



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**Diseño de dispositivo de
limpieza para el asiento de
un inodoro público**

TESIS

Que para obtener el título de
Ingeniero Mecánico

P R E S E N T A

Héctor Alvarado Polonio

DIRECTOR DE TESIS

Dr. Vicente Borja Ramírez



Ciudad Universitaria, Cd. Mx., 2022



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Agradecimientos

A mi mamá, por guiarme por el camino correcto, por sus consejos, amor, motivación, comprensión y apoyo incondicional para lograr este gran paso en mi vida.

A mi papá, que a pesar de la distancia siguió presente para que yo lograra este gran reto, por su amor y apoyo incondicional.

A mi hermana, por su comprensión, amor y apoyo incondicional. Hermana sé que llegaras muy lejos y que todo lo que te propongas lo cumplirás.

A mi director de tesis Dr. Vicente Borja Ramírez, por su tiempo, paciencia, apoyo y conocimiento que me brindo.

Al profesor Arturo Treviño Arizmendi por su apoyo e interés en el desarrollo de este proyecto.

A el equipo de trabajo y amigos Airi Velázquez, Gabriela Cárdenas, Alexander Bustamante, Daniel Urióstegui por su tiempo, dedicación y apoyo en el desarrollo de este proyecto.

A mis sinodales quienes confiaron en mí y mi trabajo y se tomaron el tiempo y la dedicación de leer la presente tesis e intercambiar conmigo puntos de vista para una buena presentación de este proyecto.

A la Universidad Nacional Autónoma de México, la máxima casa de estudios por el apoyo a lo largo de mi formación, particularmente en cuanto a mi aprendizaje.

A todos mis amigos que a lo largo de la carrera y después de ella han hecho que este proceso formativo sea más ameno y fácil.

A todos aquellos que están y a los que ya no están, por confiar en mí y regalarme sus consejos, los cuales llevo presentes y jamás olvidare.

Este proyecto fue apoyado por la UNAM a través del programa DGAPA-PAPIIT-IT103320.

Resumen

El presente trabajo de tesis es el resultado del trabajo realizado por alumnos y profesores de la Universidad Nacional Autónoma de México, quienes en su momento han conformado equipos de trabajo interdisciplinarios para el desarrollo de este proyecto en general.

El reto del proyecto consistió en desarrollar una nueva propuesta de diseño de un dispositivo para la limpieza y desinfección de un inodoro público.

Los inodoros son un área de oportunidad para la innovación en cuanto a sus componentes, ya que la higiene que demandan es necesaria e importante para un uso adecuado.

Hoy en día existen alternativas que pretenden solucionar este tipo de problema. Sin embargo, algunas de ellas no han podido establecerse bien en el mercado, ya sea por su costo elevado o tal vez porque no se encuentra al alcance de los usuarios, o simplemente no satisfacer completamente sus necesidades.

En esta tesis se presenta el diseño conceptual de un asiento más higiénico que implementa un sistema de limpieza.

El diseño presentado se desarrolla haciendo uso de las metodologías del Diseño Centrado en el Usuario y *Design Thinking* y sus herramientas, con la finalidad de analizar, identificar e interpretar la experiencia y necesidades que experimentan los usuarios al interactuar con sanitarios públicos, específicamente los de una universidad cuya población va en ascenso.

Se reconoce el trabajo realizado por los equipos de trabajo de generaciones pasadas y a los profesores que han intervenido para que este proyecto siga en marcha.

Contenido

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Introducción.....	1
1.2 Trabajo previo.....	3
1.3 Definición del problema.....	6
1.4 Objetivos del proyecto.....	6
Objetivo principal.....	6
Objetivos específicos.....	6
1.5 Alcances.....	7
1.6 Justificación.....	7
1.7 Metodología de diseño.....	8
1.8 Proceso de desarrollo del proyecto.....	12
1.9 Equipo de trabajo.....	14
CAPITULO 2. USUARIO	15
2.1 Usuarios.....	15
Usuarios activos.....	15
Usuarios pasivos.....	15
2.2 Necesidades.....	16
CAPÍTULO 3. REQUERIMIENTOS Y ESPECIFICACIONES DE DISEÑO	18
3.1 Requerimientos.....	18
3.2 Métricas.....	19
3.3 Estudio comparativo.....	22
3.4 Especificaciones objetivo.....	24
3.5 Funciones y subfunciones.....	25
3.6 Generación de conceptos.....	27
3.7 Selección de conceptos.....	30
3.8 Pruebas de función crítica.....	34
Prueba 1. Superficies.....	34
Prueba 2. Geometría del asiento.....	36
Prueba 3. Alternativas de limpieza de superficies.....	39
Prueba 4. Distribuidores.....	41
CAPÍTULO 4. DISEÑO CONCEPTUAL PRELIMINAR	43

4.1 Prueba de concepto.....	43
4.2 Evaluación de concepto.....	49
4.3 Resultados.....	52
CAPÍTULO 5. DISEÑO CONCEPTUAL FINAL.....	55
5.1 Especificaciones finales.....	55
5.2 Modelo virtual final.....	56
5.3 Secuencia uso y funcionamiento.....	64
5.4 Lista de componentes.....	65
5.4 Proceso de manufactura.....	70
CONCLUSIONES.....	74
TRABAJO A FUTURO.....	76
REFERENCIAS.....	77
ANEXOS.....	79
Anexo 1. Entrevistas usuarios activos.....	79
Anexo 2. Entrevistas usuarios pasivos.....	87
Anexo 3. Opiniones acerca del modelo virtual preliminar.....	90
Anexo 4. Matrices morfológicas.....	92
Anexo 5. Planos de fabricación.....	97

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

1.1 Introducción

Los sanitarios públicos juegan un papel importante en el día a día de muchos lugares en donde hay una gran afluencia de personas, como su nombre lo indica, estos sanitarios suelen recibir y disponer de una gran cantidad de desechos humanos (heces y orina).

Por lo tanto, es importante contar con sanitarios públicos limpios, seguros y cómodos, ya que, si se dispone de estos, principalmente se podrán evitar enfermedades ocasionadas por microorganismos presentes en los desechos humanos. Además, la limpieza es siempre la clave y la principal motivación para que la gente use un inodoro, no obstante, la comodidad no se puede dejar a un lado, ya que un inodoro cómodo es lo que espera la gente al momento de realizar sus necesidades.

La mayoría de las personas creen que un buen mantenimiento de limpieza y desinfección en sanitarios públicos podría evitar problemas de salud y una buena primera impresión. Sin embargo, comentan que el buen estado de un sanitario público depende en su mayoría de las personas que lo usan, ya que sus hábitos y comportamientos no siempre son los correctos.

En cuanto al personal encargado de la limpieza, con frecuencia considera que, limpiar un sanitario es desagradable aún más cuando se trata de uno público, ya que las tareas que estos deben realizar son imprescindibles por el mal uso que las personas llegan a darles.

Derivado de lo anterior, el uso de un sanitario público se ha convertido en un problema de limpieza y desconfianza, tanto para los usuarios como para el personal de limpieza.

Actualmente existen diversos dispositivos que han sido creados con la finalidad de cambiar el escepticismo que se tiene de un sanitario público. Sin embargo, estos no aseguran buenas condiciones de limpieza o ser los adecuados para que las personas cambien la perspectiva que tienen acerca de un sanitario público. Además, al contar con precios muy altos estos se encuentran fuera del alcance de muy pocos establecimientos públicos. En su totalidad estos dispositivos son de uso y envío internacional ya que actualmente el mercado mexicano no cuenta con un dispositivo que pueda ayudar a solucionar dicha problemática.

Este proyecto está dirigido para la Facultad de Ingeniería, UNAM, cuya población estudiantil a nivel licenciatura hasta el año 2018 era de 12, 231 estudiantes, misma que ha incrementado hasta la actualidad, esto ha hecho que la demanda en el uso de sanitarios aumente, y, por lo tanto, el mantenimiento que estos requieren. Es fundamental aclarar que el estado en que se encuentran los sanitarios actualmente no solo se debe al aumento de la población estudiantil ni a la falta de mantenimiento por parte del personal de intendencia, sino al mal uso que se les ha dado.

Con esta información se hace evidente la necesidad de una solución a dicho problema de limpieza, la cual asegure en la Facultad de Ingeniería sanitarios públicos en condiciones óptimas y cambie la perspectiva y el comportamiento de uso que se tiene de estos.

Este proyecto describe el proceso de diseño para el diseño de un dispositivo que limpie y desinfecte el asiento de un inodoro posterior a su uso. El dispositivo es modular con la finalidad de que pueda ensamblarse de manera sencilla y en un periodo de tiempo corto. Además, guía al usuario para su correcto funcionamiento haciendo que éste participe en el proceso de limpieza, con la expectativa de que el usuario cambie la perspectiva y su comportamiento al usar un baño público. El desarrollo de este proyecto está dividido en capítulos.

En el capítulo 1 se presenta el planteamiento del problema a abordar, objetivos, alcance y justificación del proyecto, así como la metodología de diseño a seguir para desarrollar este proyecto.

En el capítulo 2 se presentan a los usuarios involucrados en el proyecto, sus necesidades y el entorno en el cual se desarrolla el problema a abordar. También, se presentan las etapas desarrolladas para la obtención de los requerimientos objetivo para el proyecto. Además de un estudio comparativo o también conocido como *Benchmarking* en el cual se recopilan, comparan y analizan puntos claves de dispositivos de limpieza existentes, como apoyo para el desarrollo de este proyecto.

En el capítulo 3 se presenta los requerimientos y especificaciones objetivo de diseño; un análisis general del dispositivo de limpieza, y una descomposición funcional de la función principal que desempeña el dispositivo. También se presenta el proceso de generación de conceptos y las diferentes propuestas de diseño con su correspondiente bosquejo, además de una evaluación para seleccionar el mejor concepto.

En el capítulo 4 se presenta la propuesta del modelo virtual preliminar del dispositivo de limpieza y desinfección, y se realiza su evaluación. Además, se hace un análisis del modelo virtual para identificar cualquier error de diseño.

Finalmente, en el capítulo 5 se presenta las especificaciones finales, lista de componentes y diseño del modelo virtual final del dispositivo de limpieza. Se describe el funcionamiento de dicho modelo virtual, así como los resultados obtenidos en cuanto al dispositivo de limpieza esperado y el modelo virtual obtenido. También se describe el trabajo a futuro en torno al dispositivo y las conclusiones generales del proyecto.

El diseño del dispositivo se desarrolló por un equipo de diseño integrado por cinco Ingenieros mecánicos Airi Abigail Velásquez Mendoza, Gabriela Cárdenas Guzmán, Alexander Bustamante Villalpando, Daniel Eriván Urióstegui González y Héctor Alvarado Polonio. La realización de la Primera etapa de este proyecto es parte de la tesis “Propuesta de sistema de desinfección para un baño seco” a cargo de Airi Abigail Velásquez Mendoza.

1.2 Trabajo previo

Sanitarios públicos

Los sanitarios públicos a lo largo del tiempo se han convertido en un tema relacionado con poca higiene y esto para muchas personas es sinónimo de poca salud y enfermedades, por lo tanto, se debe dar un significado diferente a estos sanitarios, ya que la tecnología avanza a un ritmo elevado, y al mismo tiempo la limpieza en nuestra vida diaria lo demanda. Asimismo, es importante mejorar el estado de los sanitarios públicos y hacerlos accesibles a los usuarios de manera higiénica.

Los sanitarios públicos son espacios en donde factores como privacidad e higiene determinan en el resultado de la experiencia, la cual resulta ser negativa la mayoría de las veces según reportan los usuarios. Los factores culturales ocasionan que sea tan difícil el compartir con agrado este tipo de espacios, ya que cuando en general están en constante interacción con individuos cuyas costumbres de higiene pueden ser muy diversas.

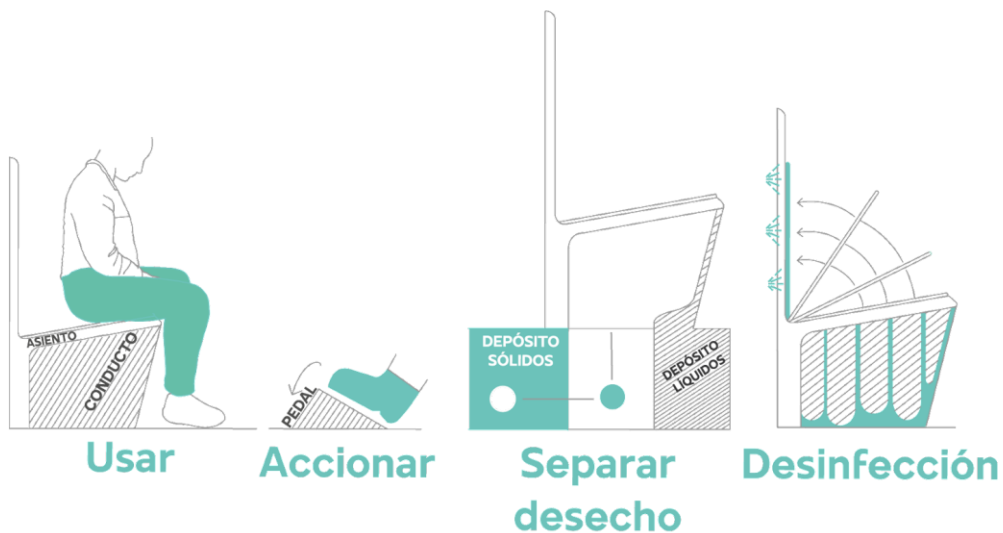
CEKÓ, una propuesta sustentable de inodoro para un baño público

CEKÓ es un sistema de sanitario público ecológico diseñado para el aprovechamiento de desechos orgánicos, su objetivo es plantear una alternativa distinta al inodoro occidental convencional desde un punto de vista más sustentable, en un contexto urbano. El aprovechamiento de los desechos a favor del medio ambiente y la mejora de la percepción del sanitario público por parte de los usuarios forman parte de los objetivos por los cuales se diseñó este sistema. Además de que refleja el camino hacia un cambio de paradigma de lo que conocemos como un inodoro que usa agua para la eliminación de los desechos y un inodoro alternativo para baños públicos más higiénico y sustentable que los actuales.

El proyecto “CEKÓ, una propuesta sustentable de inodoro para un baño público” propone el diseño de un inodoro para sanitarios públicos, que facilite la implementación de baños que reduzcan o eliminen el uso de agua. Como caso de estudio, el proyecto se enfocó en particular en los sanitarios de un edificio de la Facultad de Ingeniería del campus de Ciudad Universitaria, de la UNAM. Como resultado de la investigación y pruebas con usuarios, el diseño incluye un cambio de geometría en el asiento y taza de baño para mejorar la postura de los usuarios y promover la separación de desechos líquidos y sólidos como se muestra en la Figura 1.1. Por otro lado, se propone un sistema de limpieza y desodorización en la superficie del asiento la cual entra en contacto directo con los individuos. (Pastor Pérez, y otros, 2020)

Figura 1.1

Diagrama de funciones

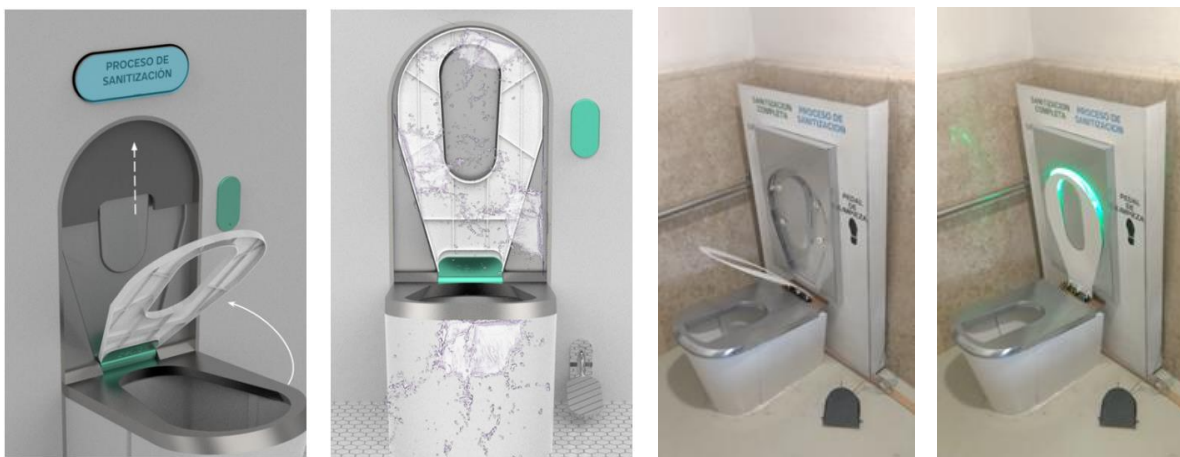


Nota: Tomado de (Pastor Pérez, y otros, , CEKÓ, una propuesta sustentable de inodoro para un baño público [ilustración], 2020)

Finalmente, el diseño final consta de un contenedor o mueble de baño, sobre el que está un asiento abatible, que cumple con la función principal de permitir al usuario sentarse para realizar sus necesidades, y cuenta con un sistema de desinfección. Además, cuenta con un sistema de compuerta donde se lleva a cabo la desinfección del asiento. (Pastor Pérez, y otros, 2020)

Figura 1.2

Modelo virtual y prototipo de CEKÖ



Nota: Tomado de (Pastor Pérez, y otros, , CEKÓ, una propuesta sustentable de inodoro para un baño público [ilustración], 2020)

Como se muestra en la Figura 1.2, la compuerta se abre mientras el sistema de elevación mueve el asiento hacia ella. Ambas acciones son activadas por un pedal. La Figura 1.2 también muestra la posición del asiento mientras se desinfecta. El sistema de compuerta tiene en su interior un sistema de válvulas para dispensar solución desinfectante aromatizada, que promueve el aprovechamiento del recurso de desinfección para la limpieza y saneamiento del asiento. También utiliza un indicador visual de avance del proceso visible al usuario, siendo este testigo del proceso de limpieza del dispositivo. (Pastor Pérez, y otros, 2020)

1.3 Definición del problema

Los sanitarios públicos usualmente generan desconfianza en las personas, ya que su estado de limpieza muchas veces no es el esperado. Al usar un sanitario público es impredecible la interacción con el inodoro, sin embargo, lo más probable es que se interactúe con su asiento, no obstante, el usuario podría encontrarse con superficies sucias acompañadas de olores desagradables. Esto cambia la experiencia que el usuario experimenta, ya que se torna un tanto desfavorable. Desafortunadamente no solo se trata de un problema de percepción, esto también da pie a la proliferación de microorganismos como bacterias, virus y gérmenes los cuales están asociados con enfermedades e infecciones.

Como resultado de lo anterior, las personas prefieren no entrar a un sanitario público, ya que no tienen la certeza de cuándo fue la última vez que éste recibió un mantenimiento adecuado.

El proyecto “CEKÓ, una propuesta sustentable de inodoro para un baño público” propone el diseño de un inodoro para sanitarios públicos, que facilite la implementación de baños que reduzcan o eliminen el uso de agua. Este inodoro además de proponer un cambio en su geometría implementa un sistema de limpieza y desodorización para la superficie del asiento.

1.4 Objetivos del proyecto

Objetivo principal

Diseñar un dispositivo para la limpieza del asiento de un inodoro público, el cual abarcara el diseño conceptual del mismo y éste debe estar construido de tal forma que asegure una limpieza y desinfección adecuada.

Objetivos específicos

Diseñar un dispositivo que se adapte a la geometría del inodoro CEKÓ y de ser posible a un inodoro comercial.

Diseñar un dispositivo modular que pueda ensamblarse de manera sencilla y en un periodo de tiempo corto.

Diseñar un dispositivo que asista al usuario para su correcto funcionamiento haciendo que éste participe en el proceso de limpieza.

Diseñar un dispositivo que cambie la perspectiva y comportamiento en torno al estado de limpieza y uso que el usuario da a un sanitario público.

1.5 Alcances

Para el proyecto de diseño de un dispositivo de limpieza para un inodoro público se plantearon alcances, los cuales fueron acordados por el equipo de trabajo.

- Obtener requerimientos y especificaciones de diseño, así como sus métricas que describan cada una de ellas a partir de las necesidades del usuario.
- Obtener el diseño conceptual de un dispositivo de limpieza con las características descritas en la sección de objetivos.

1.6 Justificación

Este proyecto está basado en la necesidad de proporcionar sanitarios públicos higiénicos a los usuarios en la Facultad de Ingeniería, de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), para cambiar el escepticismo que se tiene de estos y al mismo tiempo el comportamiento y uso que los usuarios practican cuando un sanitario se encuentra en malas condiciones.

Los puntos de mayor interés en este proyecto son la limpieza del asiento del inodoro y el ambiente visual y olfativo entorno al sanitario. Lo anterior derivado a que los sanitarios de la Facultad de Ingeniería presentan una alta demanda de servicio y aunque en la actualidad no se preste mucha atención al estado en que se encuentran, en el futuro va a ser indispensable sanitarios en condiciones óptimas, ya que la población estudiantil va en aumento. Por lo que se llegó a la decisión de iniciar el diseño de un dispositivo, que logre mantener principalmente los inodoros de los sanitarios en buen estado por un lapso mayor, hasta que el personal de intendencia se encargue de su mantenimiento habitual.

Además, el proyecto busca proponer una alternativa de solución, para este caso un dispositivo, que sea diferente a los que actualmente se encuentran en el mercado. Algunas características por mencionar son las siguientes:

1. Fácil y sencillo de usar.
2. Costo de fabricación relativamente bajo.
3. Calidad y materiales adecuados con un grado superior a los ya existentes.

Con dicho proyecto de diseño se pretende satisfacer la necesidad de sanitarios limpios y en buenas condiciones, hacerlos de cierta forma autónomos y que los usuarios formen parte de este proceso para que consideren la importancia de un espacio limpio.

Por ello es necesario proponer una estructura de diseño que permita mejorar el estado de los sanitarios de la Facultad de Ingeniería y la experiencia que actualmente experimentan los usuarios.

1.7 Metodología de diseño

Para la realización de este proyecto se seleccionaron las metodologías de diseño, Diseño centrado en el usuario y *Design thinking*, ya que estas metodologías se consideran similares e iterativas, debido a que sus métodos constan de desintegrar un problema mayor en problemas menores lo cual permite analizarlos de una forma más sencilla y rápida y como resultado se llega a soluciones que reducen tiempo, dinero y recursos.

Del mismo modo, ambas metodologías se enfocan en entender las necesidades del usuario ante un problema cotidiano, por lo tanto, buscan mantener involucrado a dicho usuario en sus etapas de diseño y desarrollo de un producto, con el objetivo de llegar a la mejor solución que se adapte y resuelva el problema abordado.

Es preciso señalar que cada metodología cuenta con su propio proceso y conjunto de herramientas de diseño, pero en ambas metodologías estas herramientas buscan integrar las necesidades de los usuarios y las posibles tecnologías para satisfacer dichas necesidades.

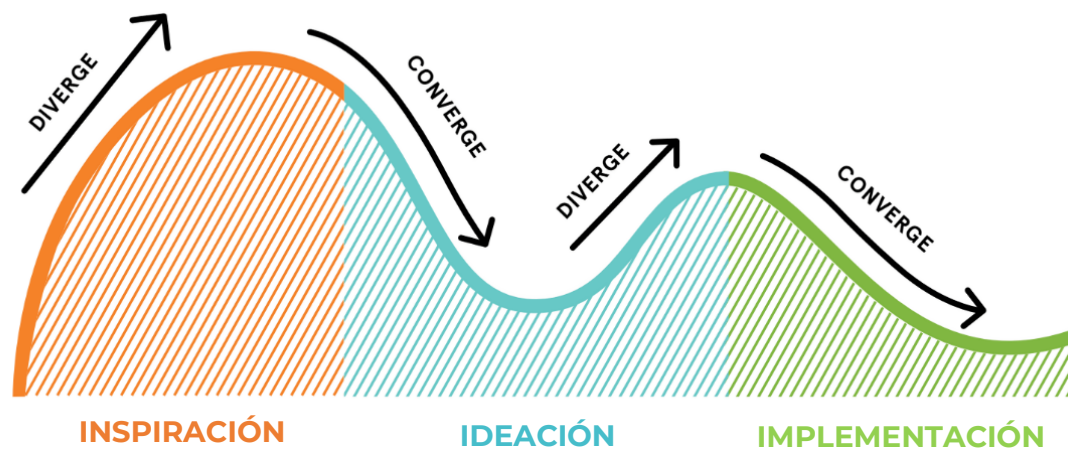
A continuación, se describe cada una de las metodologías de diseño y su relación entre sí:

Diseño centrado en el usuario

La metodología Diseño centrado en el usuario es una mentalidad que se superpone a la metodología *Design Thinking* para garantizar que los productos sean realmente relevantes y beneficiosos, a largo plazo, para las personas a las que están destinados (Hoover, 2018). Esta metodología consta de 3 pasos como se muestra en la Figura 1.3.

Figura 1.3

Metodología Diseño centrado en el usuario



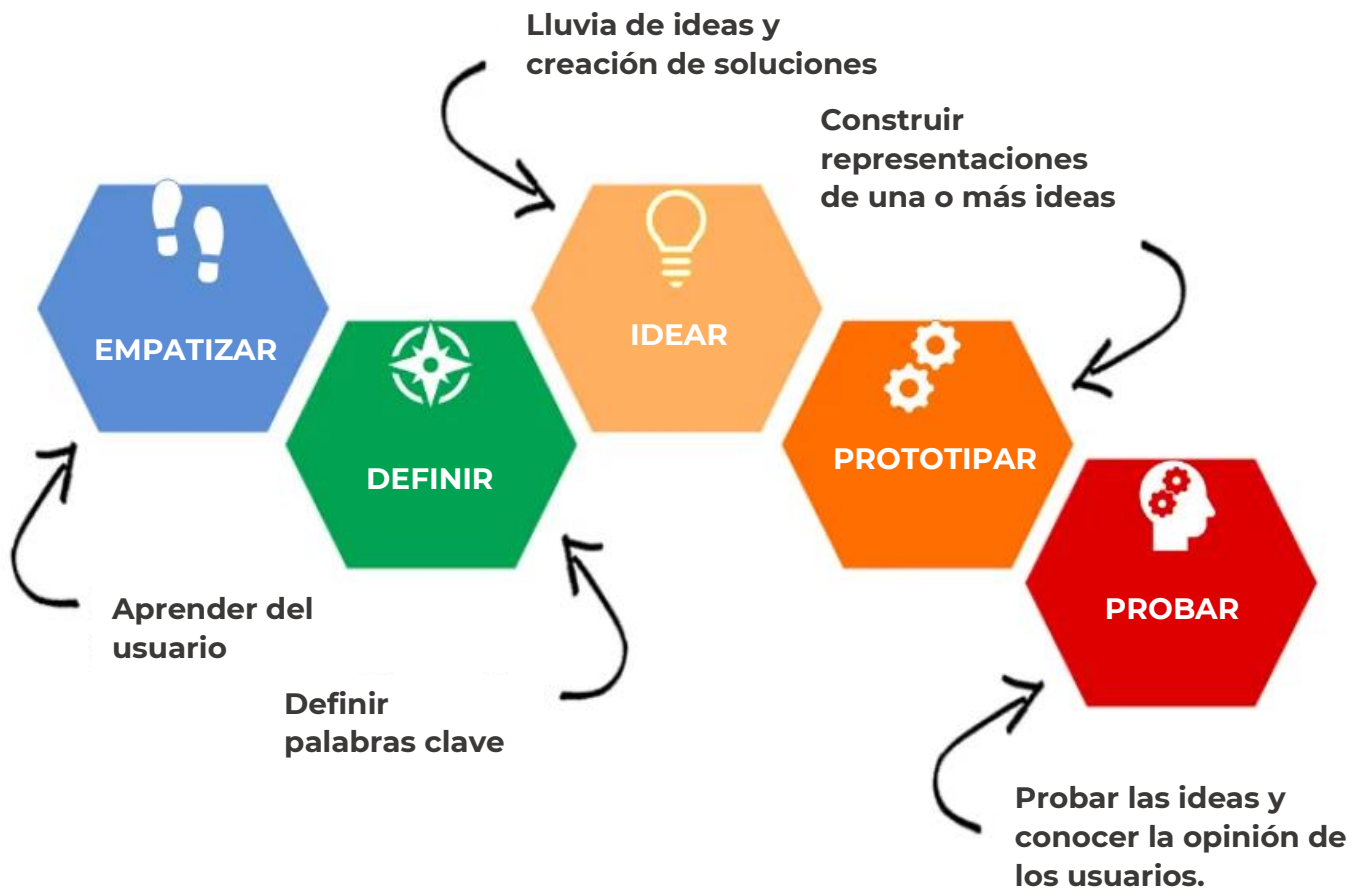
Nota: La metodología Diseño centrado en el usuario consta de tres etapas de diseño inspiración, ideación e implementación. Adaptado de (Hoover, Human-Centered Design Process [ilustración], 2018).

Design Thinking

La metodología *Design Thinking*, es un proceso por el que se opta para crear soluciones que realmente serán adoptadas por la gente (Nota, se utiliza "soluciones" para referirse a un producto, proceso o servicio que será utilizado por una persona o grupo de personas) (Hoover, 2018). Esta metodología consta de 5 pasos como se muestra en la Figura 1.4.

Figura 1.4

Metodología Design Thinking



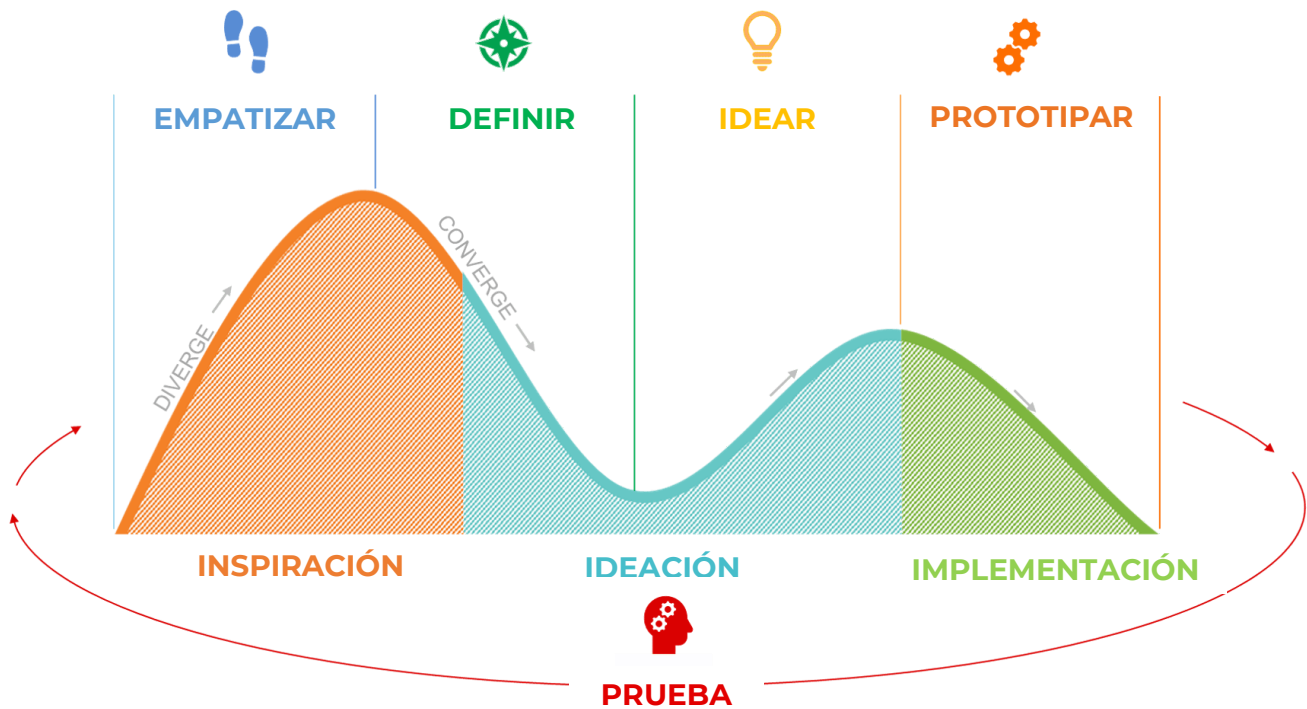
Nota: La metodología *Design Thinking* consta de 5 etapas de diseño empatizar, definir, idear, prototipar y probar. Adaptado de (Hoover, Design thinking process [ilustración], 2018)

¿Cómo se relacionan ambas metodologías?

Design Thinking generalmente se usa para crear productos y servicios basados en el mercado. El Diseño centrado en el usuario lleva esto un paso más allá y proporciona una mentalidad y herramientas para garantizar que estos productos y servicios realmente mejoren la vida de los usuarios finales. Combinados, ofrecen un proceso y una mentalidad que crea soluciones autosuficientes para algunos de los mayores desafíos del mundo (Hoover, 2018).

Figura 1.5

Analogía de metodologías



Nota: Es posible homologar ambas metodologías y hacer encajar sus etapas ya que estas presentan características que lo permiten. Adaptado de (Hoover, Using Human-Centered Design with Design Thinking [ilustración], 2018)

A continuación, se hace una breve descripción de cómo se relacionan las etapas de ambas metodologías, se toman como base las etapas de la metodología *Design Thinking*.

Etapa 1: Empatizar

Esta etapa se inicia con la comprensión de las personas enfocándose en un problema definible en el cual están involucradas. Esta etapa es análoga a la etapa "Inspiración" en la metodología Diseño centrado en el usuario, ya que esta etapa también busca comprender mejor primero a las personas a las que intentamos ayudar involucrando temas éticos (Hoover, 2018).

Etapa 2: Definir

Esta etapa recomienda que se seleccione un problema el cual se pueda desarrollar de manera significativa. El diseño centrado en el usuario no cuenta con una etapa de definición, sin embargo, propone una guía para hacer converger a las partes interesadas, para comprender mejor sus necesidades, recursos y oportunidades con la finalidad de llegar a un problema en común y compartido (Hoover, 2018).

Etapa 3: Idear

Esta etapa ayuda a generar una guía para proponer tantas ideas como sea posible, no solo ideas "correctas". El Diseño centrado en el usuario además de proponer ideas, recomienda procesos creativos para generar dichas ideas asociadas con las personas a las cuales ayudamos. Por lo tanto, esta etapa es análoga a la etapa "ideación" en la metodología Diseño centrado en el usuario (Hoover, 2018).

Etapa 4: Prototipo

Esta etapa propone el desarrollo de un prototipo mínimo viable para ver si la solución realmente será adoptada por el mercado. Esta etapa es análoga a la etapa "implementación" de la metodología Diseño centrado en el usuario, la cual proporciona herramientas para que los prototipos se construyan en asociación con las partes interesadas clave y los usuarios finales para obtener sus comentarios y sugerencias (Hoover, 2018).

Etapa 5: Probar

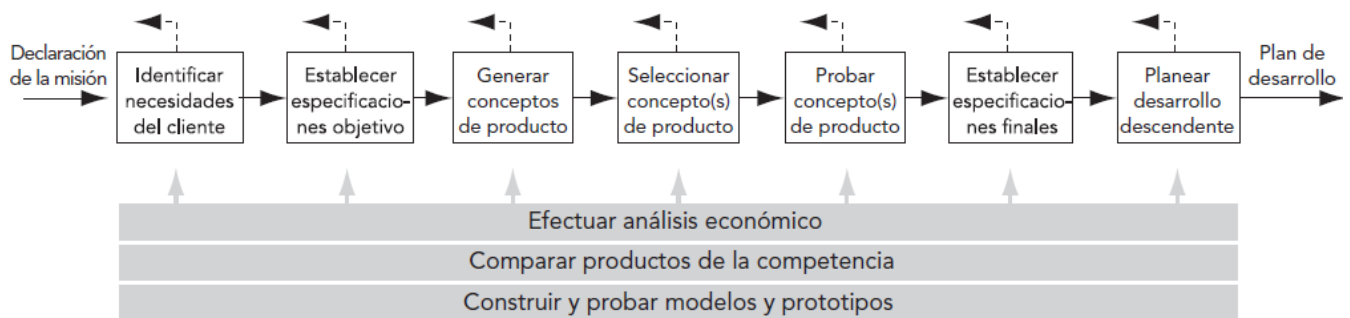
Esta etapa dice que se deben probar los prototipos para identificar si serán adoptados por el usuario y también para aprender más sobre el usuario final. El diseño centrado en el usuario, por otro lado, comprueba que no solo los usuarios adoptarán la solución, sino de que realmente esta solución creará un impacto en los objetivos planteados de resolver el problema (Hoover, 2018).

1.8 Proceso de desarrollo del proyecto

Como se mencionó en el apartado 1.7, para la realización de este proyecto se seleccionaron las metodologías Diseño centrado en el usuario y *Design thinking*. Sin embargo, es necesario mencionar que la información descrita en dicho apartado se tomó únicamente como marco conceptual de estas metodologías, mientras que, para la ejecución de este proyecto se optó por el “Proceso frontal” y sus herramientas estructurado en libro “*Diseño y desarrollo de productos*” de Karl T. Ulrich y Steven D. Eppinger. (véase Figura 1.6), el cual proviene de una metodología cuyo enfoque es el usuario y sus necesidades y que al igual que las metodologías Diseño centrado en el usuario y *Design thinking*, involucra al usuario en sus etapas de diseño y desarrollo de un producto.

Figura 1.6

Etapas para el proceso de desarrollo del proyecto



Nota: Este proceso se conoce como frontal, ya que generalmente contiene numerosas actividades relacionadas entre sí, ordenadas en forma aproximada. Tomado de (T. Ulrich & D. Eppinger, 2012)

Las actividades desarrolladas en el proyecto y los capítulos en los que se reportan son los siguientes:

Capítulo 2

1. Identificar necesidades del usuario.

Capítulo 3

2. Establecer requerimientos de diseño.
3. Establecer métricas de diseño.
4. Realizar estudio comparativo (*Benchmarking*).
5. Establecer especificaciones objetivo de diseño.
6. Identificar funciones y subfunciones del dispositivo de limpieza.
7. Generar conceptos de producto.
8. Seleccionar conceptos de producto.
9. Realizar pruebas de función crítica.

Capítulo 4

10. Establecer el diseño conceptual preliminar del dispositivo de limpieza.
11. Evaluar el diseño conceptual preliminar del dispositivo de limpieza.
12. Establecer especificaciones finales de diseño.

Capítulo 5

13. Establecer el diseño conceptual final del dispositivo de limpieza.

1.9 Equipo de trabajo

El proyecto de diseño fue desarrollado por un grupo conformado por 5 ingenieros mecánicos (véase *Figura 1.7*), el cual se encargó del diseño del dispositivo de limpieza.

Figura 1.7

Equipo de trabajo



*Gabriela Cárdenas
Guzmán*



*Airi Abigail
Velásquez Mendoza*



*Alexander Bustamante
Villalpando*



*Daniel Eriván
Urióstegui González*



*Héctor Alvarado
Polonio*

Nota: Elaboración propia.

El equipo de trabajo tomó como base el trabajo realizado en las tesis “Propuesta de sanitario público ecológico para el aprovechamiento de los desechos orgánicos” a cargo de María Pastor Pérez y Susana García Ramírez, y “Propuesta de sistema de desinfección para un baño seco” a cargo de Airi Abigail Velásquez Mendoza.

El equipo de trabajo realizó un análisis de estas tesis con la finalidad de identificar áreas de oportunidad de mejora. Por otro lado, redefinió requerimientos y especificaciones, planteó nuevos conceptos de solución, trabajó con diversas pruebas de función crítica ya evaluadas y propuso algunas más, para la evaluación de un nuevo concepto de solución, para el cual se desarrolló un diseño conceptual y de detalle para su diseño. Además, elaboró un protocolo de pruebas para su futuro desarrollo e implementación.

CAPITULO 2. USUARIO

En este capítulo se dan a conocer a los usuarios involucrados en el proyecto, sus necesidades y el entorno en el cual se desarrolla el problema planteado en el capítulo 1. Además, se presentan las etapas desarrolladas para la obtención de los requerimientos objetivo para el proyecto. Por otro lado, se presenta un estudio comparativo o también conocido como *Benchmarking* en el cual se recopilan, comparan y analizan puntos claves de dispositivos de limpieza existentes, como apoyo para el desarrollo de este proyecto.

2.1 Usuarios

A partir de las investigaciones y entrevistas (véase Anexo 1 y Anexo 2) realizadas en la tesis “Propuesta de sanitario público ecológico para el aprovechamiento de los desechos orgánicos” a cargo de María Pastor Pérez y Susana García Ramírez, realizadas en la Facultad de Ingeniería, se identificaron dos tipos de usuarios quienes tienen interacción directa con el inodoro.

Usuarios activos

Son hombres y mujeres, quienes usan los sanitarios por necesidad a lo largo del día. Estos usuarios esperan encontrar un sanitario en condiciones óptimas (limpio y desinfectado) de tal forma que genere la confianza suficiente para que dichos usuarios decidan utilizarlo y que los motive a darle un uso correcto.

En general cuando estos usuarios entran a los sanitarios, se encuentran con malos olores, tratan de hacer sus necesidades de manera rápida y evitan el contacto con las superficies del inodoro.

Usuarios pasivos

Son hombres y mujeres, generalmente adultos de entre 25-50 años y portan un uniforme. Estos usuarios se encargan del mantenimiento de los sanitarios y a cambio reciben una remuneración económica. Suelen acudir solos o en parejas a los sanitarios para realizar el mantenimiento correspondiente. Al acudir a realizar dicho mantenimiento, frecuentemente sienten enojo y frustración ya que los usuarios directos no tienen una buena conducta en cuanto al uso de los sanitarios.

Velásquez Mendoza (2021) afirma lo siguiente:

284 estudiantes universitarios fueron entrevistados para la obtención de información relevante. 76.3% fueron mujeres y el 23.7% fueron hombres. Del total de mujeres entrevistadas, sólo el 20% de mujeres afirma tocar el asiento de un inodoro público, mientras que el 80% asegura que generalmente no lo toca. Las usuarias expresan sentir desagrado por el aspecto y olor general de los sanitarios.

Del total de los hombres entrevistados, el 70% afirma tocar el asiento del inodoro público, mientras que el 30% respondió que evita tener contacto con las superficies del sanitario.

Los sanitarios ubicados en la Facultad de Ingeniería en el edificio I, reciben un total de 4 mantenimientos o lo largo del día. Durante estos mantenimientos se retira la basura de contenedores, se barren pisos, se lavan muebles y se cepillan inodoros con abundante cloro, pinol y agua. Finalmente se trapean pisos.

Sin embargo, estos mantenimientos no son suficientes para mantener los sanitarios en buenas condiciones, debido al número de servicios que brindan a la población estudiantil. A nivel licenciatura hasta el año 2018 la población era de 12, 231 estudiantes, misma que ha incrementado hasta la actualidad. Esto ha hecho que la demanda en el uso de los sanitarios aumente, y, por lo tanto, el mantenimiento que requieren.

2.2 Necesidades

Como ya se ha mencionado en los apartados anteriores, este proyecto parte de la tesis “Propuesta de sistema de desinfección para un baño seco” a cargo de Airi Abigail Velásquez Mendoza, en la cual se realizaron entrevistas, análisis y observaciones, de los usuarios descritos en el apartado 2.1 y su interacción con los sanitarios de la Facultad de Ingeniería. Como resultado se identificaron algunas necesidades (*véase Tabla 2.1*). El desarrollo de este proyecto parte de esas necesidades, con el objetivo de satisfacer cada una de ellas con una nueva propuesta de diseño.

Tabla 2.1*Necesidades del usuario*

Categoría	Necesidad interpretada
Usuario activo	El baño luce limpio. El asiento te permite sentarte. El baño está en buen estado El sanitario no huele mal Todos los desechos se van con una descarga
Usuario pasivo	No es necesario tocar con la mano el mecanismo de desagüe Se utiliza poca cantidad de líquidos limpiadores Los inodoros tienen buen drenaje Se requieren pocos pasos para la limpieza de los baños Las superficies no requieren gran esfuerzo físico para limpiarse Los líquidos de limpieza son poco dañinos a la salud

Nota: Necesidades identificadas después de entrevistas y observaciones de los usuarios y su entorno. Adaptada de (Velásquez Mendoza, Propuesta de sistema de desinfección para un baño seco [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de México], 2021)

CAPÍTULO 3. REQUERIMIENTOS Y ESPECIFICACIONES DE DISEÑO

En este capítulo se definen los requerimientos y especificaciones objetivo de diseño; se realiza un análisis general del dispositivo de limpieza y se hace una descomposición funcional de la función principal. Posteriormente se inicia el proceso de generación de conceptos, en donde se proponen conceptos y se explica el porqué de la selección de cada uno de estos en particular. Además, se presentan las diferentes propuestas de diseño con su correspondiente bosquejo y se realiza una evaluación para seleccionar el mejor concepto con base en las especificaciones objetivo.

3.1 Requerimientos

Para definir las especificaciones objetivo para el proyecto, se analizaron, interpretaron y depuraron las necesidades de los usuarios. En este proyecto además de las necesidades descritas en el apartado 2.2, también se analizaron e identificaron las áreas de mejora del dispositivo de limpieza desarrollado en la tesis “Propuesta de sistema de desinfección para un baño seco” a cargo de Airi Abigail Velásquez Mendoza. Como resultado el equipo de trabajo estableció los principales requerimientos de diseño (véase *Tabla 3.1*) que debía cumplir el dispositivo en desarrollo, y asignó el nivel de importancia a cada uno de ellos.

El nivel de importancia asignado a cada requerimiento se evaluó de la siguiente forma:

1. El requerimiento es indeseable. No se considera un dispositivo con este requerimiento.
2. El requerimiento no es importante, sin embargo, se podría considerar.
3. Sería bueno cumplir con este requerimiento, pero no es necesario.
4. El requerimiento es altamente deseable.
5. El requerimiento es de importancia crítica.

Tabla 3.1*Requerimientos principales con su nivel de importancia*

Núm.		Requerimiento	Importancia
1	El dispositivo	no derrama líquido al exterior en la etapa de limpieza.	5
2	El dispositivo	permite la eliminación de agentes patógenos, residuos fecales y residuos urinarios.	5
3	El dispositivo	consume poca energía.	4
4	El dispositivo	consume poco líquido desinfectante.	4
5	El dispositivo	alerta al usuario cuándo se está llevando a cabo alguna etapa de limpieza.	4
6	El dispositivo	indica al usuario cuando el inodoro está en servicio.	4
7	El dispositivo	inspira confianza en usuario.	5
8	El dispositivo	requiere poco mantenimiento	4
9	El dispositivo	es de fácil acceso para mantenimiento.	3
10	El dispositivo	permite la fácil reposición de piezas dañadas.	4
11	El dispositivo	es elegantemente simple.	2
12	El dispositivo	realiza la limpieza en un mínimo de tiempo.	4
13	El dispositivo	es cómodo para el usuario.	4
14	El dispositivo	elimina malos olores.	4
15	El dispositivo	es fácil de usar.	4

Nota: Estos requerimientos surgen de la interpretación de las necesidades de los usuarios y de las áreas de mejora de un dispositivo previamente diseñado. Elaboración propia.

El nivel de importancia que se le asignó a cada requerimiento tiene la finalidad de establecer, la cantidad de atención que requiere prestársele, así como la necesidad de que este esté presente en el diseño final. Cabe mencionar que el nivel de importancia asignado a cada requerimiento fue mediante votación múltiple dentro del equipo de trabajo, ya que cada integrante con base en su experiencia en diseño, justificó su elección.

3.2 Métricas

Para definir las especificaciones objetivo, se realizó una lista de métricas con base en los requerimientos. Las métricas tienen la función de reflejar en forma directa como es posible satisfacer las necesidades del usuario (T. Ulrich & D. Eppinger, 2012, pág. 79).

El equipo de trabajo identificó las características principales de cada requerimiento, y con base en esas características, estableció métricas (véase *Tabla 3.2*) mesurables y que además reflejaran cómo se lograría satisfacer algún requerimiento y su necesidad de origen.

Tabla 3.2

Métricas con su nivel de importancia y unidades de medición correspondientes

Métrica Núm.	Núm. De requerimiento	Métrica	Importancia	Unidades
1	1	Prueba de estanquidad.	5	*Binaria
2	2	Alcalinidad o acidez en la superficie del asiento.	5	pH
3	3	Energía consumida.	4	W
4	4,1	Cantidad de líquido desinfectante por ciclo de limpieza.	5	mL
5	5	Herramientas de alerta.	4	*Lista
6	6	Herramientas de indicación.	4	Lista
7	7	Inspira confianza.	5	*Subj.
8	8	Numero de ciclos antes de mantenimiento.	4	Ciclos
9	9,10	Tiempo necesario para mantenimiento.	3	s
10	10	Herramientas necesarias para mantenimiento.	4	Lista
11	11	Costo de manufactura.	2	MXN\$
12	12	Tiempo entre ciclos de limpieza.	4	s
13	13	Prueba de comodidad.	4	Binaria
14	14	Prueba de olores percibidos.	4	Binaria
15	15	Tiempo para entender su funcionamiento.	4	s

Nota: Tabla en la cual se describen las métricas propuestas y su relación con los requerimientos de diseño. La importancia relativa de cada métrica y las unidades de la métrica también se muestran. "Subj." es una abreviatura que indica que la métrica es subjetiva. "Lista" indica los componentes o herramientas con las que el dispositivo de limpieza es compatible. "Binaria" indica el valor pasa/no pasa. Elaboración propia.

Al igual que en las especificaciones, el nivel asignado a cada métrica tiene la finalidad de establecer, la cantidad de atención que requiere prestársele, así como la necesidad de establecer una característica medible. El nivel de importancia asignado a cada métrica fue mediante votación múltiple dentro del equipo de trabajo, ya que cada integrante con base en su experiencia en diseño justificó su elección; el valor de 5 califica a la métrica con máxima importancia y el valor de 1 con la menor importancia.

Para representar la relación entre requerimientos y métricas se estructuró una matriz de relación (véase Figura 3.1). Las filas de la matriz corresponden a los requerimientos del dispositivo y las columnas corresponden a las métricas. Un asterisco en una celda de la matriz, indica que el requerimiento y la métrica asociada con la celda están relacionados.

Figura 3.1

Matriz de relación requerimientos-métricas

Requerimiento		Métrica															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
		Prueba de estanquidad.															
		Alcalinidad i acidez en la superficie del asiento.															
		Energía consumida.															
		Cantidad de líquido desinfectante por ciclo de limpieza															
		Herramientas de alerta.															
		Herramientas de indicación.															
		Inspira confianza.															
		Numero de ciclos antes de mantenimiento															
		Tiempo de desensamble/ensamble para mantenimiento.															
		Herramientas necesarias para mantenimiento.															
		Costo de manufactura.															
		Tiempo entre ciclos de limpieza.															
		Prueba de comodidad.															
		Prueba de lores percibidos.															
		Tiempo para entender su funcionamiento.															
1	No derrama liquido al exterior en la etapa de limpieza.	*															
2	Permite la eliminación de agentes patógenos, residuos fecales y residuos urinarios.		*														
3	Consume poca energía.			*													
4	Consume poco liquido desinfectante.	*			*												
5	Indica al usuario cuándo se está llevando a cabo alguna etapa de limpieza.					*											
6	Indica al usuario cuando el inodoro está en servicio.						*										
7	Inspira confianza en usuario.							*									
8	Requiere poco mantenimiento.								*								
9	Es de fácil acceso para mantenimiento.									*	*						
10	Permite la fácil reposición de piezas dañadas.										*						
11	Es elegantemente simple.											*					
12	Realiza la limpieza en un mínimo de tiempo.											*					
13	Es cómodo para el usuario.												*				
14	Elimina malos olores.														*		
15	Es fácil de usar.																*

Nota: Un asterisco representa la relación que hay entre el requerimiento y la métrica. Elaboración propia.

3.3 Estudio comparativo

Antes de definir las especificaciones objetivo para el proyecto, el equipo de trabajo realizó un estudio comparativo, el cual se enfocó en productos existentes con funcionalidad similar a la del dispositivo a diseñar y que se hayan puesto en práctica para resolver un problema como el que se aborda en este proyecto (véase *Figura 3.2*). Además, con este estudio comparativo se buscó identificar puntos fuertes y débiles como apoyo para el desarrollo de este proyecto.

Para sintetizar la información recabada, se estructuró una tabla en donde las filas corresponden a características relevantes acerca de los productos y las columnas corresponden a los productos estudiados (véase *Tabla 3.3*).

Tabla 3.3

Benchmarking de dispositivos de limpieza para inodoros

Núm.	Productos				
	1	2	3	4	5
Marca	CWS	NIU	NAVISANI	WZEN	SANITRONICS
País	Alemania	Canadá	China	España	Holanda
Patente	WO201704508 5A1	S/I	S/I	WO201602056 8	EP0274785B1
Funciones	Limpieza, desinfección y secado	Limpieza, desinfección y secado	Limpieza y desinfección	Limpieza, desinfección y secado	Limpieza, desinfección y secado
Método	Agua-Agente desinfectante	Agua-Agente desinfectante y Luz UV	Película plástica sanitaria desechable	Agua-Agente desinfectante y Ozono	Agua-Agente desinfectante
Material	Plástico (ABS)	Acero inoxidable/ Plástico (PVC)	Plástico (ABS)/ (HDPE)	Plástico	Acero inoxidable/ Plástico
Consumo de agua por ciclo de limpieza	S/I	4.5 a 6 Litros	S/I	1.5 Litros	S/I
Medio de secado		Aire forzado		Aire forzado	Aire forzado
Núm. Ciclos de limpieza antes de servicio de mantenimiento	1200	S/I	130 a 135	S/I	S/I
Tiempo por ciclo de limpieza	15 Segundos	S/I	6 Segundos	40 Segundos	20 Segundos

Nota: Debido a que algunos de los productos no cuentan con suficiente información o el fabricante no la proporciona, se expresa con S/I (Sin Información). Elaboración propia.

Figura 3.2

Dispositivos de limpieza para inodoros



Nota: 1) *Producto marca CWS*, Dispositivo con un cepillo principal encargado de la limpieza del asiento del inodoro. Adaptado de (CWS, s.f.); 2) *Producto marca NIU*, Dispositivo con sistema de vapor encargado de la limpieza del inodoro. Adaptado de (Comac Corporation Inc., 2020); 3) *Producto marca WZEN*, Dispositivo con inodoro retráctil y cámara de limpieza fija con sistema de aspersión para su limpieza. Adaptado de (WZEN, s.f.); 4) *Producto marca NAVISANI*, Dispositivo con película platica desechable en el asiento, la cual se sustituye al hacer uso del inodoro. Adaptado de (Xiamen Wing Technology Co., s.f.); 5) *Producto marca SANITRONICS*, Dispositivo giratorio el cual sustituye el inodoro después de su uso, cuenta con una cámara de limpieza oculta tras un muro falso. Adaptado de (SANITRONICS, 2020).

3.4 Especificaciones objetivo

Finalmente, con base en las características, métricas y valores identificados tanto en el estudio comparativo como en el dispositivo desarrollado en la tesis “Propuesta de sistema de desinfección para un baño seco” a cargo de Airi Abigail Velásquez Mendoza, se definieron las especificaciones objetivo para el proyecto, a las cuales se les asignó una métrica y sus valores marginales e ideales (véase *Tabla 3.4*). Cabe mencionar que el valor ideal asignado, representa el mejor resultado que se puede esperar del dispositivo en desarrollo y el valor marginal asignado representa el valor de la métrica que compite con los productos estudiados en el estudio comparativo.

Por lo tanto, establecer valores marginales e ideales permite describir detalladamente lo que el dispositivo tiene que hacer y como pretende satisfacer los requerimientos de diseño.

Tabla 3.4

Especificaciones objetivo con su nivel de importancia, unidades de medición y valores ideales y marginales

Métrica Núm.	Núm. de requerimiento	Métrica	Imp.	Unidades	Valor marginal	Valor ideal
1	1	Prueba de estanquidad.	5	Binaria	Pasa	Pasa
2	2	Alcalinidad o acidez en la superficie del asiento.	5	pH	<4	<2
3	3	Energía consumida.	4	W/mes	<6000	<4500
4	4,1	Cantidad de líquido desinfectante por ciclo de limpieza.	5	L	<1.5	<1
5	5	Herramientas de alerta.	4	Lista	Existe	Existe
6	6	Herramientas de indicación.	4	Lista	Existe	Existe
7	7	Inspira confianza.	5	Subj.	>3	5
8	8	Numero de ciclos antes de mantenimiento.	4	Ciclos	>1000	>2000
9	9,10	Tiempo de desensamble/ensamble para mantenimiento.	3	s	<900	<600
10	10	Herramientas necesarias para mantenimiento.	4	Lista	Existe	Existe
11	11	Costo de manufactura.	2	MXN\$	<3500	<2500
12	12	Tiempo entre ciclos de limpieza.	4	s	<90	<40
13	13	Prueba de comodidad.	4	Binaria	Pasa	Pasa
14	14	Prueba de olores percibidos.	4	Binaria	Pasa	Pasa
15	15	Tiempo para entender su funcionamiento.	4	s	<60	<30

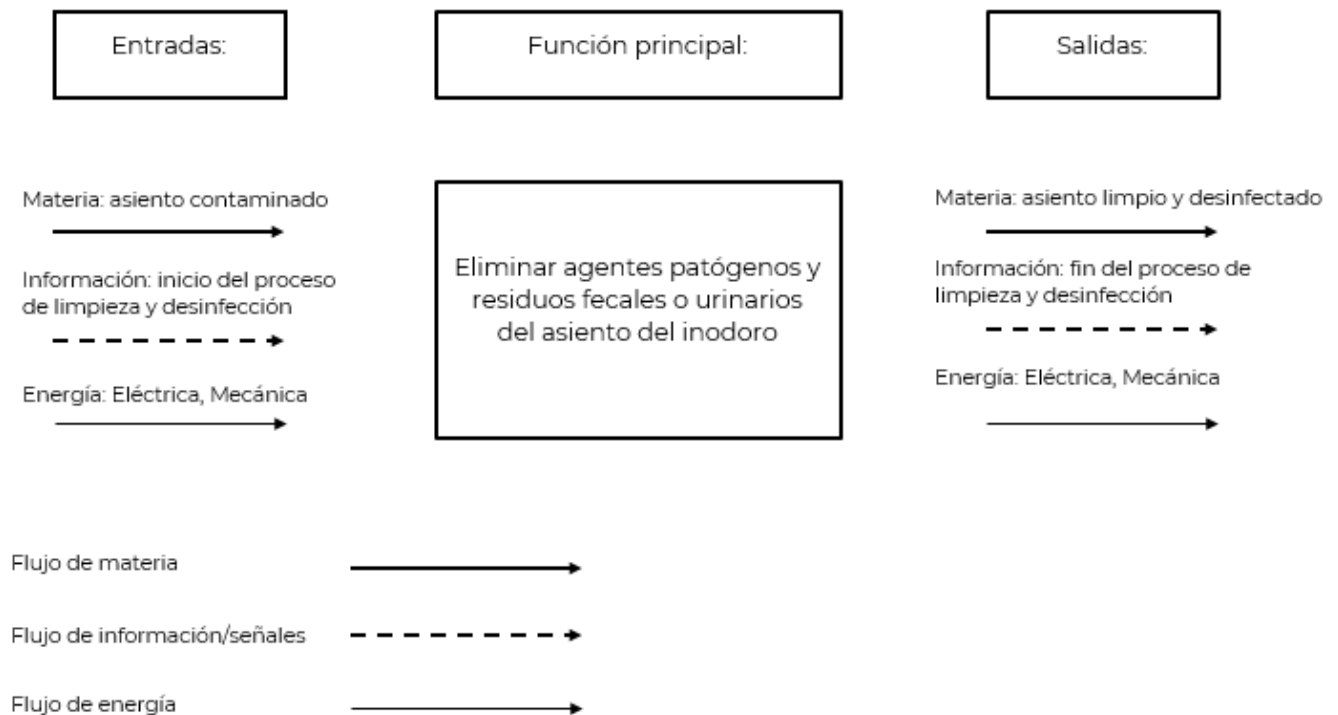
Nota: La unidad Binaria está definida por los valores “Pasa” y “No pasa”, la unidad Lista por “Existe” y “No existe” y la unidad Subj. por un valor subjetivo. Elaboración propia.

3.5 Funciones y subfunciones

Para definir de una forma más detallada las funciones que debe desempeñar el dispositivo de limpieza, se realizó un diagrama de caja negra (véase *Figura 3.3*). Este diagrama relaciona los flujos de materia, información y energía de entrada y salida, y las transformaciones que se llevan a cabo en un sistema.

Figura 3.3

Diagrama de caja negra

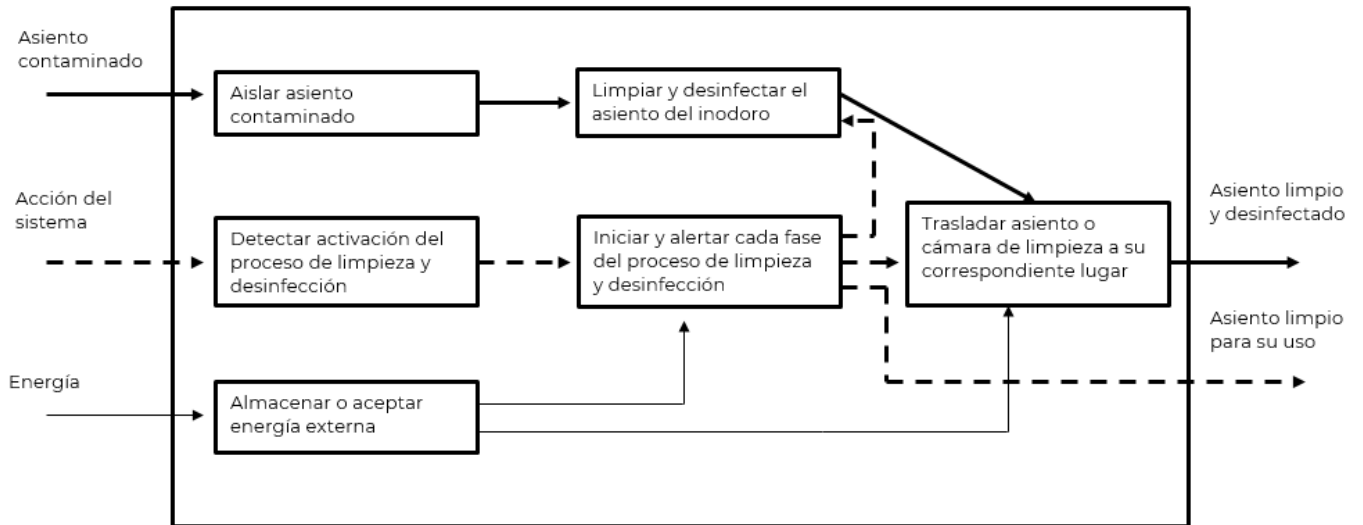


Nota: En un diagrama de caja negra se suele representar el flujo de materia con flechas gruesas de línea continua, las señales de entrada y salida con flechas de línea discontinua, y el flujo de energía con flechas finas de línea continua. Elaboración propia.

Después, con base en los flujos de entrada y salida, planteados en el diagrama de caja negra, se dividió en subfunciones la función principal del dispositivo de limpieza. Para definir las subfunciones que el sistema debe desempeñar, se realizó un diagrama de descomposición funcional (véase *Figura 3.4*). Esta división funcional tiene como objetivo, descomponer la función principal en funciones básicas y sencillas de comprender, además, plantear y visualizar la relación entre subfunciones, y analizar los flujos de entrada y salida, para proponer conceptos de solución.

Figura 3.4

Diagrama de descomposición funcional



Nota: Elaboración propia.

Como resultado de la división funcional, se identificaron las subfunciones de aislamiento, limpieza, activación de proceso, alertamiento, traslado y alimentación eléctrica.

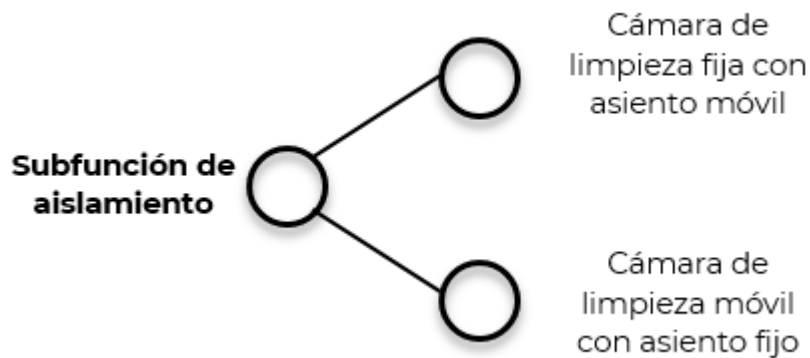
3.6 Generación de conceptos

Como se mencionó en el apartado 3.5, el objetivo de la división funcional es dividir la función principal hasta obtener funciones simples, para proponer conceptos de solución que puedan desempeñar cada una de estas funciones.

Para cada una de las subfunciones identificadas se propusieron distintos conceptos, los cuales fueron clasificados y ordenados con diagramas de árbol (véase *Figura 3.5 a 3.10*).

Figura 3.5

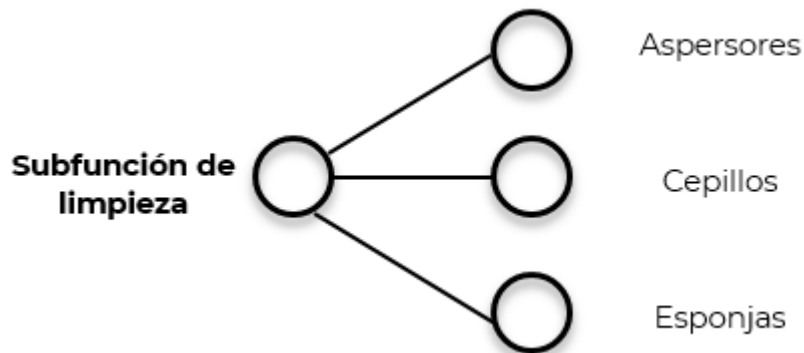
Diagrama de árbol para subfunción de aislamiento



Nota: La subfunción de aislamiento es la encargada de aislar el asiento sucio del inodoro, para su limpieza. Elaboración propia.

Figura 3.6

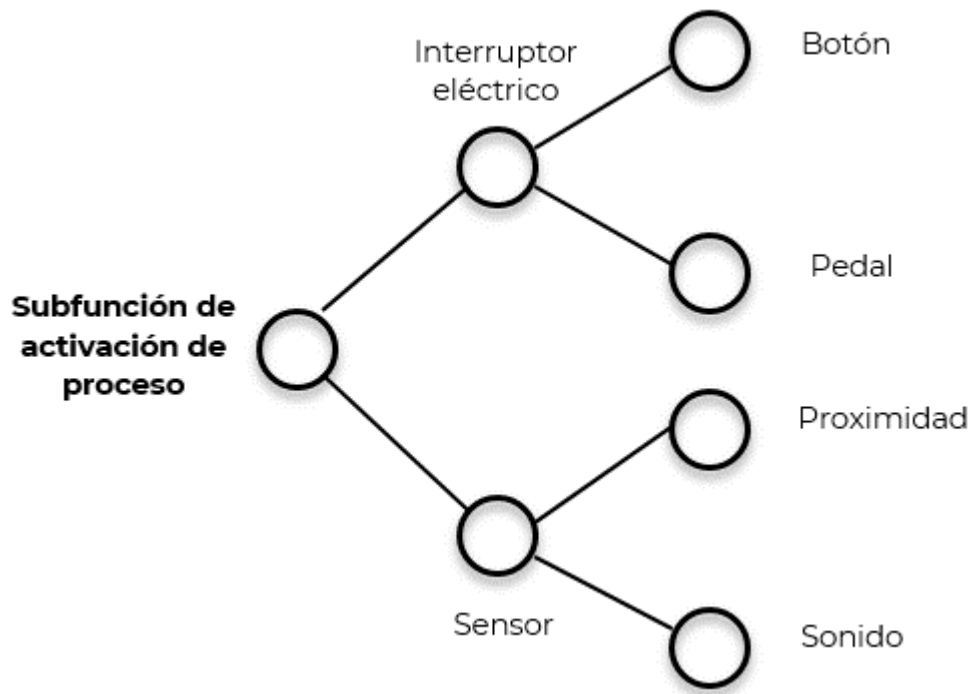
Diagrama de árbol para subfunción de limpieza



Nota: La subfunción de limpieza es la encargada de retirar todo tipo de partículas no deseadas, presentes en el asiento del inodoro. Elaboración propia.

Figura 3.7

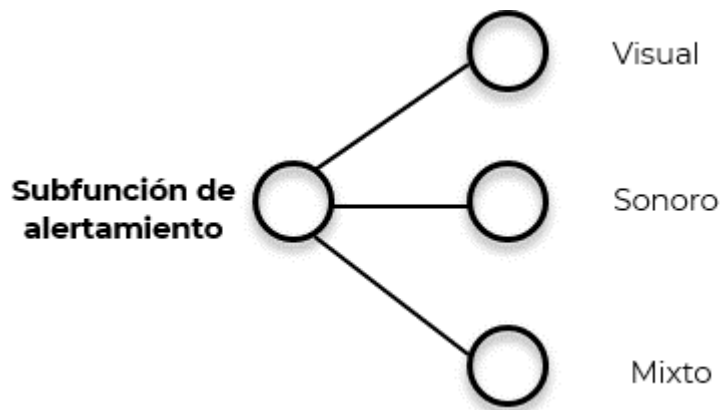
Diagrama de árbol para subfunción de activación de proceso



Nota: La subfunción de activación de proceso es la encargada de iniciar el proceso de limpieza del asiento del inodoro. Elaboración propia.

Figura 3.8

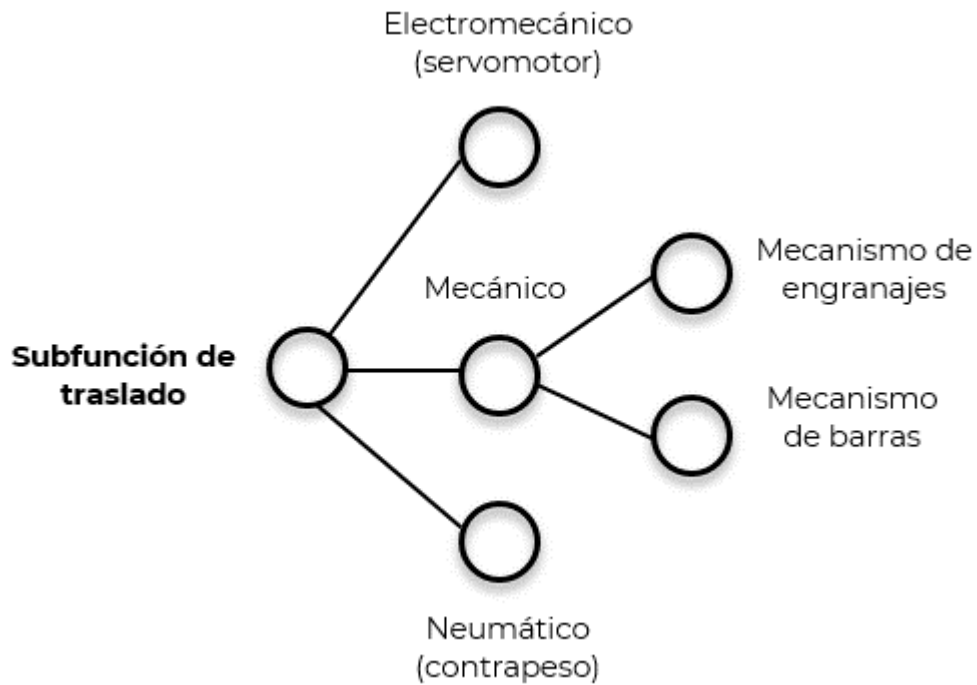
Diagrama de árbol para la subfunción de alertamiento



Nota: La subfunción de alertamiento es la encargada de comunicar al usuario las etapas que se llevan a cabo durante el proceso de limpieza, además, si el inodoro se encuentra o no en servicio.

Figura 3.9

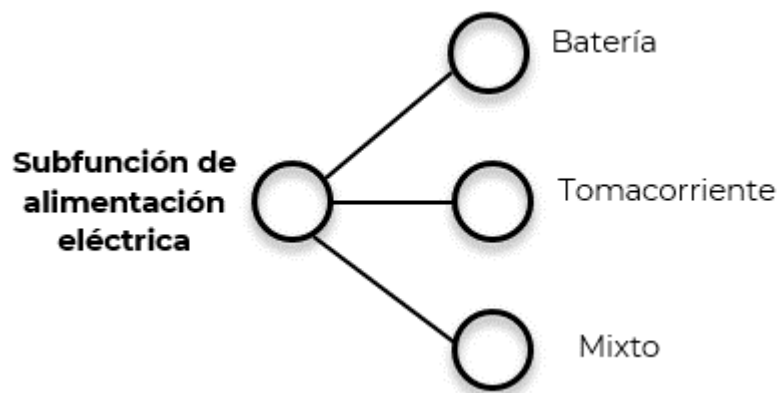
Diagrama de árbol para la subfunción de traslado



Nota: La subfunción de traslado es la encargada mover el asiento del inodoro o la cámara de limpieza según sea su caso, para que se lleve a cabo el proceso de limpieza. Elaboración propia.

Figura 3.10

Diagrama de árbol para la subfunción de alimentación eléctrica



Nota: La subfunción de alimentación de eléctrica es la encargada de suministrar energía al dispositivo de limpieza en caso de que este lo requiera. Elaboración propia.

3.7 Selección de conceptos

Una vez generados los conceptos para cada subfunción que se debe desempeñar, se realizó una evaluación, con el objetivo de llegar a conceptos de solución adecuados para cada subfunción, y así cumplir con la función principal del dispositivo en desarrollo. Además, la selección de conceptos también tiene como objetivo, satisfacer la mayoría de las especificaciones objetivo o de ser posible su totalidad.

Para iniciar con la selección de conceptos y con base en los conceptos generados en el apartado 3.6, se realizaron matrices morfológicas. La matriz morfológica base se muestra en la figura 3.11.

Figura 3.11

Matriz morfológica base

Aislamiento	Limpieza	Activación de proceso	Alertamiento	Traslado	Alimentación eléctrica
Cámara de limpieza fija con asiento móvil	Aspersores	Interruptor eléctrico de botón	Visual	Servomotor	Batería
Cámara de limpieza móvil con asiento fijo	Cepillos	Interruptor eléctrico de pedal	Sonoro	Mecanismo de engranajes	Tomacorriente
	Espojas	Sensor de proximidad	Mixto	Mecanismo de barras	Mixto
		Sensor de sonido		Contrapeso	

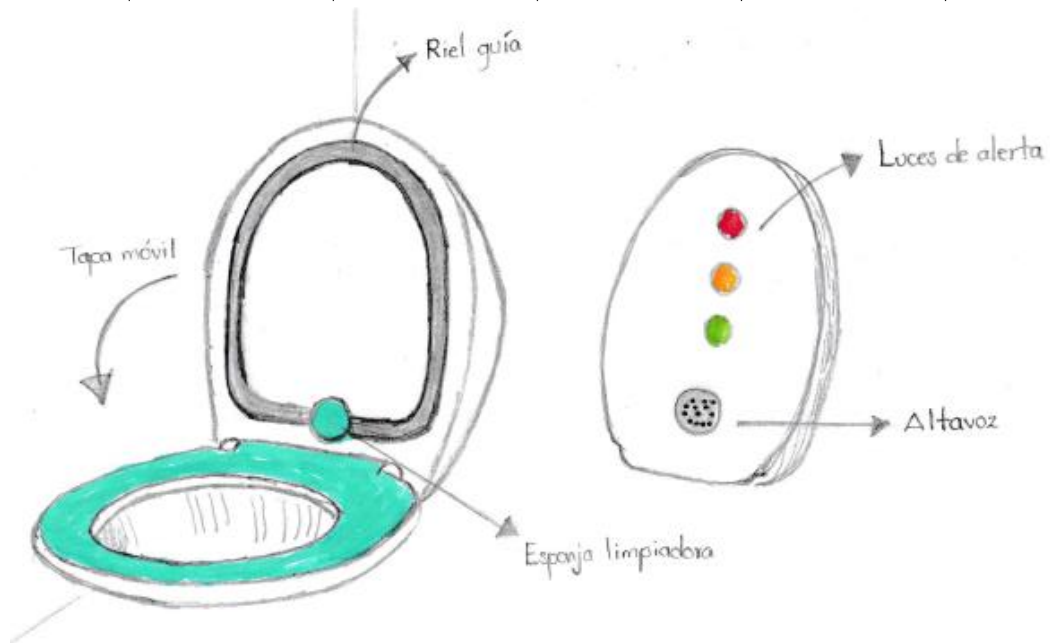
Nota: Una matriz morfológica es una serie de conceptos ordenados según su función a desempeñar; permite combinaciones, de tal forma que, se puedan construir distintas opciones de diseño. Elaboración propia.

A partir de la matriz morfológica base, el equipo de trabajo realizó múltiples combinaciones, cuyo diseño fuera posible (véase Anexo 4). Posteriormente cada una de las matrices fue evaluada de acuerdo con su factibilidad de diseño y se descartaron aquellas cuyo diseño se consideró poco factible. Como resultado se seleccionaron las matrices que se muestran en la Figura 3.12, Figura 3.13 y Figura 3.14, y se realizó el bosquejo de cada una, para expresar con más detalle la relación de los conceptos seleccionados.

Figura 3.12

Opción de diseño 1, matriz morfológica y su bosquejo

Aislamiento	Limpieza	Activación de proceso	Alertamiento	Traslado	Alimentación eléctrica
Cámara de limpieza fija con asiento móvil	Aspersores	Interruptor eléctrico de botón	Visual	Servomotor	Batería
Cámara de limpieza móvil con asiento fijo	Cepillos	Interruptor eléctrico de pedal	Sonoro	Mecanismo de engranajes	Tomacorriente
	Esponjas	Sensor de proximidad	Mixto	Mecanismo de barras	Mixto
		Sensor de sonido		Contrapeso	

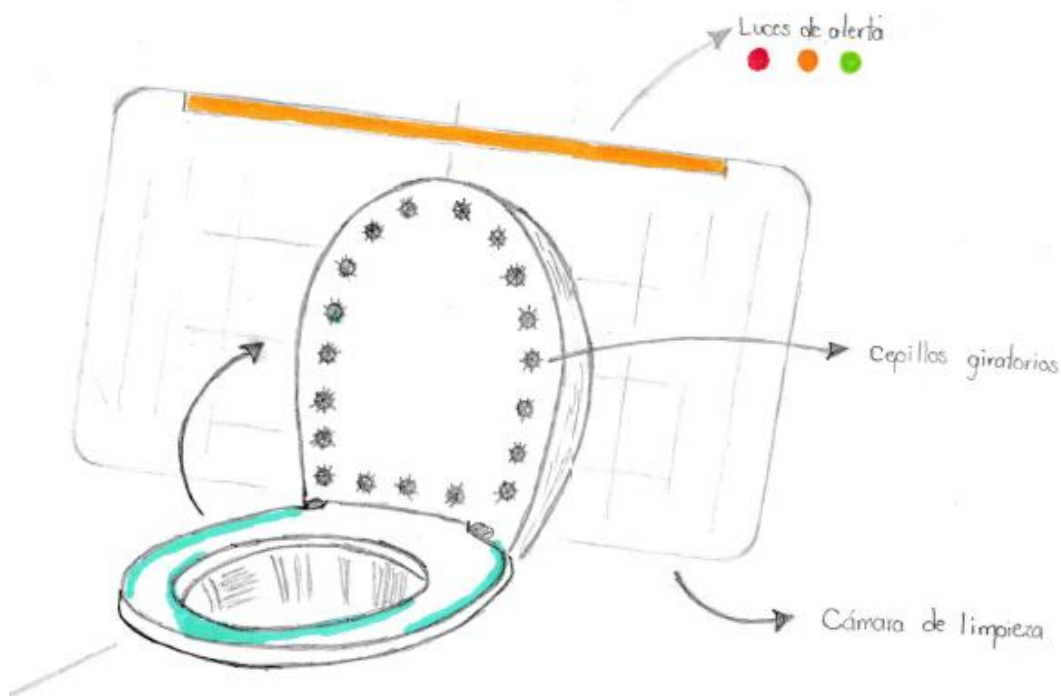


Nota: Opción de diseño cuyo funcionamiento consta de una esponja, la cual se humedece con líquido desinfectante y se desliza sobre un riel para limpiar el asiento. La cámara en donde se realiza la limpieza y desinfección del asiento es móvil, dicho movimiento lo realiza un servomotor. El proceso de limpieza se activa con un interruptor eléctrico de pedal; con la restricción de que la cámara de limpieza cubra el asiento por completo. El usuario será alertado de las etapas del proceso de limpieza mediante un altavoz y luces que indicaran el estado del inodoro. La alimentación eléctrica del dispositivo es a partir de un tomacorriente y una batería de emergencia. Elaboración propia.

Figura 3.13

Opción de diseño 2, matriz morfológica y su bosquejo

Aislamiento	Limpieza	Activación de proceso	Alertamiento	Traslado	Alimentación eléctrica
Cámara de limpieza fija con asiento móvil	Aspersores	Interruptor eléctrico de botón	Visual	Servomotor	Batería
Cámara de limpieza móvil con asiento fijo	Cepillos	Interruptor eléctrico de pedal	Sonoro	Mecanismo de engranajes	Tomacorriente
	Espojas	Sensor de proximidad	Mixto	Mecanismo de barras	Mixto
		Sensor de sonido		Contrapeso	

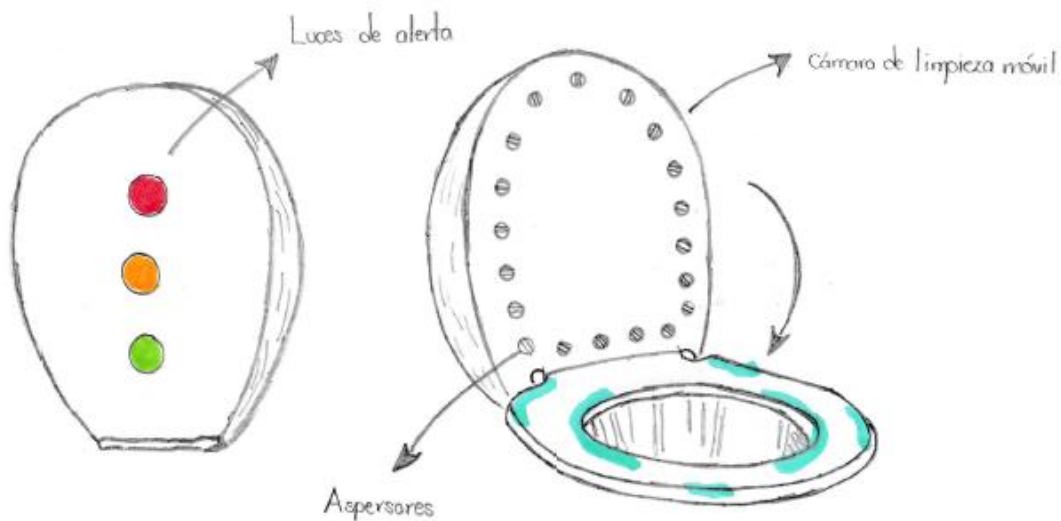


Nota: Concepto cuyo funcionamiento consta de múltiples cepillos giratorios los cuales se humedecen con líquido desinfectante y limpian el asiento. La cámara de limpieza es fija, por lo tanto, el asiento del inodoro se mueve con un mecanismo de barras. El proceso de limpieza se activa con un sensor de proximidad, con la restricción de que el asiento se encuentre paralelo a la cámara de limpieza. El usuario será alertado de las etapas del proceso de limpieza mediante luces. que indica las etapas del proceso de limpieza. La alimentación eléctrica del dispositivo es mediante una batería, la cual debe cambiarse cada cierto tiempo. Elaboración propia.

Figura 3.14

Opción de diseño 3, matriz morfológica y su bosquejo

Aislamiento	Limpieza	Activación de proceso	Alertamiento	Traslado	Alimentación eléctrica
Cámara de limpieza fija con asiento móvil	Aspersores	Interruptor eléctrico de botón	Visual	Servomotor	Batería
Cámara de limpieza móvil con asiento fijo	Cepillos	Interruptor eléctrico de pedal	Sonoro	Mecanismo de engranajes	Tomacorriente
	Espojas	Sensor de proximidad	Mixto	Mecanismo de barras	Mixto
		Sensor de sonido		Contrapeso	



Nota: Concepto cuyo funcionamiento consta de aspersores los cuales dispersan a presión líquido desinfectante sobre el asiento para limpiarlo. La cámara de limpieza es móvil, dicho movimiento lo realiza un servomotor. El proceso de limpieza se activa con un sensor de proximidad con la restricción de que la cámara de limpieza cubra el asiento por completo. El usuario será alertado mediante luces que indica las etapas del proceso de limpieza. La alimentación eléctrica del dispositivo es mediante un tomacorriente y cuenta con una batería de emergencia. Elaboración propia.

3.8 Pruebas de función crítica

La siguiente serie de pruebas se realizaron con el fin de aprender, identificar y descartar características relacionadas con el diseño del dispositivo de limpieza y desinfección en desarrollo.

Prueba 1. Superficies

Esta prueba tiene como objetivo, observar el comportamiento de un líquido sobre distintas superficies, dos asientos comerciales para inodoro y una placa de acero inoxidable. Por lo tanto, se pusieron a prueba dos combinaciones de líquidos, cloro con agua y vinagre con agua. Se tomó esta decisión de combinaciones, ya que, por su costo, disponibilidad, uso y propiedades, alguna de las dos mezclas podría adaptarse como líquido desinfectante para el dispositivo de limpieza.

Para iniciar con esta prueba, el asiento 1 fue limpiado con alcohol para retirar los restos de residuos que estuvieran presentes en sus superficies. Después, con ayuda de 2 jeringas, una con agua-cloro y otra con agua-vinagre, se disparó agua sobre la superficie como se muestra en Figura 3.15.

Figura 3.15

Prueba de líquido desinfectante sobre asiento comercial 1 para inodoro

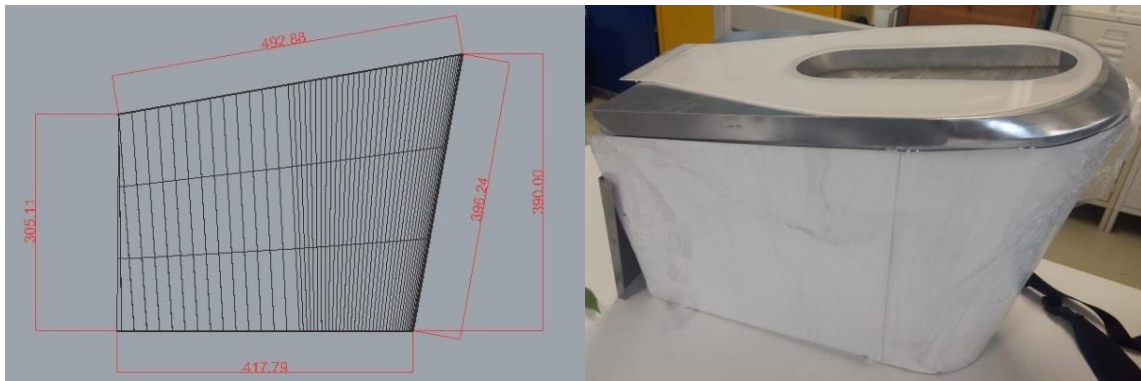


Nota: La jeringa de la izquierda contiene agua con cloro mientras que la de la derecha contiene agua con vinagre. Por lo tanto, la imagen de la derecha muestra los residuos de líquido desinfectante según el orden de la imagen de la izquierda. Elaboración propia.

Es importante mencionar que el asiento se colocó sobre el inodoro diseñado en la tesis “Propuesta de sistema de desinfección para un baño seco” a cargo de Airi Abigail Velásquez Mendoza, el cual cuenta con una inclinación como se muestra en la Figura 3.16.

Figura 3.16

Asiento diseñado en la tesis “Propuesta de sistema de desinfección para un baño seco” a cargo de Airi Abigail Velásquez Mendoza



Nota: Adaptado de (Velásquez Mendoza, Propuesta de sistema de desinfección para un baño seco [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de México], 2021)

Posteriormente se realizaron los mismos pasos de prueba, pero ahora sobre el asiento comercial 2 y la placa de acero inoxidable. Para el asiento 2 fue necesario colocar un objeto entre el inodoro para dar inclinación al mismo (véase Figura 3.17) y más tarde la placa de acero inoxidable se colocó sobre el asiento 2 (véase Figura 3.18).

Figura 3.17

Prueba de líquido desinfectante sobre asiento comercial 2 para inodoro



Nota: La imagen de en medio muestra los residuos de líquido desinfectante, a la derecha del asiento se disparó agua con cloro mientras que a la de la derecha agua con vinagre. Elaboración propia.

Figura 3.18

Prueba de líquido desinfectante sobre placa de acero inoxidable



Nota: Imagen ilustrativa de cómo se colocó la placa de acero sobre el asiento del inodoro para realizar la prueba. Elaboración propia.

Como resultado se observó que la cantidad de agua con cloro sobre la superficie del asiento 1 y 2 fue mayor que la de agua con vinagre, por otro lado, en la placa de acero inoxidable, ambas mezclas tuvieron una adherencia considerable y a simple vista casi igual. Para esta prueba debemos tomar en cuenta factores como el material y estado en que se encuentran los asientos y la placa, además de la inclinación que favoreció el deslizamiento de ambas mezclas.

Prueba 2. Geometría del asiento

Con base en los resultados de la Prueba 1, esta prueba tiene como objetivo construir un asiento con una geometría que permita el deslizamiento de líquido desinfectante, al interior del inodoro. Con ayuda de un asiento comercial y yeso dental se moldeó un bisel sobre el asiento como se muestra en la Figura 3.19.

Figura 3.19

Moldeo de bisel sobre asiento comercial



Nota: Elaboración propia.

Posteriormente se realizó la prueba de superficies sobre el bisel moldeado, sin embargo, la calidad de la superficie no fue óptima para evaluar dicha prueba. Después, se evaluó la comodidad del asiento con la modificación hecha, los resultados fueron satisfactorios, ya que dicha modificación fue casi imperceptible.

Además de la propuesta con yeso, también mediante software de diseño asistido por computadora (CAD por sus siglas en Inglés) se modelaron otras propuestas de asiento como se muestra en la figura 3.20 a 3.22.

Figura 3.20

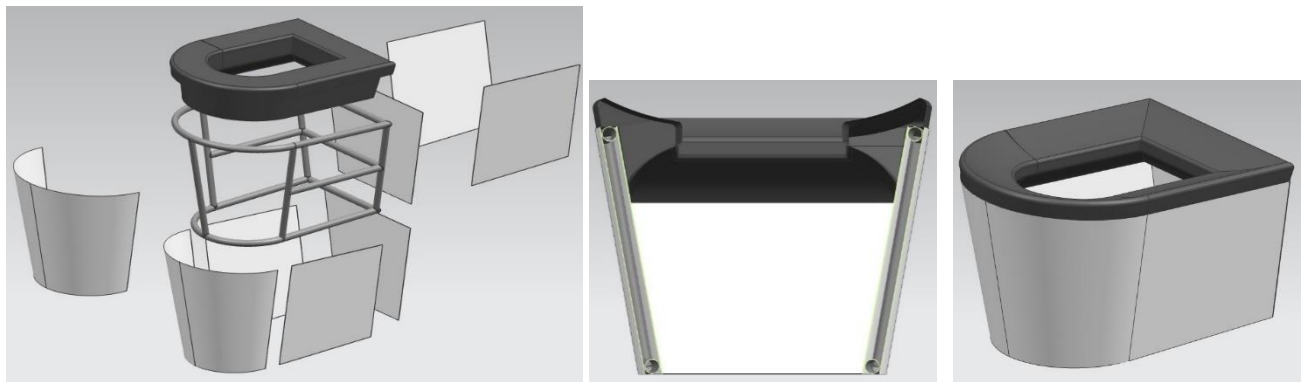
Diseño en CAD de asiento 1



Nota: Asiento e inodoro en una sola pieza, el asiento cuenta con un bisel hacia el interior del inodoro. Elaboración propia.

Figura 3.21

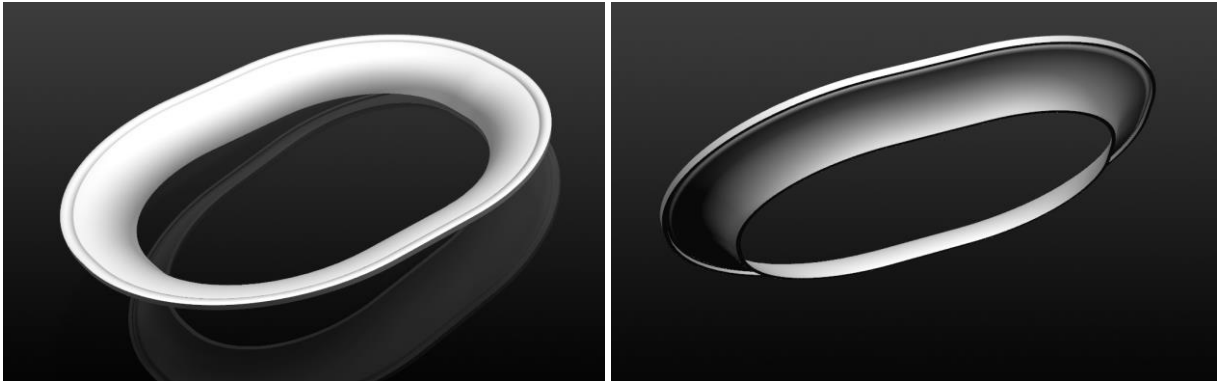
Diseño en CAD de asiento 2



Nota: Asiento que se ajusta al inodoro mediante presión, el asiento cuenta con un bisel hacia el interior del inodoro. Elaboración propia.

Figura 3.22

Diseño en CAD de asiento 3



Nota: Asiento que se ajusta al inodoro mediante presión, el asiento cuenta con un bisel hacia el interior del inodoro. Elaboración propia.

Prueba 3. Alternativas de limpieza de superficies

Esta prueba tiene como objetivo identificar cualitativamente que tipo de tecnología le es más confiable al usuario cuando usa el asiento del inodoro, es decir qué tecnología le asegura una mayor y eficaz limpieza.

En la tesis “Propuesta de sanitario público ecológico para el aprovechamiento de los desechos orgánicos” a cargo de María Pastor Pérez y Susana García Ramírez, se realizó una demostración rápida de 5 métodos de limpieza sobre una superficie simulando el asiento del inodoro a 22 personas de las cuales 11 fueron mujeres y 11 hombres (usuarios activos):

1. Toalla desechable con desinfectante
2. Cepillo eléctrico
3. Agua a presión
4. Vapor a presión
5. Luz ultravioleta

Se puso en contexto a los participantes en la prueba y los resultados se muestran en la Figura 3.23

Figura 3.23

Métodos de limpieza

MEJOR

LUZ UV	SEGURIDAD, CONFIANZA, INTERÉS
VAPOR A PRESIÓN	GUSTO, SATISFACCIÓN, RELAJACIÓN, EMOCIÓN
AGUA A PRESIÓN	SEGURIDAD, DESPREOCUPACIÓN, CONFIANZA
CEPILLO ELEC.	ASCO, CONFUSIÓN, DUDA
TOALLA/DES	FRUSTRACIÓN, MOLESTIA, INSEGURIDAD, ESTRÉS

PEOR

Nota: Resultados obtenidos y ordenados de acuerdo con su preferencia. Tomado de (Pastor Pérez & García Ramírez, Propuesta de sanitario público ecológico para el aprovechamiento de los desechos orgánicos [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de México], 2020)

De acuerdo con los resultados, los usuarios mostraron entusiasmo e interés por alternativas como luz ultravioleta y vapor a presión ya que no requieren de un esfuerzo extra, contrario a la toalla desechable. Por otro lado, los usuarios optaron por vapor a presión por encima de agua a presión, por la preocupación en cuanto al uso de agua hablando de cantidad. En cuanto al cepillo eléctrico los usuarios expresaron desconfianza debido a que lo califican como antihigiénico y poco seguro por lo que en él se pueda alojar.

Prueba 4. Distribuidores

Esta prueba tiene como objetivo, identificar la cantidad necesaria de distribuidores de líquido desinfectante, que permitan limpiar la mayor parte o en su totalidad la superficie del asiento.

El distribuidor 1 fabricado con popotes y una botella; consta de dos salidas (véase figura 3.24). Para realizar la prueba de distribución, se colocó el distribuidor perpendicularmente al centro del asiento, se aplicó presión manual a la botella y se giró sobre el centro del asiento.

Figura 3.24

Distribuidor de líquido desinfectante 1



Nota: Elaboración propia.

Como resultado se observó que, con esta propuesta de distribuidor, el líquido desinfectante no cubrió toda la superficie del asiento. Los resultados se atribuyen a la geometría no circular del asiento y a las escasas salidas en el distribuidor.

El distribuidor 2 fabricado con una manguera para acuario y una botella; consta de múltiples salidas (véase Figura 3.25). Para realizar la prueba de distribución, se colocó la manguera con múltiples orificios alrededor de la superficie del asiento y se aplicó presión manual a la botella.

Figura 3.25

Distribuidor de líquido desinfectante 2



Nota: Elaboración propia.

Como resultado se observó que, con esta propuesta de distribuidor, el líquido desinfectante cubrió una mayor parte de la superficie del asiento, sin embargo, hubo espacios sobre la superficie que el líquido desinfectante no cubrió. Los resultados se atribuyen a la presión manual ejercida la cual pudo haber sido baja, y a la distancia de las salidas desde la botella.

CAPÍTULO 4. DISEÑO CONCEPTUAL PRELIMINAR

Este capítulo presenta la propuesta de un modelo virtual preliminar del dispositivo de limpieza y desinfección, así como su evaluación. Además, se realiza un análisis del modelo virtual con el objetivo de identificar cualquier error de diseño.

4.1 Prueba de concepto

Esta prueba de concepto se desarrolla en torno a los conceptos seleccionados en el apartado 3.7 y las pruebas de función crítica realizadas en el apartado 3.8 del capítulo 3.

Antes que nada, es necesario comentar que debido a la situación por la que atraviesa el país derivado de la pandemia por el virus SARS-COV2, no fue posible realizar el diseño de un prototipo para pruebas con usuarios. Debido a la situación anterior el equipo de diseño tomó la decisión de desarrollar un modelo virtual mediante software de diseño asistido por computadora (CAD por sus siglas en Inglés).

Primeramente, se analizaron, evaluaron y calificaron los conceptos, y las pruebas de función crítica.

Después mediante votación interna y con base en la información recabada en el estudio comparativo y las pruebas de función crítica evaluadas, el concepto que se seleccionó fue el que está constituido por aspersores cuyo objetivo es dispersar a presión el líquido desinfectante sobre el asiento para limpiarlo; una cámara de limpieza móvil cuyo movimiento lo realiza un servomotor; un proceso de limpieza activado con un sensor de proximidad el cual presenta la restricción de que la cámara de limpieza debe cubrir el asiento por completo; un sistema de alerta mediante luces para indicar las etapas del proceso de limpieza; una alimentación eléctrica mediante un tomacorriente y una batería de emergencia.




No obstante, después de la selección del concepto, el equipo de trabajo optó por hacer las siguientes modificaciones, cambiar el servomotor por un mecanismo de barras y un pedal que se encargara del movimiento de la cámara de limpieza, y se omitió el uso de sensores de proximidad para dar inicio al proceso de limpieza.

Como se mencionó en apartados anteriores la geometría del dispositivo de limpieza se debe ajustar a la geometría del inodoro diseñado en la tesis "Propuesta de sistema de desinfección para un baño seco" a cargo de Airi Abigail Velásquez Mendoza. Por lo tanto, el modelo virtual se diseñó con base en dicha geometría como se muestra en la Figura 4.1.

Figura 4.1

Diseño en del dispositivo de limpieza y experiencia para el usuario

¡Si la tapa se encuentra levantada, pise el pedal para bajarla e iniciar limpieza y desinfección!

-  Limpio y desinfectado
-  En proceso de limpieza
-  Fuera de servicio



- **El usuario entra al sanitario**
- **Descripción de luces de alerta**

- **Asiento Limpio y desinfectado**



- **En proceso de limpieza y desinfección**

- **Fuera de servicio**

Nota: Elaboración propia.

Figura 4.1

Continuación



- El usuario levanta la tapa del inodoro

- El usuario hace uso del inodoro y por lo tanto del asiento



- El usuario baja la tapa del inodoro
- Se activa la limpieza del asiento

- En proceso de limpieza

Figura 4.1

Continuación



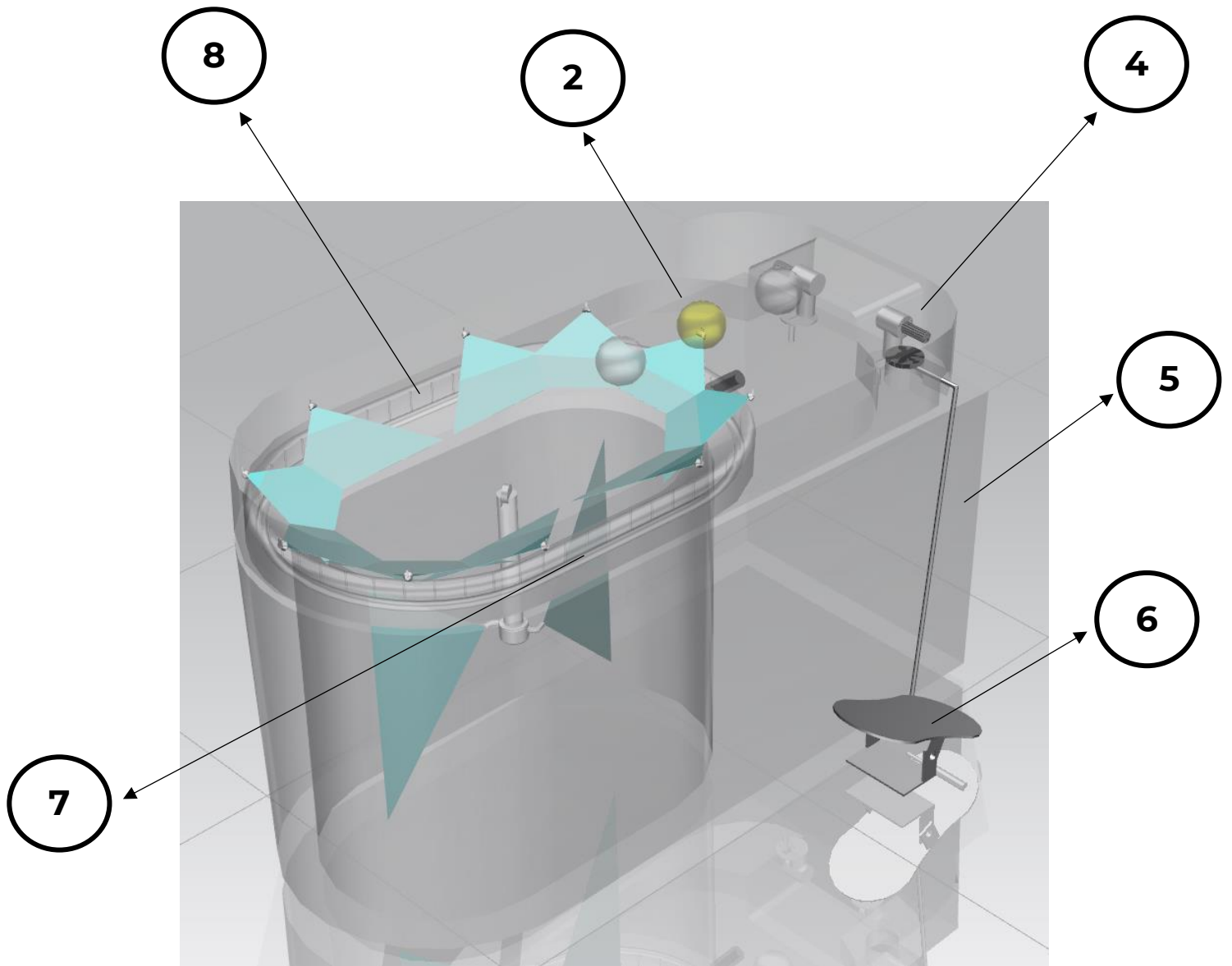
- **Mientras tanto, se está limpiando el asiento del inodoro**



- **Asiento limpio y desinfectado para ser usado nuevamente.**

Figura 4.2

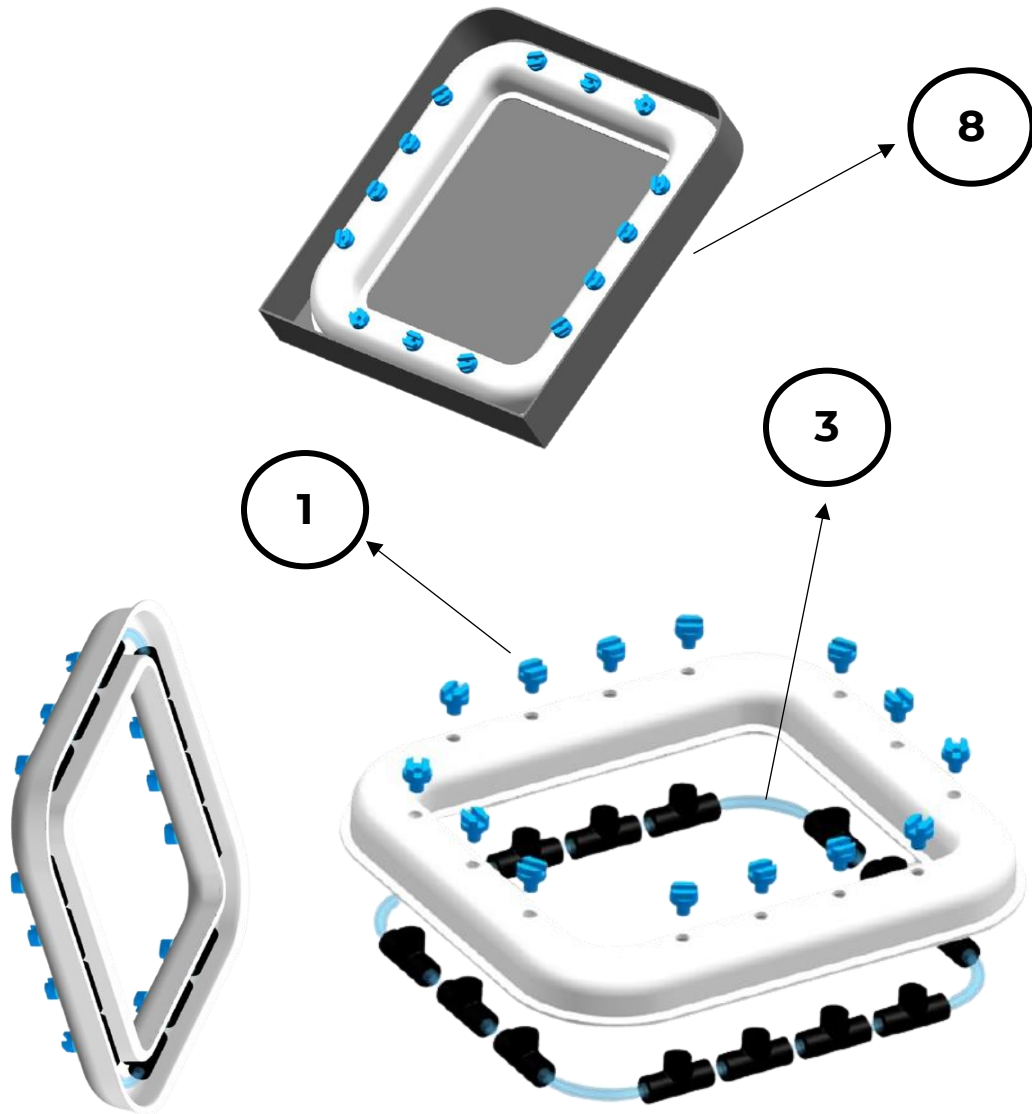
Modelo virtual preliminar, componentes



Nota: Elaboración propia.

Figura 4.2

Continuación



Para este modelo virtual preliminar, se planteó la siguiente lista de componentes:

- 1) Boquillas de aspersión para invernadero
- 2) LEDs (verde, amarillo y rojo)
- 3) Manguera para acuario
- 4) Bisagras de cierre lento para asiento de inodoro
- 5) Mecanismo de barras de acero inoxidable
- 6) Pedal de acero inoxidable
- 7) Asiento para inodoro
- 8) Cámara de limpieza

4.2 Evaluación de concepto

Para evaluar el modelo virtual que se muestra en el apartado 4.1, se llevó a cabo una presentación ante un grupo de 28 personas. Al finalizar la presentación se realizó un cuestionario que ayudó a recabar información de la opinión que tenía el grupo acerca del modelo virtual presentado.

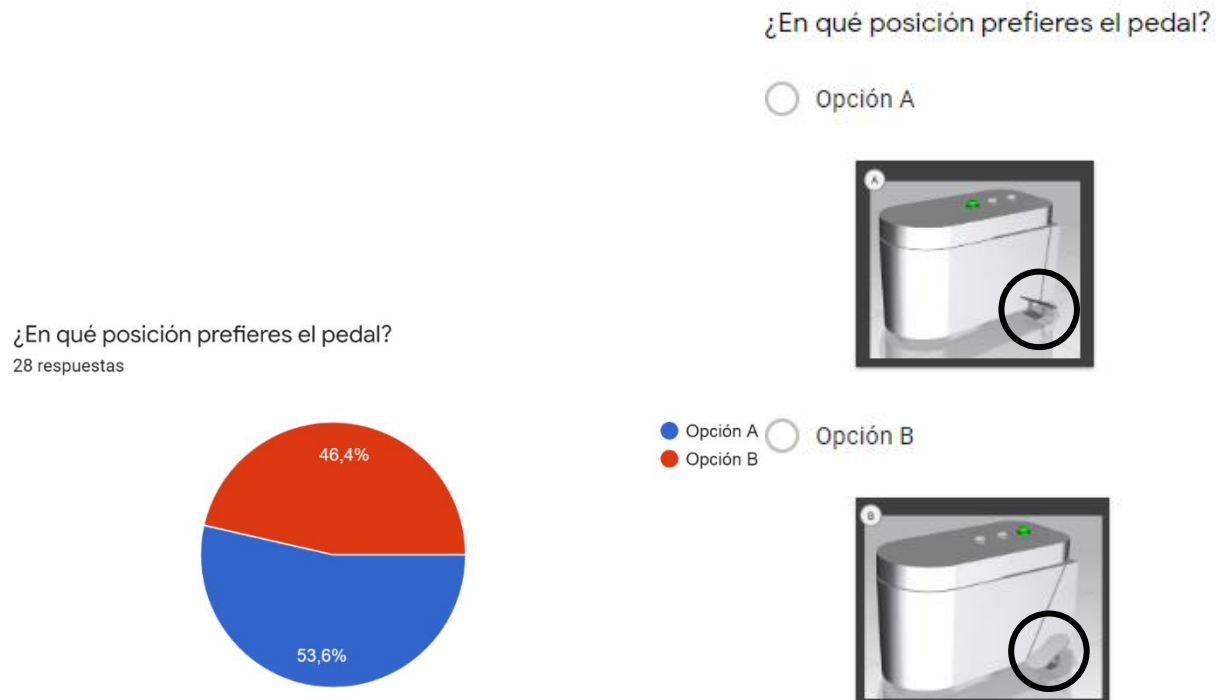
El cuestionario realizado está conformado por las siguientes preguntas:

1. ¿En qué posición prefieres el pedal?
2. ¿Es necesario describir el semáforo de colores o el sistema de alerta visual sobre la tapa es suficiente?
3. Al hacer uso del inodoro ¿Prefieres encontrar la tapa del inodoro cerrada o abierta?
4. ¿Confías en el uso del vinagre cómo limpiador y desinfectante?
5. ¿Qué cambiarías o agregarías? ¿Qué te gusto más?

Las respuestas obtenidas del cuestionario se muestran en la Figura 4.3 a Figura 4.6.

Figura 4.3

Pregunta número 1 del cuestionario de evaluación de concepto



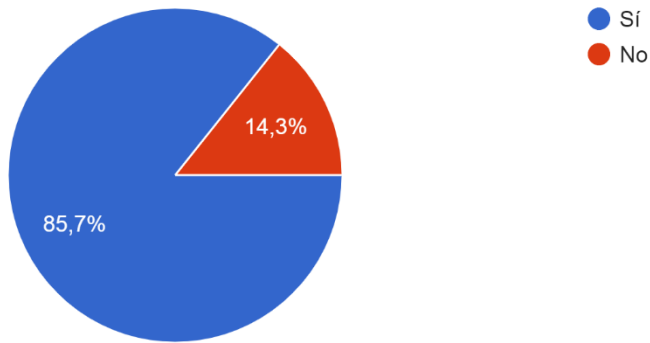
Nota: Esta pregunta se realizó ya que los sanitarios actuales cuentan con un pedal para accionar un fluxómetro el cual podría confundirse con el pedal del dispositivo. Elaboración propia.

Figura 4.4

Pregunta número 2 del cuestionario de evaluación de concepto

¿Es necesario describir el semáforo de colores o el Sistema de Alerta Visual sobre la tapa es suficiente?

28 respuestas



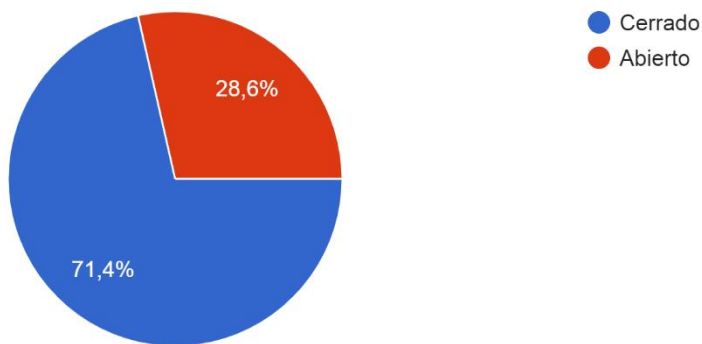
Nota: Elaboración propia.

Figura 4.5

Pregunta número 31 del cuestionario de evaluación de concepto

Al hacer uso de Cekó ¿Prefieres encontrar la tapa del inodoro cerrada o abierta?

28 respuestas



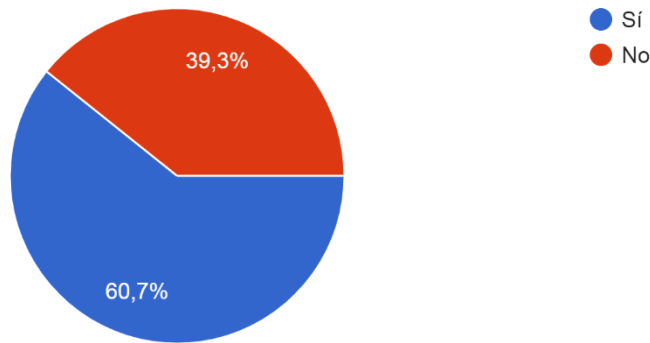
Nota: Elaboración propia.

Figura 4.6

Pregunta número 4 del cuestionario de evaluación de concepto

¿Confías en el uso del vinagre como limpiador y desinfectante?

28 respuestas



Nota: Elaboración propia

La pregunta número 5 fue de tipo abierta. Se planteó de esta forma con la finalidad de recibir opiniones diversas en cuanto al modelo virtual. Las respuestas se pueden consultar el Anexo 3.

A continuación, se listan las opiniones que se consideraron relevantes para el diseño del dispositivo de limpieza.

- El diseño es muy simple y estético, pero sí es necesario hacer especificaciones de lo que significan los colores del semáforo.
- Probablemente especificaría más sobre el sistema de secado, porque no se especificó cómo se piensa secar.
- Tal vez que los señalizadores de limpieza y desinfección no estén en el inodoro sino en la puerta pues cuando alguien entra al baño espera usarlo de manera rápida, aunque tenga que forzarlo, esto asumiendo que se usará en espacios públicos.
- Señalamientos para el uso del pedal, ya que por sí solo no es tan intuitivo. Usar un solo foco que cambie a los tres colores.
- Probablemente sería buena idea agregar un aromatizante final, que después de la limpieza y desinfección se rocíe un poco únicamente para que cuando se abra la tapa no huelga a vinagre.
- Exista algún modo de asegurar que no se abra la tapa mientras se está limpiando.
- Tal vez sería un poco complicado para el usuario entender que el pedal abre la taza, dado que estamos acostumbrados a entender que el pedal es para accionar la taza.
- Cambiaría la forma del inodoro por una forma más minimalista o moderna.

4.3 Resultados

Como resultado de la evaluación de concepto presentada en el apartado 4.2, se identificó que algunas subfunciones no se definieron y por lo tanto sus conceptos de solución. Por otro lado, dicha evaluación también ayudó a identificar mejoras en el modelo virtual propuesto.

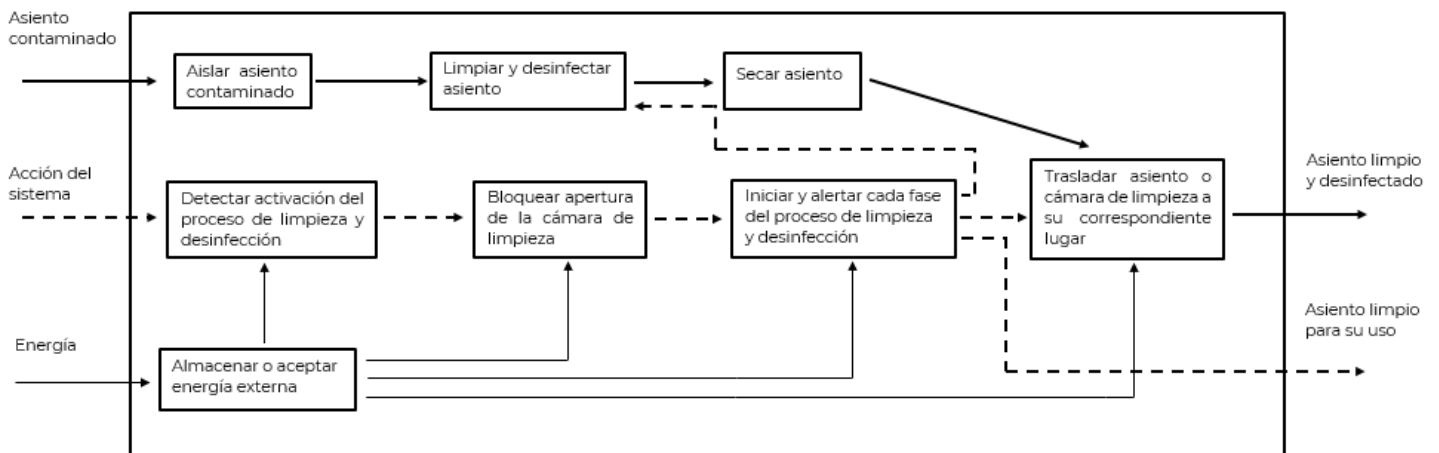
Las subfunciones no definidas son las siguientes:

- Sistema de secado.
- Sistema de bloqueo de tapa.
- Sistema de aromatización o desodorización.

Por lo tanto, se agregaron al diagrama de descomposición funcional dos nuevas subfunciones como se muestra en la Figura 4.7.

Figura 4.7

Diagrama de descomposición funcional después de evaluación de concepto

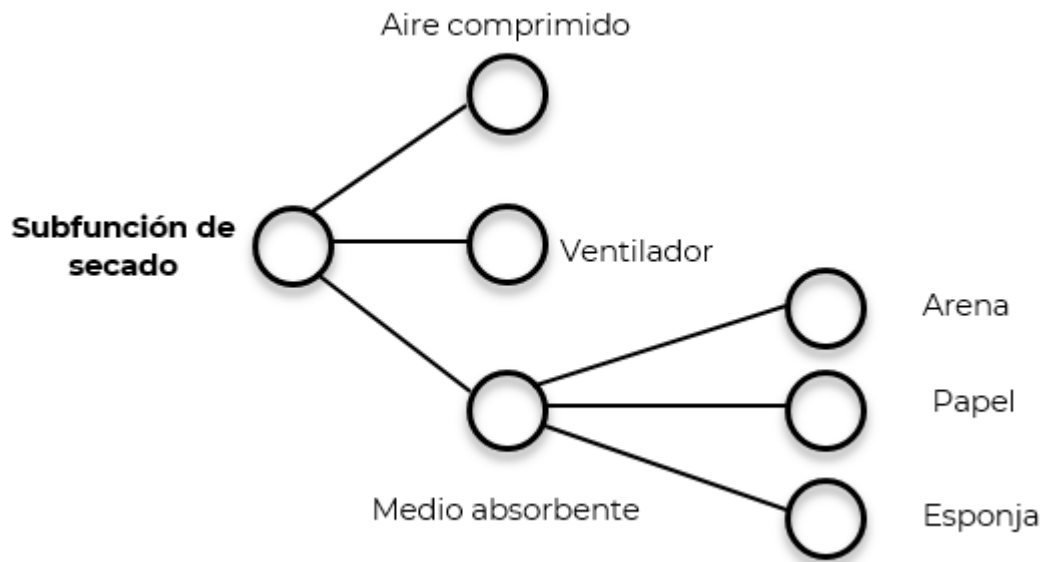


Nota: En este diagrama se añadieron las subfunciones de secado del asiento y bloqueo de apertura de cámara de limpieza. Elaboración propia.

Para las subfunciones agregadas se propusieron los conceptos que se muestran en la Figura 4.8 y 4.9.

Figura 4.8

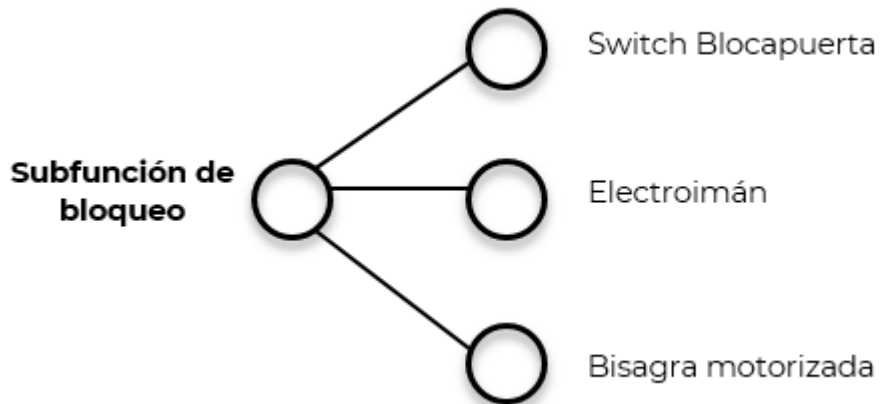
Diagrama de árbol para subfunción de secado



Nota: La subfunción de secado es la encargada remover las partículas de líquido desinfectante del asiento del inodoro después de que se lleve a cabo el proceso de limpieza. Elaboración propia.

Figura 4.9

Diagrama de árbol para subfunción de bloqueo



Nota: La subfunción de bloqueo es la encargada de bloquear la apertura de la cámara de limpieza cuando se esté realizando el proceso de limpieza. Elaboración propia.

En cuanto a las mejoras identificadas para el modelo virtual preliminar, son las siguientes:

- Geometría del asiento.
- Otro tipo de accionamiento en lugar del pedal.
- Ubicación de luces de alertamiento.
- Manufactura del asiento.

CAPÍTULO 5. DISEÑO CONCEPTUAL FINAL

Este capítulo presenta las especificaciones finales, lista de componentes y diseño del modelo virtual final del dispositivo de limpieza. También se describe su funcionamiento, así como los resultados obtenidos en cuanto al dispositivo de limpieza esperado y el modelo virtual obtenido.

5.1 Especificaciones finales

Una vez que se realizó la evaluación del modelo virtual preliminar presentada en el capítulo 4 y el análisis y evaluación por parte del equipo de diseño, se definieron las especificaciones finales, así como sus métricas y valores (véase *Tabla 5.1*). Con relación a las subfunciones y sistemas integrados a el modelo virtual final identificados como área de mejora en la evaluación del modelo virtual preliminar, se esperaba que las especificaciones finales, así como sus métricas y valores se hubieran visto afectadas de alguna forma. Sin embargo, al no cambiar la función principal del dispositivo la cual es limpiar y desinfectar el asiento de un inodoro, éstas no se vieron afectadas directamente. No obstante, cabe mencionar qué, sí se tomó en cuenta que el sistema de secado y de bloqueo integrados al modelo virtual final, requieren de energía para su funcionamiento, además de ser dos componentes más para el dispositivo de limpieza, lo cual debería afectar a las especificaciones 3, 9,10 y 11. A pesar de lo anterior, no se modificaron estas especificaciones, con la intención de que se cumplan sus valores propuestos inicialmente.

Tabla 5.1

Especificaciones finales

Núm.	Métrica	Unidad	Valor
1	Prueba de estanquidad.	Binaria	Pasa
2	Alcalinidad o acidez en la superficie del asiento.	pH	<4
3	Energía consumida.	W/mes	<6000
4	Cantidad de líquido desinfectante por ciclo de limpieza.	L	<1.5
5	Herramientas de alerta.	Lista	Existe
6	Herramientas de indicación.	Lista	Existe
7	Inspira confianza.	Subj.	>3
8	Numero de ciclos antes de mantenimiento.	Ciclos	>1000
9	Tiempo necesario para mantenimiento.	s	<900
10	Herramientas necesarias para mantenimiento.	Lista	Existe
11	Costo de manufactura.	MXN\$	<3500
12	Tiempo entre ciclos de limpieza.	s	<90
13	Prueba de comodidad.	Binaria	Pasa
14	Prueba de olores percibidos.	Binaria	Pasa
15	Tiempo para entender su funcionamiento.	s	<60

Nota: Elaboración propia.

5.2 Modelo virtual final

El siguiente modelo virtual, surge de los requerimientos, especificaciones objetivo, *benchmarking*, evaluación y selección de conceptos y pruebas de función crítica desarrollado en el Capítulo 2. El cambio de geometría del asiento y la cámara de limpieza y la implementación de nuevos sistemas como el de secado y el de bloqueo de apertura, respecto del modelo virtual preliminar, provienen de la evaluación realizada con usuarios en el Capítulo 3. Como resultado, se presenta un dispositivo que asegura al usuario comodidad, un proceso de limpieza y desinfección adecuado, y una mayor seguridad al momento de usarlo.

A continuación, las Figuras 5.1 a 5.5 muestran el modelo virtual final en sus diferentes vistas, en donde se pueden apreciar la ubicación de sus componentes. Las Figuras 5.6 y 5.7 muestran el modelo virtual en una vista explosionada.

Figura 5.1

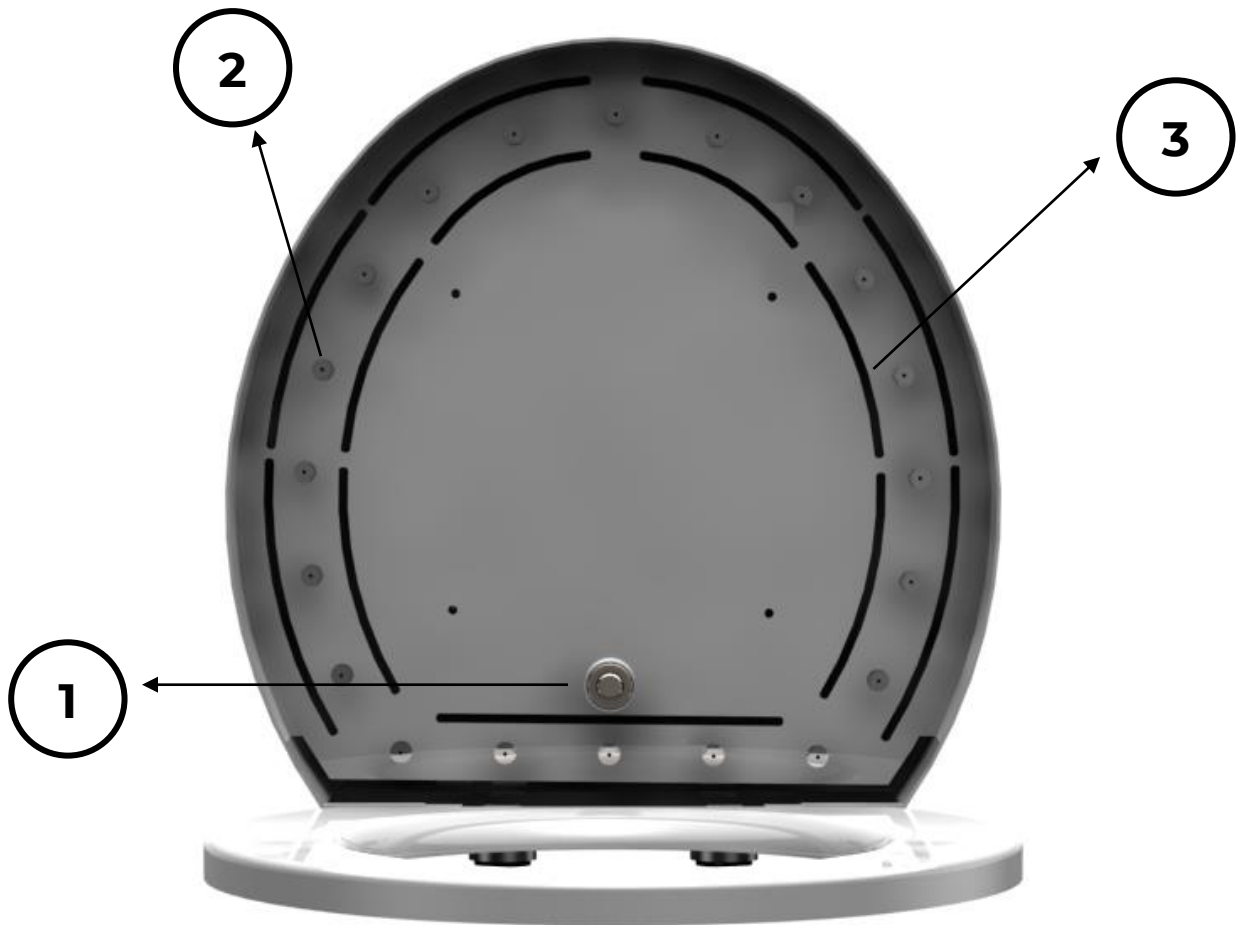
Diseño en CAD del modelo virtual final, vista isométrica.



Nota: 1) Asiento del inodoro; 2) Cámara de limpieza. Elaboración propia.

Figura 5.2

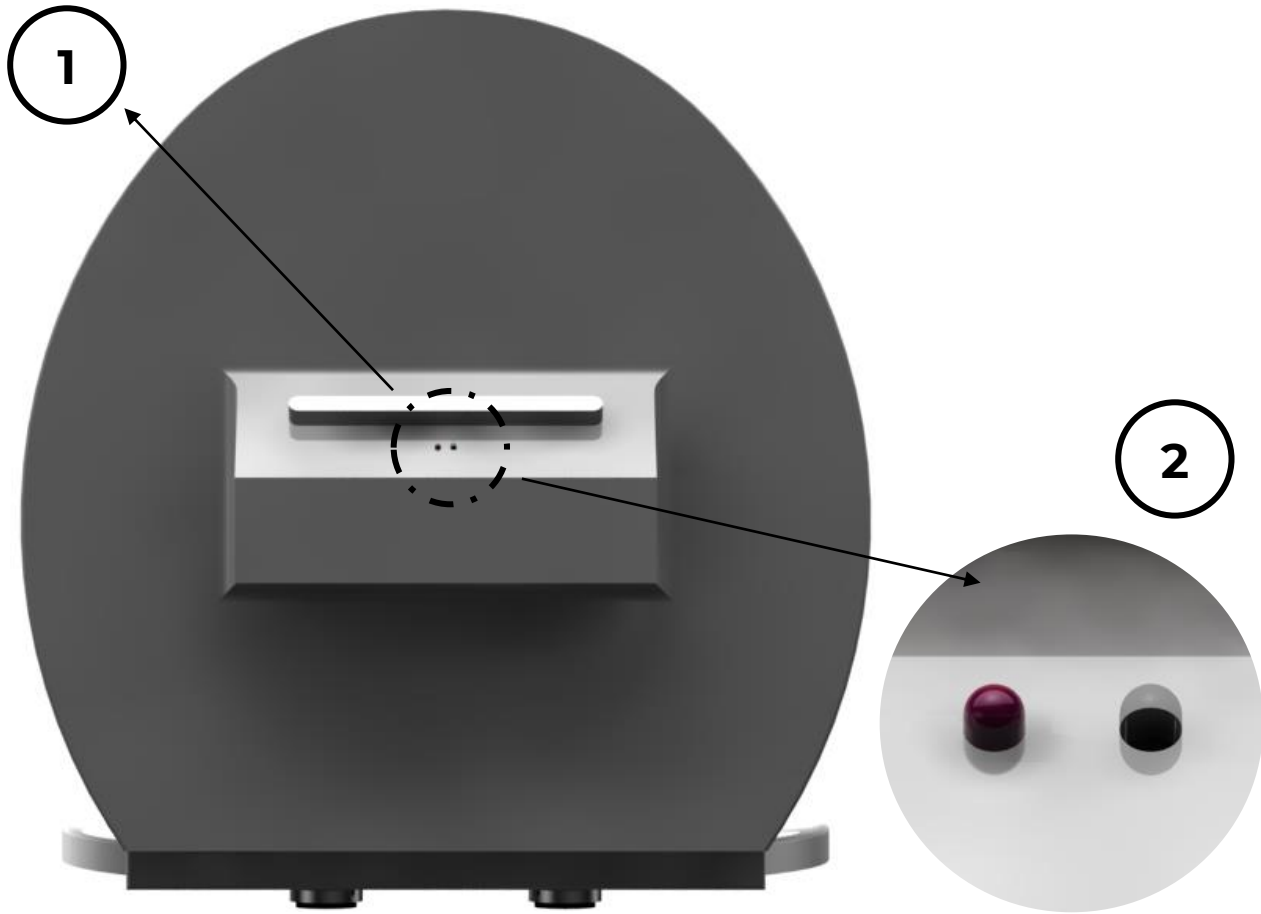
Diseño en CAD del modelo virtual final, vista frontal



Nota: 1) Electroimán; 2) Aspersor; 3) Ranura para flujo de aire. Elaboración propia.

Figura 5.3

Diseño en CAD del modelo virtual final, vista posterior



Nota: 1) Luz de alerta e indicación del proceso de limpieza; 2) Sensor infrarrojo. Elaboración propia.

Figura 5.4

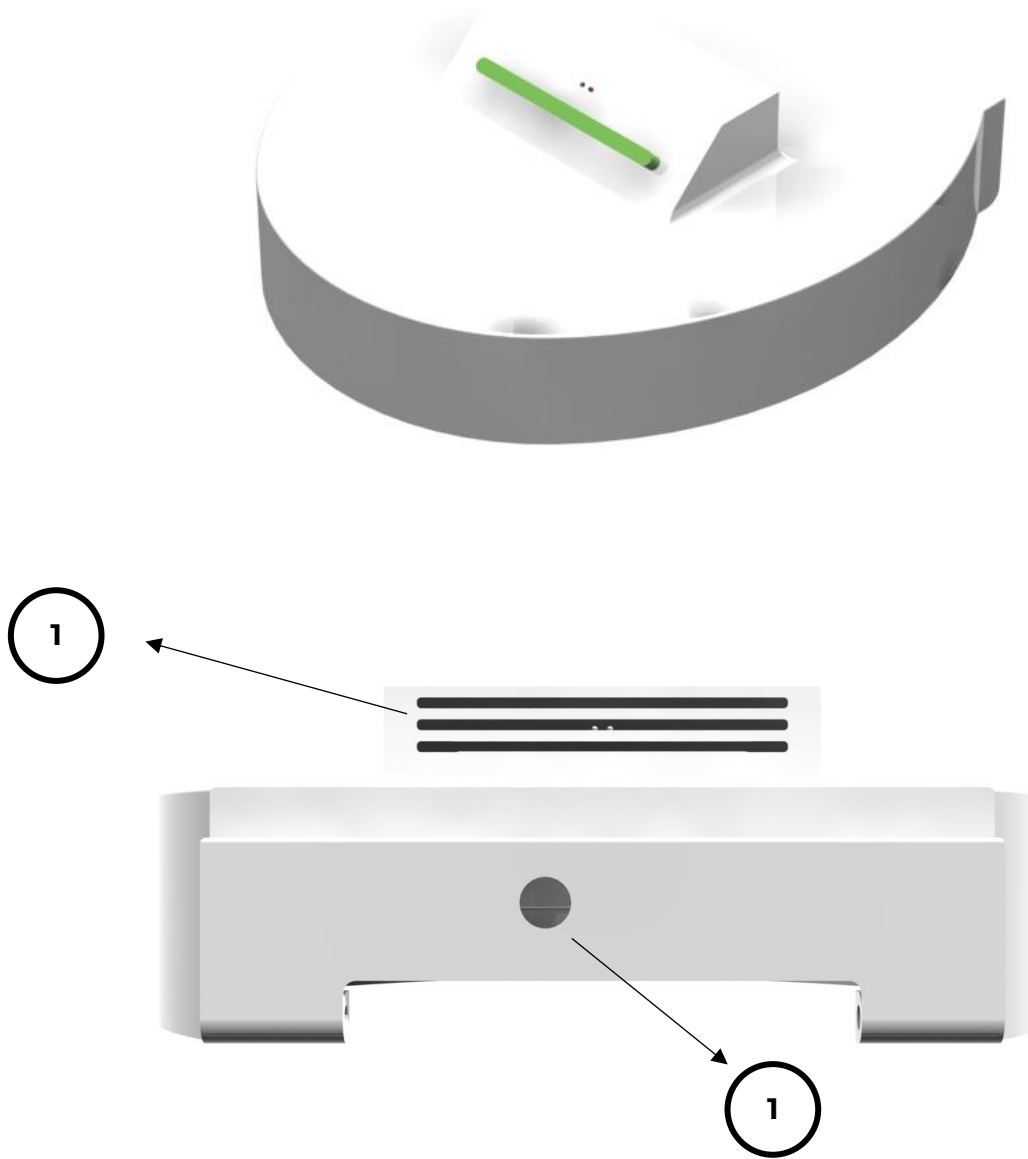
Diseño en CAD del modelo virtual final, vista superior



Nota: Posibles casos presentados al usuario según el color de la luz de alerta 1) Asiento limpio y disponible; 2) Asiento en proceso de limpieza; 3) Asiento fuera de servicio. Elaboración propia.

Figura 5.5

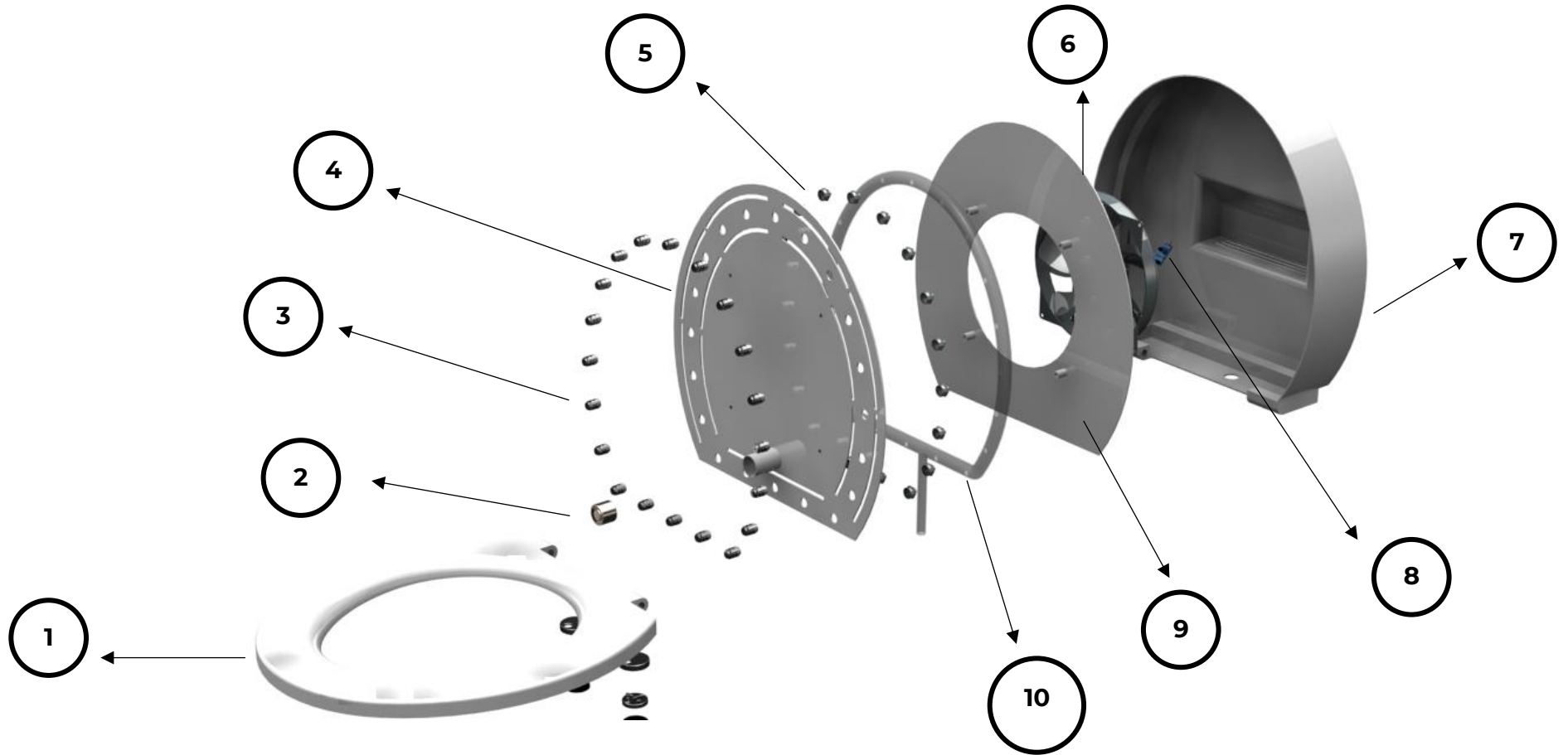
Diseño en CAD del modelo virtual final cerrado, vista isométrica y posterior



Nota: 1) Ranuras para entrada de flujo de aire; 2) Orificio para salida de manguera. Elaboración propia.

Figura 5.6

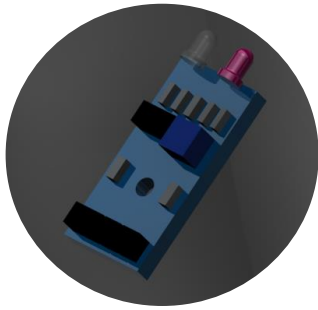
Diseño en CAD del modelo virtual final, vista explosionada isométrica



Nota: 1) Asiento; 2) Electroimán; 3) Aspersor; 4) Tapa frontal de la cámara de limpieza; 5) Conector hembra de aspersor; 6) Ventilador; 7) Cámara de limpieza; 8) Sensor infrarrojo; 9) Tapa posterior de la cámara de limpieza; 10) Manguera. Elaboración propia.

Figura 5.6

Continuación



8



5



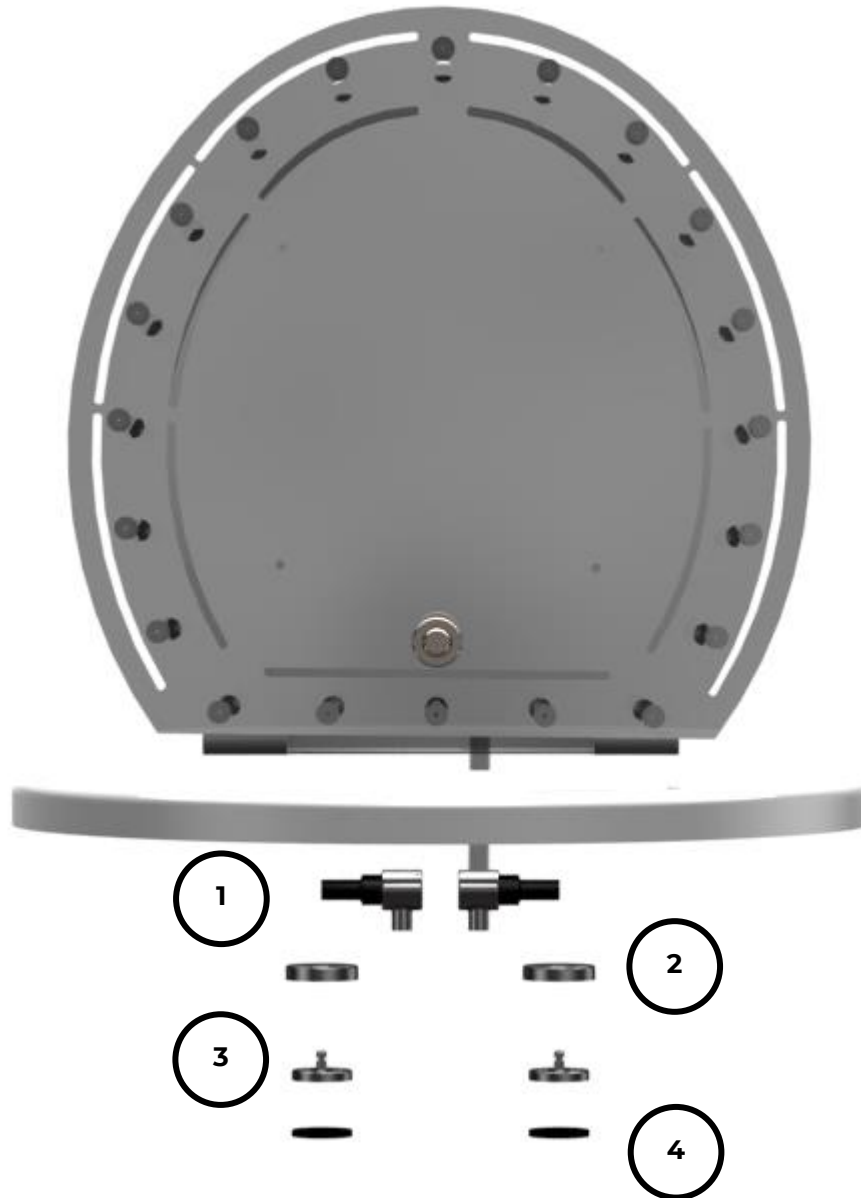
3



2

Figura 5.7

Diseño en CAD del modelo virtual final, vista explosionada frontal



Nota: 1) Bisagra; 2) Embellecedor; 3) Soporte de bisagra; 4) Sello de bisagra. Elaboración propia.

5.3 Secuencia uso y funcionamiento

1. El usuario entra al sanitario y se encuentra con la cámara de limpieza cerrada.
2. El usuario identifica el estado del inodoro mediante la luz led:
 - a) Rojo, indica fuera de servicio o inodoro sucio, por lo tanto, el usuario tendría que accionar el pedal del fluxómetro del inodoro para descartar que el inodoro esta fuera de servicio.
 - b) Ámbar, indica inodoro en proceso de limpieza
 - c) Verde, indica inodoro limpio y en servicio.
3. El sensor infrarrojo detecta la presencia del usuario y desactiva el electroimán cambiando la luz led de verde a rojo.
4. El usuario con ayuda del mecanismo de apertura levanta la cámara de limpieza.
5. El usuario realiza sus necesidades.
6. El usuario termina sus necesidades.
7. El usuario con ayuda del mecanismo de apertura baja la cámara de limpieza y se activa el electroimán.
8. El usuario acciona el pedal del fluxómetro del inodoro y activa el flujo de líquido desinfectante y agua.
9. Inicia el proceso de limpieza y desinfección y se activa luz de alerta color ámbar.
10. Finaliza el proceso de limpieza y desinfección y se activa el ventilador.
11. Inicia proceso de secado.
12. Finaliza el proceso de secado, la luz de alerta cambia de color ámbar a verde.
13. Inodoro limpio y en servicio.

5.4 Lista de componentes

Una vez definidas las especificaciones finales y realizado el análisis y evaluación funcional y de manufactura del modelo virtual preliminar, se establecieron los componentes a utilizar en el modelo virtual final del dispositivo de limpieza.

A continuación, se presentan los componentes por sistema y se describe su aplicación y función a desempeñar de cada uno.

Sistema de aislamiento

Asiento para inodoro

El asiento comercial con tapa para inodoro (véase *Figura 5.8*) permite al usuario sentarse. Este asiento se limpia y desinfecta en la cámara de limpieza.

La cámara de limpieza es la encargada de la limpieza y desinfección del asiento del inodoro, se implementa y ubica en la tapa del asiento comercial para inodoro (véase *figura 5.8*), está constituida por boquillas de aspersion (véase *Figura 5.9*) interconectadas con una manguera (véase *Figura 5.10*). Además, cuenta con un ventilador (véase *Figura 5.11*), un sensor infrarrojo (véase *Figura 5.12*), una interfaz de luces LED (véase *Figura 5.13*) y un electroimán (véase *Figura 5.14*).

Figura 5.8

Asiento comercial para inodoro marca BEMIS



Nota: Asiento de baño Push N Clean, hecho de plástico de la mejor calidad, para sanitarios alargados. Esta tapa de baño cuenta con tecnología Bemis Acción de Cierre Lento, Sistema de ajuste perfecto PermAjuste™, Bisagras Ajustables y la nueva innovación Push n Clean, la cual te permite limpiar el sanitario muy fácilmente ya que solo tienes que removerla, para esto simplemente tienes que presionar hasta sentir un clic y levantar. Tomado de (BEMIS, 2019).

Sistema de limpieza

Boquillas de aspersión

Las boquillas de aspersión (véase *Figura 5.9*) se encargan de la limpieza del asiento del inodoro, removiendo las partículas de desechos humanos (heces y orina) alojadas en la superficie del asiento.

Figura 5.9

Boquillas de aspersión



Nota: Tomado de (Spraying Systems México, 2021).

Manguera

La manguera (véase *Figura 5.10*) se encarga de transportar el líquido desinfectante a las boquillas de aspersion.

Figura 5.10

Manguera para acuario



Nota: Tomado de (mercado libre, 2021).

Sistema de secado

Ventilador

El ventilador (véase *Figura 5.11*) se encarga de secar el asiento del inodoro, retirando las gotas de líquido desinfectante alojadas en la superficie de este posterior a su limpieza.

Figura 5.11

Ventilador para PC



Nota: Ventilador comúnmente instalado computadoras. Tomado de (mercado libre, 2021).

Sistema de activación de proceso

Sensor infrarrojo

El sensor infrarrojo (véase *Figura 5.12*) se encarga de activar el proceso de limpieza. Este proceso empieza con la desactivación del electroimán cuando detecta la presencia de una persona lo cual permite la apertura de la cámara de limpieza; posteriormente, sucede un cambio de las luces de alerta según el proceso que se esté realizando. Finalmente, cuando se cierra la cámara de limpieza se activa el electroimán lo cual evita la apertura de esta cuando se realiza la limpieza del asiento.

Figura 5.12

Sensor infrarrojo



Nota: Un detector de obstáculos infrarrojo es un dispositivo que detecta la presencia de un objeto mediante la reflexión que produce en la luz. Tomado de (carrod electronica, 2014).

Sistema de alertamiento

Luces LED

Las luces LED (véase *Figura 5.13*) se encargan de alertar visualmente al usuario del estado del inodoro y su asiento mediante el cambio de colores de las luces LED (Verde, ámbar, rojo).

Figura 5.13

Luces LED



Nota: Este tipo de luces LED pueden ser controladas mediante un microcontrolador para establecer el color de luz deseado. Tomado de (amazon, 2021).

Sistema de bloqueo

Electroimán

El electroimán (véase Figura 5.14), se encarga del bloqueo de apertura de la cámara de limpieza, permitiendo al usuario abrir esta para hacer uso del inodoro y bloqueando su apertura durante la limpieza del asiento.

Figura 5.14

Electroimán circular



Nota: Tomado de (amazon, 2021)

5.4 Proceso de manufactura

Una vez establecida la geometría final del dispositivo de limpieza, el equipo de trabajo planteó diferentes procesos de manufactura para fabricar los componentes necesarios para la construcción y validación de un prototipo funcional para pruebas.

Los componentes que requieren ser fabricados son la cámara de limpieza y las tapas frontal y posterior de la cámara de limpieza cuyos planos de fabricación se encuentran en el *Anexo 5*.

Como primer paso, se identificaron ciertas características importantes para evaluar su factibilidad en cada proceso de manufactura propuesto. A continuación, se listan estas características:

- 1) Geometría
- 2) Dimensiones
- 3) Resistencia
- 4) Durabilidad
- 5) Tolerancias
- 6) Tiempo de manufactura
- 7) Costo

Posteriormente se estableció la siguiente escala de evaluación para evaluar las características previamente mencionadas con base en los procesos de manufactura propuestos:

1. Nada aceptable
2. Poco aceptable
3. Medianamente aceptable
4. Aceptable
5. Altamente aceptable

Finalmente se estructuró una tabla de evaluación para los componentes a fabricar (véase *Tabla 5.2 y 5.3*) y con base en cada uno de los procesos de manufactura propuestos y las características identificadas, se seleccionó el proceso de manufactura adecuado para cada componente.

Los resultados son los siguientes:

Para la cámara de limpieza (véase *tabla 5.2*) principalmente por su geometría y dimensiones, el proceso de manufactura aditiva obtuvo una evaluación baja, ya que estas características demandan un mayor tiempo de manufactura y por lo tanto un costo alto. La resistencia y durabilidad del componente dependerá directamente del material seleccionado (polímero o polímero compuesto) y su calidad. En cuanto a tolerancias hoy en día hay máquinas de manufactura aditiva que pueden alcanzar tolerancias muy pequeñas, sin embargo, esto aumenta el costo y tiempo del proceso de manufactura.

Para el proceso de pailería el cual involucra realizar actividades de corte, taladrado, doblado y soldadura, se obtuvo una evaluación alta, debido a que la geometría y dimensiones de la cámara permiten obtener primero piezas metálicas a partir de una lámina y posteriormente unirlos, lo cual vuelve a este proceso fácil de llevar a cabo. No obstante, se presentan dos posibles casos para las tolerancias finales y el tiempo y costo de manufactura. Primero suponiendo que el corte de las piezas metálicas sea manual; esto afecta a las tolerancias finales obtenidas ya que un corte manual no siempre es preciso; el tiempo de manufactura sería mayor y el costo sería menor, dado que esta actividad la realizaría una persona. Por otro lado, si el proceso de corte es asistido por una máquina; las tolerancias finales van a depender de la precisión de corte de dicha máquina; el tiempo de manufactura sería menor y el costo mayor dado que la máquina de corte requiere de insumos y herramientas extras. Por último, al tratarse de un proceso que utiliza un metal como material de trabajo, permite obtener un componente final resistente y duradero siempre y cuando se seleccione un material de buena calidad y se lleve a cabo un correcto trabajo de pailería.

Para el proceso de corte laser MDF, se obtuvo una evaluación medianamente alta, puesto que la geometría y dimensiones del componente permiten dividirlo en piezas de madera y posteriormente unirlos. Las dimensiones que se pueden obtener en este proceso dependerán de la precisión de corte de la máquina laser. En cuanto al tiempo y costo de manufactura dado las dimensiones del componente este sería alto, además del espesor de material que se seleccione. Por último, la resistencia y durabilidad dependerá de la calidad del MDF no obstante por el entorno en el cual se va a desempeñar el componente estas características disminuyen.

Finalmente, el proceso termoformado al igual que el proceso de corte laser MDF obtuvo una calificación medianamente alta. Por la geometría y dimensiones del componente permite que, con una lámina plástica, mediante calor y vacío, y un molde o matriz de madera, resina se forme el componente. Lo anterior permite un tiempo de manufactura corto y costos bajos ya que los moldes son económicos al igual que el material de trabajo (polímero o polímero compuesto). Las tolerancias finales obtenidas dependerán de la geometría del molde, sin embargo, se pueden alcanzar tolerancias pequeñas siempre y cuando se diseñe un buen molde. Por último, la resistencia y durabilidad del componente final, dependerá del material seleccionado y su calidad.

Tabla 5.2*Evaluación de los procesos de manufactura para la cámara de limpieza*

Característica	Proceso de manufactura			
	Manufactura aditiva	Pailería (Corte, taladrado, fresado, dobléz y soldadura)	Corte laser (MDF)	Termoformado
Geometría	2	4	5	3
Dimensiones	2	5	5	4
Resistencia	3	5	3	3
Durabilidad	3	5	3	3
Tolerancias	3	3	3	3
Tiempo de manufactura	1	4	3	4
Costo	1	4	2	4
Resultado	15	30	24	24

Nota: Elaboración propia

Para las tapas de la cámara de limpieza (véase tabla 5.3) principalmente por su geometría el proceso de manufactura aditiva obtuvo una evaluación medianamente alta, ya que este proceso permite manufacturar cada una de estas con facilidad, sin embargo, por sus dimensiones, demanda un mayor tiempo de manufactura y por lo tanto un costo alto. La resistencia y durabilidad de estos componentes dependerá directamente del material seleccionado (polímero o polímero compuesto) y su calidad. En cuanto a tolerancias hoy en día hay máquinas de manufactura aditiva que pueden alcanzar tolerancias muy pequeñas, sin embargo, esto aumenta el costo y tiempo del proceso de manufactura.

Para el proceso de pailería el cual involucra realizar actividades de corte, taladrado, dobléz y soldadura, se obtuvo una evaluación alta, debido a que la geometría y dimensiones de las tapas de la cámara de limpieza permiten dividir las en piezas sencillas de fabricar con una menor secuencias de actividades, lo cual vuelve a este proceso fácil de llevar a cabo. No obstante, se presentan dos posibles casos para las tolerancias finales y el tiempo y costo de manufactura. Primero suponiendo que el corte de las piezas metálicas sea manual; esto afecta a las tolerancias finales obtenidas ya que un corte manual no siempre es preciso; el tiempo de manufactura sería mayor y el costo sería menor, dado que esta actividad la realizaría una persona. Por otro lado, si el proceso de corte es asistido por una maquina; las tolerancias finales van a depender de la precisión de corte de dicha maquina; el tiempo de manufactura sería menor y el costo mayor dado que la máquina de corte requiere de insumos y herramientas extras. Por último, al tratarse de un proceso que utiliza un metal como material de trabajo, permite obtener componentes finales resistentes y duraderos siempre y cuando se seleccione un material de buena calidad y se lleve a cabo un correcto trabajo de pailería.

Para el proceso de corte laser MDF, se obtuvo una evaluación medianamente alta, ya que la geometría y dimensiones de los componentes permiten dividirlos en piezas sencillas de fabricar lo cual permiten llevar a cabo este proceso con facilidad. Las tolerancias que se pueden obtener en este proceso dependerán de la precisión de corte de la maquina laser. En cuanto al tiempo y costo de manufactura dado las dimensiones, número de piezas de los componentes y su espesor este sería medianamente alto. Por último, la resistencia y durabilidad dependerá de la calidad del material (MDF), sin embargo, por el entorno en el cual se va a desempeñar el componente estas características podrían disminuir.

Finalmente, para el proceso de corte laser (Polímero) se obtuvo una evaluación medianamente alta, un punto por arriba de corte laser (MDF), puesto que, al tratarse de un polímero como material, este por sus propiedades brinda una mayor resistencia y por lo tanto una mayor durabilidad en comparación del MDF, siempre y cuando se seleccione un polímero de calidad, se realice el corte laser adecuadamente y en su entorno se use correctamente. Por el lado de las tolerancias que se pueden obtener en este proceso, dependerán de la precisión de corte de la maquina laser. En cuanto al tiempo y costo de manufactura, debido a las dimensiones de los componentes a fabricar, número de piezas de los componentes, material (ABS, ACRILICO, PC, PET, PP) y su espesor, este sería alto en comparación con el MDF como material.

Tabla 5.3

Evaluación de los procesos de manufactura para las tapas de la cámara de limpieza

Característica	Proceso de manufactura			
	Manufactura aditiva	Pailería (Corte, taladrado, fresado, dobléz y soldadura)	Corte laser (MDF)	Corte laser (Polímero)
Geometría	3	5	5	5
Dimensiones	3	5	5	5
Resistencia	3	5	3	4
Durabilidad	3	5	3	4
Tolerancias	3	3	3	3
Tiempo de manufactura	2	5	4	4
Costo	1	4	4	3
Resultado	18	32	27	28

Nota: Elaboración propia

En conclusión, se determinó que el proceso de manufactura adecuado para fabricar tanto la cámara de limpieza como las tapas frontal y posterior de la cámara de limpieza es el proceso de pailería. En efecto, cabe señalar que como en dicho proceso se trabaja con un metal como material esto fue un punto clave para su selección por su resistencia y durabilidad dado que se trata de un prototipo funcional para pruebas. Sin embargo, es importante mencionar que en la lista final de componentes se encuentra un asiento con tapa, el cual tiene como característica que la geometría de su tapa es similar a la de la cámara de limpieza, por lo tanto, esta puede ser modificada para adaptarse a la geometría deseada para la cámara de limpieza.

CONCLUSIONES

Las conclusiones que a continuación se presentan se hicieron a nombre de todos los integrantes del equipo de trabajo, ya que el trabajo realizado y la información aportada por cada uno de ellos fue importante para el desarrollo de este proyecto.

En primer lugar, el modelo virtual del dispositivo de limpieza al cual se llegó en esta tesis cumple con el objetivo general del proyecto, ya que se logró obtener el diseño conceptual de un dispositivo de limpieza. Sus componentes fueron estudiados, analizados y evaluados, con el objetivo de elegir aquellos capaces de realizar la limpieza del asiento de un inodoro. En cuanto a los objetivos específicos también se pueden dar por cumplidos, ya que la geometría y las dimensiones del dispositivo permiten que éste se adapte al inodoro CEKÓ diseñado en la tesis “Propuesta de sistema de desinfección para un baño seco” a cargo de Airi Abigail Velásquez Mendoza, y también a un inodoro comercial que tenga esta geometría. Asimismo, el dispositivo cuenta con un sistema de alertamiento cuyo objetivo es guiar al usuario a lo largo de su uso. Finalmente, el dispositivo cuenta con diferentes sistemas y estos con sus respectivos componentes que por su configuración podrán ensamblarse de manera sencilla.

En segundo lugar, el modelo virtual del dispositivo de limpieza al cual se llegó también tiene una probabilidad alta de cumplir con los requerimientos finales, ya que cada etapa de diseño se estudió, analizó y se evaluó de la mejor manera con el objetivo de llegar a una propuesta de solución adecuada y que mejor se ajustara a la problemática que se planteó. Por lo tanto, se tiene la seguridad de que el dispositivo es capaz de satisfacer las necesidades de los usuarios a quienes está dirigido.

Si bien es cierto que la construcción de un prototipo para pruebas quedo fuera del alcance de esta tesis, es importante mencionar que la implementación de las boquillas de aspersión, el ventilador y el sensor infrarrojo vuelven al dispositivo práctico y útil y evitan que el usuario entre en contacto directo con el inodoro y sus superficies además de que permiten al usuario usarlo de una manera rápida y adecuada. Por otro lado, al implementarse un asiento comercial como componente del dispositivo, este por su geometría facilitara su limpieza y desinfección y brindara comodidad al usuario.

Naturalmente, la propuesta de diseño no puede considerarse como la propuesta final de fabricación, ya que primero se necesita construir un prototipo para pruebas que ayude a comprobar si el diseño soluciona el problema para el cual se diseñó, así como también para evaluar y validar que sus componentes sean los adecuados. Por lo tanto, la propuesta de diseño final presentada puede mantenerse tal y como esta o modificarse en caso de ser necesario, así como también el proceso de manufactura que se emplee para su fabricación.

Finalmente, de manera personal este proyecto me permitió aplicar mi experiencia y conocimientos adquiridos como estudiante, ya que se trató de un proyecto multifuncional. A pesar de que cada integrante participó en cada una de las actividades desarrolladas en esta tesis, también cada integrante se enfocó en un área de interés, en mi caso me enfoqué en el Diseño Asistido por Computadora y como resultado puede reforzar mis conocimientos y habilidades en modelado 3D, ensamblajes y planos 2D utilizando el software NX Siemens como herramienta de trabajo. También pude mejorar mi capacidad de creatividad ya que, mediante la recopilación de ideas, propuestas y opiniones de cada integrante, realicé el diseño del modelo virtual preliminar y del modelo virtual final en donde sin duda se observa un gran avance en cuanto al diseño del modelo.

Asimismo, este proyecto me ayudó a darme cuenta de que disfruto muchísimo el trabajo en equipo y que de las distintas maneras de pensar y experiencias se puede crear un resultado bastante enriquecedor. También me ayudó a darme cuenta de que los proyectos realizados en la licenciatura como estudiante fueron, son y serán de gran utilidad ya que gracias a estos puedo tener una visión más amplia y objetiva y que con el tiempo y la práctica podré diseñar con mayor facilidad y de una mejor manera.

A modo de cierre me gustaría decir que el desarrollo de este proyecto fue un reto para el equipo de diseño y para el diseño mismo, ya que, como se mencionó antes, la situación en el país derivado de la pandemia por el virus SARS-COV-2, fue un suceso inesperado que vino a cambiar el plan de actividades que se tenía planteado y por lo tanto la forma de trabajar y de llevar a cabo pruebas y evaluaciones con usuarios además de la comunicación dentro del equipo. Sin embargo, esto me permitió desarrollar nuevas habilidades de trabajo, comunicación y tuve que adaptarme a un estilo de vida que nunca había imaginado.

TRABAJO A FUTURO

Es importante dar continuidad a este proyecto, con el objetivo de diseñar e implementar aquellos sistemas que en esta tesis no se abordaron, puesto que dependían del diseño de otros sistemas del inodoro. Además de identificar características que puedan mejorar el dispositivo de limpieza propuesto. Por lo tanto, a continuación, se listan puntos relevantes a considerar para el futuro de este proyecto:

1. Realizar las pruebas necesarias para asegurar que las especificaciones finales se satisfagan dentro de los valores establecidos.
2. Diseñar e implementar un circuito eléctrico-electrónico que desempeñe las funciones que el dispositivo solicite para realizar de manera óptima la función principal.
3. Manufacturar un prototipo funcional para pruebas, con base en los componentes y el modelo virtual final propuesto.
4. Diseñar e implementar un pedal o en su defecto un mecanismo o dispositivo que desempeñe la subfunción de traslado (apertura y cierre) de la cámara de limpieza.
5. Mejorar la comunicación e interacción entre el dispositivo y el usuario para llegar a diseñar un dispositivo incluyente.
6. Diseñar e implementar un sistema de suministro de líquido desinfectante.

Con relación a lo anterior, un nuevo equipo de trabajo se encuentra trabajando en los puntos descritos. Por lo tanto, se espera que este equipo de trabajo manufacture un prototipo que permita evaluar cada uno de los componentes seleccionados en esta tesis, así como cada una de las especificaciones finales para descartar e identificar errores de diseño que se pudieran presentar con la propuesta de diseño planteada esta tesis.

REFERENCIAS

- amazon. (2021). *Fielect DC 24 V 6 Kg Fuerza eléctrica de elevación electroimán solenoide de elevación de la ventosa circular [Figura]*. Recuperado el 26 de 10 de 2021, de amazon: https://www.amazon.com.mx/Fielect-el%C3%A9ctrica-elevaci%C3%B3n-electroim%C3%A1n-solenoide/dp/B07YTWYLZL/ref=asc_df_B07YTWYLZL/?tag=gledskshopmx-20&linkCode=df0&hvadid=547421944442&hvpos=&hvnetw=g&hvrand=17215047813939870315&hvpon e=&hvptwo=&hvqmt=&hvdev=c
- amazon. (2021). *Tira de luces LED, tira de luz LED RGB 5050, luces de cinta LED, cambio de color con mando a distancia para iluminación del hogar, cama de cocina, luces de tira flexibles para la decoración del coche del hogar [Figura]*. Recuperado el 21 de 10 de 2021, de amazon: <https://www.amazon.com/-/es/cambio-distancia-iluminaci%C3%B3n-flexibles-decoraci%C3%B3n/dp/B083DY97DC>
- BEMIS. (2019). *ASIENTO PARA BAÑO ALARGADO COLOR BLANCO DE PLÁSTICO "PUSH N CLEAN" CIERRE LENTO [Figura]*. Recuperado el 18 de 10 de 2021, de BEMIS Asientos Sanitarios: <https://tienda.bemisdemexico.com/index.php/product/asiento-para-bano-push-n-clean.html>
- carrod electronica. (2014). *Módulo Sensor Infrarrojo Detector de Obstáculos ROB0774 [Figura]*. Recuperado el 26 de 10 de 2021, de Módulo Sensor Infrarojo Detector de Obstáculos: <https://www.carrod.mx/products/modulo-sensor-infrarojo-detector-de-obstaculos>
- Comac Corporation Inc. (2020). *Niu Smart Toilet*. Recuperado el 21 de abril de 2021, de Ingeniería NIU [ilustración]: <https://niu toilet.com/es/product/land-smart-toilet-es/>
- CWS. (s.f.). *CWS HYGIENE*. Recuperado el 21 de abril de 2021, de ParadiseLine Cleanseat frontal [ilustración]: <https://www.cws.com/en-IE/hygiene/products/toilet-seat-hygiene#&gid=1&pid=2>
- Hoover, C. (4 de octubre de 2018). *Design thinking process [ilustración]*. Recuperado el 10 de febrero de 2021, de MOVINGWORLDS | BLOG: <https://blog.movingworlds.org/human-centered-design-vs-design-thinking-how-theyre-different-and-how-to-use-them-together-to-create-lasting-change/>
- Hoover, C. (4 de octubre de 2018). *Human-Centered Design Process [ilustración]*. Recuperado el 10 de febrero de 2021, de MOVINGWORLDS | BLOG: <https://blog.movingworlds.org/human-centered-design-vs-design-thinking-how-theyre-different-and-how-to-use-them-together-to-create-lasting-change/>
- Hoover, C. (4 de octubre de 2018). *Human-Centered Design vs. Design-Thinking: How They're Different and How to Use Them Together to Create Lasting Change*. Recuperado el 10 de febrero de 2021, de MOVINGWORLDS | BLOG: <https://blog.movingworlds.org/human-centered-design-vs-design-thinking-how-theyre-different-and-how-to-use-them-together-to-create-lasting-change/>
- Hoover, C. (4 de octubre de 2018). *Using Human-Centered Design with Design Thinking [ilustración]*. Recuperado el 10 de febrero de 2021, de MOVINGWORLDS | BLOG: <https://blog.movingworlds.org/human-centered-design-vs-design-thinking-how-theyre-different-and-how-to-use-them-together-to-create-lasting-change/>
- mercado libre. (2021). *Enfriamiento Ventilador Gamer Rgb Vento Xpg 120mm [Figura]*. Recuperado el 21 de 10 de 2021, de SVENSKA: <https://articulo.mercadolibre.com.mx/MLM-807458012-enfriamiento-ventilador->

gamer-rgb-vento-xpg-120mm-
_JM?searchVariation=62307106132#searchVariation=62307106132&position=6&search_layout=stack&type=item&tracking_id=72066c48-58f7-40b8-b47f-eee3b7f7de53&gid=

mercado libre. (2021). *Repuesto Manguera P/canister Aquajet 130l Acuarios*. Recuperado el 21 de 10 de 2021, de Mega Mascotas: https://articulo.mercadolibre.com.mx/MLM-624366241-repuesto-manguera-panister-aquajet-130l-acuarios-_JM?matt_tool=17082386&matt_word=&matt_source=google&matt_campaign_id=14586003591&matt_ad_group_id=126411218065&matt_match_type=&matt_network=g&matt_devic

Pastor Pérez, M., & García Ramírez, S. (2020). *Propuesta de sanitario público ecológico para el aprovechamiento de los desechos orgánicos [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de México]*. Repositorio Institucional.

Pastor Pérez, M., García Ramírez, S., Velásquez Mendoza, A. A., Borja Ramírez, V., Treviño Arizmendi, A., Escalera Matamoros, Y., & Ramírez Reivich, A. (2020). CEKÓ, una propuesta sustentable de inodoro para un baño público. *MEMORIAS DEL XXVI CONGRESO INTERNACIONAL ANUAL DE LA SOMIM*, 10. Recuperado el 10 de 11 de 2021, de http://somim.org.mx/memorias/memorias2020/articulos/A1_104.pdf

SANITRONICS. (2020). *SANITRONICS HYGIENIC TOILET SYSTEMS*. Recuperado el 26 de abril de 2021, de The revolving toilet [ilustración]: <http://sanitronics.eu/home-4/products/systems/the-revolving-toilet/>

Spraying Systems México. (2021). *Boquillas de Aspersión [Figura]*. Recuperado el 21 de 10 de 2021, de Spraying Systems México: https://www.spray.com.mx/Assets/MX/cat70m-es_b.pdf

T. Ulrich, K., & D. Eppinger, S. (2012). *Diseño y desarrollo de productos*.

Velásquez Mendoza, A. A. (2021). *Propuesta de sistema de desinfección para un baño seco [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de México]*. Repositorio institucional.

Velásquez Mendoza, A. A. (2021). *Propuesta de sistema de desinfección para un baño seco [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de México]*. *Necesidades [Tabla]*. Repositorio institucional.

WZEN. (s.f.). *WZEN*. Recuperado el 26 de abril de 2021, de CONOCE LAS CUALIDADES DEL WZEN [ilustración]: <http://www.wzen.es/homepage-creative-v2-2/>

Xiamen Wing Technology Co. (s.f.). *NAVISANI*. Recuperado el 21 de abril de 2021, de Electric Hygienic Disposable Toilet Seat Cover for Public Restroom Sanitation NS200B [ilustración]: <https://www.navisani.com/toilet-seats/hygienic-toilet-seats/hygienic-disposable-toilet-paper-covers-self.html>

ANEXOS

Anexo 1. Entrevistas usuarios activos

1. Mariana 23 años

¿Qué es lo que sientes/piensas cuando entras a un baño público?

Inquietud por la higiene que puede o no tener “Sabes que estás compartiendo ese baño con muchas personas y quieres que sea higiénico”

¿Qué ves?

Cómo están repartidos los espacios

“Siempre busco en dónde puedo colgar mis cosas”

Qué baños están desocupados

“Puede que en lugar de colgar las cosas adentro las pudieras colgar afuera”

¿Qué te frustra?

“Tener que estar checando si están ocupados o no están”

El hecho de no querer sentarte y llenar de papel la tasa para poder sentarme

“Tener que llenar el baño de papel para sentarte”

¿Qué te motiva?

“Hacer pipi”

“Es importante la idea de lavarte las manos, tener ese espacio para lavarte las manos es cómodo”

¿Qué escuchas?

“Cuando se escucha que jalan la palanca y sé que ya podré pasar al fin”

“Escuchas si llega más gente, si hay una fila, si la señora de la limpieza está ordenando o limpiando estos baños”

¿Cómo sabes que un baño está limpio?

Por la limpieza del inodoro; que la cerámica esté completamente limpia

Porque no hay papel tirado en el suelo

No hay agua en el piso

“En general que tenga pocas cosas, o sea el revistero o mil cosas ya sientes como invasión”

“Que tenga espejo siempre es muy cómodo”

“Que tenga jabón siempre es super necesario y muy importante”

“Que sepas como funciona”

¿Qué características de un baño te generan confianza al usarlo?

Limpieza

Orden

Que tenga solo las cosas necesarias y no muebles extra como revisteros, etc.

Que tenga un espejo

Que haya jabón siempre

Y sobre todo que sepas cómo funciona

¿Consideras importante tener contacto visual con tus heces?

“Es importante más no lindo”

2. Vanessa 42 años

¿Qué es lo que sientes/piensas cuando entras a un baño público?

No es una experiencia agradable

“Todo mundo va ahí”

¿Qué ves?

Fila para pasar

“trato de no ver mucho, procuro salir lo más rápido”

¿Qué te frustra?

El hecho de que las personas no hagan un correcto uso del baño

¿Qué te motiva?

Necesidad,

“si me puedo esperar prefiero ir al de mi casa”

¿Qué escuchas?

Chismes y conversaciones de amigos

“Quizá hasta eso haga más interesante y ameno el ir al baño”

¿Cómo sabes que un baño está limpio?

“Me asomo de lejos para ver si la taza o el espacio está limpio”

¿Qué características de un baño te generan confianza al usarlo?

Huele y se vea limpio

Que haya papel

Que tenga superficies lisas limpias

¿Consideras importante para tu salud tener contacto visual con tus heces?

“Si, pero solo un vistazo rápido”

3. Miguel 21 años

¿Qué es lo que sientes/piensas cuando entras a un baño público?

Ver si está limpio

¿Qué ves?

Lo primero que veo es si la tasa está limpia y a veces puedo observar alrededor

¿Qué te frustra?

Que están sucios, que las personas vayan y no le jalen a la palanca del baño

¿Qué te motiva?

Que esté limpio a pesar de que esté en zonas concurridas

¿Qué escuchas?

Conversaciones de las demás personas y los sonidos del baño

¿Cómo sabes que un baño está limpio?

Que la tasa esté limpia y no salpicada

Que le hayan jalado al baño

¿Qué características de un baño te generan confianza al usarlo?

Un baño blanco y limpio

Que no haya rayones en las paredes

¿Consideras importante tener contacto visual con tus heces?

-

4. Alma 50 años

¿Qué es lo que sientes/piensas cuando entras a un baño público?

“Que no están limpios”

¿Qué ves?

Tasa sucia y papeles tirados

¿Qué te frustra?

No poder hacer del baño porque está sucio

¿Qué te motiva?

Nada

¿Qué escuchas?

Nada

¿Cómo sabes que un baño está limpio?

Por la tasa blanca y limpia

El piso está limpio

¿Qué características de un baño te generan confianza al usarlo?

Limpieza

Orden

Que haya jabón y toalla para secarse las manos

¿Consideras importante tener contacto visual con tus heces?

-

5. Sandra 40 años

¿Qué es lo que sientes/piensas cuando entras a un baño público?

“Sinceramente procuro nunca entrar a un baño público ya que huelen feo”

¿Qué ves?

“Algunos se ven limpios, pero huelen feo” “No funciona la palanca y tienes que usar la cubeta de agua o simplemente no hay agua e igual para lavarte las manos, es lo peor”

¿Qué te frustra?

El que no te permitan el acceso a un baño

¿Qué te motiva?

Emergencia

¿Qué escuchas?

Nada

¿Cómo sabes que un baño está limpio?

Por el aroma como indicador de higiene, pero eso no garantiza que sea higiénico

¿Qué características de un baño te generan confianza al usarlo?

Limpieza

Higiene

Que haya jabón o gel antibacterial y papel

¿Consideras importante tener contacto visual con tus heces?

-

6. Eduardo 24 años

¿Qué es lo que sientes/piensas cuando entras a un baño público?

Me genera confianza el baño que no está tan concurrido

¿Qué ves?

Que realmente esté limpio

“Hay gente descuidada que no hace uso correcto del baño”

¿Qué te frustra?

Que no le jalen a la palanca

Que no le atinen a la tasa

¿Qué te motiva?

Que haya espacio suficiente

Que no haya rayones en las paredes

¿Qué escuchas?

Los sonidos naturales

¿Cómo sabes que un baño está limpio?

Porque la tasa tiene un color parejo (blanco)

Que no haya manchas ni residuos

“Checo el bote de basura y si está a punto de colapsar no lo uso”

¿Qué características de un baño te generan confianza al usarlo?

Espacioso

Limpio

Que tenga los elementos necesarios (jabón, papel)

¿Consideras importante tener contacto visual con tus heces?

-

7. Teófilo 60 años

¿Qué es lo que sientes/piensas cuando entras a un baño público?

Está sucio

¿Qué ves?

No tienen limpieza

¿Qué te frustra?

Que puedas adquirir alguna enfermedad

¿Qué te motiva?

-

¿Qué escuchas?

-

¿Cómo sabes que un baño está limpio?

Por el olor

¿Qué características de un baño te generan confianza al usarlo?

Que no esté sucio

¿Consideras importante tener contacto visual con tus heces?

-

8. Daniel 18 años

¿Qué es lo que sientes/piensas cuando entras a un baño público?

Que estén en mal estado

¿Qué ves?

Que les falta mantenimiento

¿Qué te frustra?

Que no se puedan usar adecuadamente

“Tener miedo de contraer alguna enfermedad en caso de que esté sucio”

¿Qué te motiva?

Nada

¿Qué escuchas?

Que no sirven y les falta mantenimiento

¿Cómo sabes que un baño está limpio?

Porque está limpio visualmente

No hay residuos

Que tenga papel

¿Qué características de un baño te generan confianza al usarlo?

Que las instalaciones del sistema hidráulico tengan un buen funcionamiento

¿Consideras importante tener contacto visual con tus heces?

-

9. Araceli 20 años

¿Qué es lo que sientes/piensas cuando entras a un baño público?

Inseguridad de higiene

¿Qué ves?

Suciedad

¿Qué te frustra?

Que la gente es quien no cuida de las instalaciones más no los de mantenimiento

¿Qué te motiva?

Necesidad

¿Qué escuchas?

“Lo que sale del cuerpo”

¿Cómo sabes que un baño está limpio?

“Normalmente uso baños públicos en las plazas o en la escuela, son los únicos baños que ocupo”

¿Qué características de un baño te generan confianza al usarlo?

Que esté blanco

Que no tenga papeles regados en el piso

El olor

¿Consideras importante tener contacto visual con tus heces?

-

10. Nayeli 18 años

¿Qué es lo que sientes/piensas cuando entras a un baño público?

Que sea higiénico, que no haya manchas

¿Qué ves?

La tasa y las paredes

“Primero percibo el olor”

¿Qué te frustra?

Paredes sucias

¿Qué te motiva?

Necesidad

¿Qué escuchas?

Nada

¿Cómo sabes que un baño está limpio?

Porque no huele mal

La tasa está limpia

No hay papeles regados

¿Qué características de un baño te generan confianza al usarlo?

Olor a cloro

¿Consideras importante tener contacto visual con tus heces?

-

11. Dr. Alberto 59 años

¿Qué es lo que sientes/piensas cuando entras a un baño público?

Fijarme si está limpio

Olores

¿Qué ves?

Si el piso no está sucio

¿Qué te frustra?

No hay papel y por lo tanto tratar de conseguir

¿Qué te motiva?

Que está cerca

¿Qué escuchas?

Sonido neutral, no lo atiendes

¿Cómo sabes que un baño está limpio?

Por el sentido de la vista y el olfato

¿Qué características de un baño te generan confianza al usarlo?

Que no esté en lugares oscuros

¿Consideras importante tener contacto visual con tus heces?

-

12. Jaqueline 24 años

¿Qué es lo que sientes/piensas cuando entras a un baño público?

Que están sucios

“La mayoría de las veces están sucios”

¿Qué ves?

Pisos sucios

Las instalaciones

¿Qué te frustra?

El mal olor

Que no haya papel ni jabón

¿Qué te motiva?

Que estén limpios y que haya suficiente papel

¿Qué escuchas?

Mucho ruido

¿Cómo sabes que un baño está limpio?

Huele bien

Los inodoros y los pisos están limpios

¿Qué características de un baño te generan confianza al usarlo?

Limpieza

¿Consideras importante tener contacto visual con tus heces?

-

13. Marco 33 años

¿Qué es lo que sientes/piensas cuando entras a un baño público?

Que tengo que ir al baño

¿Qué ves?

Los muebles y la distribución

¿Qué te frustra?

Que no estén limpios

Que no haya papel ni jabón

¿Qué te motiva?

Que tengan jabón y papel

¿Qué escuchas?

Charlas, sonidos propios de quienes usan el baño

¿Cómo sabes que un baño está limpio?

El suelo está limpio, bote de papeles, muebles limpios

¿Qué características de un baño te generan confianza al usarlo?

“Prefiero un baño privado”

¿Consideras importante tener contacto visual con tus heces?

-

14. Oscar 22 años

¿Qué es lo que sientes/piensas cuando entras a un baño público?

Todo depende de si están limpios, tener mi privacidad

¿Qué ves?

Dónde está situado

Que tenga papel

¿Qué te frustra?

La privacidad y la higiene

¿Qué te motiva?

Necesidad

¿Qué escuchas?

Ruidos fisiológicos de las personas

¿Cómo sabes que un baño está limpio?

“Lo percibo visualmente”

¿Qué características de un baño te generan confianza al usarlo?

La privacidad y la higiene

¿Consideras importante tener contacto visual con tus heces?

-

15. Cristian 22 años

¿Qué es lo que sientes/piensas cuando entras a un baño público?

Desconfianza

“No es lo mismo usar el baño de tu casa que un baño público”

¿Qué ves?

La iluminación

Que se vea agradable

¿Qué te frustra?

“Que pueda tener una infección”

Olores desagradables

¿Qué te motiva?

Necesidad

¿Qué escuchas?

-

¿Cómo sabes que un baño está limpio?

Por la iluminación

Huele bien

¿Qué características de un baño te generan confianza al usarlo?

“Principalmente iluminación”

Que huela bien

Que esté limpio

Que no tenga manchas

¿Consideras importante tener contacto visual con tus heces?

-

Anexo 2. Entrevistas usuarios pasivos

1. Teófilo Cuevas, 52 años

¿Cada cuánto realiza la limpieza de los sanitarios?

Diario una vez al día, horario 2 a 9:30, yo me tardo 4 horas, lavo los muebles y los pisos

PROCEDIMIENTO

Cerrar el baño

Retirar basura de los contenedores del WC.

Retirar elementos de los mingitorios (papeles, popotes, chicles, cigarros).

Lavar los muebles con cloro y pino, los mingitorios y los WC.

Enjuago, lavo el piso y retiro toda el agua, la echo por la coladera.

Pasa el trapeador con pino para que no huela a cualquier cosa (olores del sanitario), con eso se elimina el mal olor de los orines.

(No barro)

HERRAMIENTAS

Líquidos: pino y cloro.

Escoba para lavar muebles

Escoba para lavar el piso

Escoba para lavar los espejos

Jalador

Trapeador

GUARDADO

Bodega donde guardo todas las herramientas

PROBLEMÁTICAS

Uso inadecuado de los muebles por parte de los alumnos.

Los pueda usar cualquier persona.

Dejan líquidos inapropiados; evitar riesgos hacia la salud.

Utilización de papel que dejan en los mingitorios.

Lavabos.

MALOS OLORES

Mal drenaje porque sale de una tarja.

Orines.

Si los papeles quedan fuera del contenedor no huele mal, al parecer los usuarios no le atinan a un gran contenedor.

“Si no hubiera suciedad en los sanitarios no estaría trabajando”.

MEJORAS

Cambio de conductas de quien los usa.

2. Mayra Flores, 33 años

¿Cada cuánto realiza la limpieza de los sanitarios?

Todos los días, horario de 2 pm a 6 pm, limpieza dos veces en turno, me lleva un tiempo de hora y media en un baño y en el otro, 40 minutos.

PROCEDIMIENTO

Sacar basura

Barro

Con agua y cloro tallar tazas

Agua limpia pasar y echar agua a cada baño

Jalar el agua con jalador

Ir secando y esperar a que seque

HERRAMIENTA

Hipoclorito, pino y roma

Escoba, jerga o mechudo y jalador

PROBLEMÁTICAS

Las chicas no le bajan al baño entonces se tapan

Al ser un área con mucha población se tapa constantemente el baño.

Se han puesto letreros para que le jalen dos veces a la palanca y al no encontrarlos limpios los dejan de usar.

MALOS OLORES

Cuando no le bajan al baño, el estancamiento de los desechos, con el paso de las horas y las condiciones del clima (calor) es lo que provoca el mal olor.

MEJORAS

Desenmanchante para piso y tazas, debido al desgaste ya están muy manchadas sin embargo ya no se le quita la suciedad.

3. Rebeca 24 años y Lorena 25 años

¿Cada cuánto realiza la limpieza de los sanitarios?

Diario dos veces al día, entre clase y clase, 45 minutos por limpieza.

PROCEDIMIENTO

Usar guantes

Bolsa donde se vacía la basura y se saca

Llenar cubetas con líquidos, cloro y jabón.

Fibra para tallar las tazas

Limpiar lavabos, espejos.

Barrer y trapear.

Limpieza General

PROBLEMÁTICAS

Se lavan las manos, sacuden las manos y el piso se enloda.

Meten objetos (papel a las tazas).

MEJORAS

Mejora en el drenaje, las tuberías son pequeñas y se tarda en ir el agua.

No vamos a estar checando cada 3 minutos que todo esté en perfectas condiciones, hay mucha población y no nos damos abasto.

Anexo 3. Opiniones acerca del modelo virtual preliminar

1. Lo de la tapa, depende en el lugar que me encuentre, si es público o no. El vinagre está bien, pero varios huelen muy fuerte y desagradable.
2. La forma de abajo debería ser más ergonómica para que a la hora de sentarse el usuario esté cómodo.
3. ¿De qué material será el inodoro?
4. El diseño es muy simple y estético, pero sí es necesario hacer especificaciones de lo que significan los colores del semáforo.
5. Palabras menos técnicas en el semáforo.
6. Tener un poco más de espacio de apoyo para no caer.
7. Probablemente especificaría más sobre el sistema de secado, porque no se especificó cómo se piensa secar.
8. Tal vez que los señaladores de sanitizado no estén en el inodoro sino en la puerta pues cuando alguien entra al baño espera usarlo de manera rápida, aunque tenga que forzarlo, esto asumiendo que se usara en espacios públicos.
9. Señalamientos para el uso del pedal, ya que por sí solo no es tan intuitivo. Usar un solo foco que cambie a los tres colores.
10. Me gusta que se ahorre agua, también me gustó el pedal y el semáforo, pero no sé si el vinagre sea el más adecuado.
11. Me gusto la forma del asiento, no se la velocidad de los aspersores, pero buscaría que tuvieran una alta velocidad para limpiar de manera más efectiva.
12. Quitaría el pedal.
13. Probablemente sería buena idea agregar un aromatizante final, que después del sanitizado se rocíe un poco únicamente para que cuando se abra la tapa no huela a vinagre.
14. Me gustó su ergonomía, se ve muy futurista. Incluir mapa de ruta.
15. Me agrada el diseño, creo que está bien trabajado.
16. Exista algún modo de asegurar que no se abra la tapa mientras se está limpiando.
17. La parte vertical del sanitario puede chocar con la forma como se doblan las piernas al sentarse.
18. El diseño del asiento, siento que sería incomodo
19. Tal vez sería un poco complicado para el usuario entender que el pedal abre la taza, dado que estamos acostumbrados a entender que el pedal es para accionar la taza.
20. Me gustó la idea de los indicadores y la sanitización después de cada ciclo de uso. En el caso del pedal tal vez cambiaría que llevara un eslabón hacia las bisagras por algún otro elemento como un motor a pasos o un pequeño pistón para asegurar que la tapa se quede en una posición.
21. Describir el semáforo con palabras más coloquiales.
22. Pondría el pedal al frente.
23. Cambiaría la forma del inodoro

24. El pedal para abrir el producto está muy atrás y resultaría un poco incomodo, el diseño es muy poco estético, no importa mucho, pero es un factor importante para el usuario.
25. Cambiaría la forma del inodoro por una forma más minimalista o moderna.
26. entiendo que se busca la sencillez y un cierto minimalismo pero siento que automatizar un poco más el sistema quitaría problemáticas futuras, como por ejemplo que la tapa se levante por un sensor de proximidad en lugar de por el pedal; en caso de que el usuario no cumpliera con lo indicado o interrumpiera el proceso, existen medidas de emergencia o mecanismos por así decirlo auxiliares?; además de la duda de si la fuerza de sanitización es suficiente para eliminar elementos residuales, independientemente del proceso químico que se necesita para un limpiado optimo
27. Todo está bien
28. Tal vez cambiaría la forma de este por algo un poco más usual debido a que el cliente es muy visual y al ver que es algo como nuevo en su forma no estaría confiado en él, agregando de que hay clientes más visuales y ordenados y al ver que no es de cerámica como los objetos de su baño no lo compraría.

Anexo 4. Matrices morfológicas

Combinación de conceptos 1

Aislamiento	Limpieza	Activación de proceso	Alertamiento	Traslado	Alimentación eléctrica
Cámara de limpieza fija con asiento móvil	Aspersores	Interruptor eléctrico de botón	Visual	Servomotor	Batería
Cámara de limpieza móvil con asiento fijo	Cepillos	Interruptor eléctrico de pedal	Sonoro	Mecanismo de engranajes	Tomacorriente
	Esponjas	Sensor de proximidad	Mixto	Mecanismo de barras	Mixto
		Sensor de sonido		Contrapeso	

Combinación de conceptos 2

Aislamiento	Limpieza	Activación de proceso	Alertamiento	Traslado	Alimentación eléctrica
Cámara de limpieza fija con asiento móvil	Aspersores	Interruptor eléctrico de botón	Visual	Servomotor	Batería
Cámara de limpieza móvil con asiento fijo	Cepillos	Interruptor eléctrico de pedal	Sonoro	Mecanismo de engranajes	Tomacorriente
	Esponjas	Sensor de proximidad	Mixto	Mecanismo de barras	Mixto
		Sensor de sonido		Contrapeso	

Combinación de conceptos 3

Aislamiento	Limpieza	Activación de proceso	Alertamiento	Traslado	Alimentación eléctrica
Cámara de limpieza fija con asiento móvil	Aspersores	Interruptor eléctrico de botón	Visual	Servomotor	Batería
Cámara de limpieza móvil con asiento fijo	Cepillos	Interruptor eléctrico de pedal	Sonoro	Mecanismo de engranajes	Tomacorriente
	Esponjas	Sensor de proximidad	Mixto	Mecanismo de barras	Mixto
		Sensor de sonido		Contrapeso	

Combinación de conceptos 4

Aislamiento	Limpieza	Activación de proceso	Alertamiento	Traslado	Alimentación eléctrica
Cámara de limpieza fija con asiento móvil	Aspersores	Interruptor eléctrico de botón	Visual	Servomotor	Batería
Cámara de limpieza móvil con asiento fijo	Cepillos	Interruptor eléctrico de pedal	Sonoro	Mecanismo de engranajes	Tomacorriente
	Esponjas	Sensor de proximidad	Mixto	Mecanismo de barras	Mixto
		Sensor de sonido		Contrapeso	

Combinación de conceptos 5

Aislamiento	Limpieza	Activación de proceso	Alertamiento	Traslado	Alimentación eléctrica
Cámara de limpieza fija con asiento móvil	Aspersores	Interruptor eléctrico de botón	Visual	Servomotor	Batería
Cámara de limpieza móvil con asiento fijo	Cepillos	Interruptor eléctrico de pedal	Sonoro	Mecanismo de engranajes	Tomacorriente
	Esponjas	Sensor de proximidad	Mixto	Mecanismo de barras	Mixto
		Sensor de sonido		Contrapeso	

Combinación de conceptos 6

Aislamiento	Limpieza	Activación de proceso	Alertamiento	Traslado	Alimentación eléctrica
Cámara de limpieza fija con asiento móvil	Aspersores	Interruptor eléctrico de botón	Visual	Servomotor	Batería
Cámara de limpieza móvil con asiento fijo	Cepillos	Interruptor eléctrico de pedal	Sonoro	Mecanismo de engranajes	Tomacorriente
	Esponjas	Sensor de proximidad	Mixto	Mecanismo de barras	Mixto
		Sensor de sonido		Contrapeso	

Combinación de conceptos 7

Aislamiento	Limpieza	Activación de proceso	Alertamiento	Traslado	Alimentación eléctrica
Cámara de limpieza fija con asiento móvil	Aspersores	Interruptor eléctrico de botón	Visual	Servomotor	Batería
Cámara de limpieza móvil con asiento fijo	Cepillos	Interruptor eléctrico de pedal	Sonoro	Mecanismo de engranajes	Tomacorriente
	Esponjas	Sensor de proximidad	Mixto	Mecanismo de barras	Mixto
		Sensor de sonido		Contrapeso	

Combinación de conceptos 8

Aislamiento	Limpieza	Activación de proceso	Alertamiento	Traslado	Alimentación eléctrica
Cámara de limpieza fija con asiento móvil	Aspersores	Interruptor eléctrico de botón	Visual	Servomotor	Batería
Cámara de limpieza móvil con asiento fijo	Cepillos	Interruptor eléctrico de pedal	Sonoro	Mecanismo de engranajes	Tomacorriente
	Esponjas	Sensor de proximidad	Mixto	Mecanismo de barras	Mixto
		Sensor de sonido		Contrapeso	

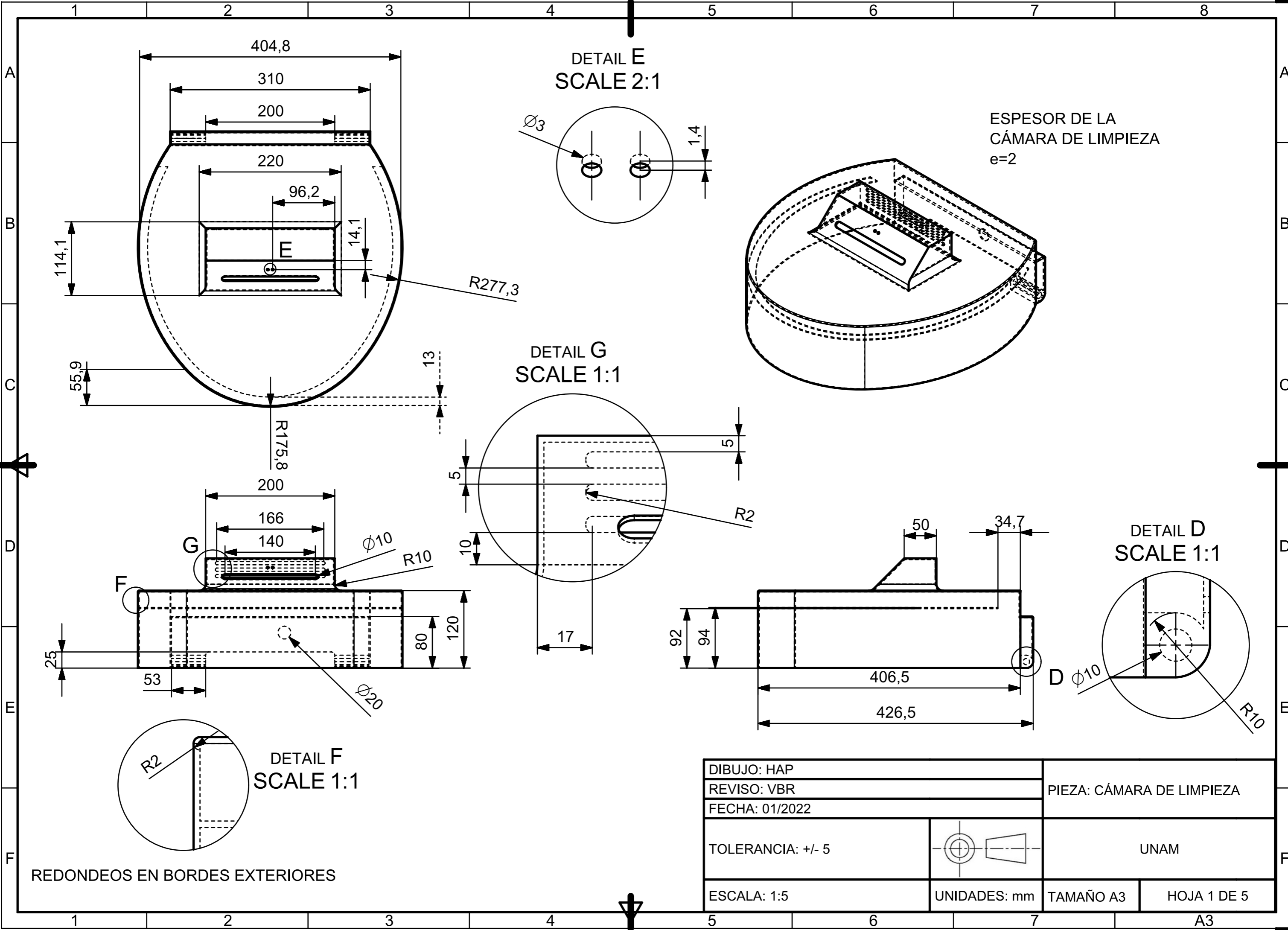
Combinación de conceptos 9

Aislamiento	Limpieza	Activación de proceso	Alertamiento	Traslado	Alimentación eléctrica
Cámara de limpieza fija con asiento móvil	Aspersores	Interruptor eléctrico de botón	Visual	Servomotor	Batería
Cámara de limpieza móvil con asiento fijo	Cepillos	Interruptor eléctrico de pedal	Sonoro	Mecanismo de engranajes	Tomacorriente
	Espojas	Sensor de proximidad	Mixto	Mecanismo de barras	Mixto
		Sensor de sonido		Contrapeso	

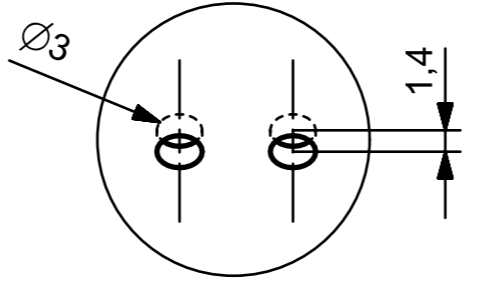
Combinación de conceptos 10

Aislamiento	Limpieza	Activación de proceso	Alertamiento	Traslado	Alimentación eléctrica
Cámara de limpieza fija con asiento móvil	Aspersores	Interruptor eléctrico de botón	Visual	Servomotor	Batería
Cámara de limpieza móvil con asiento fijo	Cepillos	Interruptor eléctrico de pedal	Sonoro	Mecanismo de engranajes	Tomacorriente
	Espojas	Sensor de proximidad	Mixto	Mecanismo de barras	Mixto
		Sensor de sonido		Contrapeso	

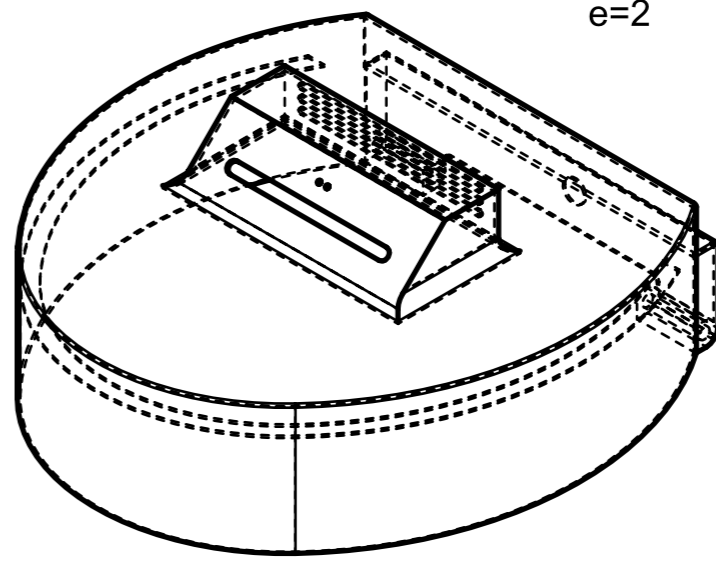
Anexo 5. Planos de fabricación



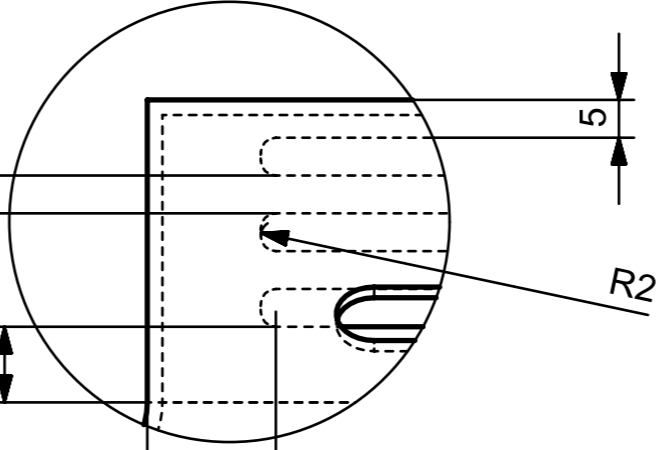
DETAIL E
SCALE 2:1



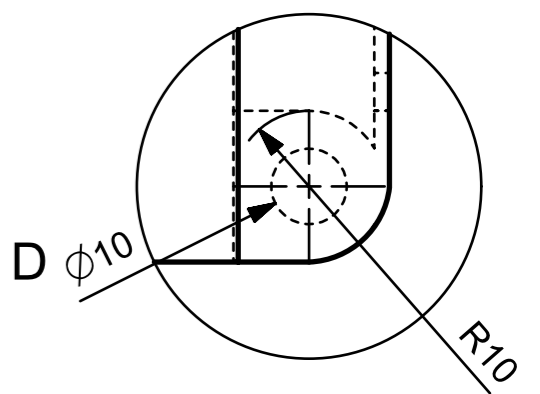
ESPESOR DE LA
CÁMARA DE LIMPIEZA
e=2



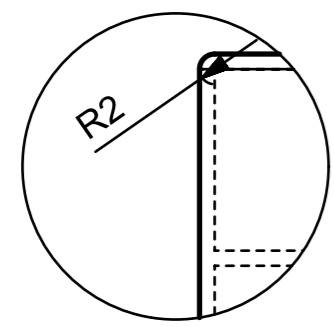
DETAIL G
SCALE 1:1



DETAIL D
SCALE 1:1



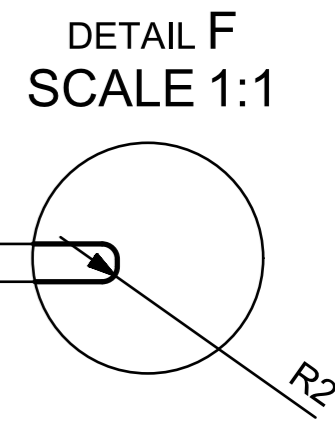
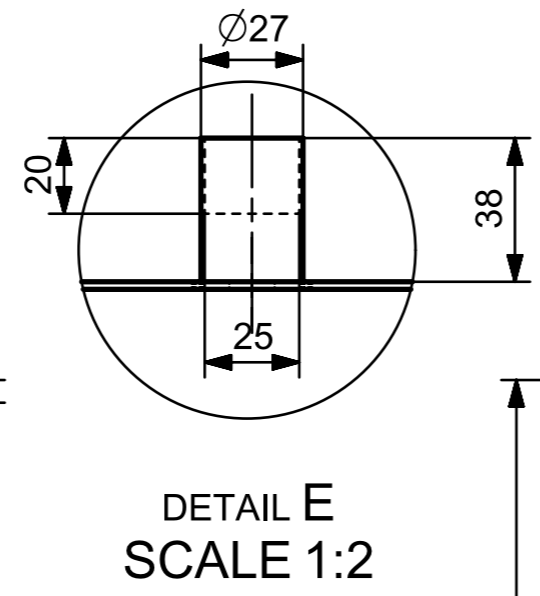
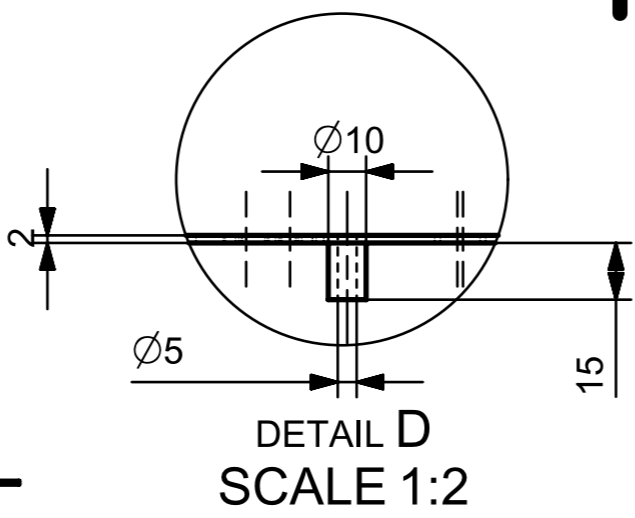
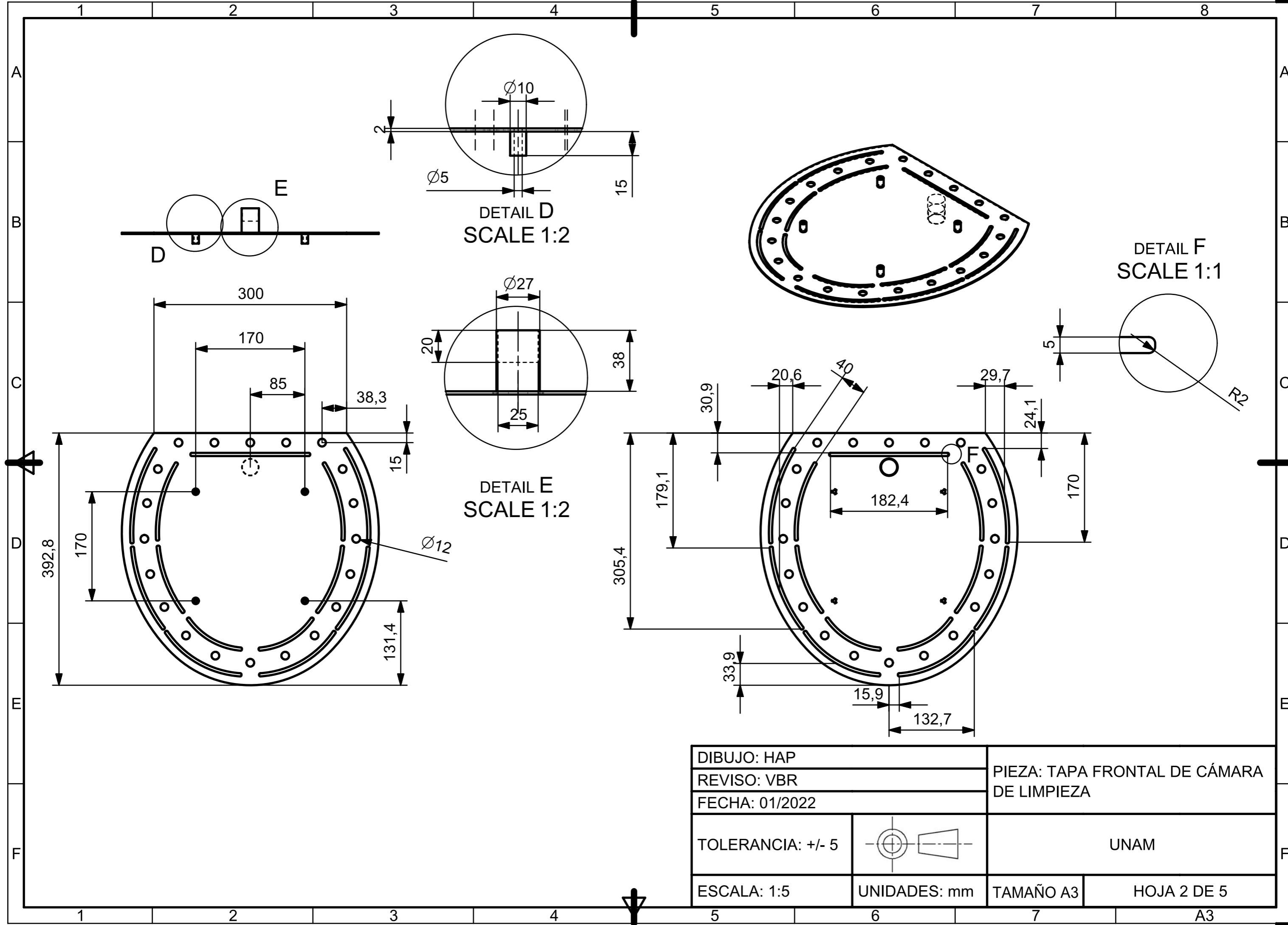
DETAIL F
SCALE 1:1

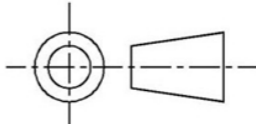


REDONDEOS EN BORDES EXTERIORES

DIBUJO: HAP		PIEZA: CÁMARA DE LIMPIEZA	
REVISO: VBR			
FECHA: 01/2022			
TOLERANCIA: +/- 5		UNAM	
ESCALA: 1:5		UNIDADES: mm	TAMAÑO A3

A3

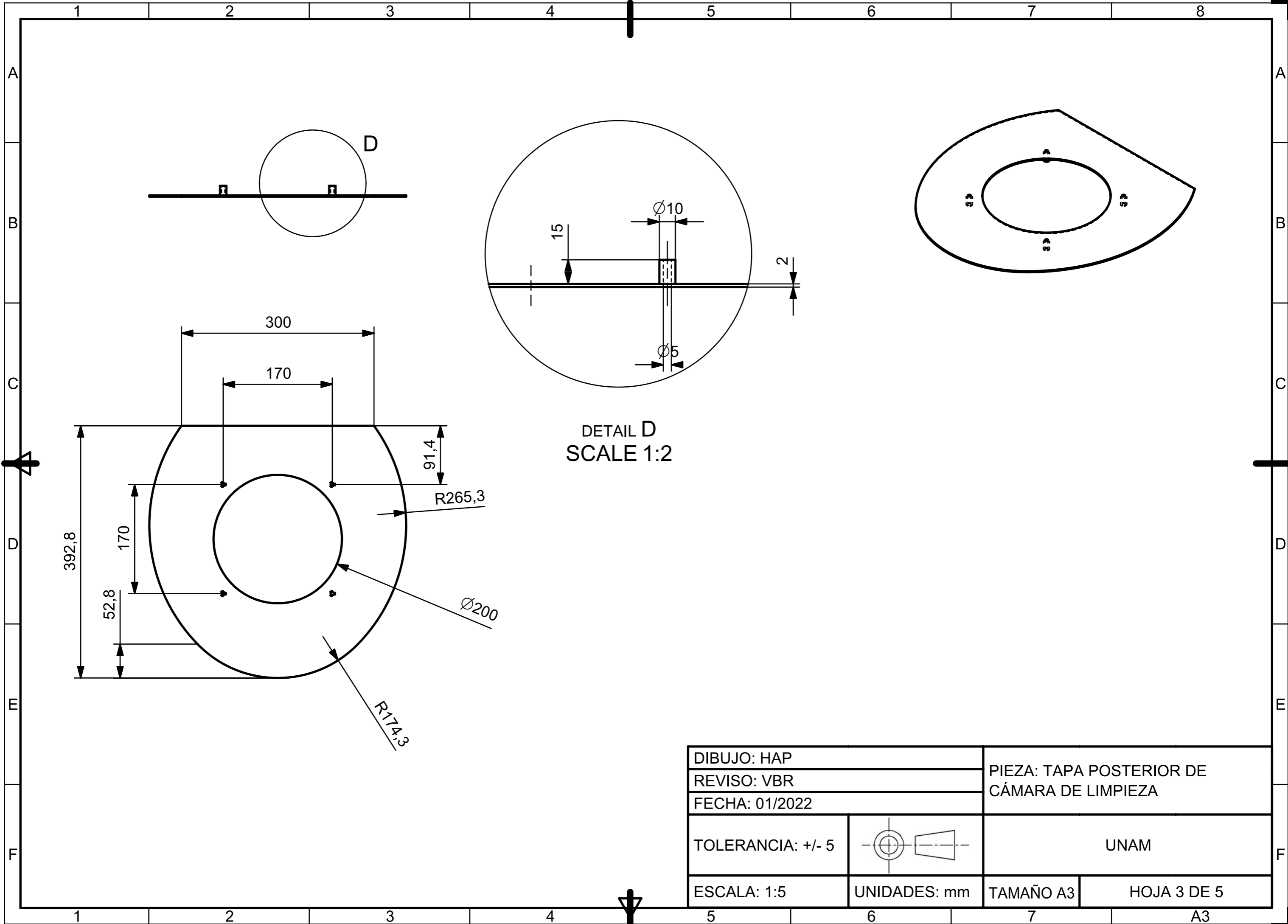


DIBUJO: HAP		PIEZA: TAPA FRONTAL DE CÁMARA DE LIMPIEZA	
REVISO: VBR			
FECHA: 01/2022			
TOLERANCIA: +/- 5		UNAM	
ESCALA: 1:5	UNIDADES: mm	TAMAÑO A3	HOJA 2 DE 5

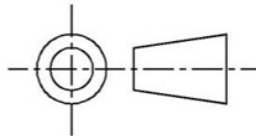
1 2 3 4 5 6 7 8

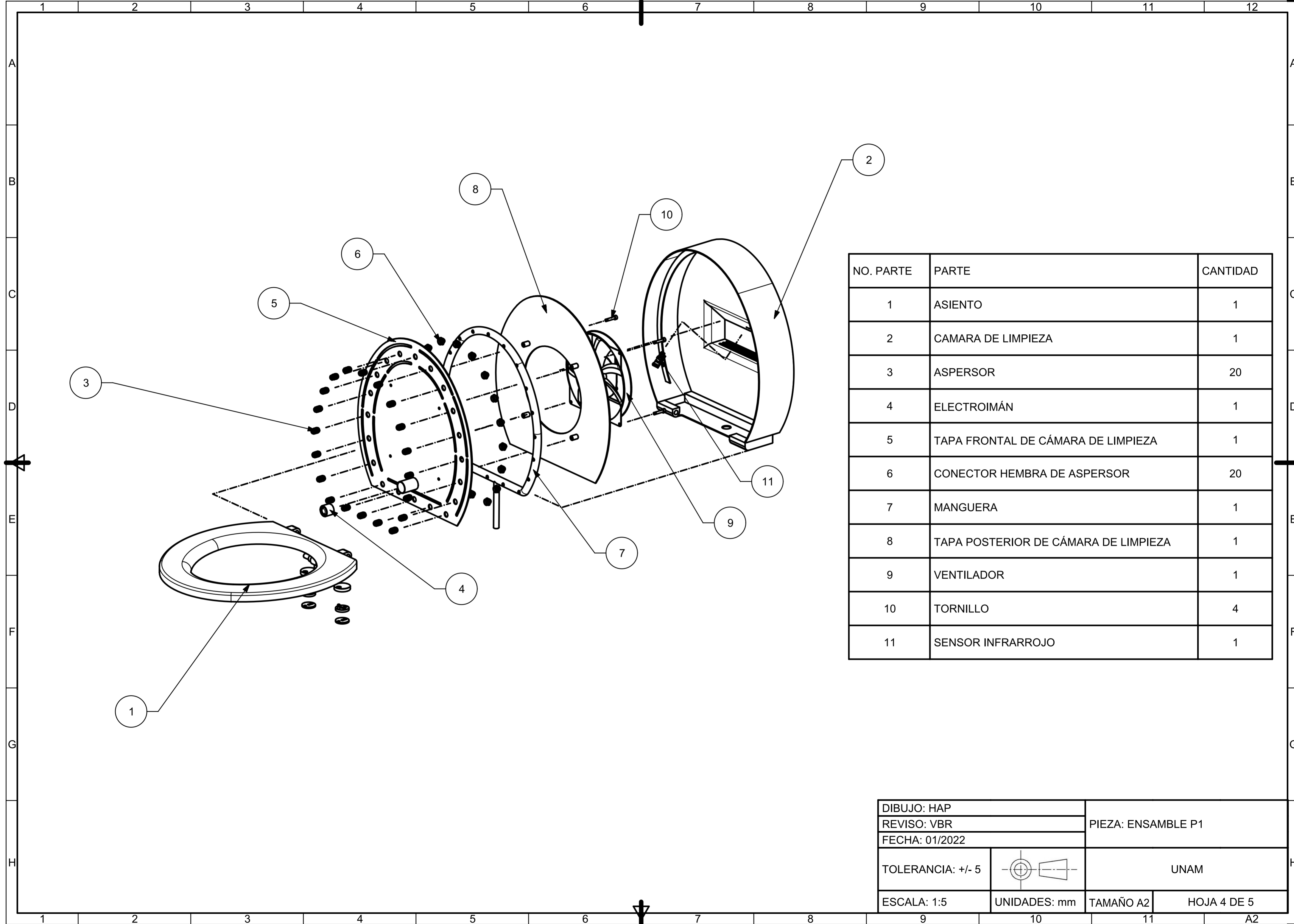
A B C D E F

1 2 3 4 5 6 7 A3



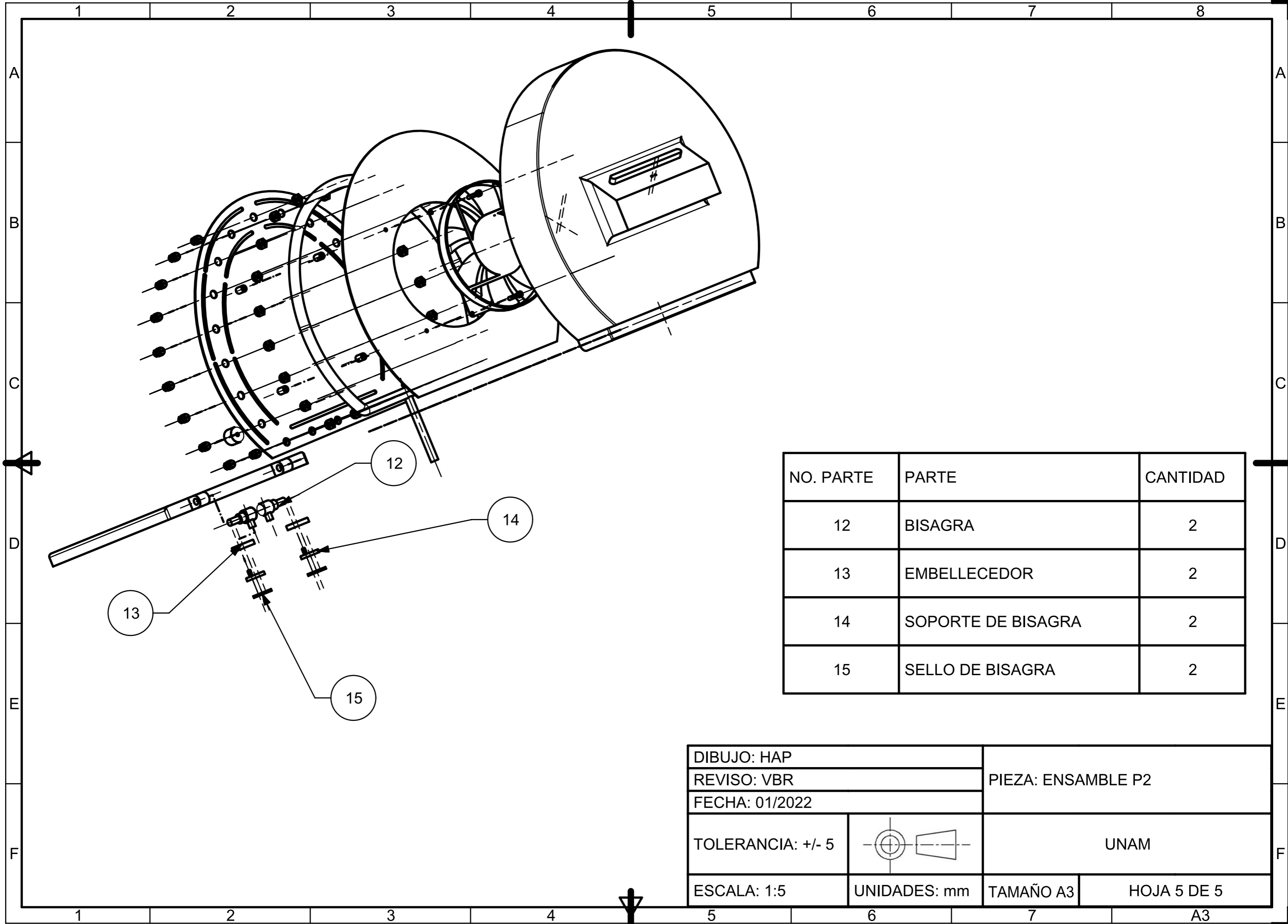
DETAIL D
SCALE 1:2

DIBUJO: HAP		PIEZA: TAPA POSTERIOR DE CÁMARA DE LIMPIEZA	
REVISO: VBR			
FECHA: 01/2022			
TOLERANCIA: +/- 5		UNAM	
ESCALA: 1:5	UNIDADES: mm		
	TAMAÑO A3	HOJA 3 DE 5	

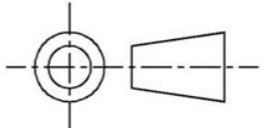


NO. PARTE	PARTE	CANTIDAD
1	ASIENTO	1
2	CAMARA DE LIMPIEZA	1
3	ASPERSOR	20
4	ELECTROIMÁN	1
5	TAPA FRONTAL DE CÁMARA DE LIMPIEZA	1
6	CONECTOR HEMBRA DE ASPERSOR	20
7	MANGUERA	1
8	TAPA POSTERIOR DE CÁMARA DE LIMPIEZA	1
9	VENTILADOR	1
10	TORNILLO	4
11	SENSOR INFRARROJO	1

DIBUJO: HAP		PIEZA: ENSAMBLE P1	
REVISO: VBR			
FECHA: 01/2022			
TOLERANCIA: +/- 5		UNAM	
ESCALA: 1:5	UNIDADES: mm	TAMAÑO A2	HOJA 4 DE 5



NO. PARTE	PARTE	CANTIDAD
12	BISAGRA	2
13	EMBELLECEDOR	2
14	SOPORTE DE BISAGRA	2
15	SELLO DE BISAGRA	2

DIBUJO: HAP		PIEZA: ENSAMBLE P2	
REVISO: VBR			
FECHA: 01/2022			
TOLERANCIA: +/- 5		UNAM	
ESCALA: 1:5	UNIDADES: mm	TAMAÑO A3	HOJA 5 DE 5