

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS
CARRERA DE INGENIERÍA EN MECATRÓNICA



**TRABAJO DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERÍA EN MECATRÓNICA**

**TEMA: DISPOSITIVO PARA EL INGRESO DE
PERSONAS CON MOVILIDAD REDUCIDA A PISCINAS DE
REHABILITACIÓN**

**AUTOR: ANGAMARCA BURGOS
CYNTIA MIREYA**

DIRECTOR: Ing. VICTOR ALFONSO ERAZO ARTEAGA Msc.

IBARRA – ECUADOR

MARZO 2022



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS
AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA
UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DEL CONTACTO	
CÉDULA DE IDENTIDAD	100354203-0
APELLIDOS Y NOMBRES	ANGAMARCA BURGOS CYNTIA MIREYA
DIRECCIÓN	SANTA ROSA DEL TEJAR
EMAIL	cmangamarcab@utn.edu.ec
TELÉFONO MÓVIL	09997749441

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO	DISPOSITIVO PARA EL INGRESO DE PERSONAS CON MOVILIDAD REDUCIDA A PISCINAS DE REHABILITACIÓN
AUTOR	ANGAMARCA BURGOS CYNTIA MIREYA
FECHA	11/03/2022
PROGRAMA	PREGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA	INGENIERÍA EN MECATRÓNICA
DIRECTOR	MSC. VICTOR ALFONSO ERAZO ARTEAGA

2. CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrollo, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de esta y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra a 11 de marzo de 2022

EL AUTOR



.....
Cynthia Mireya Angamarca Burgos

C.I.:100354203-0



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CERTIFICACIÓN

En calidad de director del presente trabajo de titulación titulado: **DISPOSITIVO PARA EL INGRESO DE PERSONAS CON MOVILIDAD REDUCIDA A PISCINAS DE REHABILITACIÓN**. Ha sido desarrollado por Cyntia Mireya Angamarca Burgos para optar por el título de Ingeniero en Mecatrónica, certifico que el mencionado proyecto fue realizado bajo mi dirección.

Es todo en cuanto puedo certificar en honor a la verdad.



Firmado electrónicamente por:
**VÍCTOR ALFONSO
ERAZO ARTEAGA**

.....
Ing. Víctor Alfonso Erazo Arteaga Msc.

C.I.: 1719188029



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

DEDICATORIA

Con cariño y gratitud dedico esta tesis a mis amados padres Carlos Angamarca y Camila Burgos que son los pilares de mi vida quienes con su amor y paciencia me han inculcado buenos valores, por el esfuerzo y apoyo incondicional en este trabajo de grado y durante toda mi vida, sobre todo por ser mi ejemplo de vida.

A mis hermanos Amilcar y Ariela que en el día a día con su presencia, respaldo y cariño me impulsan a salir adelante por brindarme su apoyo y siempre estar ahí en los buenos y malos momentos.

Cyntia Mireya Angamarca Burgos



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

AGRADECIMIENTO

Gracias a Dios por la vida de mis padres, porque todos los días bendice mi vida al estar al lado de la gente que me ama, gracias a Dios por haberme brindado la vida, por acompañarme, guiarme, bendecirme en todo momento y darme la fortaleza necesaria para poder superar todas las dificultades.

A mis padres, hermanos, familiares y todas las personas que confiaron en mi porque con sus oraciones, consejos y palabras de aliento hicieron para que este sueño se realice.

Al Magister Víctor Erazo por su importante y valiosa asesoría en el desarrollo del presente trabajo de grado.

Un agradecimiento especial a la Universidad Técnica del Norte y quienes conforman la carrera de ingeniería en mecatrónica, a todos mis profesores, por el apoyo brindado a lo largo de la carrera, por su valioso tiempo, amistad y por todos los conocimientos compartidos a lo largo de estos años.

Cynthia Mireya Angamarca Burgos

Índice general	
UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE	4
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS	4
DEDICATORIA	5
AGRADECIMIENTO	6
RESUMEN	10
ABSTRACT	11
INTRODUCCIÓN.....	12
Planteamiento del problema.	12
Formulación del problema.....	13
Objetivos de la investigación.....	13
Antecedentes.....	14
Justificación.	16
Alcance.	17
CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO.	17
1. Persona con movilidad reducida	18
1.1 DISCAPACIDADES	18
1.1.1 Discapacidad motriz	18
1.1.2 Discapacidad sensorial	19
1.1.3 Discapacidad intelectual	19
1.2 TIPOS DE GRÚA PARA PISCINA.....	19
1.2.1 Grúa	20
1.2.2 Grúa de techo con plataforma.....	20
1.2.3 Grúa de piscina portátil.....	20
1.2.4 Grúa fija para piscina.....	21
1.2.5 Grúa de piscina hidráulica	22
CAPÍTULO II.....	22
2. PLANTEAMIENTO Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS DE DISEÑO ..22	

2.1	Casa de la calidad.....	23
2.1.1	Voz del cliente.....	23
2.1.2	Voz del ingeniero.....	23
2.2	Análisis de la casa de la calidad.....	24
2.2.1	Resultados de la casa de la calidad.....	25
2.3	Análisis funcional.....	26
2.3.1	Desarrollo de los diagramas funcionales.....	26
2.3.1.1	Diagrama funcional nivel 0.....	26
2.3.1.2	Diagrama funcional nivel 1.....	27
2.3.1.3	Diagrama funcional nivel 2 (descenso).....	27
2.3.1.4	Diagrama funcional nivel 2 (ascenso).....	28
2.3.1.5	Diagrama funcional nivel 2 (sacar y asegurar la grúa).....	28
2.4	Definición modular.....	29
2.5	MÓDULO 1.....	30
2.5.1	Sacar y asegurar la grúa.....	30
2.5.1.1	Alternativa 1.....	30
2.5.1.2	Alternativa 2.....	31
2.5.1.3	Alternativa 3.....	32
2.6	MÓDULO 2.....	33
2.6.1	Subir a la persona en la grúa.....	33
2.6.1.1	Alternativa 1.....	34
2.6.1.2	Alternativa 2.....	35
2.6.1.3	Alternativa 3.....	36
2.7	MODULO 3.....	37
2.7.1	Asegurar a la persona a la grúa.....	37
2.7.1.1	Alternativa 1.....	37
2.7.1.2	Alternativa 2.....	38
2.7.1.3	Alternativa 3.....	39
2.8	MODULO 4.....	40
2.8.1	Girar grúa.....	40
2.8.1.1	Alternativa 1.....	40
2.8.1.2	Alternativa 2.....	41
2.8.1.3	Alternativa 3.....	42
2.9	MÓDULO 5.....	43
2.9.1	Descender y ascender grúa.....	43
2.9.1.1	Alternativa 1.....	43
2.9.1.2	Alternativa 2.....	44

2.9.1.3	Alternativa 3	45
2.10	Matriz morfológica	46
2.11	Método de selección	47
2.12	Cálculo para la tabla de prioridades	48
CAPÍTULO III. Diseño y selección de elementos.		51
3.1.	Diseño mecánico.....	52
3.1.1.	Cálculo de brazo lateral	55
3.1.2.	Cálculo del brazo intermedio.....	57
3.1.3.	Cálculo del brazo superior.....	59
3.1.4.	Cálculo del mástil.....	61
3.1.5.	Cálculo del contrapeso (XY)	63
3.1.6.	Cálculo del contrapeso (ZY).....	64
3.1.7.	Cálculo del eje	66
3.1.8.	Cálculo del eje por fatiga.....	67
3.2.	Rodamientos del eje de transmisión.	70
3.3.	Centro de masa.	71
3.4.1	Simulación del brazo lateral	72
3.4.2.	Simulación del brazo superior.	73
3.4.3.	Simulación del brazo intermedio.	73
3.4.4.	Simulación del mástil.	74
3.4.5.	Simulación de la base.	75
3.5.	Diseño electrónico de control	76
3.5.1.	Diseño electrónico de potencia.....	77
3.6.	Análisis de costos directos de fabricación del dispositivo.	78
3.7.	Análisis de costos indirectos de fabricación del dispositivo.	78
3.8.	Costo total.....	78
CAPITULO IV. Conclusiones y Recomendaciones		79
4.1.	Conclusiones.....	79
4.2.	Recomendaciones	80
BILBIOGRAFIA		81
ANEXOS		85
ANEXO 2		86
ANEXO 3		87
ANEXO 4		87
.....		87

RESUMEN

En el presente trabajo se realiza el diseño de un dispositivo, grúa para el ingreso de personas con movilidad reducida a la piscina, posteriormente su construcción e implementación en una piscina para la rehabilitación de personas en piscina.

En primera instancia se procede a la revisión de la literatura y estado del arte de mecanismos existentes con similares características que se encuentran en el mercado, luego se procede a una investigación del proceso de traslado, ingreso y salida de personas con movilidad reducida a piscinas para establecer las necesidades de sus pacientes y posteriormente el levantamiento de condiciones y restricciones para el diseño del dispositivo.

El diseño del dispositivo permite el traslado de un paciente que está fuera de la piscina hacia dentro de la misma para que libremente pueda realizar su rehabilitación.

A continuación, se construye el mecanismo y se realizan las pruebas de funcionamiento para asegurar el correcto funcionamiento, así como también garantizar la seguridad de la integridad física del paciente; el resultado final es la grúa de transferencia móvil que es ergonómica, de fácil mantenimiento y ocupa poco espacio dentro de las instalaciones de la piscina.

ABSTRACT

The design of a device is performed in the present paper, a crane to help persons with reduced mobility to enter a swimming pool. Further the construction and implementation of a swimming pool for the rehabilitation of persons in the pool.

In the first place, the literature and state of art of existing mechanisms are produced with similar characteristics that are available in the market. Then, an investigation of the process to move, enter and exit of persons with reduced mobility to the swimming pool is produced to establish the needs of the patients and subsequently raise the conditions and restrictions for the device design.

The device design allows patient transfer who are outside of the pool to get into, so the patients can do their rehabilitation.

The mechanism is built, and operational test is performed to ensure the proper functioning, as well as to ensure the safety of the physical integrity of the patient; the outcome is a mobile transfer crane that is ergonomic, easy to maintain and takes up little space within the pool facility.

INTRODUCCIÓN

Planteamiento del problema.

A partir del año 2007, el Estado Ecuatoriano marca cambios para la garantía de derechos de las personas con discapacidad con la generación de un marco normativo especializado y se ratifica el 4 de marzo de 2008, cuyo propósito es promover, proteger y asegurar el goce pleno y en condiciones de igualdad de todos los derechos humanos y libertades fundamentales de las personas con discapacidad, así como promover el respeto a su dignidad inherente [1].

Los resultados obtenidos en el censo realizado por el Ministerio de Salud Pública en abril de 2015, en donde se señala que existen 202.880 discapacitados a nivel nacional, en Imbabura 4.916 y en el cantón Ibarra 2.494 [2].

Generalmente se define a la discapacidad como una condición permanente e invariable a lo largo del ciclo de vida de la persona. Surge cuando las personas tienen una condición sensorial, física o intelectual diferente, que les dificulta enfrentarse a barreras de acceso, sean sociales, culturales, materiales o físicas que para los demás ciudadanos no representa una dificultad. Para buscar el fortalecimiento de las habilidades y potencialidades individuales y fomentar su participación activa en la familia y la sociedad e incidencia política. De aquí que la clasificación denominada "grupo" corresponda a discapacidades: Motriz, Sensorial, Intelectual o Mental.

Para ello la rehabilitación en piscina constituye un estímulo para mejorar las habilidades de las personas con discapacidad motriz respetando sus características

individuales, la rehabilitación refuerza la independencia, pero a menudo estos servicios son insuficientes [1].

En cuanto a las personas que facilitan el ingreso de los discapacitados en piscinas de rehabilitación, existen diversos factores de riesgo que hacen peligrosa la manipulación del peso de la persona por lo tanto aumentan la probabilidad de que se produzca una lesión tanto en la persona manipulada como su acompañante, concretamente, en la espalda del acompañante.

La mayoría de los dispositivos (grúa o elevador) en la instalación necesitan una previa modificación en estructura de la piscina para cumplir su objetivo, tienen costos elevados que varían entre 5000 y 6000 dólares.

Para la solución de este problema se propone un dispositivo que necesite poca o ninguna modificación de la piscina, de esta manera es más versátil porque se puede utilizar en diferentes de estas, por lo tanto, es fácil y seguro de utilizar por parte del acompañante y cómodo para el usuario.

Dispositivo indispensable en el hospital del IEES donde el ingreso a la piscina de rehabilitación es limitado para pacientes con discapacidad motriz.

Formulación del problema.

Determinación de un dispositivo para el ingreso de personas con movilidad reducida a la piscina de rehabilitación en el hospital del IEES en la ciudad de Ibarra cumpliendo con las normas INEN 2929 y con los requerimientos dados por la voz del cliente.

Objetivos de la investigación.

Objetivo general.

Construir un dispositivo que facilite el ingreso de personas con movilidad

reducida a piscinas de rehabilitación.

Objetivos específicos.

- Determinar los requerimientos de un dispositivo para el ingreso de personas con movilidad reducida a la piscina.
- Diseñar el dispositivo que facilite el ingreso y salida del discapacitado a la piscina.
- Construir el dispositivo para el ingreso de personas con movilidad reducida.
- Validar el funcionamiento del dispositivo.

Antecedentes.

Generalmente todas las piscinas cuentan con una escalinata de acceso construida junto con la piscina. En adición a éstas, existen también escaleras construidas en caño (generalmente acero inoxidable) con peldaños (3, 4 o 5) o bien del mismo material, o de PVC. Las mismas se colocan en 2 agujeros contruados para ello. Ninguno de estos sistemas puede ser utilizado por personas con discapacidades motrices, y las escaleras de caño pueden resultar difíciles de utilizar para personas mayores debido al esfuerzo necesario para impulsarse al salir, en la figura 1 se puede observar. Además, para las personas en silla de ruedas es imposible ingresar a las piscinas por medio de este mecanismo [3].



Figura 1. Escaleras [3].

Dispositivo móvil de transporte de discapacitados.

Este tipo de transporte para discapacitados puede ser utilizado universalmente en diversos lugares, como en la residencia o en vehículos, ya que sólo se requiere un único dispositivo de transporte, rápido, fácil y compacto; funciona empotrado en la pared o columna y con motores de corriente continua para permitir el desplazamiento horizontal del paciente, a través de una corredera dentada accionada por un carro de rodillos, en la figura 2 se puede observar el dispositivo.

El dispositivo móvil para el transporte de discapacitados fue realizado por Sanitätshaus Kraus, en junio de 1990, con el número de patente EP0390003A1. Se indica que el dispositivo puede ser utilizado para la elevación, descenso y procesos horizontales de las personas con discapacidad [4].

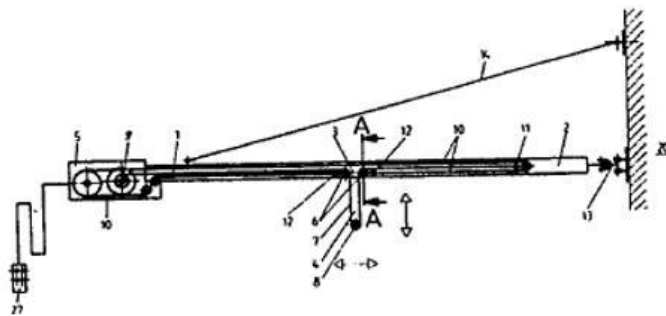


Figura 2. Dispositivo móvil de transporte de discapacitados [4].

Elevador motorizado móvil

Este invento se refiere, generalmente, sobre un dispositivo de elevación y transporte capaz de levantar y transportar una persona discapacitada, más particularmente, éste invento se refiere a un dispositivo de elevación y transporte que se moviliza gracias a sus ruedas.

El dispositivo para elevar y transportar discapacitados, con el número de patente **WO2006075351A8**, el cual cuenta con un funcionamiento automático de dos velocidades, timón de mando a tracción automática, sin más esfuerzos por parte del operador. Indicador de nivel de carga de la batería y pulsador de emergencia. Estas características hacen de

Panda Pool la referencia universal en el ámbito de los elevadores / grúas para piscinas, en la figura 3 se puede observar el dispositivo [5].

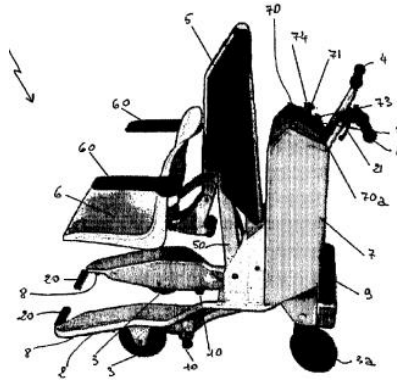


Figura 3. Elevador motorizado móvil [5].

Justificación.

En la actualidad las personas con movilidad reducida pueden encontrar en la tecnología el apoyo perfecto para realizar actividades, tareas y ejercicios independientemente, gracias a dispositivos especializados que le permitirán independizarse, permitiéndole efectuar actividades que de otro modo estarían fuera de su alcance.

El plan de buen vivir garantiza el cumplimiento de estándares de construcción y adecuación de facilidades físicas para el acceso a personas con discapacidad y/o necesidades especiales en los espacios no formales de intercambio de conocimientos y saberes; dando lugar a que se vuelva un ente productivo relacionándose con las actividades de la vida diaria, contribuyendo a la mejora del sistema y sin incurrir en un grave riesgo para su salud y de la persona que le asiste.

Se genera la tecnología para construcción de este tipo de dispositivos, de esta manera se aprovecha la materia prima existente en el país, reduciendo los costos de fabricación y por ende se tendrá mayor accesibilidad al producto, siendo además innovador.

Alcance.

Se seleccionarán los materiales adecuados los cuales garanticen un cómodo desplazamiento de personas con movilidad reducida a la piscina.

El dispositivo será trasladado y operado por un adulto acompañante, el cual asistirá al paciente en la operación de ingreso a la piscina. El dispositivo será diseñado para piscinas de rehabilitación el cual contará con una silla cómoda para el ingreso y salida de personas con movilidad reducida.

El dispositivo para el ingreso de personas con movilidad reducida se regirá a ciertas normas las cuales garantizan los requisitos particulares del funcionamiento esencial y la seguridad básica de las personas con movilidad reducida.

Las dimensiones del dispositivo de ingreso de personas con movilidad reducida serán estandarizadas de acuerdo a las características antropométricas de la población latinoamericana, que de acuerdo a las investigaciones realizadas por la Universidad Nacional Autónoma de México señala que la estatura máxima equivalente entre personas de 18 a 65 años es de 1,82 m de estatura, y una masa corporal de 90 kg [6].

CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO.

En este capítulo se presenta la parte teórica, describe cada una de las partes del dispositivo para el ingreso de personas con movilidad reducida que, detallando dentro del marco de la investigación tanto del paciente como del tipo de grúas apropiadas para el ingreso y salida de personas en piscinas, primero se realiza una diferenciación de discapacidades seguidamente se realiza un análisis de los tipos de dispositivos portátiles.

1. Persona con movilidad reducida

Las piscinas son equipamientos muy beneficiosos para todos los usuarios, en especial para las personas con movilidad reducida, ellas requieren principalmente de terapia en piscinas ya que favorece su sistema muscular esquelético y estado físico en general.

Las personas de movilidad reducida (PMR) son aquellas que tienen permanente o temporalmente limitada la capacidad de moverse sin ayuda externa [7].

Existen diferentes tipos de apoyo para facilitar el acceso a piscinas a personas con discapacidad motriz como son: escaleras, rampas, plumas, elevadores para piscina, grúa para piscina.

Las grúas para piscinas tienen la finalidad de facilitar el acceso y salida al/del vaso de las piscinas, de cualquier tipo, a personas con limitaciones físicas, movilidad reducida y/o discapacidad [8] .

1.1 DISCAPACIDADES

De acuerdo a la Organización Mundial de la Salud (OMS), la Discapacidad es un término general que abarca las deficiencias, las limitaciones de la actividad y las restricciones de la participación. Las deficiencias son problemas que afectan a una estructura o función corporal; las limitaciones de la actividad son dificultades para ejecutar acciones o tareas y las restricciones de la participación son problemas para participar en situaciones vitales [2].

1.1.1 Discapacidad motriz

La discapacidad motriz constituye una alteración de la capacidad del movimiento que afecta, en distinto nivel, las funciones de desplazamiento, manipulación o respiración, y que limita a la persona en su desarrollo personal y social. Ocurre cuando hay alteración en músculos, huesos o articulaciones, o bien, cuando hay daño en el cerebro que afecta el área

motriz y que le impide a la persona moverse de forma adecuada o realizar movimientos finos con precisión [9].

1.1.2 Discapacidad sensorial

La discapacidad sensorial es un impedimento de uno de los sentidos y por lo general se utiliza para referirse a la discapacidad visual o auditiva; sin embargo, los otros sentidos también pueden desarrollar discapacidades. Ceguera, pérdida de visión, sordera y pérdida de audición, discapacidades olfativas y gustativas (incluyendo anosmia, que es una incapacidad para oler), discapacidad somato sensorial (falta de sensibilidad al tacto, calor, frío, y dolor), y trastornos del equilibrio son sólo algunas discapacidades dentro el rango de la discapacidad sensorial [10].

1.1.3 Discapacidad intelectual

La discapacidad intelectual (antes conocido como el retraso mental) es un término que se usa cuando una persona tiene ciertas limitaciones en su funcionamiento mental y en destrezas tales como aquéllas de la comunicación, cuidado personal, y destrezas sociales [11].

1.2 TIPOS DE GRÚA PARA PISCINA

Las grúas de piscinas están destinadas y diseñadas para su uso en piscinas normales o terapéuticas. Son utilizadas para facilitar el acceso a personas mayores, personas con movilidad reducida o con alguna discapacidad.

Son muchas las situaciones en las que se hace necesario el uso de grúas para subir, bajar o trasladar. Pero como ocurre con todas las maquinarias, para cada tipo de necesidad, existen diferentes tipos de grúas como:

1.2.1 Grúa

Máquina que sirve para levantar o transportar de un lugar a otro, objetos muy pesados; generalmente está formada por una estructura metálica con un brazo móvil horizontal del que cuelga un cable con un gancho [12].

1.2.2 Grúa de techo con plataforma

Son grúas que están fijas al techo o suspendidas mediante una estructura como se muestra en la figura 4. Constan de dos mecanismos, uno de desplazamiento a través de la estructura y otro de subida como de bajada de la persona con discapacidad.

Únicamente permiten hacer transferencias en el interior de las zonas en las que están instaladas y que la posibilidad de instalación depende de las características arquitectónicas de la habitación de que se trate. Son caras y tienen tendencia al balanceo por lo que pueden producir sensación de inseguridad [13].



Figura 4. Grúa de techo con plataforma [14].

1.2.3 Grúa de piscina portátil

Este tipo de grúa está diseñada para ser utilizada en piscinas sobre el suelo como se aprecia en la figura 5, semi-enterradas o enterradas por completo de un nivel hasta de 122 cm. de altura sobre la plataforma. El asiento de doble posición permite que un solo elevador pueda ser utilizado en varios tipos de piscina [15].



Figura 5. Grúa de piscina portátil [15].

1.2.4 Grúa fija para piscina.

Las grúas fijas ayudan al paciente a mantenerse estable y desplazarse de forma segura, ya que son grúas que se fijan en el techo o paredes sobre raíles, garantizando la total seguridad del paciente y siendo una comodidad y una ayuda extra notable para los cuidadores.

El elevador fijo F145B de la figura 6 es adecuado para piscinas tradicionales desbordantes, con skimmer o incluso u otras exigencias como barcos, puertos, muelles, etc. El elevador puede ser equipado con un asiento con andador o con arnés u otra estructura personalizada [16].



Figura 6. Grúa fija para piscina [16].

1.2.5 Grúa de piscina hidráulica

Este tipo de grúa funciona con la presión del agua como se muestra en la figura 7, es fija instalada en todo tipo de piscinas de comunidades de vecinos, hoteles, ~~etc.~~ La grúa de piscina, aunque está concebida para que las personas discapacitadas puedan acceder al vaso de la piscina de forma autónoma, fácil y segura, es de enorme utilidad también para personas con movilidad reducida, embarazadas y mayores [17].



Figura 7. Grúa de piscina hidráulica [17].

CAPÍTULO II

En este capítulo, se determina las especificaciones técnicas del dispositivo por medio de la casa de la calidad cuya herramienta asegura un diseño seguro tanto para el paciente como para la vida útil del dispositivo, estableciendo correlaciones entre la voz de los usuarios que va interpretado por la voz del ingeniero.

2. PLANTEAMIENTO Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS DE DISEÑO

Se obtiene la información necesaria para el ingreso y salida de una persona con movilidad reducida como las características necesarias para el diseño del dispositivo con la finalidad de realizar el diseño conceptual de la máquina. Además, la investigación se introduce de principio a fin, es decir, está presente a lo largo del desarrollo del proyecto.

2.1 Casa de la calidad

La casa de la calidad o análisis QFD (quality function deployment), traduce las demandas de los clientes (voz del Usuario) en características técnicas del producto (voz del ingeniero) y determina su importancia y viabilidad. Para este proyecto, se ha determinado los deseos del cliente a través de lluvia de ideas mismas que son llamadas voz del cliente [18].

2.1.1 Voz del cliente

Para saber los requerimientos y deseos de los usuarios se investigó en el hospital del IEES donde con la ayuda de los encargados de la rehabilitación de personas con discapacidad motriz se hizo una socialización donde por medio de lluvia de ideas dio resultado las siguientes características que debe presentar el sistema que nos muestra la tabla 1.

2.1.2 Voz del ingeniero

Analiza los requerimientos y deseos del cliente y procede a traducirlos en especificaciones técnicas como se muestra en la tabla 1.

Tabla 1. Voz del usuario, voz del ingeniero.

VOZ DEL CLIENTE	VOZ DEL USUARIO
Que sea de accionamiento Electromecánico	Potencia
Que se acople a la piscina	Energía eléctrica
Que sea Seguro	Diseño mecánico
Que el tiempo de ascenso y descenso sea alrededor de 2min	Velocidad de operación
Que sea de fácil mantenimiento	Adquisición de repuestos
Que no interfiera con la función de la piscina	Dimensiones
Que no dañe la estética de la piscina	Desmontable
Debe cumplir la NTE INEN 2929 item B.9	Fuerza
Que sea operada de manera sencilla	Fijación

Tabla 2. Casa de la calidad.

Voz del Usuario	Voz de Ingeniería	Potencia	Energía Eléctrica	Diseño del Mecánico	Velocidad de Operación	Adquisición de repuestos	Dimensiones	Desmontable	Fuerza	Fijación	A	B	C	D	E	F	G	H	I
											Empresa Propia	Digi Project	Staff Piscinas	Objetivos	Índice de Mejora	Factor de Venta	Importancia	Ponderación	Ponderación en %
Que sea de accionamiento Electromecánico	O	9	9	3	9	3	1	3	9		3	5	5	3	1	1,0	3	3	5,89
Que se acople a la piscina	B	3	9		1	9		9	1		3	5	5	3	1	1,0	3	3	5,89
Que sea Seguro	B	3	9	9	9	3	3	3	3	9	4	4	4	5	1	1,5	5	9	18,42
Que el tiempo de acenso y descenso sea alrededor de 2min	O	9	1	1	9	3	1	3	9	1	4	5	5	3	1	1,2	3	3	5,30
Que sea de fácil mantenimiento	B	9		1	3	9	1	9	9		3	5	5	5	2	1,2	5	10	19,65
Que no interfiera con la función de la piscina	B	1		3			9	9	1		4	5	5	5	1	1,5	5	9	18,42
Que no dañe la estética de la piscina	E	1		9	3		9	9	1	3	4	4	4	3	1	1,2	3	3	5,30
Debe cumplir la NTE INEN 2929 item B.9	B	9	3	9	3	3	3	3	9	1	4	5	5	5	1	1,0	5	6	12,28
Que sea operada de manera sencilla	E	9	9	9	3	1	1			9	5	5	5	5	1	1,5	3	5	8,84
																		51	100,00
Incidencia		287	200	255	209	185	176	290	241	142	1843								
Incidencia en %		16	11	14	11	10	9,5	16	13	8	100								
Valores de referencia		Watts	Voltios	Factor Seguridad	Metro/Segundo	Cantidad	Metros	Color	Newton	Ergonomía									

2.2 Análisis de la casa de la calidad.

Se observa que existen 5 demandas sin las cuales el dispositivo pierde su objetivo, estas demandas son: que se acople a la piscina, que sea seguro, que sea de fácil mantenimiento, que no interfiera con la función de la piscina, debe cumplir la NTE INEN 2929 item B.9. En cambio, las demandas: que sea de accionamiento electromecánico, que el

tiempo de acenso y descenso sea alrededor de 2min son unidimensionales, es decir, son aquellas demandas que son su mejora aumenta la satisfacción del usuario.

Las demandas estimulantes del dispositivo a diseñar son: que no dañe la estética de la piscina, que sea operada de manera sencilla si se implementan le agregan un valor al dispositivo.

Los requerimientos en los que el usuario se enfoca para la adquisición de un producto similar al que se desea diseñar son: que sea seguro, que no interfiera con la función de la piscina, que sea operada de manera sencilla; estos requerimientos son los que poseen un alto factor de venta.

2.2.1 Resultados de la casa de la calidad.

De esta manera se tiene los requerimientos más importantes los cuales nos muestra la tabla 2 y estos son:

- **Que sea seguro**

Al maniobrar dentro de una piscina los usuarios prestan singular atención a las medidas que se han tomado en el diseño del dispositivo con el objetivo de evitar accidentes.

- **Que no interfiera con la función de la piscina**

Los usuarios ponen énfasis de tal forma que al realizar cualquier actividad dentro de la piscina no tengan inconvenientes.

- **Que sea operada de manera sencilla**

Este aspecto es muy importante ya que los usuarios esperan obtener un diseño que se acople tanto a la piscina como a la persona que va a maniobrar.

Los valores obtenidos en la casa de la calidad indican que hay que priorizar el diseño del dispositivo en cuatro puntos importantes ya que abarcan alrededor del 65% de la

ponderación total. Si el dispositivo a diseñar cumple con estos requerimientos se logrará la satisfacción del usuario.

Para garantizar un buen diseño del dispositivo se evalúa las características técnicas de la casa de la calidad, se observa que cuatro concentran alrededor del 60% de la incidencia estas características son: fuerza, potencia, diseño del mecánico, desmontable.

2.3 Análisis funcional

Es una técnica cuyo propósito es el de separar la acción que se efectúa de un componente o mecanismo, para de este modo buscar nuevas soluciones a un mismo problema. Logra obtener mejores productos a un menor costo.

El análisis funcional de un producto o sistema y la elaboración de la estructura funcional es un primer paso para establecer su estructura modular (la mayor parte de diseñadores realizan estos procesos sin formalizarlos), a partir de combinar las diversas funciones en módulos de forma que se consigan los dos objetivos prioritarios siguientes: [18]

- a. Agrupar las funciones en módulos
- b. Establecer interfaces adecuadas entre módulos

2.3.1 Desarrollo de los diagramas funcionales

Este método permite determinar las funciones del sistema por medio de diagramas de flujo [19], obteniendo los niveles 0, 1 y 2.

2.3.1.1 Diagrama funcional nivel 0

El nivel 0 como se muestra en la figura 8 el diagrama presenta la función global o primaria que en este caso considera una entrada correspondiente a energía, pulso y la persona o usuario de tal forma que el dispositivo cumpla su función.

Persona con
movilidad
reducida

12v

Pulso

Persona con
movilidad
reducida

Señal manual

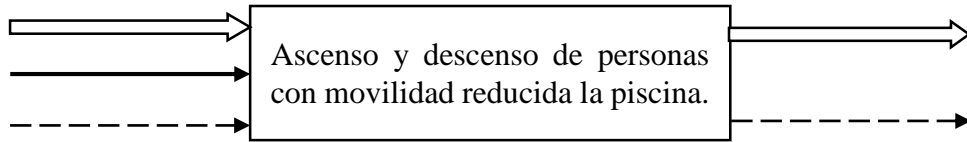


Figura 8. Diagrama funcional nivel 0.

2.3.1.2 Diagrama funcional nivel 1

El nivel 1 como se muestra en la figura 9 el diagrama funcional especifica de manera general las diferentes funciones a realizarse para obtener el dispositivo. Se detalla de forma más clara las diferentes funciones que conllevan al cumplimiento de la función global.

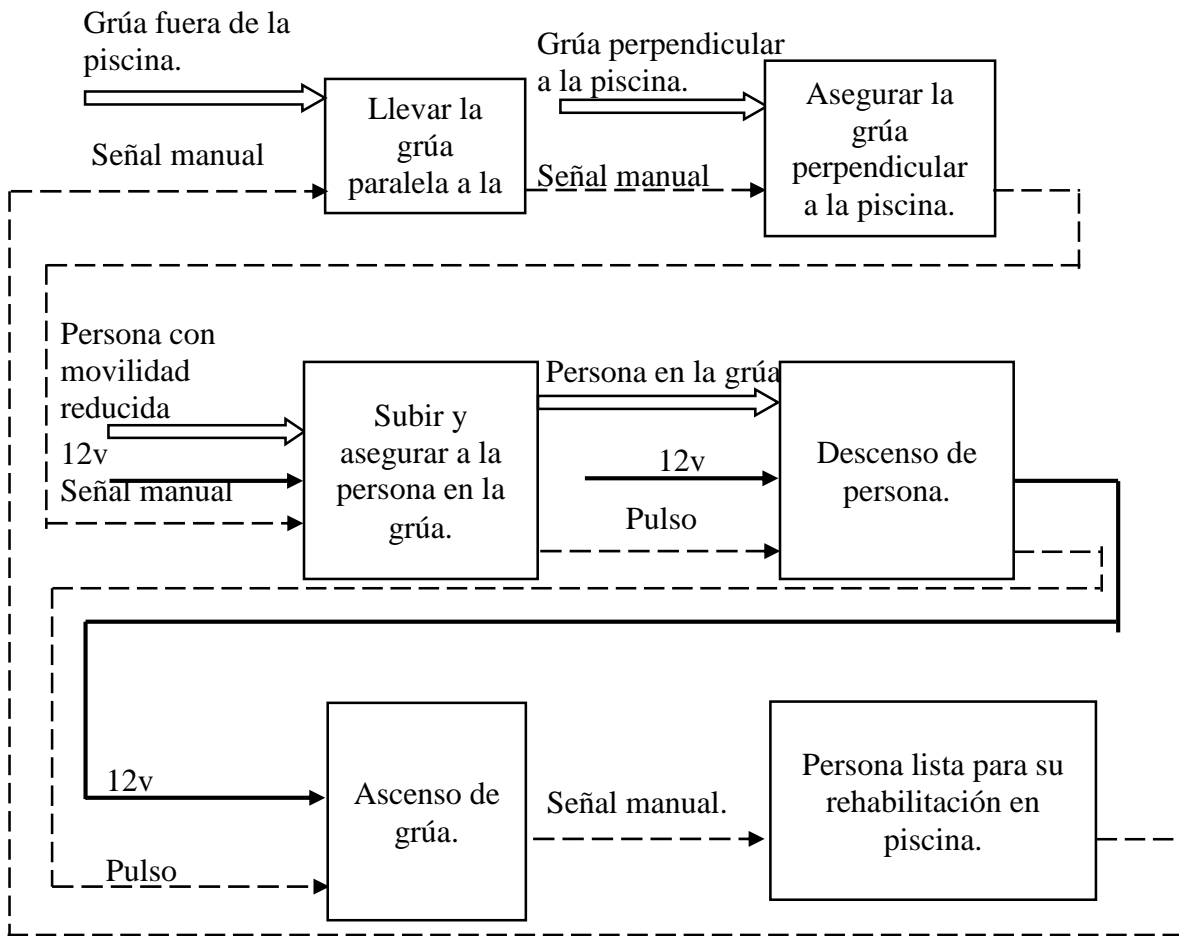


Figura 9. Diagrama funcional nivel 1.

2.3.1.3 Diagrama funcional nivel 2 (descenso)

El nivel 2 como se muestra en la figura 10 el diagrama funcional aparece desglosando acciones para el descenso de la persona.

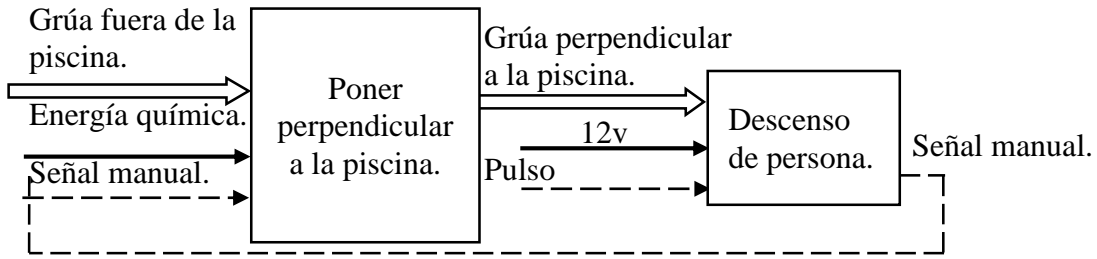


Figura 10. Diagrama funcional descenso

2.3.1.4 Diagrama funcional nivel 2 (ascenso)

El nivel 2 como se muestra en la figura 11 el diagrama funcional aparece desglosando acciones para el ascenso indispensables.

m

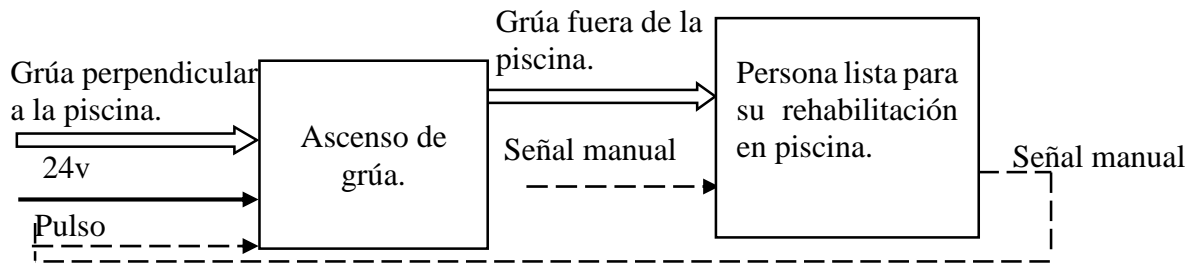


Figura 11. Diagrama funcional ascenso

2.3.1.5 Diagrama funcional nivel 2 (sacar y asegurar la grúa)

El nivel 2 como se muestra en la figura 12 el diagrama funcional aparece desglosando varias acciones que en el nivel anterior no se especificaron, pero que son indispensables para el funcionamiento del dispositivo.

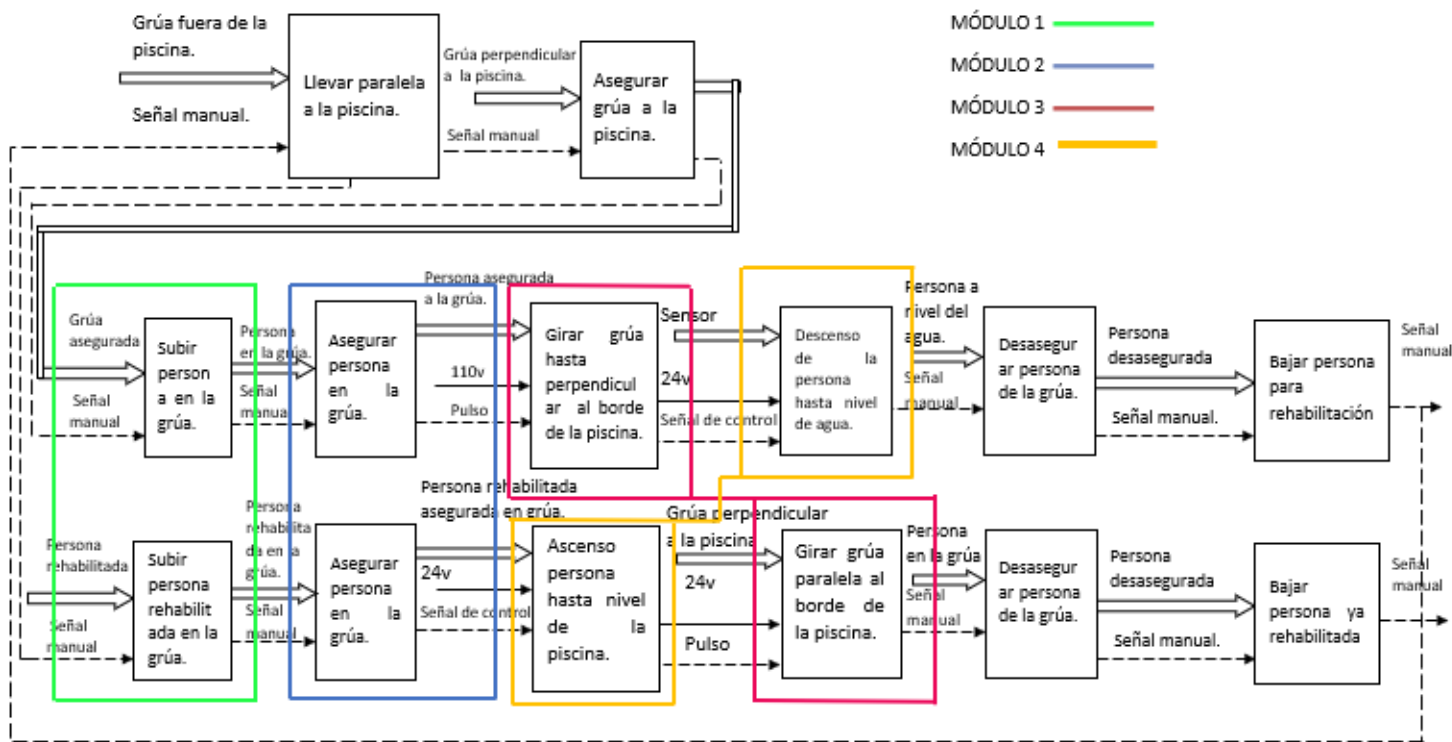


Figura 12. Diagrama funcional para sacar y asegurar el dispositivo.

2.4 Definición modular

El modularidad consiste en dividir al producto en varios bloques (módulos) funcionales o constructivos. Dentro del diseño al tomar los módulos ayuda enormemente en varios aspectos tales como la reducción de costos, la facilidad de mantenimiento entre otros.

Debido a que dentro del proceso se cumplen varias funciones, resulta conveniente llevar a cabo una división modular.

Al estudiar los diagramas funcionales se pueden establecer los siguientes módulos:

MODULO 1.- Sacar y asegurar la grúa.

MÓDULO 2.- Subir a la persona en la grúa.

MÓDULO 3.- Asegurar a la persona a la grúa.

MÓDULO 4.- Girar grúa.

MÓDULO 5.- Descender y ascender grúa.

2.5 MÓDULO 1

A partir del diagrama de funciones del nivel 2, se realiza el análisis modular de los 5 módulos, siendo el Módulo 1: Sacar y asegurar la grúa.

2.5.1 Sacar y asegurar la grúa.

La persona encargada será la que traslade la grúa dentro de la piscina, para que sea sencilla y segura de maniobrar se considera que debe tener un sistema de ruedas como se muestra en l figura 13.

Para sacar y asegurar la grúa se presentan posibles soluciones que se detallan a continuación.



Figura 13. Sistema de ruedas [15].

Para establecer las alternativas se presentan las siguientes soluciones para asegurar la grúa a la piscina.

2.5.1.1 Alternativa 1

Grúa empotrada a la piscina.

Este diseño garantiza estabilidad y seguridad, mediante la acción del actuador se empotra a la piscina como se muestra en la figura 14, la desventaja es que requiere de una previa preparación en la estructura de la piscina.



Figura 14. Grúa empotrada a la piscina [16].

Ventajas

- Garantiza la comodidad del paciente durante el descenso y ascenso.
- Garantiza la seguridad del paciente durante el descenso y ascenso.
- Buena maniobra entre ayudante paciente.

Desventajas

- Previa preparación de la piscina.
- No se acopla a todas las piscinas.

2.5.1.2 Alternativa 2

Grúa fijación mediante pesas.

Este diseño se acopla a cualquier piscina como se muestra en la figura 15. La persona encargada de la rehabilitación será la indicada para transportar a la grúa.

La grúa consta de un sistema de pesas que le garantizan estabilidad y seguridad al momento del ascenso y descenso de la persona.



Figura 15. Grúa fijación mediante pesas.

Ventajas

- No necesita preparar la piscina.
- Se acopla a todas las piscinas.
- Garantiza la comodidad del paciente durante el descenso y ascenso.
- Garantiza la seguridad del paciente durante el descenso y ascenso.
- Buena maniobra entre ayudante paciente.

Desventajas

- Mayor costo

2.5.1.3 Alternativa 3

Grúa empotrada con un gancho.

Este diseño garantiza estabilidad y seguridad, mediante la acción del gancho se empotra a la piscina como se muestra en la figura 16, la desventaja es que requiere de una previa preparación en la estructura de la piscina.



Figura 16. Grúa empotrada con un gancho [17].

Ventajas

- Garantiza la comodidad del paciente durante el descenso y ascenso.
- Garantiza la seguridad del paciente durante el descenso y ascenso.
- Buena maniobra entre ayudante paciente.

Desventajas

- Previa preparación de la piscina.
- No se acopla a todas las piscinas.

2.6 MÓDULO 2

A partir del diagrama de funciones del nivel 2, se realiza el análisis modular de los 5 módulos, siendo el Módulo 2: Subir a la persona en la grúa.

Para subir a la persona en la grúa se presentan posibles soluciones que se detallan a continuación.

2.6.1 Subir a la persona en la grúa.

La manera más práctica es acercando la silla de ruedas como se muestra en la figura 17, lo más posible, al sitio donde se transferirá la persona con discapacidad. Frene la silla de ruedas. Identifique la forma más segura y útil según la persona a la que está ayudando.



Figura 17. Persona en la grúa [19].

Para establecer las alternativas se presentan las siguientes soluciones para subir a la persona en la grúa.

2.6.1.1 Alternativa 1

Arnés de baño.

Este arnés está especialmente recomendado para uso en el baño y en piscinas, está fabricado con tejido de alta tenacidad y gran resistencia que permite un secado rápido como se muestra en le figura 18.



Figura 18. Arnés de baño [20].

Ventajas

- Impermeable
- Garantiza la comodidad del paciente durante la transferencia
- Garantiza la seguridad del paciente durante la transferencia.

- Buena maniobra entre ayudante paciente.
- Reposo-cabeza integrado

Desventajas

- Su estabilidad al subir y bajar al paciente es baja.
- No tiene reposa pies.

2.6.1.2 Alternativa 2

Arnés tipo plataforma.

Consta de una plataforma en posición vertical en vez de un arnés y el brazo que sujeta esta plataforma es más largo para permitir el acceso al agua desde una zona segura en el bordillo como se muestra en la figura 19.



Figura 19. Arnés tipo plataforma [16].

Ventajas

- Inoxidable
- Impermeable
- Gran resistencia.
- Transferencia desde la silla de ruedas a la piscina y viceversa
- Diseño que garantiza la comodidad del paciente durante la transferencia

Desventajas

- Diseño no garantiza la seguridad del paciente durante la transferencia.
- No tiene buena maniobra entre ayudante paciente.
- No tiene estabilidad al subir y bajar al paciente.

2.6.1.3 Alternativa 3

Arnés tipo silla

Esta silla es especialmente para piscinas mediante la silla se puede tener un desplazamiento seguro, de fácil maniobra entre paciente y ayudante como se muestra en la figura 20. Está fabricado con tejido de alta tenacidad y gran resistencia, no corrosivo.



Figura 20. Arnés tipo silla [15].

Ventajas

- Inoxidable
- Impermeable
- Transferencia desde la silla de ruedas a la piscina y viceversa
- Garantiza la comodidad del paciente durante la transferencia
- Garantiza la seguridad del paciente durante la transferencia.
- Buena maniobra entre ayudante paciente.
- Tiene estabilidad al subir y bajar al paciente.

Desventajas

- No tiene reposa cabeza.
- No tiene reposa pies.

2.7 MODULO 3

Para asegurar a la persona a la grúa se presentan posibles soluciones que se detallan a continuación.

2.7.1 Asegurar a la persona a la grúa.

Para asegurar a la persona a la grúa generalmente se utiliza cinturón de seguridad es un arnés diseñado para sujetar a una persona, este cinturón que también es estático se sujeta alrededor de la cintura. Además, se sujeta a la grúa con un anclaje extrafuerte.

Para establecer las alternativas se presentan las siguientes soluciones para asegurar a la persona a la grúa.

2.7.1.1 Alternativa 1

Cinturón sujeción de cintura

Este cinturón de sujeción de cintura evita que la persona se levante o se caiga como se muestra en la figura 21. Brinda mayor seguridad al usuario y mediante el procedimiento de fijación en la silla de la grúa, esta queda óptimamente anclada a la grúa.



Figura 21. Cinturón sujeción de cintura [15].

VENTAJAS

- Longitud regulable
- Cierre clip delantero
- Disponible en el mercado
- Bajo costo
- Alta resistencia

DESVENTAJAS

- Seguridad media
- Vida útil media.
- Comodidad baja.

2.7.1.2 Alternativa 2

Cinturón de sujeción abdominal

Este cinturón de sujeción abdominal fabricada para personas con inestabilidad derivados de disminuciones funcionales por causas físicas o psíquicas. Brinda mayor seguridad al usuario y mediante el procedimiento de fijación en la silla de la grúa como nos muestra la figura 22, esta queda óptimamente anclada a la grúa.



Figura 22. Cinturón de sujeción abdominal [21].

VENTAJAS

- Cierre sin clip delantero
- Seguridad alta
- Mayor comodidad
- Alta resistencia

DESVENTAJAS

- Vida útil baja.
- Fabricación bajo pedido

2.7.1.3 Alternativa 3

Cinturón pélvico cierre velcro

En la figura 23, el Cinturón pélvico cierre velcro tiene una sujeción indicada en pacientes con buen control anterolateral durante la sed estación con tendencia a deslizarse del asiento. Brinda mayor seguridad al usuario y mediante el procedimiento de fijación en la silla de la grúa, esta queda óptimamente anclada a la grúa.



Figura 23. Cinturón pélvico cierre velcro [22].

VENTAJAS

- Longitud regulable

- Cierre velcro
- Disponible en el mercado
- Alta resistencia

DESVENTAJAS

- Seguridad media
- Vida útil media.
- Comodidad baja.
- Fabricación bajo pedido.

2.8 MODULO 4

Para girar la grúa se presentan posibles soluciones que se detallan a continuación.

2.8.1 Girar grúa.

Para girar la grúa existen diferentes maneras, al realizar la acción se debe tomar en cuenta la forma más segura y útil según la persona a la que está ayudando. Para definir la mejor alternativa se presentan las siguientes soluciones.

2.8.1.1 Alternativa 1

Sistema de rodamiento

Un rodamiento es un tipo de cojinete , que es un elemento mecánico que reduce la fricción entre un eje y las piezas conectadas a este por medio de una rodadura, que le sirve de apoyo y facilita su desplazamiento como nos muestra la figura 24.

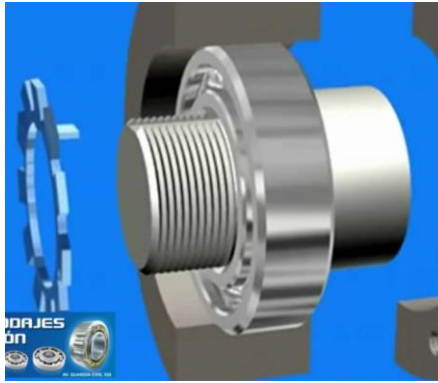


Figura 24. Sistema de rodamiento [23].

VENTAJAS

- Pequeña longitud
- Bajo consumo de lubricantes
- Siempre listos para funcionar
- Están disponibles en el mercado para cualquier tipo de trabajo

DESVENTAJAS

- Sensibilidad a choques y sobrecargas
- Sensibilidad a los defectos en el montaje y suciedad

2.8.1.2 Alternativa 2

Sistema Eléctrico-Final de Carrera

La figura 25 indica un sistema que permite el traslado con un motor de corriente alterna y un mecanismo de piñón-cremallera, y su control se basa en un final de carrera ubicado en cada extremo que determina donde se detiene.



Figura 25. Sistema Eléctrico-Final de Carrera [23].

VENTAJAS

- Disponible en el mercado.
- Bajo Costo.
- Son de fácil instalación.
- Se puede censar a tensiones elevadas.
- No requieren mantenimiento.

DESVENTAJAS

- Necesita de un inversor para su funcionamiento.
- Precisión media.

2.8.1.3 Alternativa 3

Sistema Hidráulico Directo

Sistema que permite movimiento mediante columnas elevadoras hidráulicas directamente sujetas a la base y la estructura, y su control se lo realiza mediante finales de carrera como nos muestra la figura 26.



Figura 26. Sistema hidráulico directo [23].

VENTAJAS

- Alta precisión
- Necesita de un sistema de hidráulico para su funcionamiento.

DEVENTAJAS

- Fabricación bajo pedido.
- Alto costo.
- Instalación compleja.
- Requiere mantenimiento.
- Afecta a la estructura y estética de la piscina.

2.9 MÓDULO 5

Para descender y ascender grúa se presentan posibles soluciones que se detallan a continuación.

2.9.1 Descender y ascender grúa.

Para en ascenso y descenso de la persona en la grúa se requiere que sea seguro y tenga estabilidad. Identifique la forma más segura y útil según la persona a la que está ayudando mediante las alternativas propuestas para este módulo.

2.9.1.1 Alternativa 1

Actuador Eléctrico

La figura 27 es un sistema que permite mover a la rampa mediante un actuador lineal eléctrico y acoples debidamente sujetos a la plataforma y rampa.



Figura 27. Actuador Eléctrico [24]

VENTAJAS

- Disponible en el mercado.
- Costo medio.
- Son de fácil instalación.
- No necesita mantenimiento.

DESVENTAJAS

- Fuerza media.
- Requieren calibración.

2.9.1.2 Alternativa 2

Sistema Eléctrico-Final de Carrera

Sistema que permite el traslado con un motor de corriente alterna como podemos observar en la figura 28 así como también un mecanismo de piñón-cremallera, y su control se basa en un final de carrera ubicado en cada extremo que determina donde se detiene.



Figura 28. Sistema Eléctrico-Final de Carrera [23].

VENTAJAS

- Disponible en el mercado.
- Bajo Costo.
- Son de fácil instalación.
- Se puede censar a tensiones elevadas.
- No requieren mantenimiento.

DESVENTAJAS

- Necesita de un inversor para su funcionamiento.
- Precisión media.

2.9.1.3 Alternativa 3

Sistema Hidráulico Directo

Sistema que permite movimiento mediante columnas elevadoras hidráulicas directamente sujetas a la base y la estructura, y su control se lo realiza mediante finales de carrera [21].



Figura 29. Sistema Hidráulico Directo [21].

VENTAJAS

- Alta precisión
- Necesita de un sistema de hidráulico para su funcionamiento.

DEVENTAJAS

- Fabricación bajo pedido.
- Alto costo.
- Instalación compleja.

- Requiere mantenimiento.
- Afecta a la estructura y estética de la piscina.

2.10 Matriz morfológica

En la figura 30 se muestra la combinación de las soluciones para cada una de las funciones que conforman la plataforma, las combinaciones realizadas son las que muestran compatibilidad de componentes en busca de la que mejor se acondicione y ajuste a las exigencias de requerimientos dados por el usuario.

Además, para este dispositivo se ha encontrado la única solución el arnés tipo silla de la figura 20 debido a que es la única compatible con el requerimiento del usuario.

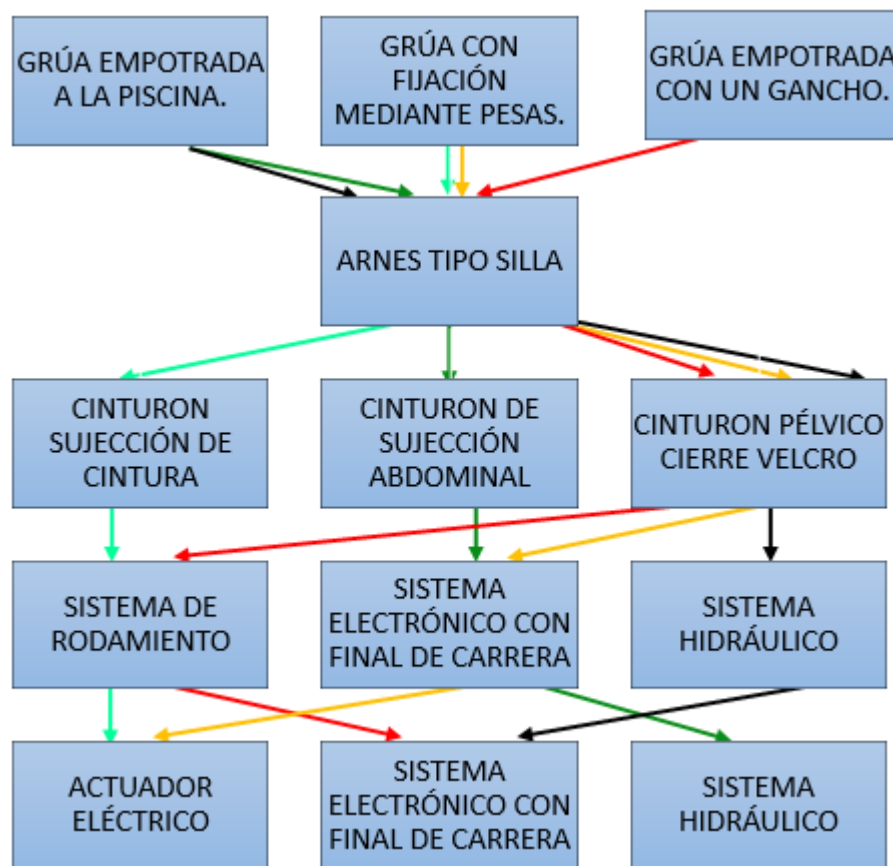





Figura 30. Matriz morfológica

Alternativa 1 →
→

Alternativa 2

Alternativa 3 

Alternativa 4 

Alternativa 5 

2.11 Método de selección

Matriz de criterios ponderados

Los criterios para evaluar según el grado de incidencia en el proceso de acceso de personas con discapacidad motriz a la piscina son:

- Potencia
- Energía
- Diseño del Mecánico
- Velocidad de Operación
- Adquisición de repuestos
- Dimensiones
- Desmontable
- Fuerza
- Seguridad

Evaluación del peso específico de cada criterio

En la tabla 3 se muestra la matriz de criterios ponderados donde se asigna el valor de 1 si el criterio de la izquierda influye más con respecto al de la derecha en el diseño, 0,5 si influyen de la misma manera y 0 si es de menor influencia.

Tomando en cuenta lo expuesto en la casa de la calidad se muestra en orden los criterios de incidencia desde el más relevante al menos relevante:

Potencia = Desmontable > Diseño mecánico > Fuerza > Energía Eléctrica = Velocidad de Operación > Adquisición de repuestos > Dimensiones > Fijación

Tabla 3. Matriz de criterios ponderados

Grúa empotrada a la piscina.	0,048	0,025	0,040	0,025	0,018	0,010	0,032	0,033	0,005	0,234	2
Grúa con fijación mediante pesas.	0,095	0,050	0,080	0,050	0,035	0,020	0,095	0,065	0,010	0,500	1
Grúa empotrada con un gancho.	0,048	0,025	0,040	0,025	0,018	0,010	0,063	0,033	0,005	0,266	3

Al observar la tabla 4 se concluye que la mejor opción para el módulo 1 es la grúa con fijación mediante pesas.

A continuación, se muestra la tabla 5 en la cual nos indica las conclusiones para subir a la persona en la grúa del **MÓDULO 2**.

Tabla 5. Conclusiones para subir la persona en la grúa.

CONCLUSIÓN	Potencia	Energía Eléctrica	Diseño Mecánico	Velocidad de Operación	Adquisición de repuestos	Dimensiones	Desmontable	Fuerza	Fijación	Σ	Prioridad
ARNES DE BAÑO	0,048	0,033	0,067	0,042	0,012	0,010	0,048	0,043	0,007	0,309	3
ARNES TIPO PLATAFORMA	0,063	0,033	0,027	0,042	0,023	0,017	0,079	0,043	0,009	0,336	2
ARNES TIPO SILLA	0,079	0,033	0,067	0,017	0,035	0,013	0,063	0,043	0,004	0,355	1

Al observar la tabla 5 se concluye que la mejor opción para el módulo 2 es el arnés tipo silla.

A continuación, se muestra la tabla 6 en la cual nos indica las conclusiones para asegurar a la persona a la grúa del **MÓDULO 3**.

Tabla 6. Conclusiones para asegurar la persona a la grúa.

CONCLUSIÓN	Potencia	Energía Eléctrica	Diseño Mecánico	Velocidad de Operación	Adquisición de repuestos	Dimensiones	Desmontable	Fuerza	Fijación	Σ	Prioridad
CINTURÓN SUJECIÓN DE CINTURA	0,063	0,033	0,053	0,025	0,023	0,013	0,063	0,043	0,007	0,325	1

CINTURON DE SUJECCIÓN ABDOMINAL	0,063	0,033	0,053	0,033	0,023	0,013	0,063	0,043	0,007	0,333	2
CINTURON PÉLVICO CIERRE VELCRO	0,063	0,033	0,053	0,042	0,023	0,013	0,063	0,043	0,007	0,342	3

Al observar la tabla 6 se concluye que la mejor opción para el módulo 3 es el cinturón sujeción de cintura.

A continuación, se muestra la tabla 7 en la cual nos indica las conclusiones para girar la grúa del **MÓDULO 4**.

Tabla 7. Conclusiones para girar la grúa.

CONCLUSIÓN	Potencia	Energía Eléctrica	Diseño Mecánico	Velocidad de Operación	Adquisición de repuestos	Dimensiones	Desmontable	Fuerza	Fijación	Σ	Prioridad
SISTEMA DE RODAMIENTO	0,079	0,042	0,060	0,033	0,023	0,013	0,063	0,065	0,007	0,386	1
SISTEMA ELÉCTRICO-FINAL DE CARRERA	0,079	0,042	0,050	0,033	0,023	0,013	0,063	0,033	0,007	0,343	2
SISTEMA HIDRAULICO DIRECTO	0,032	0,017	0,050	0,033	0,023	0,013	0,063	0,033	0,007	0,271	3

Al observar la tabla 7 se concluye que la mejor opción para el módulo 4 es el sistema de rodamiento.

A continuación, se muestra la tabla 8 en la cual nos indica las conclusiones para descender y ascender grúa del **MÓDULO 5**.

Tabla 8. Conclusiones para descender y ascender grúa.

CONCLUSIÓN	Potencia	Energía Eléctrica	Diseño Mecánico	Velocidad de Operación	Adquisición de repuestos	Dimensiones	Desmontable	Fuerza	Fijación	Σ	Prioridad
ACTUADOR ELÉCTRICO	0,079	0,042	0,053	0,033	0,023	0,013	0,063	0,043	0,007	0,358	1
SISTEMA ELÉCTRICO-FINAL DE CARRERA	0,063	0,033	0,053	0,033	0,023	0,013	0,063	0,043	0,007	0,333	2
SISTEMA HIDRAULICO DIRECTO	0,048	0,025	0,053	0,033	0,023	0,013	0,063	0,043	0,007	0,309	3

Al observar la tabla 8 se concluye que la mejor opción para el módulo 5 es el sistema de eléctrico.

SÍNTESIS DE LAS ALTERNATIVAS SELECCIONADAS

Las soluciones obtenidas para cada módulo son las siguientes:

Módulo 1.- Fijación mediante pesas

Módulo 2.- Arnés tipo silla.

Módulo 3.- Cinturón sujeción de cintura.

Módulo 4.- Sistema de rodamiento.

Módulo 5.- Actuador eléctrico.

CAPÍTULO III. Diseño y selección de elementos.

En este capítulo se procede con el diseño del dispositivo conociendo los criterios básicos en base a los cuales serán dimensionados cada uno de los elementos del dispositivo. Se realiza el diseño tomando en cuenta cada una de las soluciones obtenidas por cada uno de los

módulos; la secuencia del diseño depende de los datos disponibles, tanto de cargas como en dimensiones.

3.1. Diseño mecánico

El diseño propuesto consta de 5 módulos de trabajo los cuales se muestra en la figura 30. En el primer módulo la solución es que el dispositivo sea fijado mediante pesas, como segundo módulo está el arnés tipo silla que le ayudara al usuario un traslado seguro, como tercer módulo que complementa al módulo dos es la sujeción de cintura, el módulo cuatro es el sistema de rodamiento que es el encargado del traslado mediante un giro de la superficie a posicionarle a 90° dentro de la piscina y el quinto módulo es el actuador eléctrico que ayuda con el ascenso y descenso de la persona, obtenida luego de la selección de alternativas en la que se consideró DFMA (Diseño para la manufactura y ensamble). Todos los componentes de la máquina pueden encontrarse con mucha facilidad en el mercado local, por si existe una falla se pueda reemplazar.

Todas las piezas del dispositivo de ingreso de personas cumplen con los requerimientos del usuario recalando una de ellas la de fácil mantenimiento y que sea desmontable entre otros.

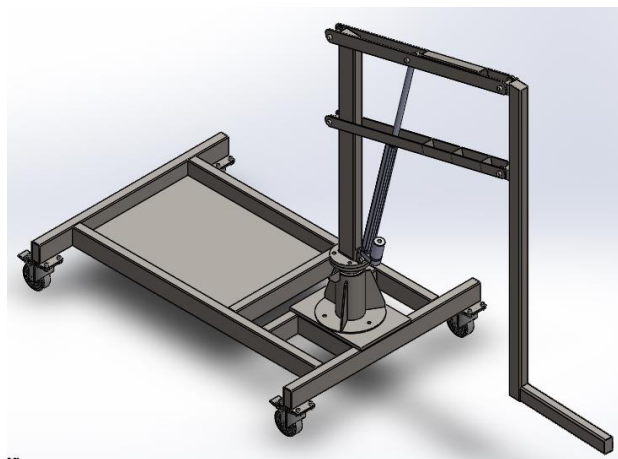


Figura 31. Diseño preliminar de la grúa para piscina.

De acuerdo a la investigación el peso máximo de una persona con movilidad reducida es de 90kg [26], a considerar para el diseño se toma en cuenta un peso de 100kg, otro de los factores importantes a tener en cuenta son las restricciones arquitectónicas de la piscina los cuales son 2m x 2m.

Antes de proceder con el dimensionamiento, se realiza el análisis de la grúa; el mismo que nos ayuda a evaluar el movimiento del mecanismo mediante el método de elementos finitos aplicado a través del software de simulación.

El esquema del dispositivo y sus partes se representan como se puede apreciar en la figura 33.

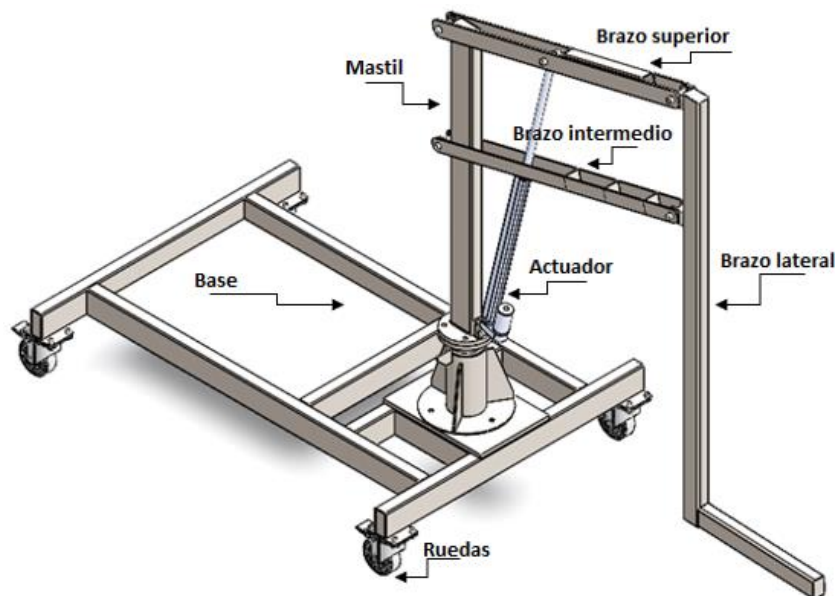


Figura 33. Partes del dispositivo para piscina.

Para el dimensionamiento es necesario conocer de manera general las cargas y momentos, en la figura 34 y en la figura 35 se muestra un esquema completo.

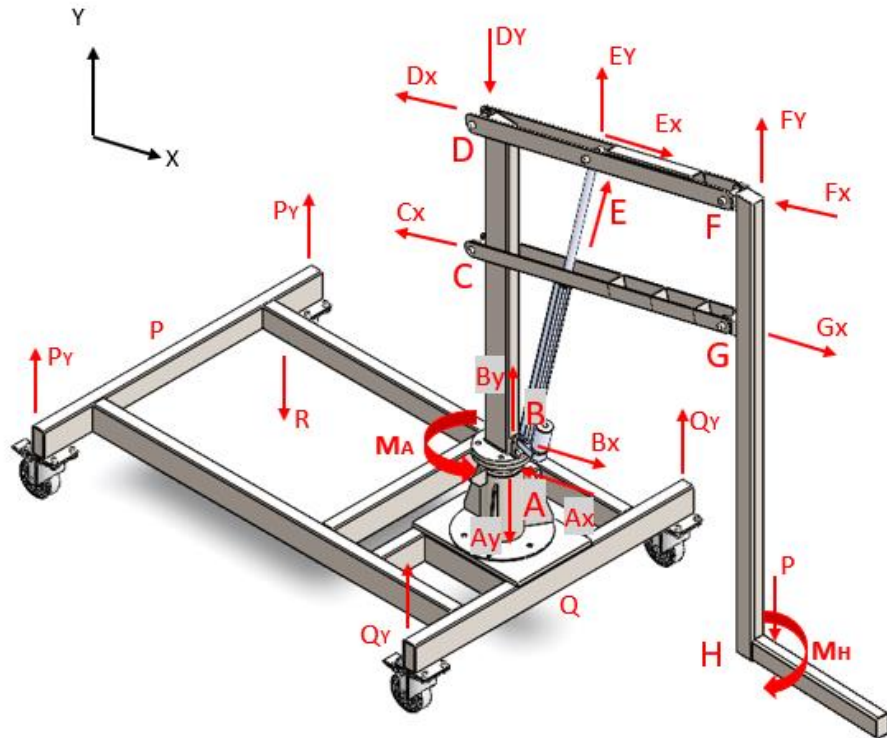


Figura 34. Esquema general de cargas y momentos de la grúa para piscina.

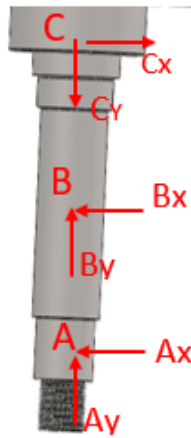


Figura 35. Esquema general de cargas y momentos del eje de la grúa para piscina.

Los elementos estructurales corresponden a acero que cumple con las normas ASTM A36, para lo cual el esfuerzo de fluencia será:

$$\sigma_y = 250MPa$$

El esfuerzo admisible corresponde a σ_{adm} , que a su vez es el esfuerzo de fluencia afectado por el factor de seguridad.

$$\sigma_{adm} = \frac{\sigma_y}{N} \tag{1}$$

Para conocer el valor del esfuerzo admisible reemplazamos el valor de esfuerzo de fluencia en la ecuación 1 y se tiene:

$$\sigma_{adm} = \frac{250MPa}{3}$$

$$\sigma_{adm} = 83.33 MPa$$

3.1.1. Cálculo de brazo lateral

Para realizar el diseño estático del brazo lateral se toma en cuenta el peso de la persona [2] mediante el cual se obtiene las reacciones F_x , F_y , G_x y se genera un momento M_H como se aprecia en la figura 36.

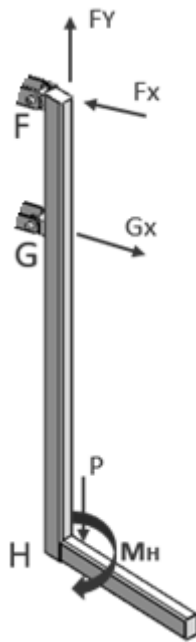


Figura 36. Reacciones y momento del brazo lateral.

Resolviendo el sistema se tiene:

$$G_x = 630N$$

$$F_x = 630N$$

$$F_y = 980 N$$

$$M_H = 220.5 Nm$$

Con los valores se obtiene el diagrama de cuerpo libre como se muestra en la figura 37 para luego graficar los diagramas de momento y de corte según se muestra en la figura 38.

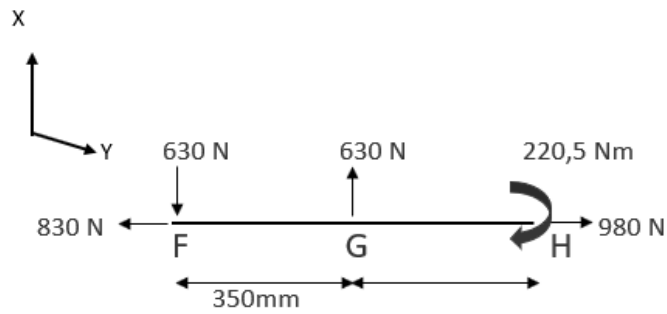
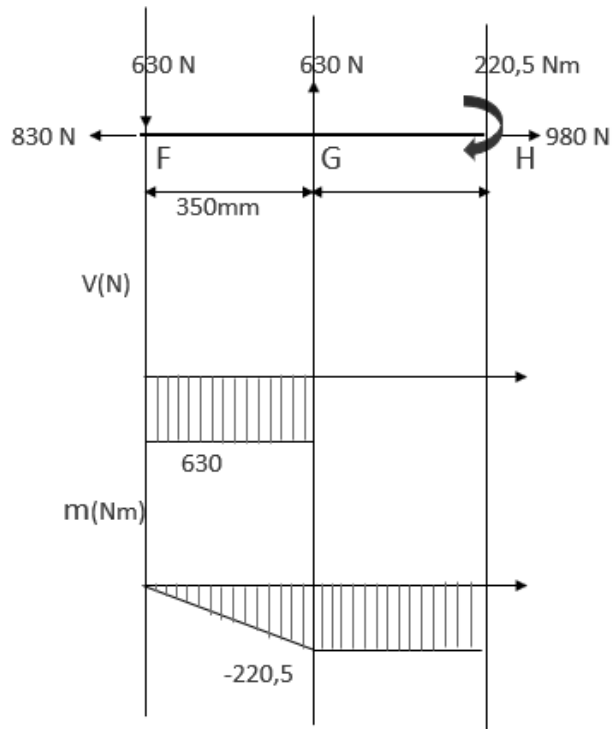


Figura 37. Diagrama de cuerpo libre brazo lateral



$$M_{\max} = 220,5 \text{ Nm}$$

Figura 38. Diagrama de momento y de corte libre brazo lateral

Al conocer los valores de momentos críticos aplicados en el brazo lateral es posible determinar sus dimensiones, utilizando los criterios de resistencia admisible del material. Donde:

M_{\max} : Momento máximo de flexión (Nmm)

σ_{adm} : Esfuerzo admisible (MPa)

S: Módulo de sección

$$M_{max} = 220.5 \text{ Nm} \rightarrow 2200500 \text{ Nmm}$$

$$\sigma_{adm} = 83.33 \text{ MPa}$$

La ecuación 2 muestra la fórmula para calcular el módulo de sección; A partir del módulo de sección se determina las dimensiones necesarias de la viga [27] .

$$S = \frac{M_{max}}{\sigma_{adm}} \quad (2)$$

$$S = \frac{2200500 \text{ Nmm}}{83.33 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}$$
$$S = 2646.10 \text{ mm}^3$$

El módulo de sección es 2.64 cm^3 del cual en el anexo 1 se selecciona el tubo rectangular (40x60x2)mm.

3.1.2. Cálculo del brazo intermedio

Para realizar el diseño estático del brazo intermedio se toma en cuenta la compresión que se genera al aplicar el peso de la persona por lo tanto se genera las reacciones C_x , G_x , como se aprecia en la figura 39.

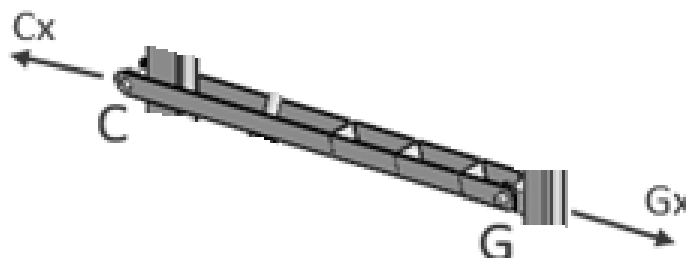


Figura 39. Reacciones y momento del brazo lateral.

Resolviendo el sistema se tiene:

$$G_x = C_x$$

$$C_x = 630 \text{ N}$$

Con los valores obtenidos del diagrama de cuerpo libre como se muestra en la figura 40, se obtiene el diagrama de carga según se muestra en la figura 41.

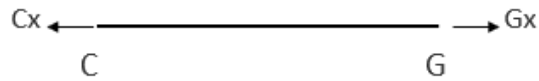


Figura 40. Diagrama de cuerpo libre del brazo intermedio

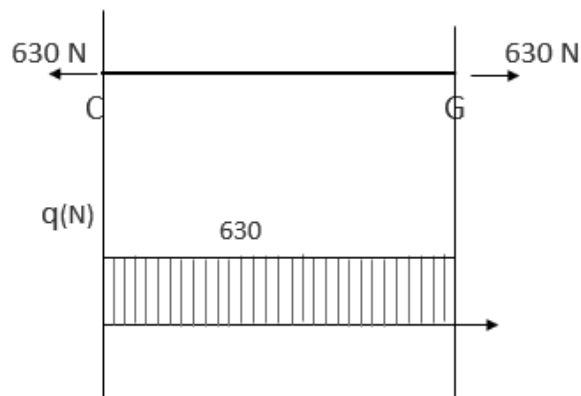


Figura 41. Diagrama de carga del brazo intermedio

Al conocer el valor de la carga aplicados en el brazo intermedio es posible determinar sus dimensiones de área.

Donde:

σ_{adm} : Esfuerzo ultimo (MPa)

σ_{adm} : Esfuerzo admisible (MPa)

A: Área de sección (cm²)

P: Peso (N)

$$\sigma_{adm} = \frac{\sigma_{\text{ultimo}}}{N} \quad (3)$$

$$\sigma_{adm} = \frac{P}{A} \quad (4)$$

Para obtener la ecuación del área se procede a igualar la ecuación 3 y 4 según corresponda.

$$\frac{\sigma_{ultimo}}{N} = \frac{P}{A}$$

La ecuación 5 muestra la fórmula para calcular área de contacto.

$$A = \frac{P \cdot N}{\sigma_{ultimo}} \quad (5)$$

$$P = 980 \text{ N}$$

$$A = \frac{980 \text{ N} \cdot 3}{250 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}$$

$$A = 11.76 \text{ mm}^2 \rightarrow 0.11 \text{ cm}^2$$

El área es 0.11 cm^2 del cual en el anexo 2 se selecciona el perfil (40x3) mm.

3.1.3. Cálculo del brazo superior

Para realizar el diseño estático del brazo superior tomamos en cuenta la posición del vástago del actuador que se tomó en cuenta a 70° cuando se produce la carga máxima del cual la fuerza del actuador se descompone para encontrar las fuerzas E_x , E_y así como las reacciones D_x , D_y como se aprecia en la figura 42.

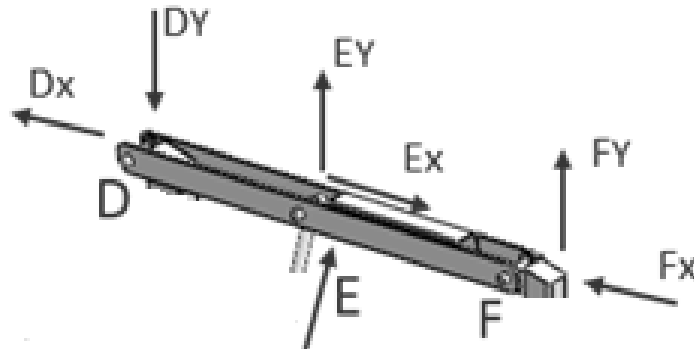


Figura 42. Reacciones y momento del brazo superior.

Resolviendo el sistema se tiene:

$$E_x = 350.2 \text{ N}$$

$$E_y = 1458.6 \text{ N}$$

$$D_x = 980.2 \text{ N}$$

$$D_y = 478.6 \text{ N}$$

Con los valores se obtiene el diagrama de cuerpo libre como se muestra en la figura 43 para luego graficar los diagramas de momento y de corte según se muestra en la figura 44.

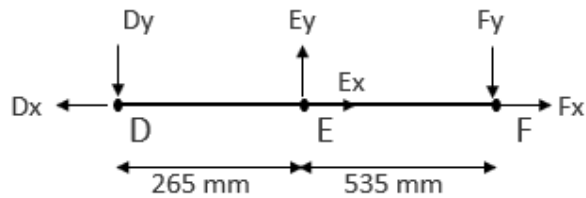


Figura 43. Diagrama de cuerpo libre del brazo superior.

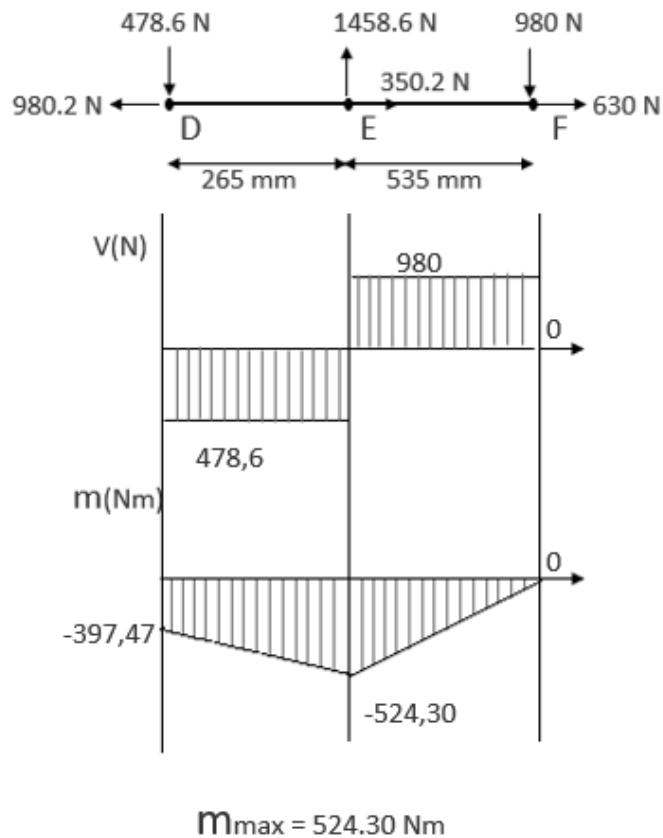


Figura 44. Diagrama de momento y de corte del brazo superior.

Al conocer los valores de momentos críticos aplicados en el brazo superior es posible determinar sus dimensiones, utilizando los criterios de resistencia admisible del material. Donde:

$$M_{max} = 524.30 \text{ Nm} \rightarrow 524300 \text{ Nmm}$$

$$\sigma_{adm} = 83.33 \text{ MP}$$

A partir de la ecuación 2 se obtiene el módulo de sección y por consiguiente se determina las dimensiones necesarias de la viga DEF [28].

$$S = \frac{M_{max}}{\sigma_{adm}}$$

$$S = \frac{524300 \text{ Nmm}}{83.33 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}$$

$$S = 6291.85 \text{ mm}^3 \rightarrow (6.29 \text{ cm}^3)$$

3.1.4. Cálculo del mástil

Para realizar el diseño estático del mástil tomamos en cuenta la del cual la fuerza del actuador se descompone para encontrar las fuerzas B_x , B_y así como las reacciones D_x , D_y , C_x , A_x y A_y así como el momento M_A , como lo podemos apreciar en la figura 45.

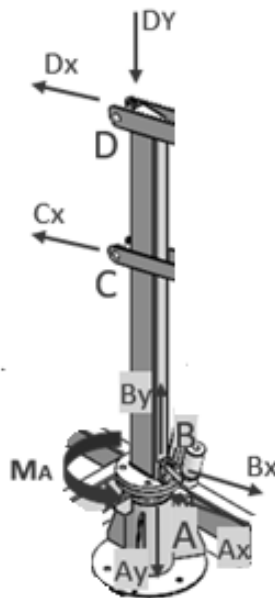


Figura 45. Reacciones y momento del mástil.

Resolviendo el sistema se tiene:

$$D_x = 980.2 \text{ N}$$

$$D_y = 478.6 \text{ N}$$

$$B_x = 350.2 \text{ N}$$

$$B_y = 1458.6 \text{ N}$$

$$C_x = 630 \text{ N}$$

$$A_x = 700.4 \text{ N}$$

$$A_y = 1937.2 \text{ N}$$

$$M_A = 546.18 \text{ Nm}$$

Con los valores se obtiene el diagrama de cuerpo libre como se muestra en la figura 46, para luego graficar los diagramas de momento y de corte según se muestra en la figura 47.

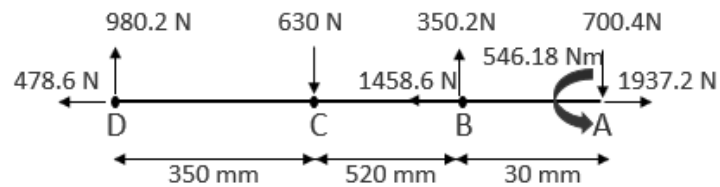


Figura 46. Diagrama de cuerpo libre del mástil.

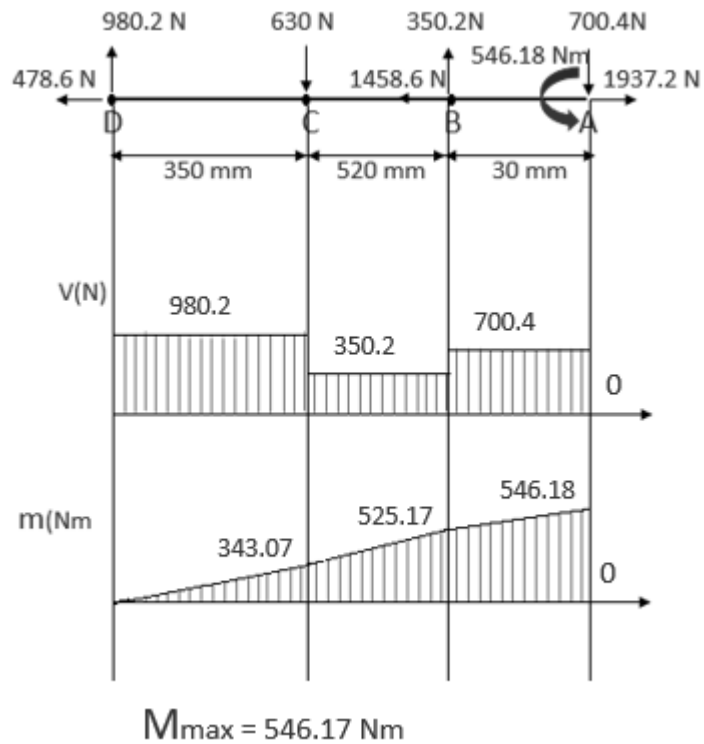


Figura 47. Diagrama de momento y de corte del mástil.

Al conocer los valores de momentos críticos aplicados en el mástil es posible determinar sus dimensiones, utilizando los criterios de resistencia admisible del material.

Donde:

$$M_{max} = 272,33 \text{ Nm} \rightarrow 272330 \text{ Nmm}$$

$$\sigma_{adm} = 83.33 \text{ MP}$$

A partir de la ecuación 2 se obtiene el módulo de sección y por consiguiente se determina las dimensiones necesarias del mástil [27].

$$S = \frac{M_{max}}{\sigma_{adm}}$$
$$S = \frac{272330 \text{ Nmm}}{83.33 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}$$
$$S = 3268 \text{ mm}^3 \rightarrow (3.27 \text{ cm}^3)$$

3.1.5. Cálculo del contrapeso (XY)

La carga a la que sometemos la grúa es de 100 kg, y a partir de este dato, y el peso de la grúa obtendremos el valor del contrapeso como se aprecia en la figura 48.

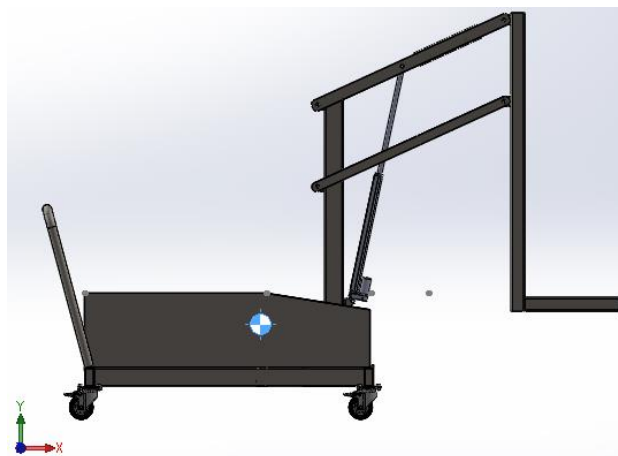


Figura 48. Contrapeso XY.

Para ello se aplica el siguiente criterio de diseño que muestra la figura 49, en el caso uno se toma en cuenta que $P_y = 0$ que da el contrapeso mínimo a colocarse y en el caso dos cuando $P_y = Q_y$ nos da un valor máximo del contrapeso.

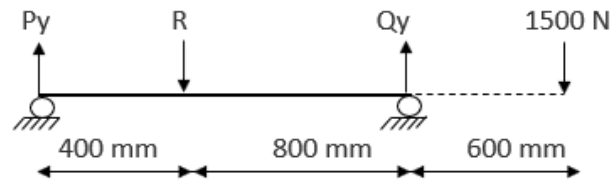


Figura 49. Diagrama de cuerpo libre eje xy.

Resolviendo el sistema se tiene:

Caso 1 $P_y = 0$

$$\sum F_y = 0$$

$$P_y - R + Q_y - 1500 \text{ N} = 0$$

$$-R + Q_y = 1500 \text{ N}$$

$$\sum M_Q = 0$$

$$R(800) - 1500 \text{ N}(640) = 0$$

$$R = 1200 \text{ N}$$

Masa min \rightarrow **122 kg**

Caso 2 $P_y = Q_y$

$$\sum F_y = 0$$

$$P_y - R + Q_y - 1500 \text{ N} = 0$$

$$Q_y - R + Q_y - 1500 \text{ N} = 0$$

$$\sum M_Q = 0$$

$$-P_y(1240) + R(800) - 1500 \text{ N}(640) = 0$$

$$R = 2833.32 \text{ N}$$

Masa max \rightarrow **289 kg**

3.1.6. Cálculo del contrapeso (ZY)

La carga a la que sometemos la grúa es de 100 kg, y a partir de este dato, y el peso de la grúa obtendremos el valor del contrapeso como se aprecia en la figura 50.

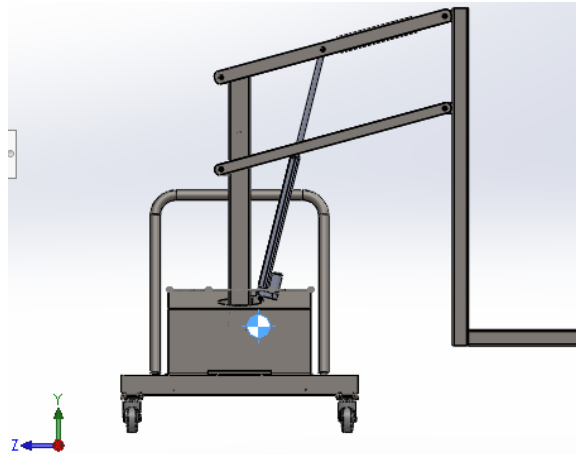


Figura 50. Contrapeso ZY.

Para ello se aplica el siguiente criterio de diseño que muestra la figura 51, en el caso uno se toma en cuenta que $P_y = 0$ que da el contrapeso mínimo a colocarse y en el caso dos cuando $P_y = Q_y$ nos da un valor máximo del contrapeso.

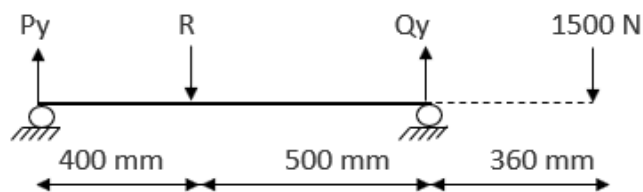


Figura 51. Diagrama de cuerpo libre eje zy.

Resolviendo el sistema se tiene:

Caso 1 $P_y = 0$

$$\sum F_y = 0$$

$$P_y - R + Q_y - 1500 \text{ N} = 0$$

$$-R + Q_y = 1500 \text{ N}$$

$$\sum M_Q = 0$$

$$R(500) - 1500 N(360) = 0$$

$$R = 1080 N$$

Masa min → **110 kg**

Caso 2 $Py = Qy$

$$\sum Fy = 0$$

$$Py - R + Qy - 1500 N = 0$$

$$Qy - R + Qy - 1500 N = 0$$

$$\sum M_Q = 0$$

$$-Py(900) + R(500) - 1500 N(360) = 0$$

$$R = 2700 N$$

Masa max → **275 kg**

3.1.7. Cálculo del eje

Se analiza las fuerzas que actúan sobre el eje de transmisión en la grúa, con el fin de verificar la viabilidad del diseño preliminar y ajustarlo a las medidas reales que deben tener cada uno de los ejes según cálculos.

Los ejes de transmisión corresponden a acero que cumple con las normas ACERO SAE 1020, para lo cual el esfuerzo de fluencia será, $S_y = 196 \text{ MPa}$.

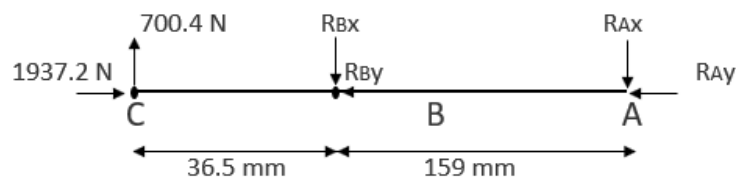


Figura 52. Diagrama de cuerpo libre eje.

Son dos ejes encargados de proporcionar el giro de la grúa. Para el cálculo de su diámetro, se realiza el diagrama de cuerpo libre, en el que actúa el peso, como se observa en la figura 43.

Resolviendo el sistema se tiene:

$$R_{AX} = 160,88 N$$

$$R_{BX} = 861,28 N$$

$$R_{BY} = -287 \text{ N}$$

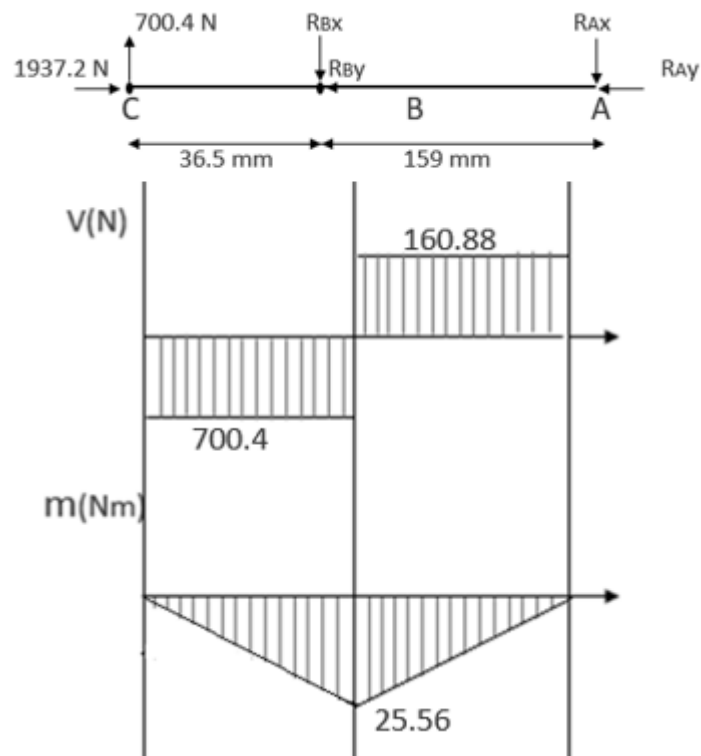


Figura 53. Diagrama de momento y de corte del eje.

Cálculo de fuerza axial

$$\frac{F_{rA}}{Y_A} \leq \frac{F_{rB}}{Y_B}$$

$$K_a \geq 0$$

$$K_a = 1937,2 \text{ N}$$

$$Y_A = 1,5 \text{ (} 45 * 85 * 20 \text{)}$$

$$Y_B = 1,35 \text{ (} 35 * 72 * 18 \text{)}$$

$$F_{aB} = \frac{0,5 F_{rB}}{Y_B} = \frac{0,5 (861,28)}{1,5}$$

$$F_{aB} = R_{BY} = 287 \text{ N}$$

$$F_{aA} = F_{aB} + K_a$$

$$F_{aA} = (287 + 1937,2) \text{ N}$$

$$F_{aA} = R_{AY} = 2224,2 \text{ N}$$

$$F_{rA} = R_{AX}$$

$$F_{rB} = R_{BX}$$

$$F_{aA} = R_{AY}$$

$$F_{aB} = R_{BY}$$

3.1.8. Cálculo del eje por fatiga

Donde:

Resistencia Mecánica $S_{ut} = 441 \text{ MPa}$

Esfuerzo de Fluencia $S_y = 196 \text{ MPa}$

El valor de la resistencia a la fatiga de la ecuación 6 será vital a la hora de calcular el diámetro real de los ejes de transmisión.

Donde:

S_e : Límite de resistencia a la fatiga

K_a : Coeficiente de acabado superficial

K_b : Coeficiente de modificación de tamaño

K_c : Coeficiente de modificación de carga

K_d : Coeficiente de modificación de temperatura

K_e : Coeficiente de concentración de tensiones

K_f : Coeficiente de esfuerzos varios

$$S_e = S_e' K_a K_b K_c K_d K_e K_f \quad (6)$$

$$s_e' = 0,5 Sut$$

$$S_e' = 0,5(441)$$

$$S_e' = 220,5 \text{ MPa}$$

$$K_a = a Sut^b \text{ (Maquinado)}$$

$$K_a = 4,51 (441)^{-0,265}$$

$$K_a = 0,89$$

$$K_b(45\text{mm})$$

$$K_b = \left(\frac{1}{\left(\frac{45}{7,62} \right)^{0,107}} \right)$$

$$K_b = 0,83$$

$$K_c = 0,85 \text{ (Axial)}$$

$$K_d = 1$$

$$K_e = 0,81 \text{ (99\%)}$$

$$S_e = 220,5 (0,89)(0,83)(0,85)(1)(0,81)$$

$$S_e = 112,15 \text{ MPa}$$

Mediante tablas y fórmulas se obtiene los valores de:

$$k_a=0,89$$

$$k_b=0,83$$

$$k_c=0,85$$

$$k_d=1$$

$$k_e=0,81$$

$$k_f=1$$

$$S'_e = 220.5 \text{ MPa}$$

Reemplazando en la ecuación 6 se obtiene $S_e=217.38 \text{ Mpa}$

Diámetros mínimos

Ahora teniendo los momentos y las propiedades del acero 1020 se determina los diámetros en cada punto de acción de las fuerzas:

$$D = \left[\frac{32 N}{n} \sqrt{\left[\frac{K_t M}{S_e} \right]^2 + \frac{3}{4} \left(\frac{T}{S_y} \right)^2} \right]^{1/3}$$

$$D = \sqrt{\frac{2,94(K_t)(V)(N)}{S_e}}$$

$$K_t = 2$$

Sección A

$$D_A = \sqrt{\frac{2,94 (2)(160,88 \text{ N})(3)}{112.15 \text{ N/mm}^2}} = 25.30 \approx 25 \text{ mm}$$

Sección B

$$D_B = \sqrt[3]{\frac{32(3)}{n} \sqrt{\left(\frac{2(25560)}{112.15 \text{ MPa}} \right)^2}} = 24,43 \approx 24 \text{ mm}$$

Sección C

$$D_c = \sqrt{\frac{2,94 (2)(700,4)(3)}{112.15 \text{ N/mm}^2}} = 11 \text{ mm}$$

$$N_y = \frac{S_y}{\sigma_{max}}$$

$$\sigma_{min} = \frac{m}{S_B} = \frac{25560 \text{ Nmm}}{\frac{M(23)^3}{32}} = 21,4 \text{ MPa}$$

$$N_{max} = \frac{S_y}{\sigma_{min}} = \frac{250 \text{ MPa}}{21,4 \text{ MPa}} = 11$$

Para determinar las dimensiones reales de los ejes que se van a utilizar en la grúa el proceso se debe utilizar la siguiente formula:

$$\sigma_{min} = \frac{M}{S_c}$$

$$\sigma_{min} = \frac{25560 \text{ Nmm}}{\frac{M(80)^3}{32}} = 0,508 \text{ MPa}$$

$$N_{max} = \frac{S_y}{\sigma_{min}}$$

$$N_{max} = \frac{250 \text{ MPa}}{0,508} = 491$$

$$\sigma_{max} = \frac{M}{S_A}$$

$$\sigma_{max} = \frac{25560 \text{ Nmm}}{\frac{M(35)^3}{32}} = 6 \text{ MPa}$$

$$N_{min} = \frac{250 \text{ MPa}}{6 \text{ MPa}} = 41$$

Teniendo en cuenta los diseños preliminares de diámetros para los rodillos se determina que los diámetros elegidos inicialmente son válidos.

3.2. Rodamientos del eje de transmisión.

Para la selección de los rodamientos se toma en cuenta los cálculos previos del diámetro de cada segmento, donde se van a colocar los diámetros reales del eje de la figura

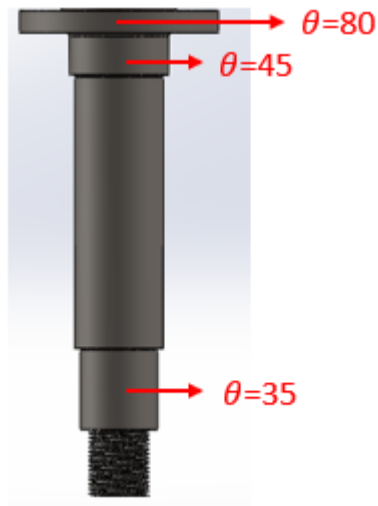


Figura 54. Diámetros del eje de transmisión

Calculando el factor de seguridad se obtiene 2,2 que es un valor aceptable, comprobando que la chumacera va a soportar la carga.

3.3. Centro de masa.

El análisis del centro de masa se realiza en dos posiciones las cuales son donde hace el recorrido la persona posición inicial y a 90°

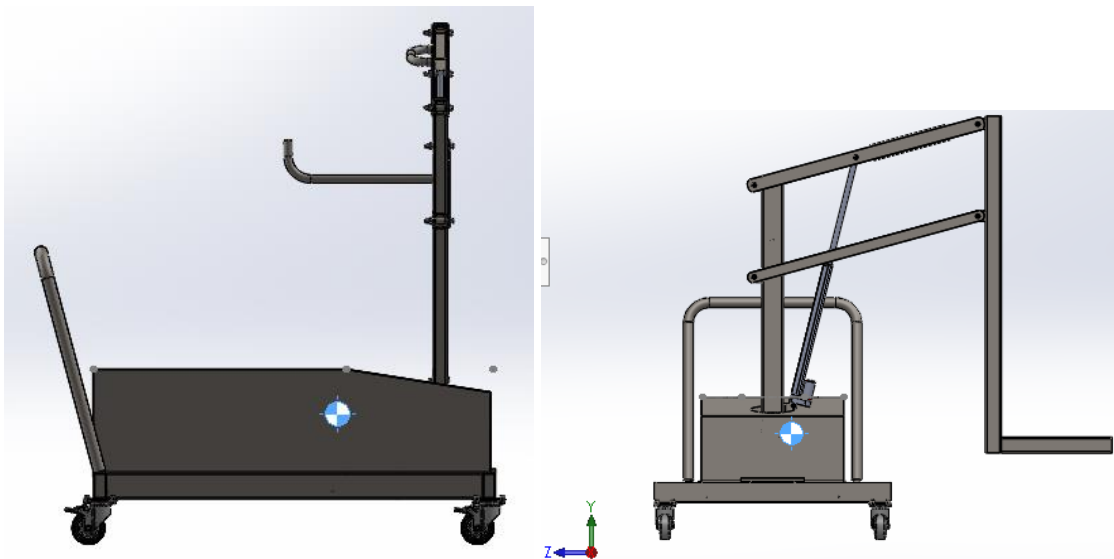


Figura 55. Centro de masa del dispositivo en posición inicial.

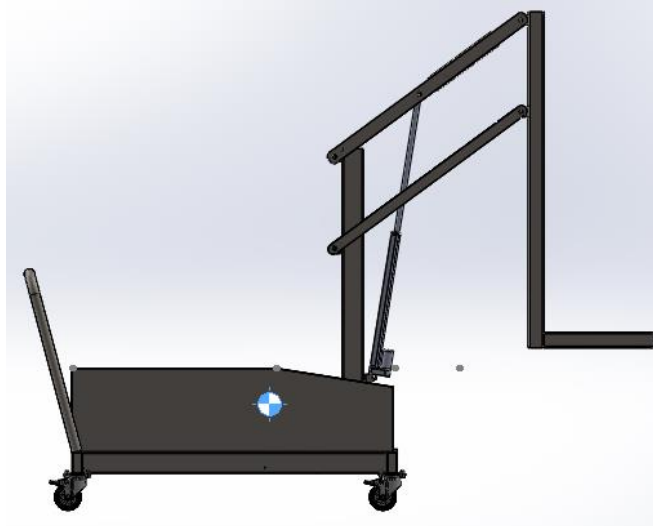


Figura 56. Centro de masa del dispositivo con posición a 90°.

3.4.1 Simulación del brazo lateral

Para validar los cálculos, se procedió a realizar la simulación con la ayuda de un software como se observa en la figura 57, se realiza el análisis de elementos finitos para el brazo lateral, colocando las cargas y momento.

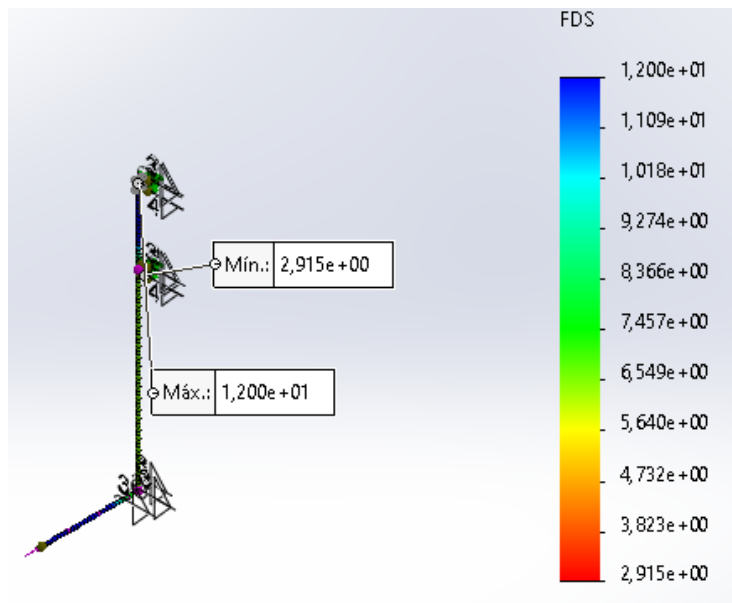


Figura 57. Simulación del Factor de seguridad del brazo lateral.

El cual considera las reacciones del brazo intermedio $G_x = 630$ N, reacción del brazo superior $F_x = 630$ N; $F_y = 980$ N, así como el momento $M_H = 220.5$ Nm.

Para construir el brazo lateral se selecciona el tubo rectangular (40x60x2) mm como se observa en la figura 57, obteniendo como factor de seguridad 2,99; demostrando que la estructura es óptimo para resistir las cargas aplicadas.

3.4.2. Simulación del brazo superior.

A continuación, se realiza el análisis de elementos finitos para el brazo superior, colocando las cargas según el diagrama de cuerpo libre de la figura 38. El cual considera las reacciones del actuador $E_x = 350.2$ N; $E_y = 1458.6$ N y las reacciones del mastil $D_x = 980.2$ N; $D_y = 478.6$ N.

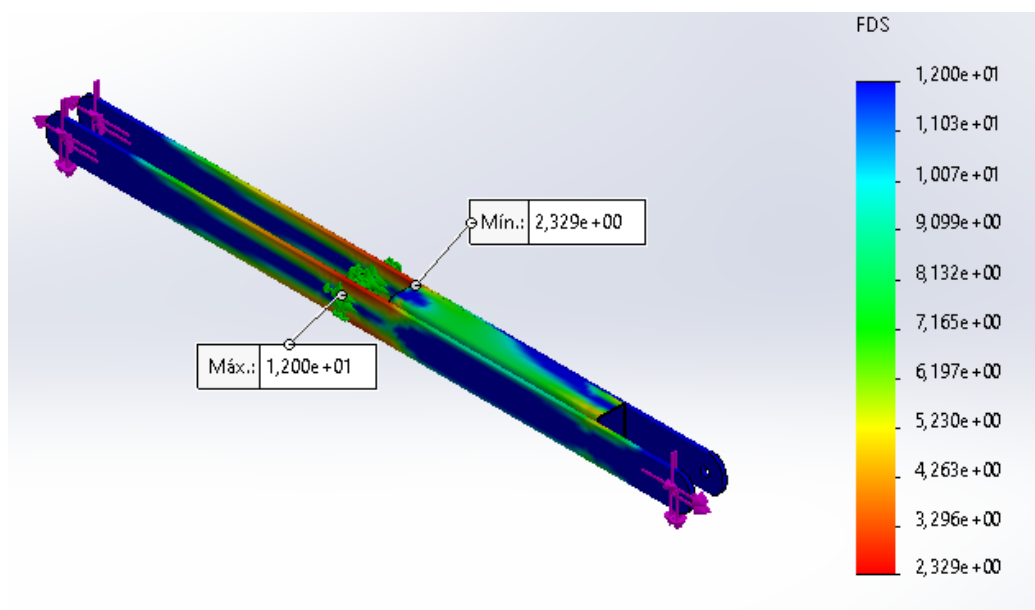


Figura 58. Simulación del Factor de seguridad del brazo superior.

Para construir el brazo superior se selecciona el perfil (40x6) mm como se puede observar en la figura 58, obteniendo como factor de seguridad 2,33; demostrando que la estructura es óptimo para resistir las cargas aplicadas.

3.4.3. Simulación del brazo intermedio.

A continuación, se realiza el análisis de elementos finitos para el brazo intermedio, colocando las cargas según el diagrama de cuerpo libre de la figura 36. El cual considera las reacciones del mástil que es igual a la reacción del brazo lateral $E_x = C_x$ por lo que $C_x = 630\text{N}$.

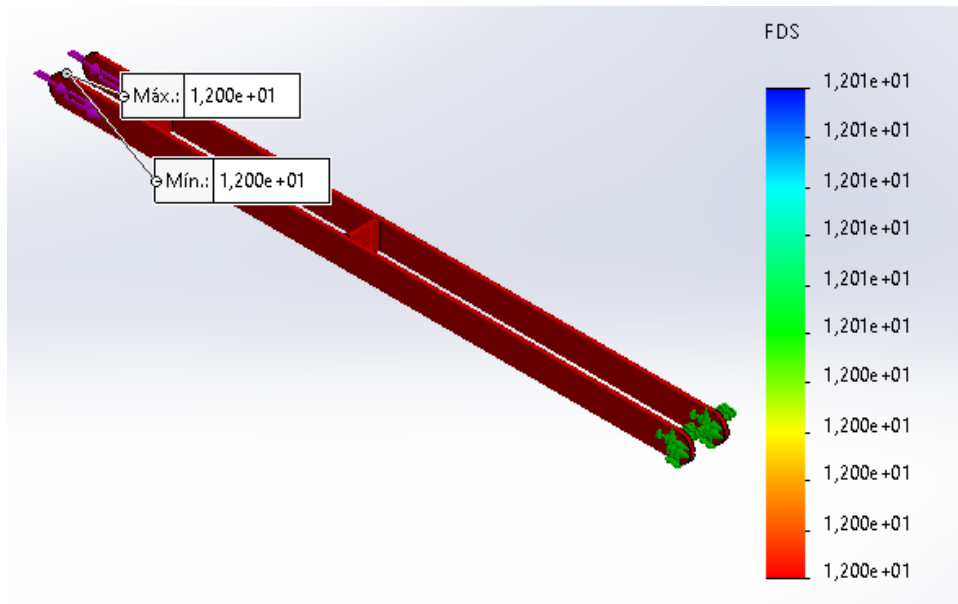


Figura 59. Simulación del Factor de seguridad del brazo intermedio.

Para construir el perfil se selecciona el perfil (40 x 3) mm como se puede observar en la figura 59, obteniendo como factor de seguridad 12e; demostrando que el brazo es óptimo para resistir las cargas aplicadas.

3.4.4. Simulación del mástil.

A continuación, se realiza el análisis de elementos finitos del Mástil, colocando las cargas según el diagrama de cuerpo libre de la figura 40. El cual considera las reacciones del actuador $B_x = 350.2\text{ N}$; $B_y = 1458.6\text{ N}$, las reacciones del brazo superior $D_x = 980.2\text{N}$; $D_y = 478.6\text{ N}$, las reacciones del brazo intermedio $C_x = 630\text{ N}$, las reacciones del eje $A_x = 700.4\text{ N}$; $A_y = 1937.18\text{ N}$ del cual genera un momento $M_A = 546.18\text{ Nm}$.

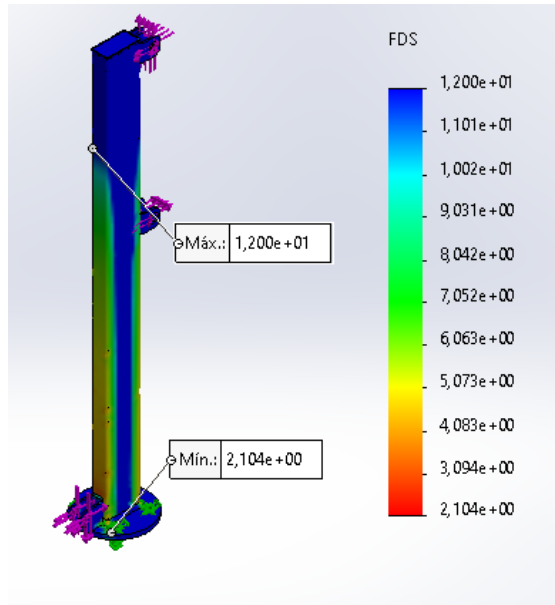


Figura 60. Simulación del Factor de seguridad del Mástil.

Para construir la barra se selecciona el perfil (40x60x3) mm como se puede observar en la figura 60, obteniendo como factor de seguridad 2.10; demostrando que el brazo es óptimo para resistir las cargas aplicadas.

3.4.5. Simulación de la base.

Para conocer si el tubo seleccionado va a soportar el peso de la máquina, se considera las cargas tanto de la máquina como del paciente. En la máquina, incluye el brazo lateral, brazo intermedio, brazo superior y el mástil; el peso del paciente se considera 100Kg del cual se genera un contrapeso de 200kg.

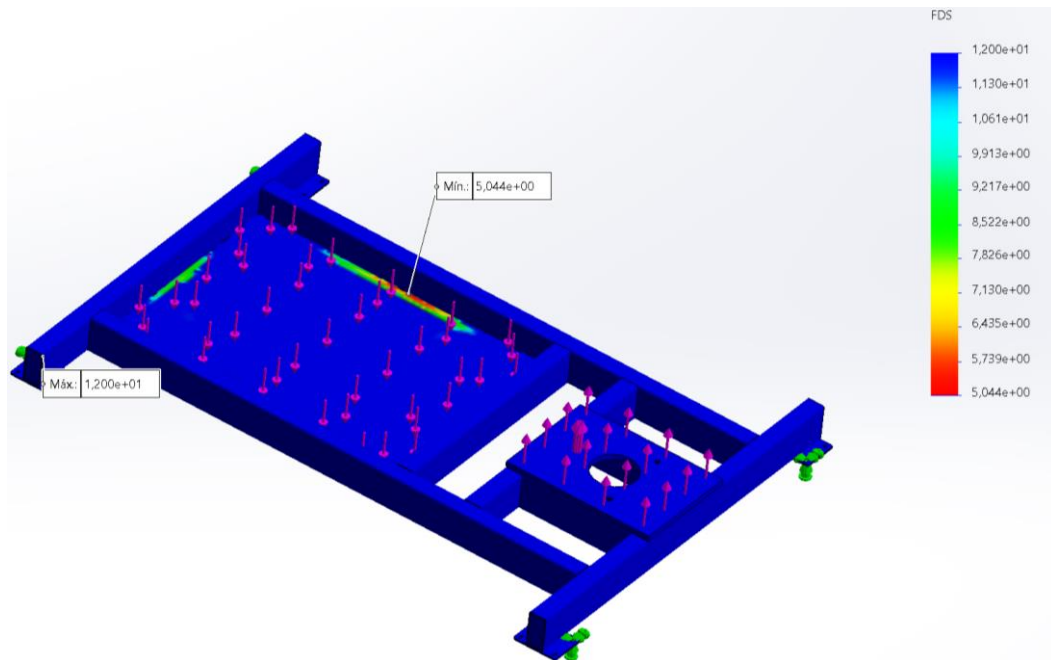


Figura 61. Simulación del Factor de seguridad de la base.

Para construir la estructura se selecciona tubo rectangular (40x75x3) mm como se puede observar en la figura 61, obteniendo como factor de seguridad 5.04; demostrando que la base es óptima para resistir las cargas aplicadas.

3.5. Diseño electrónico de control

Para la recepción de la señal se usa un micro controlador que al recibir la señal de entrada realizada por el mando a distancia, el integrado procede a controlar dicha señal en el integrado de control y devolverá una señal de salida para la activación del actuador como muestra la figura 62.

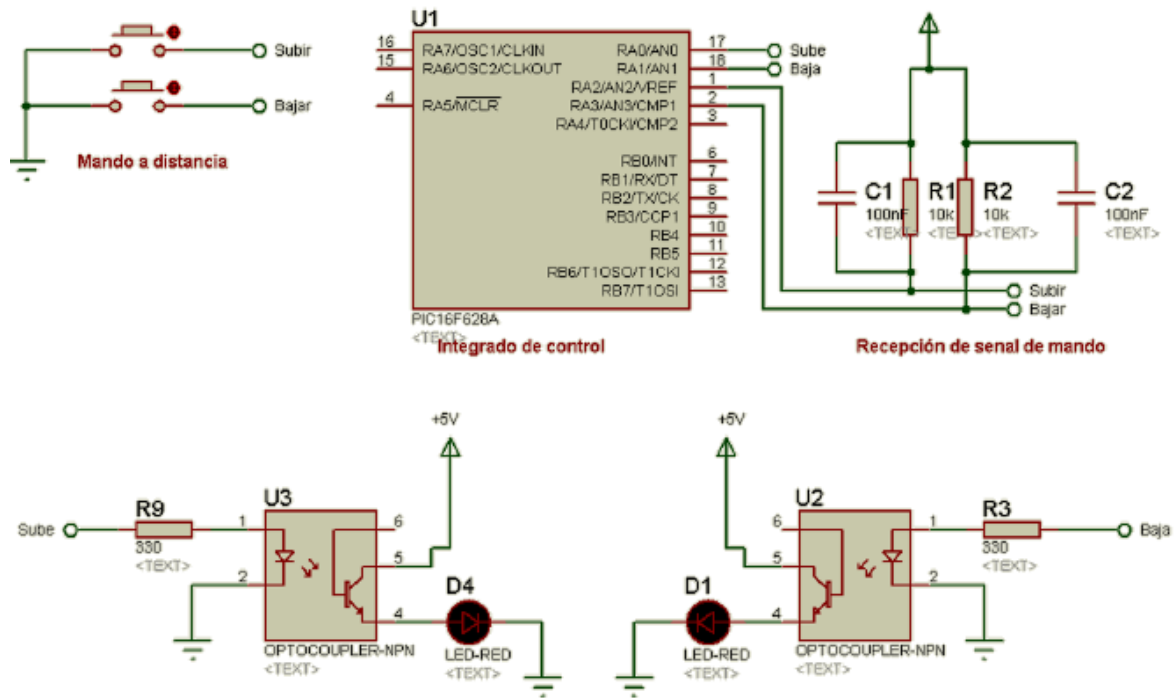


Figura 62. Diseño electrónico de control.

3.5.1. Diseño electrónico de potencia

Para la activación del actuador lineal que se representa por un motor de corriente continua, como se observa en la figura 63 se usa opto acopladores, así como módulos relés para el accionamiento del motor.

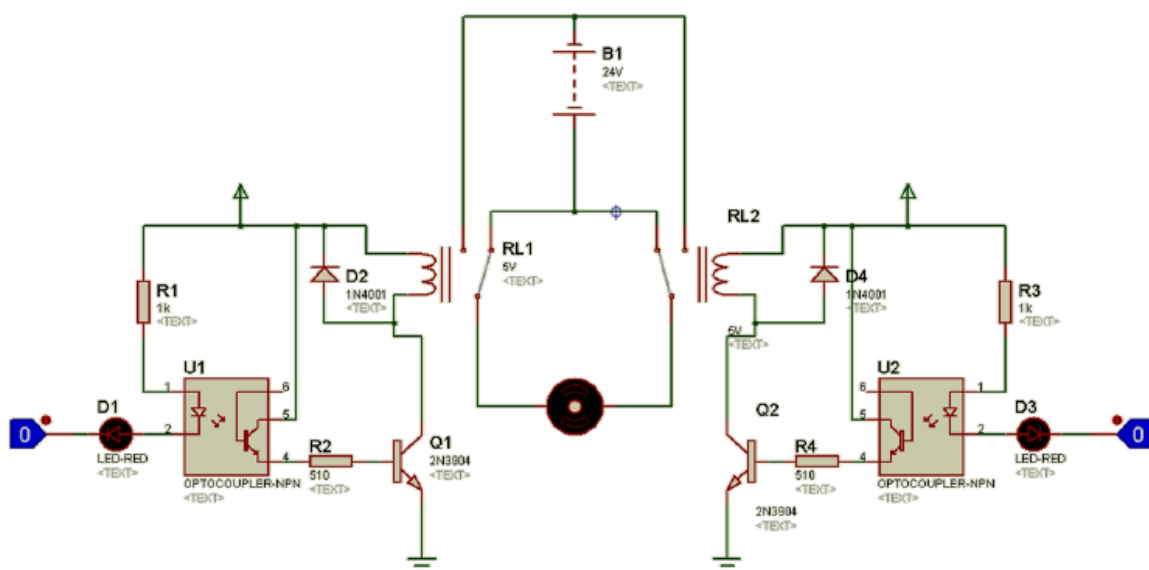


Figura 63. Diseño electrónico de potencia.

3.6. Análisis de costos directos de fabricación del dispositivo.

Los costos que intervienen directamente en la fabricación del dispositivo se muestra en la tabla 9.

Tabla 9. Costos directos de fabricación.

DETALLES	COSTOS
Actuador eléctrico lineal	\$ 300
Materiales	\$ 800
Mano de obra	\$ 600
Insumos eléctricos	\$ 100
TOTAL	\$ 1800

3.7. Análisis de costos indirectos de fabricación del dispositivo.

Los costos que intervienen indirectamente en la fabricación del dispositivo se muestran en la tabla 10.

Tabla 10. Costos indirectos de fabricación.

DETALLES	COSTOS
Materiales de oficina	\$ 50
Internet	\$ 150
Transporte	\$ 300
TOTAL	\$ 500

3.8. Costo total.

El costo total de fabricación es la suma de los costos directos e indirectos para la fabricación del dispositivo se muestra en la tabla 11.

Tabla 11. Costos totales de fabricación.

DETALLES	COSTOS
Costos directos	\$ 1800
Costos indirectos	\$ 500
TOTAL	\$ 2300

CAPITULO IV. Conclusiones y Recomendaciones

4.1. Conclusiones

- Por medio de observación y lluvia de ideas de las personas con movilidad reducida se pudo identificar como ingresan y salen de la piscina con los procesos actuales por lo que se logró un diseño que se acopla tanto al paciente como a la piscina.
- Se determinó, sin peso un tiempo de, un minuto y cuarenta segundos, durante el ascenso y descenso del brazo de la grúa; mientras que con un peso de 930N duro un tiempo de, un minuto y cincuenta que satisface a los requerimientos del usuario.
- Se demostró que al realizar el funcionamiento del dispositivo durante 10 veces consecutivas en un mismo día, no interfirió en las funciones de la piscina.
- La utilización del QFD para el diseño del dispositivo y su posterior construcción, se pudo determinar los parámetros como velocidad de operación, dimensiones, desmontable que, mediante el cual se determina el tipo de material a usarse adecuadamente por lo que el acero ASTM A36 es el más óptimo por sus características tanto en factor de seguridad como en la elongación.
- Se consigue un mecanismo el cual se acople a la piscina por lo que la distancia mínima al borde de la piscina es 10cm y la distancia máxima es de 20 cm por lo que es totalmente desmontable a la piscina;
- Su fijación es mediante pesas por lo que la carga máxima admisible es para trabajar es de 100kg que da un factor de seguridad de 3 que garantizan una operación segura y sencilla.

4.2. Recomendaciones

- En trabajos futuros, continuar la línea de investigación enfocada a los diferentes tipos de materiales para la estructura del dispositivo, de esta manera mejorar la relación peso – costo del dispositivo para obtener mayores beneficios.
- Para mejorar la estética es necesario cambiar ciertos elementos principalmente el cinturón de sujeción el cual se acople mejor al paciente.
- Se plantea mejorar el sistema de control manual a un sistema inalámbrico, el cual permita controlar mejor los movimientos de ascenso y descenso del paciente.
- Realizar la investigación en el eje con otro tipo de material, donde se considere fuerzas axiales para estudiar la posibilidad del mismo suavizado en el giro, pero a menor costo.
- Se recomienda que el giro sea también electromecánico para una mejor precisión a la hora de subir y bajar al paciente.

BIBLIOGRAFIA

- [1] M. C. Valarezo, «Ministerio de inclusion Economica y social,» 5 Julio 2013. [En línea]. Available: <http://www.inclusion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/11/Modelo-de-Atenci%C3%B3n-de-Discapacidades.pdf>.
- [2] CONADIS, «Registro Nacional de Discapacidades,» 2015. [En línea]. Available: http://www.consejodiscapacidades.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/04/registro_nacional_discapacidades.pdf.
- [3] A. –. V. R. Rabanal, SISTEMA AUTÓNOMO PARA ACCESIBILIDAD EN PILETAS, Buenos Aires: Taller de Diseño Industrial, 23 Noviembre de 2009.
- [4] J.-K. D.-I. K. H. K. Geiss.EUROPA Patente EP0390003A1, 1990.
- [5] D. M. Messora.Patente WO2006075351A8, 2010.
- [6] N. R. P. Lafragua, DISEÑO DE ÓRTESIS ACTIVA DE CODO PARA REHABILITACIÓN DE PACIENTES ESPÁSTICOS, MÉXICO, 2012.
- [7] I. Fundación Wikimedia, «Wikipedia®,» 19 Octubre 2017. [En línea]. Available: https://es.wikipedia.org/wiki/Persona_de_movilidad_reducida.
- [8] ©. E. Accesible, «ENTORNO ACCESIBLE,» 2014. [En línea]. Available: <https://www.entornoaccesible.es/productos/grua-pool-e-185/#>.
- [9] D. g. d. e. indígena, Educación pertinente e inclusiva, La discapacidad en educación indígena., MÉXICO: Editorial y Servicios Culturales El Dragón Rojo, 2012.
- [10] I. HeiTech Services, «¿Cuáles son las discapacidades sensoriales?,» *NARIC*, p. 2, 2018.
- [11] I. C. A. N.W., «Discapacidades Intelectuales,» *NICHCY*, p. 6, 2010.
- [12] ©. U. Press, «Spanish Oxford Living Dictionaries,» 2018. [En línea]. Available: <https://es.oxforddictionaries.com/definicion/grua>.
- [13] «Sistema de grúa de techo,» *LikoGuard™*, p. 8, 2015.
- [14] «© Entorno Accesible,» 2016. [En línea]. Available: <https://www.entornoaccesible.es/productos-y-servicios/movilizacion-de-personas/grua-de-techo/>.
- [15] «Grúa de piscina PAL,» *CUIDDO*, p. 3, 2015.
- [16] «Grúa de piscina fija,» *Digi proyect*, p. 2, 2018.
- [17] «Elevadores hidráulicos para piscinas,» *euromiscap*, p. 2, 2014.
- [18] C. Riba, Diseño Concurrente, Barcelona: UPC, 2002.
- [19] C. R. Romeva, Diseño Concurrente, Barcelona: Ediciones UPC, 2002.

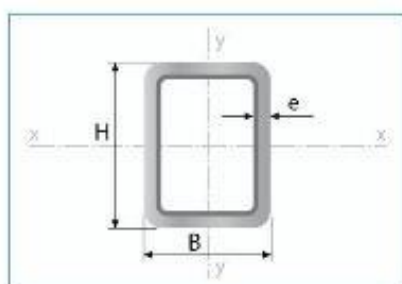
- [20] «Hidro Vinisa S.L.,» [En línea]. Available: <https://hidrovinisa.com/accesibilidad-piscinas/>. [Último acceso: 18 Febrero 2019].
- [21] «Grúa de piscina,» *Handi move nv*, vol. 1, p. 2, 2015.
- [22] «Ortoweb Medical SL.,» Enero 2012. [En línea]. Available: <http://www.ortoweb.com/cinturon-de-sujecion-abdominal-alcochado-con-cierre-ironclip.> [Último acceso: 15 Febrero 2019].
- [23] «Goural,» [En línea]. Available: https://www.goural.es/cinturon-pelvico-cierre-velcroarnetec-fix-xml-586_514-9341.html. [Último acceso: Febrero 2019].
- [24] J. Quingla, “CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA MECÁNICO DE UNA PLATAFORMA PARA BUSES URBANOS DE LA CIUDAD DE IBARRA QUE FACILITE EL ACCESO DE PERSONAS QUE UTILIZAN SILLA DE RUEDAS”, Ibarra, 2017.
- [25] LINAK, «LINAK,» LINAK, 2017. [En línea]. Available: <https://www.linak.com/products/linear-actuators.aspx>.
- [26] C. C. M. d. C, Informe Sistema Nacional de Calificación de Discapacidades, Cons Nac Discapacidades CONADIS, 2012, p. 38.
- [27] R. L. Mott, DISEÑO DE ELEMENTOS DE MÁQUINAS, México: Pearson Educación, 2006.
- [28] J. C. C. Hernandez, «Características y necesidades de las personas en situación de dependencia,» [En línea]. Available: https://books.google.com.ec/books?id=wMrKBAAQBAJ&pg=PA198&lpg=PA198&dq=caracteristicas+de+silla+de+ruedas+bimanual&source=bl&ots=Jq0aKjy3eO&sig=57eV_VaHtCxVEhMdeh3oDBFOurw&hl=es&sa=X&sqi=2&ved=0ahUKEwiNuKj3y7nMAhUFwiYKHVZ3A8IQ6AEIHTAB#v=onepage&q=caracte.
- [29] M. d. I. E. y. S. d. Ecuador, «Ministerio de Inclusión Económica y Social del Ecuador,» 2015. [En línea]. Available: <http://www.inclusion.gob.ec/nuevo-mies/>.
- [30] C. F. B. GAVILANEZ, «TESIS DE INGENIERÍA MECÁNICA,» de *Contrucción de un Elevador para silla de ruedas a Instalarse en bus tipo de la ciudad de Quito*, Quito, 2011, p. 3.
- [31] G. G. T. S. Bustamante Villagomez Diego Fernando, *DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA PLATAFORMA AUTOMÁTICA Y UTILIZACIÓN DE VISIÓN ARTIFICIAL EN BUSES URBANOS PARA FACILITAR EL ACCESO A PERSONAS QUE UTILIZAN SILLA DE RUEDAS.*, Latacunga, 2015.
- [32] D. F. O. P. Pablo Francisco Arpi Torres, *Diseño y Construcción de un Dispositivo de accesibilidad para silla de ruedas para buses Urbanos*, Cuenca, Azuay, 2015.
- [33] INEC, «Informacion Censal Cantonal,» 2010. [En línea]. Available: http://www.inec.gob.ec/cpv/index.php?option=com_content&view=article&id=232&Itemid=128&lang=es.
- [34] Wikipedia, «Wikipedia,» Fundación Wikimedia, Inc., 18 12 2016. [En línea]. Available: https://es.wikipedia.org/wiki/Persona_de_movilidad_reducida.

- [35] INEN, 2010. [En línea]. Available: <https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.2292.2010.pdf>.
- [36] D. abc, «Definición abc,» 2007. [En línea]. Available: <http://www.definicionabc.com/general/bus.php>.
- [37] E. Comercio, «EC.COM,» 2014. [En línea]. Available: <http://especiales.elcomercio.com/2014/09/buses-especificaciones/>.
- [38] C. P. Perez, «Prezi,» 21 Julio 2014. [En línea]. Available: <https://prezi.com/4k3i9z5py3uk/autobuses-concepto-y-clases/>.
- [39] C. Stalin, «en cualquier Bus,» 26 Septiembre 2012. [En línea]. Available: <https://enquebusvasvosve.wordpress.com/2012/09/26/bus-en-quito/>.
- [40] J. P.-A. Sotomayor, *Diseño, Automatización y Simulación de una línea para fabricación de pinturas*, Quito, 2015.
- [41] L. P. Guayas, «Centro de Equinoterapia recibió como donación un moderno bus para trasladar a sus pacientes,» [guayas.gob.ec](http://www.guayas.gob.ec), 23 10 2012. [En línea]. Available: <http://www.guayas.gob.ec/noticias/centro-de-equinoterapia-recibio-como-donacion-un-modeno-bus-para-trasladar-a-sus-pacientes>.
- [42] I. E. d. Normalización, *RTE INEN 038*, Quito: INEN, 2008.
- [43] I. E. d. Normalización, *Accesibilidad de las personas al medio físico. Señalización.*, Quito: INEN, 2000.
- [44] PFC, «PFC Accesos Automáticos del Ecuador,» PFC, 2017. [En línea]. Available: <http://www.pfc.com.ec/ruedas-y-bisagras.html>.
- [45] FESTO, «FESTO COLOMBIA,» FESTO AMERICA, 2017. [En línea]. Available: https://www.festo.com/cms/es-co_co/index.htm.
- [46] D. d. I. M. U. C. I. d. Madrid, *TEORIA DE MECANISMOS*, Madrid, 2017.
- [47] Wikipedia, «Wikipedia,» 2017. [En línea]. Available: <https://es.wikipedia.org/>.
- [48] D. J. A. Baldor, *Geometría Plana y del Espacio con una Introducción a la Trigonometría*, 2004.
- [49] P. A. Valcarce, «Física: Torque y Momento de Torsión,» Pontificia Universidad Católica de Chile, 2014. [En línea]. Available: http://www.astro.puc.cl/~avalcarc/FIS109A/16_Torque.pdf.
- [50] R. L. Mott, *Diseño de Elementos de Máquinas*, 2006.
- [51] n. y. a. Imagina-Iniciativa Múltiple de Atención de GAPs a la integración, «Consideraciones Biomecánicas en la silla de ruedas,» Grupo Asociado de Progreso Social, 17 10 2005. [En línea]. Available: http://www.sld.cu/galerias/pdf/sitios/rehabilitacion-bio/imagina__biomecanica_de_una_silla_de_ruedas.pdf. [Último acceso: 2016].
- [52] F. L. S. Andrew Pytel, *Resistencia de Materiales*, 2015.
- [53] J. Ferdinand P. Beer/E. Russell Johnston, *Mecánica de Materiales*, Mc Graw Hill, 2010.

- [54] R. L. Norton, Apéndices -Diseño de Máquinas (4ed)- Un enfoque integrado- Introducción al Diseño, 2004.
- [55] «Ortoweb Medical SL.,» Enero 2012. [En línea].
- [56] «LINAK®,» Actuador Lineal, 2016. [En línea]. Available: <http://www.linak.es/about/?id3=4283> . [Último acceso: Enero 2019].
- [57] I. H. E. D. POZO, LEY ORGÁNICA DE DISCAPACIDADES, Quito: Editora Nacional, 2012, p. 28.

ANEXO 2

Tubería Estructural Rectangular



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

Aplicaciones

- Estructuras: galpones y naves industriales, edificios, soporte de techos.
- Automotriz y de autopartes: carrocería y remolques.
- Señalización y vialidad: soportes.
- Construcción en general.

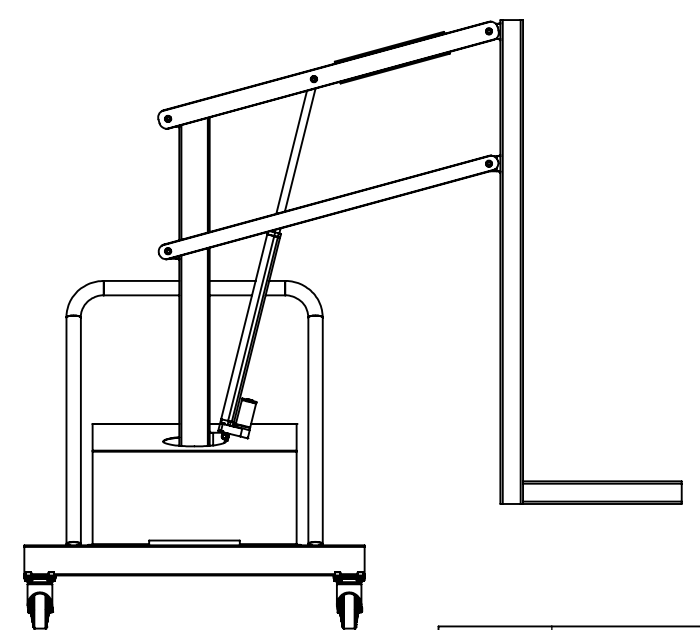
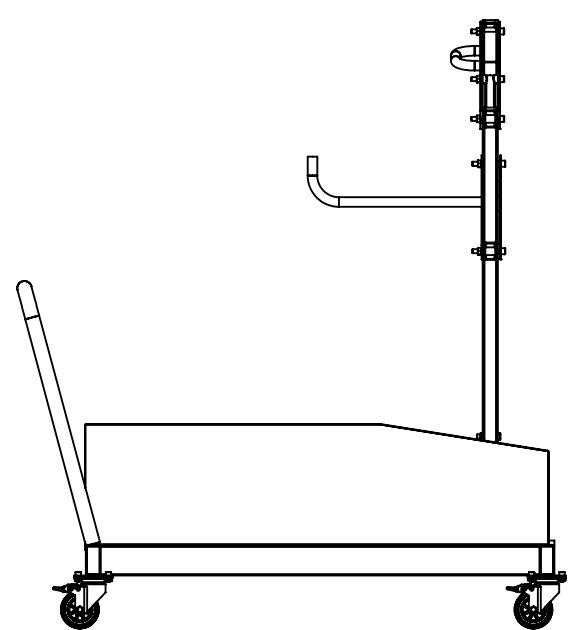
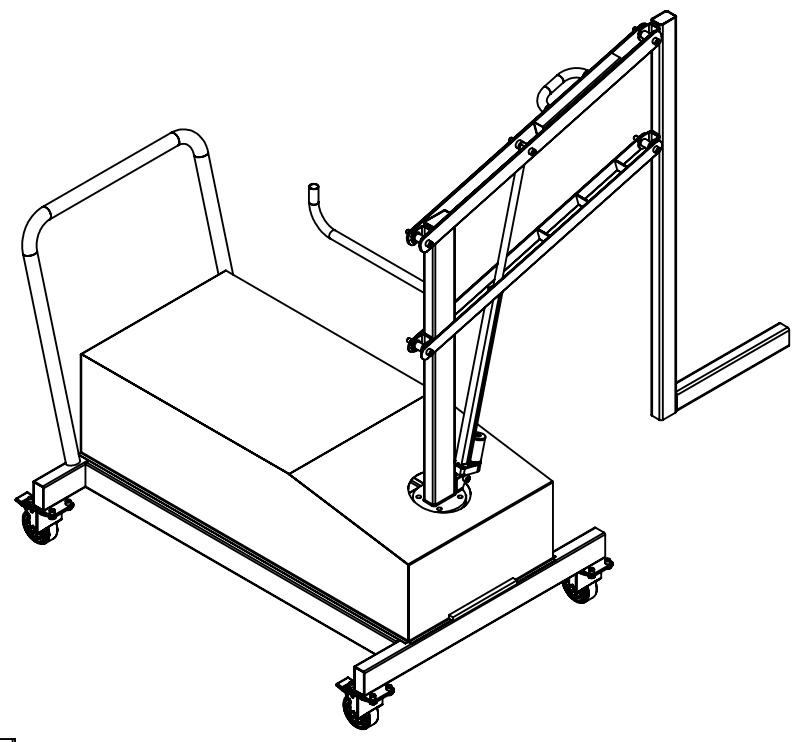
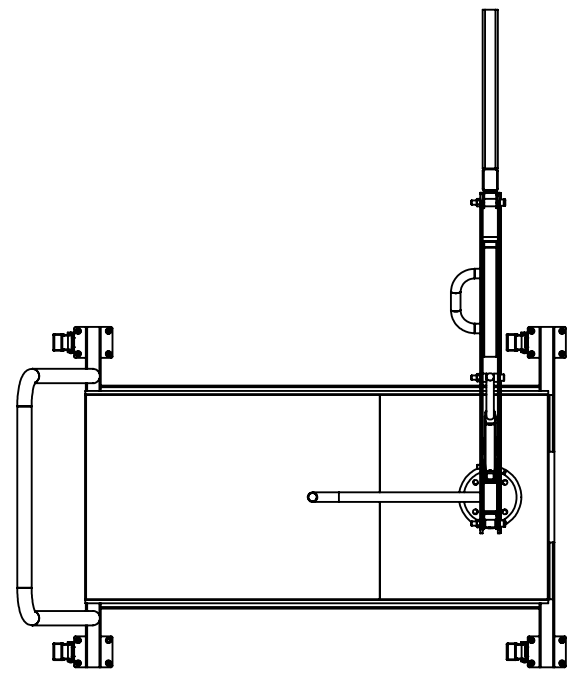
Designaciones	Área	Peso	Propiedades Estáticas							
			Eje x-x'			Eje y-y'				
			Momento de Inercia	Módulo de resistencia	Radio de giro	Momento de Inercia	Módulo de resistencia	Radio de giro		
B	H	e	A	P	I	W	i	I	W	i
mm	mm	mm	cm ²	kg/m	cm ⁴	cm ³	cm	cm ⁴	cm ³	cm
20	40	1,50	1,65	1,30	3,26	1,63	1,40	1,09	1,09	0,81
		2,00	2,14	1,68	4,04	2,02	1,37	1,33	1,33	0,79
		3,00	3,91	3,07	12,90	5,08	1,75	4,12	3,26	0,99
25	50	1,50	2,10	1,65	7,65	3,02	0,82	2,50	2,02	1,05
		2,00	2,74	2,15	8,37	3,35	1,75	2,80	2,24	1,01
		3,00	3,91	3,07	12,90	5,08	1,75	4,12	3,26	0,99
30	50	1,50	2,25	1,77	7,53	3,01	1,83	3,41	2,27	1,23
		2,00	2,94	2,31	9,52	3,81	1,80	4,28	2,85	1,21
		3,00	4,21	3,30	12,78	5,11	1,74	5,66	3,77	1,16
40	60	1,50	2,85	2,24	14,40	4,79	2,26	7,71	3,85	1,65
		2,00	3,74	2,93	18,39	6,13	2,22	9,81	4,90	1,62
		3,00	5,41	4,25	25,31	8,44	2,16	13,37	6,69	1,57
30	70	1,50	2,85	2,24	18,08	5,17	2,49	4,76	3,17	1,28
		2,00	3,74	2,93	22,20	6,34	2,44	5,85	3,90	1,25
		3,00	5,41	4,25	30,50	8,71	2,37	7,84	5,23	1,20
40	80	2,00	4,54	3,56	37,32	9,33	2,87	12,70	6,35	1,67
		3,00	6,61	5,19	52,16	13,04	2,81	17,49	8,75	1,63
		4,00	8,55	6,71	53,20	17,78	2,62	10,80	11,50	1,18
50	100	2,00	5,74	4,50	73,63	14,50	3,66	25,46	10,03	2,15
		3,00	8,41	6,60	113,57	22,29	3,61	38,40	15,08	2,10
		4,00	10,95	8,59	140,19	27,53	3,56	47,01	18,52	2,06
50	150	2,00	7,74	6,07	207,45	27,66	5,18	37,17	14,87	2,19
		3,00	11,41	8,96	317,82	41,79	5,21	56,16	22,12	2,18
		4,00	14,95	11,73	397,70	52,27	5,13	69,06	27,20	2,14
75	175	3,00	14,41	11,31	556,65	63,62	6,22	149,40	39,84	3,22
		4,00	18,95	14,87	718,11	82,07	6,16	191,03	50,94	3,18

ANEXO 3

ANEXO 4

Productos Laminados							
Designación del material (Número AISI)	Condición	^{S_u} Resistencia a la tensión		^{S_y} Resistencia de fluencia		Ductilidad (porcentaje de elongación en 2 pulgadas)	Dureza Brinell (HB)
		(ksi)	(MPa)	(ksi)	(MPa)		
1020	Laminado en caliente	55	379	30	207	25	111
1020	Estirado en frío	61	420	51	352	15	122
1020	Recocido	60	414	43	296	38	121
1040	Laminado en caliente	72	496	42	290	18	144
1040	Estirado en frío	80	552	71	490	12	160
1040	OQT 1300	88	607	61	421	33	183
1040	OQT 400	113	779	87	600	19	262
1050	Laminado en caliente	90	620	49	338	15	180
1050	Estirado en frío	100	690	84	579	10	200
1050	OQT 1300	96	662	61	421	30	192
1050	OQT 400	143	986	110	758	10	321
1117	Laminado en caliente	62	427	34	234	33	124
1117	Estirado en frío	69	476	51	352	20	138
1117	WQT 350	89	614	50	345	22	178
1137	Laminado en caliente	88	607	48	331	15	176
1137	Estirado en frío	98	676	82	565	10	196
1137	OQT 1300	87	600	60	414	28	174
1137	OQT 400	157	1083	136	938	5	352
1144	Laminado en caliente	94	648	51	352	15	188
1144	Estirado en frío	100	690	90	621	10	200
1144	OQT 1300	96	662	68	469	25	200
1144	OQT 400	127	876	91	627	16	277
1213	Laminado en caliente	55	379	33	228	25	110
1213	Estirado en frío	75	517	58	340	10	150
12L13	Laminado en caliente	57	393	34	234	22	114
12L13	Estirado en frío	70	483	60	414	10	140
1340	Recocido	102	703	63	434	26	207
1340	OQT 1300	100	690	75	517	25	235
1340	OQT 1000	144	993	132	910	17	363
1340	OQT 700	221	1520	197	1360	10	444
Aplicaciones				40	8,00		16,11
- Somier camas.				40	9,50		17,90
- Cerrajería en general (puertas, ventanas, rejas).				40	12,00		21,48
- Estructuras en general.				50	3,00		7,07
- Muebles metálicos.				50	4,00		9,50
- Paquete de resortes (Sistemas de suspensión).				50	6,00		14,13
				50	8,00		18,84
				50	9,50		21,20

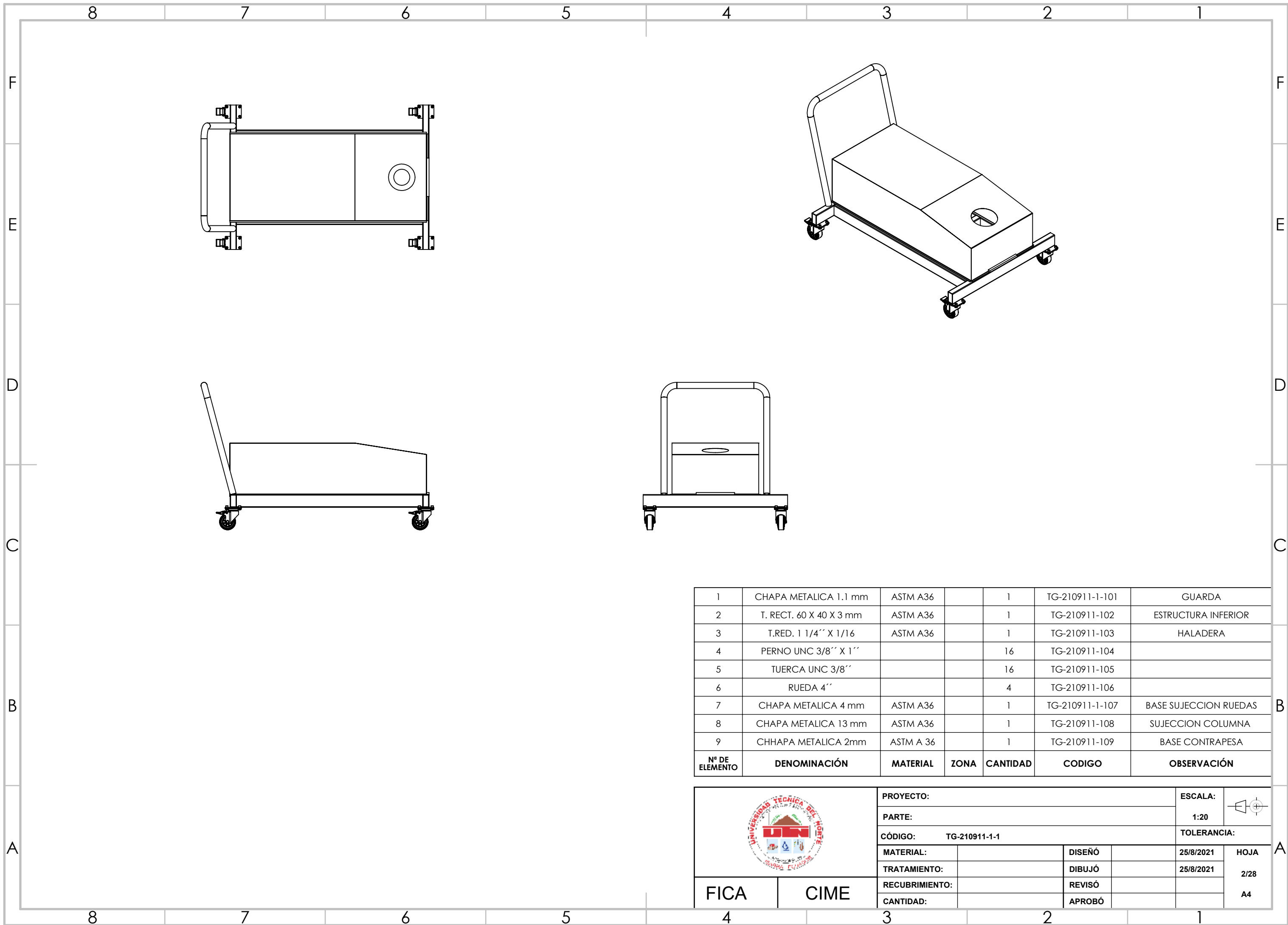
ANEXO 5. PLANOS MECÁNICOS



Nº DE ELEMENTO	DENOMINACIÓN	MATERIAL	ZONA	CANTIDAD	CODIGO	OBSERVACIÓN
1	E. ESTRUCTURA	ASTM A36		1	TG-210911-1-1	
2	E. EJE - BOCIN	ASTM A36		1	TG-210911-1-2	
3	E. MECANISMO	ASTM A36		1	TG-210911-1-3	

	PROYECTO: DISPOSITIVO PARA EL INGRESO DE PERSONAS CON MOVILIDAD REDUCIDA A PISCINAS DE REHABILITACIÓN.			ESCALA: 1:50	
	PARTE:			TOLERANCIA:	
	CÓDIGO: TG-210911-1-0				
	MATERIAL:	DISEÑO:	25/8/2021	HOJA	
	TRATAMIENTO:	DIBUJÓ:	25/8/2021	1/28	
RECUBRIMIENTO:	REVISÓ:		A4		
CANTIDAD:	APROBÓ:				

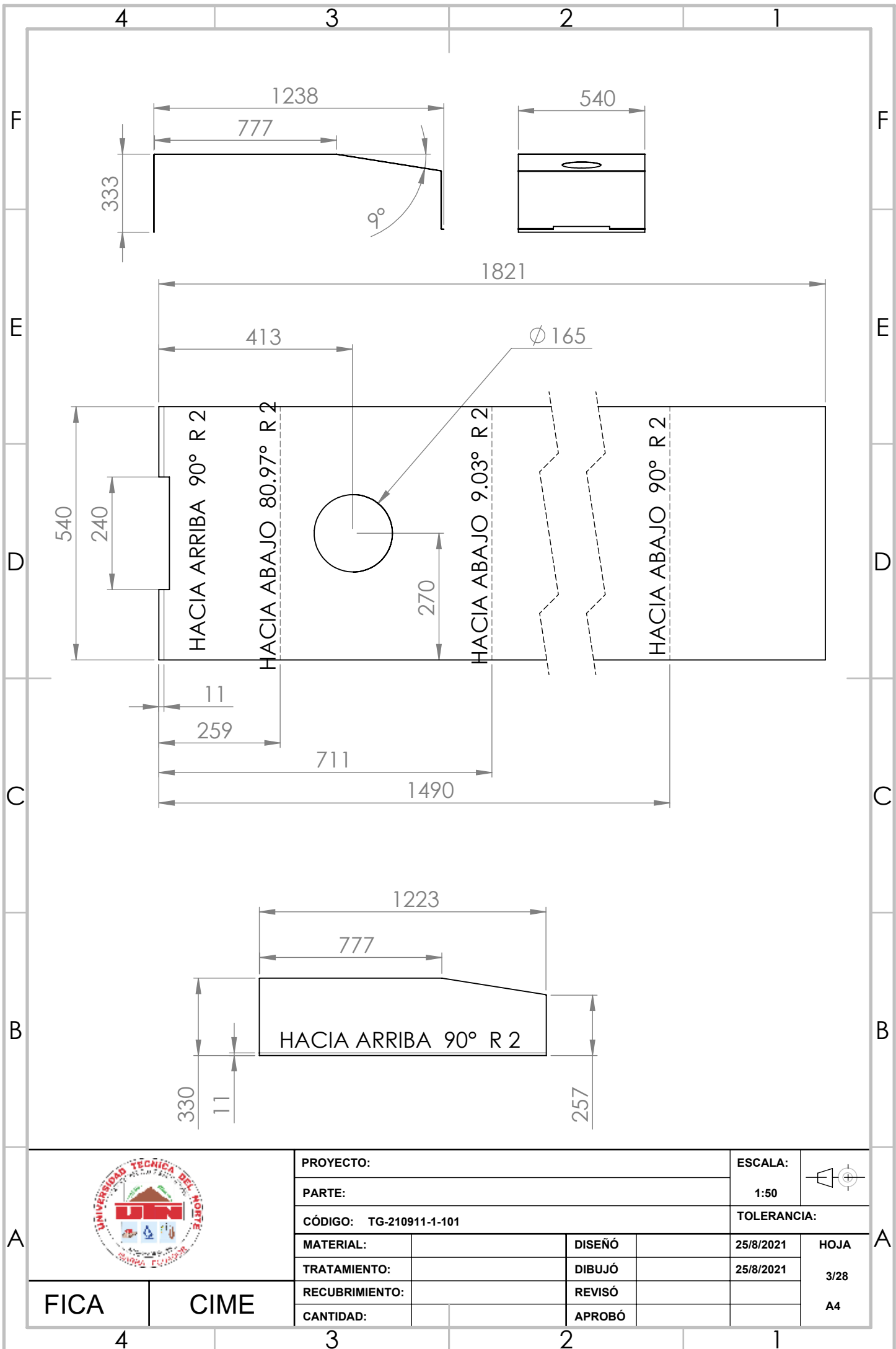
FICA CIME



1	CHAPA METALICA 1.1 mm	ASTM A36		1	TG-210911-1-101	GUARDA
2	T. RECT. 60 X 40 X 3 mm	ASTM A36		1	TG-210911-102	ESTRUCTURA INFERIOR
3	T.RED. 1 1/4" X 1/16	ASTM A36		1	TG-210911-103	HALADERA
4	PERNO UNC 3/8" X 1"			16	TG-210911-104	
5	TUERCA UNC 3/8"			16	TG-210911-105	
6	RUEDA 4"			4	TG-210911-106	
7	CHAPA METALICA 4 mm	ASTM A36		1	TG-210911-1-107	BASE SUJECCION RUEDAS
8	CHAPA METALICA 13 mm	ASTM A36		1	TG-210911-108	SUJECCION COLUMNA
9	CHHAPA METALICA 2mm	ASTM A 36		1	TG-210911-109	BASE CONTRAPESA
N° DE ELEMENTO	DENOMINACIÓN	MATERIAL	ZONA	CANTIDAD	CODIGO	OBSERVACIÓN

	PROYECTO:			ESCALA:	
	PARTE:			1:20	
	CÓDIGO: TG-210911-1-1			TOLERANCIA:	
	MATERIAL:		DISEÑO:	25/8/2021	HOJA 2/28 A4
	TRATAMIENTO:		DIBUJÓ:	25/8/2021	
RECUBRIMIENTO:		REVISÓ:			
CANTIDAD:		APROBÓ:			

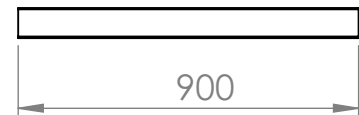
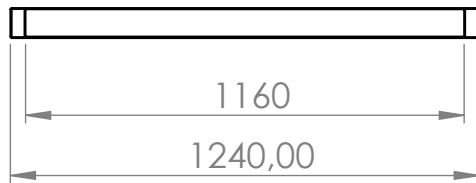
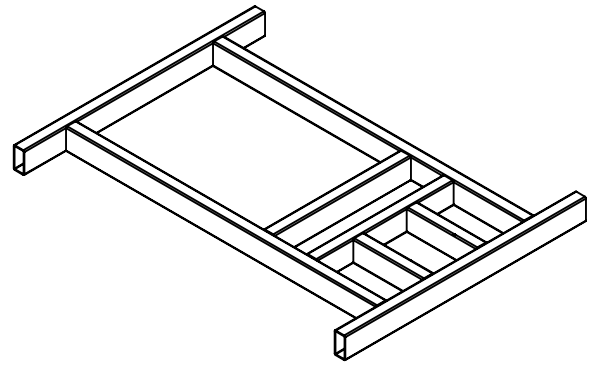
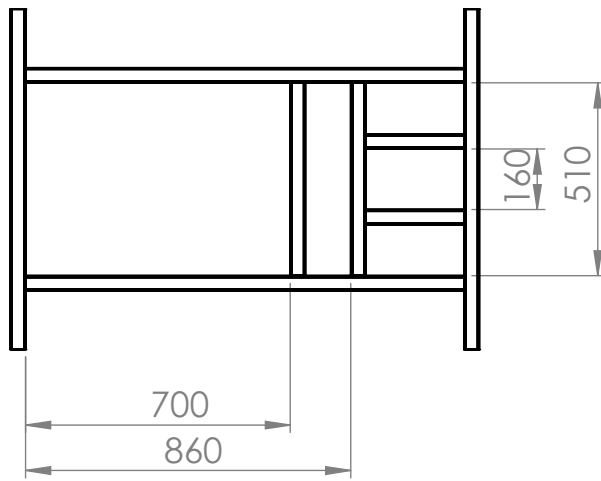
FICA CIME



PROYECTO:			ESCALA:	
PARTE:				
CÓDIGO: TG-210911-1-101			TOLERANCIA:	
MATERIAL:		DISEÑO	25/8/2021	HOJA 3/28 A4
TRATAMIENTO:		DIBUJÓ	25/8/2021	
RECUBRIMIENTO:		REVISÓ		
CANTIDAD:		APROBÓ		

FICA

CIME



N° DE ELEMENTO	DENOMINACIÓN	MATERIAL	ZONA	CANTIDAD	LONGITUD	OBSERVACIÓN
1	T. RECT. 60 X 40 X 3 mm	ASTM A36		2	900	
2	T. RECT. 60 X 40 X 3 mm	ASTM A36		2	510	
3	T. RECT. 60 X 40 X 3 mm	ASTM A36		2	1160	
4	T. RECT. 60 X 40 X 3 mm	ASTM A36		2	260	



PROYECTO:				ESCALA:		
PARTE:				1:20		
CÓDIGO:				TOLERANCIA:		
MATERIAL:				DISEÑO	25/8/2021	HOJA 4/28 A4
TRATAMIENTO:				DIBUJÓ	25/8/2021	
RECUBRIMIENTO:				REVISÓ		
CANTIDAD:				APROBÓ		

FICA

CIME

4

3

2

1

4 3 2 1

F

F

E

E

D

D

C

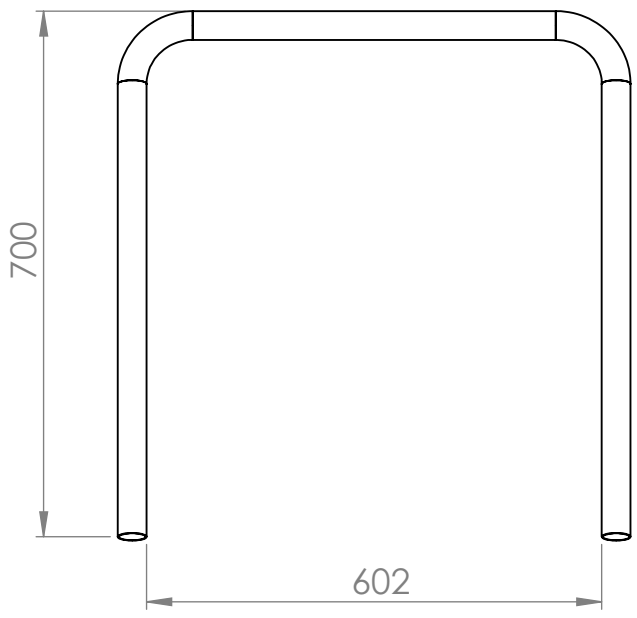
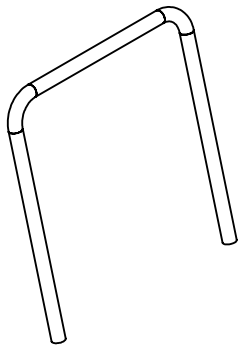
C

B

B

A

A



PROYECTO:				ESCALA: 1:50	
PARTE:					
CÓDIGO:				TOLERANCIA:	
MATERIAL:		DISEÑO		25/8/2021	HOJA 5/28 A4
TRATAMIENTO:		DIBUJÓ		25/8/2021	
RECUBRIMIENTO:		REVISÓ			
CANTIDAD:		APROBÓ			

FICA

CIME

4 3 2 1

4 3 2 1

F

F

E

E

D

D

C

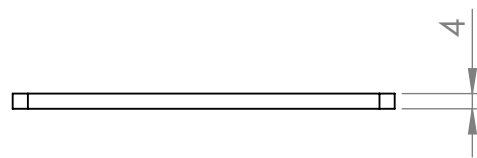
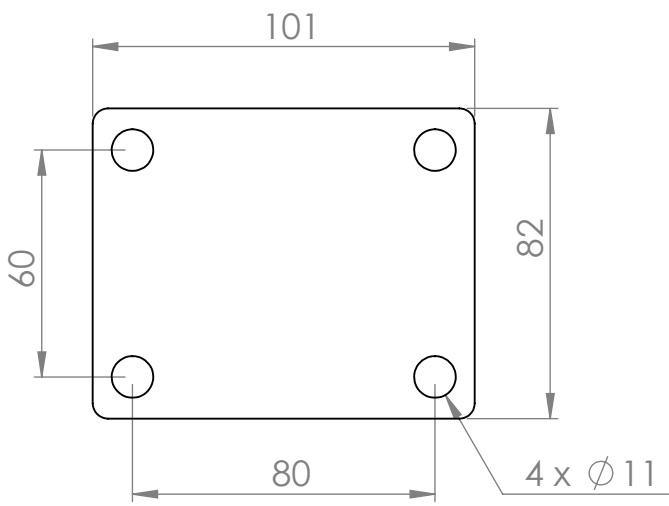
C

B

B

A

A

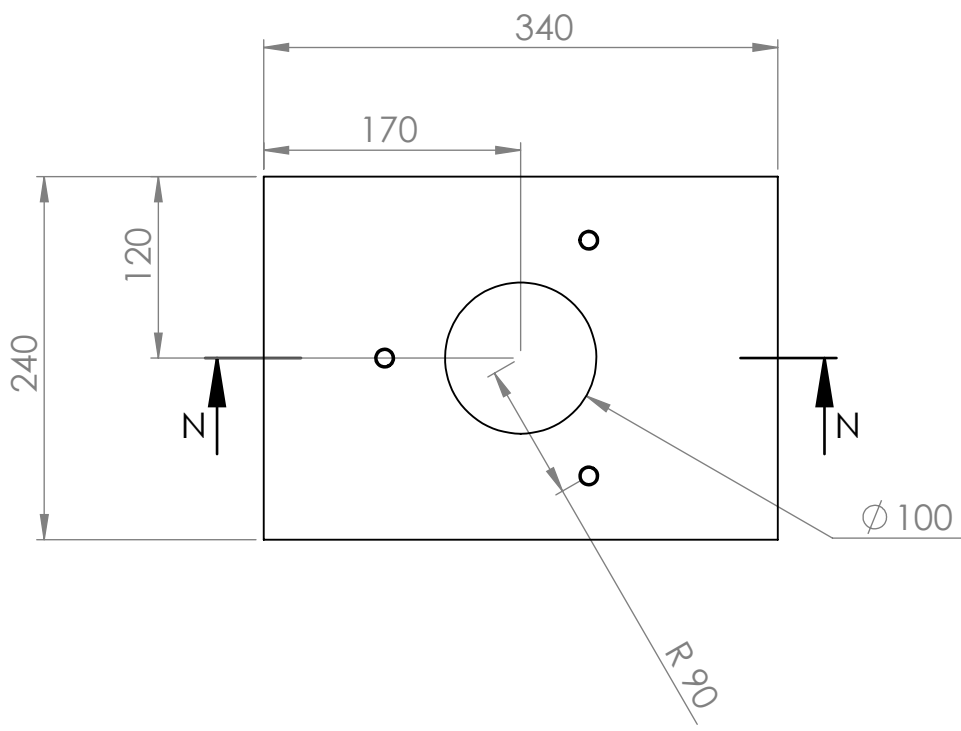


PROYECTO:				ESCALA:	
PARTE:				1:20	
CÓDIGO:				TOLERANCIA:	
MATERIAL:		DISEÑO		25/8/2021	HOJA 6/28 A4
TRATAMIENTO:		DIBUJÓ		25/8/2021	
RECUBRIMIENTO:		REVISÓ			
CANTIDAD:		APROBÓ			

FICA

CIME

4 3 2 1



SECCIÓN N-N
ESCALA 1 : 5



PROYECTO:				ESCALA: 1:20	
PARTE:					
CÓDIGO:				TOLERANCIA:	
MATERIAL:		DISEÑO	25/8/2021	HOJA 7/28 A4	
TRATAMIENTO:		DIBUJÓ	25/8/2021		
RECUBRIMIENTO:		REVISÓ			
CANTIDAD:		APROBÓ			

FICA

CIME

A

A

4

3

2

1

F

F

E

E

D

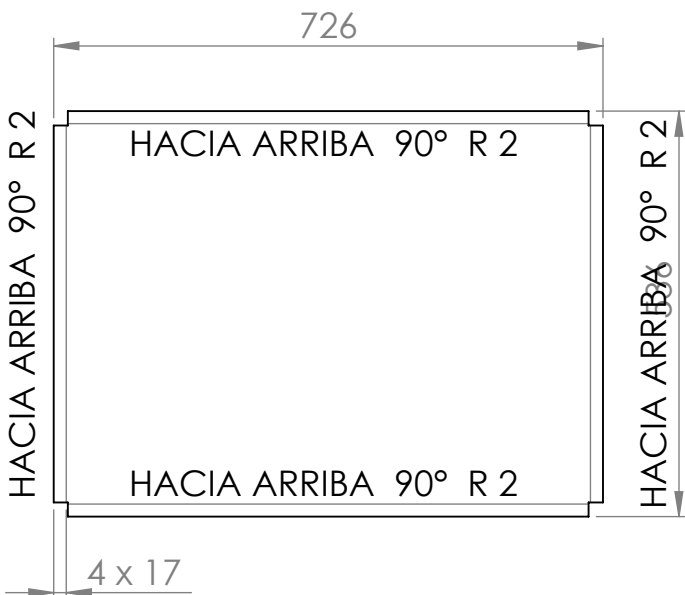
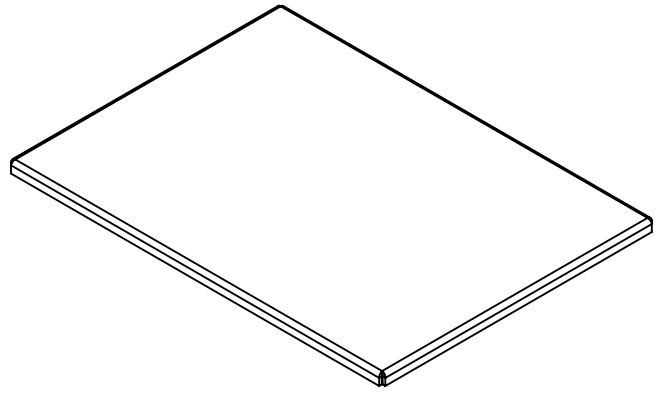
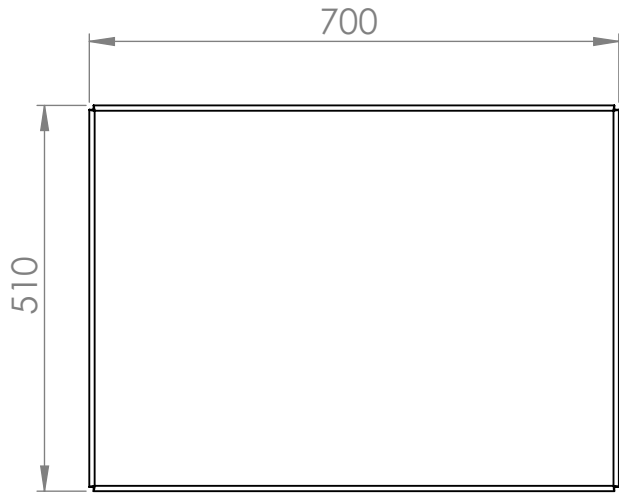
D

C

C

B

B



PROYECTO:				ESCALA:	
PARTE:				1:50	
CÓDIGO:				TOLERANCIA:	
MATERIAL:		DISEÑO	25/8/2021	HOJA	
TRATAMIENTO:		DIBUJÓ	25/8/2021	8/28	
RECUBRIMIENTO:		REVISÓ		A4	
CANTIDAD:		APROBÓ			

FICA

CIME

A

A

F

F

E

E

D

D

C

C

B

B

4

3

2

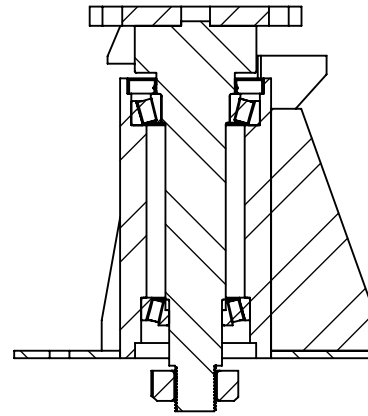
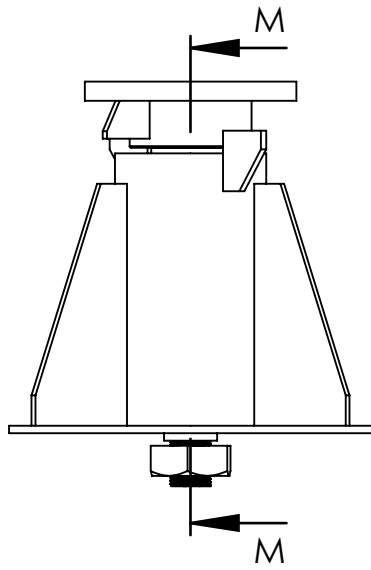
1

4

3

2

1



SECCIÓN M-M
ESCALA 1 : 5

1	CARTELA	ASTM A36		3	TG-210911-1-201	
2	CHAPA METALICA 5 mm	ASTM A36		1		
3	BARRA PERFORADA			1		
4	KS B 2027 S302			1		
5	KS B 2027 S302			1		
6	CHAPA METALICA 12mm	ASTM A36		1		
7	EJE			1		
8	TUERCA UNF 1''			1		
9	BOCIN-RETENEDOR			1		
10	49x80x10-RLS35-S			1		
11	52X90X10-RLS35-S			1	TG-210911-1-211	
N° DE ELEMENTO	DENOMINACIÓN	MATERIAL	ZONA	CANTIDAD	CODIGO	OBSERVACIÓN



PROYECTO:

ESCALA:

PARTE:

1:10

CÓDIGO: TG-210911-1-2

TOLERANCIA:

MATERIAL:

DISEÑO

25/8/2021

HOJA

TRATAMIENTO:

DIBUJÓ

25/8/2021

9/28

RECUBRIMIENTO:

REVISÓ

CANTIDAD:

APROBÓ

A4

FICA

CIME

4

3

2

1

4 3 2 1

F

F

E

E

D

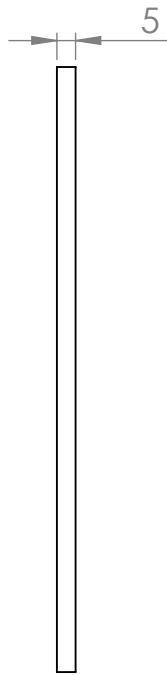
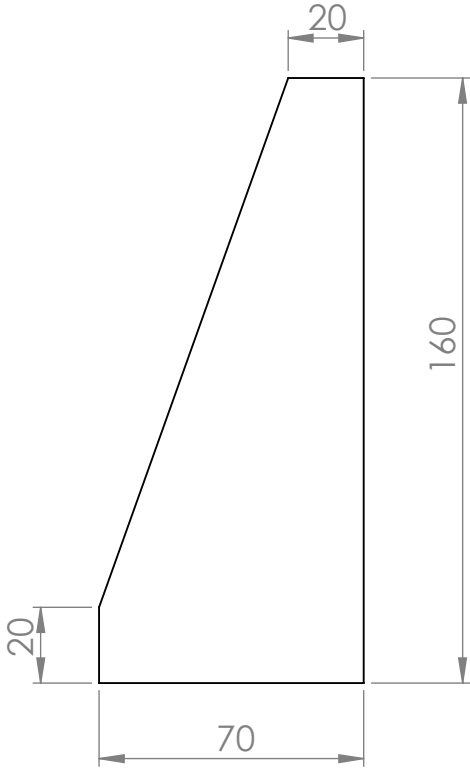
D

C

C

B

B



A

A

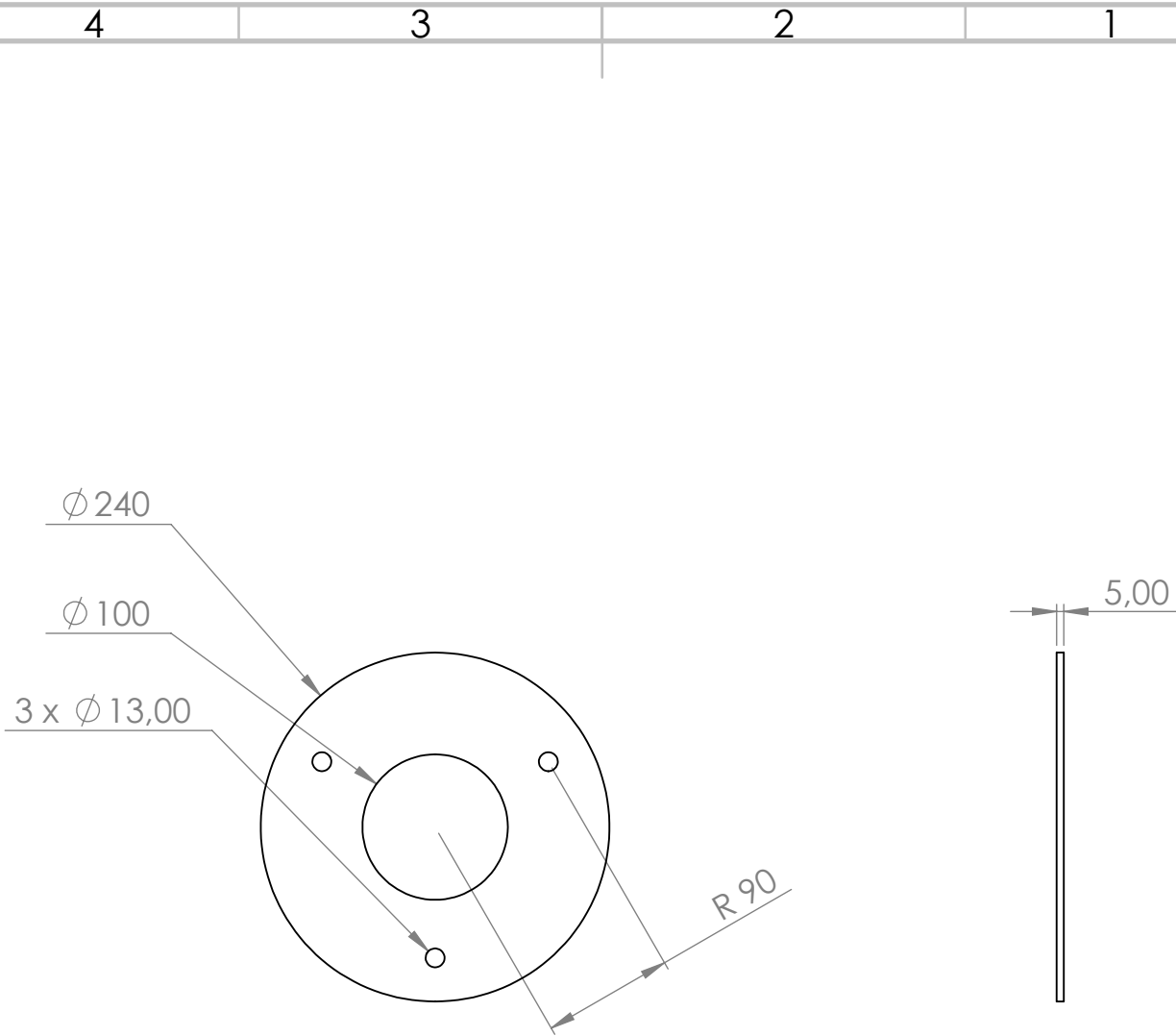


PROYECTO:				ESCALA: 1:10	
PARTE:					
CÓDIGO:				TOLERANCIA:	
MATERIAL:		DISEÑO	25/8/2021	HOJA 10/28 A4	
TRATAMIENTO:		DIBUJÓ	25/8/2021		
RECUBRIMIENTO:		REVISÓ			
CANTIDAD:		APROBÓ			

FICA

CIME

4 3 2 1



PROYECTO:				ESCALA: 1:10	
PARTE:					
CÓDIGO:				TOLERANCIA:	
MATERIAL:		DISEÑO		25/8/2021	HOJA 11/28 A4
TRATAMIENTO:		DIBUJÓ		25/8/2021	
RECUBRIMIENTO:		REVISÓ			
CANTIDAD:		APROBÓ			

FICA

CIME

A

A

4

3

2

1

F

F

E

E

D

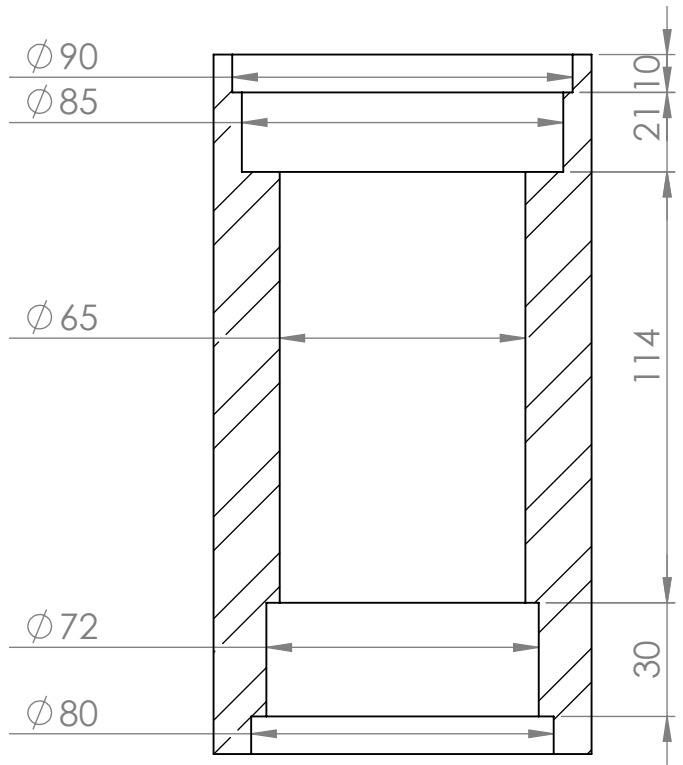
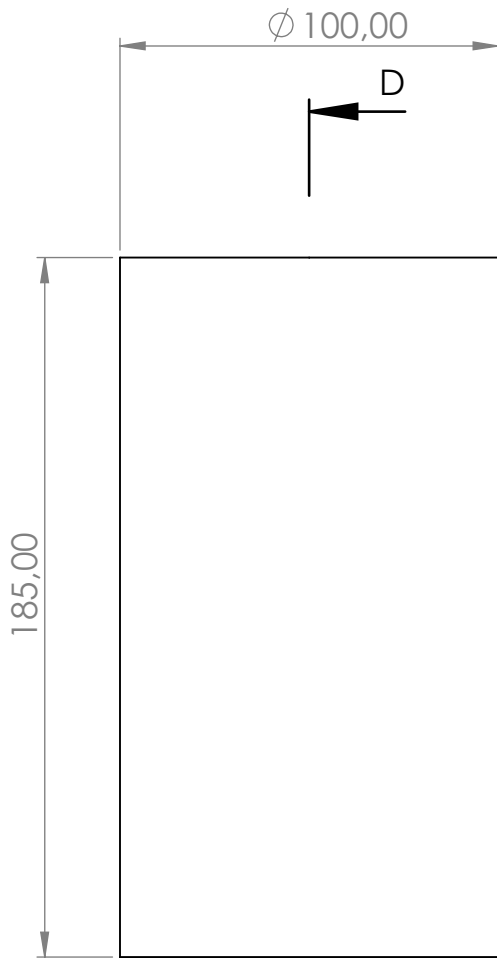
D

C

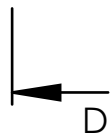
C

B

B



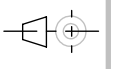
SECCIÓN D-D
ESCALA 1 : 2



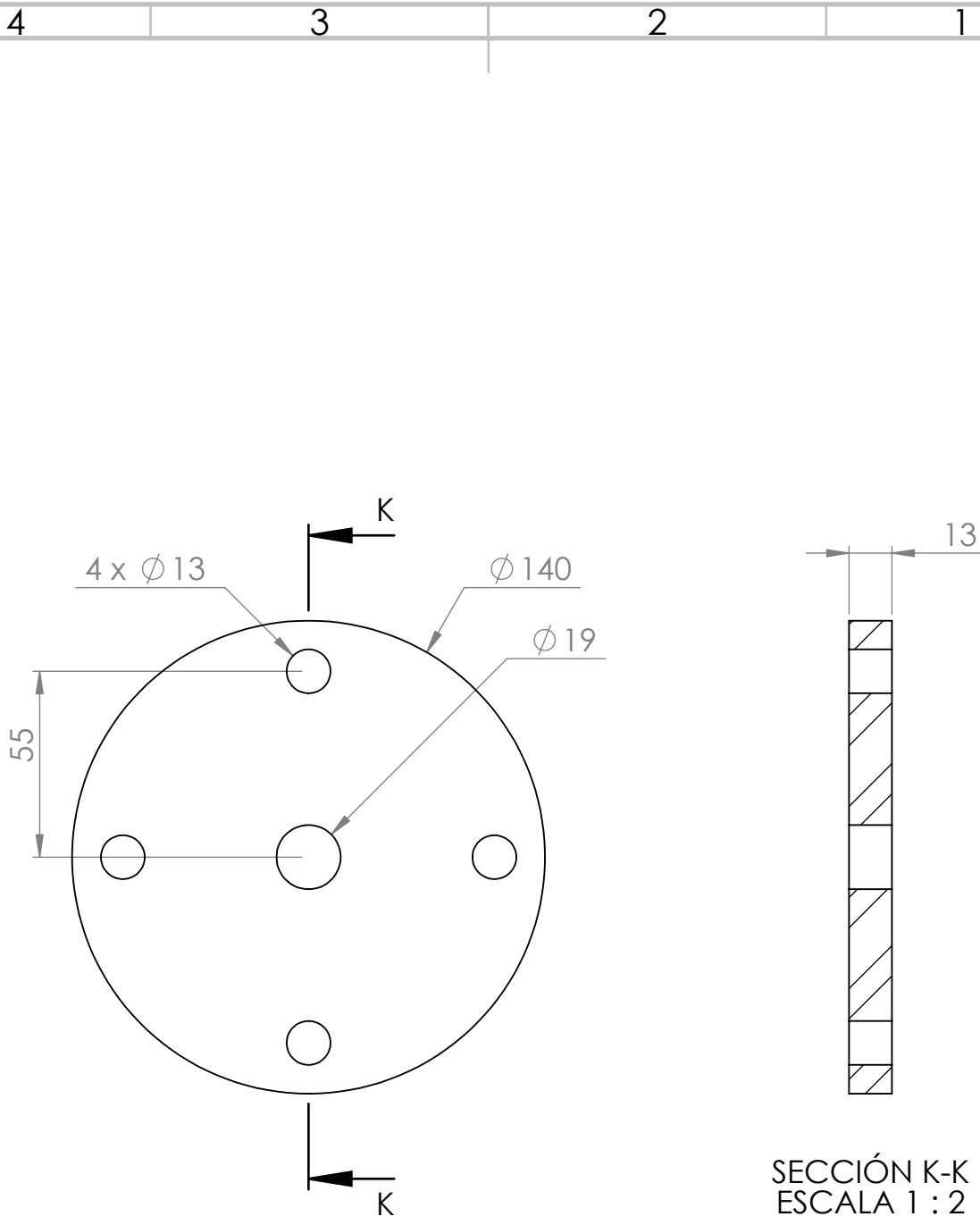
PROYECTO:				ESCALA:	
PARTE:				1:10	
CÓDIGO:				TOLERANCIA:	
MATERIAL:		DISEÑO	25/8/2021	HOJA	
TRATAMIENTO:		DIBUJÓ	25/8/2021	12/28	
RECUBRIMIENTO:		REVISÓ		A4	
CANTIDAD:		APROBÓ			

FICA

CIME



A



SECCIÓN K-K
ESCALA 1 : 2



PROYECTO:				ESCALA: 1:5	
PARTE:					
CÓDIGO:				TOLERANCIA:	
MATERIAL:		DISEÑO		25/8/2021	HOJA 13/28 A4
TRATAMIENTO:		DIBUJÓ		25/8/2021	
RECUBRIMIENTO:		REVISÓ			
CANTIDAD:		APROBÓ			

FICA

CIME

A

A

4 3 2 1

F

F

E

E

D

D

C

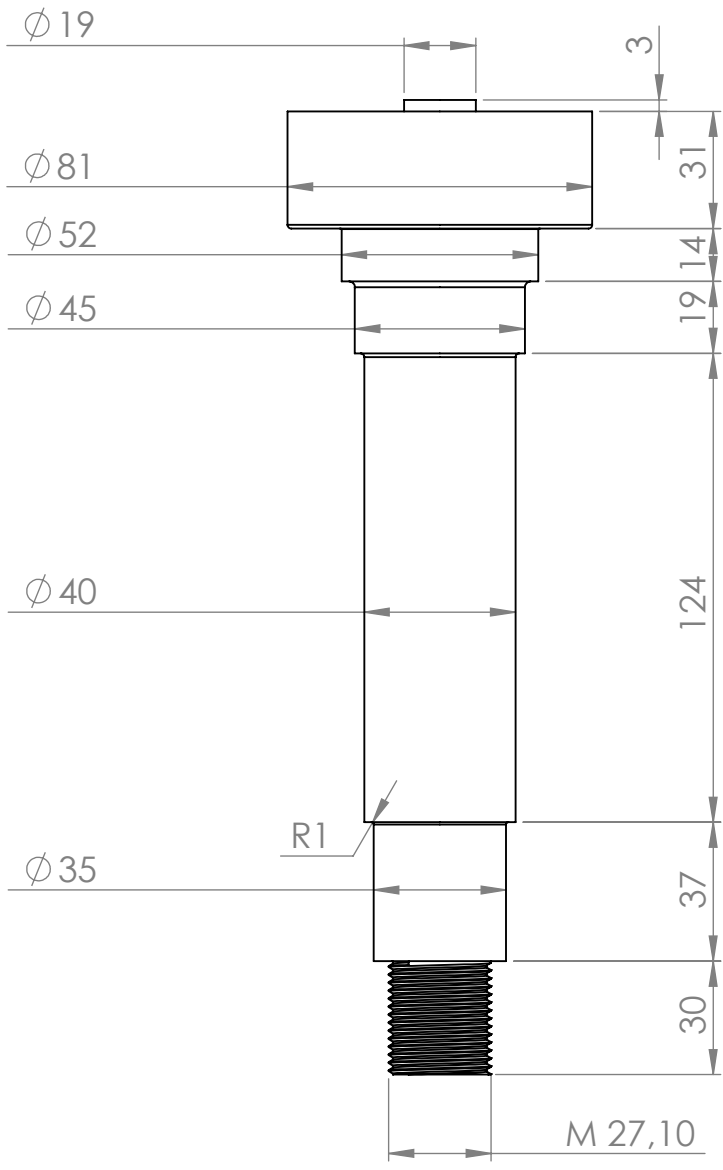
C

B

B

A

A



PROYECTO:				ESCALA: 1:5	
PARTE:					
CÓDIGO:				TOLERANCIA:	
MATERIAL:		DISEÑO	25/8/2021	HOJA 14/28 A4	
TRATAMIENTO:		DIBUJÓ	25/8/2021		
RECUBRIMIENTO:		REVISÓ			
CANTIDAD:		APROBÓ			

FICA

CIME

4 3 2 1

4 3 2 1

F

F

E

E

D

D

C

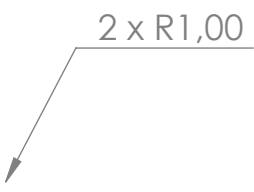
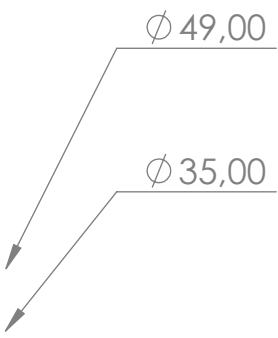
C

B

B

A

A



PROYECTO:				ESCALA:	
PARTE:				1:5	
CÓDIGO:				TOLERANCIA:	
MATERIAL:		DISEÑO		25/8/2021	HOJA 15/28 A4
TRATAMIENTO:		DIBUJÓ		25/8/2021	
RECUBRIMIENTO:		REVISÓ			
CANTIDAD:		APROBÓ			

FICA

CIME

4 3 2 1

4 3 2 1

F

F

E

E

D

D

C

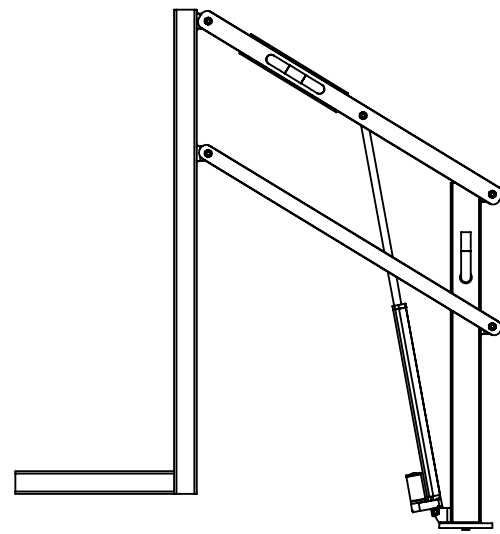
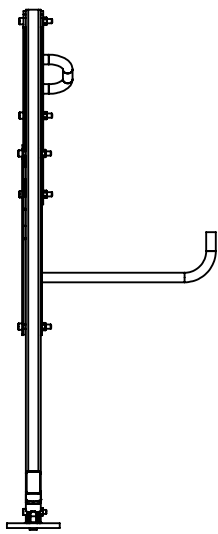
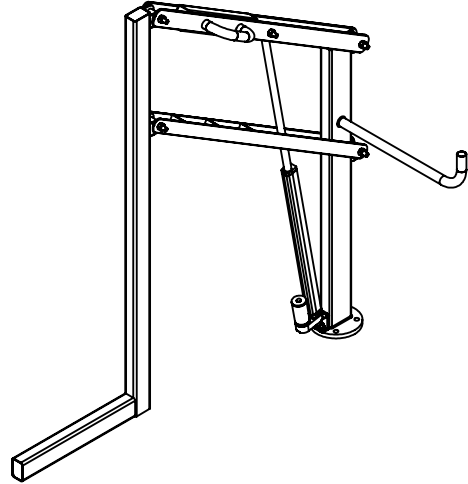
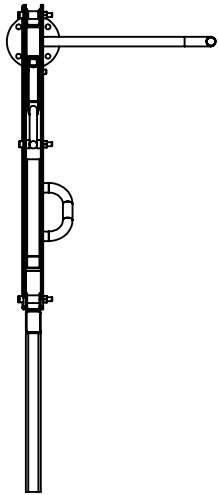
C

B

B

A

A



1	COLUMNA-VIGA-04	ASTM A36		3	TG-210911-1-301	
2	BASE INFERIOR COLUMNA 04					
3	BASE INFERIOR ACTUADOR					
4	MANUVIO COLUMNA 02					
5	MANUVIO COLUMNA 04					
6	COLUMNA-VIGA-03	ASTM A36		1		
7	COLUMNA-VIGA-02			1		
8	COLUMNA-VIGA-01			1		
9	ACTUADOR			1		
10	PERNO UNC 1/2"X 2 1/2"	ASTM A36		1		
11	TUERCA UNC 1/2"			1		
12	BOCIN ACTUADOR			2		
13	BOCIN COLUMNA			4	TG-210911-311	
Nº DE ELEMENTO	DENOMINACIÓN	MATERIAL	ZONA	CANTIDAD	CODIGO	OBSERVACIÓN



PROYECTO:				ESCALA:	
PARTE:				1:20	
CÓDIGO: TG-210911-1-3				TOLERANCIA:	
MATERIAL:		DISEÑO		25/8/2021	HOJA 16/28 A4
TRATAMIENTO:		DIBUJÓ		25/8/2021	
RECUBRIMIENTO:		REVISÓ			
CANTIDAD:		APROBÓ			

FICA

CIME

4 3 2 1

4 3 2 1

F

F

E

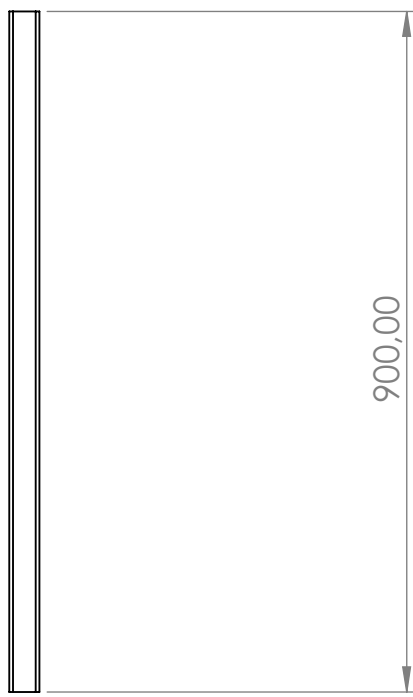
E

D

D

C

C



1	T. RECT. 60 X 40 X 2 mm	ASTM A36		1	900	
Nº DE ELEMENTO	DENOMINACIÓN	MATERIAL	ZONA	CANTIDAD	LONGITUD	OBSERVACIÓN

A

A

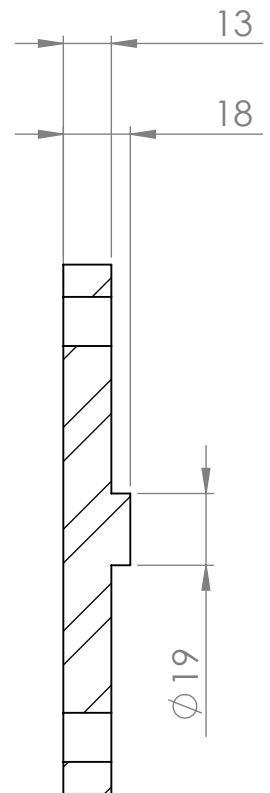
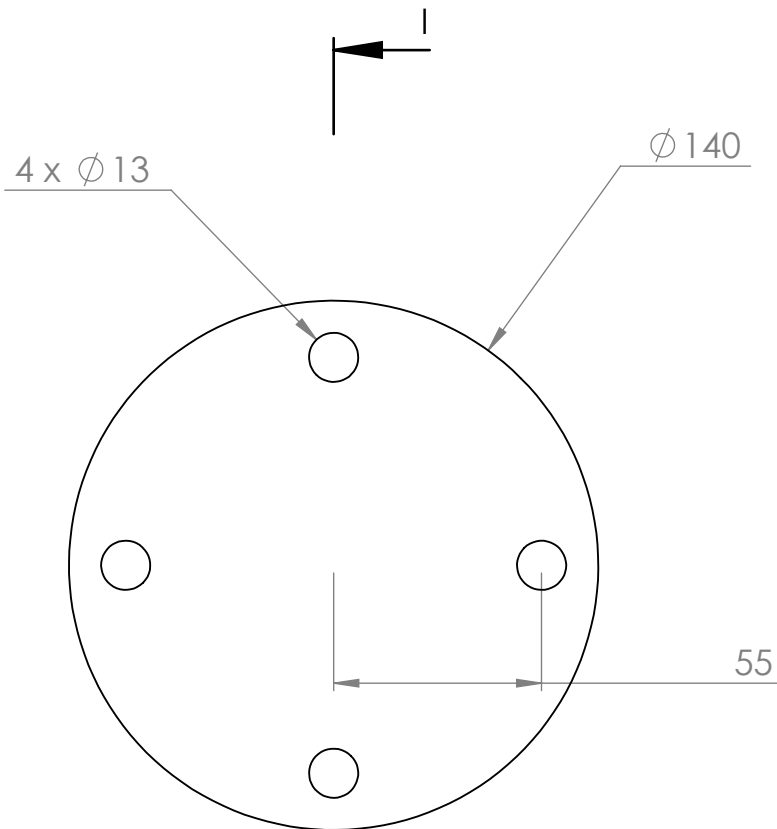


PROYECTO:				ESCALA:		
PARTE:				1:10		
CÓDIGO:				TOLERANCIA:		
MATERIAL:				DISEÑO	25/8/2021	HOJA 17/28 A4
TRATAMIENTO:				DIBUJÓ	25/8/2021	
RECUBRIMIENTO:				REVISÓ		
CANTIDAD:				APROBÓ		

FICA

CIME

4 3 2 1



SECCIÓN I-I
ESCALA 1 : 2



PROYECTO:				ESCALA:	
PARTE:				1:10	
CÓDIGO:				TOLERANCIA:	
MATERIAL:		DISEÑO	25/8/2021	HOJA	
TRATAMIENTO:		DIBUJÓ	25/8/2021	18/28	
RECUBRIMIENTO:		REVISÓ		A4	
CANTIDAD:		APROBÓ			

FICA

CIME

4

3

2

1

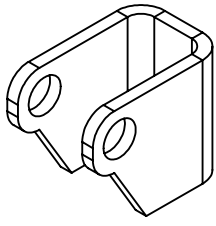
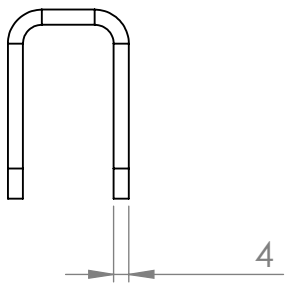
A

A

4 3 2 1

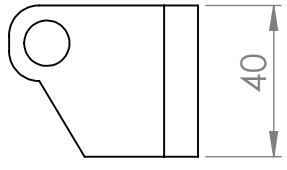
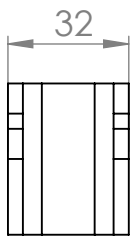
F

F



E

E

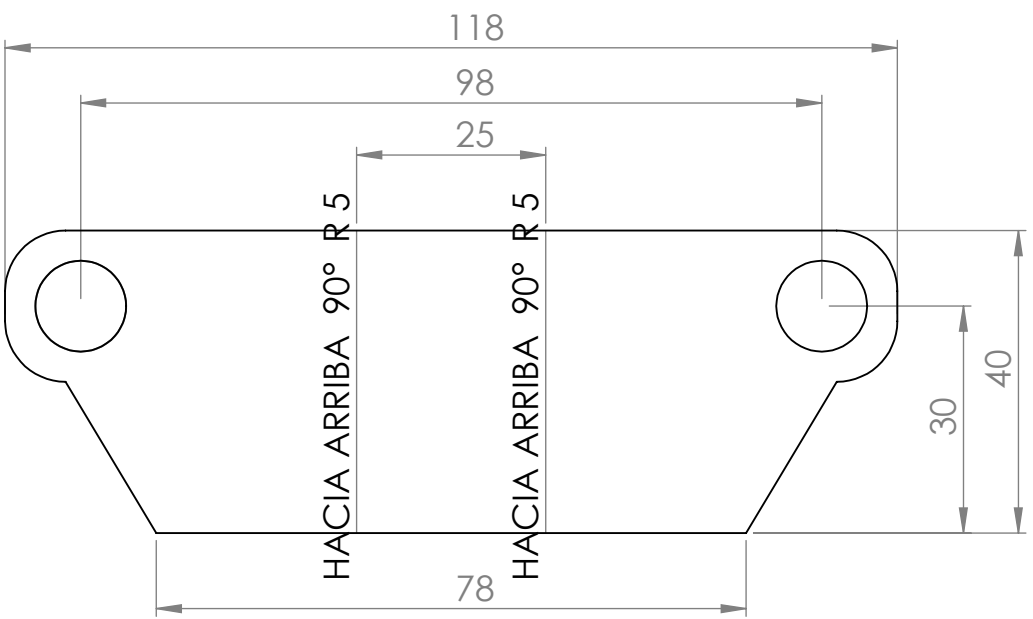


D

D

C

C



B

B

A

A

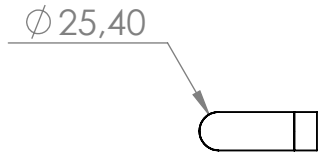
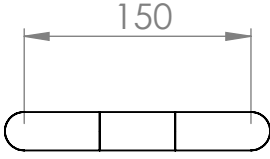
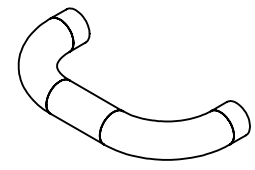
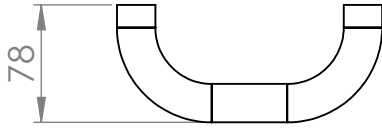


PROYECTO:				ESCALA:	
PARTE:				1:10	
CÓDIGO:				TOLERANCIA:	
MATERIAL:		DISEÑO		25/8/2021	HOJA
TRATAMIENTO:		DIBUJÓ		25/8/2021	19/28
RECUBRIMIENTO:		REVISÓ			A4
CANTIDAD:		APROBÓ			

FICA

CIME

4 3 2 1



PROYECTO:				ESCALA:	
PARTE:				1:10	
CÓDIGO:				TOLERANCIA:	
MATERIAL:		DISEÑO		25/8/2021	HOJA 20/28 A4
TRATAMIENTO:		DIBUJÓ		25/8/2021	
RECUBRIMIENTO:		REVISÓ			
CANTIDAD:		APROBÓ			

FICA

CIME

A

A

F

F

E

E

D

D

C

C

B

B

4

3

2

1

4

3

2

1

4 3 2 1

F

F

E

E

D

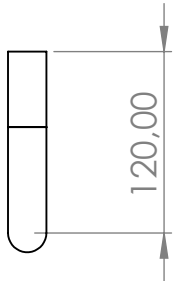
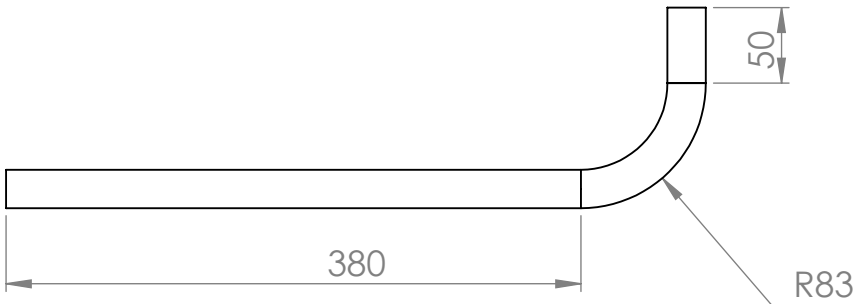
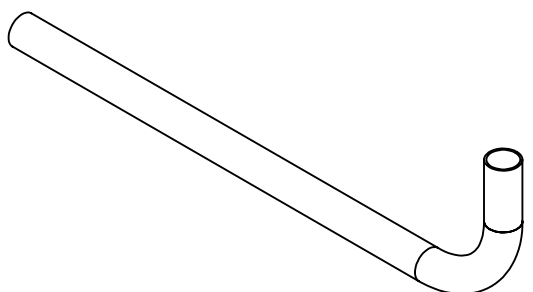
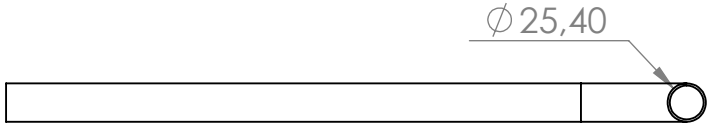
D

C

C

B

B



PROYECTO:				ESCALA: 1:10	
PARTE:					
CÓDIGO:				TOLERANCIA:	
MATERIAL:		DISEÑO		25/8/2021	HOJA 21/28 A4
TRATAMIENTO:		DIBUJÓ		25/8/2021	
RECUBRIMIENTO:		REVISÓ			
CANTIDAD:		APROBÓ			

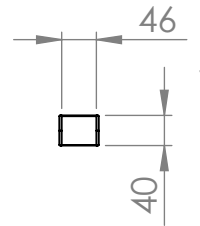
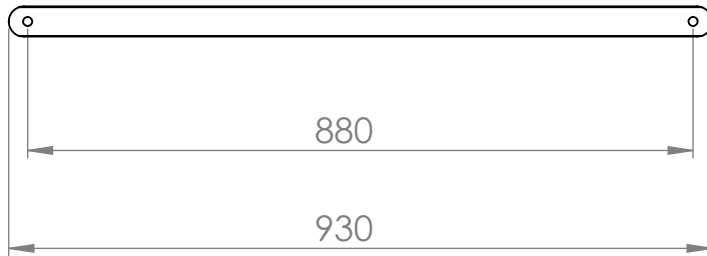
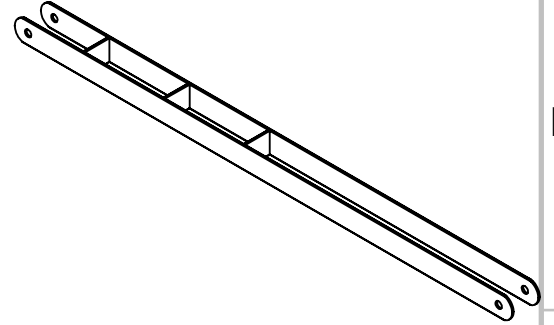
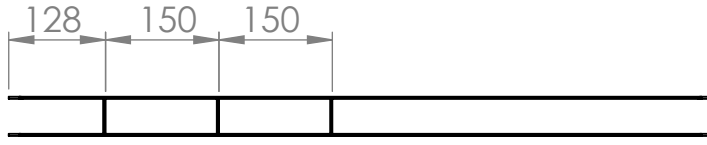
FICA

CIME

4 3 2 1

A

A



PROYECTO:				ESCALA: 1:10	
PARTE:					
CÓDIGO:				TOLERANCIA:	
MATERIAL:		DISEÑO		25/8/2021	HOJA 22/28 A4
TRATAMIENTO:		DIBUJÓ		25/8/2021	
RECUBRIMIENTO:		REVISÓ			
CANTIDAD:		APROBÓ			

FICA

CIME

A

A

4

3

2

1

F

F

E

E

D

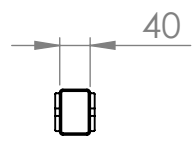
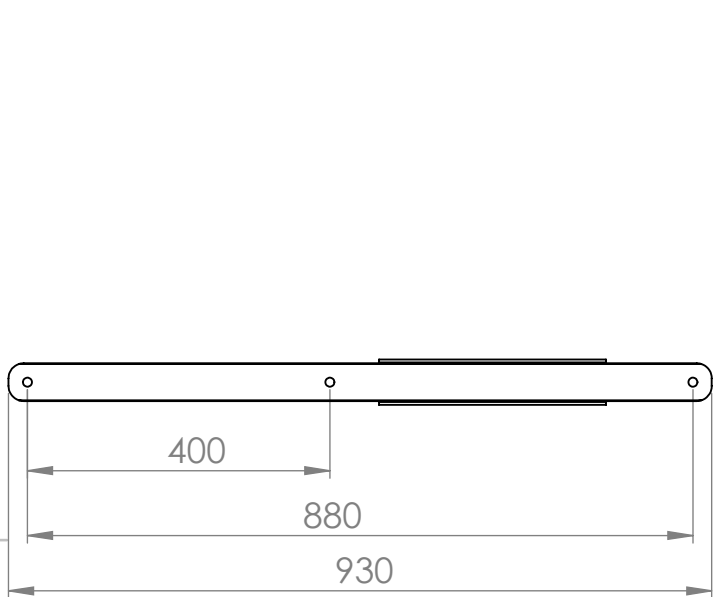
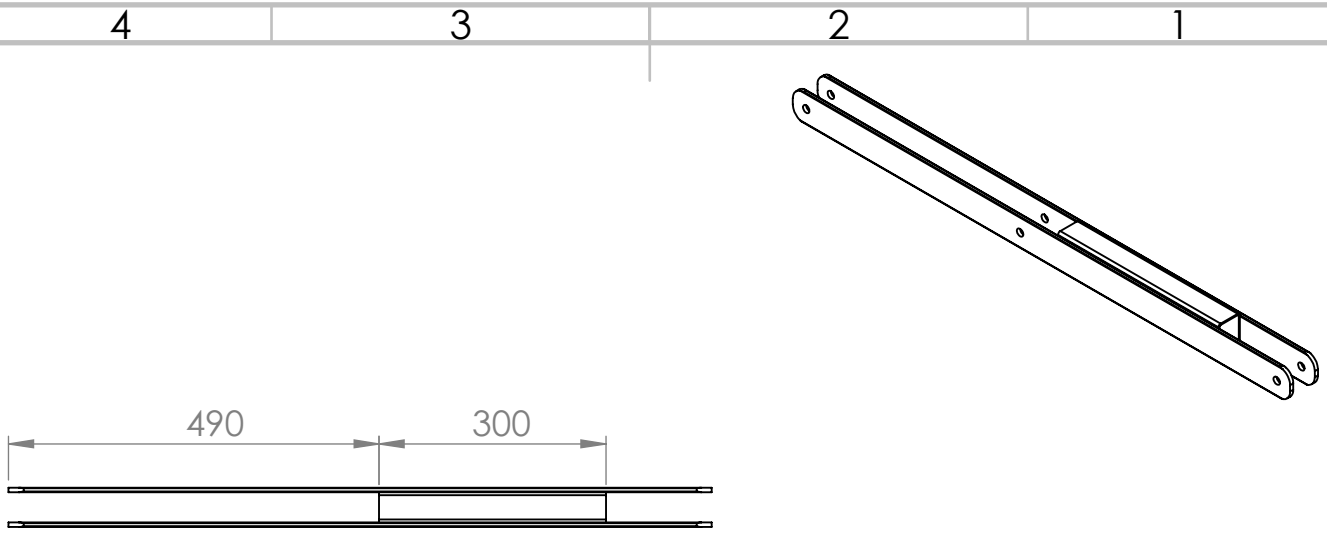
D

C

C

B

B



1	T. RECT. 60 X 40 X 2 mm	ASTM A36		1	300	
2	PLETINA 50 x 6 mm	ASTM A36		2	930	
Nº DE ELEMENTO	DENOMINACIÓN	MATERIAL	ZONA	CANTIDAD	LONGITUD	OBSERVACIÓN

	PROYECTO:				ESCALA:	
	PARTE:				1:10	
	CÓDIGO:				TOLERANCIA:	
	MATERIAL:		DISEÑO		25/8/2021	HOJA 23/28 A4
	TRATAMIENTO:		DIBUJÓ		25/8/2021	
	RECUBRIMIENTO:		REVISÓ			
FICA	CIME	CANTIDAD:		APROBÓ		

4 3 2 1

F

F

E

E

D

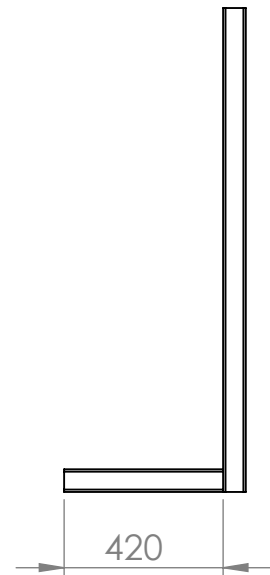
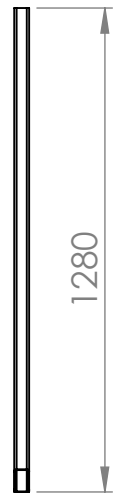
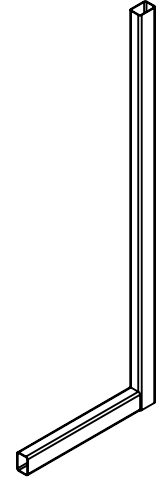
D

C

C

B

B



A

A



PROYECTO:				ESCALA: 1:10	
PARTE:					
CÓDIGO:				TOLERANCIA:	
MATERIAL:		DISEÑO		25/8/2021	HOJA 24/28 A4
TRATAMIENTO:		DIBUJÓ		25/8/2021	
RECUBRIMIENTO:		REVISÓ			
CANTIDAD:		APROBÓ			

FICA

CIME

4 3 2 1

4 3 2 1

F

F

E

E

D

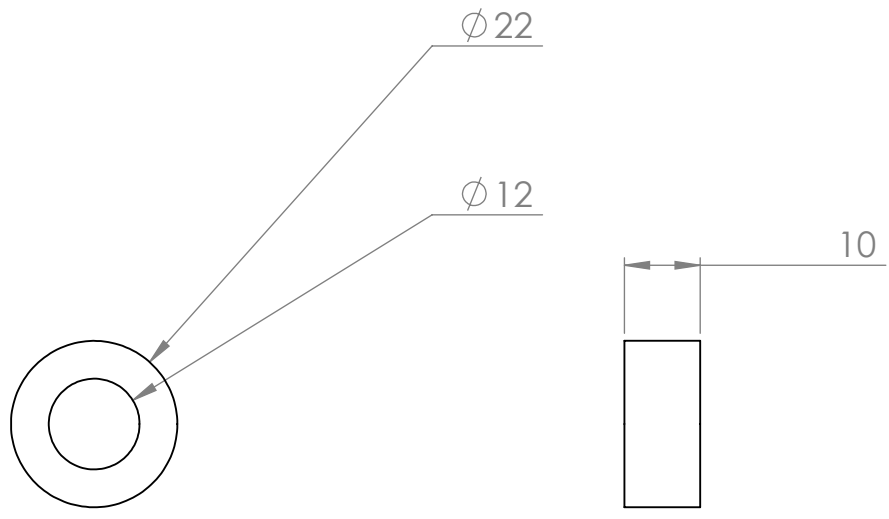
D

C

C

B

B



A

A



PROYECTO:				ESCALA: 1:10	
PARTE:					
CÓDIGO:				TOLERANCIA:	
MATERIAL:		DISEÑO		25/8/2021	HOJA 25/28 A4
TRATAMIENTO:		DIBUJÓ		25/8/2021	
RECUBRIMIENTO:		REVISÓ			
CANTIDAD:		APROBÓ			

FICA

CIME

4 3 2 1

4 3 2 1

F

F

E

E

D

D

C

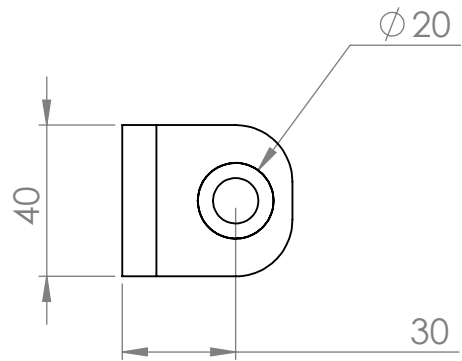
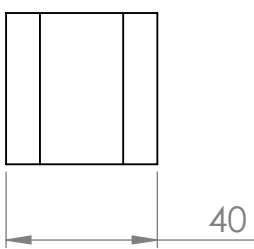
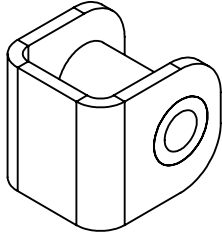
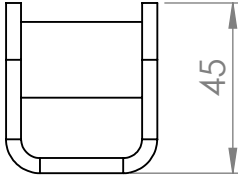
C

B

B

A

A

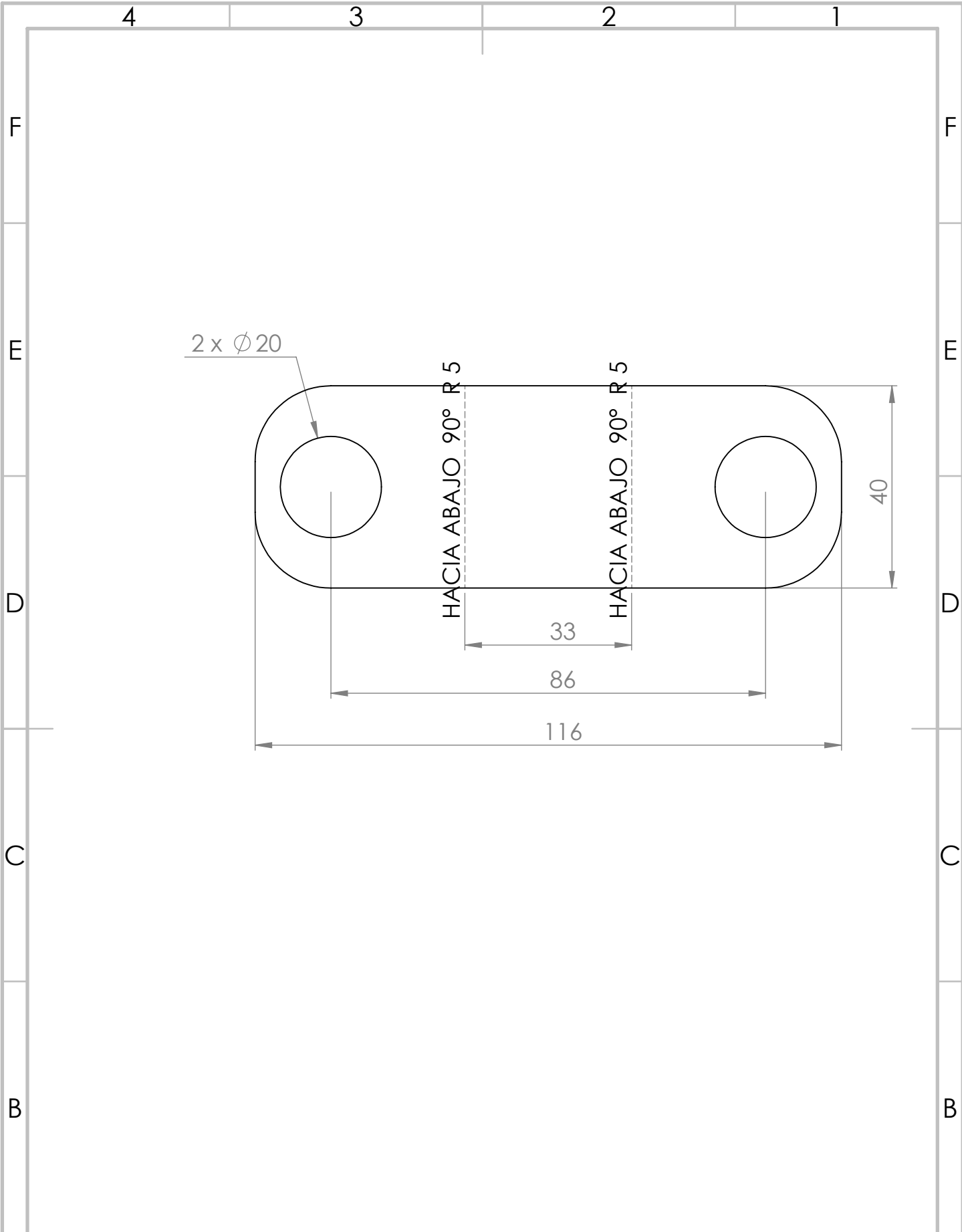


PROYECTO:				ESCALA: 1:10	
PARTE:					
CÓDIGO:				TOLERANCIA:	
MATERIAL:		DISEÑO		25/8/2021	HOJA 26/28 A4
TRATAMIENTO:		DIBUJÓ		25/8/2021	
RECUBRIMIENTO:		REVISÓ			
CANTIDAD:		APROBÓ			

FICA

CIME

4 3 2 1



PROYECTO:				ESCALA: 1:10	
PARTE:					
CÓDIGO:				TOLERANCIA:	
MATERIAL:		DISEÑO	25/8/2021	HOJA 27/28 A4	A
TRATAMIENTO:		DIBUJÓ	25/8/2021		
RECUBRIMIENTO:		REVISÓ			
CANTIDAD:		APROBÓ			

FICA

CIME

4

3

2

1

4 3 2 1

F

F

E

E

D

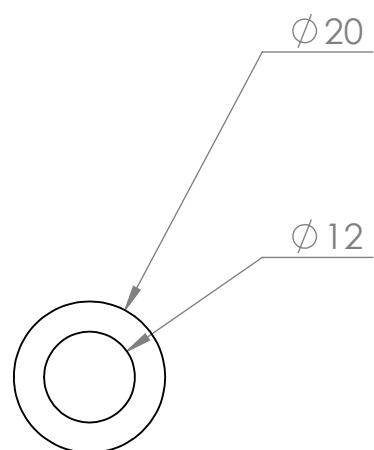
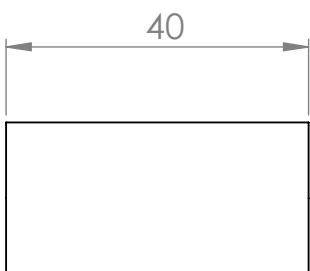
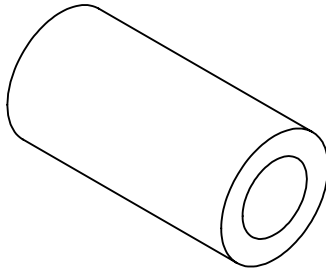
D

C

C

B

B



A

A



PROYECTO:				ESCALA:	
PARTE:				1:10	
CÓDIGO:				TOLERANCIA:	
MATERIAL:		DISEÑO		25/8/2021	HOJA 28/28 A4
TRATAMIENTO:		DIBUJÓ		25/8/2021	
RECUBRIMIENTO:		REVISÓ			
CANTIDAD:		APROBÓ			

FICA

CIME

4 3 2 1