

Trabajo Fin de Grado

Diseño e implementación de material didáctico interactivo basado en caso real sobre diseño industrial de carcasa de máquina expendedora

Design and implementation of interactive didactic material based on a real case on industrial design of vending machine casing

Autor/es

Iván Hernando Arche

Director/es

Enrique Tardío Monreal

ESCUELA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo del Producto

2021 / 2022

ÍNDICE

Resumen	3
Capítulo 1. Fase de investigación	4
1.1. Modelado 3D	5
1.2. Autodesk Inventor	7
1.3. ¿En qué consiste el producto?	8
1.4. Información sobre chapa	10
Capítulo 2. Fase de desarrollo	13
2.1. Guía didáctica: Tipos de archivos	16
2.2. Guía didáctica: Modelado de una pieza de chapa	20
2.3. Guía didáctica: Análisis general de la máquina	28
2.4. Guía didáctica: Descripción de un dispositivo	31
2.5. Guía didáctica: Análisis de funcionamiento	36
2.6. Guía didáctica: Realización de un explosionado	40
2.7. Guía didáctica: Desarrollo de chapa	43
2.8. Guía didáctica: Análisis de interferencias	46
2.9. Guía didáctica: Exportación de archivos	48
Capítulo 3. Diseño y desarrollo de un entorno interactivo	50
Capítulo 4. Conclusiones	56
Capítulo 5. Referencias	58

RESUMEN

El trabajo de fin de carrera que se expone a continuación trata sobre la planificación, diseño y desarrollo de material didáctico para la formación educativa de técnicos de diseño industrial. Estas guías se basan en un caso de estudio real de una máquina expendedora de billetes de autobús. Para la creación de este trabajo se parte de la documentación otorgada por la empresa Prepay Technologies, empresa especializada en este tipo de terminales, en forma de planos en formato PDF de las diferentes piezas que conforman una versión anterior de una de sus máquinas expendedoras de billetes.

En este trabajo se abordarán los siguientes **objetivos** basándose en la definición del proyecto:

- Creación de los modelos 3D virtuales de las diferentes piezas del terminal.
- Elaboración de ensamblajes a partir de los componentes de los conjuntos y subconjuntos que determinan la geometría del mecanismo.
- Comprobaciones y correcciones del modelo para evitar problemas de colisiones o fallos de diseño.
- Producción de documentación técnica de planos, presentaciones de montaje y desmontaje y funcionamiento de los dispositivos.
- Sistema de autoevaluación del aprendizaje autónomo.

La **metodología** seguida en el presente trabajo parte de un enfoque general basado en mostrar de una forma didáctica el proceso de diseño industrial para el modelaje de una máquina expendedora. Estas guías se definen a través del proceso detallado de prototipado virtual para el análisis de funcionamiento y dimensionado de los elementos.

Mediante la utilización de la aplicación de CAD (Diseño asistido por Ordenador) paramétrico Autodesk Inventor, este trabajo de fin de grado pretende guiar al usuario durante el proceso del modelado completo de las piezas que componen la

estructura mecánica de una maquinaria, pudiendo utilizar esta información para la realización de cualquier otro proyecto. Para ello, se documenta el proceso completo de modelado de algunos de los componentes de esta máquina expendedora, de una forma ilustrativa, detallada y visual para que el usuario mejore sus capacidades de modelado en piezas de este tipo.

Además de acompañar al alumno en el modelaje de los diferentes componentes, también se pretende documentar, de esta misma manera didáctica, el proceso de creación de los ensamblajes, utilizando algunos como ejemplo. Incorporando en estas guías ayudas para el análisis de los resultados y la verificación de fallos, junto con propuestas de correcciones para la mejora y rediseño del dispositivo en cuestión.

Así mismo, se determina la mejor manera de mostrar en un entorno interactivo la documentación generada, de forma que se pueda acceder a la visualización de piezas y ensamblajes, a la información técnica de los componentes, a los planos 2D, a los modelos 3D interactivos y a las presentaciones y simulaciones de funcionamiento, montaje o procesos de creación de los modelos 3D.

Por último, se finalizan estas fichas formativas con una autoevaluación realizada mediante un pequeño test en el que el alumno deberá contestar una serie de preguntas, con el fin de comprobar el nivel de aprendizaje alcanzado, además de conocer las soluciones correctas de las mismas.

Capítulo 1

Fase de investigación

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1. Modelado 3D

Introducción

El modelado 3D es una técnica utilizada para crear volúmenes en tres dimensiones con un aspecto realista que se realiza mediante el uso de un software.

Es una herramienta de gran importancia para el desarrollo y optimización de proyectos, además de ser vital en la definición de los procesos de fabricación y en el marketing.

Con el software adecuado, la creación del modelado 3D permite simular el movimiento y funcionamiento de los diferentes componentes, predecir errores en el mecanismo y generar imágenes en alta definición a partir del objeto modelado, que pueden ser utilizadas en campañas publicitarias, manuales de montaje u otros medios. Actualmente, en la industria es cada vez más utilizado el modelado virtual previos a la fabricación de la serie de productos finales con el fin de comprobar fallos y hacer ajustes de tolerancias.

Este tipo de técnica digital cuenta con numerosas ventajas, sobre todo en la fase de diseño e ideación del producto. Las principales son que disminuye el tiempo de desarrollo, reduce los costes, permite realizar pruebas de prototipado de manera virtual y permite la venta anticipada, ya que incluye una fase de renderizado, una solución que transforma el modelo en una imagen realista de alta definición.

Diferencias entre modelado paramétrico y no paramétrico

Existen dos tipos de modelados, el paramétrico y el no paramétrico o directo.

El modelado paramétrico es un sistema que permite describir todo el proceso de diseño y una manera de trabajar independientemente del estilo al que pertenezca. El modelo está definido por un número de datos variables y modificables que

crean relaciones asociadas a las que se denominan parámetros. Cuando uno de estos es editado, el sistema detecta al instante los elementos afectados y el software calcula y optimiza automáticamente los nuevos cambios, actualizando el modelo de forma coherente, lo que permite la creación de componentes dinámicos no finales.

El modelado no paramétrico o directo es un sistema de mayor velocidad y simplicidad con el que se puede generar la geometría final cumpliendo los requisitos del proyecto acabado. Su funcionamiento es diferente al anterior, ya que a la hora de diseñar, se parte de un volumen como puede ser una esfera, un tetraedro o un cubo perteneciente a un espacio de dimensión infinita.

Programas de modelado

Existen gran variedad de herramientas de diseño asistido por ordenador (CAD). Algunos de estos programas incluyen un software dedicado al renderizado de imágenes, otros a la exploración creativa e, incluso algunas de estas herramientas se encargan de realizar análisis y simulaciones mecánicas.

A continuación, se puede observar una tabla con los datos recogidos por la empresa All3DPro en la que se muestran seis de los programas más utilizados en este sector comparando compatibilidad, precio de mercado y público al que va dirigido.

1. FASE DE INVESTIGACIÓN


Logotipo	Programa	Público objetivo	Compatibilidad	Precio
 AUTOCAD	AutoCAD	Usuarios profesionales centrados en el diseño 2D y 3D, en concreto ingenieros, arquitectos y expertos en la construcción	Windows, MacOS, iOS, Android	2342 €/año
	Fusion 360	Profesionales de cualquier industria que requieran tener el diseño, ingeniería y fabricación en un único programa	Windows, MacOS	503 €/año
	Catia	Usuarios industriales especializados en la industria aeroespacial y automotriz	Windows	1860 €/año + pago único de 11.170 €
 INVENTOR	Autodesk Inventor	Enfoque similar de AutoCAD más 3D, centrado en el diseño mecánico, documentación y simulación de productos. Especialmente para ingenieros y diseñadores industriales	Windows, MacOS, iOS, Android	2886 €/año
	SolidWorks	Amplia gama de usuarios industriales, especialmente de los sectores aeroespacial, de máquina pesada, médico y energético	Windows	1200 €/año + pago único de 3720 €
	Siemens NX	Grandes equipos de ingeniería que necesitan la integración con PLM	Windows, MacOS, Linux	1490 €/año + pago único de 5400 €

Tabla comparativa de programas de modelado 3D

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.2. Autodesk Inventor

Introducción

Entre la gran variedad de programas de modelado 3D comentados en el apartado anterior, Autodesk Inventor es el programa que se va a utilizar para la fabricación virtual de piezas y ensamblajes de este proyecto.

Se trata de un paquete de modelado que funciona a partir de volúmenes sólidos y ha sido producido por la empresa de software Autodesk. Este programa se utiliza en el diseño ingenieril para generar y mejorar los nuevos productos. Al tratarse de un programa con orientación profesional tiene múltiples prestaciones, entre ellas cabe destacar el diseño paramétrico de piezas, el montaje de ensamblajes y la simulación de los resultados.

¿Por qué este programa?

Una de las principales diferencias de este programa respecto al resto de comentados, es que ofrece facilidades para estudiantes o profesorado. Autodesk permite obtener una licencia gratuita, sujeta a los términos de servicio, que permite la descarga e instalación del programa hasta en dos dispositivos diferentes, siempre y cuando la única finalidad de su uso sea con fines educativos.

Otra gran ventaja de este programa respecto a sus competidores es su funcionamiento a través de proyectos. Se trata de un sistema encargado de organizar y vincular los archivos de las diferentes piezas que conforman un mismo proyecto de diseño, es decir, se encarga de almacenar las diversas rutas a los documentos donde se localizan los datos de diseño del producto. Estos pueden abarcar desde modelajes de piezas y ensamblajes hasta componentes comerciales de empresas, como tornillería y accesorios, o elementos extraídos de bibliotecas de materiales.



Figura 0: Programa Autodesk Inventor

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.3. ¿En qué consiste el producto?

Introducción

Este proyecto fin de carrera se va a centrar en la documentación de un caso práctico de modelaje y ensamblaje explicado a continuación. Para la realización de este, se han modelado las piezas en tres dimensiones y se han ensamblado teniendo en cuenta las características de una serie de elementos electrónicos comerciales como la impresora, el monedero, el shutter electrónico, el monitor de quince pulgadas, etc., para el diseño de la estructura en función de su posicionamiento de forma global.

Descripción

El producto modelado consiste en una máquina de autoservicio utilizada para la compra y recarga de títulos de transporte público que forma parte del catálogo de la empresa Prepay Technologies.

Está formado por una serie de componentes que permiten el perfecto funcionamiento de la máquina. Los principales son el conjunto cajón, la cerradura, los dispensadores, el chasis y la puerta. En el apartado *Guía didáctica: Análisis general (página 28)*, se puede encontrar información más detallada sobre cada uno de ellos.

Esta máquina la podemos encontrar en las calles de varias ciudades españolas como Palma de Mallorca, Tenerife o Córdoba junto a sus paradas de autobús y permite que los usuarios puedan realizar los pagos mediante dinero en efectivo, tanto monedas como billetes, o con tarjeta.

Por lo que hace a sus materiales, el presente producto ha sido fabricado en chapa metálica, más concretamente, en chapa de acero galvanizado y acero inoxidable AISI 316, a excepción de los componentes electrónicos comprendidos en su interior, la compuerta principal fabricada en policarbonato y el soporte del monitor, este último elaborado en nylotron caylon de color negro.



Figura 1: Máquina expendedora cerrada

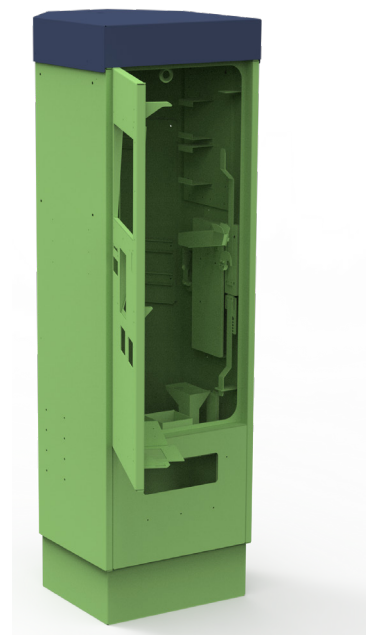


Figura 2: Máquina expendedora abierta

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

Dimensiones de los componentes electrónicos

Para el modelaje de la máquina de autoservicio se ha adaptado la estructura del dispositivo a unos componentes específicos que tienen una dimensión determinada, con unos agujeros para su posicionamiento y con una planificación de sujeción clara en el interior de la máquina.

Por ejemplo, el monedero, un elemento comercial de la empresa Gryphon que permite dar cambio en efectivo de monedas en caso de que el importe introducido por el usuario no haya sido exacto.

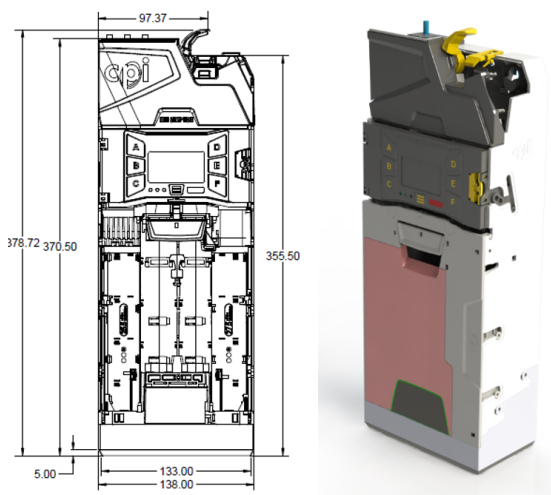


Figura 3: Monedero Gryphon

Diseño gráfico aplicado al producto

El diseño gráfico que ha sido aplicado a esta máquina expendedora concreta fue diseñado, especialmente, para la ubicación donde fue instalado el terminal, situado en la isla de Tenerife (Islas Canarias). Este diseño sigue un patrón de requisitos impuestos por las ordenanzas municipales de la ciudad, con el objetivo de no alterar la estética urbana del entorno directo donde se encuentra.

El diseño gráfico de esta máquina expendedora de billetes consiste en unos vinilos adheridos a la estructura del chasis en las zonas laterales y frontal, dejando el resto del terminal, únicamente pintado. Los colores utilizados para el cuerpo forman parte de una misma gama cromática, siendo todos diferentes tonos de verde. En los laterales de la máquina se puede ver una sencilla ilustración que simula una zona urbana, mientras que en el gorro de la máquina se ha utilizado un color de relleno azul oscuro, que destaca en el verde fondo, donde aparece la información sobre la empresa de autobuses o la ciudad donde ha sido instalada, serigráfica en blanquiverde.



Figura 4: Vinilo zona superior



Figura 5: Vinilo cuerpo

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.4. Información sobre chapa

Introducción

El material escogido para la fabricación de esta máquina expendedora por indicaciones de la propia empresa, es la chapa metálica. Para la elección de este material se han considerado diversos factores, como el coste de producción, siendo este más económico que la fabricación en molde, el cumplimiento de los requisitos mecánicos y las propiedades físicas óptimas para su correcto funcionamiento.

En la elaboración de una pieza de chapa se debe seguir un proceso concreto. El primer paso es partir de una plancha plana de material, es decir, de una lámina metálica de grosor uniforme a la que posteriormente se le realizan las operaciones de recorte, plegado y/o troquelado, de entre otras.

Así mismo, con fines de fabricación, durante el plegado de la chapa, el tipo y tamaño de desahogo, además del radio suelen ser los mismos en toda la pieza con el objetivo de optimizarla. Para su correcto diseño en ordenador, se deben especificar estos parámetros de tipo y dimensión de desahogo, y el software, de manera automática, los aplica en el proceso de creación.

Durante el modelaje, es recomendable transformar el modelo plegado a un desarrollo, para comprobar que no existe ningún error notable y que todo se está realizando de forma correcta. Hay que recordar que en el proceso de montaje se parte de la lámina plana ya recortada y troquelada para, a continuación, realizar los plegados necesarios.

Una vez terminado este proceso de modelaje, fabricación y montaje, la pieza queda preparada para su terminación a base de fijaciones mecánicas de uniones metálicas desmontables como tornillos o tuercas, o la aplicación de elementos de aporte de soldadura que sellen cierres de piezas y/o uniones.

Tratamientos

Habitualmente, tras la finalización del procedimiento explicado anteriormente, este tipo de piezas suelen pasar por un proceso de acabado, como un tratamiento químico o una pintura.

Dependiendo del material utilizado, la superficie de algunas piezas no es capaz de prevenir la oxidación y la corrosión, por lo que es necesario realizar un tratamiento superficial. Algunos de los más utilizados son:

- **Recubrimiento en polvo:** este tratamiento consiste en pulverizar pequeñas partículas de material seco sobre la superficie de trabajo de la pieza. Ésta absorbe el polvo de forma uniforme en toda su superficie creando una fina capa que protege el material. Algunas de sus ventajas son que no genera residuos por disolventes, por lo que reduce los riesgos en la salud de los trabajadores y, además, es más respetuoso con el medio ambiente. Este revestimiento ofrece un menor riesgo de incendio y reduce su tiempo de procesado al no necesitar de un periodo de evaporado tan largo como las pinturas a base de agua.



Figura 6: Recubrimiento en polvo

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

- **Pintura líquida:** Este tipo de recubrimiento se utiliza a presión o mediante un campo electrostático que ayude a adherir la pintura a la superficie de la pieza, para lograr efectos anticorrosivos. Al tratarse de una pintura en aerosol, se deben aplicar tres capas de material y es necesario un secado al aire entre ellas, que puede durar hasta 24 horas. Algunas de sus ventajas son que tiene un coste relativamente bajo respecto al resto de soluciones y ofrece gran disponibilidad de colores. De hecho, es posible mezclar varios colores para crear diferentes efectos sobre la superficie pintada.

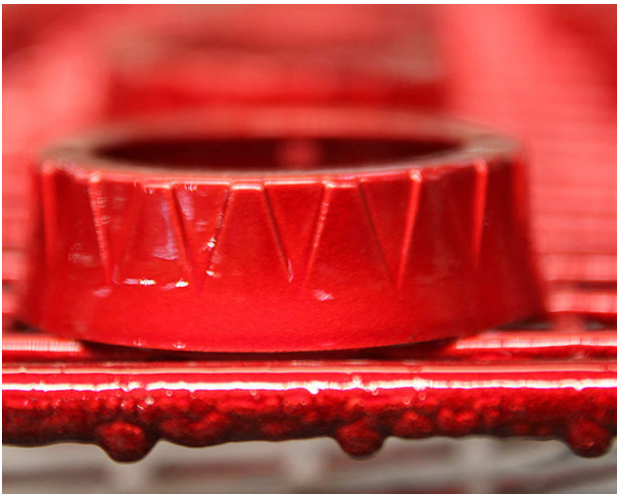


Figura 7: Pintura líquida

- **Granallado:** Este consiste en un proceso previo al tratamiento que utiliza aire comprimido para proyectar partículas a gran velocidad sobre la superficie a tratar. Es un tratamiento superficial por impacto que limpia la pieza generando una rugosidad en el plano, lo que logra una excelente limpieza y acabado superficial para el posterior tratamiento de adherencia y anclado. Estas características garantizan un bajo mantenimiento gracias a la escasa aparición de óxido, a un mejor agarre de la pintura debido a la rugosidad generada, al endurecimiento superficial que produce y a su pulido de imperfecciones.

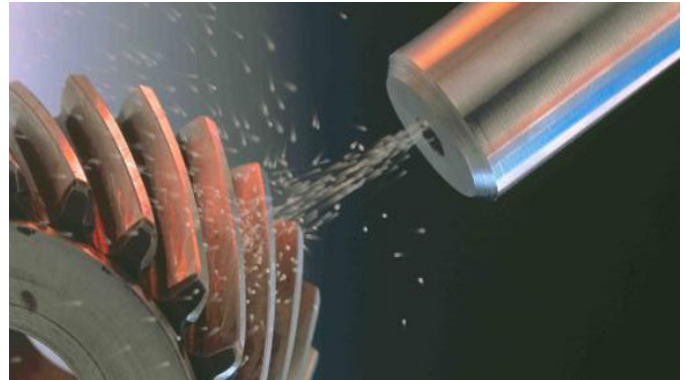


Figura 8: Granallado

Tipos de chapa utilizadas en la máquina expendedora

Como se ha explicado anteriormente en la descripción del producto modelado, las piezas de la presente máquina expendedora están fabricadas en diferentes tipos de chapa metálica.

Estas láminas también varían en su grosor entre ellas y los espesores utilizados son de 1, 1.5, 2 y 3 milímetros en función de la resistencia requerida en cada uno de los componentes.

Otra de las variaciones más evidentes es el material que las conforma según la finalidad de las diferentes piezas. Estas chapas pueden ser de acero galvanizado o de acero inoxidable AISI 316 y AISI 304, en este caso concreto.

Con el objetivo de dar a conocer las características de estos materiales se hará, a continuación, una breve explicación de cada uno de ellos.

El acero galvanizado es una aleación de hierro y carbono a la que se le aplica un tratamiento final recubriéndolo con varias capas de zinc. Esto permite que el material sea más resistente y duradero que el acero no galvanizado, además aporta una mayor resistencia a rayaduras y protección contra la oxidación. El acabado exterior del acero galvanizado

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

se caracteriza principalmente por ser una superficie metálica brillante de color grisáceo.

En cambio, el acero inoxidable, siendo también una aleación de hierro y carbono, pero a la que se añade una gran cantidad de cromo, logrando así una excelente resistencia a la corrosión. Ambos aceros, tanto el inox. 304 y el 316, contienen además otros elementos de aleación como fósforo, manganeso, silicio y sulfuro, pero la principal diferencia entre ambos es que el inox. 316, contiene molibdeno, metal que ofrece una mayor resistencia a la corrosión de la chapa sobre todo en lugares salinos y expuestos al cloruro. Por ese motivo, este material es más adecuado para piezas metálicas situadas en zonas cercanas al mar pero, tanto uno como otro, son adecuados para ambientes extremos.

Capítulo 2

Fase de desarrollo

2. FASE DE DESARROLLO

Guías didácticas

Introducción

La elaboración de este trabajo se va a basar en la realización de guías didácticas formativas. Estos manuales son una herramienta de material educativo, cargada de motivación y apoyo al usuario, y es una pieza clave en el proceso de enseñanza, sobre todo cuando esta es a distancia y/o de manera autodidacta.

Tiene cuatro funciones principales. La primera, la función motivadora, donde se despierta el interés y la atención en el proceso de estudio, acompañando al usuario de una forma didáctica y guiada. La segunda es la función facilitadora del aprendizaje, la cual establece unas metas y logros que orientan el estudio. La siguiente función es la de orientación, esta fomenta la capacidad de organización del propio usuario. Por último, la función evaluadora, que dispone de ejercicios de ejemplo para la autocomprobación del aprendizaje alcanzado, de esta manera el usuario controla su progreso y sus carencias de manera autónoma.

Tipos de guías

Las guías didácticas elaboradas en este trabajo son las siguientes:

- **Tipos de archivos:** En estas fichas se explican los cuatro tipos de archivos diferentes que se pueden crear en Autodesk Inventor, dando conocimiento al usuario sobre los diferentes comandos que se pueden utilizar y las pestañas y opciones que incluye cada uno de estos. Para facilitar el aprendizaje de estos conceptos, se representa un componente de ejemplo basado en la máquina expendedora modelada.
- **Modelado de una pieza:** Con el fin de que el alumno adquiera los conocimientos básicos de modelaje, se muestran las dos estrategias diferentes que puede plantear el usuario acerca

de empezar a modelar y se explica el proceso paso a paso con dos piezas del conjunto.

- **Acceso general:** En este documento se analiza y explica el funcionamiento de cada uno de los grandes conjuntos que forman la máquina expendedora.
 - **Descripción de un dispositivo:** En este tipo de guía se analiza uno de los conjuntos principales que forman la máquina realizando una lista de elementos, planos de conjunto y despiece, además de incluir características de cada una de las piezas como el material, peso y espesor de la chapa con la que están fabricadas.
 - **Análisis de funcionamiento:** En este punto se explica el funcionamiento de apertura de la puerta de la máquina. Esta guía, se complementa con planos de conjunto de vistas explosionadas donde se pueden observar los componentes que la forman, y también incluye una simulación 3D en formato de vídeo de la apertura de la puerta.
 - **Realización de un explosionado:** En estas fichas se muestran las diferentes piezas que forman el conjunto del caso de estudio a analizar, se hace una breve explicación de lo que es el proceso de explosionado de forma general y se analiza un caso concreto basando la explicación en un vídeo de desmontaje.
 - **Desarrollo de chapa:** En este documento se concientia al alumno sobre la gran importancia del buen diseño de la chapa, explicando las razones por las cuales se requiere un correcto desarrollo de esta para su posterior fabricación.
- También incluye la información sobre una característica del programa que permite guardar instantáneas de las diferentes fases del plegado simulando el montaje en fábrica.

2. FASE DE DESARROLLO

- **Análisis de interferencias:** En este informe se aclara en qué consisten las interferencias, como se pueden analizar y comprender los datos que aporta el informe. Para complementar la explicación, se muestran dos ejemplos.
- **Exportación de archivos:** Finalmente, en esta última guía se exponen los diferentes tipos de archivos y formatos en los que se pueden exportar las piezas o ensamblajes generados en el programa.

2.1. GUÍA DIDÁCTICA: Tipos de archivos

En este nuevo punto del trabajo se expondrán diferentes ayudas didácticas sobre los archivos de dibujo, piezas, ensamblajes y presentación. Pero antes de comenzar a explicarlas en detalle, se deben conocer algunos aspectos importantes como su estructura y los diferentes tipos de archivos que se van a utilizar en esta memoria.

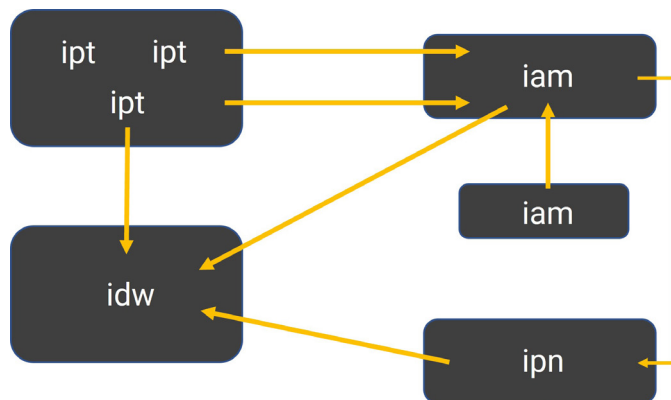


Figura 9: Relaciones entre archivos

Archivo de pieza IPT

El archivo IPT, responde a la extensión utilizada en el programa Autodesk Inventor para crear los diferentes documentos de piezas.

Al abrir o crear un "archivo pieza", en el menú contextual, se activa el "entorno pieza". En él se pueden encontrar diversos tipos de comandos que permiten crear, manipular y definir bocetos, así mismo posibilita realizar operaciones como extrusiones, barridos o agujeros, y operaciones auxiliares como planos o ejes ficticios. La combinación de todos o varios de estos comandos da lugar a la creación de una pieza.

El primer paso a realizar para modelar una pieza es graficar su boceto. Éste consiste en dibujar un trazado con su geometría correspondiente, que será necesario para la posterior aplicación de las operaciones anteriormente comentadas. Para lograr

una mayor precisión y exactitud es recomendable utilizar cotas y restricciones que limiten la figura. Las cotas permiten controlar el tamaño de los diferentes elementos de una misma pieza, y las restricciones establecen las diferentes relaciones geométricas entre ellos, como la perpendicularidad y el paralelismo.

El método utilizado por este programa es conocido como modelado paramétrico, el cual ha sido explicado con anterioridad en el presente trabajo. Haciendo una breve recapitulación, es necesario recordar la gran utilidad que supone este método, ya que permite modificar los datos y operaciones, y ver de forma automática su efecto en el modelo.

En la siguiente imagen (Figura 10), se puede observar una de las piezas que forman parte de esta máquina expendedora de billetes de autobús. Se trata de la pieza 2970140221 **soporte rampa individual** y funciona como base de sujeción para el dispensador de tarjetas. Este componente forma parte del archivo de ensamblaje 2970140119 **rampa individual dispensador**, que será explicado más adelante.

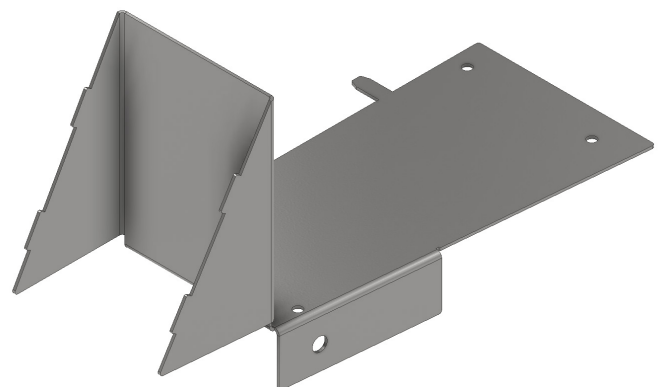


Figura 10: Archivo pieza

2.1. GUÍA DIDÁCTICA: Tipos de archivos

Archivo de ensamblaje IAM

Otra de las extensiones que emplea este programa es IAM, utilizada para los archivos de ensamblajes.

Al abrir o crear un “*archivo ensamblaje*”, en el menú contextual se activa el “entorno ensamblaje”. En él se pueden encontrar diversos tipos de comandos que permiten mover, rotar, unir o restringir la posición de unas piezas sobre otras. La combinación de todas o varias de estas operaciones da lugar a un ensamblaje.

Al igual que en los “*archivos pieza*” se pueden y deben crear relaciones, con el objetivo de lograr una mayor precisión en el ensamblaje de los diferentes componentes. Éstas permiten crear restricciones que controlan la posición y el comportamiento de los elementos, que pueden ser de coincidencia, ángulo, tangencia o inserción, y ayudan a especificar cómo deben ir encajadas las piezas de nuestro ensamblaje. Además, se puede obtener una vista previa de los efectos de una restricción antes de ser aplicada de forma definitiva.

En un archivo de ensamblaje no solo se pueden manipular piezas, sino que también existe la posibilidad de introducir varios de ellos. A estos se les conoce como subensamblajes.

Además, el programa permite utilizar los comandos de pieza comentados en el apartado anterior (Archivos de pieza) pudiendo modificar o crear nuevos elementos dentro del espacio “*entorno ensamblaje*”. De esta forma, podemos partir de un boceto y crear piezas durante el proceso de ensamblaje permitiendo una mayor percepción del espacio, ya que el resto de los componentes que forman el conjunto general continúan estando visibles.

Si se observa el monitor, en el navegador de ensamblaje ubicado en la zona izquierda del espacio de trabajo, se pueden ver las diversas piezas que

forman el conjunto, el origen de coordenadas, la variedad de representaciones visuales y las relaciones entre ellas. Además, permite activar y desactivar la visibilidad de los componentes, editar operaciones y restricciones, estructurar la lista de materiales y ejecutar otro tipo de tareas, como la supresión de la pieza o consultar sus propiedades.

En la siguiente imagen (*Figura 12*) se puede observar el ensamblaje **29701404 Conjunto dispensadores** junto con el navegador del modelo.

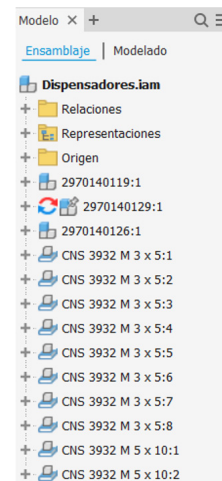


Figura 11: Navegador modelo

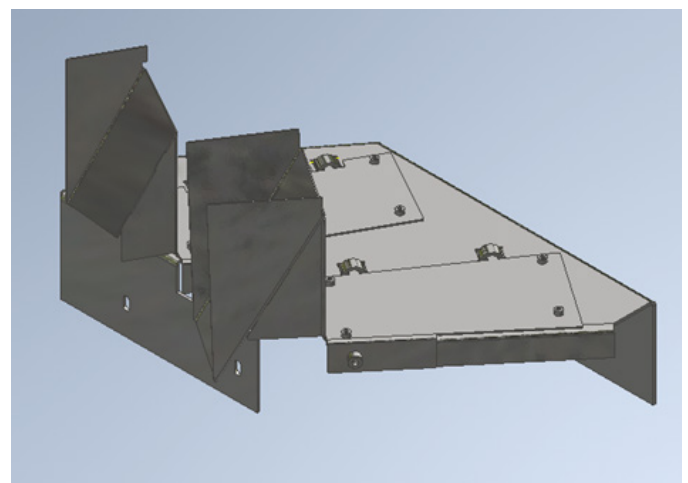


Figura 12: Archivo ensamblaje Conjunto dispensadores

2.1. GUÍA DIDÁCTICA: Tipos de archivos

Archivo de presentación IPN

Para los archivos de presentación, Autodesk Inventor utiliza la extensión IPN.

La creación de este tipo de archivos tiene dos propósitos. El primero, realizar una vista explosionada del ensamblaje modelado para insertarla en un plano de dibujo, y segundo, crear una animación que muestre el montaje del conjunto paso por paso.

Al abrir o crear un “*archivo de presentación*”, en el menú contextual se activa el “entorno presentación”. En él se pueden encontrar diversos tipos de comandos que permiten crear un nuevo guion gráfico o generar una nueva vista de instantánea, que consiste en guardar el estado actual del modelo y de la cámara. Adicionalmente, también dispone de acciones como mover y rotar componentes, modificar su opacidad y capturar una vista concreta.

Una vez finalizado el proceso de creación de una presentación, se disponen de tres formatos de exportación diferentes. El primero es crear una vista de dibujo a partir de la instantánea guardada en el “*archivo de presentación*”. La nueva vista se coloca en un plano que mantiene una relación directa con la vista de presentación, de forma que se actualiza automáticamente cuando se produce algún cambio en la original.

El segundo formato, es la exportación de vídeo. Éste se crea a partir del guion gráfico de animación y se pueden especificar el ámbito de publicación y las propiedades del archivo de salida.

Por último, el tercero consiste en generar una imagen a partir de la vistas de instantánea donde también se pueden modificar las propiedades y los formatos de salida compatibles son BMP, GIF, JPG, PNG y TIFF.

En la siguiente imagen (Figura 14) se puede observar el ensamblaje 29701404 **Conjunto cajón** junto con el entorno presentación explicado.

En la *Guía didáctica: Realización de un explosionado* (página 40), se puede ver un ejemplo en vídeo generado mediante este proceso.

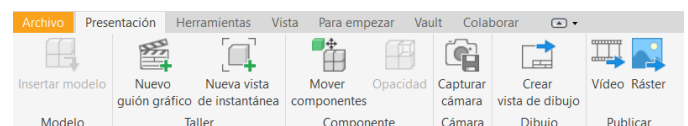


Figura 13: Cabecera entorno presentación

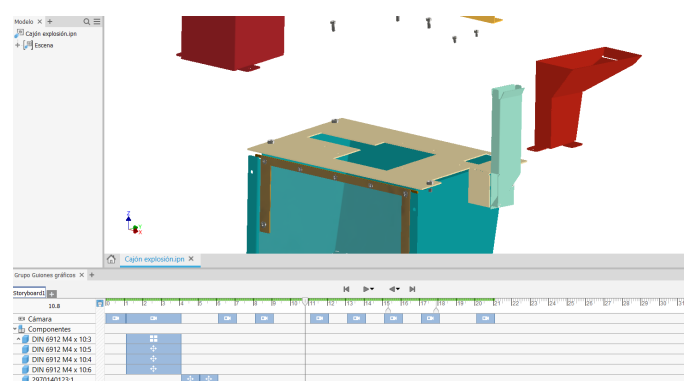


Figura 14: Entorno presentación

2.1. GUÍA DIDÁCTICA: Tipos de archivos

Archivo de dibujo IDW

Otra de las extensiones utilizadas por este programa es IDW, formato que permite denominar los *“archivos de dibujo”*.

Al abrir o crear un *“archivo de dibujo”*, en el menú contextual se activa el *“entorno dibujo”*. En él se pueden encontrar diversos tipos de comandos que permiten insertar distintas vistas de nuestra pieza o conjunto, como por ejemplo la vista base. Ésta es la primera vista y, de la cual, derivan el resto. Funciona de base para definir la escala de las perspectivas dependientes, a excepción de los detalles que poseen escala propia, y el estilo de visualización de las vistas ortogonales proyectadas.

Una vista proyectada es otra de las opciones de visualización que genera una perspectiva ortogonal o isométrica a partir de la vista base o de cualquier otra existente.

Otro de los tipos de visualización es la perspectiva auxiliar, que crea una vista proyectada perpendicular a una arista o línea ya definida con anterioridad. Ésta permite mostrar el tamaño y las formas reales de las superficies que, mediante proyecciones

ortogonales, se muestran reducidas.

Por último, cabe nombrar la vista seccionada, en la que se muestran los detalles internos de un modelo cortado por un plano definido. Para determinar dicho plano, se grafía una línea en un boceto de dibujo, que crea una vista aumentada circular o rectangular de una sección del dibujo. Con este formato de visualización, se puede mostrar con mayor claridad las operaciones y componentes más pequeños.

Después de definir una de las herramientas de este tipo de archivos, cabe destacar otra de sus utilidades, el comando anotar. Éste permite acotar las vistas de dibujo que previamente se han realizado, como por ejemplo en las vistas ortogonales o isométricas. Las cotas se determinan de manera automática en función de la geometría seleccionada y las opciones disponibles. Además, se pueden incluir cuadros de texto y símbolos que ayudan a distinguir los diferentes acabados superficiales de la pieza.

En este plano se ha utilizado como ejemplo la pieza 2970140208 **Capuchón** exterior para representar los diferentes tipos de vista explicados.

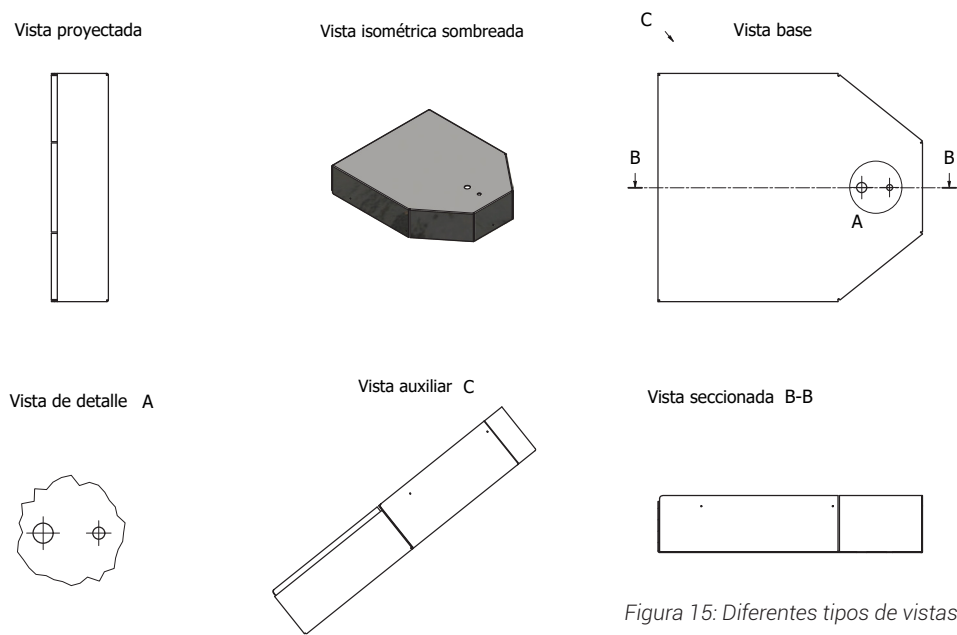


Figura 15: Diferentes tipos de vistas

2.2. GUÍA DIDÁCTICA: Modelado de una pieza de chapa

Estrategias de modelado

En función de los requisitos iniciales que se disponen, existen dos opciones de modelado. La primera, es el modelado a partir de unas medidas ya definidas anteriormente en un plano en dos dimensiones, al cual se le realizan las operaciones de chapa, de forma que encaja correctamente con el resto del conjunto. La segunda opción es modelar a partir de un volumen, es decir, se parte de una geometría externa como un sólido de la pieza y se le van realizando transformaciones hasta convertirla en un elemento de chapa.

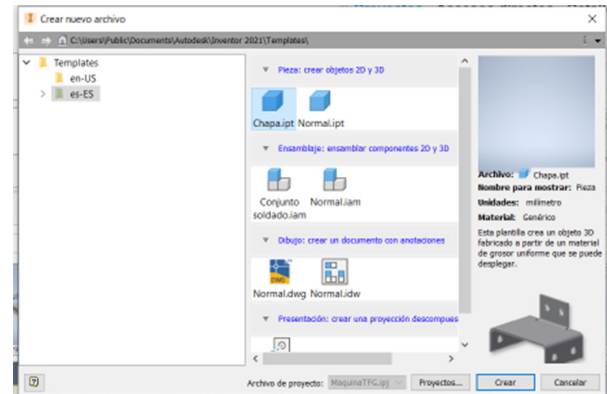


Figura 17: Menú creación de archivos

Proceso de modelado a partir de medidas

En esta guía didáctica se va a partir del modelo paso a paso de la pieza 2970140303 **Soporte filtro**, fabricada en chapa de acero inoxidable AISI 316 y de espesor de 1 milímetro.



Figura 16: Pieza final Soporte filtro

El primer paso para empezar a modelar es crear un nuevo archivo IPT de chapa, que como se ha explicado en el capítulo anterior (*Guía didáctica: Tipos de archivos*), se trata de un documento pieza.

A continuación, se define el grosor de la chapa que se va a utilizar y el material, en este caso de 1 milímetro y de acero inoxidable AISI 316.

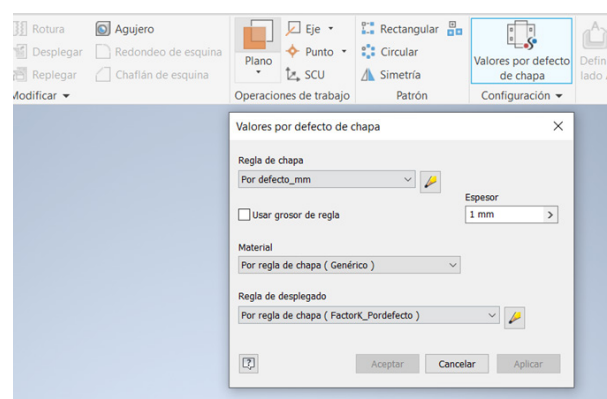


Figura 18: Comando Valores por defecto de chapa

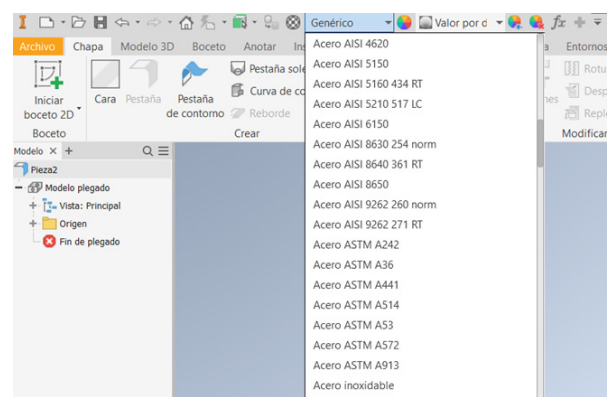


Figura 19: Biblioteca de materiales

2.2. GUÍA DIDÁCTICA: Modelado de una pieza de chapa

Una vez configurados los parámetros, se inicia el boceto en dos dimensiones en el plano escogido.

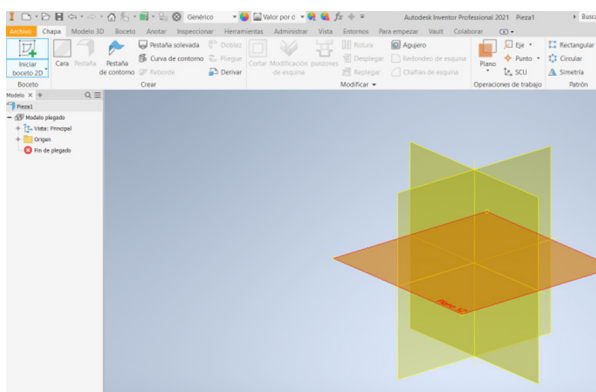


Figura 20: Planos para la creación del boceto

Una vez escogido el plano, se dibuja el perfil de la pieza y se acota a la medida correspondiente.

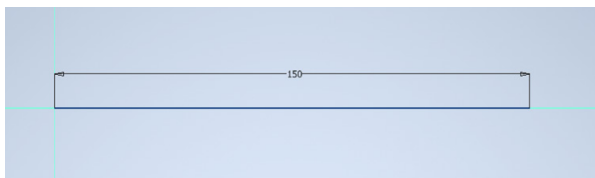


Figura 21: Boceto acotado

Seguidamente se ha de determinar el espesor de la chapa, su longitud y la dirección. Para ello se selecciona el comando "pestaña de contorno".

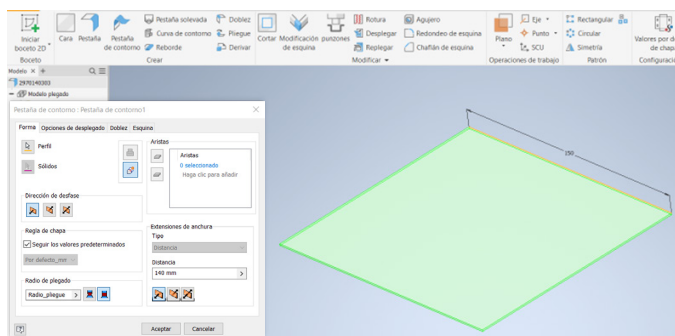


Figura 22: Comando Pestaña de contorno

A continuación, se generarán las pestañas. Para ello se selecciona la arista/s en las que se quiere hacer el plegado y se introduce el grado de inclinación, la longitud y la posición donde va a empezar el pliegue.

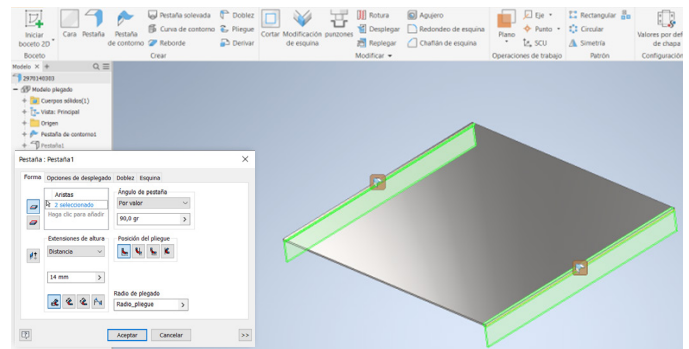


Figura 23: Creación pestañas laterales

Se seguirá el mismo proceso para crear el resto de las pestañas necesarias.

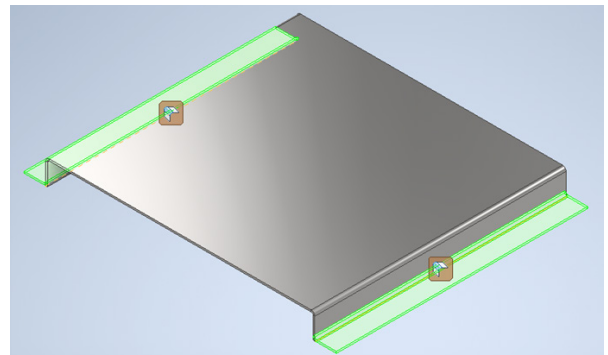


Figura 24: Creación pestañas laterales 2

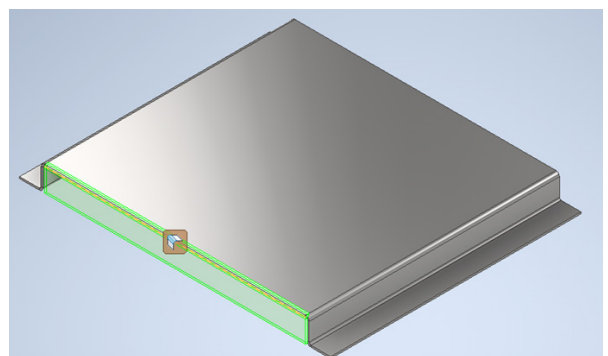


Figura 25: Creación pestaña frontal

2.2. GUÍA DIDÁCTICA: Modelado de una pieza de chapa

Una vez terminadas, se procede a hacer los agujeros para la sujeción de la pieza mediante tornillos. Para realizar esta operación, se debe grafiar un boceto en la cara de la chapa donde estarán ubicados.

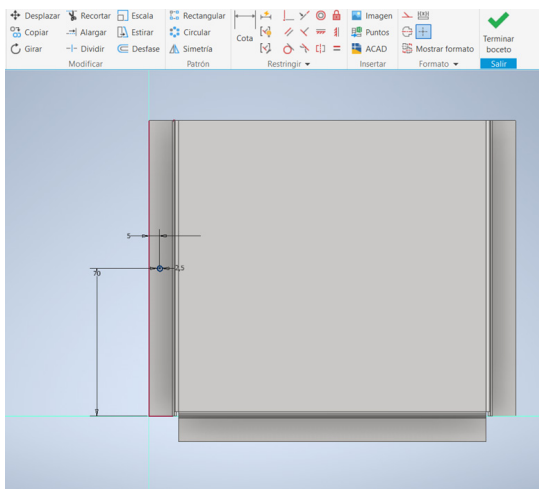


Figura 26: Boceto alojamiento tornillos

Tras definir y posicionar los agujeros, en este caso uno, se selecciona comando "corte" y se define el boceto a cortar.

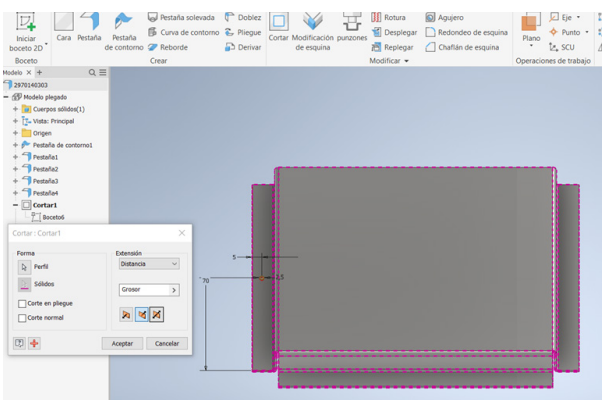


Figura 27: Comando Corte

Como es necesario realizar otro agujero de manera simétrica en la pestaña opuesta, se crea un eje de simetría en forma de plano, situado en la mitad de la pieza.

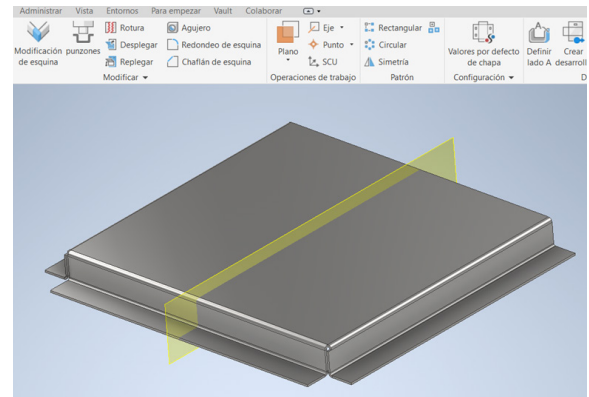


Figura 28: Creación plano de simetría

Se pulsa comando "simetría", se selecciona el plano sobre el cual se va a aplicar y por último las operaciones que se quieren duplicar bien en el modelo o en el menú contextual. Si se ha realizado de forma correcta, se mostrará una previsualización de las operaciones en color verde.

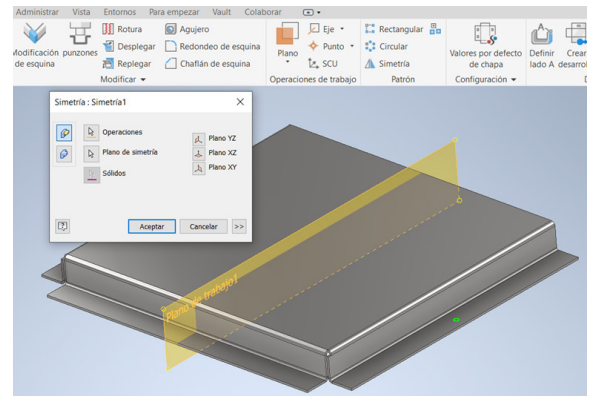


Figura 29: Comando simetría

2.2. GUÍA DIDÁCTICA: Modelado de una pieza de chapa

A continuación, se van a realizar los orificios de ventilación. Para ello, hay que colocarse en la cara superior y realizar el boceto en dos dimensiones.

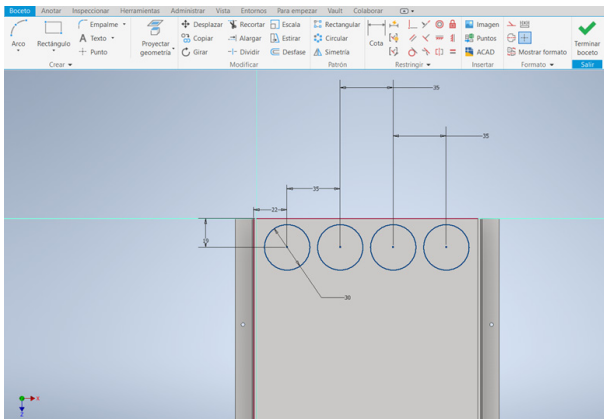


Figura 30: Boceto orificios ventilación

Se seleccionan los orificios grafiados, en este caso cuatro circunferencias, y se realiza el corte.

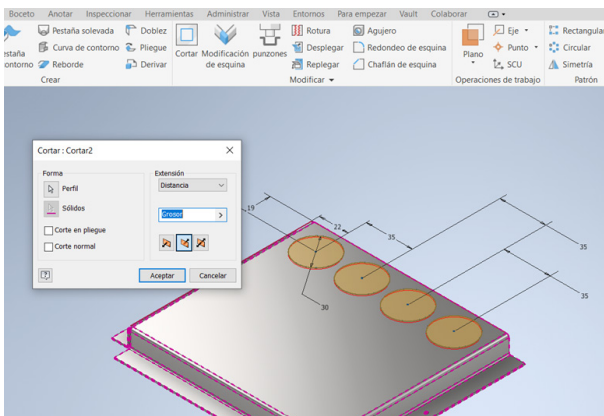


Figura 31: Comando Corte

Para realizar de una forma más rápida los orificios de ventilación, se realizará un patrón rectangular.

Seleccionamos la operación de corte que se acaba de realizar, establecemos la dirección en la que se quiere producir el patrón e introducimos los parámetros de número de veces que se quiere repetir y la distancia que se va a dejar entre cada uno.

Como se ha comentado anteriormente, si se ha realizado de forma correcta, se mostrará una previsualización de las operaciones en color verde.

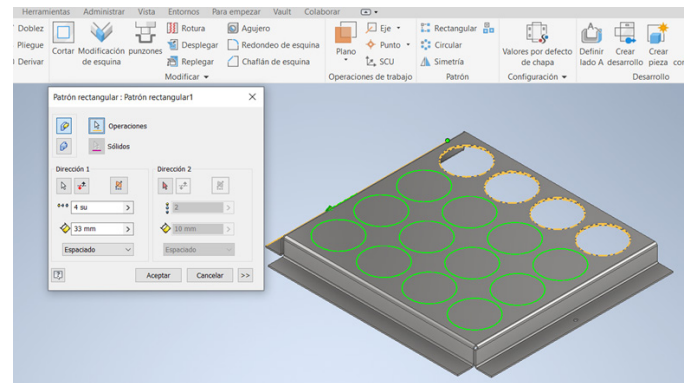


Figura 32: Operación Patrón rectangular

Por último, para garantizar la seguridad en el proceso de montaje, se crearán redondeos en todas las aristas vivas. Para ello se presiona en el comando "redondeo de esquina", se seleccionan las aristas y se establece el radio deseado.

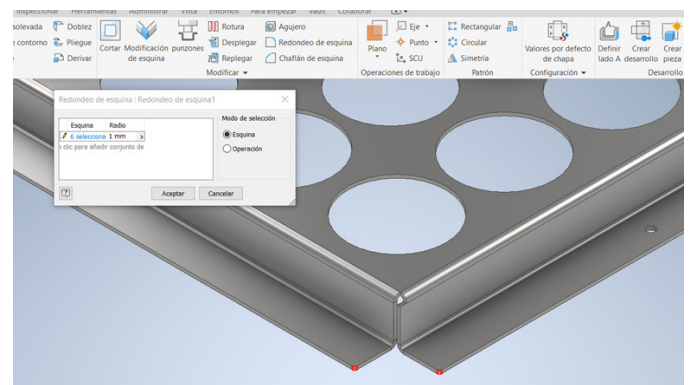


Figura 33: Comando redondeo de esquina

De esta forma se finalizaría el modelado de la pieza 2970140303 **Soporte filtro** y estaría preparada para su fabricación y posterior montaje.

2.2. GUÍA DIDÁCTICA: Modelado de una pieza de chapa

Proceso de modelado a partir de volumen

En esta guía didáctica se parte del modelaje paso a paso de la pieza **2970140118 Rampa 2**, fabricada en chapa de acero galvanizado y de un espesor de 1 milímetro.

Este componente forma parte del conjunto cajón y funciona como recorrido para las monedas en caso de que el importe introducido no haya sido exacto, por este elemento se desliza el efectivo hasta el cajón donde es recogido por el usuario.



Figura 34: Pieza Rampa 2

Se crea un archivo pieza y se modela el volumen sólido dibujando el boceto y extruyendo de forma correspondiente según el elemento.

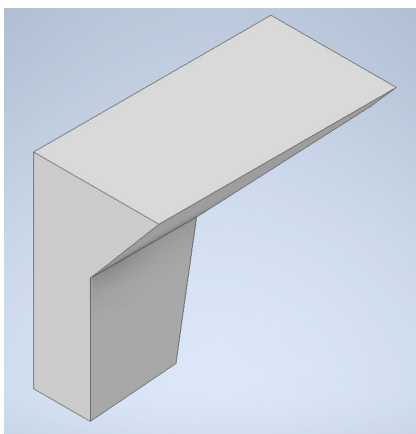


Figura 35: Volumen sólido

Se eliminan las caras superior e inferior ya que en la pieza original no constan. Para ello se seleccionan los planos a eliminar y la herramienta “suprimir cara”.

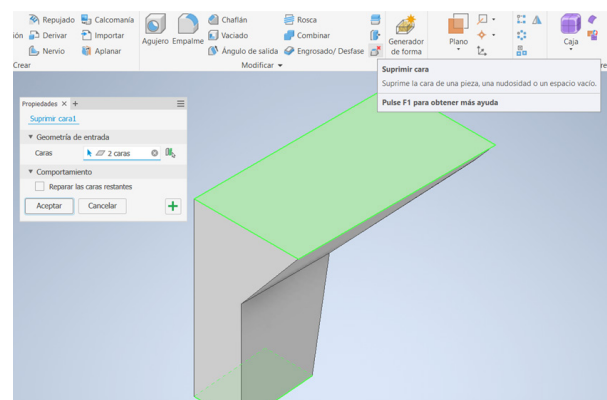


Figura 36: Comando Suprimir cara

Una vez conseguido el contorno de la pieza final definido se procederá a dividirla en dos partes. Este paso es necesario, ya que como se trata de una pieza fabricada en chapa, ésta no podría ser plegada adecuadamente de una sola pieza debido a su geometría, por lo que se crean dos componentes y, posteriormente se soldarán para montar el conjunto.

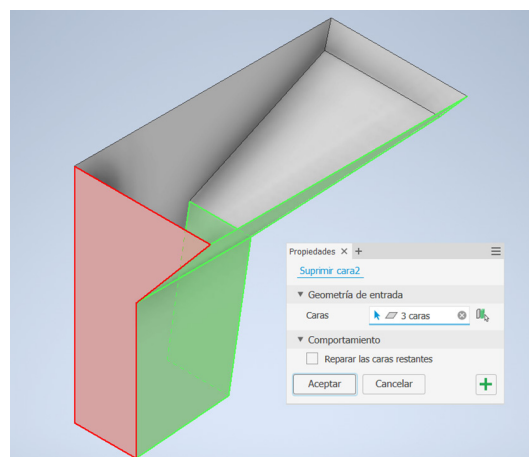


Figura 37: Selección de caras a suprimir

2.2. GUÍA DIDÁCTICA: Modelado de una pieza de chapa

Tras eliminar las caras para definir la primera pieza, 2970140219 **Rampa 2.1**, se selecciona la herramienta "engrosado/desfase" y se introduce el valor del espesor de la chapa utilizada.

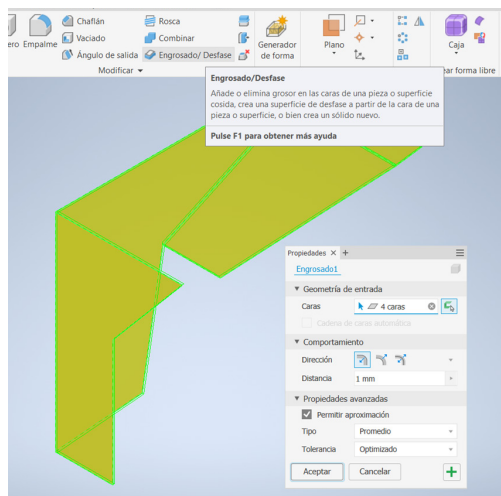


Figura 38: Comando Engrosado/Desfase

Una vez se ha completado el engrosado, se selecciona el comando "convertir en chapa" para transformar nuestra pieza sólida en una pieza de chapa metálica.

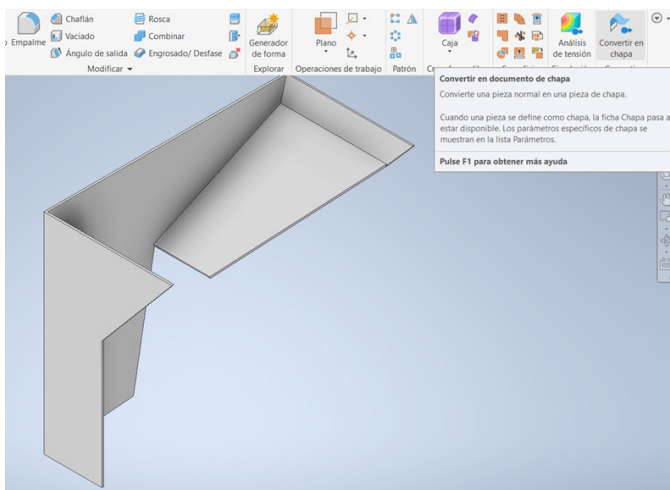


Figura 39: Comando Convertir en chapa

Un paso importante tras convertir la pieza a chapa es configurar adecuadamente los valores por defecto para que se adapten al modelo.

Para que el modelado de la pieza y el posterior plegado y desarrollo sean correctos se debe modificar el espesor de la plancha con el mismo valor definido anteriormente en el engrosado o desfase. Además, se puede establecer el material, la regla de desplegado y la regla de chapa que han sido definidos por el cliente o bien en caso de no contar con unos parámetros definidos, se podrían utilizar los valores por defecto.

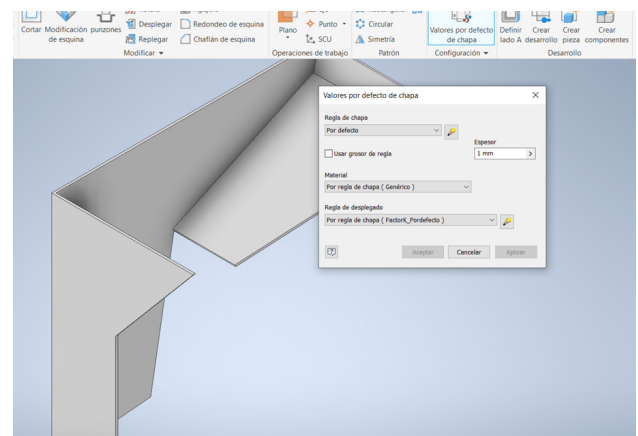


Figura 40: Comando Valores por defecto de chapa

A continuación, se selecciona la herramienta "modificación de esquina", ésta permite separar dos caras continuas para permitir la acción de desplegado. Para ello se marca la opción "rotura", y "distancia cara/arista", en la que se debe escoger tres tipos de terminaciones de esquina diferente. En este caso, se elige la segunda variante, "solapamiento".

2.2. GUÍA DIDÁCTICA: Modelado de una pieza de chapa

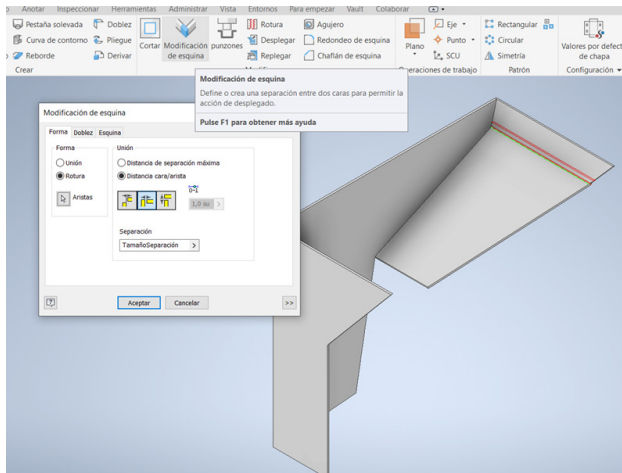


Figura 41: Comando Modificación de esquina

Tras realizar la rotura, todavía no es posible extraer el desarrollo de la pieza debido a que todos los elementos fabricados en chapa tienen radios de plegado. Por ello se deben aplicar pliegues en las esquinas. Se selecciona la herramienta "doblez" y se marcan las aristas en las que se debe realizar el plegado.

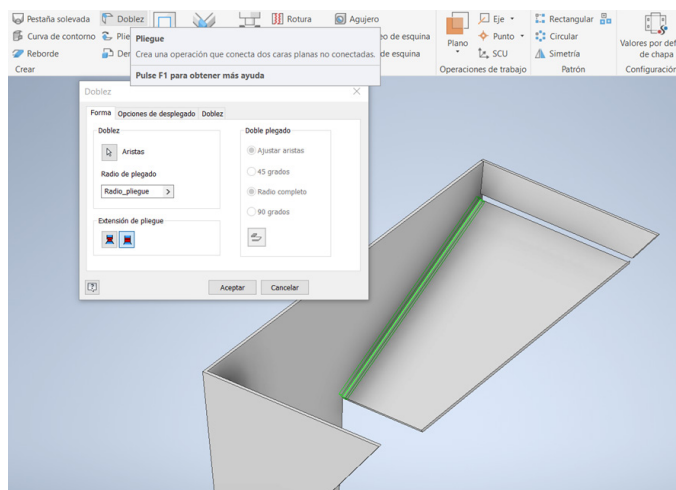


Figura 42: Comando Doblez

En la imagen inferior (figura 43) está representada la pieza ya terminada con los radios de plegado establecidos con anterioridad.

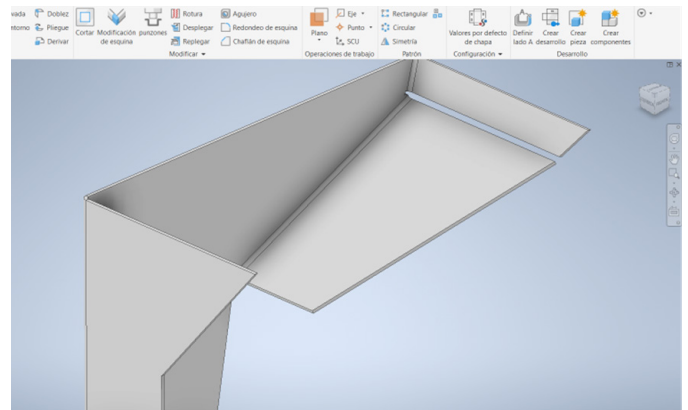


Figura 43: Modelo con radios de plegado

Para comprobar que todo el proceso se ha realizado de forma correcta, se selecciona el comando "crear desarrollo" de forma que va a desplegar la pieza de chapa.

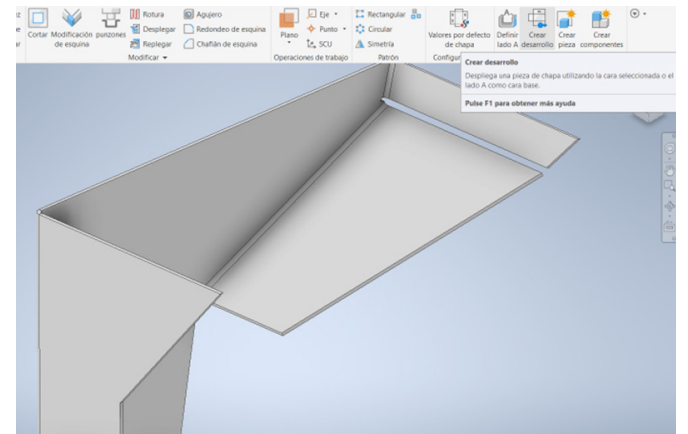


Figura 44: Comando Crear desarrollo

2.2. GUÍA DIDÁCTICA: Modelado de una pieza de chapa

En la imagen inferior (*figura 45*) se puede observar el desplegado final de la pieza, lo que indica que el proceso ha sido realizado de forma correcta. Si no apareciera el desarrollo de la figura, representaría que se ha cometido algún error durante los pasos anteriores o la geometría de la pieza no es la adecuada para su modelado en chapa.

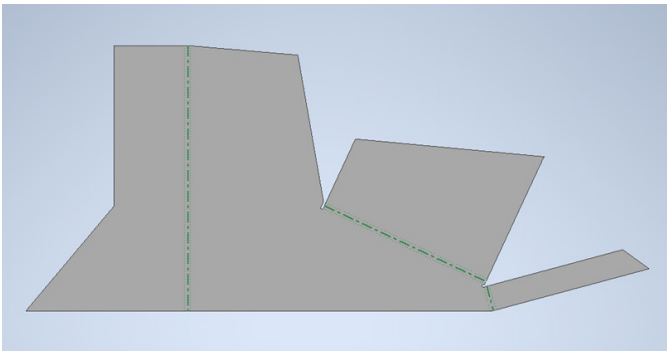


Figura 45: Desarrollo de la pieza

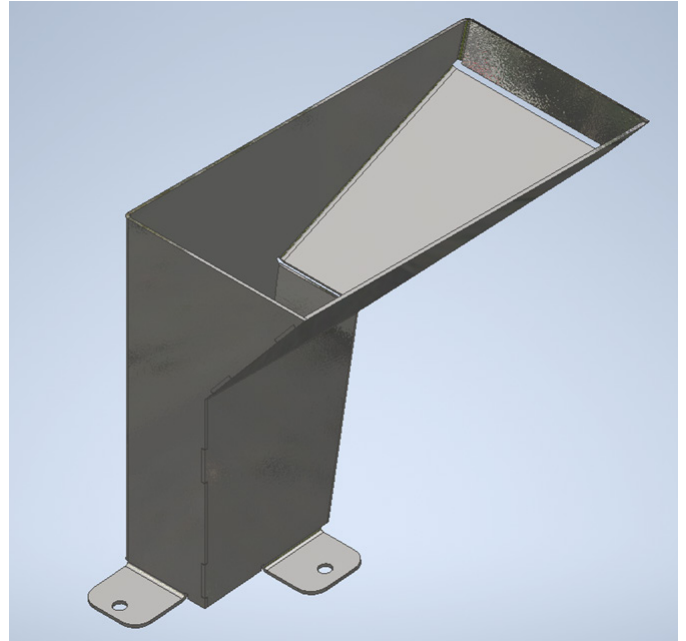


Figura 46: Resultado final Rampa 2

Para la pieza complementaria 2970140220 **Rampa 2.2**, se realiza el mismo proceso.

Una vez terminadas las dos piezas, se crea un archivo ensamblaje para su montaje mediante restricciones y la posterior soldadura.

Por último, se realizan las pestañas para su sujeción a la estructura del cajón y se le aplica el material correspondiente, tal y como ha sido explicado en el apartado anterior.

En la siguiente imágenes (*figuras 46 y 47*) se puede ver el resultado final de la pieza.

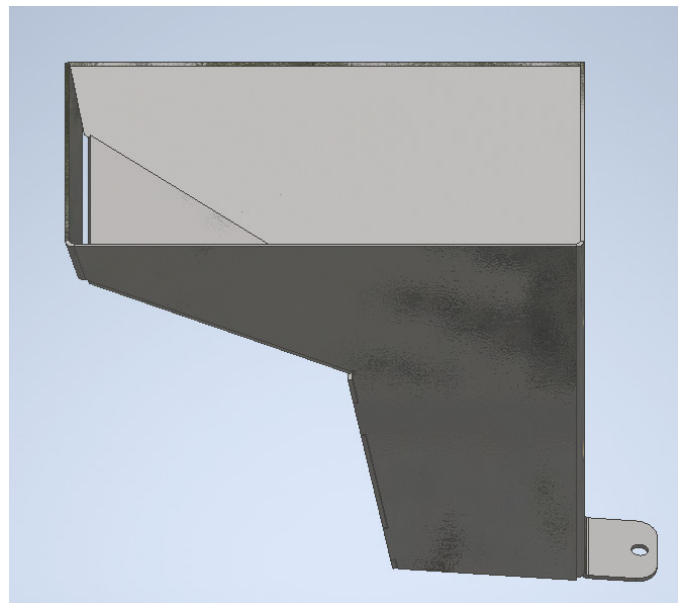


Figura 47: Resultado final Rampa 2

2.3. GUÍA DIDÁCTICA: Análisis general de la máquina

El producto que vamos a describir en esta guía didáctica es el ensamblaje principal 29701400 **Conjunto máquina**. Y está formado por los siguientes cinco bloques:

- 29701401: Conjunto puerta
- 29701402: Conjunto cajón
- 29701403: Conjunto cerradura
- 29701404: Conjunto dispensadores
- 29701405: Conjunto chasis

Descripción bloques

- **Conjunto puerta:** Este elemento nos permite acceder al interior de la máquina. Este componente está sujeto al chasis mediante dos ejes de acero inoxidable de treinta milímetros de longitud soldados, uno ubicado en la parte superior y otro en la zona inferior lo que permite que se pueda abrir y cerrar la puerta de forma abatible.

En este conjunto se encuentran los principales componentes electrónicos, en concreto con los que puede interactuar el usuario, como el monitor, el lector de tarjetas, el billeteiro y el monedero.

En la *Guía didáctica: Descripción de un dispositivo (página 31)*, se puede encontrar un análisis más extenso y detallado de los elementos que componen el conjunto puerta.

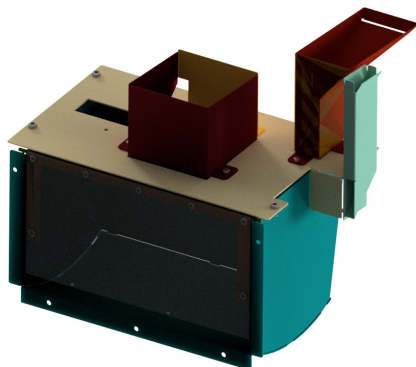


Figura 48: Conjunto cajón



Figura 49: Conjunto puerta

- **Conjunto cajón:** Este es el dispositivo al que el consumidor debe acceder para obtener su billete de autobús o tarjeta de viajes una vez finalizada la compra.

Se trata de un cajón rectangular con base curvada que facilita la recogida del ticket gracias a su forma. En caso de que se efectuara una devolución de cambio, las monedas también se depositarían en su interior. Su forma ha sido diseñada y adaptada a la forma de salida de la impresión, de manera que el recorrido de caída del ticket generado por el sistema de impresión caiga al habitáculo correspondiente, el cual es accesible por el usuario.

Este componente se encuentra fijado a la estructura del chasis y posee una compuerta de policarbonato que se deberá empujar para obtener nuestro producto.

En la *Guía didáctica: Realización de un explosionado (página 40)*, se puede encontrar un análisis más extenso y detallado de los componentes que forman el conjunto cajón.

2.3. GUÍA DIDÁCTICA: Análisis general de la máquina

- **Conjunto cerradura:** Este es el elemento mecánico diseñado, en este caso, para el cierre del conjunto puerta respecto a la estructura principal. La cerradura está sujeta al lateral derecho de la estructura del chasis y compuesta por un sistema piñón-cremallera y un gancho de acero galvanizado que encaja en el enganche medio que está fijado a la puerta. Para su apertura desde el exterior es necesaria una llave especializada y concreta.

En la *Guía didáctica: Análisis de funcionamiento* (página 36), se puede encontrar un análisis más extenso y detallado del mecanismo que compone el conjunto cerradura.

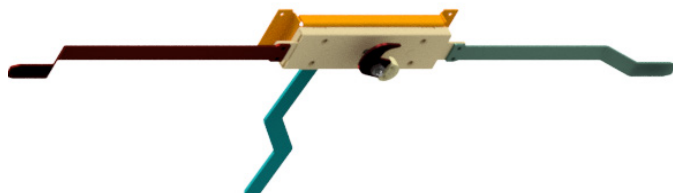


Figura 50: Conjunto cerradura

- **Conjunto dispensadores:** Este grupo está formado por los soportes que funcionan como base para los dos dispensadores que se encuentran en este conjunto. Éste está fijado a la pared frontal interior de la estructura del chasis y, sobre él, se agarran dos mecanismos de rampa, uno para cada dispensador, de forma que definen y controlan el recorrido de la caída del ticket para su alojamiento final en el cajón.

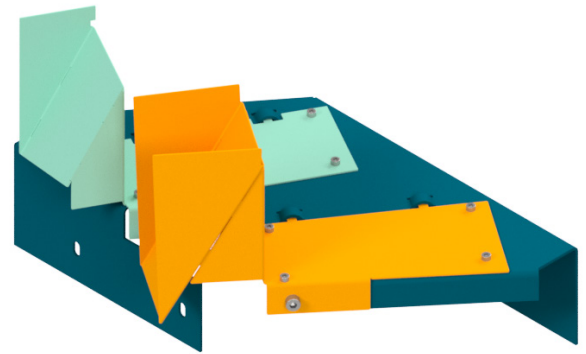


Figura 51: Conjunto dispensadores

- **Conjunto chasis:** Esta es la pieza principal de la estructura de la máquina. Está formada por un elemento envolvente que funciona como pie, de forma que nos permite el atornillado de la máquina al suelo de la vía pública. También consta de un cabezal en la parte superior que otorga estanqueidad y protección frente a la lluvia y otros agentes externos. La función principal del conjunto chasis es garantizar la seguridad del interior de la máquina, además de que funcionan como soporte para el anclaje del resto de componentes interiores.

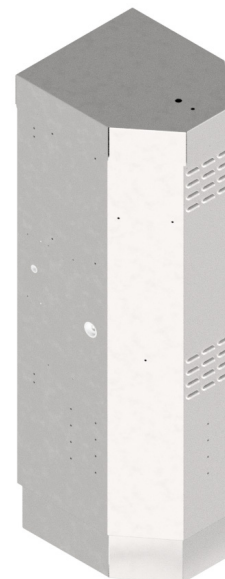


Figura 52: Conjunto chasis

2.3. GUÍA DIDÁCTICA: Análisis general de la máquina

A continuación, se puede observar el plano de conjunto de la máquina expendedora de billetes de autobús en el que cada uno de los bloques principales que forman este conjunto, están referenciados con una anotación de texto.

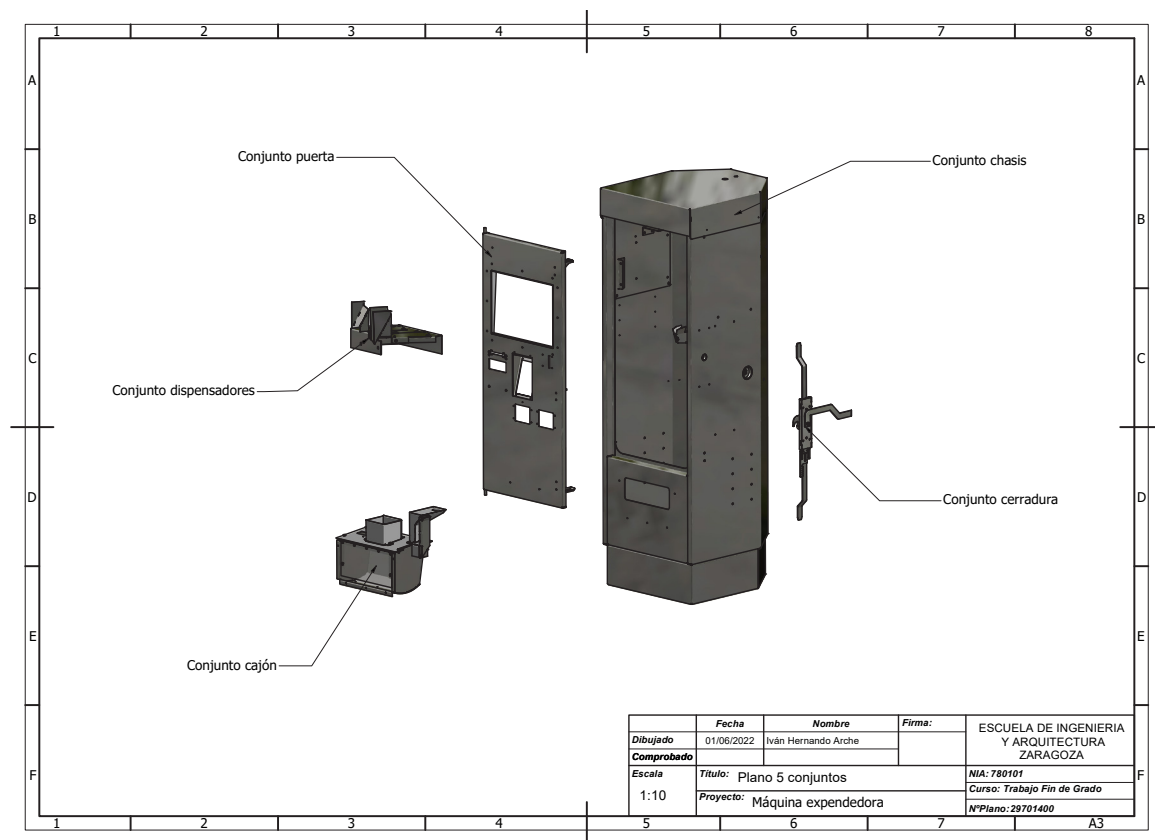


Figura 53: Plano de conjunto de la máquina

2.4. GUÍA DIDÁCTICA: Descripción de un dispositivo

Conjunto puerta

El dispositivo que vamos a describir en esta guía didáctica es el ensamblaje 29701401 **Conjunto puerta**. Y está formado por las siguientes cinco piezas:

- 2970140107: Puerta
- 2970140122: Soporte impresora
- 2970140128: Soporte pantalla
- 2970140130: Enganche a puerta
- 2970140131: Enganche medio a puerta



Figura 54: Modelo 3D Conjunto puerta

A continuación, se describirá el plano de conjunto del Conjunto puerta. Cada una de las piezas que forman este conjunto, están referenciadas numéricamente y tienen relación con las enumeradas en la lista de elementos reflejada mediante la tabla ubicada en la esquina inferior derecha del plano sobre el cajetín. En ella se especifican la marca, cantidad, denominación y referencia de cada una de sus piezas.

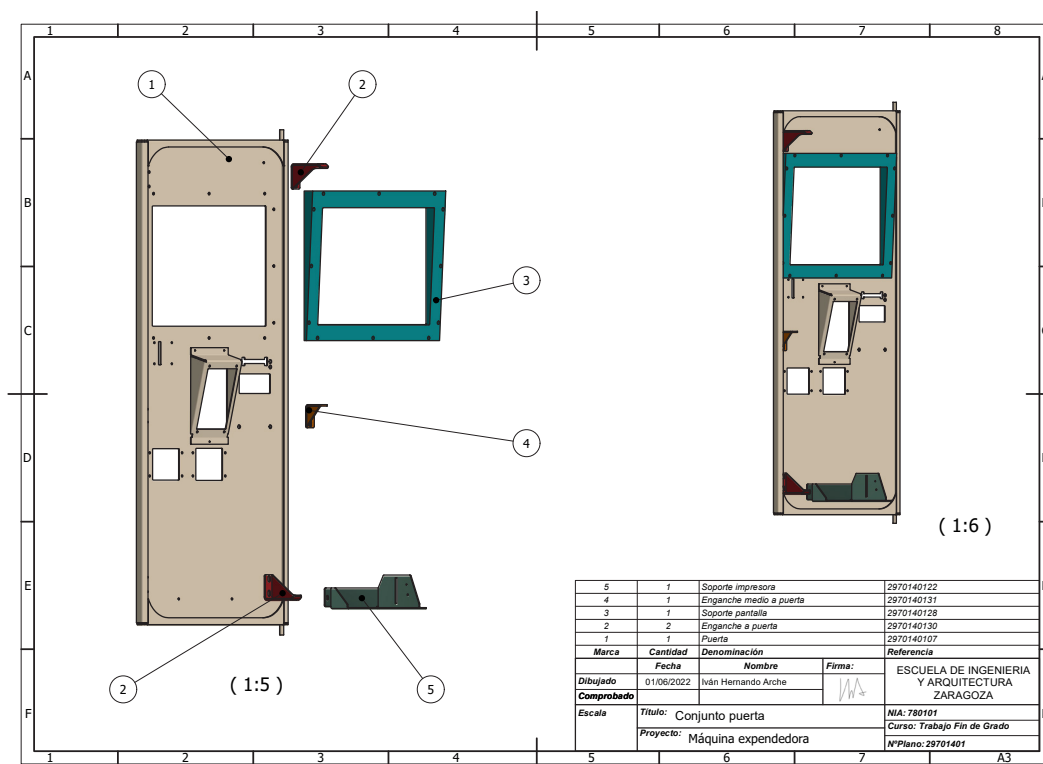


Figura 55: Plano de conjunto del Conjunto puerta

2.4. GUÍA DIDÁCTICA: Descripción de un dispositivo

Seguidamente, vamos a definir y explicar de forma detallada cada una de estas 5 piezas.

La pieza 2970140107 **Puerta**, nos permite la apertura de la máquina y sirve como soporte de varios componentes electrónicos. Este no se trata de un único componente individual, sino de un conjunto de varios a lo que se le denomina subensamblaje.

Sus características principales son:

- Fabricada en acero inoxidable AISI 316
- Tiene un espesor de chapa general de 2 mm
- La totalidad de su peso es de 5,835 kg

Está formada por tres piezas:

- 2970140211: Cuerpo puerta
- 2970140212: Eje
- 2970140214: Soporte teclado

En este plano, se puede observar cómo van encajadas unas sobre otras y sus dimensiones globales.

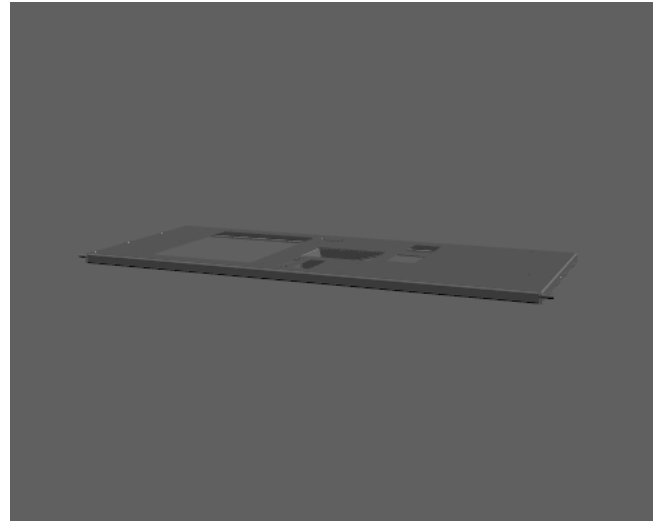


Figura 56: Modelo 3D Puerta

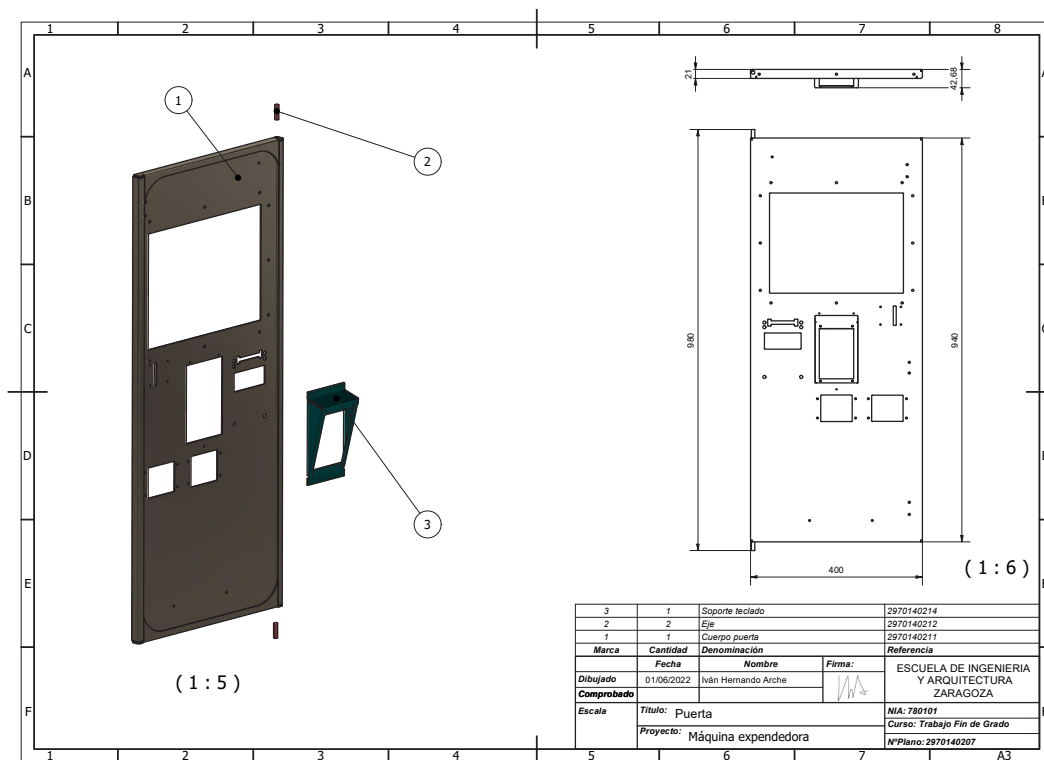


Figura 57: Plano de conjunto de la pieza Puerta

2.4. GUÍA DIDÁCTICA: Descripción de un dispositivo

La pieza **2970140130 Enganche a puerta**, permite asegurar el cerrado de la máquina. En esta máquina de billetes se dispone de dos enganches, uno ubicado en la parte superior y otro en la zona inferior. El funcionamiento de este componente es bastante sencillo, se trata de un elemento en forma de L en la que una de sus partes está fijada a la estructura de la puerta y la otra impide el movimiento de las palancas superior e inferior de la cerradura, bloqueando así la apertura.

Sus características principales son:

- Fabricada en acero galvanizado
- Tiene un espesor de chapa general de 3 mm
- La totalidad de su peso es de 0,091 kg

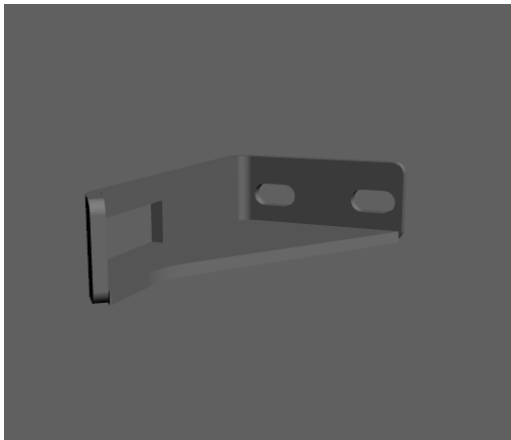


Figura 62: Modelo 3D Enganche a puerta

En la siguiente imagen (*figura 63*) se describe el plano de despiece del enganche de la pieza, haciendo una descripción gráfica de sus detalles principales y sus dimensiones.

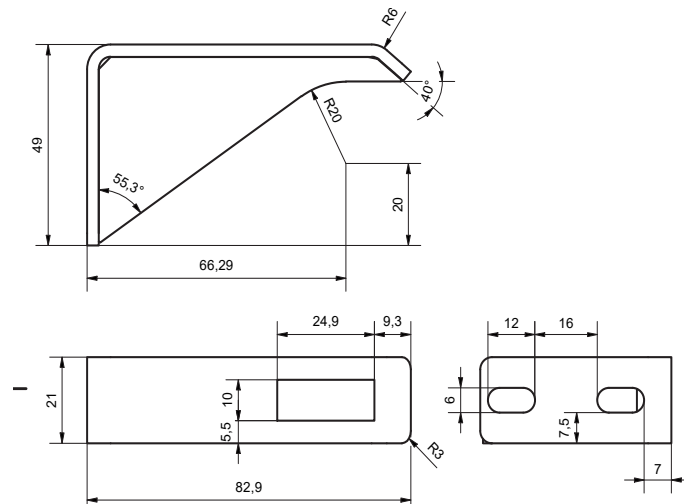


Figura 63: Plano de despiece del Enganche a puerta

La pieza **2970140131 Enganche medio a puerta**, es un elemento complementario a la pieza explicada anteriormente (pieza **2970140130 Enganche a puerta**) utilizada como mecanismo de cierre para la puerta de la máquina. Este componente está fijado en la zona media por dos tornillos y en él se encaja el elemento principal de la cerradura que es el gancho, de esta forma se impide la apertura y el acceso indeseado al interior.

Sus características principales son:

- Fabricada en acero galvanizado
- Tiene un espesor de chapa general de 3 mm
- La totalidad de su peso es de 0,049 kg

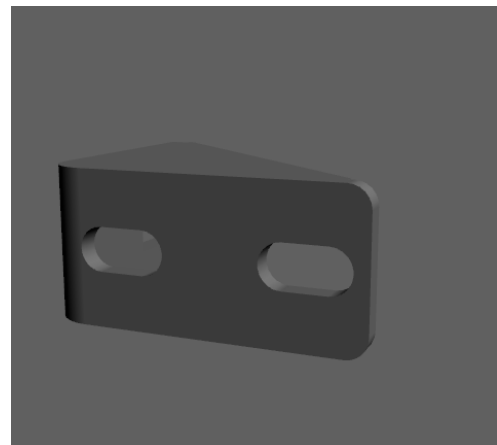


Figura 64: Modelo 3D Enganche medio a puerta

2.4. GUÍA DIDÁCTICA: Descripción de un dispositivo

En la siguiente imagen (*figura 65*) se describe el plano de despiece del enganche de la pieza, haciendo una descripción gráfica de sus detalles principales y sus dimensiones.

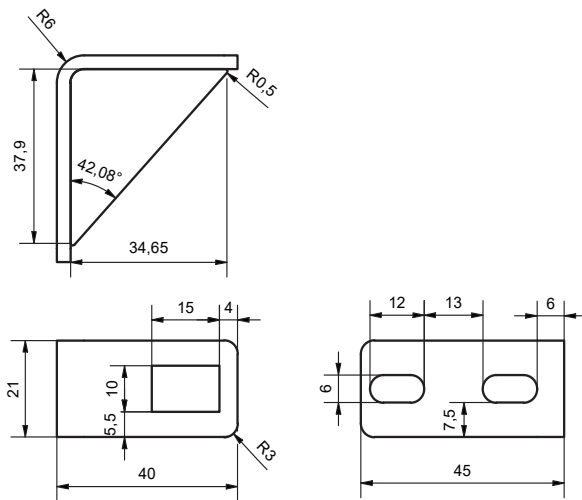


Figura 65: Plano de despiece del Enganche medio a puerta

2.5. GUÍA DIDÁCTICA: Análisis de funcionamiento

Conjunto cerradura

Para descubrir cómo funciona la apertura de la máquina debemos fijarnos en el ensamblaje 29701403 **Conjunto cerradura**. Que está formado por siete piezas diferentes:

- 2970140111: Bloqueo
- 2970140113: Palanca superior
- 2970140114: Palanca inferior
- 2970140132: Cerradura
- 2970140136: Gancho cierre
- 2970140138: Empuje puerta
- 2970140139: Soporte mecanismo cierre

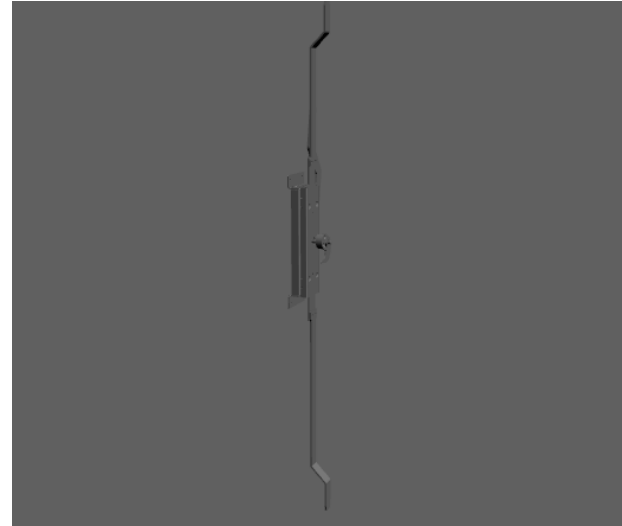


Figura 66: Modelo 3D Cerradura

A continuación, se describirá el plano de conjunto del Conjunto cerradura. Cada una de las piezas que forman este conjunto, están referenciadas numéricamente y tienen relación con las enumeradas en la lista de elementos reflejada mediante la tabla ubicada en la esquina inferior derecha del plano sobre el cajetín. En ella se especifican la marca, cantidad, denominación y referencia de cada una de sus piezas.

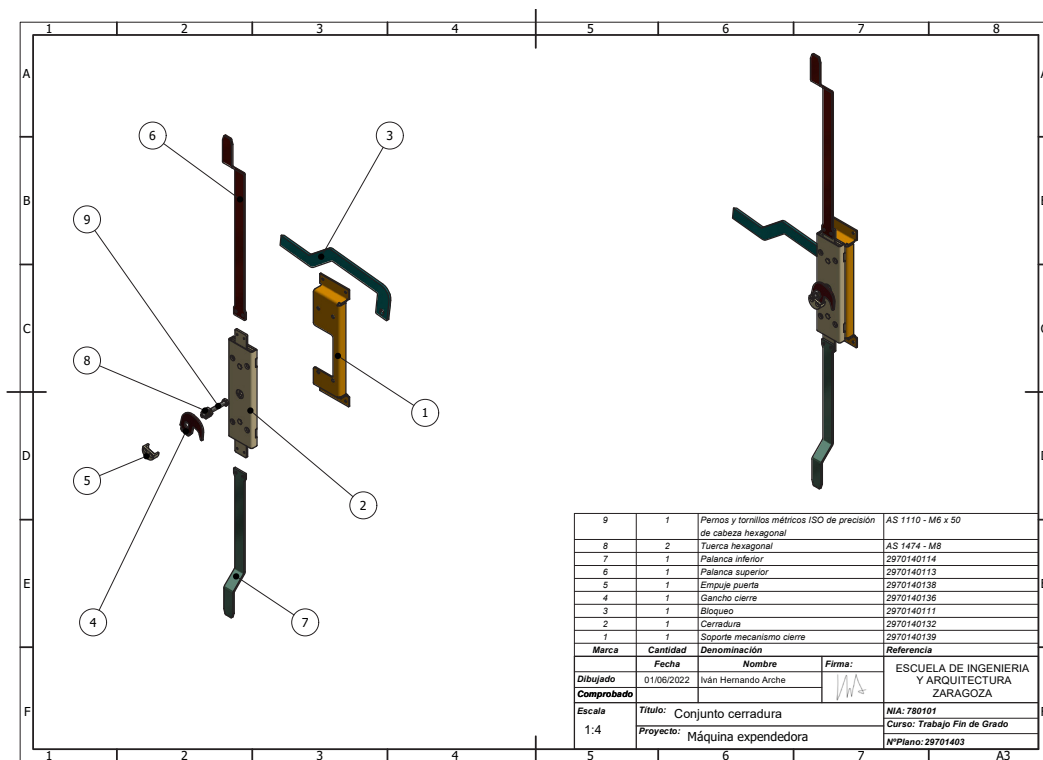


Figura 67: Plano de conjunto del Conjunto cerradura

2.5. GUÍA DIDÁCTICA: Análisis de funcionamiento

¿Cómo funciona?

Para acceder a la apertura de esta máquina, debemos enfocarnos en el lateral derecho del chasis, donde encontramos dos tipos de cerraduras diferentes.

La primera, es una cerradura de combinación, y siendo la de mayor diámetro de las dos, será la primera que se deberá desbloquear. Esta cerradura nos permite abrir la cerradura principal de la máquina, es decir, permite el movimiento del engranaje de la cerradura donde se debe introducir y girar la llave.



Figura 70: Cerradura de combinación desbloqueada

Después de abrir la cerradura de combinación, se procederá al desbloqueo de la cerradura principal. Para ello debemos introducir la llave correspondiente y girarla, de esta forma, se moverá el gancho que está anclado en el enganche medio a la puerta y podremos abrirla.

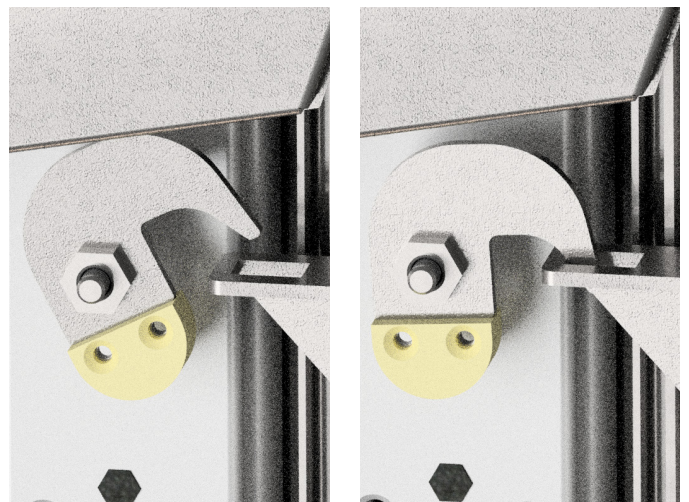


Figura 71: Imagen cerradura principal desbloqueada / bloqueada



Figura 68: Acceso a las dos cerraduras

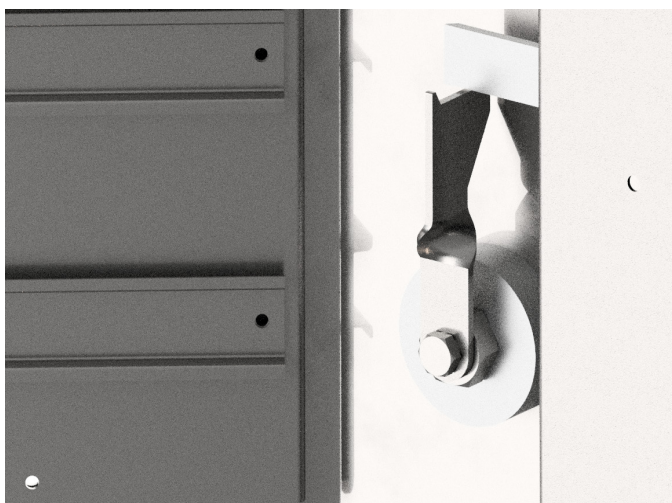


Figura 69: Cerradura de combinación bloqueada

2.5. GUÍA DIDÁCTICA: Análisis de funcionamiento

Completada la apertura de la puerta se podrá acceder al interior de la máquina por completo. Ya bien sea para sacar la hucha, vaciarla y coger el dinero, o para reparar y/o cambiar algún componente electrónico del interior.

Una vez conocido el funcionamiento de la cerradura y como interactúa con el resto de los elementos de la máquina, se procederá a explicar el elemento principal y sus componentes internos que están formados por cinco piezas:

- 2970140242: Envolverte cerradura
- 2970140243: Piñón
- 2970140244: Cremallera
- 2970140245: Tapa cerradura
- 2970140246: Postizo cerradura

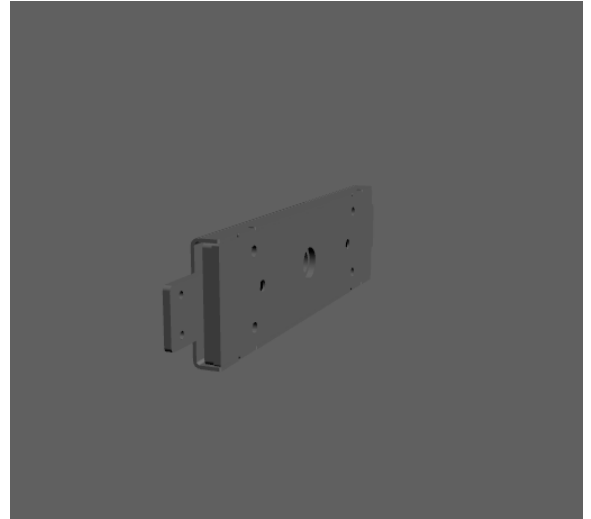


Figura 72: Modelo 3D piñón-cremallera

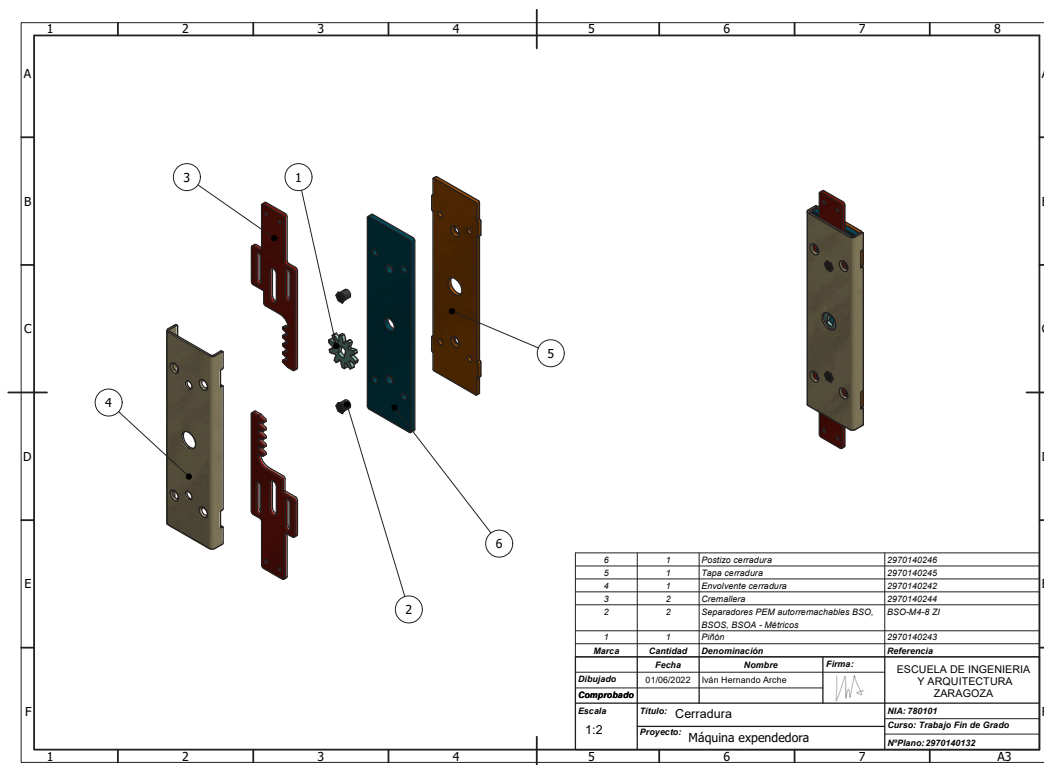


Figura 73: Plano de conjunto de Cerradura

2.5. GUÍA DIDÁCTICA: Análisis de funcionamiento

Este elemento se trata de un sistema piñón-cremallera que consiste en un mecanismo que transforma el movimiento giratorio del engranaje en un movimiento rectilíneo. Para su correcto funcionamiento, es decir que el piñón pueda deslizarse sobre la cremallera, tienen que compartir un mismo módulo.

En el *Entorno Interactivo* generado posteriormente, se puede ver un vídeo de movimiento de la apertura completa de la máquina. Este consiste en una animación creada sobre el conjunto en 3D donde

se han realizado movimientos en los diferentes componentes que lo conforman, definiendo diferentes giros de cámara y puntos de vista, además de modificar la opacidad de algunas de las piezas para la mejor comprensión del conjunto.

En el siguiente video se abarca desde la primera fase, es decir, el giro de la cerradura de combinación, hasta la última, la apertura completa de la puerta.

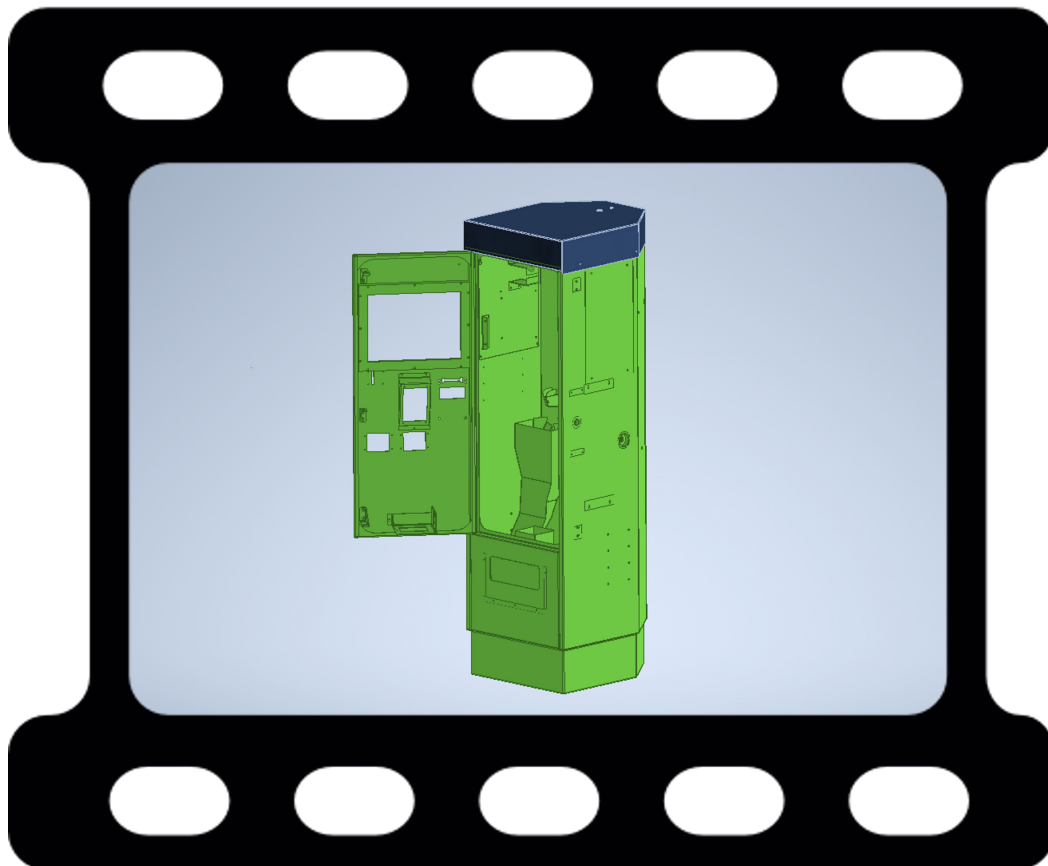


Figura 74: Vídeo de movimiento incorporado en el Entorno Interactivo

2.6. GUÍA DIDÁCTICA: Realización de un explosionado

Conjunto cajón

El dispositivo que se va a describir en esta guía didáctica es el ensamblaje 29701402 **Conjunto cajón**. Que está formado por siete piezas:

- 2970140108: Cajón
- 2970140109: Tapa cajón
- 2970140110: Compuerta
- 2970140118: Rampa 2
- 2970140121: Rampa 4
- 2970140123: Conducto ticket 1
- 2970140124: Conducto ticket 2



Figura 75: Modelo 3D Conjunto cajón

A continuación, se describirá el plano de conjunto del Conjunto cajón. Cada una de las piezas que forman este conjunto, están referenciadas numéricamente y tienen relación con las enumeradas en la lista de elementos reflejada mediante la tabla ubicada en la esquina inferior derecha del plano sobre el cajetín. En ella se especifican la marca, cantidad, denominación y referencia de cada una de sus piezas.

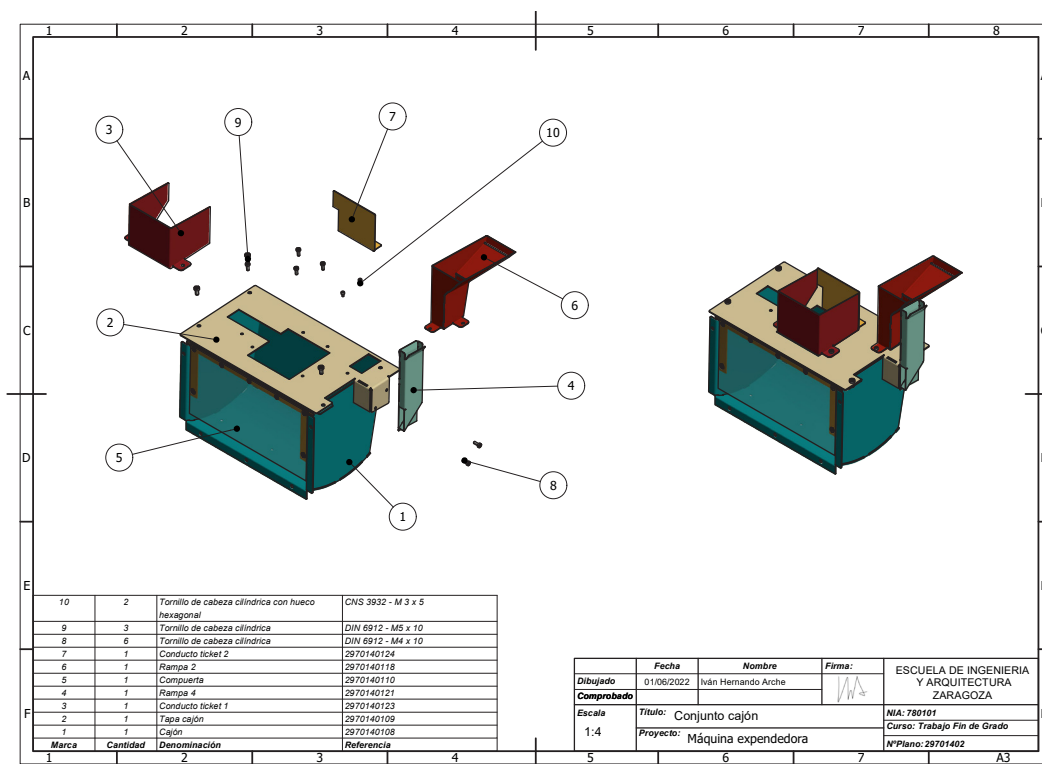


Figura 76: Plano de conjunto del Conjunto cajón

2.6. GUÍA DIDÁCTICA: Realización de un explosionado

¿Qué es un explosionado?

Para comenzar con esta guía didáctica se explicarán unos conceptos básicos para su entendimiento, como qué es el explosionado y su finalidad principal.

Una vista explosionada es una representación gráfica que nos permite describir y mostrar el ensamblado de nuestro conjunto al completo. Se parte del ensamblaje montado y se van sacando los componentes de su posición original.

Este tipo de vistas se suelen utilizar para referenciar las piezas que conforman el conjunto a través de números de elemento que se corresponden con los detallados en una lista de piezas o de materiales.

Para crear una vista explosionada se necesitan tres archivos diferentes. El primero, un archivo del objeto ensamblado con extensión .iam y uno de presentación en .ipn, donde se realizará el desplazamiento de los diversos componentes. Con la combinación de los dos tipos de archivos anteriores se podrá obtener un explosionado en vídeo.

En caso de querer la vista explosionada en un plano, se deberá guardar la posición y cámara de la vista escogida, y a continuación crear un archivo de dibujo en .idw o .dwg donde representarla.

Proceso de explosionado

Una vez explicado el explosionado, se continuará definiendo el proceso seguido en este conjunto.

Para desmontar el cajón, el primer paso a seguir es destornillar el conducto para el ticket, que está formado por dos piezas, conducto ticket 1 y conducto ticket 2. Una vez extraídos los tornillos se podrán extraer sacar ambas piezas.

La siguiente pieza a desmontar es la rampa por la que se hace la devolución del cambio en las monedas,

en caso de que no hayamos introducido el importe exacto. Para retirar esta pieza será necesario retirar dos pernos que la fijan al cuerpo principal del cajón. Una vez destornillados ambos, se podrá sacar.

A continuación, se extraen los tornillos que sujetan la rampa de las monedas, que caen a la hucha, la cual está depositada justo en la parte inferior, en el chasis de la máquina.

Una vez retirados los elementos fijados al cajón, se destornilla la tapa. Esto permite desencajar la compuerta y extraerla para su desmontaje. Esta compuerta está formada por una chapa de acero inoxidable y una placa de policarbonato fijada por 7 tornillos avellanados.

2.6. GUÍA DIDÁCTICA: Realización de un explosionado

En el siguiente vídeo, incorporado en el *Entorno Interactivo* generado posteriormente, se puede ver el explosionado del conjunto cajón en el que se refleja la secuencia de desmontaje.

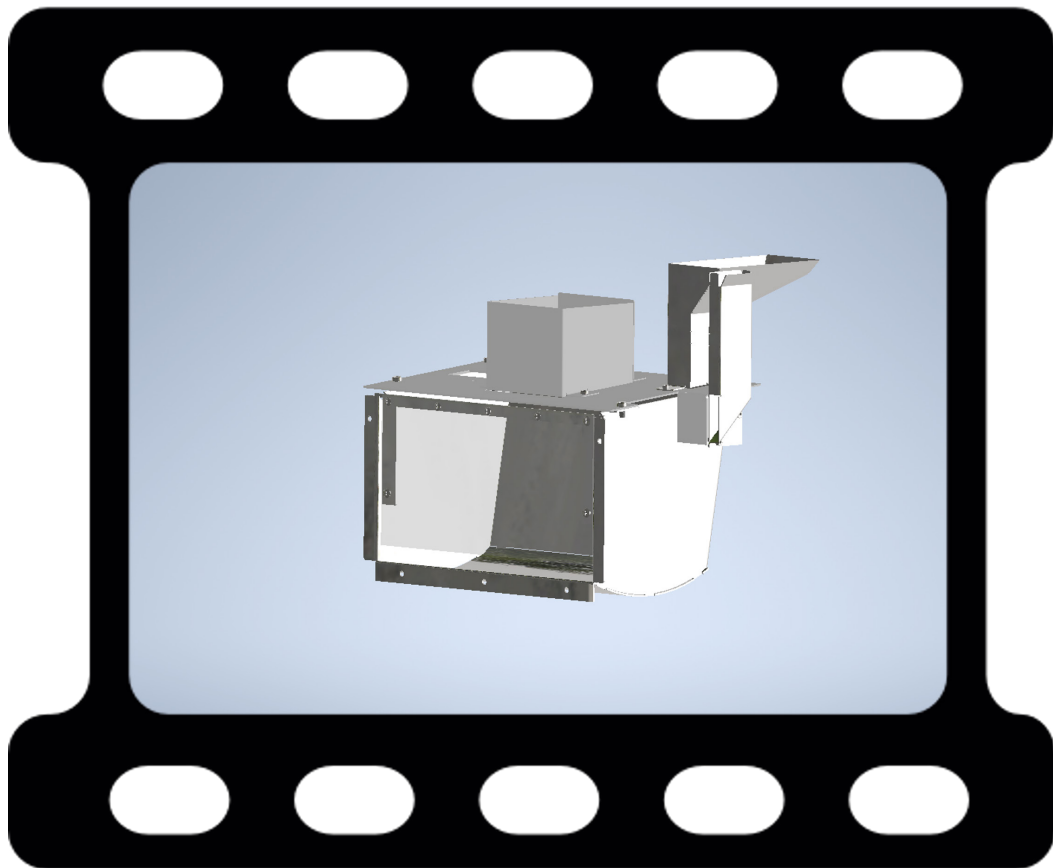


Figura 77: Vídeo de explosionado incorporado en el Entorno Interactivo

2.7. GUÍA DIDÁCTICA: Desarrollo de chapa

Introducción

Para poder observar la forma inicial de la chapa, es decir, como era esta antes de su plegado, se crea un desarrollo de la pieza.

Este tipo de vista muestra las zonas y líneas de plegado, las ubicaciones del punzonado y el cuerpo de la pieza con todas sus dobleces aplanadas. Además, nos indica con referencias numéricas, el orden de los pliegues para que no haya interferencias ni problemas a la hora del posterior plegado.

Para obtener el desplegado, se va construyendo la pieza teniendo en cuenta todas las operaciones de plegado de pestañas, dobleces o troqueles que se requieran para su modelaje. Una vez modelado el diseño completo, se obtendrá el desarrollo de la chapa. Otra opción para conseguir el mismo objetivo es bocetar sobre el propio plano de la pieza para, posteriormente, aplicar las operaciones de doblado y desdoblado oportunas.

De cara a la fabricación y al montaje de las diferentes piezas, la posibilidad de obtener el desarrollo es muy útil, ya que para elaborar estas piezas se parte de una chapa plana del material escogido, con unas dimensiones determinadas estándar. A continuación, se realiza la operación de corte con la forma deseada y los punzonados y troquelados necesarios. Por último, se procede a realizar el plegado según un orden preestablecido.

Concluyendo con este apartado, cabe destacar la importante diferencia que existe entre el proceso de fabricación y el de modelaje. Como se ha podido comprobar, durante el proceso de modelado se van realizando las operaciones de pestaña, troquelado y pliegue para construir una geometría final y, por último, una vez modelada, se crea el desarrollo de esta pieza. Mientras que en la fabricación ocurre justo lo contrario, se parte de una chapa desplegada y plana, a la que se le van aplicando las diferentes operaciones.

En la siguiente imagen (*Figura 78*) se puede ver un ejemplo de desarrollo realizado con la pieza 2470140202 que hace de **frontal** y forma parte del chasis en nuestra máquina expendedora de billetes. En él aparecen las líneas de plegado, destacadas en color amarillo, y discontinuas, que representan el punto exacto donde la máquina va a posicionar la cuchilla para el doblado.

Además, se indica con una referencia numérica la cantidad de pliegues que son necesarios para el montaje final de la pieza.

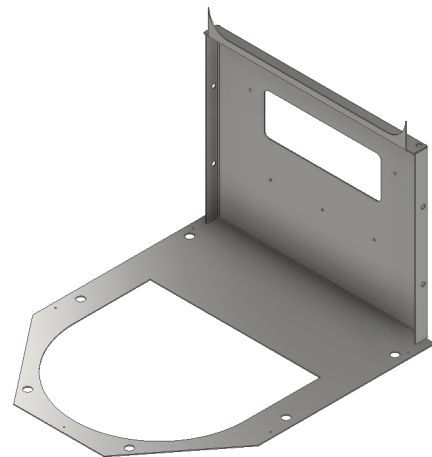


Figura 78: Pieza Base y frontal

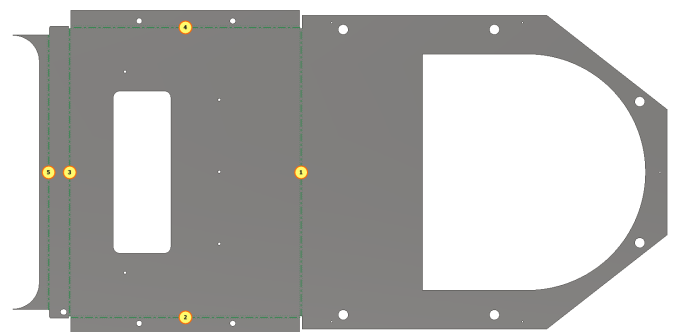


Figura 79: Desarrollo de la pieza Base y frontal

2.7. GUÍA DIDÁCTICA: Desarrollo de chapa

Estados del modelo

A partir de la versión 2022 de Autodesk Inventor, se dispone de un nuevo comando en el menú contextual que son los estados del modelo. Esta nueva función permite guardar la pieza en diferentes momentos del modelado y realizar diferentes configuraciones de ella misma, es decir, obtener varias versiones del mismo volumen. Por ejemplo, un estado de modelo puede estar formado por una pieza donde se han realizado unos agujeros de diámetro 8. Con este comando, se podría modificar esos huecos y realizar otro estado en el que sean de diámetro 5 o incluso, que estén situados en una posición diferente a la original.

En este caso de estudio en concreto, no se utilizará esta nueva herramienta para crear distintas variantes de la pieza, sino para distinguir las diferentes operaciones que se le aplican desde el inicio. Partiendo de la chapa desarrollada, esta función permite guardar las vistas de cada una de las fases de modelaje para incluirlas posteriormente en un plano, simulando y orientando al cliente del orden de construcción que sigue la pieza cuando es fabricada y montada.

A la hora de crear los estados de modelo, no existe un número limitado, sino que se pueden realizar tantos como sean necesarios y modificar su nombre de manera individual. El propio programa, Autodesk Inventor, pone a disposición del usuario algunas opciones que facilitan la utilización de éste.

Por ejemplo, para saber en que estado de modelo nos encontramos cuando la carpeta esta cerrada, aparece el nombre del estado en el que se esta trabajando además de incluirse a continuación del nombre de la pieza. En cambio, si la carpeta está abierta, se pueden observar los diferentes estados del modelo guardados e indica el estado activo con un “check” y un símbolo de un lápiz azulado.

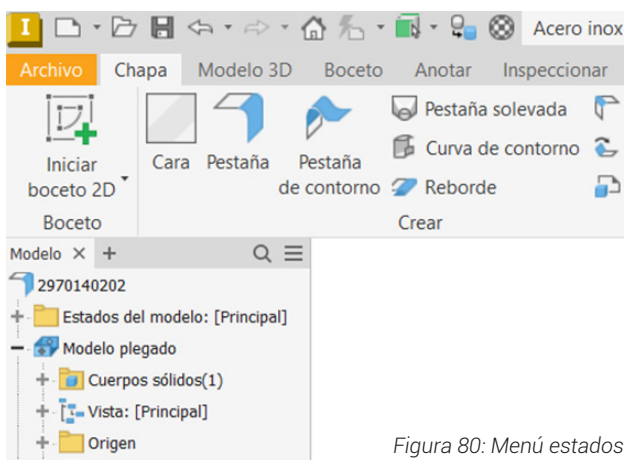


Figura 80: Menú estados

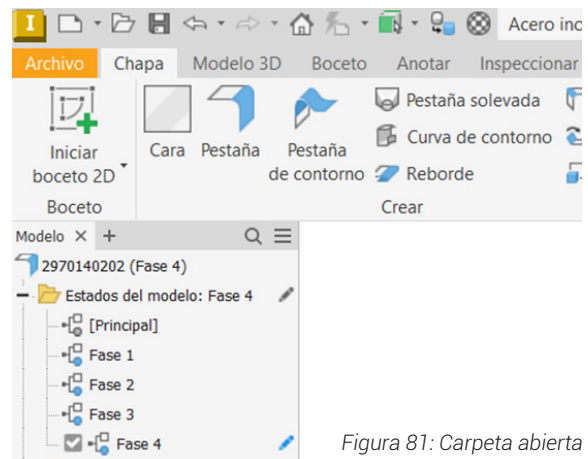


Figura 81: Carpeta abierta

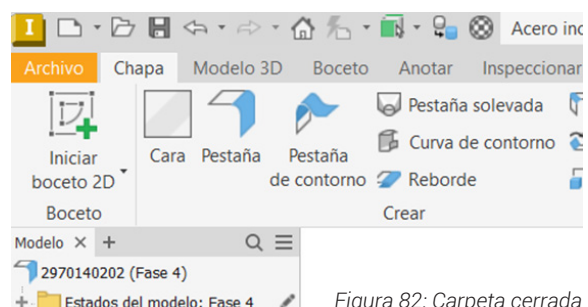


Figura 82: Carpeta cerrada

2.7. GUÍA DIDÁCTICA: Desarrollo de chapa

En la siguiente imagen se puede observar la secuencia de fabricación y montaje por las que pasa la pieza 2470140202 **Base y frontal**.

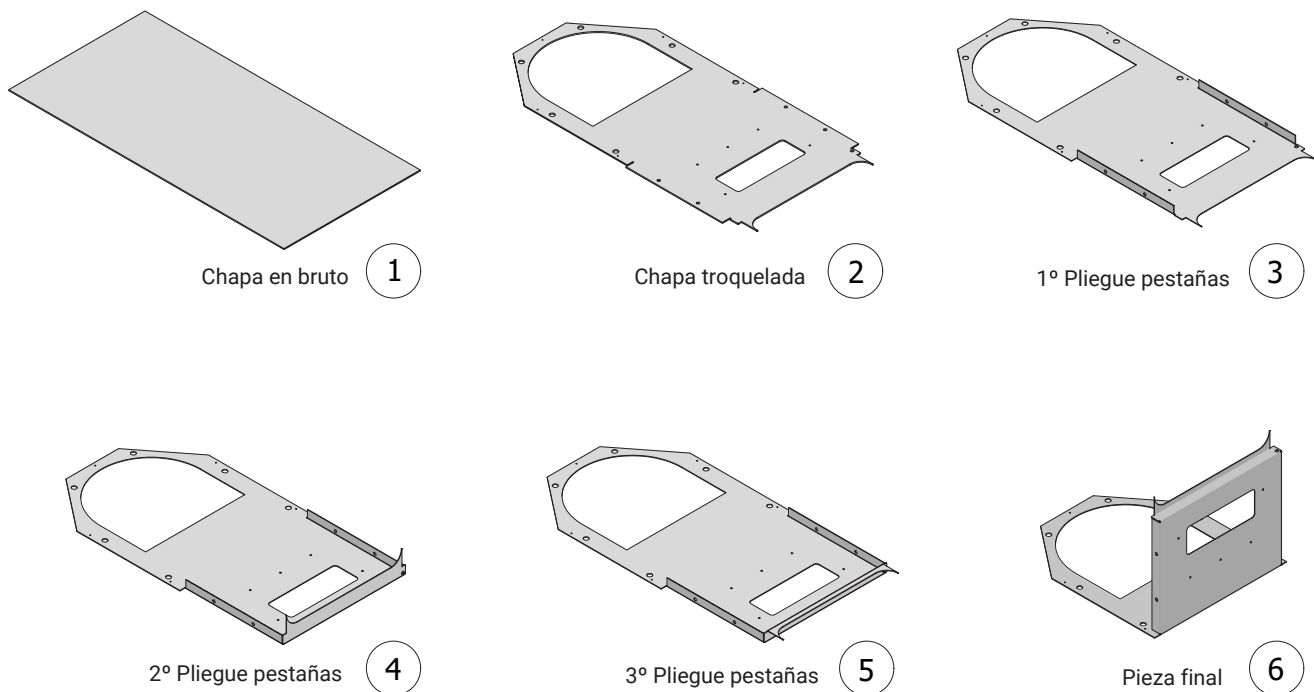


Figura 83: Secuencia fabricación y montaje de la pieza Base y frontal

2.8. GUÍA DIDÁCTICA: Análisis de interferencias

Introducción

A la hora de realizar el montaje del ensamblaje, es recomendable realizar un análisis por si existe alguna interferencia entre los componentes. Ya que o puede haber dos o más componentes ocupando el mismo espacio. Si esto ocurre, aparecerá una alerta en el programa y que nos mostrará la interferencia como uno o varios sólidos de color rojo, en función del número de discrepancias que haya. El programa indica los solapamientos de las piezas, pero no evita la colisión entre ellas.

Se pueden analizar ensamblajes enteros, subensamblajes y hasta un grupo seleccionado de componentes. Y una vez detectada la interferencia, se deben modificar las piezas para eliminarla.

El tiempo que se necesita para analizarlas va condicionado por el número de componentes y de si son de mayor o menor grado de complejidad. Si se debe realizar un análisis complejo, el programa tardará en procesarlo mayor tiempo, por lo que nos aparecerá una alerta donde se podrá detener el análisis si así se desea. Es recomendable seleccionar pocos componentes para el análisis con el fin de evitar largas esperas de tiempo o posible colapso del programa.

Para acceder al análisis debemos seleccionar el comando *"analizar interferencia"* en la pestaña *"inspeccionar"*.

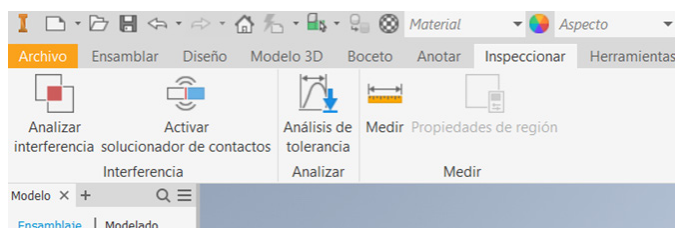


Figura 84: Comando Analizar interferencia

Saldrá una ventana emergente que solicita definir los conjuntos entre los que se va a realizar el análisis. Se pueden seleccionar clicando uno a uno en el modelo 3D, marcando con una ventana de selección o desde el menú contextual.

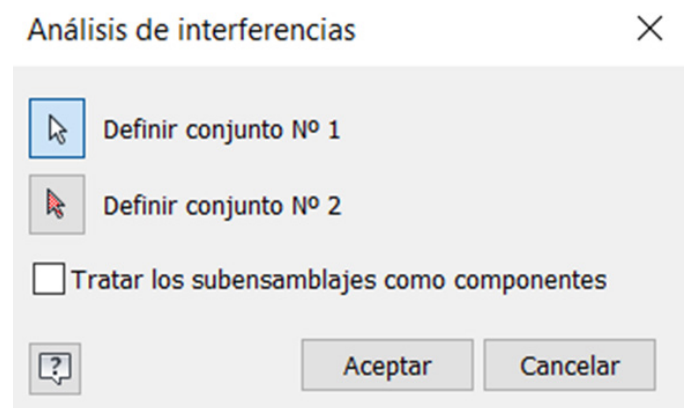


Figura 85: Ventana análisis de interferencias

2.8. GUÍA DIDÁCTICA: Análisis de interferencias

Casos prácticos

A continuación, se presentan diversos ejemplos de interferencias que ayudarán a la total comprensión del concepto explicado.

1. En este caso, el programa indica una interferencia por lo que es necesario alargar la longitud de la pieza **enganche medio a puerta** (2970140131) para que coincida con el **gancho** (2970140136) de la cerradura.

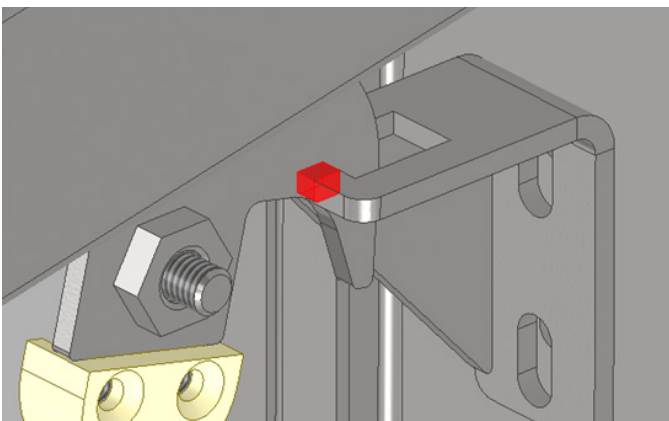


Figura 86: Interferencia entre piezas

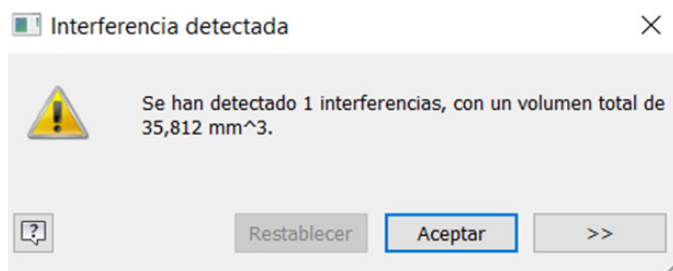


Figura 87: Ventana interferencia

Si se selecciona el comando ">>" se abre el informe del análisis donde se indentifican las piezas que interfieren y el volumen de colisión.

Elemento	Pieza 1	Pieza 2	Volumen	Tip
Int1	2970140136:1	2970140233:1	20,355 ...	Gen

Figura 88: Ventana informe interferencias

2. En el siguiente ejemplo, se han detectado interferencias que hacen necesario un recorte en el **conducto del ticket** (2970140124) para evitar el choque con la rampa de los dispensadores (2970140120).

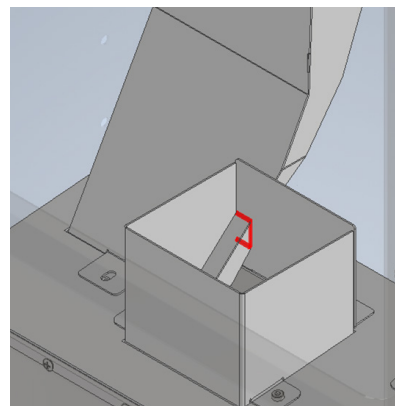


Figura 89: Interferencia entre piezas

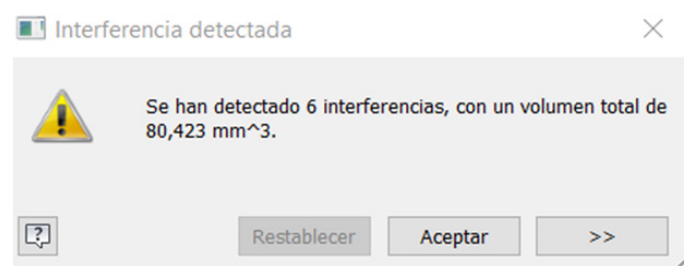


Figura 90: Ventana interferencia

2.9. GUÍA DIDÁCTICA: Exportación de archivos

El tercer y último método de guardado, es seleccionando el comando “*exportar*” que permite:

- Guardar la pieza como una imagen con extensión BMP, JPEG, PNG o TIFF.
- Guardar como un PDF 3D de forma que se puede mover y girar la pieza en tres dimensiones además de poder ver sus vistas predeterminadas como la vista frontal, superior, lateral e isométrica.
- Guardar como formato PDF.
- Exportar en formato de CAD entre ellos permite Parasolid, PRO-E y STEP.
- Exportar en formatos DWG o DWF que suelen estar relacionados con el apartado de fabricación ya que es esta extensión la que se introduce en la maquinaria.

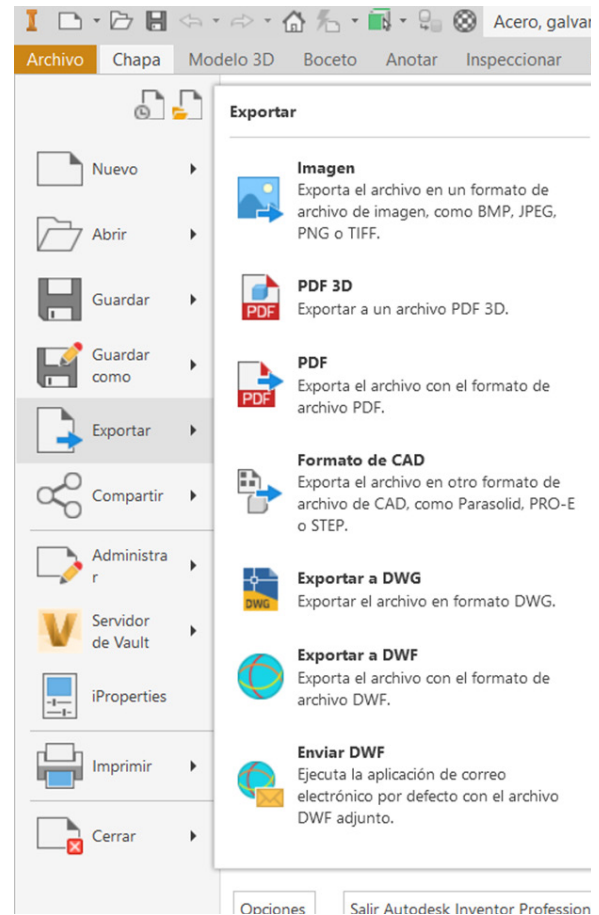


Figura 93: Ventana Exportar

Capítulo 3

Diseño y desarrollo de un
entorno interactivo

3. Diseño y desarrollo de un entorno interactivo

Introducción

En este capítulo se explicará el diseño, desarrollo e implementación de un entorno de presentación interactivo. En este último, el usuario puede navegar y buscar información del caso práctico de la máquina expendedora de billetes de autobús, y de las guías didácticas asociadas, ya explicadas en el capítulo anterior.

De esta forma se van a diseñar e introducir como ejemplo varias guías didácticas descritas en el entorno interactivo, dejando la posibilidad de poder ampliar la aplicación en un futuro con una actualización del resto de contenidos desarrollados en las guías.

También se ha procedido a realizar un sistema de autoevaluación en forma de test para la verificación del grado de visualización y acceso a la información que los usuarios han obtenido a través de la lectura del documento.

Entorno de presentación interactivo

El entorno de presentación interactivo se basa en un menú principal, el cual funciona como índice interactivo de este material. A través de esta pantalla principal, el usuario puede acceder a las diferentes formas de presentación e información como videos, simulaciones, visualizaciones en 3D y los documentos técnicos de los planos.

El diseño y creación de este entorno es simplemente un complemento al manual de guías didácticas desarrollado en este trabajo final de grado, por lo que al no ser el objetivo principal, se van a incluir únicamente algunas de las guías a modo de ejemplo.

La visualización de este índice general está compuesta por la imagen de la máquina estudiada acompañada por dos botones interactivos. El primero de ellos permite el acceso a la presentación

de la máquina, es decir, a su descripción y sus características principales.

Entrando en el segundo botón, se accederá al conjunto de guías didácticas, donde se permite la interacción del usuario, además de mostrar de manera detallada el contenido explícito de cada una de ellas.

Por último, cada guía didáctica constará de un menú propio con botones interactivos donde se podrá acceder a las explicaciones de una forma más dinámica, visual y entretenida para el usuario. Permitiendo así una rápida y fácil comprensión por parte del estudiante.

En las siguientes imágenes (*figuras 94 - 97*), representan los bocetos iniciales de varias de las pantallas de este entorno interactivo.

En la *figura 94*, se puede observar el diseño del índice general. Está formado por tres botones principales ubicados en la parte superior izquierda, comunes a todas las pantallas de este entorno, una imagen del dispositivo en la parte inferior, y dos botones secundarios en la zona central derecha.

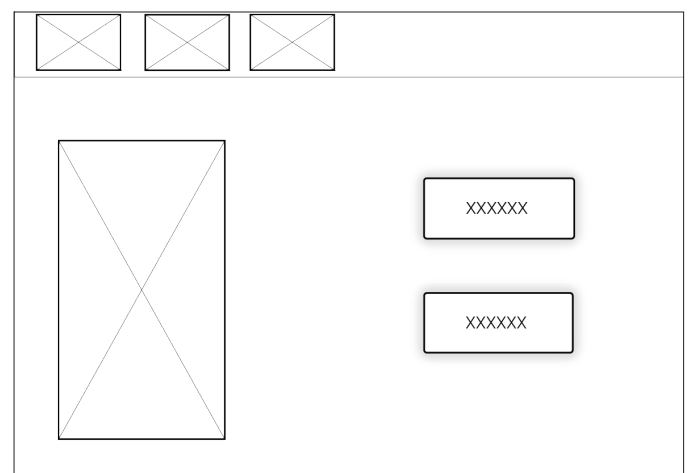


Figura 94: Boceto inicial índice

3. Diseño y desarrollo de un entorno interactivo

La *figura 95*, consta de un boceto de la pantalla en la que aparece uno de los conjuntos principales de la máquina. Está formada por una imagen central del ensamblaje rodeada por varios botones que referencian cada una de las piezas que lo componen.

Además, en la parte superior izquierda, aparece el título del conjunto que se está explicando.

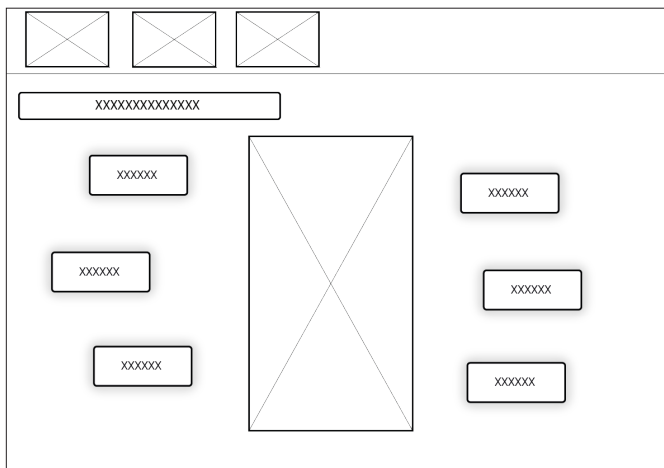


Figura 95: Boceto pantalla conjunto

La siguiente imagen, *figura 96*, trata del boceto de la pantalla características de una pieza. Está compuesta por una imagen en la zona izquierda, junto con dos botones secundarios que redirigen al usuario a visualizar los planos técnicos en 2D y las vistas en 3D. A su vez, en la parte superior de la imagen, aparece el nombre de la pieza que está siendo descrita.

En la zona derecha, aparecen dos botones desplegables. El que está ubicado en la parte superior descubre la información acerca de la funcionalidad de la pieza, y el de la zona inferior, las características físicas, como el material y el peso.

Cabe destacar el pequeño botón situado en la zona inferior derecha que permite al usuario retroceder a la página anterior.

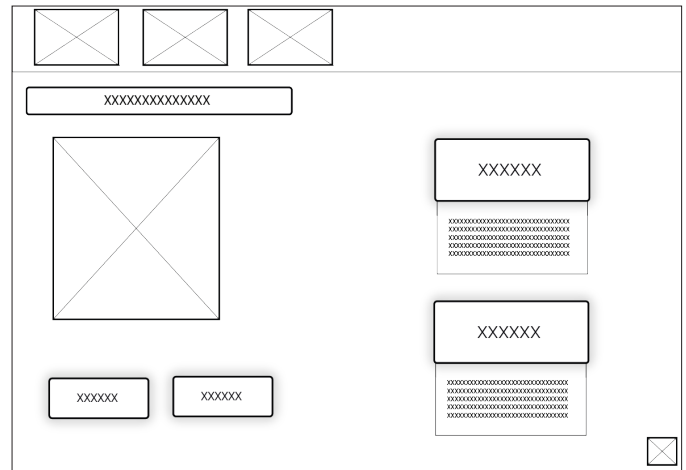


Figura 96: Boceto pantalla características

Por último, la *figura 97*, representa el boceto de la pantalla en la que se incluye un vídeo, ya sea de un explosionado de una pieza o del mecanismo de apertura de la máquina de autorecarga.

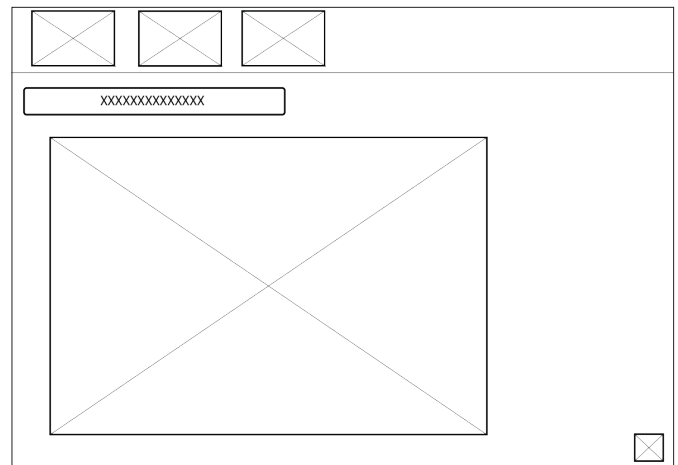


Figura 97: Boceto pantalla vídeo

Para ver el diseño y resultado final del entorno interactivo presentado en este capítulo, será mostrado en la defensa del proyecto.

3. Diseño y desarrollo de un entorno interactivo

Sistema de autoevaluación

Para comprobar que el usuario ha leído y comprendido los contenidos explicados de esta memoria, se ha procedido a crear un sistema de evaluación autónomo a realizar una vez finalizada la lectura.

La herramienta que ha sido utilizada para el desarrollo de este cuestionario es "Google Forms". Esta extensión permite crear formularios y encuestas con distintos tipos de preguntas, además de analizar los resultados en tiempo real y desde cualquier dispositivo.

La evaluación consta de una serie de preguntas tipo test con cuatro posibles respuestas. Estas cuestiones varían en su finalidad, encontrando desde preguntas de testeo para comprobar si el estudiante ha leído la guía, y otras más detalladas donde se demuestre la completa comprensión de la información tratada.

Con cada respuesta correcta, el usuario sumará una cantidad determinada de puntos.

Para acceder a este test se debe introducir en el navegador de internet el siguiente enlace:

<https://forms.gle/iHb6Mb4kUc4AzBHg7>

En él se pueden encontrar un total de 25 preguntas tipo test con dos o cuatro posibles respuestas.

A continuación, en la siguiente página, se van a desarrollar todas las preguntas.



Figura 98: Logotipo Google Forms

Autoevaluación

Diseño e implementación de material didáctico interactivo basado en caso real sobre diseño industrial de carcasa de máquina expendedora

ivaanherarc@gmail.com (no compartidos) [Cambiar de cuenta](#)

¿Cuál de los siguientes programas NO aparece en la tabla comparativa de modelado 3D? 1 punto

☐ a. AutoCAD

☐ Solidworks

☐ Inventor

☐ FreeCAD

¿Cuál es el programa de modelado que ha sido utilizado en este manual? 1 punto

☐ Inventor

☐ Solidworks

☐ Catia

☐ FreeCAD

Figura 99: Ventana de ejemplo Google Forms

3. Diseño y desarrollo de un entorno interactivo

Test autoevaluación

¿Cuál de los siguientes programas NO aparece en la tabla comparativa de modelado 3D?

- a. AutoCAD
- b. SolidWorks
- c. Inventor
- d. FreeCAD

¿Cuál es el programa de modelado que ha sido utilizado en este manual?

- a. Inventor
- b. SolidWorks
- c. Catia
- d. FreeCAD

¿En qué consiste el producto del caso práctico explicado?

- a. Máquina expendedora de billetes de bus
- b. Máquina expendedora de comida
- c. Máquina expendedora de bebida
- d. Máquina de parking

¿Cuál es la empresa propietaria de esta máquina?

- a. Ztec
- b. Prepay Technologies
- c. Polartech
- d. Araven

¿Los vinilos con el diseño gráfico aplicado al producto son de color?

- a. Amarillo
- b. Verde
- c. Azul oscuro
- d. Naranja

¿Cuál de los siguientes materiales de chapa NO ha sido utilizado en esta máquina?

- a. AISI 304
- b. AISI 316
- c. Acero galvanizado
- d. AISI 1020

En la Guía didáctica: Tipos de archivos, ¿qué formato NO es explicado?

- a. IPT
- b. IGES
- c. IPN
- d. IDW

En la Guía didáctica: Tipos de archivos, ¿puede crearse una vista seccionada en un archivo IDW?

- a. Sí
- b. No

En la Guía didáctica: Tipos de archivos, ¿un archivo con formato IPN es...?

- a. Un archivo de pieza
- b. Un archivo de ensamblaje
- c. Un archivo de presentación
- d. Un archivo de dibujo

En la Guía didáctica: Modelado de una pieza, ¿cuál es la mejor estrategia para modelar esta pieza?

- a. A partir de medidas
- b. A partir de un volumen
- c. Las dos anteriores
- d. A partir de cubos

En la Guía didáctica: Modelado de una pieza, ¿qué operación logra separar dos caras para así permitir crear el desarrollo de la chapa?

- a. Modificación de esquina
- b. Cortar
- c. Desplegar
- d. Doble

En la Guía didáctica: Análisis general, ¿cuál de los siguientes conjuntos NO forma parte de la máquina?

- a. Conjunto chasis
- b. Conjunto dispensadores
- c. Conjunto puerta
- d. Conjunto ventilación

En la Guía didáctica: Análisis general, ¿en qué conjunto se encuentran los principales componentes electrónicos?

- a. Conjunto puerta
- b. Conjunto chasis
- c. Conjunto cajón
- d. Conjunto dispensadores

3. Diseño y desarrollo de un entorno interactivo

En la Guía didáctica: Descripción de un dispositivo, ¿qué conjunto es desarrollado?

- a. Conjunto puerta
- b. Conjunto cajón
- c. Conjunto dispensadores
- d. Conjunto cerradura

En la Guía didáctica: Descripción de un dispositivo, ¿cuál de las siguientes piezas NO es explicada con sus detalles técnicos?

- a. Enganche a puerta
- b. Enganche medio a puerta
- c. Bisagra
- d. Soporte impresora

En la Guía didáctica: Análisis de funcionamiento, ¿cuál es el primer paso para abrir la máquina?

- a. Desbloquear la cerradura principal
- b. Desbloquear la cerradura de combinación
- c. Introducir el código de desbloqueo
- d. Desbloquear la cerradura trasera

En la Guía didáctica: Análisis de funcionamiento, ¿qué mecanismo tiene la cerradura?

- a. Piñón - cremallera
- b. Biela - corredera
- c. Giro de palancas
- d. Poleas

En la Guía didáctica: Realización de un explosionado, ¿cuál es la última pieza que se desmonta según el vídeo?

- a. Tapa del cajón
- b. Conducto ticket
- c. Rampa de devolución de monedas
- d. Compuerta

En la Guía didáctica: Realización de un explosionado, ¿para qué NO se suele utilizar un explosionado de un conjunto?

- a. Para realizar un vídeo de desmontaje
- b. Para crear una vista explosionada
- c. Para referenciar piezas a través de listas de elementos
- d. Para animar una restricción

En la Guía didáctica: Desarrollo de chapa, ¿qué pieza es usada como caso práctico?

- a. Zócalo
- b. Capuchón
- c. Base y frontal
- d. Cajón

En la Guía didáctica: Desarrollo de chapa, ¿qué se consigue creando varios estados del modelo?

- a. Crear diferentes configuraciones de la pieza
- b. Crear diferentes vistas de cámara
- c. Crear diferentes perspectivas de la pieza
- d. Eliminar completamente operaciones

En la Guía didáctica: Análisis de interferencias, ¿qué NO se puede conseguir pulsando el comando "análisis de interferencias"??

- a. Detectar las piezas que colisionan
- b. Obtener el volumen total de interferencia
- c. Arreglar de forma automática la colisión
- d. Analizar grupos mayores de 20 piezas

En la Guía didáctica: Análisis de interferencias, ¿qué piezas aparecen en el caso práctico?

- a. Enganche/Gancho
- b. Soporte impresora/Puerta
- c. Bandeja SAI/Brida doble
- d. Zócalo/Chasis

En la Guía didáctica: Exportación de archivos, ¿si se selecciona el comando "guardar como" NO se permite...?

- a. Guardar copia como
- b. Guardar como PDF3D
- c. Empaquetar archivos
- d. Guardar como plantilla

En la Guía didáctica: Exportación de archivos, ¿si se selecciona el comando "exportar" NO permite...?

- a. Exportar a DWG
- b. Exportar a DXF
- c. Exportar formato de CAD
- d. Exportar como IGES

Capítulo 4

Conclusiones

4. CONCLUSIONES

Este proyecto ha sido realizado de forma individual por Iván Hernando Arche, apoyado y revisado por el tutor académico Enrique Tardío Monreal, y la empresa que ha cedido los documentos de partida Prepay Technologies.

Los objetivos del proyecto se han alcanzado con éxito. Se parte de que es un manual genérico sobre el uso del programa de Autodesk Inventor y no analiza profundamente cada apartado, comando o sistema. Es una herramienta de material educativo, cargada de motivación y apoyo al usuario, y es una pieza clave en el proceso de enseñanza, sobre todo cuando esta es a distancia y/o de manera autodidacta.

La realización de este proyecto me ha permitido hacer una aproximación sobre el desarrollo de una máquina. Durante el proceso, he aprendido a comunicar y representar diferentes formas de documentación e información a partir de la utilización de una herramienta informática, en este caso Autodesk Inventor.

En la mayoría de los manuales de este tipo, creados por diferentes usuarios, no aparecen las dificultades ni los problemas que más habituales de encontrar durante el modelaje de piezas. Con el trabajo realizado en este documento, se pretenden, al igual que en el resto de guías, mostrar detalles técnicos, comentar e informar a todos aquellos usuarios que quieren adentrarse en este mundo del modelaje. Así mismo, se procura mostrar la multitud de estrategias que existen a la hora de realizar el modelo de una pieza en 3D, ya que cada una tiene una forma y geometrías diferentes, por lo que no se puede seguir el mismo proceso de construcción para todas ellas.

Además, he creído importante destacar algunos de los problemas que surgen durante el modelado, ya que muchos de ellos se han de resolver de manera manual, ya que no siempre los comandos del programa los resuelven de forma correcta.

Cuando se está en un proceso de aprendizaje sobre el manejo de un programa de diseño paramétrico, no siempre queda todo bien resuelto a la primera, por lo que el usuario se enfrenta a idear diferentes caminos y estrategias para conseguir un resultado final satisfactorio. En las guías didácticas descritas en este trabajo, se proporciona al estudiante una serie de herramientas que puede aplicar en su diseño para solucionar los diferentes problemas.

Un aspecto positivo que ha sido obtenido gracias a la realización de este proyecto es que me ha permitido la colaboración con una empresa y entender el funcionamiento de un producto industrial real.

Para concluir este trabajo final de grado, cabe destacar el resultado satisfactorio obtenido por ambas partes, a pesar de las dificultades que han surgido a lo largo del proyecto, como el retraso en cuanto al acceso de la información necesaria para el modelaje y la calidad de ésta, ya que se partía de unos planos PDF de las piezas en las que en gran cantidad de ellos faltaban algunas cotas funcionales y determinantes para el modelaje, por lo que terminaron siendo modeladas a través de ensayo/error, modificando sus operaciones y parámetros según se iban ensamblando en conjunto principal.

Capítulo 5

Referencias

5. REFERENCIAS

Webgrafía

- [1] [https://knowledge.autodesk.com/es/support/inventor/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2020/ESP/Inventor-Help/files/GUID-4EE5D88C-E6B9-48BB-9CC5-7CC7098FF473-htm.html#:~:text=Haga%20clic%20con%20el%20bot%C3%B3n%20derecho%20en%20un%20boceto%20en,\(AutoCAD%20R12%20FLT2\)%5D.&text=Guarda%20un%20archivo%20con%20un,Los%20archivos%20guardados%20permanecen%20abiertos](https://knowledge.autodesk.com/es/support/inventor/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2020/ESP/Inventor-Help/files/GUID-4EE5D88C-E6B9-48BB-9CC5-7CC7098FF473-htm.html#:~:text=Haga%20clic%20con%20el%20bot%C3%B3n%20derecho%20en%20un%20boceto%20en,(AutoCAD%20R12%20FLT2)%5D.&text=Guarda%20un%20archivo%20con%20un,Los%20archivos%20guardados%20permanecen%20abiertos)
- [2] <https://knowledge.autodesk.com/es/support/revit/getting-started/caas/CloudHelp/cloudhelp/2018/ESP/Revit-GetStarted/files/GUID-71F2C8EE-2A90-4076-A6C7-702082566DDF-htm.html>
- [3] <https://knowledge.autodesk.com/es/support/inventor/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2019/ESP/Inventor-Help/files/GUID-BE01AA75-8B7B-4E2D-833C-0385F7A1B165-htm.html>
- [4] <https://knowledge.autodesk.com/es/support/inventor/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2019/ESP/Inventor-Help/files/GUID-831901FF-A86B-4EB5-BD60-174684DEE04F-htm.html>
- [5] <https://knowledge.autodesk.com/es/support/inventor-lt/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2019/ESP/InventorLT-Help/files/GUID-772414ED-A283-4A02-878E-AD0A114F5BA3-htm.html>
- [6] <https://knowledge.autodesk.com/es/support/inventor-products/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2015/ESP/Inventor-Help/files/GUID-4D3BD772-F3A9-44FD-A415-66DFF157E578-htm.html>
- [7] <https://knowledge.autodesk.com/es/support/inventor/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2020/ESP/Inventor-Help/files/GUID-E56A1052-4527-4A2F-A9F0-68770B0871EE-htm.html>
- [8] <https://knowledge.autodesk.com/es/support/inventor-lt/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2019/ESP/InventorLT-Help/files/GUID-1B336854-4ED3-4C32-ADCB-E7A407485D80-htm.html>
- [9] <https://knowledge.autodesk.com/es/support/inventor-lt/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2019/ESP/InventorLT-Help/files/GUID-D1EBE010-86D3-49CC-88B3-522F9A0CCA3B-htm.html>
- [10] <https://www.esdesignbarcelona.com/actualidad/diseño-producto/que-hace-un-modelador-3d-funciones-y-caracteristicas-de-esta-profesion>
- [11] <https://all3dp.com/es/1/mejor-programa-cad-profesional/>
- [12] <https://cym.com.ar/faqs/que-es-el-granallado/>
- [13] https://www.axalta.com/powdercoatings_es/es_ES/technical-expertise-quality/what-is-powder-coating.html
- [14] <https://all3dp.com/es/1/mejor-programa-cad-profesional/>
- [15] <https://ferrosplanes.com/innox-304-vs-innox-316-diferencias/>