

INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE OCCIDENTE
Departamento de Procesos Tecnológicos e Industriales

Sustentabilidad y tecnología

PROYECTO DE APLICACIÓN PROFESIONAL (PAP)
Programa de Desarrollo Tecnológico para la Sustentabilidad Ambiental,
Energética y Alimentaria I y II



ITESO, Universidad
Jesuita de Guadalajara

4D08 Programa de Desarrollo Tecnológico para la Sustentabilidad Ambiental,
Familia de Sillas de Ducha: Diseño Modular y Prototipo para Asistencia Infantil
para Niños con Discapacidad Multiple

PRESENTAN

Programas educativos y Estudiantes

Lic. Ing. Mecánica, Javier González Nieto

Lic. Diseño, Regina Arias Jiménez

Lic. Ing. Mecánica, Carlos Andrés Valencia Ahumada

Lic. Ing. Mecánica, Andrés Gama Pinto

Profesor PAP: Dra. Beatriz Alemón Galindo, Dra. Gabriela Porras Quevedo, Dra.
Blanca Valdivia Urdiales

Tlaquepaque, Jalisco, agosto, 2023

ÍNDICE

Contenido

REPORTE PAP	2
Presentación Institucional de los Proyectos de Aplicación Profesional	2
Resumen	4
1. Ciclo participativo del Proyecto de Aplicación Profesional.....	4
1.1 Entendimiento del ámbito y del contexto	5
1.2 Caracterización de la organización.....	7
1.3 Identificación de la(s) problemática(s).....	8
1.4. Planeación de alternativa(s).....	8
1.5. Desarrollo de la propuesta de mejora	10
1.6. Valoración de productos, resultados e impactos	39
1.7. Bibliografía y otros recursos	40
1.8. Anexos generales	41
2. Productos	53
3. Reflexión crítica y ética de la experiencia.....	54
3.1 Sensibilización ante las realidades	54
3.2 Aprendizajes logrados	58

REPORTE PAP

Presentación Institucional de los Proyectos de Aplicación Profesional

Los Proyectos de Aplicación Profesional (PAP) son experiencias socio-profesionales de los alumnos que desde el currículo de su formación universitaria- enfrentan retos, resuelven problemas o innovan una necesidad sociotécnica del entorno, en vinculación (colaboración) (co-participación) con grupos, instituciones, organizaciones o comunidades, en escenarios reales donde comparten saberes.

El PAP, como espacio curricular de formación vinculada, ha logrado integrar el Servicio Social (acorde con las Orientaciones Fundamentales del ITESO), los requisitos de dar cuenta de los saberes y del saber aplicar los mismos al culminar la formación profesional (Opción Terminal), mediante la realización de proyectos profesionales de cara a las necesidades y retos del entorno (Aplicación Profesional).

El PAP es un proceso acotado en el tiempo en que los estudiantes, los beneficiarios externos y los profesores se asocian colaborativamente y en red, en un proyecto, e incursionan en un mundo social, como actores que enfrentan verdaderos problemas y desafíos traducibles en demandas pertinentes y socialmente relevantes. Frente a éstas transfieren experiencia de sus saberes profesionales y demuestran que saben hacer, innovar, co-crear o transformar en distintos campos sociales.

El PAP trata de sembrar en los estudiantes una disposición permanente de encargarse de la realidad con una actitud comprometida y ética frente a las disimetrías sociales. En otras palabras, se trata del reto de “saber y aprender a transformar”.

El Reporte PAP consta de tres componentes:

El primer componente refiere al ciclo participativo del PAP, en donde se documentan las diferentes fases del proyecto y las actividades que tuvieron lugar durante el desarrollo de este y la valoración de las incidencias en el entorno.

El segundo componente presenta los productos elaborados de acuerdo con su tipología.

El tercer componente es la reflexión crítica y ética de la experiencia, el reconocimiento de las competencias y los aprendizajes profesionales que el estudiante desarrolló en el transcurso de su labor.

Resumen

El propósito general del Proyecto de Aplicación profesional (PAP) fue diseñar y crear dos sillas de ducha adaptadas para niños con discapacidad múltiple, con el objetivo principal de garantizar la comodidad y la seguridad tanto para el niño como para el padre o tutor a cargo durante la hora del baño. Este proyecto se desarrolló bajo una metodología de Design Thinking que es una aproximación que busca comprender las necesidades reales de los usuarios y explorar una variedad de soluciones creativas. La aplicación de esta metodología permitió analizar detalladamente las diversas problemáticas que rodean la experiencia del baño para estos niños, considerando aspectos ergonómicos, de seguridad y de funcionalidad para lograr una solución integral y efectiva.

1. Ciclo participativo del Proyecto de Aplicación Profesional

Objetivo general

Prototipar dos modelos de silla ducha para niños con discapacidad múltiple, testeando las características para las que se diseñaron en el PAP 4D08 verano 2023. Así mismo diseñar una familia de sillas-ducha modulares, buscando la adaptabilidad y la accesibilidad para todas las familias pertenecientes a la organización “Familias y Retos Extraordinarios”.

Objetivos Específicos

1. Realizar prototipos de los dos modelos de silla que fueron desarrollados en el PAP 4D08 del verano 2023. Esto implicará la creación de planos CAD detallados y su posterior ensamblaje utilizando materiales de PVC.
2. Generar planos de montaje que incluyan un listado completo de los materiales necesarios para la construcción de los dos modelos prototipados.
3. Evaluar la resistencia y el funcionamiento adecuado de ambos modelos prototipados. Esto se llevará a cabo mediante la aplicación de pruebas estandarizadas pertinentes diseñadas para garantizar su rendimiento óptimo.
4. Diseñar una familia de sillas de ducha modulares que puedan adaptarse a las necesidades de diferentes grupos objetivo. Este proceso se llevará a cabo mediante la creación de modelos CAD y la utilización de tecnología de impresión 3D para la fabricación de prototipos.
5. Una vez se hayan alcanzado los logros mencionados anteriormente, se procederá a la creación de una página web o se empleará un medio de difusión adecuado para compartir los planos de los prototipos realizados. Asimismo, se pondrán a

disposición los archivos correspondientes para que cualquier persona interesada pueda fabricar estos modelos por sí misma.

1.1 Entendimiento del ámbito y del contexto

Cuando una persona experimenta más de una discapacidad, que puede ser de naturaleza física, sensorial, intelectual o de desarrollo, se le denomina como alguien con discapacidad múltiple. Esta situación puede dar lugar a desafíos complejos en la vida de la persona, manifestándose en dificultades que afectan aspectos como la comunicación, la movilidad y la realización de actividades diarias.

Las principales complicaciones que encuentran los niños con problemas motores son sentarse, pararse, o cualquier actividad relacionada con la movilidad en general. A su vez, encuentran problema a la hora de adquirir y mantener la postura corporal en posiciones estáticas, sobre todo manteniendo la posición de la cabeza y del torso a la hora de estar sentados.

Los principales desafíos a los que se enfrentan son la falta de alineación y control de la postura, haciendo complejo para ellos habilidades básicas como puede ser la movilidad independiente.

Otro aspecto afectado es la comunicación, requiriendo los niños de intervenciones especializadas como la comunicación aumentativa y alternativa AAC, siendo un reemplazo para el habla verbal.

En resumen, los niños que presentan discapacidad múltiple encuentran muchos desafíos a la hora de realizar las actividades de la vida cotidiana.

Este proyecto tiene como objetivo la elaboración de sillas ducha para ayudar a estos niños y a sus familias a tener una experiencia digna y segura en las labores de aseo diarias. Es continuación del PAP 4D08 primavera y verano 2023, retomando con las investigaciones

previas y los modelos ya diseñados ver Fig.1. Asimismo, se realizará una nueva familia de sillas para satisfacer con todas las necesidades de las familias afectadas.



Fig.1 Prototipo de silla ducha de PAP 4D08 primavera 2023



Fig.2 Render de silla abatible de PAP 4D08 primavera 2023



Fig.3 Modelo de silla modular de PAP 4D08 verano 2023

1.2 Caracterización de la organización

La organización encargada de ayudar a estos niños es “Familias y Retos Extraordinarios” proveyendo de apoyo y orientación a muchas familias con algún miembro que presente una discapacidad.

A su vez, participan de manera activa en la creación de políticas públicas, concienciando sobre la inclusión. La organización hace uso de plataformas digitales para poder llegar al máximo número de personas.

Objetivo:

- Garantizar y legalizar el acceso legal a cannabis medicinal y sus derivados.
- Garantizar el derecho al cuidado digno en sus tres dimensiones: cuidarse, cuidar y recibir cuidados.
- Garantizar el derecho a recibir una ducha de manera digna y segura.
- Garantizar el acompañamiento especializado para familias con hijos con discapacidades múltiples
- Garantizar el acceso a cambiadores dignos, seguros y accesibles

1.2 Identificación de la(s) problemática(s)

Después de investigar sobre las principales condiciones de los niños que conforman “Familias y Retos Extraordinarios”, así como los datos cedidos a raíz del PAP 4D08 verano 2023, se observó cómo en el momento del baño, las familias encuentran multitud de impedimentos para hacerlo de una manera cómoda, segura y digna.

Los principales problemas se resumen en tres:

- La comodidad de los niños en el momento del baño, ya que encuentran impedimentos a la hora de estar sentados en posición vertical con poco apoyo, así como para sujetarse y sujetar sus cabezas durante el proceso
- Algunos familiares cuidadores encuentran problemas a la hora de mover a los niños hasta el baño, haciendo incómodo, e inseguro para ambos este traslado.
- Las condiciones espaciales de cada baño, encontrando problemas de espacio y del tipo de ducha disponible algunas familias.

1.4. Planeación de alternativa(s)

El Proyecto de Aplicación Profesional (PAP) para el año 2023 busca la diseñar y desarrollar 2 conceptos nuevos para silla ducha, así como presentar 2 alternativas nuevas para un ecosistema de estas mismas. Para ello, se hace enfoque en la distribución equitativa de responsabilidades, aprovechando las fortalezas individuales de cada miembro del equipo, y en la realización regular de sesiones informativas para fomentar la comunicación y compartir los avances del proyecto.

El proyecto, como se mencionó previamente, tiene como objetivo la utilización de los modelos presentados en los PAPs P2023 y V2023 (Fig. 1 y 2) el propósito de rediseñar y poner a prueba dichos modelos. El enfoque principal se encuentra en la creación de diseños sencillos y funcionales que puedan servir a distintos grupos de usuarios. Se ha elegido implementar un sistema modular de PVC que pueda adaptarse a diversas configuraciones de regaderas. Además, se incluyen componentes fabricados mediante impresión 3D para las conexiones y accesorios adaptables. Esto se realiza con el fin de reducir los costos del proyecto, lo que facilita un acceso más amplio y la personalización de los accesorios para satisfacer las necesidades individuales de cada usuario.

A partir de este enfoque, se han elaborado bocetos basados en modelos anteriores, teniendo en cuenta las necesidades específicas de cada grupo de usuarios. El siguiente paso consistió en crear modelos detallados utilizando el software SolidWorks, que también facilitará la realización de pruebas de esfuerzo para garantizar la seguridad del usuario.

Por último, se planea diseñar una silla que sea completamente modular, aprovechando los modelos desarrollados previamente. Esto permitirá contar con una silla personalizable con una variedad de accesorios que satisfagan la mayoría de los segmentos definidos en el PAP P2023.

Esta metodología se encuentra detallada en la Tabla A, que establece un programa de actividades para cada semana de trabajo a lo largo del semestre.

Tabla 1. Cronograma de actividades previstas para la elaboración del pap

Actividad	Recursos	S e m a n a 1	S e m a n a 2	S e m a n a 3	S e m a n a 4	S e m a n a 5	S e m a n a 6	S e m a n a 7	S e m a n a 8	S e m a n a 9	S e m a n a 10	S e m a n a 11	S e m a n a 12	S e m a n a 13	S e m a n a 14	S e m a n a 15	S e m a n a 16	S e m a n a 17	
Investigación del PAP anterior y discapacidad múltiple.	RPA TC																		
Análisis de diseños a realizar	RPA TC																		
Propuestas diseño	AC																		
Desarrollo del diseño 3D y planos de ensamblado.	TC TP AC																		
Simulaciones	TP																		
Correcciones																			
Fabricación de los prototipos y propuesta de silla.	TC																		
Pruebas de resistencia y acabados de los prototipos																			
Fotos de los prototipos	TC																		
Prototipado de accesorios de apoyo para la hora de la ducha																			
Correcciones finales y publicación de proyectos a la red.	TC																		
Presentación del proyecto	TC																		

soportes para objetos personales o incluso superficies antideslizantes para aumentar la seguridad en la ducha.

En cuanto al uso de PVC como material principal de fabricación, se elige por varias razones:

Durabilidad: El PVC es un material resistente al agua y a la corrosión, lo que lo convierte en una elección adecuada para una silla de ducha que estará en constante contacto con el agua.

Facilidad de Mantenimiento: El PVC es fácil de limpiar y mantener, lo que es esencial en entornos húmedos como el baño.

Costo Eficiente: El PVC es asequible y ampliamente disponible, lo que puede contribuir a la economía de producción de la silla.

Las nuevas alternativas de silla de ducha se basan en un enfoque de diseño personalizado y optimizado, gracias a la impresión 3D, y utiliza el PVC como material principal para garantizar durabilidad y facilidad de mantenimiento. Estas mejoras buscan crear una solución más funcional y adaptable a las necesidades de los usuarios, mejorando la experiencia en la ducha y contribuyendo a la calidad de vida de las personas que requieren este tipo de dispositivo.

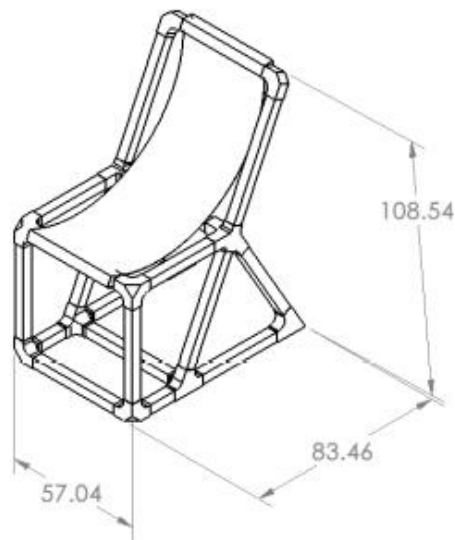


Fig.4 Dimensiones Modelo de silla modular de PAP 4D08 verano 2023

La razón fundamental detrás de la decisión de mantener las medidas establecidas en el modelo de Pap de verano (Figura 3) se basa en la procedencia de estas dimensiones del documento de Excel proporcionado por los estudiantes de Pap primavera 2023. Estas

medidas no solo cuentan con una base documentada y verificable, sino que también se considera que se ajustan de manera óptima a las necesidades y comodidad del usuario final.

Al utilizar las dimensiones proporcionadas en el Excel del Pap primavera 2023, se garantiza que la silla de ducha esté diseñada pensando en la ergonomía y en la satisfacción de los usuarios. Esto es especialmente importante, ya que la silla de ducha es un producto que debe brindar comodidad y seguridad a quienes la utilizan, y cualquier desviación en las medidas podría afectar negativamente la experiencia del usuario.

Una vez confirmadas las medidas, se procedió a el modelado de la nueva silla de ducha. Para lograrlo, se eligió utilizar exclusivamente codos y uniones tipo "tee", considerando que son las piezas de PVC más comunes y fácilmente disponibles en el mercado. Esta elección se fundamenta en la intención de simplificar la construcción de la silla, particularmente en escenarios donde el acceso a piezas de PVC puede ser limitado. La utilización de estas uniones estandarizadas también permite una mayor flexibilidad y rapidez en el proceso de ensamblaje.

El resultado de este enfoque de diseño y construcción se presenta en la Figura 5. Esta primera propuesta de silla es el producto de un proceso de planificación y ejecución cuidadoso, que busca mantener la coherencia con las dimensiones originales, al tiempo que garantiza la viabilidad y accesibilidad en su fabricación.

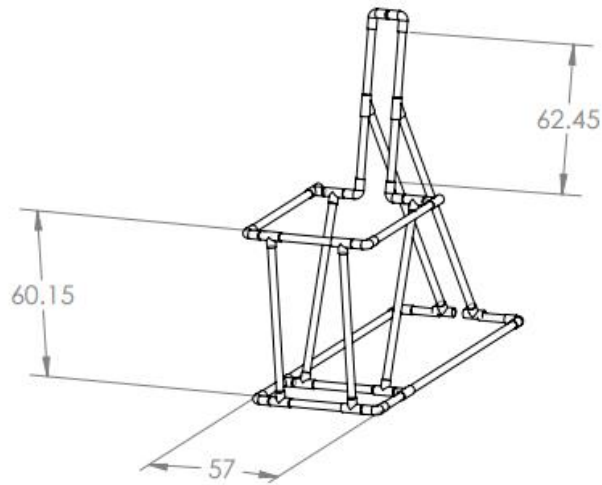


Fig.5 Diseño preliminar uno

Tras contemplar la fabricación de la silla junto a los ingenieros Valencia y González, nos dimos cuenta de que, aunque la primera propuesta prometía mucho en papel, en la realidad presentaba numerosos puntos débiles. Como por ejemplo que su correcto ensamblaje dependía enormemente de la precisión aplicada en los cortes.

Otro factor que descarta el uso de esta silla es que, al limitarnos a uniones tipo codo y yee, aumentábamos considerablemente la complejidad del diseño. El modelo mostrado en la Figura 5 constaba de una gran cantidad de piezas para su ensamblaje. Además, se añade el hecho de que estas uniones son considerablemente más costosas que la tubería en sí. Tras una cuidadosa deliberación, se decidió crear una segunda alternativa que utilizara menos uniones y se apoyara más en la impresión 3D para lograr la modularidad requerida por la silla.

Es a partir de estas propuestas es que se diseñó la silla que se puede apreciar en la figura 6. Este modelo utiliza codos de 3 vías, así como codos de 45 grados y uniones tipo tee cuales, si bien son un poco más difíciles de conseguir, su precio es justificado con los puntos que le añaden rigidez a la estructura, a diferencia de una unión T y Codos de 2 vías la unión de 3 (figura 7) reduce las piezas necesarias para lograr una intersección de 3 vías a una sola, aparte

de que resta grados de libertad al ensamble en general, últimamente contribuyendo a la rigidez global del mismo.



Fig.6 Diseño preliminar dos



Fig.7 Unión 3 vías PVC

Como se puede apreciar en la Figura 8, el ensamblaje respeta las medidas originales mostradas en la Figura 4. Con esta configuración, fue posible aumentar considerablemente el respaldo, lo que contribuye significativamente a la comodidad general de la silla.

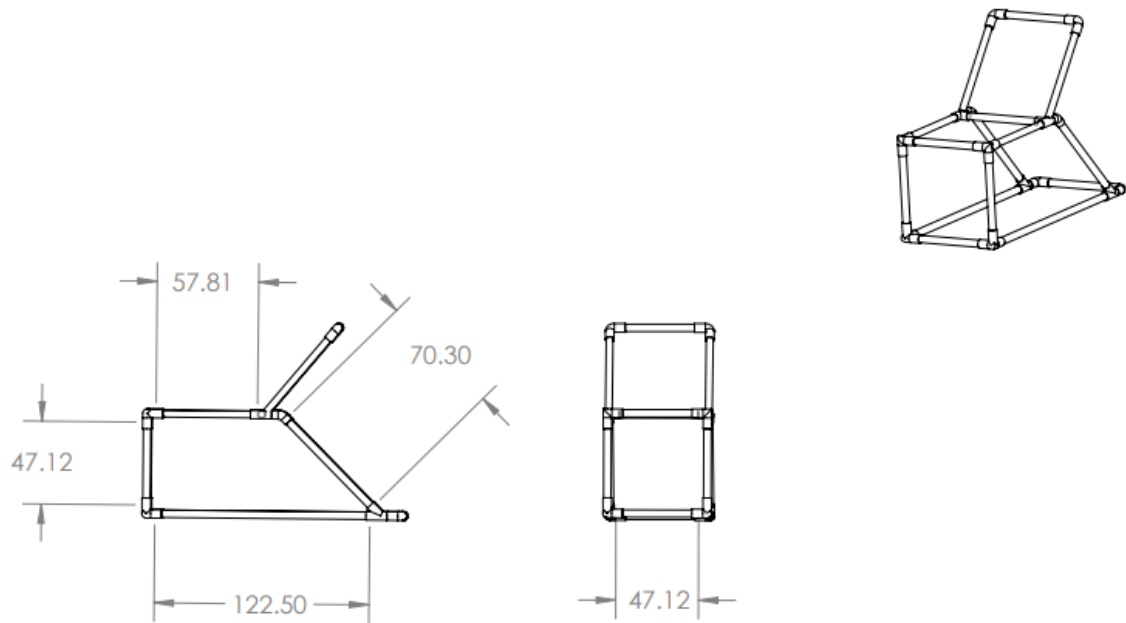


Fig.8 Planos Generales Segundo Diseño

En lo que respecta a la aplicación de la impresión 3D, nuestra hipótesis inicial era que el punto de falla principal estaría relacionado con este proceso. Para abordar este tema, decidimos analizar el marco de la silla sin uniones para identificar los puntos de concentración de esfuerzos. De esta manera, evitamos colocar piezas de impresión 3D precisamente en estas zonas.

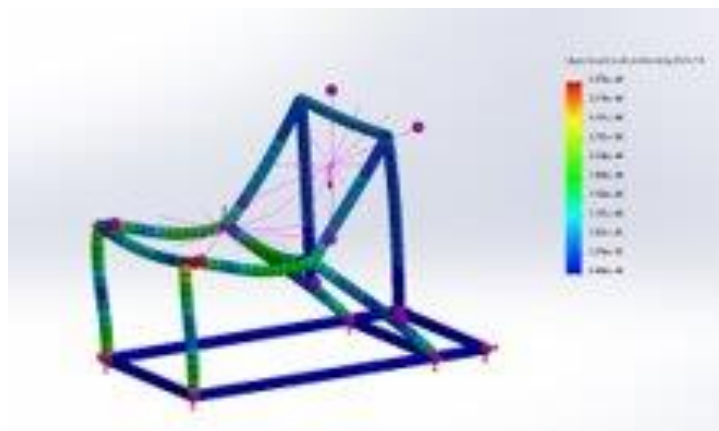


Fig.9 Prueba De Esfuerzos Segundo Diseño

Se llevó a cabo una simulación aplicando una carga distribuida en el centro de 600 N, equivalente al peso de una persona de 60 kilos (parámetros obtenidos en el PAP primavera 2023). Como se puede observar, la carga de esfuerzos principales se produce en la parte frontal de la silla. Esta simulación se realizó utilizando armaduras, por lo que el diámetro adicional proporcionado por las uniones de PVC no se tuvo en cuenta. Es importante señalar esto, ya que dicho diámetro extra, proveniente de los acoples, aumenta la rigidez general del ensamblaje.

Al incorporar la unión de 3 vías, se logra resolver el problema de los esfuerzos concentrados la zona frontal. En cuanto a la adaptabilidad de la silla, decidimos colocar un par de rótulas unidas por otro tramo de PVC (ver Fig.12) en la parte posterior, donde apenas se registraban esfuerzos. Esto contribuye a hacer la silla ajustable y garantiza la efectividad de las piezas impresas en 3d

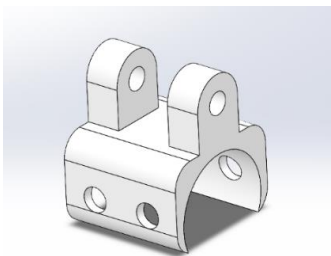


Fig.10. Modelado en CAD de Rotula Superior

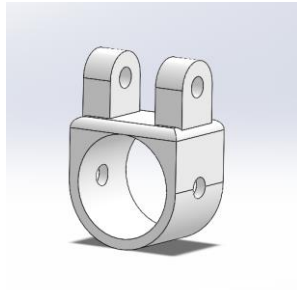


Fig.11. Modelado en CAD de Rotula Inferior



Fig.12 Ensamble Rotulas

Las rótulas (Figura 10,11) fueron impresas en 3D utilizando PTEG. Dado que la simulación precisa con impresión 3D es un área donde aún no se dispone de tanta información, la simulación realizada sobre estas rótulas será principalmente ilustrativa, mostrando los puntos donde podrían surgir posibles fallos.

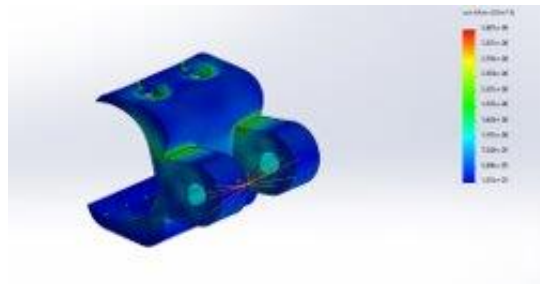


Fig.13 Simulacion Rotula Superior

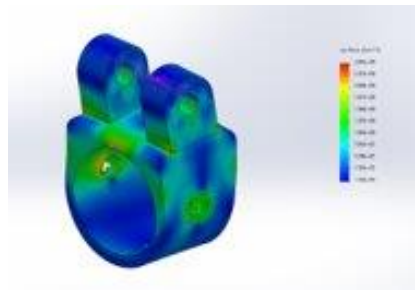


Fig.14 Simulación Rotula Inferior

Se aplicó una carga de 200 Newtons en el eje "y" y 100 en el eje "x" a la simulación de las figuras trece y doce mostradas anteriormente, simulando así una carga que podría experimentar el respaldo. Como se puede observar en la simulación de las rótulas, no hay ninguna zona donde se presenten grandes esfuerzos. De esto se puede concluir que la pieza está sobredimensionada para resistir el esfuerzo previsto. El hecho de obtener estos

resultados favorables con esta geometría en particular añadió un nivel adicional de seguridad al proceso de prototipado en 3D.

Una vez concluidas las simulaciones y los planos, se procedió a avanzar con el proceso de impresión. Como se mencionó anteriormente, este se llevó a cabo utilizando material PETG y siguiendo la configuración indicada en la Fig. 15. El tiempo total de impresión ronda las 22 horas por las 4 piezas. El proceso de impresión se muestra en la Fig. 16.

Setting	Profile	Current	Unit
Wall Thickness	1.2		mm
Top/Bottom Th...	2		mm
Infill Density	25		%
Infill Pattern	gyroid		
Print Speed	65		mm/s
Initial Layer Sp...	20		mm/s
Retraction Dist...	6.5		mm
Support Density	8		%

Fig.15 Parámetros de Impresión



Fig.16 Proceso de Impresión

Después de imprimir las rótulas, se procedió a cortar todos los tubos a sus dimensiones finales para iniciar el proceso de ensamblaje. La tubería, como se especificó anteriormente, es de PVC cédula 40 de media pulgada. Los cortes se llevaron a cabo en el laboratorio de mecánica, siguiendo la lista de cortes. Fig. 17.

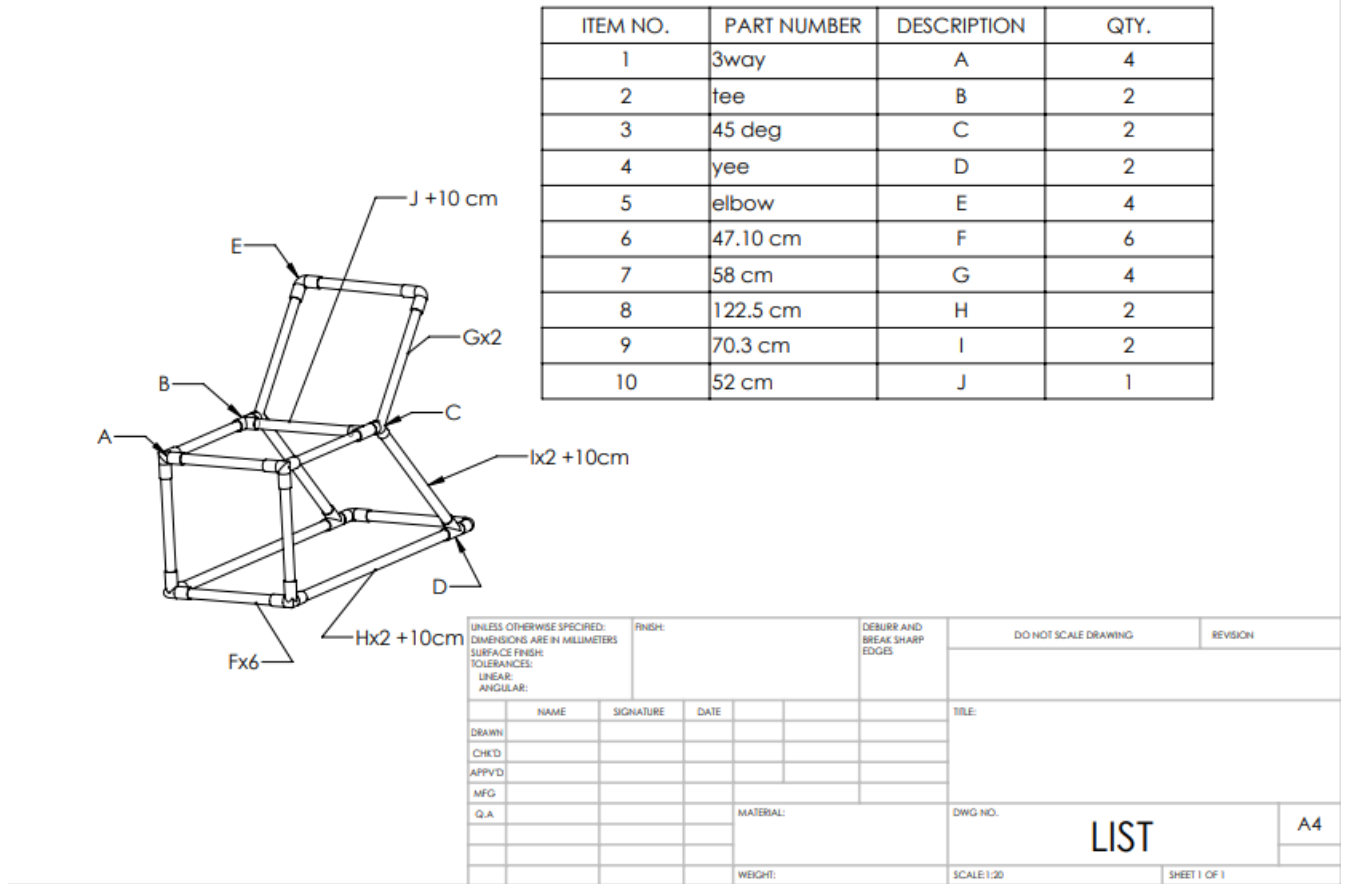


Fig.17 Lista de Cortes

Una vez que los tubos fueron cortados y las rótulas impresas, se procedió al ensamblaje de la silla, el cual transcurrió sin ningún inconveniente. El ensamblaje final de la silla se puede observar en la Figura 17. Contando ya con el prototipo final ensamblado, pudimos verificar de primera mano la rigidez de la estructura. Al aplicar un peso de 80 kilos en la zona de deformación máxima (Figura 9), comprobamos que esta no era tan pronunciada como se mostraba en la simulación. Estos resultados son positivos, ya que se podrán corroborar posteriormente con una simulación de una prueba de fatiga



Fig.18 Prototipo Terminado

Diseño Acople Impresión 3d

La inclinación del respaldo es un punto crítico del diseño, pues depende de cada usuario. Debido a esto se ha diseñado una pieza que permite regular la inclinación del respaldo de manera rápida, segura y fácil para dar mucha más versatilidad a los diseños.

El primer prototipo de unión se realizó para comprobar la funcionalidad de este, realizando un prototipo en impresión 3d SLA con resina, con la finalidad de comprobar el funcionamiento de esta parte.

La pieza se compone de 2 mitades impresas en 3d, a parte de una ruleta también impresa en 3d, un tornillo de métrica 18 de acero inoxidable y una tuerca métrica 18 también en acero inoxidable

El dimensionamiento de la pieza se realizó atendiendo las siguientes características:

Suponiendo una carga máxima de 80KG al centro y tomando los anclajes como empotrado (caso más desfavorable) por lo que podemos suponer desde el punto de vista estructural la pieza como:

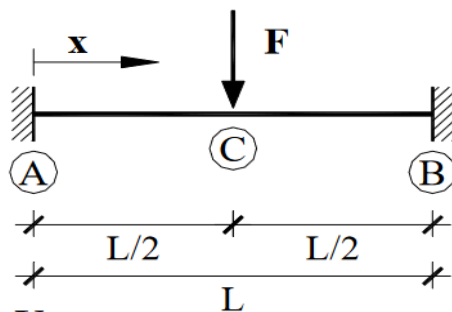


Fig.19 Carga centrada en viga bi-empotrada

Donde A y B serían las piezas para diseñar, por lo tanto, tendrán que recibir un esfuerzo cortante de $V=F/2$ Donde $F=m \cdot g = 80 \cdot 9.81 = 785 \text{ N}$

$$V = 785 / 2 = 392.5 \text{ N}$$

El tornillo elegido es uno de acero inoxidable de resistencia 8.8 métrica 16, el cual hace función de apriete de la pieza, así como resiste cortante.

La resistencia máxima a cortante de este tornillo es de 77,21Kn por lo tanto estaría trabajando a cortante al 1 % de su capacidad.

La sección resistente de plástico es de 157 mm^2 quedando la resistencia como:

Tabla 3 Resultados cálculo acople regulación respaldo v1

	Tornillo	Sección Plástico
Sección	157 mm ²	5.440 mm ²
Esfuerzo Cortante Máximo	77210 N	181333 N
Esfuerzo Máximo a Resistir	785 N	785 N
Porcentaje de Uso	1,02 %	0,43 %

Como se puede observar, la pieza cumple de sobra con las exigencias, a continuación, se muestran imágenes de esta:

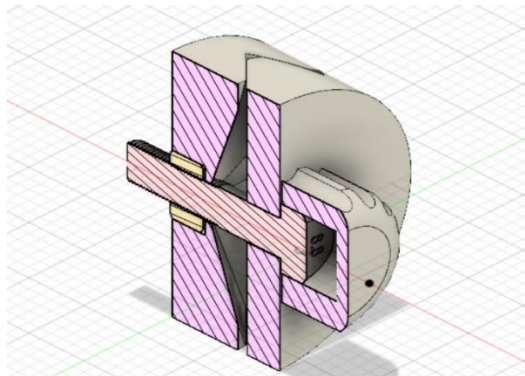


Fig.20 Corte de sección acople regulación respaldo v1



Fig.21 Renderizado acople regulación respaldo v1

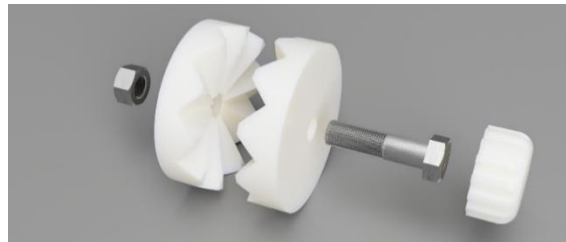


Fig.22 Renderizado explotado acople regulación respaldo v1

A continuación, se mostrará el primer prototipo impreso en 3d, donde se comprueba el correcto funcionamiento de manera visual de la pieza:

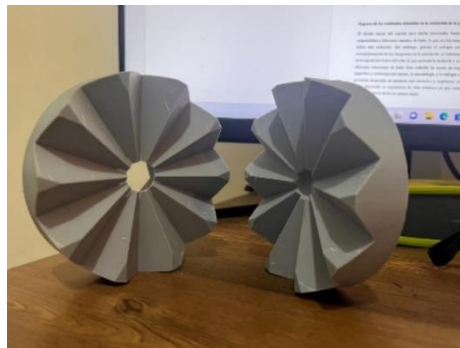


Fig.23 Prototipo acople regulación respaldo v1



Fig.24 Prototipo acople regulación respaldo v1

Una vez diseñado el acople v1, se procede a la adaptación de este para la silla abatible basado en Fig. 24, manteniendo la funcionalidad original y permitiendo el correcto acople con las partes de la silla.

A continuación, se expone la primera versión del acople de regulación de respaldo para la silla abatida basada en Fig. 25:



Fig.25 Renderizado explosionado acople de regulación de respaldo para la silla abatida basada en Fig2



Fig.26 Renderizado explosionado acople de regulación de respaldo para la silla abatida basada en Fig2

También se han realizado renderizados de la pieza en la posición provisional en la que iría en la silla, para comprobar que no colisione con ninguna pieza y que es espacialmente viable:

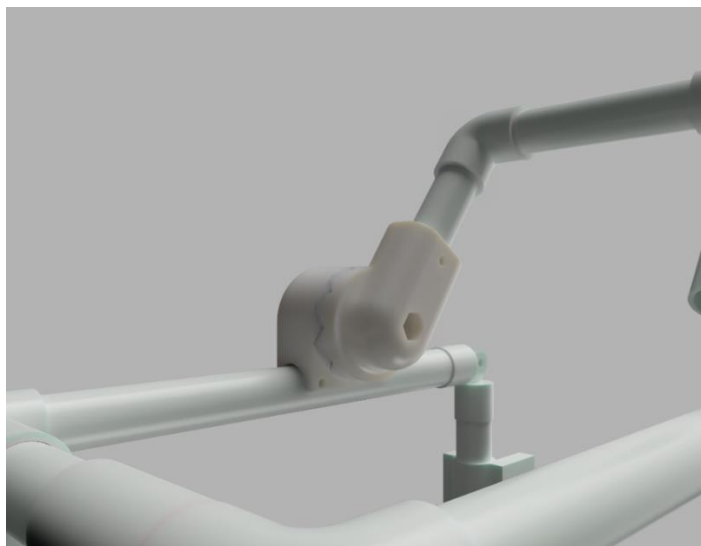


Fig.27 Renderizado acople de regulación de respaldo para la silla abatida basada en Fig2

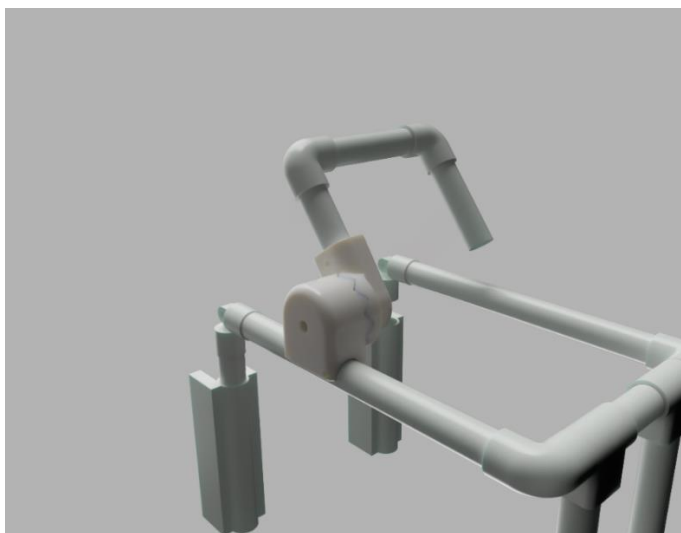


Fig.28 Renderizado acople de regulación de respaldo para la silla abatida basada en Fig2

Tras este diseño se pasó a preparar mediante un laminador (Cura) a la preparación de la pieza, donde pudimos observar que los tiempos de impresión eran muy elevados, así como el material utilizado, siendo estos de 84 horas de impresión por cada silla, y 1452 gramos de plástico.

Debido a esto, se pasó a la optimización de la pieza para, por un lado, reducir el tiempo de impresión, y por el otro lado, reducir el material y así el costo de la pieza.

Para realizar la optimización, se prescindieron de partes de la pieza que no resistían carga, obteniendo la versión 2 de la misma:



Fig.29 Renderizado acople de regulación de respaldo V2

A continuación, se expone el ahorro de tiempo y de material frente a la versión 1 del acople:

Tabla 4 Masa de la pieza a través de sus versiones

Masa V1 (30% relleno)	1452 g
Masa V2 (30% relleno)	924 g
Tiempo V1	60 horas
Tiempo V2	84 horas

Para comprobar su resistencia, se realizó un estudio de sólido finito, para de esta manera, evaluar que la pieza está dentro de los valores aceptados de esfuerzo, aunque después sea

necesario comprobar de manera analítica la resistencia de estas impresas en 3d, ya que esta tecnología actual, no nos permite realizar estudios de rotura de manera precisa, pero si obtener una idea general.

La carga aplicada es de 80N en el sentido que el respaldo la aplicaría sobre la pieza.

A continuación, se exponen los resultados:

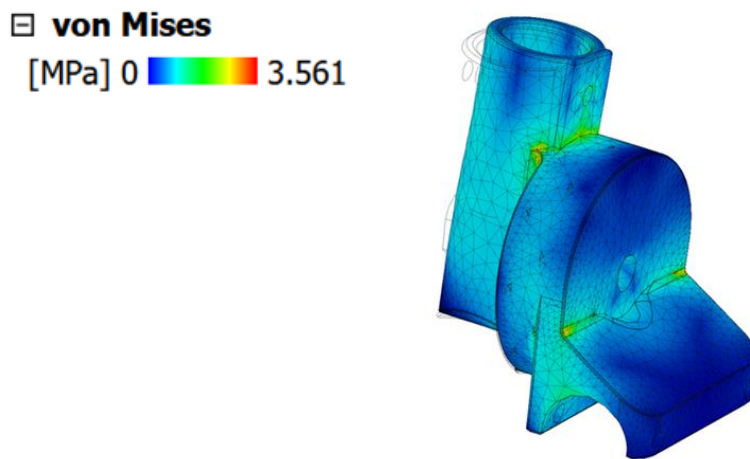


Fig.30 Estudio de esfuerzos von Mises Acople regulador de respaldo V2

Como se puede observar, el esfuerzo máximo de von Mises, es de 3.561 MPa, muy por debajo de los 50 MPa que certifica nuestro PETG para impresión 3d que resiste.

También se tuvo en consideración la manufactura de esta pieza mediante inyección de plástico, realizando la misma en ABS, obteniendo los siguientes resultados de costos, suponiendo que fabricamos 1000 piezas a lo largo de un año tanto en inyección como en impresión 3d:

Tabla 5 Comparativa de costos impresión 3d vs inyección de plásticos.

Parte	Masa	Material (ABS 500\$/Kg)	Proceso	Herramientas	Costo inicial	Tiempo de ciclo/Pieza	Costos marginales agregados/Pieza (240\$/h)	Costo Parte (Amortización a 1 año, 1000 Uds/Año)	Costo/Silla
Acople A	221 g	\$110,50	Inyección estándar (80 Ton)	Molde de Inyección	\$30.000,00	180 s	\$ 12,00	\$152,50	\$650,00
Acople B	241 g	\$120,50	Inyección estándar (80 Ton)	Molde de Inyección	\$40.000,00	180 s	\$ 12,00	\$172,50	
Parte	Masa	Material (PETG 400\$/Kg)	Proceso	Herramientas	Costo inicial	Tiempo impresión	Coste electricidad (1\$/kWh)	Costo parte (Amortización a 1 año, 1000 Uds/Año)	Costo/Silla
Acople A	221 g	\$88,40	Impresión 3D (fdm)	Impresora	\$5.000,00	14 h	\$ 4,20	\$97,60	\$407,60
Acople B	241 g	\$96,40	Impresión 3D (fdm)	Impresora	\$5.000,00	16 h	\$ 4,80	\$106,20	

De este cálculo estimado de costos, podemos concluir que la impresión 3d sería la propuesta más viable de manufactura para este caso, ya que en el caso de que en un futuro la fundación disponga de su propia impresora 3d, los costos a corto y medio plazo son inferiores respecto a la inyección

En el caso de en un futuro requerir el proceso de inyección, se podría optimizar la pieza en gran medida para reducir el gasto de material y tiempos de esta, para así abaratar los costos.

La impresión 3d es una gran solución desde el punto de vista de la adaptabilidad de la silla-ducha a cada usuario.

Otra solución propuesta con un menor grado de adaptabilidad, pero una mayor economía y rapidez de realización es la propuesta del siguiente sistema fig. 31, que permite la inclinación de 45 y 30 grados del respaldo, tomando inspiración en el diseño de los camastros de playa. Se propone una estructura en “C” fabricada en PVC de 1 in, la cual funciona como soporte del respaldo. Esto junto a una pieza impresa en 3D que permita bloquear la posición en inclinación de 45 y 30 grados. Esto reduce los tiempos de impresión y mantiene un diseño sencillo.



Fig.31 Propuesta alternativa del respaldo

Ya con el modelo inicial de la Fig.31 se planteó una refinación del modelo, terminando la decisión final de usar tres piezas personalizadas en impresión 3D. La primera propuesta Fig. 32 es una unión en “T” que permite la habitabilidad de las patas de la silla, la siguiente pieza “base deslizante” fig.34 es una base montada en el tubo que hace de pivote para el respaldo, este sujeto mediante cuatro pernos de 1/4 in con tuercas y el pivote para el respaldo de 3/8. Por último, la pieza “stop” fig.33 tiene como función bloquear en posición el respaldo en los ángulos propuestos.

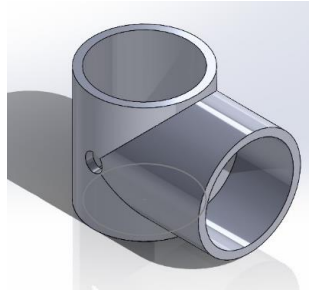


Fig.32 Unión para Modelo Abatible

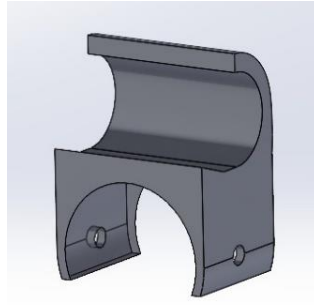


Fig.33 Pieza para bloqueo “stop”

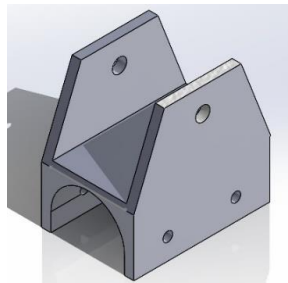


Fig.34 Base pivote

Se llevo a cabo una modelación del prototipo final de la silla (ver fig.36) Este proceso incluyó la incorporación de cuidar las geometrías del PVC, la contracción del PTEG y la tolerancia necesaria para garantizar el ensamblaje y la funcionalidad del diseño.

Con el modelo terminado, se elaboraron los planos de construcción detallados. Estos adjuntos en el apartado 1.8 anexos generales. Estos planos contienen las especificaciones necesarias para guiar el proceso de fabricación, incluyendo medidas y detalles constructivos.

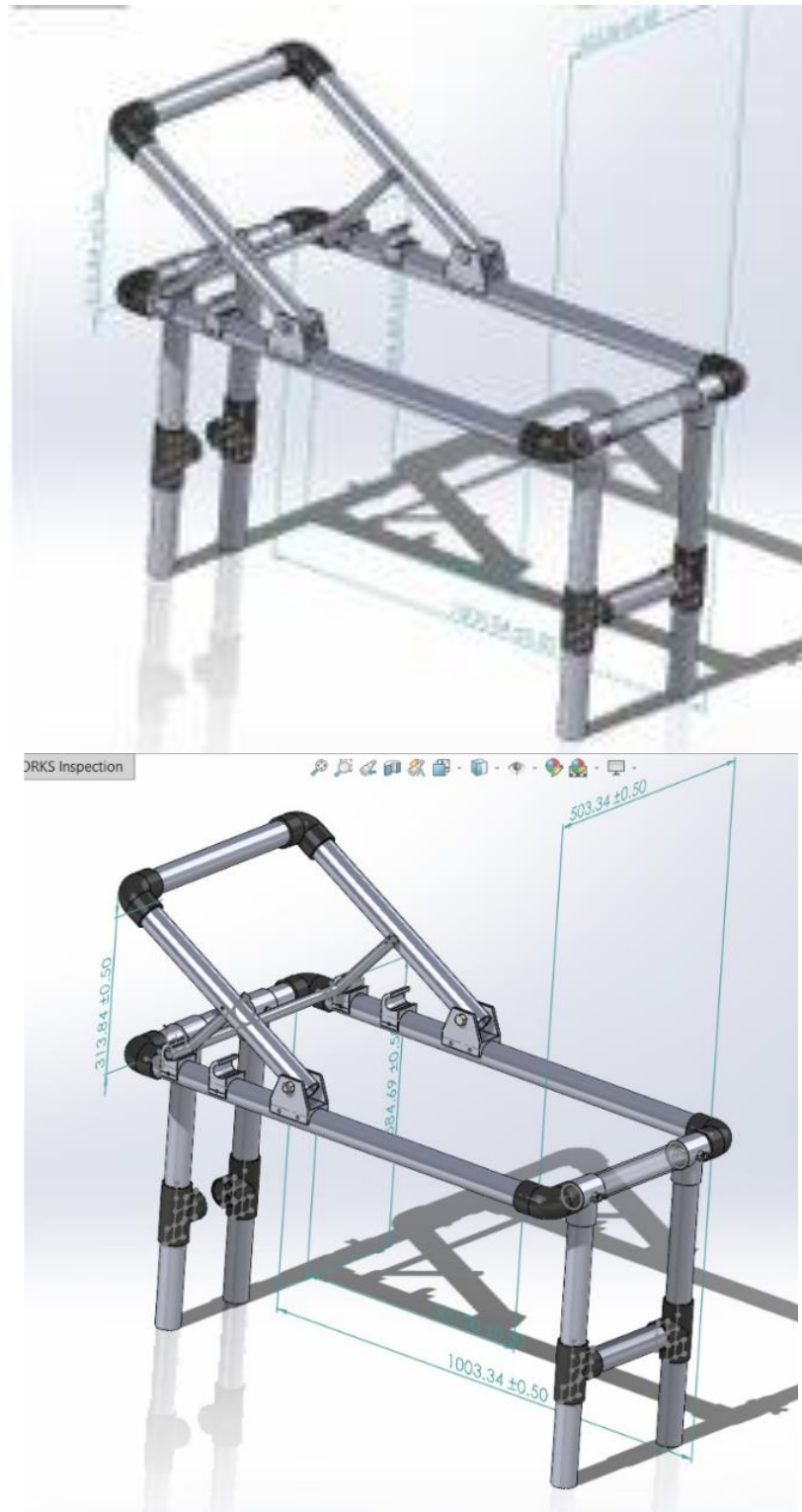


Fig.35 Propuesta final de silla abatible

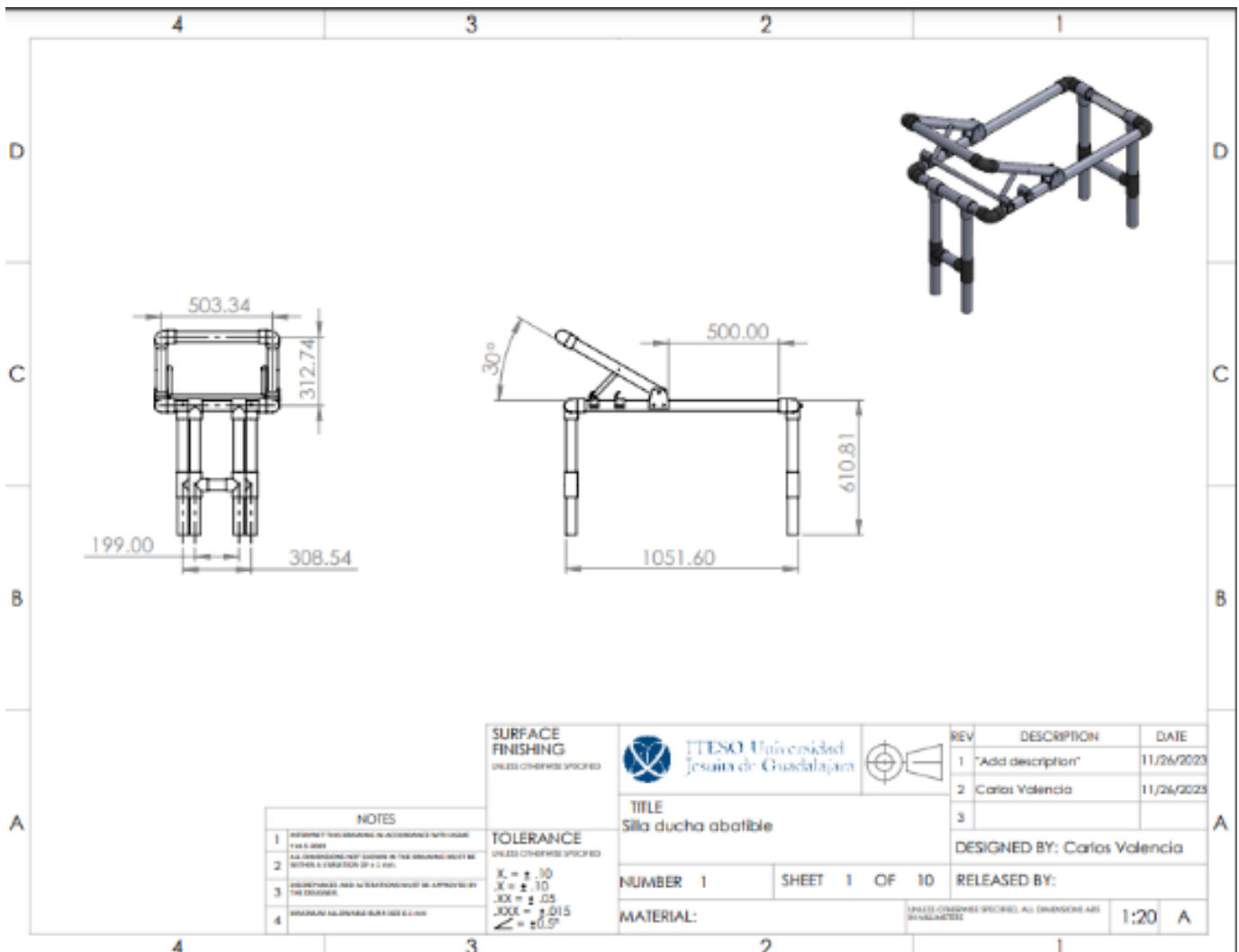


Fig.36 Plano de medidas generales de silla abatible

Con ahora los planos terminados, con el software Solid Works simulations se buscó el punto crítico de esfuerzos en la silla uso mediante simulaciones de esfuerzo estático. Este análisis permite anticipar las áreas de mayor tensión bajo condiciones de carga y tomar decisiones para el diseño final. Se aplico una carga de 600 newtons equivalentes peso del usuario al centro de la silla donde se recarga la mayor cantidad de peso. Esta carga interactúa en el marco donde se sienta el usuario y donde se van a anclar las tiras que construyen el respaldo y asiento del modelo del marco.

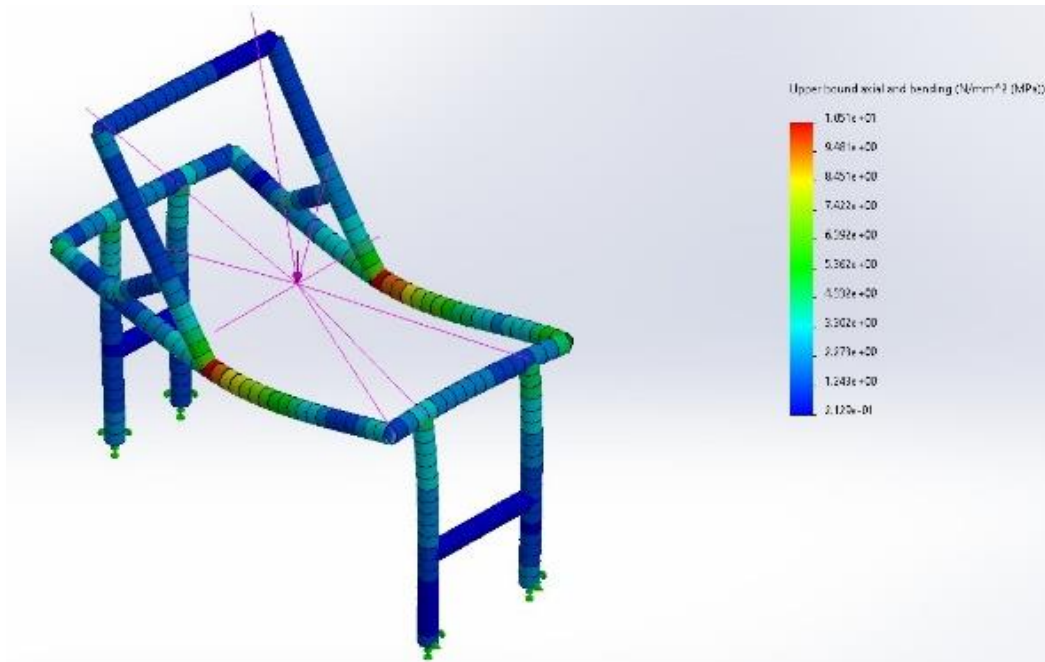


Fig.38 Análisis de esfuerzo estático en marco de silla abatible

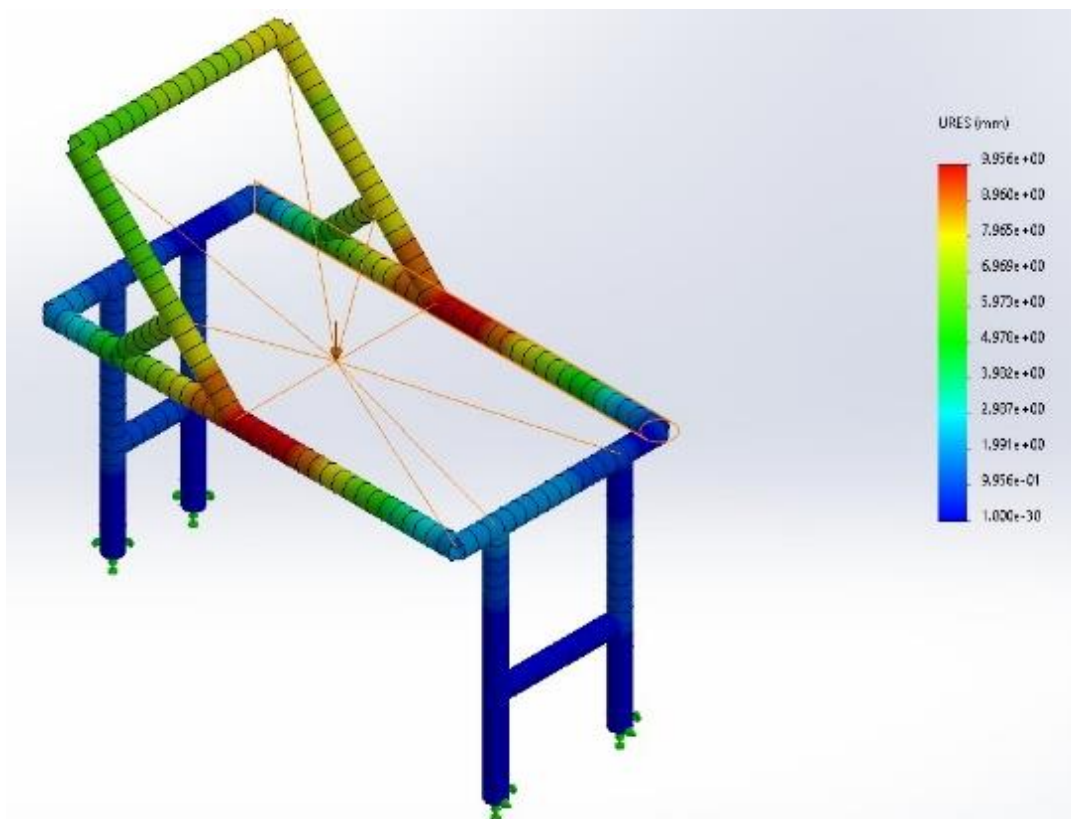


Fig.39 Análisis de desplazamiento en marco de silla abatible

Los resultados iniciales de la simulación muestran un esfuerzo máximo de 10 MPa fig.39 y un desplazamiento máximo de 10 mm fig.40 en el punto crítico. Aunque indican niveles moderados de esfuerzo y deformación, el rango de resistencia del material PVC, se encuentra entre 45 y 60 MPa por lo que no habrá problema durante su uso. Conforme a este punto crítico se llevó a cabo un segundo estudio enfocado en la pieza “Base deslizante” donde se muestra la máxima concentración de esfuerzos.

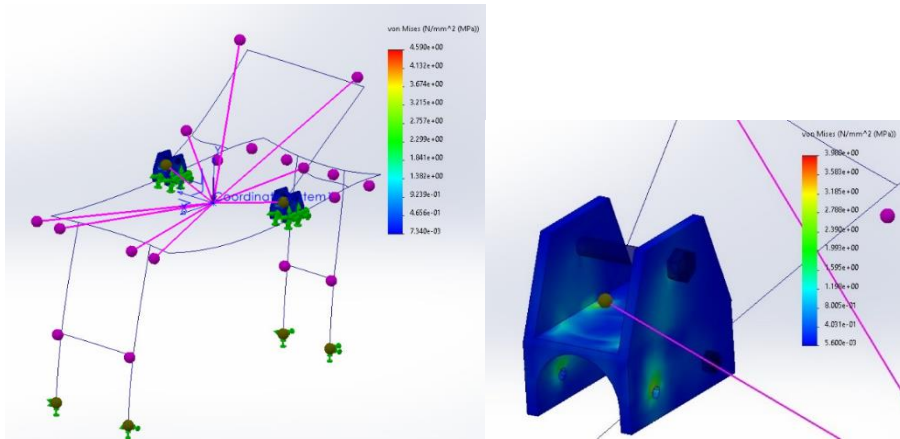


Fig.40 y 41 Análisis de esfuerzo estático en base deslizante

En los resultados del segundo estudio de cargas en la pieza. El desplazamiento máximo es 0.67 mm y un esfuerzo máximo de 4 MPa centrado en donde se va a fijar la pieza con pernos, gracias a que las piezas en 3D por el hecho que no son sólidas y en no se puede simular la orientación de las capas por lo que es difícil saber su capacidad de esfuerzos de manera precisa con solo una simulación. Se propone realizar estudios adicionales en el laboratorio de mecánica durante la continuación del PAP4D08 en semestre Primavera 2024. La simulación de piezas en 3D esta en sus primeras etapas por lo que es necesario estos estudios adicionales permite llevar a cabo pruebas de compresión y conseguir las cargas reales sobre las piezas modeladas. Y así se asegura que la pieza cumpla con los estándares de resistencia.

Con las simulaciones, planos y modelos listos, se prosiguió con el proceso de producción, la primera parte consiste en convertir los modelos realizados en formato STL para usarlos en el software “Cura” programa que permite generar un código con las indicaciones de impresión a la impresora 3D, en este caso una “Ender Creality V2 auto bl-touch”. Las especificaciones de impresión son las mismas que para las piezas del primer prototipo. Fig. 15

Estas especificaciones de impresión tienen como objetivo obtener impresiones rápidas sin comprometer mucho las propiedades mecánicas y asegurar una buena calidad de impresión. Para asegurar una impresión rápida se usó una altura de capa de 0.3 mm, se instaló una punta de hierro de 0.6 mm en el extrusor para reducir más el tiempo de 11 horas a 5 y se seleccionó una forma de relleno tipo gyroide que permite bajar la densidad de la pieza por mitad sin comprometer las propiedades mecánicas. Esto basado en las impresiones prueba de diferentes formas de relleno fig.42.



Fig.42 Pruebas de producción de unión T

Con las especificaciones adecuadas para las piezas se generaron códigos con tiempos de impresión corto, comprando ser una mejor opción que la rótula propuesta inicialmente. Los tiempos de impresión se encuentran en la siguiente tabla 6:

Tabla 6. Tiempo de impresión de las piezas

Pieza	Tiempo de impresión	Peso
Base deslizante	5 horas 12 min	85 g
Union T	5 horas 13 min	84 g
Stop	2 horas 9 min	38 g

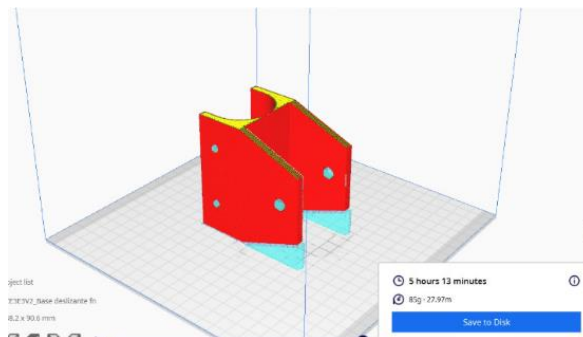


Fig.43 Vista previa de impresión de la base del respaldo

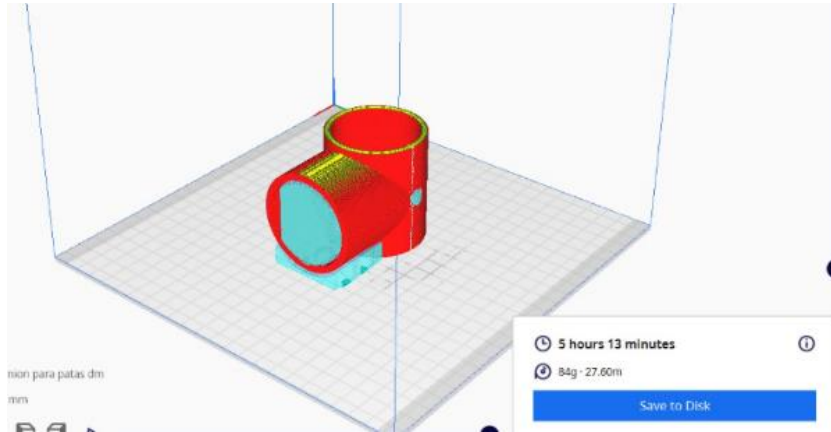


Fig.44 Vista previa de impresión de la unión “T”

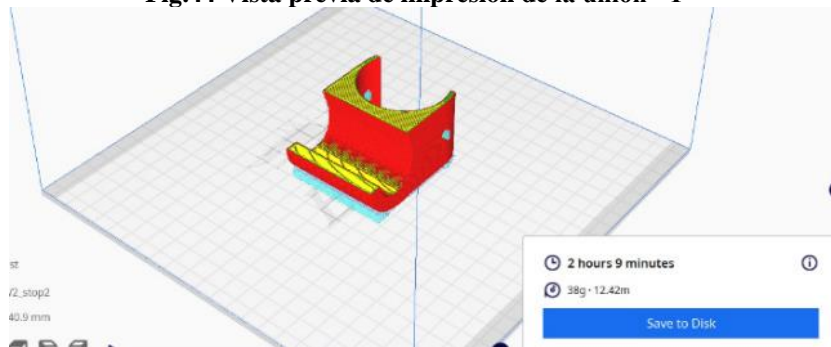


Fig.45 Vista previa de impresión de la pieza “stop”

Se procedió con la impresión de los modelos diseñados. Esto materializa los modelos y permite verificar la geometría y asegurar que ensamblen las piezas. El proceso de impresión se llevó a cabo con supervisión constante para asegurar la calidad y precisión requeridas. Se ha dado especial importancia gracias a la naturaleza del PTEG de contraerse y producir problemas de adhesión en las primeras capas.



Fig.46 Proceso de impresión de pieza “T”

Ahora con las piezas impresas, se consiguió una pieza solida se puede avanzar con los cortes y orificios de los tubos de PVC, para así pasar a la etapa de ensamblaje, los cortes realizados con los planos de construcción, una cegueta y un flexómetro en el taller de mecánica. Y para los orificios una broca de 1/8 y una de 1/4 in . Las piezas terminaron con una calidad sólida y con geometrías correctas.



Fig.47. Prototipo pieza “Base de respaldo” impresa en 3D.



Fig.48 Prototipo pieza “stop”impresa en 3D.

Para el proceso de ensamblado se utilizaron diferentes métodos de unión. En el caso de las uniones de PVC, se empleó un pegamento especial diseñado específicamente para este tipo de material. Este adhesivo para PVC garantizó una unión hermética y resistente, creando una conexión sólida entre las piezas y las tuberías. La elección de un pegamento especial para PVC fue fundamental para asegurar la cohesión del sistema y evitar posibles filtraciones.

En resumen, el proceso de ensamblaje combinó la precisión de la impresión 3D con la resistencia de las tuberías de PVC y las uniones mediante pernos y pegamento especial. El resultado final fue un prototipo funcional, listo para cumplir con su propósito específico en diversas aplicaciones ver fig.49 y fig.50.



Fig.49 Silla ducha abatible modular ensamblada



Fig.50 Silla ducha abatible recubierta con tiras de poliéster remachadas sobre los tubulares de PVC.

1.6. Valoración de productos, resultados e impactos

Durante el desarrollo del Programa de Aprendizaje Servicio (PAP) se logró el objetivo principal de crear soluciones específicas para mejorar la experiencia de baño de niños con parálisis cerebral. El desarrollo de prototipos de asientos de baño adecuados, diseñados pensando en la seguridad y el confort de los niños, representa un paso importante. El uso de tecnologías como la impresión 3D (PTG) y materiales como la tubería de PVC ha permitido que estos prototipos se adapten verdaderamente a las necesidades de los usuarios para los que fue diseñado este proyecto. Los resultados demuestran mejoras observables en la calidad de vida de estos niños y sus cuidadores durante la natación.

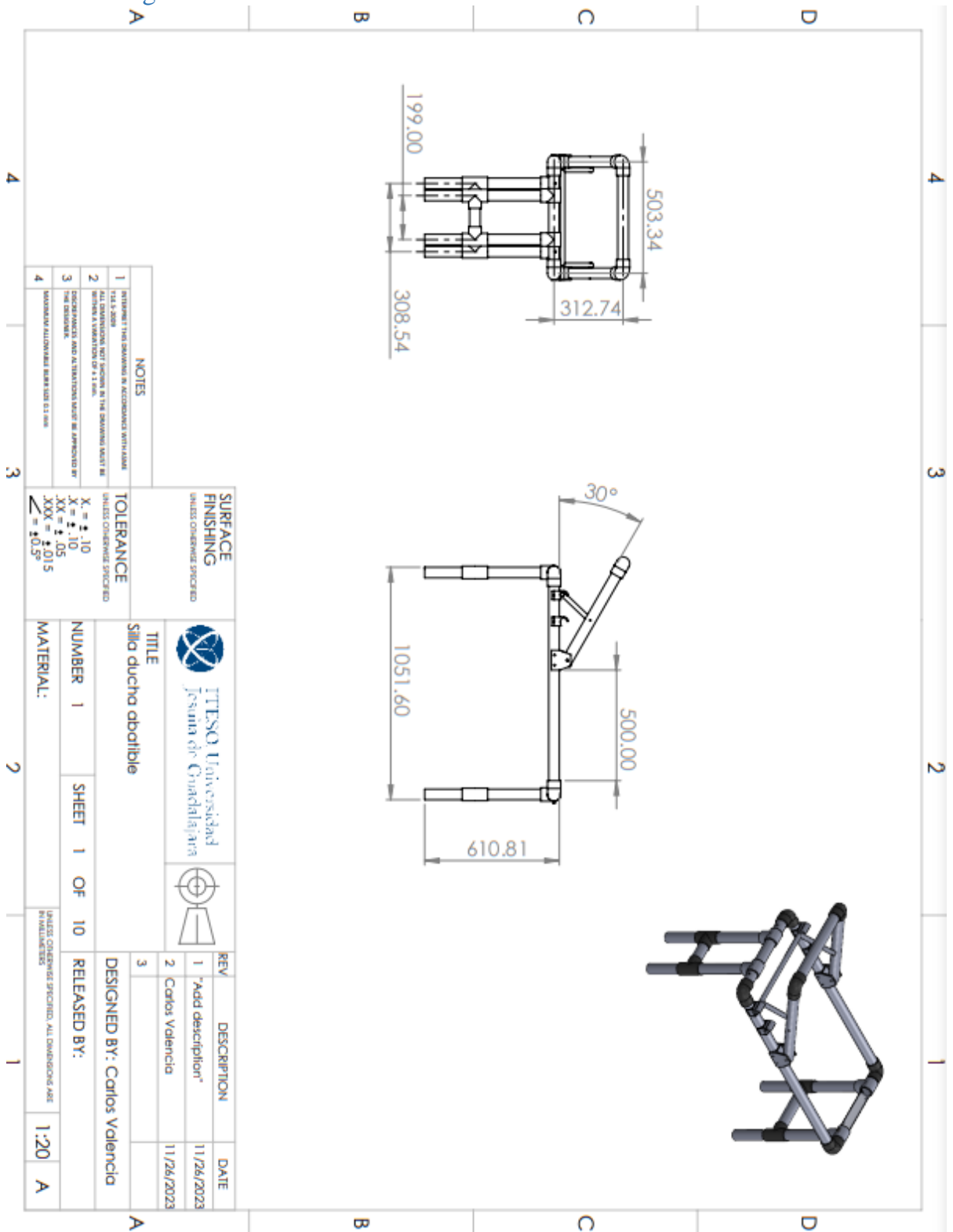
El impacto es evidente en el logro de soluciones prácticas y funcionales, pero hay margen de expansión y mejora adicional. Aspectos como la flexibilidad de los diseños para adaptarse a diferentes circunstancias o necesidades individuales, y la búsqueda de materiales resistentes e incluso respetuosos con el medio ambiente pueden considerarse en la siguiente etapa del

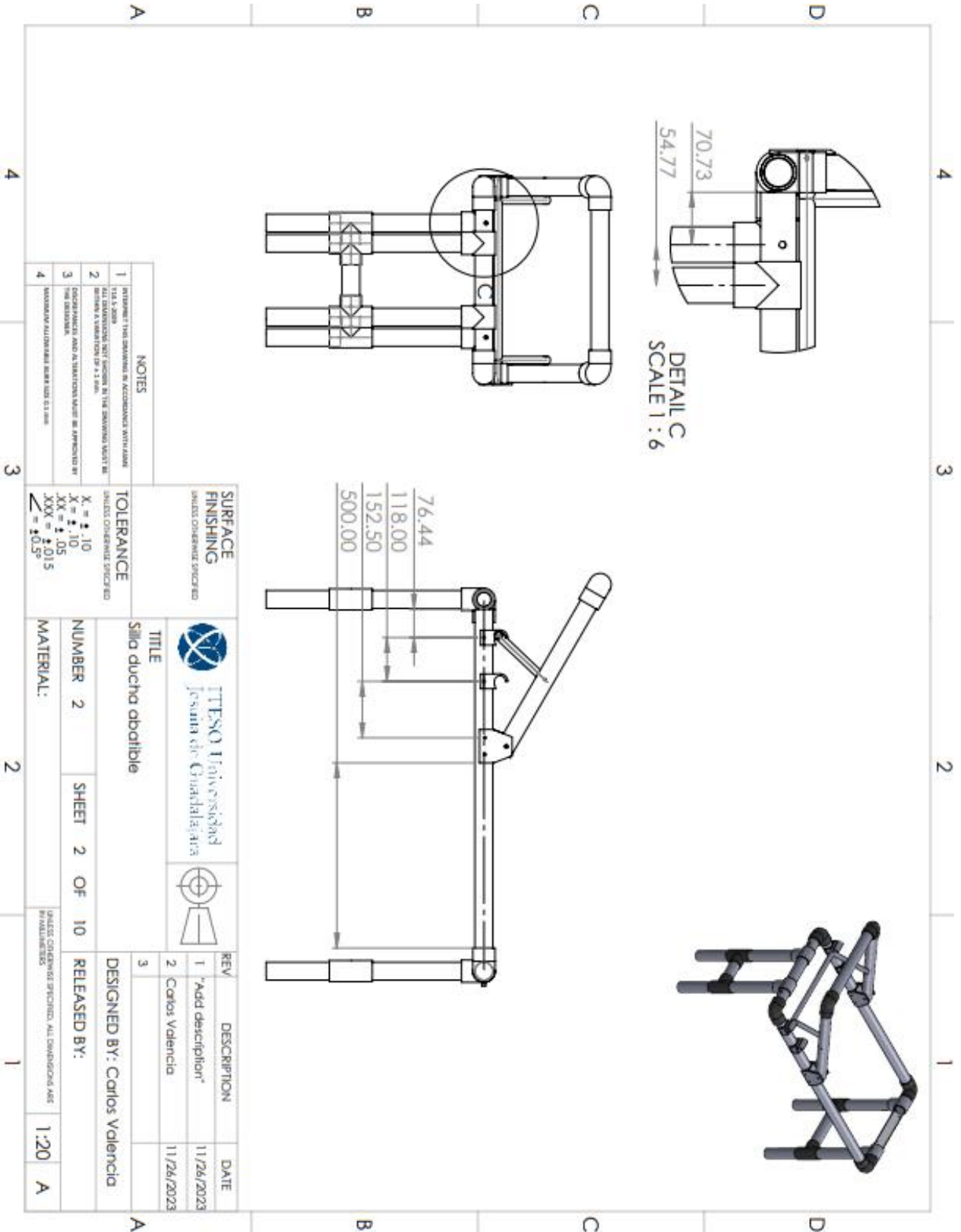
proyecto. De manera similar, ampliar y acceder a estos modelos podría servir como sitios de intervención, asegurando que las familias que podrían beneficiarse de estas innovadoras sillas de ducha tengan acceso a ellas. Asociarse con instituciones de salud o desarrollar iniciativas a gran escala podrían ser pasos futuros para garantizar que estas soluciones sean accesibles para quienes las necesitan.

1.7. Bibliografía y otros recursos

1. “PLA y PETG: características, diferencias y aplicaciones”. Abax Innovation Technologies. Accedido el 2 de diciembre de 2023. [En línea]. Disponible: <https://abax3dtech.com/2020/12/15/pla-y-petg-caracteristicas-diferencias-y-aplicaciones/>
2. “RCN Medizin- und Rehattechnik: Startseite”. RCN Medizin- und Rehattechnik: Startseite. Accedido el 2 de diciembre de 2023. [En línea]. Disponible: <https://rcn-medizin.de/startseite.html>
3. Autodesk. *Fusion 360*. (Student).
4. Dassault Systèmes. *SolidWorks*.

1.8. Anexos generales





NOTES

1. THE S-DRAWING MUST BE ACCORDANCE WITH ASME Y14.5-2018.
2. ALL DIMENSIONS ARE GIVEN IN THE DRAWING UNLESS OTHERWISE SPECIFIED AS S.I. UNITS.
3. DIMENSIONS AND TOLERANCES MUST BE APPROVED BY THE DESIGNER.
4. UNLESS OTHERWISE SPECIFIED, ALL DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS.

TOLERANCE

UNLESS OTHERWISE SPECIFIED

X = ± .10
 XX = ± .10
 XXX = ± .015
 ∠ = ± 0.5°

SURFACE FINISHING

UNLESS OTHERWISE SPECIFIED

TITLE
Silla ducha abatible

NUMBER 2 **SHEET** 2 OF 10

MATERIAL:

TTESO Universidad
Josueta de Guadalupe

REV	DESCRIPTION	DATE
1	"Add description"	11/26/2023
2	Carlos Valencia	11/26/2023
3		

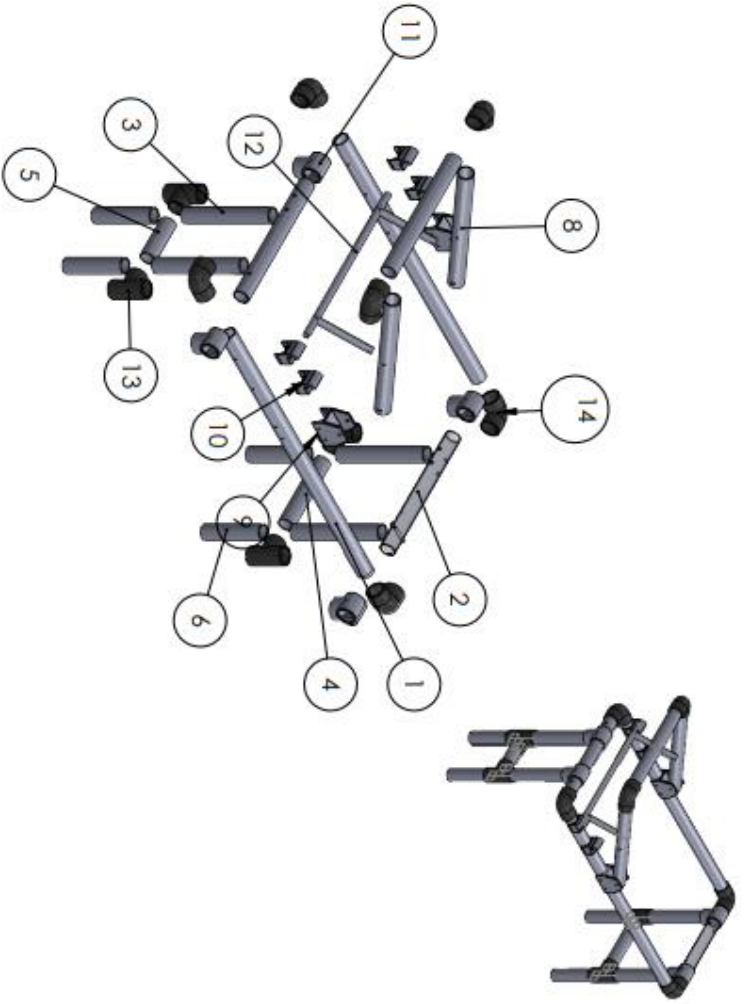
DESIGNED BY: Carlos Valencia

RELEASED BY:

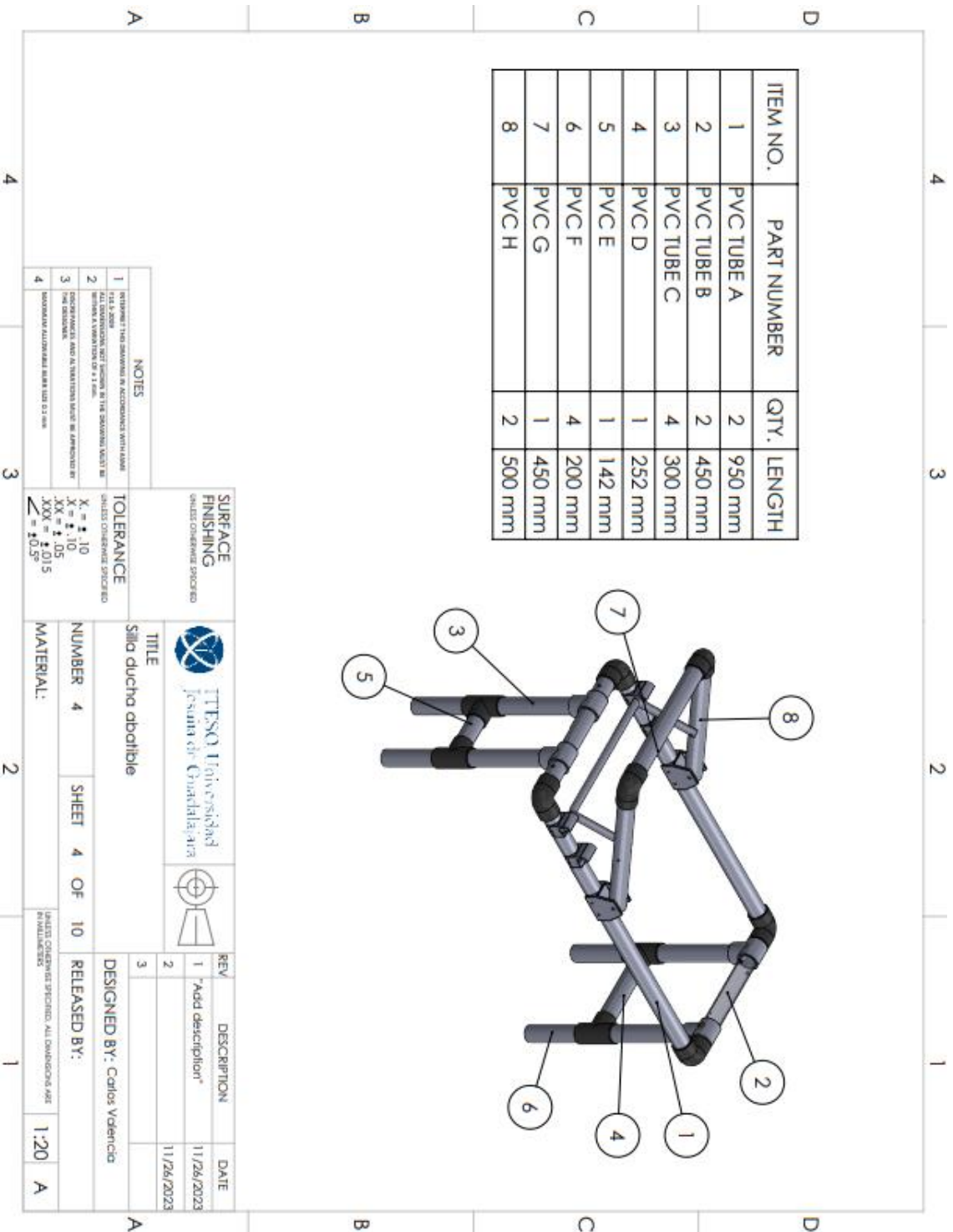
1:20 A

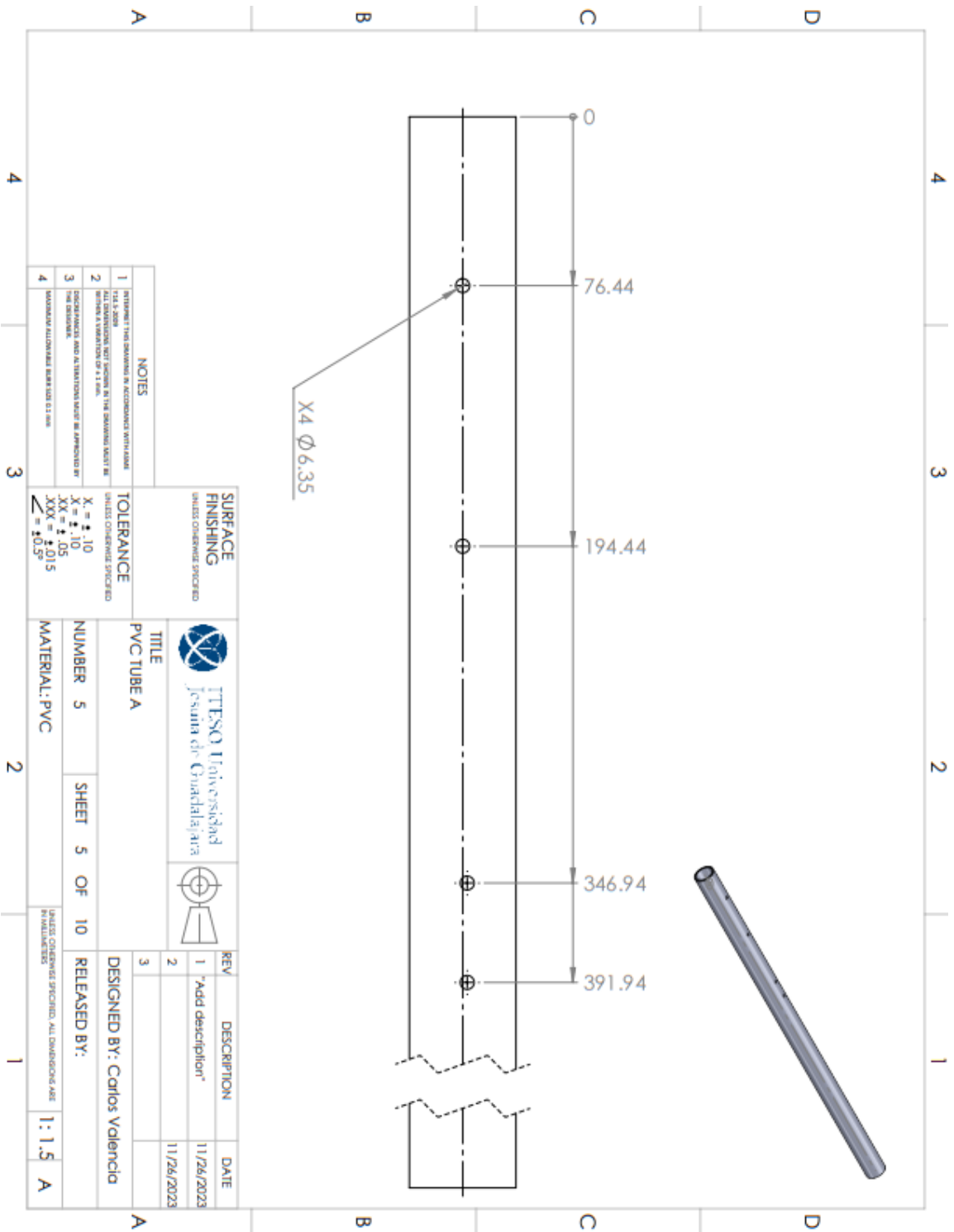
4 3 2 1

ITEM NO.	PART NUMBER	QTY.
1	PVC TUBE A	2
2	PVC TUBE B	2
3	PVC TUBE C	4
4	PVC D	1
5	PVC E	1
6	PVC F	4
7	PVC G	1
8	PVC H	2
9	Base para respaldo	2
10	Stop para respaldo	4
11	UNION EN T	4
12	SopORTE de respaldo	1
13	1.5in Tee	4
14	1.5in Elbow	6



<p>SURFACE FINISHING UNLESS OTHERWISE SPECIFIED</p>		<p>TOLERANCE</p> <p>X = ± .10 XX = ± .10 XXX = ± .05 XXX = ± 0.5°</p>	
<p>NOTES</p> <p>1 INTERPRET THIS DRAWING IN ACCORDANCE WITH ASME Y14.5-2018 2 ALL DIMENSIONS ARE TO UNLESS OTHERWISE SPECIFIED 3 DIMENSIONS AND ALTERNATION MUST BE APPROVED BY THE DESIGNER 4 DIMENSIONS ARE TO UNLESS OTHERWISE SPECIFIED</p>		<p>TITLE Silla ducha abatible</p> <p>NUMBER 3 SHEET 3 OF 10 RELEASED BY:</p> <p>MATERIAL:</p>	
<p>DESIGNED BY: Carlos Valencia</p>		<p>REV DESCRIPTION DATE</p> <p>1 "Add description" 11/26/2023</p> <p>2</p> <p>3</p>	
<p>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE CHALCHIHUATLÁN</p>		<p>1:20 A</p>	





NOTES

1. FITTING THE DRAWING IN ACCORDANCE WITH THE RULES OF THE DRAWING.
2. DIMENSIONS AND TOLERANCES IN THE DRAWING MUST BE IN MILLIMETERS.
3. DIMENSIONS AND TOLERANCES MUST BE APPROVED BY THE DESIGNER.
4. DIMENSIONS AND TOLERANCES MUST BE APPROVED BY THE DESIGNER.

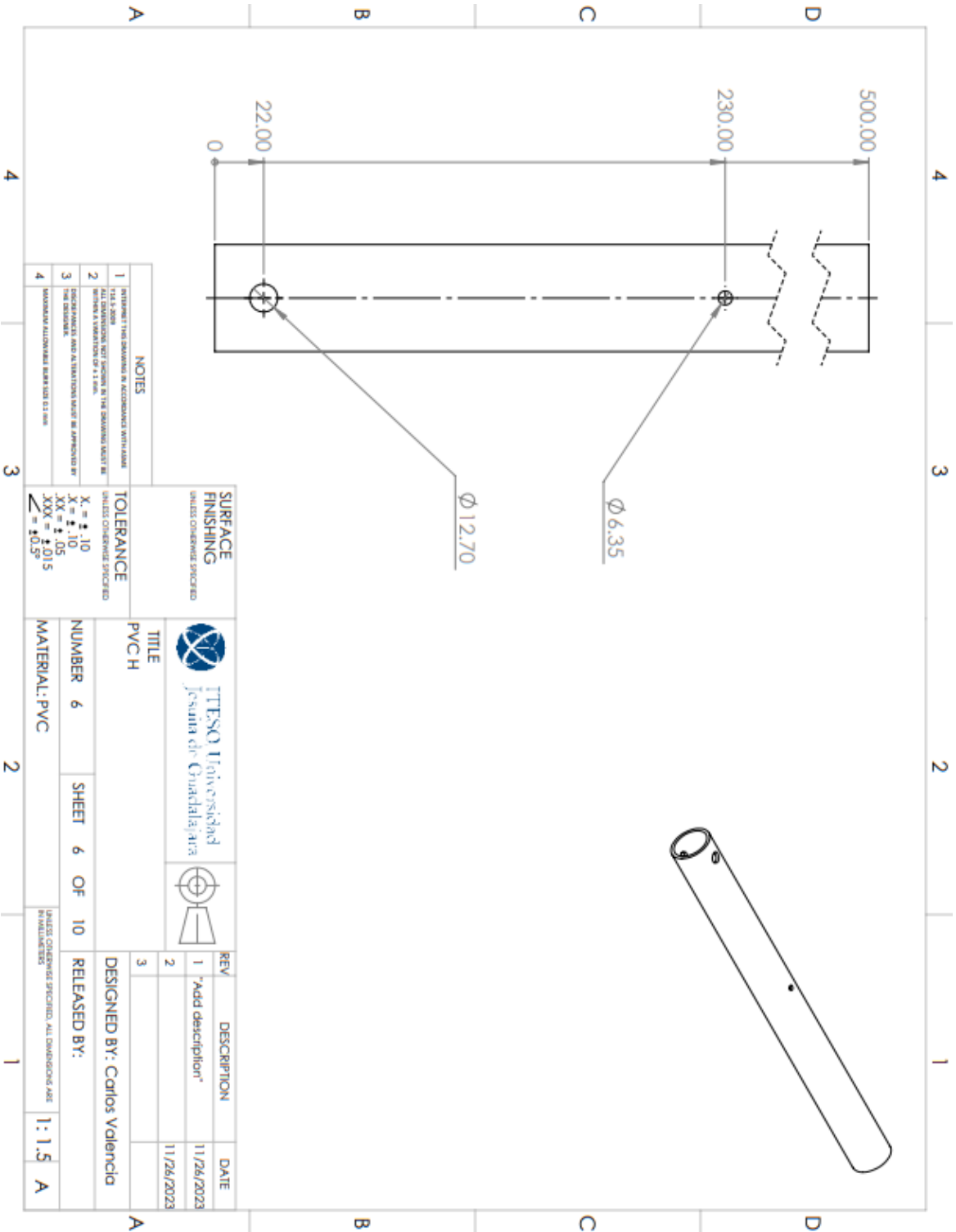
TOLERANCE

UNLESS OTHERWISE SPECIFIED

X = ± .10
 XX = ± .05
 XXX = ± .015
 ∠ = 45°

TTESO Universidad Jesuítas de Guadaluajara			
TITLE PVC TUBE A			
NUMBER 5	SHEET 5 OF 10	RELEASED BY: DESIGNED BY: Carlos Valencia	
MATERIAL: PVC	(UNLESS OTHERWISE SPECIFIED, ALL DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS)	1:1.5	A

REV	DESCRIPTION	DATE
1	"Add description"	11/26/2023
2		11/26/2023
3		



- NOTES**
- 1 INTERPRET THIS DRAWING IN ACCORDANCE WITH IASME
 - 2 FILE 2-DIMENSIONAL DRAWING IN THE DRAWING SHEET BY
 - 3 DIMENSIONS AND ALTERNATIONS MUST BE APPROVED BY
 - 4 MANAGER BEFORE BEING RELEASED TO THE SHOP

SURFACE FINISHING
SHEET DIMENSIONS SPECIFIED

TOLERANCE

X	=	±	.10
XX	=	±	.10
XXX	=	±	.05
∠	=	±	0.5°

TTESQ Universidad Jesuita de Guadalupe

TITLE
PVC H

NUMBER 6 **SHEET** 6 **OF** 10

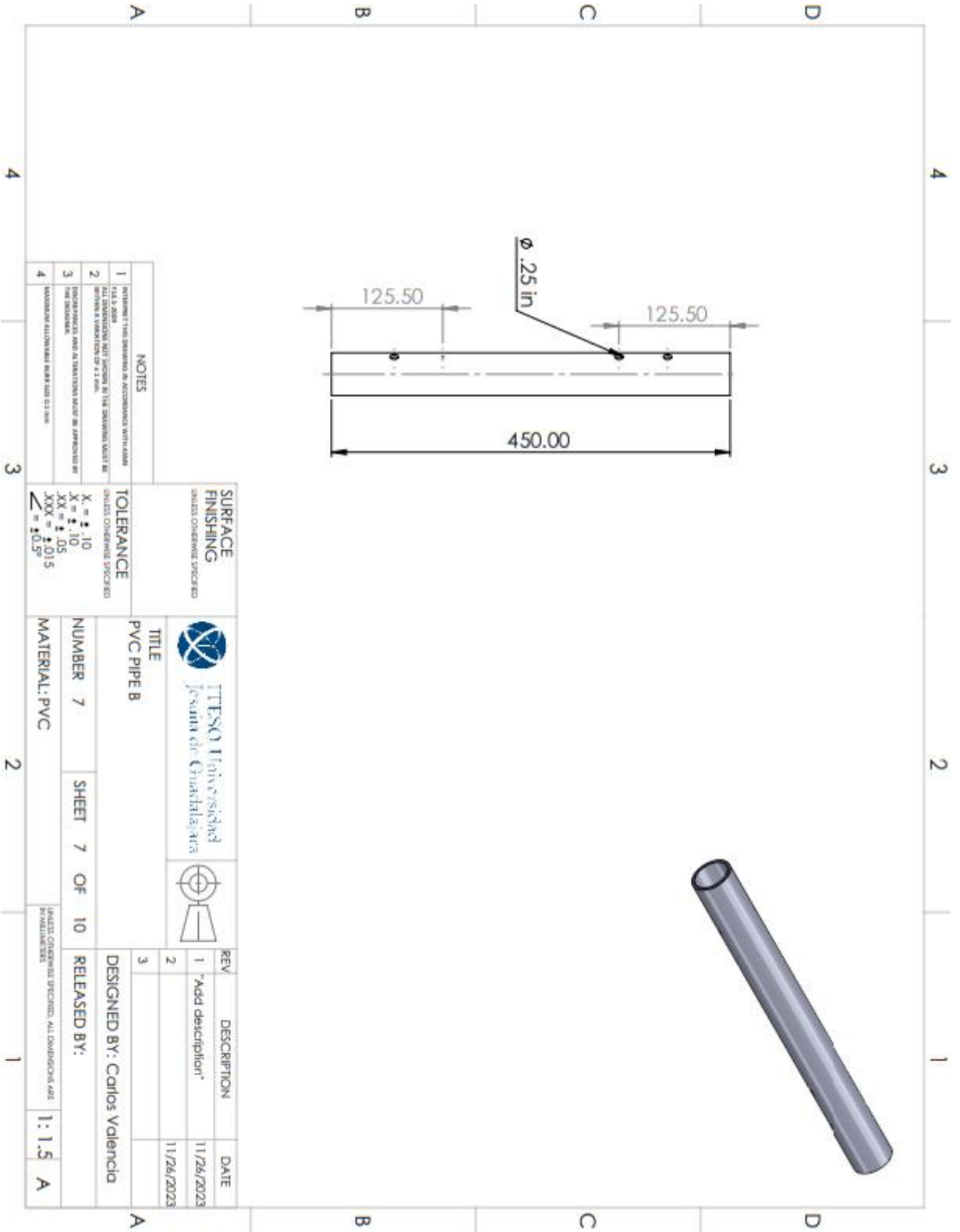
MATERIAL: PVC

REV	DESCRIPTION	DATE
1	"Add description"	11/26/2023
2		11/26/2023
3		

DESIGNED BY: Carlos Valencia

RELEASED BY:

SCALE: 1:1.5 **A**



- NOTES**
1. REFER TO THE DRAWING OR ACCOMPANYING SPECIFICATIONS FOR ALL DIMENSIONS NOT SHOWN IN THE DRAWING UNLESS OTHERWISE SPECIFIED BY A NOTE.
 2. DIMENSIONS ARE TO CENTER UNLESS OTHERWISE SPECIFIED.
 3. DIMENSIONS ARE TO CENTER UNLESS OTHERWISE SPECIFIED.
 4. UNLESS OTHERWISE SPECIFIED, ALL DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS.

SURFACE FINISHING
UNLESS OTHERWISE SPECIFIED

TOLERANCE
UNLESS OTHERWISE SPECIFIED

X	± 0.10
XX	± 0.15
XXX	± 0.20
∠	± 0.5°

TITLES

PVC PIPE B

NUMBER 7 SHEET 7 OF 10

MATERIAL: PVC

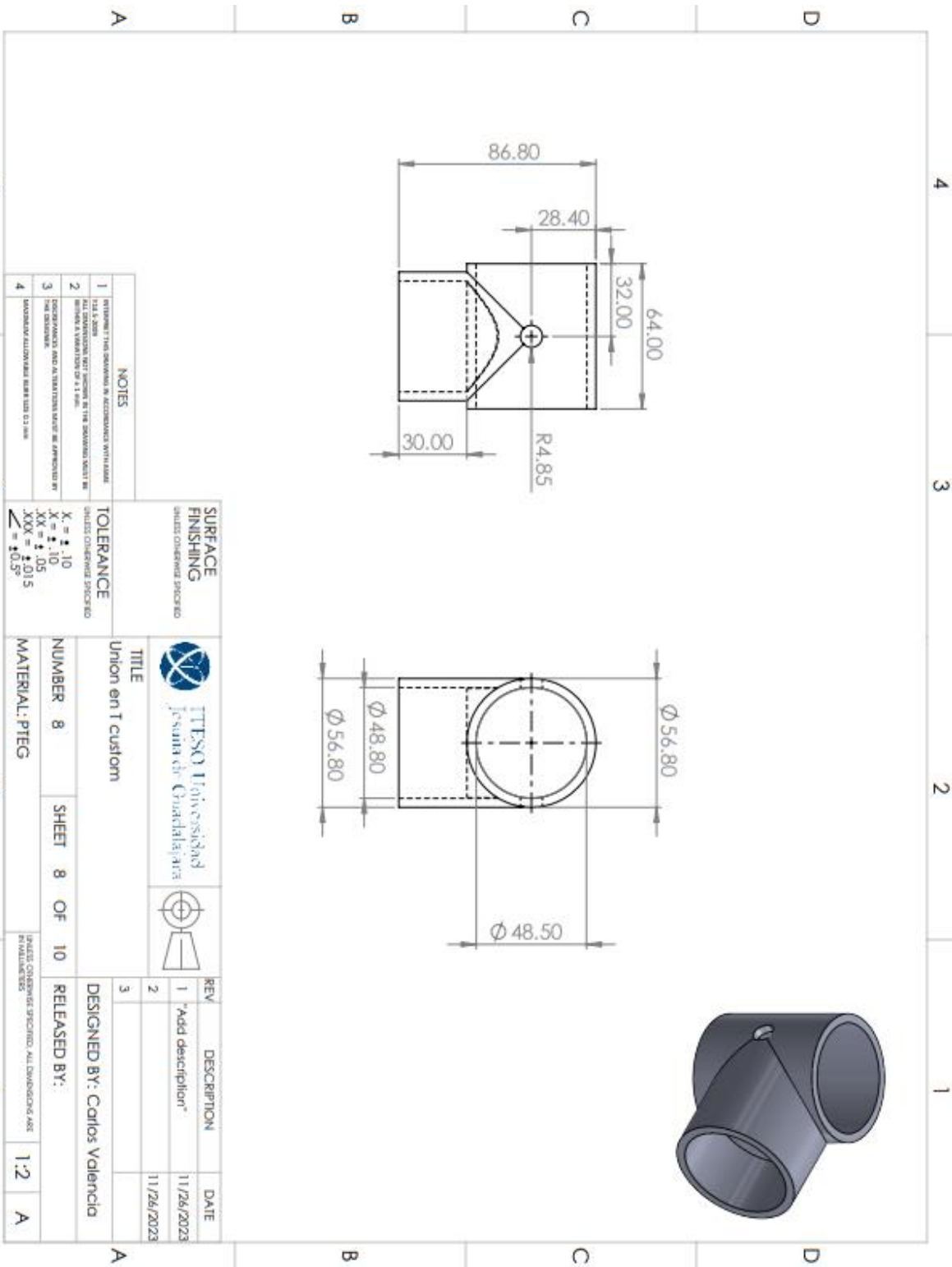
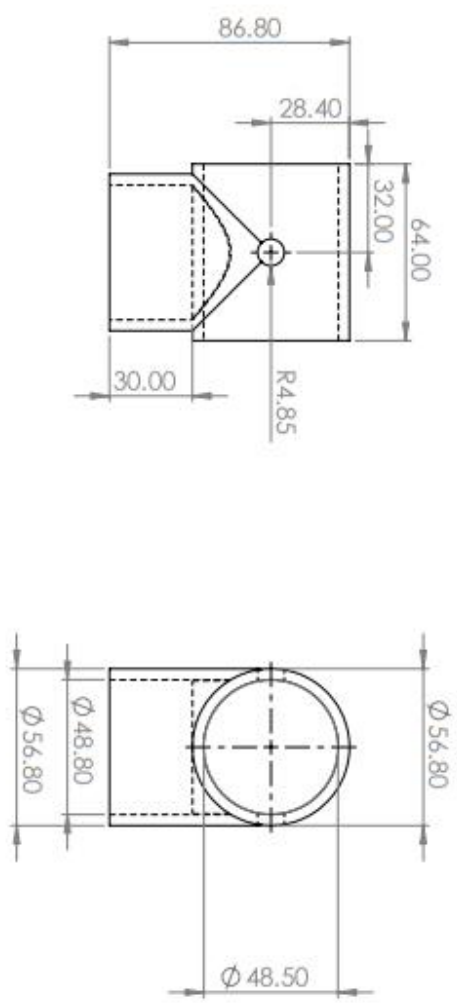
DESIGNED BY: Carlos Valencia



REV	DESCRIPTION	DATE
1	"Add description"	11/26/2023
2		11/26/2023
3		

RELEASED BY:

1:1.5 A



NOTES

1. RETENERE THE DIMENSIONS IN ACCORDANCE WITH DRAWING ALL DIMENSIONS NOT SHOWN IN THE DRAWING SHALL BE WITHIN A TOLERANCE OF ± 0.10MM.
2. DIMENSIONS AND TOLERANCES SHALL BE APPROVED BY THE DRAWING.
3. DIMENSIONS SHALL BE APPROVED BY THE DRAWING.
4. MANUFACTURE ALLOWABLE SIZE IS 0.1MM.

SURFACE FINISHING
SHEET CHAMFERED PROCESSED

TOLERANCE

X = ± .10
 XX = ± .105
 XXX = ± .015
 ∠ = ± 0.5°

TITLE
Union ent custom

NUMBER 8
SHEET 8 OF 10
MATERIAL: PTEG

DESIGNED BY: Carlos Valencia

RELEASED BY:

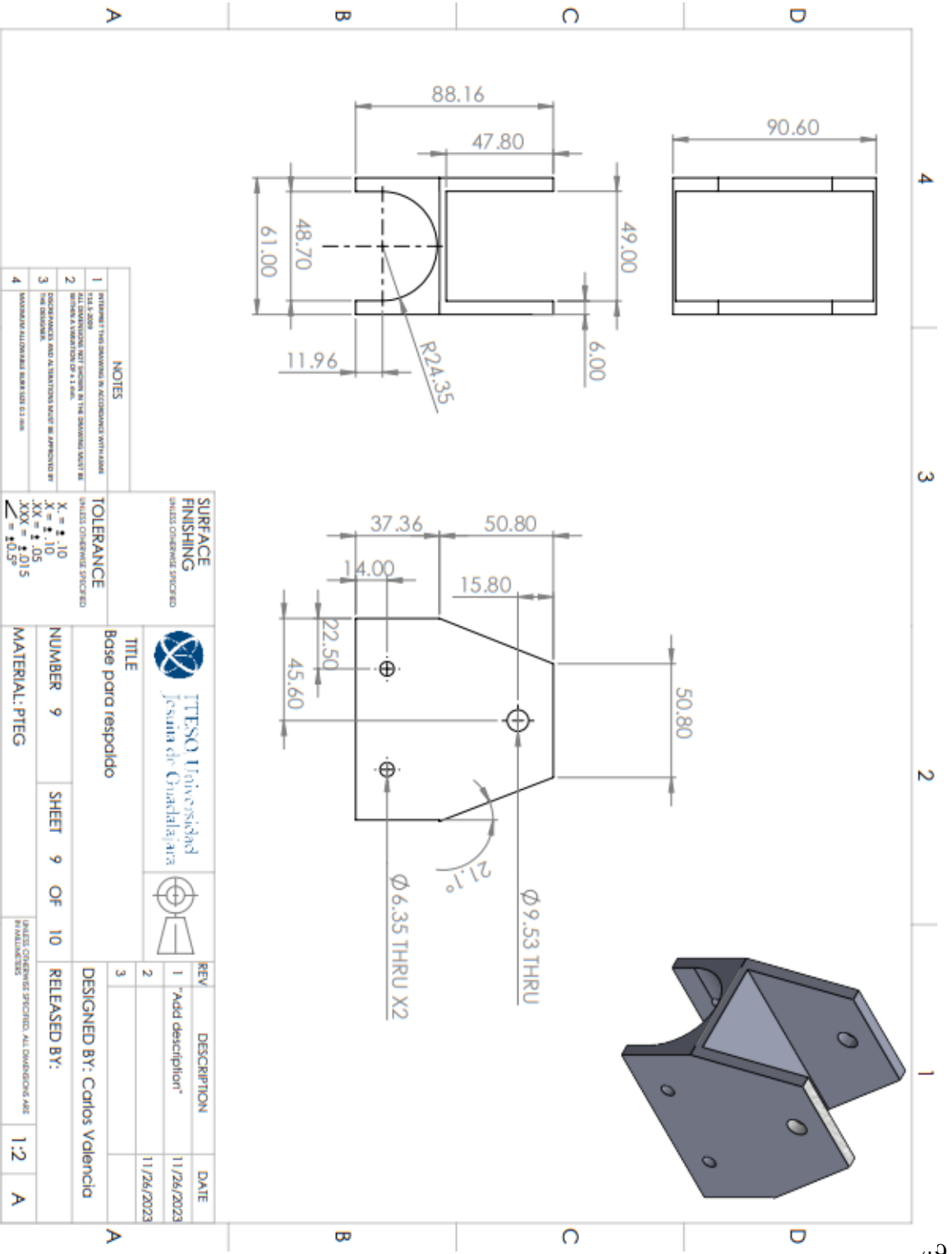
REV	DESCRIPTION	DATE
1	"Add description"	11/26/2023
2		11/26/2023
3		

DESIGNED BY: Carlos Valencia

RELEASED BY:

(SHEET CHAMFERED PROCESSED, ALL DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS)

1:2 A



NOTES

- 1 INTERPRET THIS DRAWING IN ACCORDANCE WITH ASME Y14.5-2018
- 2 UNLESS OTHERWISE SPECIFIED, ALL DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS
- 3 DIMENSIONS AND TOLERANCES SHOWN ARE APPROVED BY THE DESIGNER
- 4 MAXIMUM ALLOWABLE HOLE SIZE IS 2.00

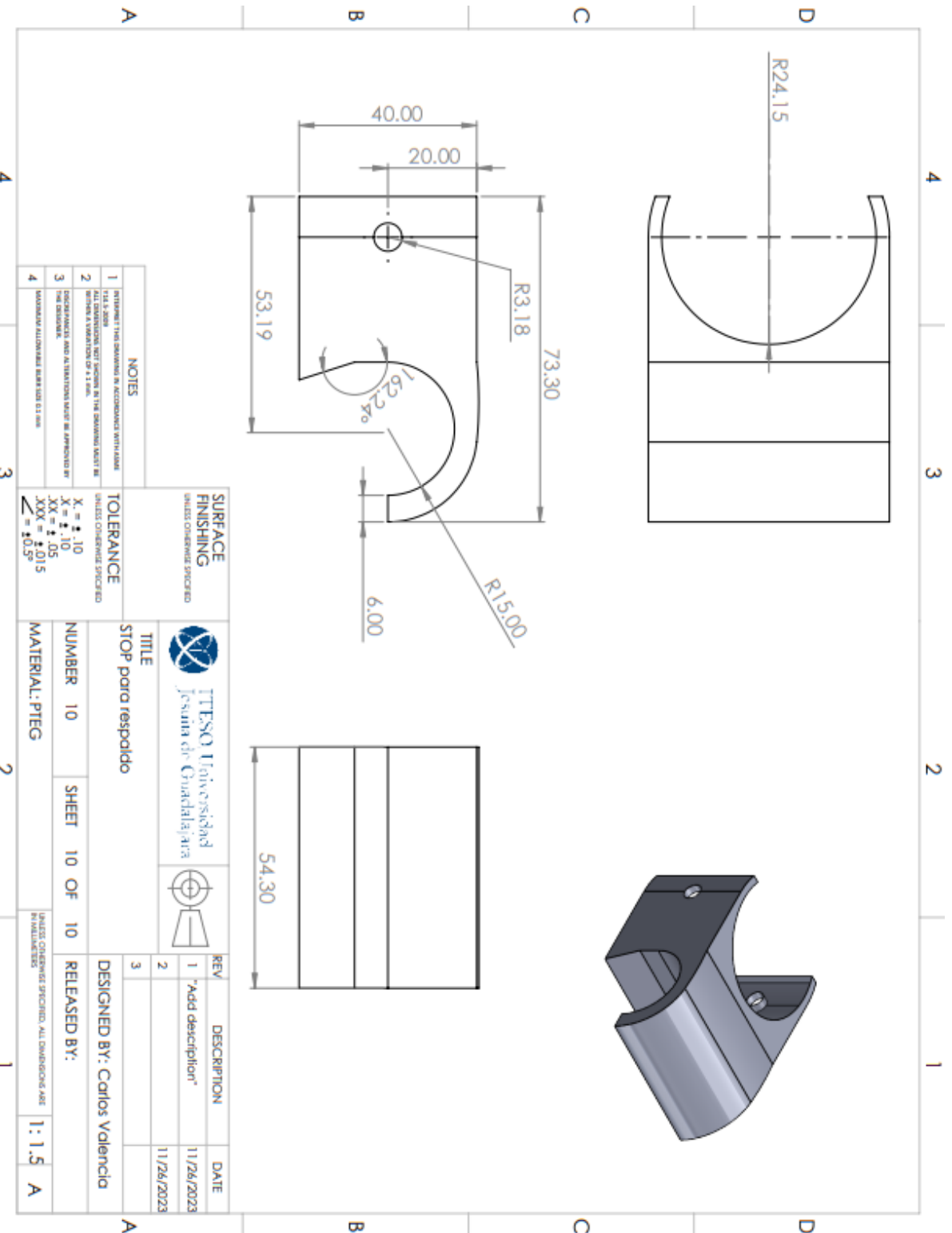
SURFACE FINISHING
UNLESS OTHERWISE SPECIFIED

TOLERANCE

UNLESS OTHERWISE SPECIFIED

X = ± .10
XX = ± .10
XXX = ± .015
Z = ± 0.5°

TTESO Universidad Jesuïta de Guadalupe			
TITLE Base para respaldo			
NUMBER 9	SHEET 9	OF 10	RELEASED BY: Carlos Valencia
MATERIAL: PTEG			UNLESS OTHERWISE SPECIFIED, ALL DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS
DESIGNED BY: Carlos Valencia		REV	DATE
		1	11/24/2023
		2	11/24/2023
		3	



- NOTES**
- 1 ENTENDERSE QUE LAS DIMENSIONES SE ACOORDAN CON EL DISEÑO DE LA PIEZA.
 - 2 TODAS LAS DIMENSIONES SE DAN EN MILÍMETROS A MENOS QUE SE INDIQUE LO CONTRARIO.
 - 3 LAS DIMENSIONES SE DAN EN MILÍMETROS A MENOS QUE SE INDIQUE LO CONTRARIO.
 - 4 MATERIAL: ALUMINIO 6061-T6.

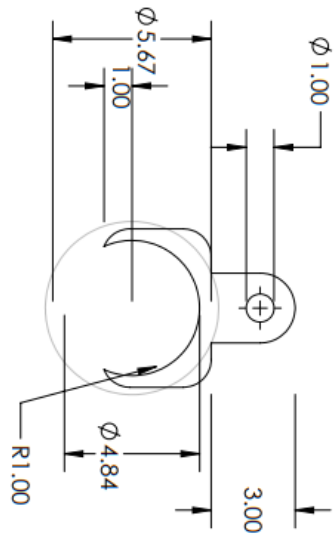
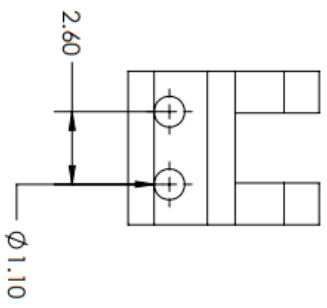
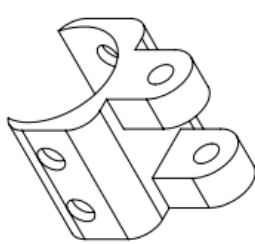
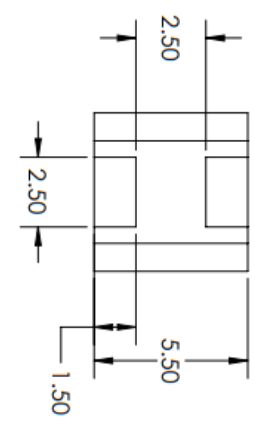
TOLERANCE

X	= ± .10
XX	= ± .10
XXX	= ± .015
∠	= ± 0.5°

<p>SURFACE FINISHING UNLESS OTHERWISE SPECIFIED</p>		<p>TITLE STOP para respaldo</p>		<p>REV</p>	
<p>NUMBER 10</p>		<p>SHEET 10 OF 10</p>		<p>DESCRIPTION</p>	
<p>MATERIAL: PTEG</p>		<p>DESIGNED BY: Carlos Valencia</p>		<p>DATE</p>	
<p>UNLESS OTHERWISE SPECIFIED, ALL DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS</p>		<p>RELEASED BY:</p>		<p>11/26/2023</p>	
<p>1:1.5</p>		<p>A</p>		<p>11/26/2023</p>	



6 5 4 3 2 1



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS TOLERANCES: LINEAR: ANGULAR:		FINISH: DEBURR AND REMOVE SHARP EDGES	DO NOT SCALE DRAWING	REVISION
DRAWN	NAME	SIGNATURE	DATE	TITLE
CHKD				
APP'VD				
MFG				
Q.A.				
MATERIAL:		DWG. NO. rotula		
WEIGHT:		SCALE: 1:2		
		SHEET 1 OF 1		

6 5 4 3 2 1

A B C D A B C D

2. Productos

Tabla 6. Productos

4D08 Programa de Desarrollo Tecnológico para la Sustentabilidad Ambiental, Energética y Alimentaria I y II
Familia de Sillas de Ducha: Diseño Modular y Prototipo para Asistencia Infantil para Niños con Discapacidad
Silla ducha para diseñada para niños con parálisis cerebral enfocándonos en su comodidad y seguridad.
Lic. Ing. Mecánica, Javier González Nieto Lic. Diseño, Regina Arias Jiménez Lic. Ing. Mecánica, Carlos Andrés Valencia Ahumada Lic. Ing. Mecánica, Andrés Gama Pinto

3. Reflexión crítica y ética de la experiencia

El RPAP tiene también como propósito documentar la reflexión sobre los aprendizajes en sus múltiples dimensiones, las implicaciones éticas y los aportes sociales del proyecto para compartir una comprensión crítica y amplia de las problemáticas en las que se intervino.

3.1 Sensibilización ante las realidades

Carlos Valencia:

A lo largo del Proyecto de Aplicación Profesional (PAP), mi manera de comprender las realidades de las personas con parálisis cerebral es ahora más completa. Inicialmente, solo me importaba la parte ingenieril del proyecto, pero con el tiempo, me di cuenta de la importancia de comprender las complicaciones físicas y sociales de las personas con parálisis cerebral.

Mi involucramiento con las familias por mi parte fue de manera digital ya que no me fue posible ir a las visitas, pero a medida que me informaba más de esta condición, aprendí a ser empático con los pacientes. Aprendí a considerar las necesidades y deseos individuales para cada caso, y no solo a abordar el problema con una solución para un problema tan complejo.

Reflexionando y comparando el propósito de mi carrera desde un enfoque meramente de ganancias económica o dedicar mis habilidades a resolver problemáticas para personas que lo necesitan. Esta experiencia ha enriquecido mi carrera, motivándome a resolver problemas de una manera socialmente consciente. La mecánica no solo implica resolver problemas matemáticos o realizar simulaciones, sino también contribuir positivamente a la sociedad.

Javier González Nieto:

Al principio del PAP no tenía un gran conocimiento en la problemática que pueden enfrentar en el día a día las familias con algún niño con discapacidad múltiple.

Mi manera de involucrarme con las familias fue visitando a una para entregar una silla-ducha anterior, pudiendo ver así de primera mano la problemática a la que nos enfrentábamos.

Este proyecto PAP me ha servido tanto en el ámbito académico como en el ámbito profesional como explicaré a continuación.

Desde el punto de vista académico, ha sido muy instructivo trabajar con compañeros de un país diferente el mío (España) y ver cómo en esta institución se aborda la enseñanza desde un punto de vista ético y moral, siendo muy enriquecedor en este aspecto.

Desde el punto de vista ingenieril, ha sido todo un reto el diseño y la construcción de estas sillas-ducha, ya que era mi primera vez abordando un problema de esta índole y con la importancia para la vida de las personas a las que va destinado que tiene.

Desde el punto de vista moral, este PAP me ha dado una visión mucho más clara de lo que será mi profesión, la ingeniería, que básicamente se basa en utilizar el ingenio para resolver problemas, y de esta manera, aportar valor a la sociedad, mejorando la vida de las personas, como en este caso, de las familias de la fundación.

Ha sido un reto hacer este PAP de manera inclusiva, ajustándonos a los presupuestos de las familias de la fundación y de esta manera, dando accesibilidad a este tipo de equipamiento a cualquier familia sin importar su situación económica.

Cómo reflexión general, este PAP te acerca más al lado social de esta profesión, para encontrar una motivación extra en aportar valor social en el mundo material en el que vivimos.

Andres Gama:

En un principio, el PAP parecía algo sencillo: la elaboración de una silla para apoyar a familias de bajos recursos a través de una organización. Sin embargo, desde la primera sesión grupal, nos dimos cuenta del impacto que realmente podríamos generar en estas familias.

Cuidar de un miembro con discapacidad múltiple es una tarea ardua y complicada en muchos aspectos. El tema de la higiene personal, en particular, añade un grado extra de complejidad, ya que es un momento íntimo para la persona, y hacer este trabajo lo más seguro y cómodo tanto para el usuario como para la persona que provee los cuidados es muy importante.

Aunque mi conexión con las personas fue de forma indirecta, al haber cuidado en casa a alguien con discapacidad, experimenté una fuerte identificación con la problemática. Esta conexión personal me impulsó a ofrecer más de lo que se nos solicitaba, motivado por la visión del beneficio inmediato que el PAP podría brindar a esas personas. Creo firmemente que el trabajo adquiere una calidad excepcional cuando se realiza por pasión e interés genuino. Al ver el objetivo final y comprender el impacto positivo en la vida de otros, naturalmente nos lleva a dar lo mejor de nosotros mismos.

En este PAP también pude experimentar a menor escala lo que es contribuir con otros ingenieros y profesionales de otras ramas. Cada uno aportó sus fortalezas al proyecto, y esto es en gran parte lo que contribuye al éxito del mismo. Haber tenido la oportunidad de trabajar con un estudiante de intercambio realmente le dio una nueva perspectiva a la problemática, la cual resultó sumamente útil para la etapa de diseño inicial.

En pocas palabras, me alegra que los prototipos logrados en este PAP tengan una décima parte del costo de lo que sería una silla que puedes comprar en tiendas. Para familias de bajos recursos, esto representa un cambio total en cómo pueden proporcionar una vida más digna a las personas que cuidan.

El hecho de que se pudiera realizar con materiales comunes y impresión 3D también nos ayuda a globalizar el proyecto de tal manera que en cualquier parte del mundo se puedan construir estos prototipos. Esa idea en particular es de la que me siento más orgulloso de haber logrado en este PAP.

Regina Arias Jiménez

El verano pasado, tuve la oportunidad de conocer a algunos padres de niños con discapacidades- Este semestre, pude visitar el hogar de uno de estos niños para entregar una silla que había estado ensamblando desde la primavera del 2023. Ver de cerca su realidad fue revelador; la experiencia no se compara con formar suposiciones. La expresión de alegría en el rostro de la madre al recibir la silla fue conmovedora y significativa.

Presenciar la reacción de gratitud y felicidad de la familia al recibir esta ayuda me impulsó a comprender aún más la importancia de la contribución personal en la vida de aquellos que necesitan apoyo adicional. Esta experiencia no solo fue reveladora, sino que reforzó mi compromiso de continuar brindando asistencia donde sea posible, y me recordó el impacto real y positivo que puede tener incluso la más pequeña de las contribuciones.

El diseño puede ser una herramienta poderosa para ayudar a personas menos afortunadas al ofrecer soluciones accesibles que aborden necesidades diarias. Desde productos ergonómicos que facilitan la movilidad hasta diseños sostenibles que reducen costos y promueven la eficiencia, el diseño centrado en las comunidades desatendidas puede mejorar significativamente su calidad de vida. Estas soluciones pueden marcar la diferencia al proporcionar acceso a recursos vitales y empoderar a las personas para superar desafíos cotidianos.

3.2 Aprendizajes logrados

Carlos Valencia:

Este proyecto me llevó a desarrollar habilidades en diseño centrado en el usuario a partir una lista de requerimientos reales obtenidos del usuario y la implementación efectiva de tecnologías como la impresión 3D, demostró que a partir de estos procesos juntando la disciplina de la ingeniería, procesos de manufactura aditiva, selección de materiales conforme a presupuestos de las familias y un propósito de ayudar al prójimo, se logra conseguir un producto que ayuda a las personas para poder bañarse de una manera segura y digna sin tener que gastar una fortuna en una silla.

A nivel social, fortalecí la empatía, la colaboración y la comunicación efectiva al enfrentar desafíos de diseño y trabajo en equipo. Desde una perspectiva universitaria, integré conocimientos de diversas áreas y trabajé en mi resolución creativa de problemas. A nivel personal, esta experiencia me mostro que debo tener una mayor responsabilidad ética y la capacidad de solucionar los desafíos sociales o ingenieriles que se me presenten.

Por último, este proceso ha sido realmente educativo y ha contribuido a mi crecimiento profesional, generándome una comprensión más completa de la intersección que existe entre tecnología, ética y necesidades humanas.

Javier González:

En este PAP, los principales aprendizajes logrados son:

De manera profesional, el proceso de análisis, diseño iterativo y manufactura de manera económica, fácil y sostenible, para de esta manera, ofrecer un producto adecuado con los criterios de diseño. Específicamente he perfeccionado mis habilidades de diseño e impresión 3d, así como adquirido nuevas habilidades en síntesis y resolución de problemas.

Como aprendizaje social, he adquirido valores en la profesión que es la ingeniería, viendo el importante papel social que tiene, así como la gran capacidad que tiene de mejorar la vida de las personas.

También he adquirido aprendizajes sobre la responsabilidad que tenemos a la hora de diseñar un producto que va destinado a personas, por su seguridad, utilidad y comodidad.

Andrés Gama:

En este PAP, los principales aprendizajes logrados son:

A través de este PAP, tuve la oportunidad de sumergirme en la fase de diseño desde cero y utilizar, por primera vez, retroalimentación real recopilada de los usuarios para definir los parámetros de diseño.

Trabajar con personas diversas siempre aporta lecciones valiosas. En mi equipo, en particular, aprender a delegar tareas fue una de las acciones principales en las que me enfoqué durante este semestre.

Reflejando una perspicaz reflexión compartida por mi compañero Javier durante la presentación, recordamos que como ingenieros estamos destinados a resolver problemas. Cada hora de estudio y cada fundamento que adquirimos se traduce en la creación de objetos que impactan positivamente la vida de las personas. A través de este PAP, pude reforzar esta motivación fundamental y llevarla a la práctica.

En cuanto a la seguridad y el tiempo invertidos en las pruebas de un producto final, reconocemos su importancia crítica. ¿Cómo podemos genuinamente mejorar la calidad de vida de alguien si entregamos un trabajo a medias? Como ingenieros, asumimos una responsabilidad ética adicional al asegurarnos de llevar a cabo pruebas exhaustivas en los

productos que llevan nuestro sello de aprobación, garantizando así su correcto funcionamiento.

Regina Arias Jiménez

En este semestre creo que de las cosas que más aprendí fue a tener paciencia ya que me di cuenta de que lo que para unos es lógico y no necesita mayor explicación para otros no lo es, generalmente no tengo ninguna dificultad entendiendo o comunicándome con las demás personas, sin embargo, en esta ocasión fue muy diferente y poquito complicado.

También tuve la oportunidad de trabajar con tres personas que hacen y entienden las cosas de una manera muy distinta a la mía, trabajar con personas distintas a ti siempre es enriquecedor porque ven las cosas desde otro ángulo, gracias a eso creo y puedo decir que los prototipos y la entrega quedo bien, cada persona cuenta con aptitudes distintas y eso es muy importante a la hora de realizar un trabajo en equipo.

Aunque los prototipos quedaron bien creo que para producción y que llegue a muchas más personas pudieran tener poquitos cambios que realmente hagan la diferencia para que toda vía sea más fácil para ellos tener la oportunidad de tener una silla ducha y cubrir esa necesidad básica.

De este semestre me llevo muchos aprendizajes, unos buenos y unos no tanto, pero al fin y al cabo de esto se tratan las clases y la universidad, es el espacio donde puedes crear y equivocarte ya que de todo se aprende.

3.3 Inventario de competencias Inicial (ingreso del PAP) e Inventario de competencias Final (salida al PAP).

Carlos Valencia:

Categorizar los elementos, si es un conocimiento, una habilidad, una actitud,	Competencia	Evidencia	Relevancia/Fortaleza*	Competencias nuevas	Competencias potencializadas
	Conocimientos	Uso de software de solidworks para realización de piezas	Realice diversas piezas y planos para clases de manufactura.	Puedo aportar ajuste+s de planos o piezas que requieran optimizarse	Uso complejo de simulación en Solid Works
Mecánica de materiales, entender los principios de resistencia de los materiales bajo diferentes cargas.		Tome los cursos de solidos deformables que explican los diferentes tipos de cargas y cómo reaccionan	Analizar los materiales y las cargas que estará sometida la silla para así ser capaz de escoger un material adecuado.	Selección de materiales para impresiones 3D	Ayuda a poder realizar piezas más funcionales que decorativas, ya que podemos prever como va reaccionar cierta pieza.
Evaluar costos y viabilidad de un proyecto.		Realice cotizaciones de proyectos en mi primer trabajo.	Buscar proveedores que tengan los materiales requeridos para la producción de la silla	Aprender a sacar costos contemplando diferentes factores.	Es necesario contemplar producción a largo plazo, de donde se va a financiar el proyecto y resultados similares.
Habilidad de interpretar planos y diagramas		Fabrique diversas piezas a partir de planos de construcción en clases de manufactura.	Apoyar en el entendimiento de los planos para obtener la pieza de acuerdo a este.	Mejor producción de planos, agregando planos con medidas generales y vistas explosionadas	Mejor entendimiento de las indicaciones de producción.

		Mantener mi entorno de trabajo organizado.	Utilizo diversos métodos de organización para que mis documentos y trabajos.	Una mejor organización trae un proceso eficiente y prevenir errores y accidentes.	Respetar los tiempos de trabajo	Si se trabaja con tiempo, el trabajo no se siente tan pesado.
		Resolución de problemas	Ayudaba con la solución de problemas en la producción de piezas en un taller de torno.	Identificar problemas que se puedan	Nuevos estudios de esfuerzos	Hacer estudios de fatiga nos permite aproximar el número de ciclos de vida de una pieza, reforzando propuestas de trabajo
	Actitudes	Facilidad de trabajar en equipo	Trabajo en conjunto con mis compañeros para lograr un resultado exitoso.	Facilita la comunicación entre mis compañeros y buscar que todos logren su parte.	La comunicación es clave para organizar tiempos de entrega	La comunicación, aunque sea asertiva no significa que las personas vayan a realizar su trabajo
		Flexibilidad a otras ideas	Escucho a mis compañeros y no me cierro a solo una posibilidad.	El análisis de diferentes métodos de solución para un problema nos despliega diversas maneras para nosotros como equipo elegir la mejor solución.	La implantación de ideas de otras personas resulta en un diseño más complejo y completo.	El diseño de soluciones se enriquece mediante una visión completa
		Autodisciplina	Trabajo a mis horas para que mis trabajos no se me acumulen.	Realizar mis entregas a tiempo y bien hechas para contribuir en el éxito de la realización del PAP.	Mejorar mi disciplina para realizar el trabajo de manera paulatina para evitar contratiempos.	Facilita cumplir los objetivos planteados.

Javier González:

Categorizar los elementos, si es un conocimiento, una habilidad, una actitud,	Competencia		Evidencia	Relevancia/Fortaleza*	Competencias nuevas	Competencias potencializadas	
	Conocimientos						
		Diseño 3d de piezas mediante software como SolidWorks o Fusion 360	Varios años de experiencia académica y profesional	Capacidad de realizar piezas óptimas de una manera rápida y con enfoque en procesos de impresión 3d	Mejora de habilidades en fusión 360	Diseño de un conjunto de piezas destinadas a la mejora de calidad de vida de las personas	
		Resistencia de los materiales	Conocimientos académicos en resistencia de materiales, análisis de deformaciones y de esfuerzos	Capacidad de evaluar la resistencia de piezas mecánicas, así como acumulación de esfuerzos en puntos críticos	Análisis de las piezas diseñadas mediante software	Asegurar la resistencia de las piezas diseñadas, así como su optimización	
		Evaluar costos y viabilidad de un proyecto.	Realice cotizaciones de proyectos en mi primer trabajo.	Buscar proveedores que tengan los materiales requeridos para la producción de la silla	Aprender a sacar costos contemplando	Es necesario contemplar producción a largo plazo, de donde se va a financiar el	
	Habilidades	Manufactura de piezas	Experiencia creando piezas, así como montajes, apoyados en la impresión 3d	Facilidad a la hora de manufacturar productos	Manufactura desde el punto de vista económico, con implementación de piezas impresas en 3d	Capacidad de realizar procesos de montaje y explicarlo a otros	
		Crear productos desde cero	Experiencia en diseño 3d y manufactura de productos	Visión más clara a la hora de presentar prototipos	Diseño con piezas ya existentes como tubos y codos de PVC	Diseño desde el punto de vista de la accesibilidad y de la practicidad	

			no existentes			
		Habilidad con herramientas de taller	Hobbies por la mecánica en coches, motos y multitud de vehículos	Seguridad y conocimiento utilizando herramientas y utensilios, así como conocimientos para diseñar pensando en la manufactura	Utilización del PVC con un fin diferente al supuesto	Uniones entre los PVC mediante adhesivos y pernos
	Actitudes	Trabajador	Trabajo desde los 15 años para costearme prácticamente todo, compaginando esto con los estudios	Capacidad de cargar con la presión de la carga de trabajo, sin influenciar en los resultados	Necesidad de cumplir con plazos propuestos por las entregas	Adaptar el tiempo conforme a lo requerido por el proyecto
		Comprometido	Siempre me han inculcado los valores de cumplir con lo que se promete	Compromiso con el proyecto, así como con los niños a los que van destinadas las illas	Responsabilidad de cumplir con las promesas realizadas a las familias	Necesidad de entregar un producto que esté a la altura de lo esperado por las familias
		Resolutivo	Capacidades de resolver problemas complejos, en el ámbito personal o laboral	Capacidad de evaluación y de síntesis de lo planteado, así como de proponer soluciones óptimas	Necesidad de sintetizar un proyecto anterior y mejorar las propuestas	Crear una familia de productos, que solventen los problemas propuestos de una manera óptima

	Competencia	Evidencia	Relevancia/Fortaleza*	Competencias nuevas	Competencias Potencializadas
Conocimientos	Modelado 3d y diseño por computadora	Manufacture piezas con impresión 3d durante la pandemia para la industria ciclista	Alteraciones al diseño u crear nuevos componentes de manera rápida y barata	Identificar puntos donde la impresión 3d es una opción viable de fabricación y limitaciones de esta	Entendimiento del proceso de impresión 3 d así como identificar fallos y posibles soluciones durante este
Habilidades	Aptitud manual, y manejo de herramientas	Trabajo de mecánico por 4 años en bicicletas y motores eléctricos	Elaboración de prototipos para el proyecto, u ajustes que se tengan que hacer en la fabricación	Importancia de la precisión requerida en la elaboración del prototipo así como mayor conocimiento de máquinas disponibles para lograr un plano eficaz	Dimensionamiento de piezas en relación a un ensamble, así como selección de procesos y herramientas para una producción más rápida y precisa
Actitudes	Facilidad al comunicarme con grupos diversos de profesionales	En mi experiencia laboral me a tocado estar en varios puestos de la empresa así entendiendo las necesidades de las otras ramas	Puedo estar en un equipo con gente muy diferente a mí y realizar un buen trabajo	Delegar responsabilidades en un grupo de trabajo de acuerdo con las capacidades particulares de cada individuo	Entrar con una actitud humilde a cualquier proyecto, teniendo en mente que cada persona tiene algo que enseñarnos

Competencia		Evidencia	Relevancia/Fortaleza*	Competencias nuevas	Competencias Potencializadas
Comunicación y diseño de productos	Conceptualización y diseño de productos	Es lo que llevo estudiando y aprendiendo toda la carrera	Es algo que necesitas si o si en cualquier proyecto, incluido este para lograr que lo que se hace sea realmente funcional	Hablar más y ver las cosas desde otra perspectiva, tomando en cuenta todo el entorno del usuario final, muchas veces hacemos las cosas desde un escritorio mientras que lo que tenemos que hacer es salir.	Si combinas una buena idea y una buena investigación de campo vas a lograr cosas mucho más grandes y solucionar las cosas de una manera más efectiva
Habilidad de las manos y manualidades	Trabajo con las manos y manualidades	Llevo dos años haciendo bolsas de piel y soy buena en todas las actividades que requieran hechura meticulosa y paciencia	En esta ocasión me toco hacer el asiento de la silla completamente a mano	Saber usar lo que ya se sabe de otra materia para trasladarlo en algo completamente diferente y con otra función	Aunque lo mecanizando tiene sus ventajas el hecho de saber hacer las cosas a mano si necesidad maquinaria es algo super importante
Actitudes	Facilidad de palabra	A lo largo de la vida me ha tocado estar con gente de todo tipo y es importante saber cómo comunicarte en todo momento	La comunicación es la base de todo	Pensar las cosas antes de decir las ya que pueden generar un gran problema si no eres cuidadosa	Si tienes la habilidad de saber hablar o callar cuando es necesario vas a lograr un ambiente mucho más óptimo.