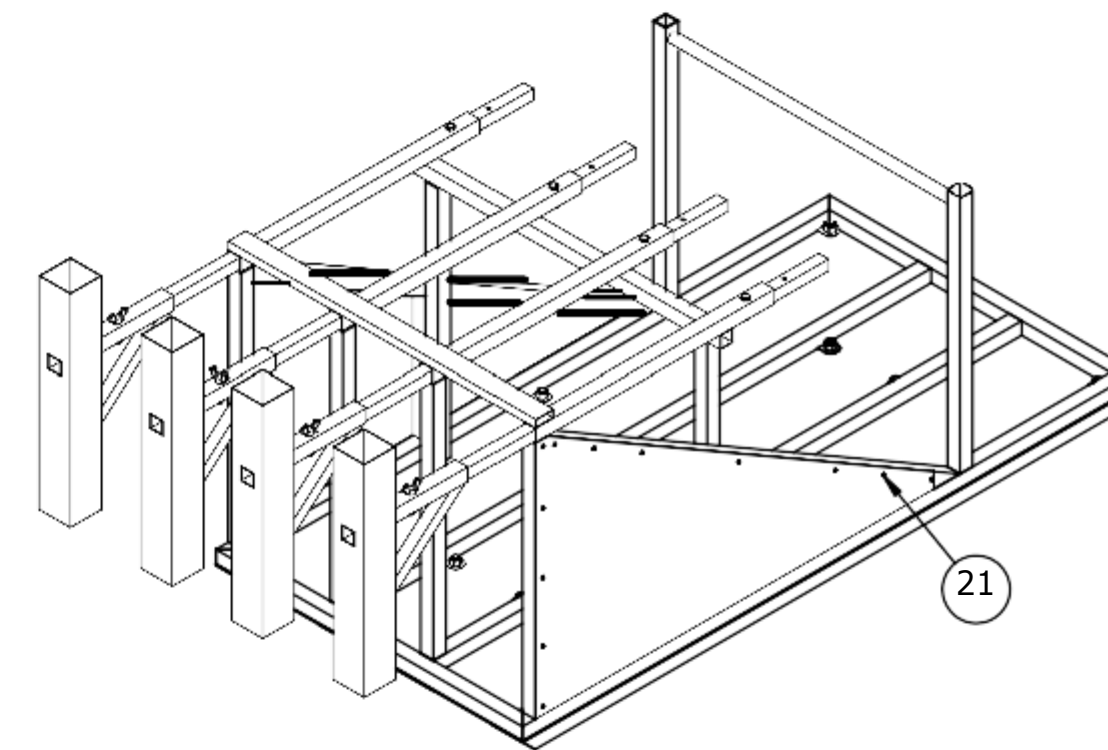
VISTA LONGITUDINAL



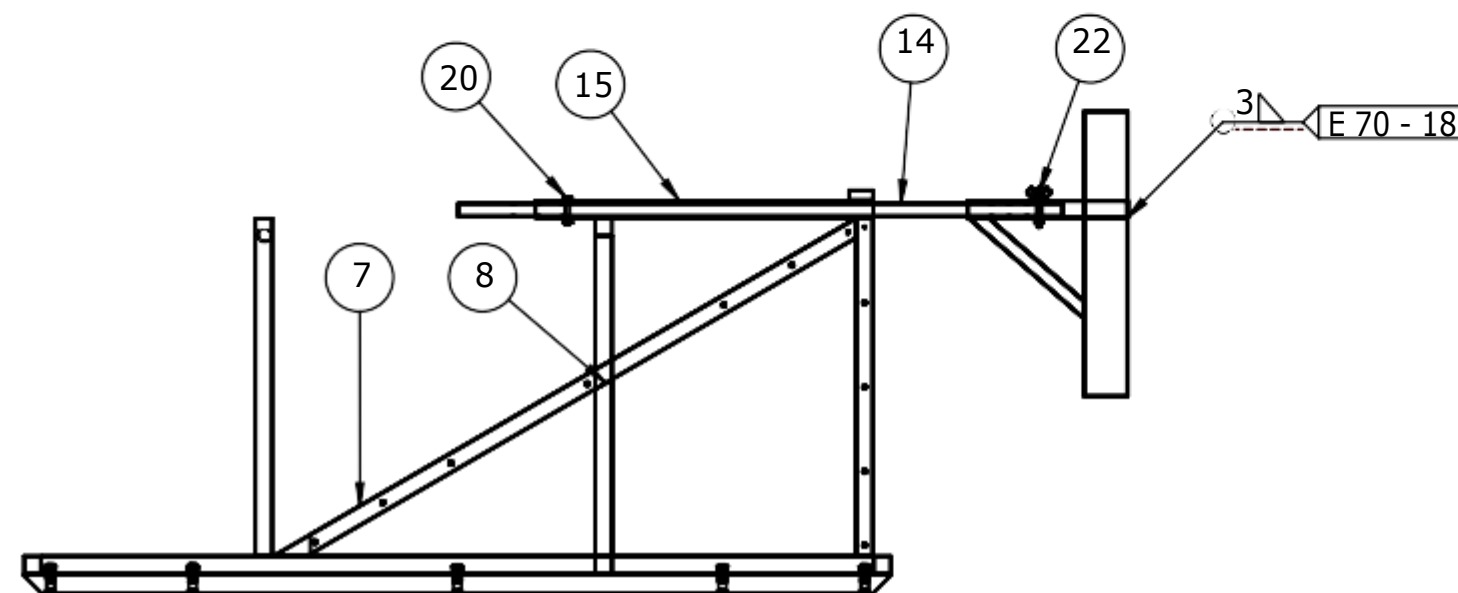
VISTA TRANSVERSAL



VISTA SUPERIOR



VISTA ISOMÉTRICA



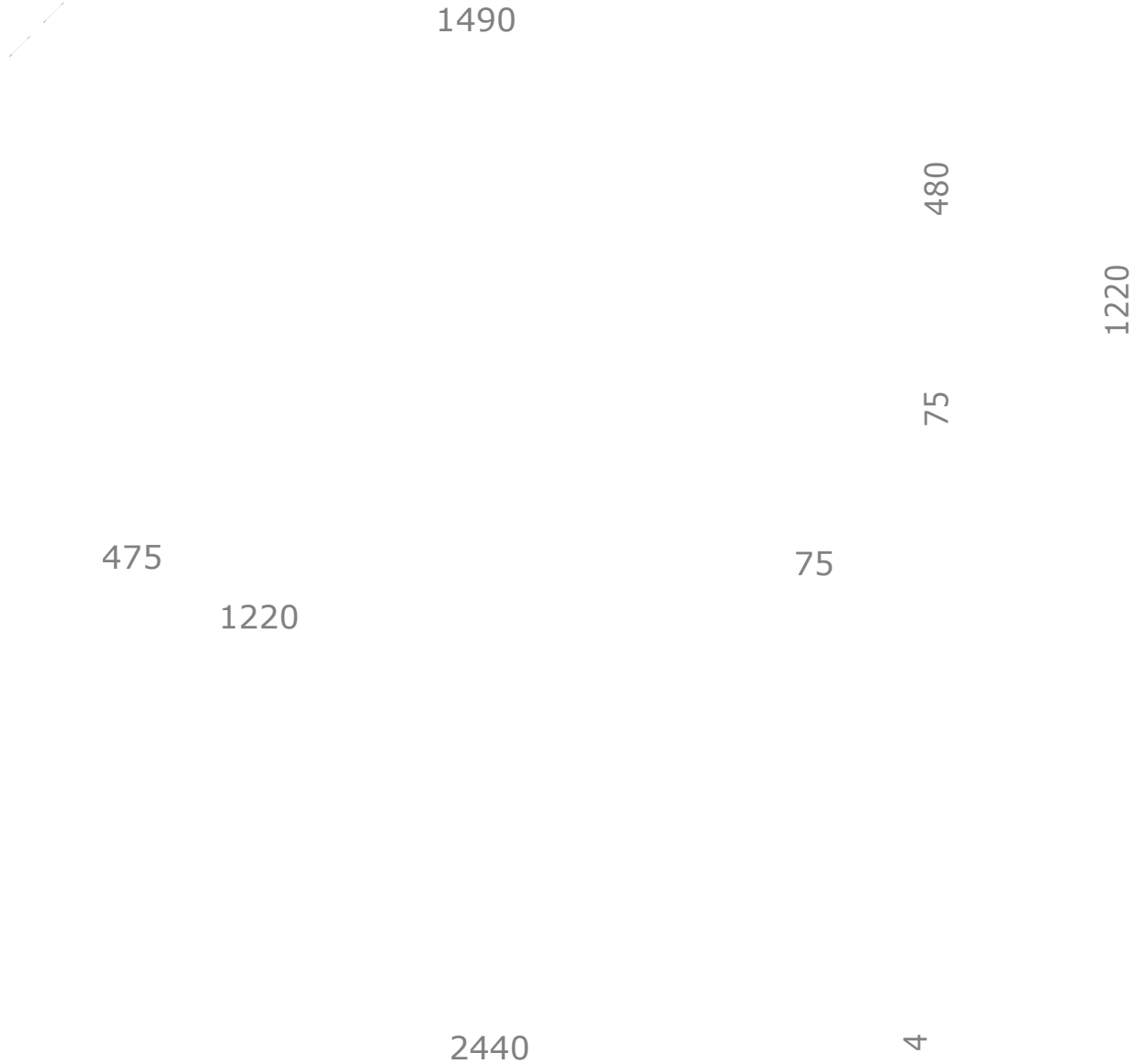
CORTE A-A

Peso total de la máquina de scrum
308,6 Kg

| Ref. | Denominación: | Cnt. | Norma | Material | Dim. Brutas | Observaciones |
|------|--------------------------------|------|---------------|--------------|---------------|---------------|
| 22 | Perno cabeza de mariposa | 4 | DIN 316 | ASTM 325 | M14 x 80 | Galvanizado |
| 21 | Tornillo autoperforante | 12 | ISO 15481 | ASTM 325 | M10 x 40 | Galvanizado |
| 20 | Perno cabeza hexagonal | 4 | DIN 933 | ASTM 325 | M14 x 80 | Galvanizado |
| 19 | Perno cabeza avellanada | 8 | DIN 7991 | ASTM 325 | M20 x 80 | Galvanizado |
| 18 | Oreja de sujeción | 8 | 10.0120.00.18 | ASTM A36 | 55x55x2 | Pintado |
| 17 | Tubo rectangular 70 x 30 x1220 | 1 | 10.0120.00.17 | ASTM A36 | 70x30x3x 1225 | Pintado |
| 16 | Plancha de aluminio | 2 | 10.0120.00.16 | ASTM AL-1200 | 1589x955x 0,7 | Pintado |
| 15 | Tubo cuadrado 50 x 50 x 950 | 4 | 10.0120.00.15 | ASTM A36 | 50x50x3x955 | Pintado |
| 14 | Tubo cuadrado 40 x 40 x1700 | 4 | 10.0120.00.14 | ASTM A36 | 40x40x3x1705 | Pintado |
| 13 | Tubo cuadrado 40 x 40 x 431 | 4 | 10.0120.00.13 | ASTM A36 | 40x40x3x435 | Pintado |
| 12 | Tubo cuadrado 50 x 50 x450 | 4 | 10.0120.00.12 | ASTM A36 | 50x50x3x455 | Pintado |
| 11 | Tubo cuadrado 125 x 125 x 800 | 4 | 10.0120.00.11 | ASTM A36 | 125x125x3x805 | Maquinado |
| 10 | Tubo circular Ø38 x 1120 | 1 | 10.0120.00.10 | ASTM A36 | Ø38x1,4x1125 | Pintado |
| 9 | Tubo cuadrado 50 x 50 x1220 | 2 | 10.0120.00.09 | ASTM A36 | 50x50x3x1225 | Pintado |
| 8 | Tubo cuadrado 50 x 50 x496 | 2 | 10.0120.00.08 | ASTM A36 | 50x50x3x499 | Pintado |
| 7 | Tubo cuadrado 50 x 50 x1895 | 2 | 10.0120.00.07 | ASTM A36 | 50x50x3x1899 | Pintado |
| 6 | Tubo cuadrado 50 x 50 x2340 | 2 | 10.0120.00.06 | ASTM A36 | 50x50x3x2345 | Pintado |
| 5 | Tubo cuadrado 50 x 50 x950 | 6 | 10.0120.00.05 | ASTM A36 | 50x50x3x955 | Pintado |
| 4 | Tubo cuadrado 50 x 50 x 1220 | 2 | 10.0120.00.04 | ASTM A36 | 50x50x3x1225 | Pintado |
| 3 | Tubo cuadrado 50 x 50 x 2440 | 2 | 10.0120.00.03 | ASTM A36 | 50x50x3x2445 | Pintado |
| 2 | Cuartón de madera | 4 | 10.0120.00.02 | MADERA | 125x55x2445 | Barnizado |
| 1 | Plancha antideslizante | 1 | 10.0120.00.01 | ASTM A36 | 2445x1225x 4 | Pintado |

| | | | | | |
|--------------------------------|--|------------|---------|-----------------------|----------------|
| CARRERA DE INGENIERIA MECANICA | | UPS | Diseño: | Ochoa D. & Salazar C. | 13 - 04 - 2023 |
| | | | Dibujó: | Ochoa D. & Salazar C. | 13 - 04 - 2023 |
| | | | Revisó: | Ing. Diaz William | 13 - 04 - 2023 |
| MAQUINA DE SCRUM RHINOS UPS | | Escala: | 1:20 | Código: | 10.0120.00 |
| | | | | | Tol. Gral: ± 2 |

ANEXO 3. Planos de despiece



Tratamiento térmico: NA
Recubrimiento: Pintura

Material:
ASTM A36

Dim. brutas:
2445 x 1225 x 4

CARRERA DE INGENIERIA
MECANICA

PLANCHA ANTIDELIZANTE

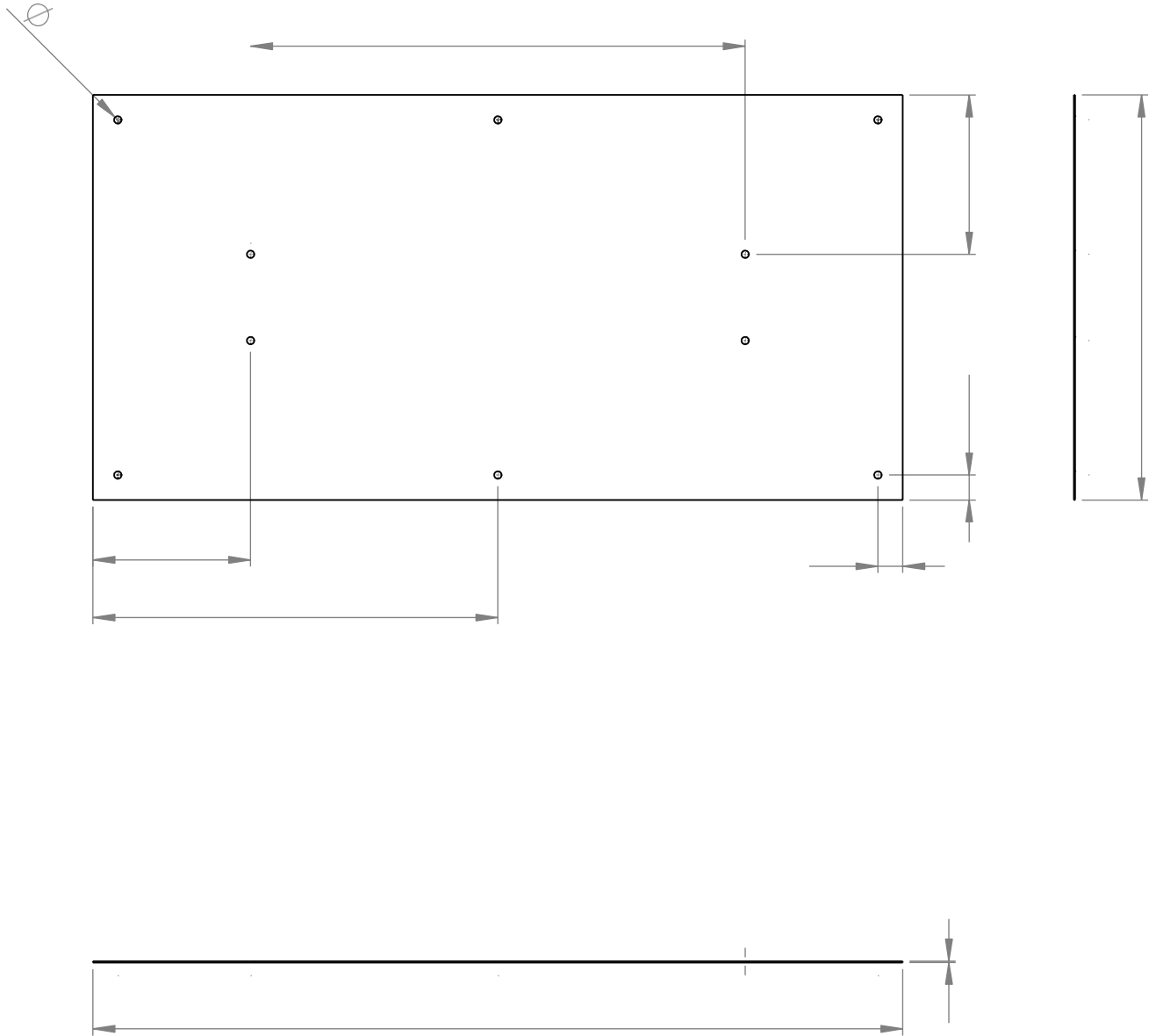
UPS

Escala:
1:20

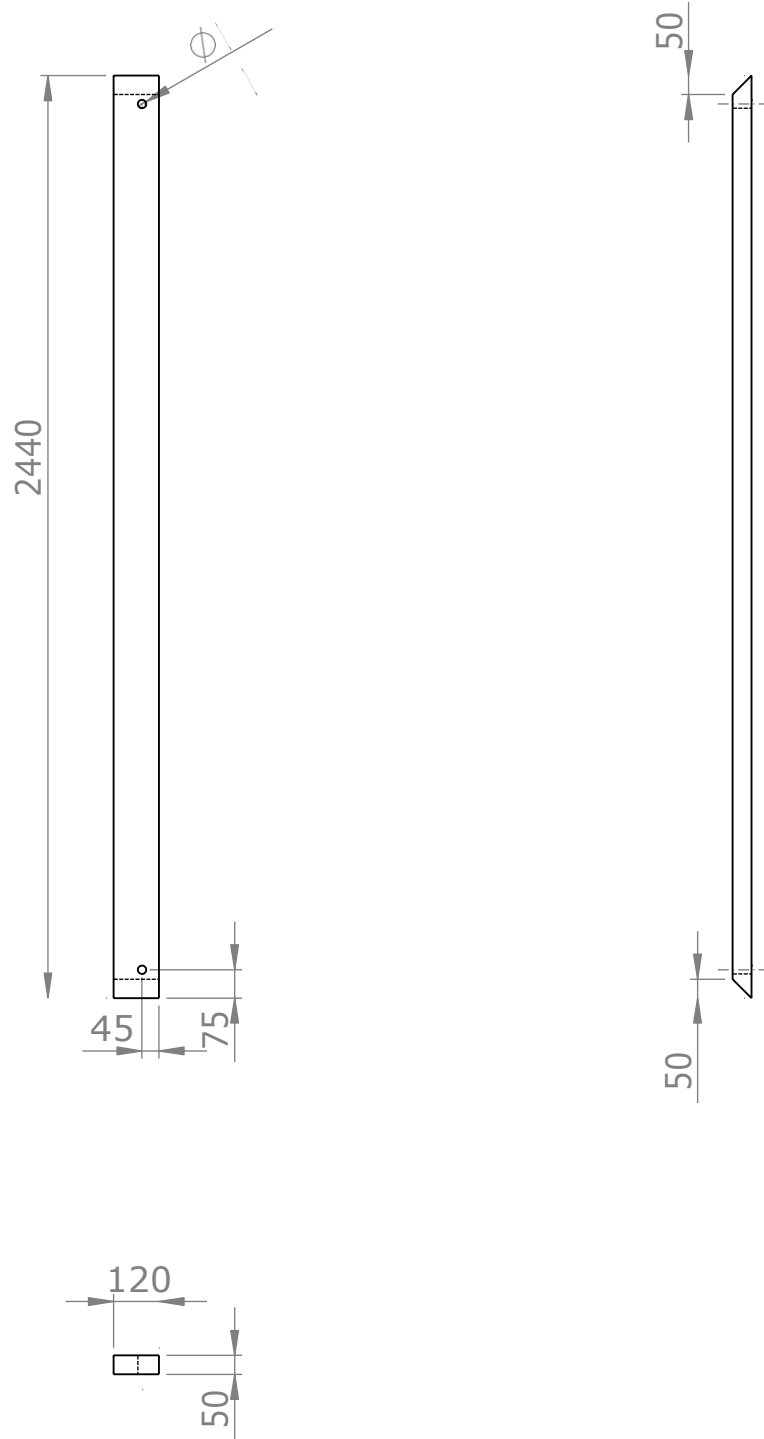
Diseño: Ochoa D. & Salazar C. 13 - 04 - 2023
Dibujó: Ochoa D. & Salazar C. 13 - 04 - 2023
Revisó: Ing. Diaz William 13 - 04 - 2023

Código: 10.0120.00.01

Tol. Gral:
± 1



| | | | |
|--|--|--|--|
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |



| | | | | | |
|-----------------------------------|---|------------|--------|----------------------------------|-----------------|
| Tratamiento térmico: | NA | Material: | Madera | Dim. brutas: | 125 x 55 x 2445 |
| Recubrimiento: | Barnizado | | | | |
| CARRERA DE INGENIERIA MECANICA | Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la en | UPS | | Diseño: Ochoa D. & Salazar C. | |
| | | | | Escala: 1:20 | |
| CUARTON DE MADERA | | | | Revisó: Ing. Diaz | |

William

13 - 04
- 2023

Código: 10.0120.00.02

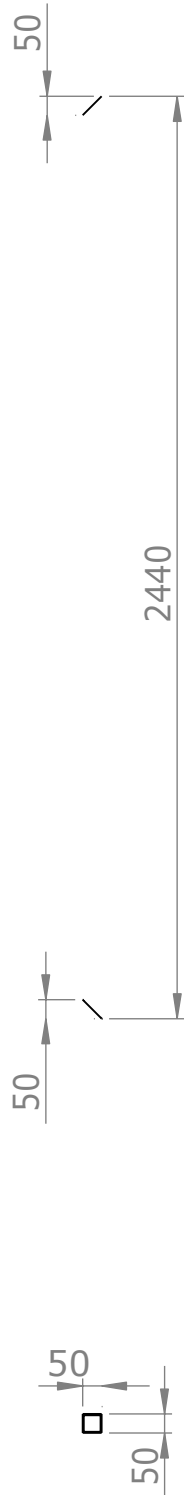
13 - 04
- 2023

13 - 04
- 2023

Tol.

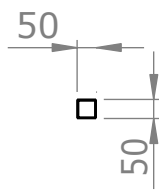
Gral:

± 1



| | | | | | |
|-----------------------------------|--|-----------|--------------|-----------------|--------------------|
| Tratamiento térmico: | NA | Material: | ASTM A36 | Dim. brutas: | 50 x 50 x 3 x 2445 |
| Recubrimiento: | Pintura | | | | |
| CARRERA DE INGENIERIA MECANICA | Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso señalado en la en | UP | Escala: 1:20 | Diseño: | |
| | | | | Dibujó: Revisó: | |
| TUBO CUADRADO 50 X 50 X 2440 | | S | | Código: | |

| | |
|---|---------|
| Ochoa D. & Salazar C. | 13 - 04 |
| Ochoa D. & Salazar C. Ing. Diaz William | - 2023 |
| 10.0120.00.03 | 13 - 04 |
| | - 2023 |
| | 13 - 04 |
| | - 2023 |
| | Tol. |
| | Gral: |
| | ± 1 |

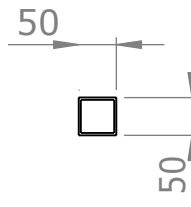
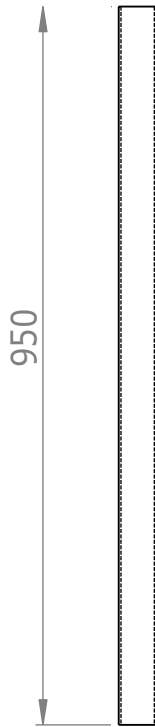


| | | | | | |
|-----------------------------------|---------|--|----------|--------------|----------------------------|
| Tratamiento térmico: | NA | Material: | ASTM A36 | Dim. brutas: | 50 x 50 x 3 x 1225 |
| Recubrimiento: | Pintura | | | | |
| CARRERA DE INGENIERIA MECANICA | | Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso señala en la en | UP | Escala: 1:20 | Diseño: Dibujó: Revisó: |
| TUBO CUADRADO 50 X 50 X 1220 | | | S | | Código: |

Ochoa D. & Salazar C.
Ochoa D. & Salazar C. Ing. Diaz William
10.0120.00.04

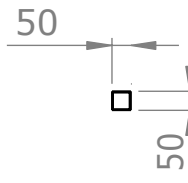
13 - 04 -
2023
13 - 04 -
2023
13 - 04 -
2023

Tol. Gral:
 ± 1



| | | | | | |
|-----------------------------------|--|-----------|-------------|----------------|------------------|
| Tratamiento térmico: | NA | Material: | ASTM A36 | Dim. brutas: | 50 x50 x 3 x 955 |
| Recubrimiento: | Pintura | | | | |
| CARRERA DE INGENIERIA MECANICA | Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso señala en la en | UP | Escala:1:20 | Diseño: | |
| | | | S | Dibujó:Revisó: | |
| TUBO CUADRADO 50 X 50 X 950 | | | | | Código: |

| | |
|--|---------|
| Ochoa D. & Salazar C. | 13 - 04 |
| Ochoa D. & Salazar C.Ing. Diaz William | - 2023 |
| 10.0120.00.05 | 13 - 04 |
| | - 2023 |
| | 13 - 04 |
| | - 2023 |
| | Tol. |
| | Gral: |
| | ± 1 |

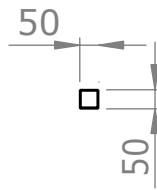
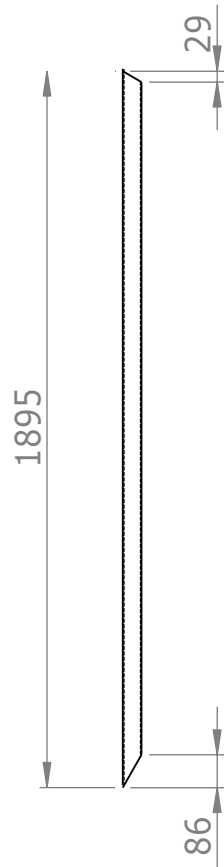


| | | | | | |
|-----------------------------------|---|-----------|--------------|-----------------|--------------------|
| Tratamiento térmico: | NA | Material: | ASTM A36 | Dim. brutas: | 50 x 50 x 3 x 2345 |
| Recubrimiento: | Pintura | | | | |
| CARRERA DE INGENIERIA MECANICA | Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la en | UP | Escala: 1:20 | Diseño: | |
| | | S | | Dibujó: Revisó: | |
| TUBO CUADRADO 50 X 50 X 2340 | | | | Código: | |

Ochoa D. & Salazar C.
Ochoa D. & Salazar C.Ing. Diaz William
10.0120.00.06

13 - 04
- 2023
13 - 04
- 2023
13 - 04
- 2023
Tol.
Gral:

±
1



| | | | | | |
|-----------------------------------|---------|---|----------|----------------------------------|--------------------|
| Tratamiento térmico: | NA | Material: | ASTM A36 | Dim. brutas: | 50 x 50 x 3 x 1899 |
| Recubrimiento: | Pintura | | | | |
| CARRERA DE INGENIERIA MECANICA | | Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la en | UPS | Diseño: Ochoa D. & Salazar C. | |
| TUBO CUADRADO 50 X 50 X1895 | | | | Escala: 1:20 | |
| | | | | Revisó: Ing. Díaz | |

William

13 - 04 -
2023

Código: 10.0120.00.07

13 - 04 -
2023

13 - 04 -
2023

To

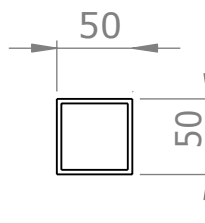
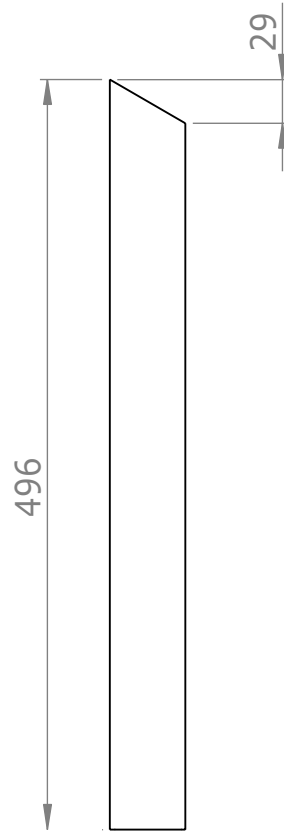
l.

Gr

al:

±

1



| | | | | | |
|-----------------------------------|--|-----------|-------------|----------------|-------------------|
| Tratamiento térmico: | NA | Material: | ASTM A36 | Dim. brutas: | 50 x 50 x 3 x 499 |
| Recubrimiento: | Pintura | | | | |
| CARRERA DE INGENIERIA MECANICA | Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso señala en la en | UP | Escala:1:20 | Diseño: | |
| | | | | Dibujó:Revisó: | |
| TUBO CUADRADO 50 X 50 X496 | | S | | Código: | |

Ochoa D. & Salazar C.

13 - 04

Ochoa D. & Salazar C. Ing. Diaz William

- 2023

10.0120.00.08

13 - 04

- 2023

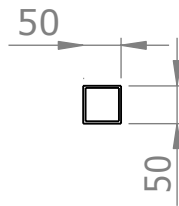
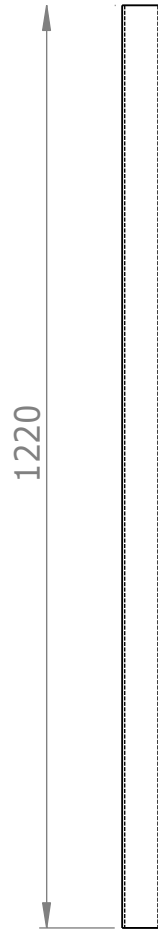
13 - 04

- 2023

Tol.

Gral:

± 1



| | | | | | |
|-----------------------------------|---|-----------|--------------|-----------------|--------------------|
| Tratamiento térmico: | NA | Material: | ASTM A36 | Dim. brutas: | 50 x 50 x 3 x 1225 |
| Recubrimiento: | Pintura | | | | |
| CARRERA DE INGENIERIA MECANICA | Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la en | UP | Escala: 1:20 | Diseño: | |
| | | | | Dibujó: Revisó: | |
| TUBO CUADRADO 50 X 50 X 1220 | | S | | Código: | |

Ochoa D. & Salazar C.

Ochoa D. & Salazar C. Ing. Diaz William

10.0120.00.09

13 - 04 -

2023

13 - 04 -

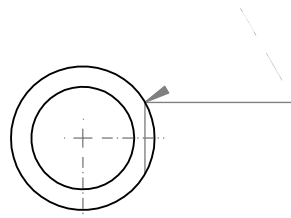
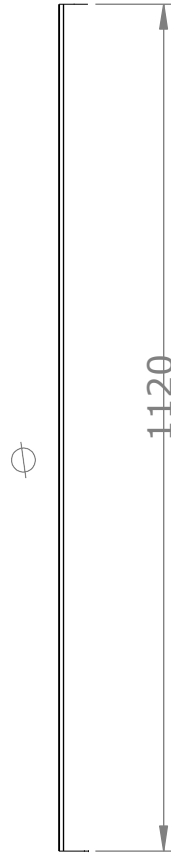
2023

13 - 04 -

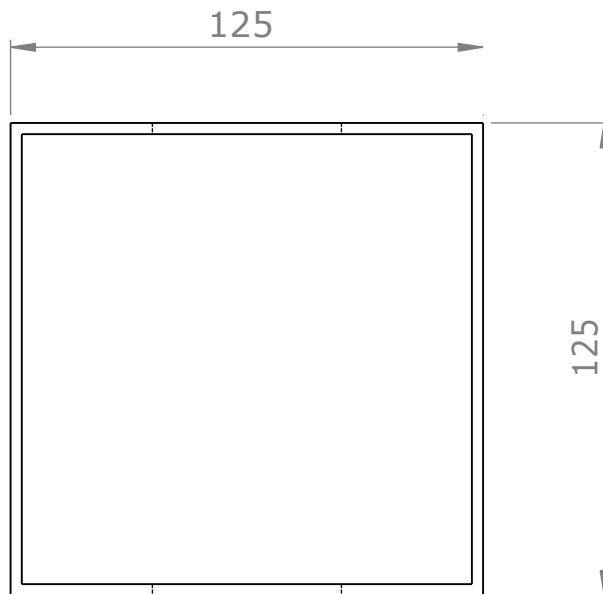
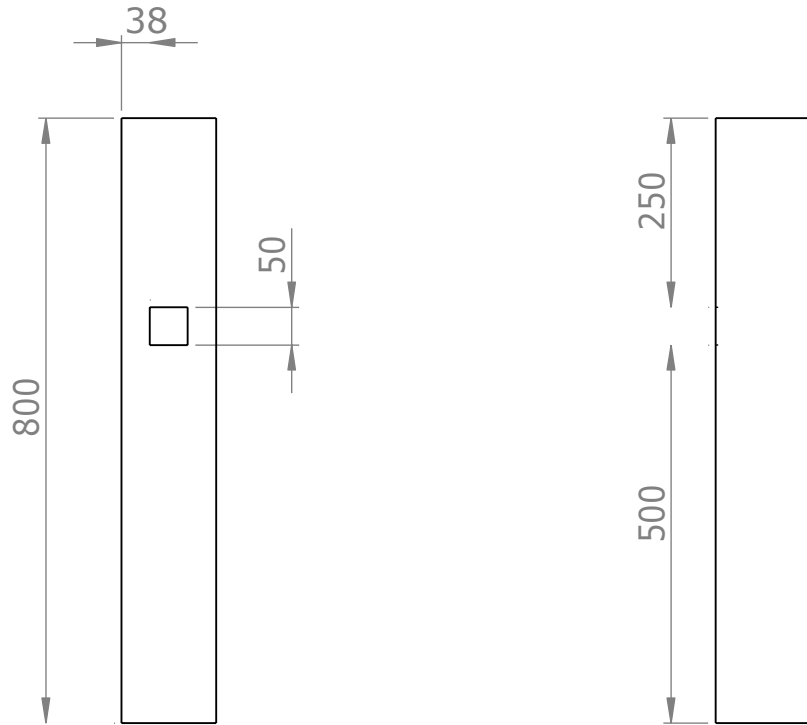
2023

Tol. Gral:

± 1



| | | | | | |
|---|---------|-----------|--------------|-----------------------|----------------|
| Tratamiento térmico: | NA | Material: | Dim. brutas: | | |
| Recubrimiento: | Pintura | | ASTM A36 | Ø38 x 1,4 x 1125 | |
| CARRERA DE INGENIERIA MECANICA | | UPS | Diseño: | Ochoa D. & Salazar C. | 13 - 04 - 2023 |
| | | | Dibujó: | Ochoa D. & Salazar C. | 13 - 04 - 2023 |
| | | | Revisó: | Ing. Diaz William | 13 - 04 - 2023 |
| TUBO CIRCULAR Ø38 x 1,4 x 1120 | | Escala: | Código: | 10.0120.00.10 | Tol. Gral: |
| Prodotto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza. | | 1:20 | | | ± 1 |



Vista Frontal
Esc: 1:2

| | | | | | |
|-----------------------------------|---------|---|----------|--------------|---|
| Tratamiento térmico: | NA | Material: | ASTM A36 | Dim. brutas: | 129 x 129 x 3 x 805 |
| Recubrimiento: | Pintura | | | | |
| CARRERA DE INGENIERIA MECANICA | | Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la en | | UPS | Diseño: Ochoa D. & Salazar C. |
| TUBO CUADRADO 125 X 125 X 800 | | | | Escala: 1:20 | Dibujó: Ochoa D. & Salazar C. Revisó: Ing. Díaz |

William

13 - 04

- 2023

Código: 10.0120.00.11

13 - 04

- 2023

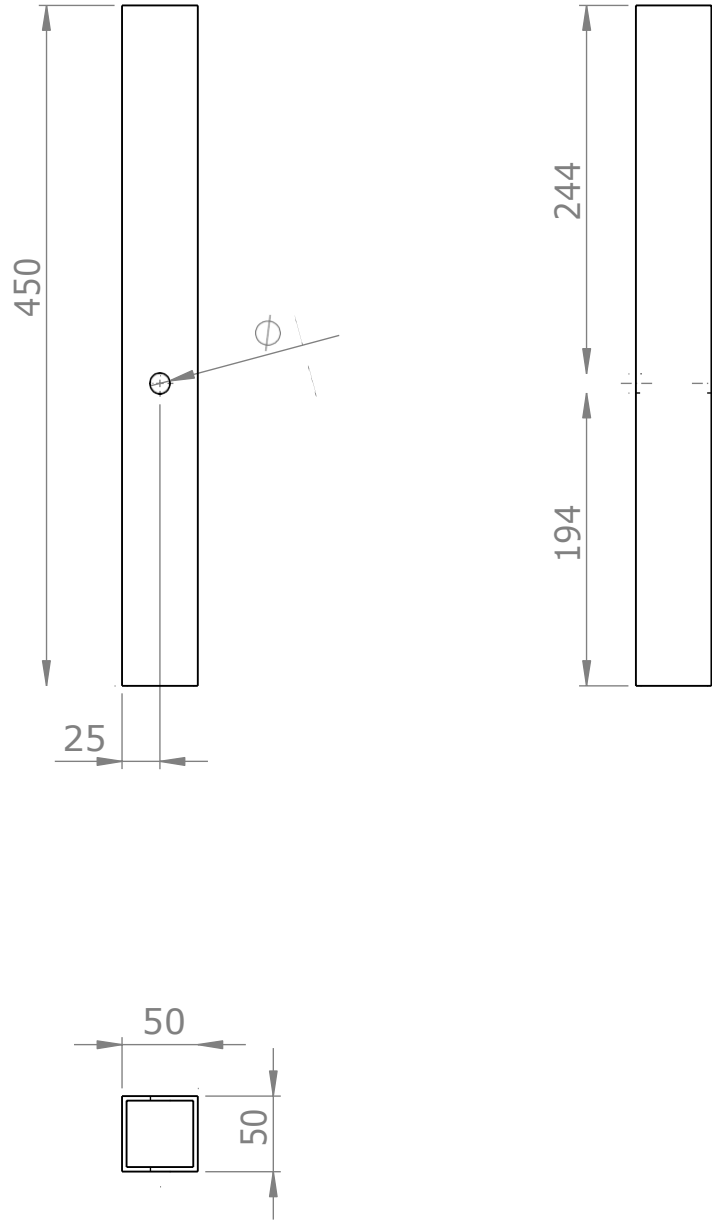
13 - 04


- 2023

Tol.

Gral:

± 1



| | | | | | |
|-----------------------------------|---------|---|---|---|-------------------|
| Tratamiento térmico: | NA | Material: | ASTM A36 | Dim. brutas: | 50 x 50 x 3 x 455 |
| Recubrimiento: | Pintura | | | | |
| CARRERA DE INGENIERIA MECANICA | | Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la en |  Escala: 1:20 | Diseño: Ochoa D. & Salazar C. | |
| TUBO CUADRADO 50 X 50 X 450 | | | | Dibujó: Ochoa D. & Salazar C. Revisó: Ing. Díaz | |

William

13 - 04

- 2023

Código: 10.0120.00.12

13 - 04

- 2023

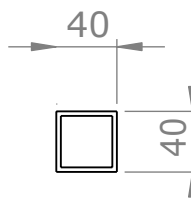
13 - 04

- 2023

Tol.

Gral:

± 1



| | | | | | |
|-----------------------------------|--|-----------|--------------|-----------------|-------------------|
| Tratamiento térmico: | NA | Material: | ASTM A36 | Dim. brutas: | 40 x 40 x 3 x 435 |
| Recubrimiento: | Pintura | | | | |
| CARRERA DE INGENIERIA MECANICA | Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso señalado en la en | UP | Escala: 1:20 | Diseño: | |
| | | S | | Dibujó: Revisó: | |
| TUBO CUADRADO 40 X 40 X 431 | | | | Código: | |

| | |
|---|---------|
| Ochoa D. & Salazar C. | 13 - 04 |
| Ochoa D. & Salazar C. Ing. Diaz William | - 2023 |
| 10.0120.00.13 | 13 - 04 |
| | - 2023 |
| | 13 - 04 |
| | - 2023 |
| | Tol. |
| | Gral: |
| | ± 1 |

100
50
50
20
40
40

Nota:
Se recubrirá con caucho de
2 mm

Tratamiento térmico: NA
Recubrimiento: Pintura

Material:
ASTM A36

Dim. brutas:
40 x 40 x 3 x 1705

CARRERA DE INGENIERIA
MECANICA

UPS

Diseño: Ochoa D. & Salazar C. 13 - 04 - 2023
Dibujó: Ochoa D. & Salazar C. 13 - 04 - 2023
Revisó: Ing. Diaz William 13 - 04 - 2023

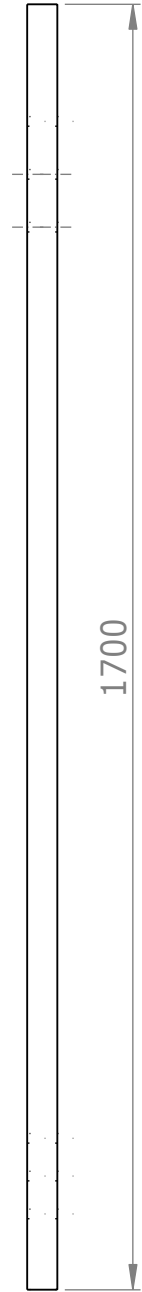
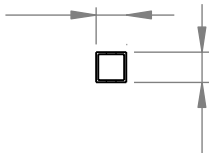
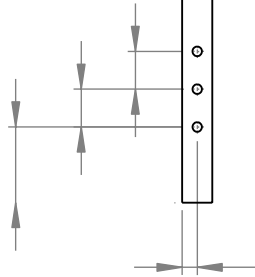
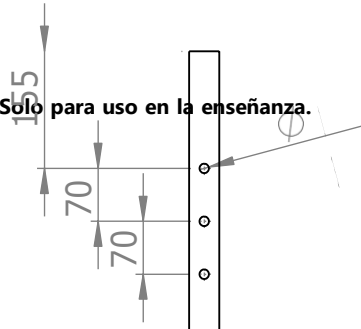
TUBO CUADRADO 40 X 40 X1700

Escala:
1:20

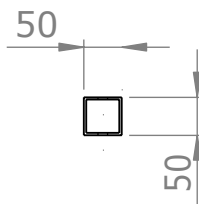
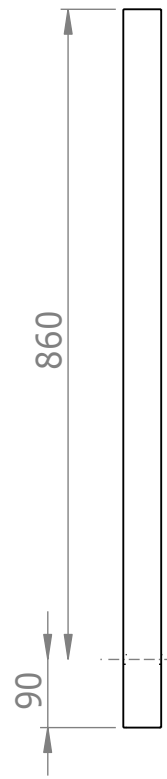
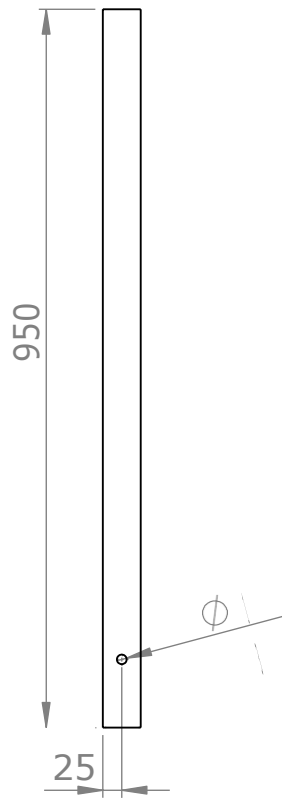
Código: 10.0120.00.14

Tol. Gral:
± 1

Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.



| | | | |
|--|--|--|--|
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |



| | | | | | |
|-----------------------------------|---|-----------|----------|----------------------------------|-------------------|
| Tratamiento térmico: | NA | Material: | ASTM A36 | Dim. brutas: | 50 x 50 x 3 x 955 |
| Recubrimiento: | Pintura | | | | |
| CARRERA DE INGENIERIA MECANICA | Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la en | | | Diseño: Ochoa D. & Salazar C. | |
| | | | | Escala: 1:20 | |
| TUBO CUADRADO 50 X 50 X 950 | | | | Revisó: Ing. Díaz | |

William

13 - 04 -
2023

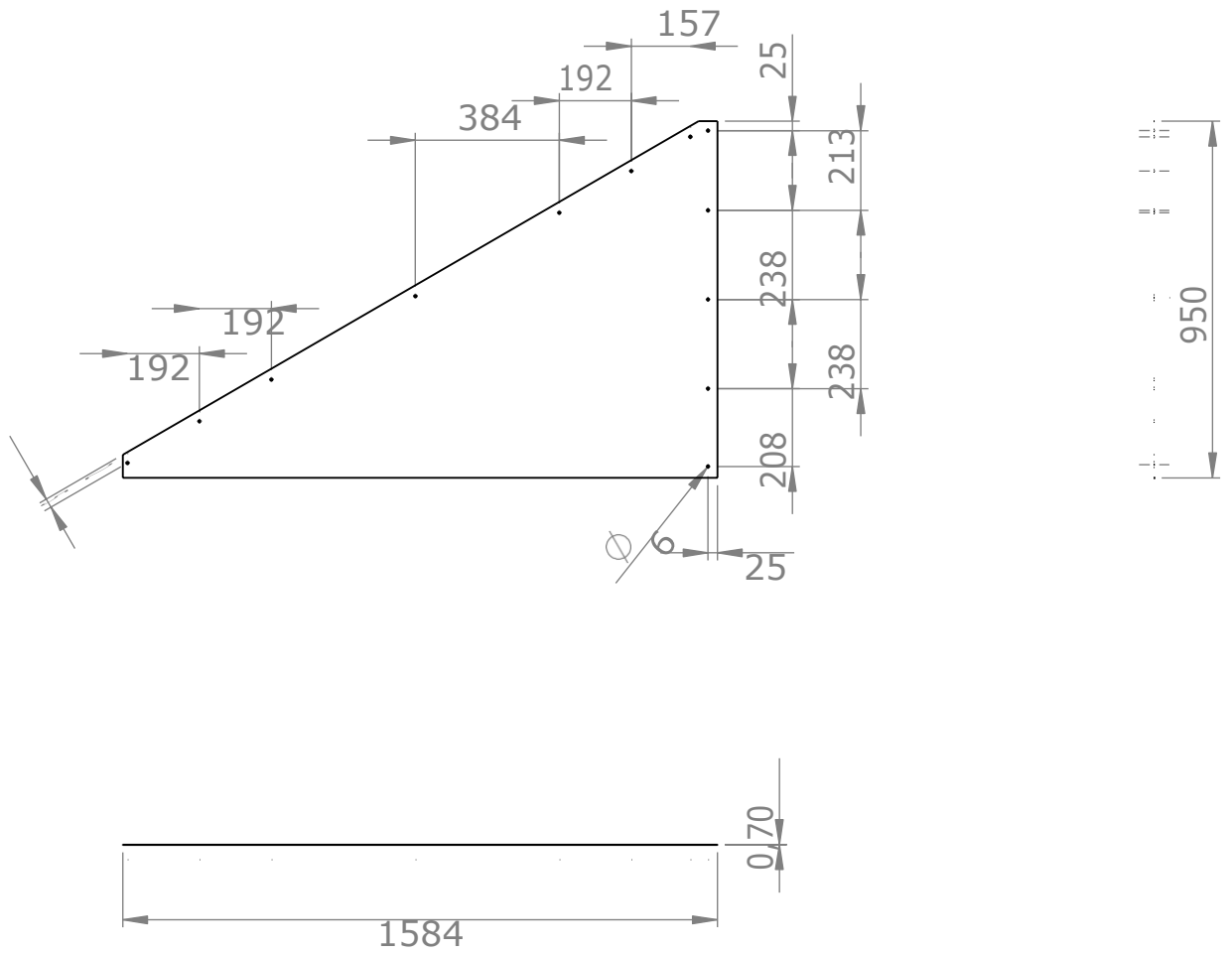
Código: 10.0120.00.15

13 - 04 -
2023

13 - 04 -
2023

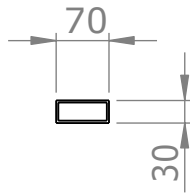
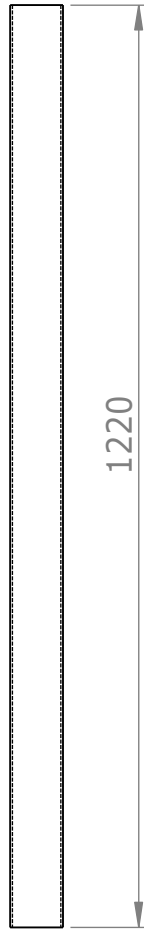
Tol. Gral:

± 1

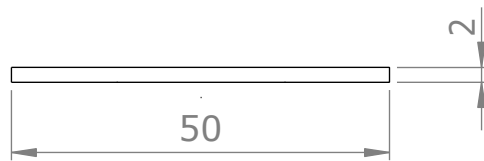
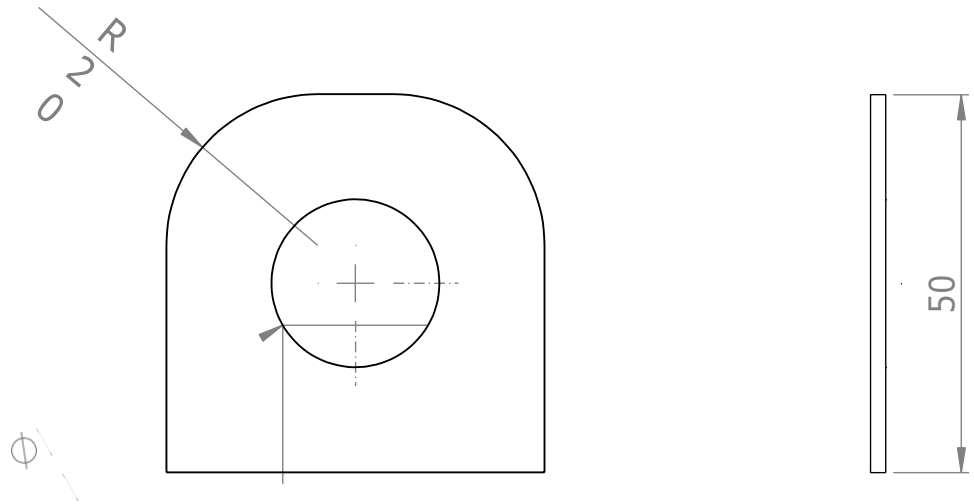


| | | | |
|-----------------------|---------|-------------------------------------|------------------|
| Tratamiento térmico: | NA | Material: | Dim. brutas: |
| Recubrimiento: | Pintura | ASTM AL - 1200 | 1589 x 955 x 0,7 |
| CARRERA DE INGENIERIA | PL | H ALUMINIO | UPS |
| MECANICA | A | Producto SOLIDWORKS | |
| | N | Educational. Solo para uso en la en | |
| | C | E | Escala: 1:20 |

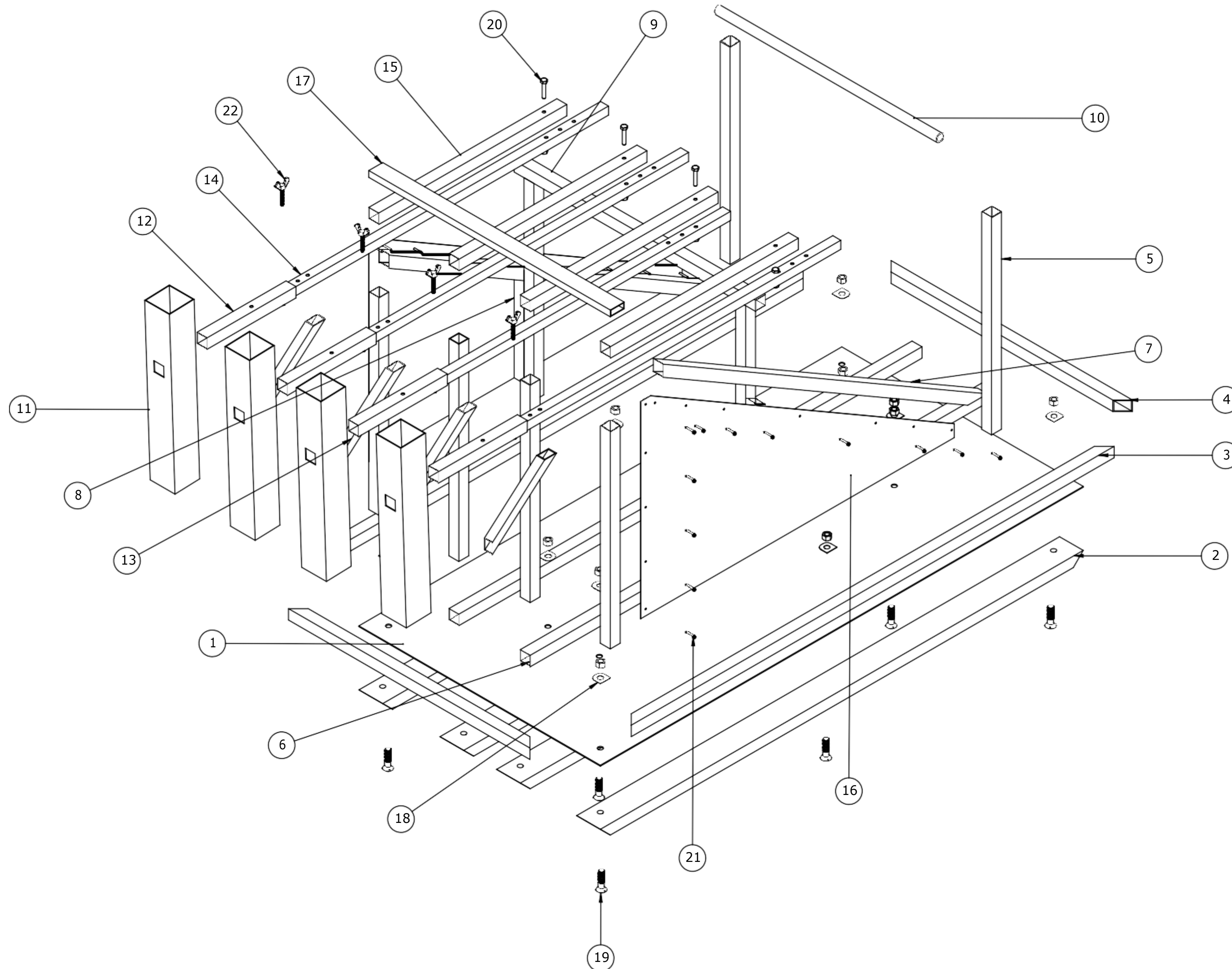
| | | |
|---------|-------------|-----|
| Diseño: | Ochoa D. | 13 |
| Dibujó: | & Salazar | - |
| Revisó: | C. | 04 |
| Código: | Ochoa D. | - |
| | & Salazar | 202 |
| | C.Ing. Diaz | 3 |
| | William | 13 |
| | | - |
| | 10.012 | 04 |
| | 0.00.1 | - |
| | 6 | 202 |
| | | 3 |
| | | 13 |
| | | - |
| | | 04 |
| | | - |
| | | 202 |
| | | 3 |
| | | Tol |
| | | . |
| | | Gra |
| | | 1: |
| | | ± |
| | | 1 |



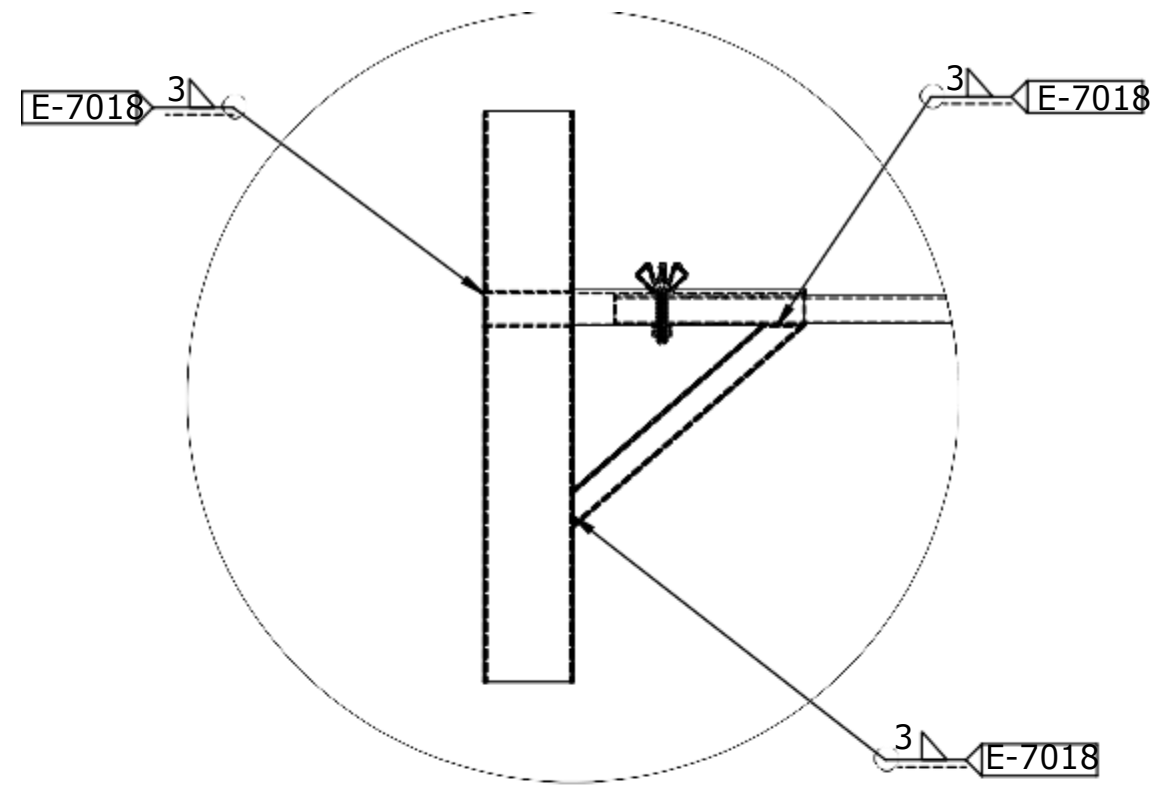
| | | | | | |
|-----------------------------------|---------|------------|----------|-----------------------|--------------------|
| Tratamiento térmico: | NA | Material: | ASTM A36 | Dim. brutas: | 70 x 30 x 3 x 1225 |
| Recubrimiento: | Pintura | | | | |
| CARRERA DE INGENIERIA MECANICA | | UPS | Diseño: | Ochoa D. & Salazar C. | 13 - 04 - 2023 |
| | | | Dibujó: | Ochoa D. & Salazar C. | 13 - 04 - 2023 |
| | | | Revisó: | Ing. Diaz William | 13 - 04 - 2023 |
| TUBO RECTANGULAR 70X30X1220 | | Escala: | 1:20 | Código: | 10.0120.00.17 |
| | | | | | Tol. Gral: ± 1 |



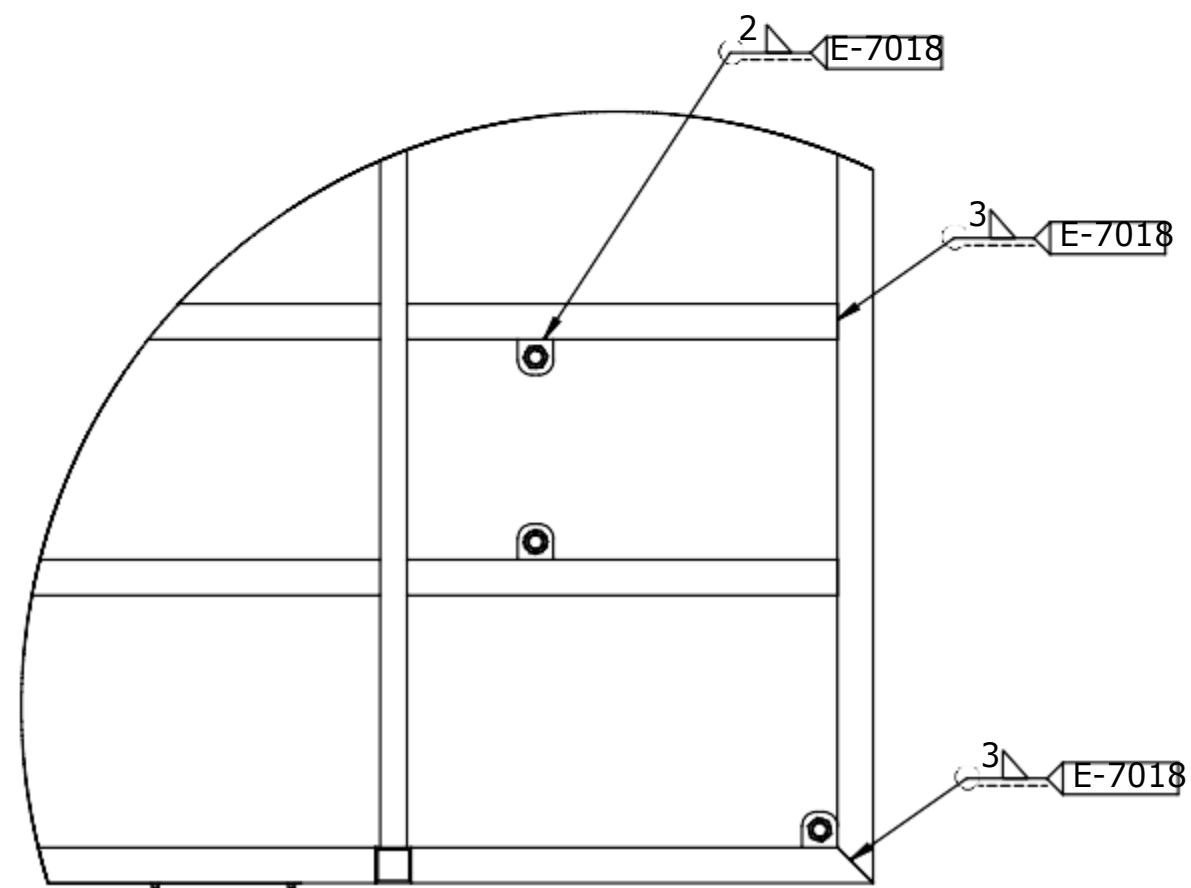
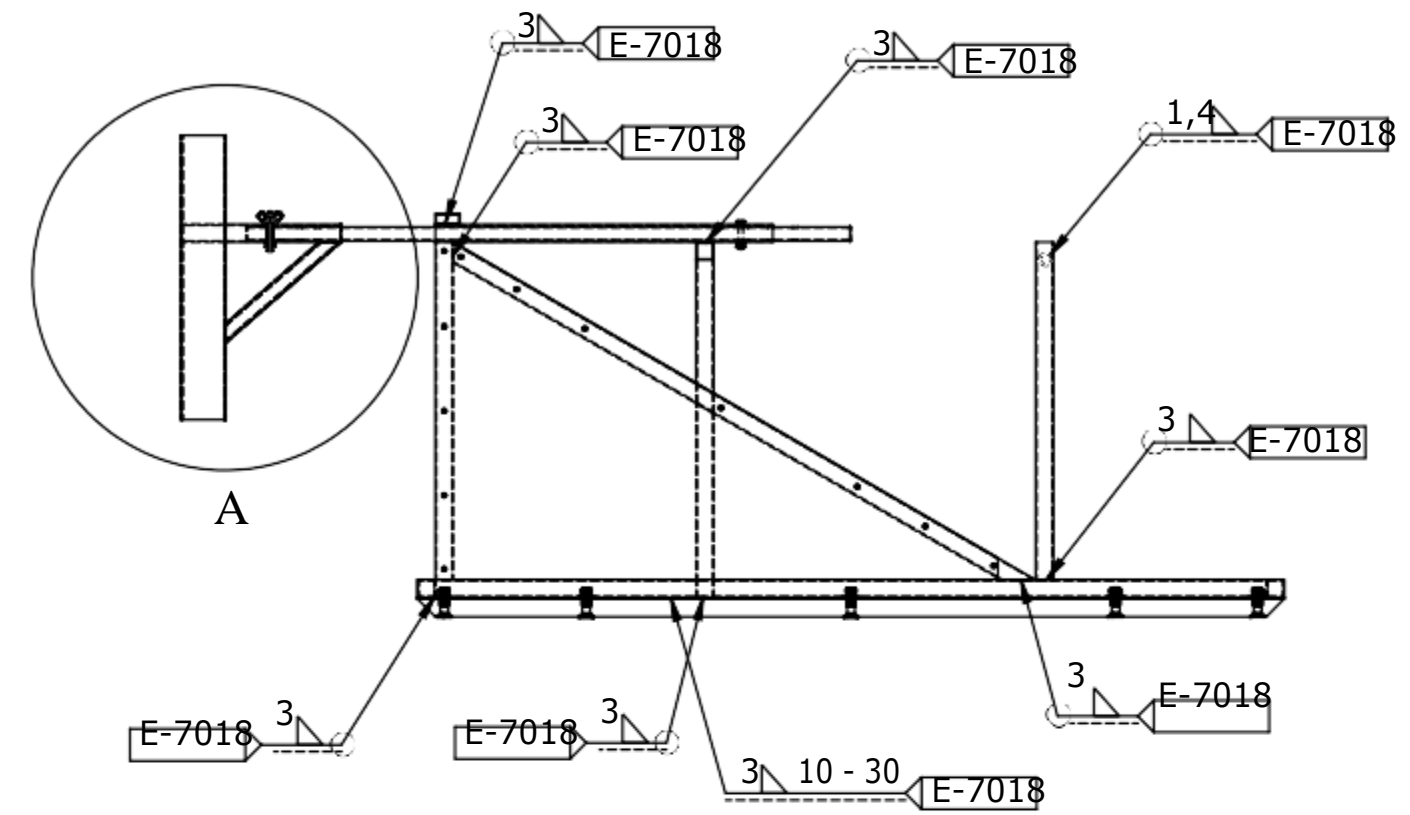
| | | | | | |
|-----------------------------------|---------|-----------|-------------------|----------------|----------------|
| Tratamiento térmico: | NA | Material: | ASTM A36 | Dim. brutas: | 55 x 55 x 2 |
| Recubrimiento: | Pintura | | Diseño: | Ochoa David | 13 - 04 - 2023 |
| CARRERA DE INGENIERIA MECANICA | UPS | Dibujó: | Ochoa David | 13 - 04 - 2023 | |
| | | Revisó: | Ing. Diaz William | 13 - 04 - 2023 | |
| | | Escala: | 1:20 | Código: | 10.0120.00.18 |
| OREJA DE SUJECION | | | | Tol. Gral: | ± 1 |



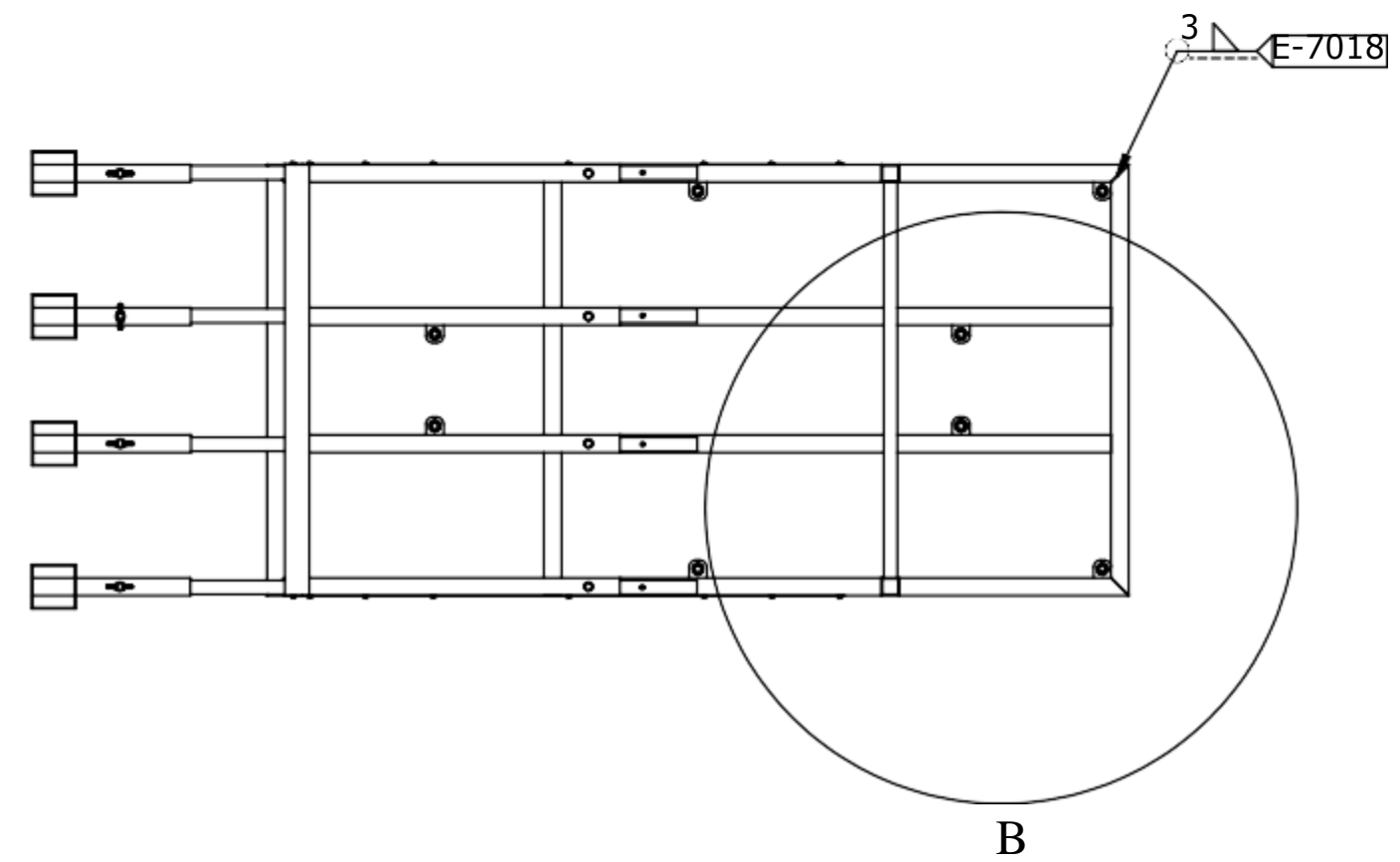
| | | | | |
|---|-----------------|---------|-----------------------|-------------------|
| CARRERA DE INGENIERIA MECANICA | UPS | Diseño: | Ochoa D. & Salazar C. | 13 - 04 - 2023 |
| | | Dibujó: | Ochoa D. & Salazar C. | 13 - 04 - 2023 |
| PLANTO EXPLOTADO MAQUINA DE SCRUM RHINOS UPS | Escala: 1:20 | Revisó: | Ing. Diaz William | 13 - 04 - 2023 |
| | | Código: | 10.0120.00.19 | Tol. Gral: ± 2 |



DETALLE A
ESCALA 1 : 10



DETALLE B
ESCALA 1 : 10



| | | | | |
|--|-----------------|---------|-----------------------|-------------------|
| CARRERA DE INGENIERIA MECANICA | UPS | Diseño: | Ochoa D. & Salazar C. | 13 - 04 - 2023 |
| | | Dibujó: | Ochoa D. & Salazar C. | 13 - 04 - 2023 |
| PLANO SOLDADURA MAQUINA DE SCRUM RHINOS UPS | Escala: 1:20 | Revisó: | Ing. Diaz William | 13 - 04 - 2023 |
| | | Código: | 10.0120.00.20 | Tol. Gral: ± 2 |