



UNIVERSIDAD
DE MÁLAGA



ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES
EXPRESIÓN GRÁFICA, DISEÑO Y PROYECTOS
Área de Expresión Gráfica en la Ingeniería

TRABAJO FIN DE GRADO

**OPTIMIZACIÓN DE LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN DE UNA EMPRESA
DE MUEBLES DE MADERA MEDIANTE LA PARAMETRIZACIÓN**

Grado en

Ingeniería en Diseño Industrial y D.P.

Autor: LEIRE ROSA DA GRACIA

Tutor: FRANCISCO JOSÉ ORTIZ

MÁLAGA, 4 de septiembre de 2.023



UNIVERSIDAD
DE MÁLAGA



TRABAJO FIN DE GRADO

"OPTIMIZACIÓN DE LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN DE UNA EMPRESA DE MUEBLES DE MADERA MEDIANTE LA PARAMETRIZACIÓN"

Autora: Leire Rosa da Gracia

Tutor: Francisco José Ortiz Zamora

Grado: Ingeniería de Diseño Industrial y Desarrollo del Producto

Fecha: Septiembre de 2023



RESUMEN

La concepción del siguiente proyecto surge durante la realización de unas prácticas extracurriculares por parte de la alumna en una empresa de carpintería industrial durante las cuales se encargó de desarrollar una biblioteca que abarcara una amplia variedad de modelos de mobiliario mediante la aplicación de la parametrización. Esta tarea le fue asignada a la alumna debido a que la empresa tenía conocimiento de ciertos desafíos relacionados a su método de trabajo actual y estaba comprometida en su mejora.

El proceso de parametrización se lleva a cabo mediante el uso del programa informático Inventor de AutoDesk vinculado con hojas de cálculo de Excel, mediante los cuales se pueden obtener modelos en 3D con las dimensiones especificadas, y pudiendo a partir de estos obtener los planos de fabricación y las medidas precisas de cada componente.

Sin embargo, durante su estancia en la empresa, la alumna llegó a la conclusión de que, aunque la parametrización era una herramienta valiosa, la empresa requería ciertos ajustes para lograr un funcionamiento óptimo.

En este proyecto, se va a llevar a cabo un análisis exhaustivo del proceso de fabricación de mobiliario en la empresa, con el propósito de identificar los puntos problemáticos del proceso productivo y comprender su origen para abordarlos de manera efectiva.

Basándose en la información recolectada acerca de la empresa y tras investigar diversas metodologías, se diseñará una metodología propia que tendrá como objetivo principal identificar y resolver los distintos problemas a los que la empresa se enfrenta, además de servir como guía para una correcta implementación del proceso de parametrización que ya desarrollado.

Palabras clave: muebles de madera, parametrización, carpintería industrial, proceso productivo, planos de fabricación, proceso de mejora.



ABSTRACT

The conception of the following project arises during the completion of extracurricular internships by the student at an industrial carpentry company, during which she was tasked with developing a library encompassing a wide variety of furniture models through the application of parametrization. This task was assigned to the student because the company was aware of certain challenges related to their current working method and was committed to improvement.

The process of parametrization is carried out using the AutoDesk Inventor software program in conjunction with Excel spreadsheets, through which 3D models with specified dimensions can be generated. These models serve as the basis for obtaining manufacturing blueprints and precise measurements of each component.

However, during her tenure at the company, the student came to the conclusion that, although parametrization was a valuable tool, the company required certain adjustments to achieve optimal functionality.

In this project, a comprehensive analysis of the furniture manufacturing process in the company will be undertaken, with the purpose of identifying problematic points in the production process and understanding their origins to address them effectively.

Drawing on the collected information about the company and after researching various methodologies, a proprietary methodology will be devised. Its primary objective will be to identify and resolve the different challenges that the company faces, in addition to serving as a guide for the proper implementation of the already developed parametrization process.

Keywords: Wooden furniture, parametrization, industrial carpentry, production process, manufacturing blueprints, improvement process.



UNIVERSIDAD
DE MÁLAGA



ÍNDICE

"OPTIMIZACIÓN DE LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN DE UNA EMPRESA DE MUEBLES DE MADERA MEDIANTE LA PARAMETRIZACIÓN"

Autora: Leire Rosa da Gracia

Tutor: Francisco José Ortiz Zamora

Grado: Ingeniería de Diseño Industrial y Desarrollo del Producto

Fecha: Septiembre de 2023



Contenido

RESUMEN	4
ABSTRACT	5
ÍNDICE.....	6
Contenido	7
Índice de Ilustraciones	9
Índice de Figuras	10
Índice de Tablas.....	11
MEMORIA.....	12
1. INTRODUCCIÓN	13
1.1. Objeto.....	13
1.2. Justificación	13
1.3. Antecedentes	13
2. CARACTERÍSTICAS DE LA EMPRESA	14
2.1. Visión general.....	14
2.2. Misión y valores	14
2.3. Mercado objetivo	14
2.4. Productos	15
2.5. Departamentos	17
2.5.1. Dirección.....	18
2.5.2. Departamento de administración y compras.....	18
2.5.3. Departamento comercial	18
2.5.4. Departamento de producción.....	18
2.5.5. Materiales	19
3. PROCESO PRODUCTIVO ACTUAL	20
3.1. Desarrollo del proceso productivo.....	20
3.1.1. Proceso de preproducción en función del cliente.....	21
3.1.2. Proceso productivo	23
3.2. Problemas derivados de la forma de trabajo actual	23
3.2.1. Falta de fluidez en el proceso productivo	23
3.2.2. Repetición continuada del proceso de producción.....	24
3.3. La parametrización como solución.....	24
4. METODOLOGÍA.....	25



4.1.	Necesidades que debe cubrir la nueva metodología	26
4.2.	Elaboración de la metodología a aplicar	26
4.2.1.	Principios básicos de las metodologías escogidas.....	27
4.2.2.	Lean Manufacturing + Diagrama de Flujo de Trabajo + Design for Variety	29
5.	FASES DE LA METODOLOGÍA	31
5.1.	Fase 1- Identificación del valor.....	31
5.2.	Fase 2- Mapeo del Flujo de Valor	31
5.3.	Fase 3- Identificación de desperdicios	40
5.4.	Fase 4 - Eliminación de desperdicios.....	41
5.4.1.	Parametrización	41
5.4.2.	Carpetas compartidas	60
5.4.3.	Códigos	61
5.4.4.	Implementación de tecnología.....	62
5.5.	Fase 5 - Implementación y mantenimiento de las medidas	63
5.5.1.	Nuevo Flujo de Procesos	63
5.5.2.	Mantenimiento y comprobación de las medidas adoptadas.....	68
6.	BIBLIOGRAFÍA	68
	ANEXOS	70
7.	Anexo A. Despieces de los muebles	71
8.	Anexo B. Catálogo de muestra para clientes.....	80
9.	Anexo C. Guía para el trabajador	84
	PLANOS.....	89



Índice de Ilustraciones

Ilustración 1. Cajonera encimera vista. Fuente: Elaboración propia.	15
Ilustración 2. Cajonera encimera a inglete. Fuente: Elaboración propia.	15
Ilustración 4. Mueble de baño lavabo de sobreencimera. Fuente: Elaboración propia.	16
Ilustración 3. Mueble de baño lavabo encastrado. Fuente: Elaboración propia.	16
Ilustración 5. Armario con baldas, armario con barras y armario con cajonera. Fuente: Elaboración propia.	17
Ilustración 6. Pieza patrón creada con Inventor. Fuente: Elaboración propia.	44
Ilustración 7. Tabla de parámetros de Inventor. Fuente: Elaboración propia.	44
Ilustración 8. Tabla de parámetros fundamentales de Excel. Esta tabla corresponde a la estructura de un armario. Fuente: Elaboración propia.	45
Ilustración 9. Tabla de con medidas de una pieza calculas con Excel. Fuente: Elaboración propia.	46
Ilustración 10. Tabla de parámetros de Inventor vinculada a una tabla de Excel. Fuente: Elaboración propia.	46
Ilustración 11. Herramienta chaflán de Inventor. Fuente: Elaboración propia.	47
Ilustración 12. Creación de un boceto para realizar una operación de ranurado. Fuente: Elaboración propia.	47
Ilustración 13. Proceso de extrusión para la operación de ranurado. Fuente: Elaboración propia.	48
Ilustración 14. Restricción de piezas mediante la coincidencia. Las dos superficies seleccionadas se encuentra a 5 mm de distancia. Fuente: Elaboración propia.	49
Ilustración 15. Restricción mediante la nivelación. Fuente: Elaboración propia.	49
Ilustración 16. Cajetín de los planos de fabricación. Fuente: Elaboración propia.	50
Ilustración 17. Tabla de contenido del planos de fabricación. En ella aparecen las medidas de todas las piezas que forman el mueble. Fuente: Elaboración propia.	50
Ilustración 18. Herramienta de Copia de Diseño iLogic. Fuente: Elaboración propia.	51
Ilustración 19. Tabla de parámetros para el ensamblaje del mueble en Excel. Fuente: Elaboración propia.	52
Ilustración 20. Herramienta patrón de componente empleada en los cajones dispuestos verticalmente de una cajonera. Fuente: Elaboración propia.	52
Ilustración 21. Herramienta patrón de componente empleada en los cajones dispuestos horizontalmente de una cajonera. Fuente: Elaboración propia.	53
Ilustración 22. Cajón simple. Válido para cajoneras y muebles de baño. Fuente. Elaboración propia.	53
Ilustración 24. Modelo 1 cajonera encimera a inglete. Fuente: Elaboración propia.	54
Ilustración 23. Modelo 4 cajonera encimera vista. Fuente: Elaboración propia.	54
Ilustración 25. Modelo 2 cajonera encimera a inglete. Fuente: Elaboración propia.	54
Ilustración 26. Modelo 5 cajonera encimera vista.	54
Ilustración 27. Modelo 6 cajonera encimera vista. Fuente: Elaboración propia.	55
Ilustración 28. Modelo 3 cajonera encimera a inglete. Fuente: Elaboración propia.	55
Ilustración 29. Modelo 3 de armario. Fuente: Elaboración propia.	56
Ilustración 30. Modelo 2 de armario. Fuente: Elaboración propia.	56
Ilustración 31. Modelo 1 de armario. Fuente: Elaboración propia.	56



Ilustración 32. Modelo 6 de armario. Fuente: Elaboración propia.	56
Ilustración 33. Modelo 5 de armario. Fuente: Elaboración propia.	56
Ilustración 34. Modelo 4 de armario. Fuente: Elaboración propia.	56
Ilustración 35. Modelo 8 de armario. Fuente: Elaboración propia.	57
Ilustración 36. Modelo 7 de armario. Fuente: Elaboración propia.	57
Ilustración 39. Diferentes variantes del cajón de hueco central en función de la posición del sifón. Fuente: Elaboración propia.	58
Ilustración 37. Modelo 10 de armario. Fuente: Elaboración propia.	58
Ilustración 38. Modelo 9 de armario. Fuente: Elaboración propia.	58
Ilustración 40. Diferencia entre cajón con hueco lateral a la izquierda y cajón con hueco lateral a la derecha. Fuente: Elaboración propia.	59
Ilustración 41. Modelo 2 mueble de baño lavabo encastrado. Elaboración: propia.	59
Ilustración 42. Modelo 1 mueble de baño lavabo encastrado. Fuente: Elaboración propia.	59
Ilustración 43. Modelo 3 mueble de baño lavabo de sobreencimera. Fuente: Elaboración propia.	60
Ilustración 44. Modelo 4 mueble de baño lavabo de sobreencimera. Fuente: Elaboración propia.	60

Índice de Figuras

Figura 1. Esquema jerárquico de la empresa. Fuente: Elaboración propia.	17
Figura 2. Fases y desarrollo del proceso productivo. Fuente: Elaboración propia.	21
Figura 3. Fases de la metodología creada. Fuente: Elaboración propia.	30
Figura 4. Diagrama de Flujo de Procesos para clientes particulares. Primera parte. Fuente: Elaboración propia.	34
Figura 5. Diagrama de Flujo de Procesos para clientes particulares. Segunda parte. Fuentes: Elaboración propia.	35
Figura 6. Diagrama de Flujo de Procesos para empresas de diseño. Primera parte. Fuentes: Elaboración propia.	36
Figura 7. Diagrama de Flujo de Procesos para empresas de diseño. Segunda parte. Fuentes: Elaboración propia.	37
Figura 8. Diagrama de Flujo de Procesos para empresas constructoras. Primera parte. Fuentes: Elaboración propia.	38
Figura 9. Diagrama de Flujo de Procesos para empresas constructoras. Segunda parte. Fuentes: Elaboración propia.	39
Figura 10. Identificación de los factores de variabilidad. Fuente: Elaboración propia.	42
Figura 11. Diagrama de Flujo de Procesos del nuevo proceso productivo. Primera parte. Fuente: Elaboración propia.	65
Figura 12. Diagrama de Flujo de Procesos del nuevo proceso productivo. Segunda parte. Fuente: Elaboración propia.	66
Figura 13. Diagrama de Flujo de Procesos del nuevo proceso productivo. Tercera parte. Fuente: Elaboración propia.	67



Índice de Tablas

Tabla 1. Asignación de símbolos para la construcción de los Diagramas de Flujo de Procesos. Fuente: Elaboración propia.	32
Tabla 2. Identificación de desperdicios y causas que los provocan. Fuente: Elaboración propia.	40
Tabla 3. Tabla de recopilación de muebles de un proyecto. Fuente: Elaboración propia.	61
Tabla 4. Asignación de código identificativo en función del tipo y estilo de mueble. Fuente: Elaboración propia.	62
Tabla 5. Asignación de nuevos símbolos a las acciones del Proceso productivo. Fuente: Elaboración propia.	64



UNIVERSIDAD
DE MÁLAGA



MEMORIA

"OPTIMIZACIÓN DE LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN DE UNA EMPRESA DE MUEBLES DE MADERA MEDIANTE LA PARAMETRIZACIÓN"

Autora: Leire Rosa da Gracia

Tutor: Francisco José Ortiz Zamora

Grado: Ingeniería de Diseño Industrial y Desarrollo del Producto

Fecha: Septiembre de 2023



1. INTRODUCCIÓN

1.1. Objeto

El objetivo del siguiente trabajo es el de realizar un proceso de optimización aplicado a todas las fases del proceso de producción de una empresa de carpintería industrial mediante la aplicación de la parametrización. Para ello se realizará un exhaustivo análisis del funcionamiento interno de la empresa con el fin de encontrar la metodología que mejor se adapte a las características económicas y tecnológicas de la misma.

De esta manera se alcanzará el objetivo final del proyecto, transformar una empresa de carácter familiar en una PYME (Pequeña y Mediana Empresa).

1.2. Justificación

Este Trabajo de Fin de Grado, tiene una motivación principalmente académica, ya que dicho trabajo es un requisito indispensable para la obtención del título de Graduada en Ingeniería de Diseño Industrial y Desarrollo del Producto por la escuela de Ingenierías Industriales de la Universidad de Málaga.

Sin embargo también se aborda desde la importancia de que las empresas, sobre todo aquellas más tradicionales, sean capaces de adaptarse a las exigencias del mercado, aplicando las nuevas tecnologías que mejor se adapten a su ámbito pero sin llegar a perder su esencia.

1.3. Antecedentes

Las piezas de mobiliario más antiguas que se conocen, se descubrieron en Egipto y datan del Siglo XXVI a.c.. Desde el antiguo Egipto hasta la actualidad, las características de los muebles y la manera de fabricarlos ha evolucionado, adaptando los métodos de fabricación a lo que permiten las nuevas tecnologías y a las necesidades de la sociedad.

Durante la mayor parte de la historia, la fabricación de muebles se ha considerado un trabajo de artesanía, pues se realizaban a mano y con características propias del estilo artístico del momento. Esto suponía que cada una de los muebles que creaban los maestros ebanistas era una pieza única que llevaba meses de trabajo.

Fue a principios del siglo XX cuando, gracias a los grandes avances tecnológicos sucedidos durante la revolución industrial y a la necesidad de aumentar el volumen de producción, surge la fabricación en serie. Esto permitió la creación de productos estandarizados, siendo mucho más económico y accesibles a toda la población, pero eliminó por completo la posibilidad de obtener un producto final único y personalizado.

Entre finales del siglo XIX y principios del siglo XX surgen en Europa varios movimientos que defienden el valor artístico y decorativo de los objetos, situando al mismo nivel de importancia la funcionalidad y la estética de los mismos. Sin embargo, mientras que algunos de estos movimientos, como el Art and Craft, defendía volver por completo al trabajo artesanal, el Art Decó se inspiraba en las máquinas para crear su estética y el Art Nouveau, combinaba a la

perfección los trabajos artesanos con las nuevas técnicas de fabricación y materiales modernos.

Actualmente, podemos encontrar distintas empresas que emplean una o varias de estas formas de trabajo, permitiendo a los clientes elegir la opción que más se adapte a sus necesidades tanto económicas como estéticas.

- **Grandes compañías:** Este tipo de empresas producen en serie, en grandes cantidades y con materiales de calidad media, por lo que suelen ser muy económicos. Cuentan con un gran catálogo donde elegir y las medidas están estandarizadas, aunque un mismo modelo puede encontrarse en distintos colores.
- **Pequeñas empresas:** Aunque emplean maquinaria que facilita el trabajo, su volumen de producción es mucho más reducido que el de las anteriores, por lo que se fabrica únicamente bajo demanda, y aunque suelen contar con un pequeño catálogo, esto les permite personalizar mucho más sus productos, tanto en medidas como en colores y materiales, aumentando así el valor económico de los mismos.
- **Talleres de carpintería:** Los trabajos se realizan de forma totalmente artesanal, por lo que cada pieza es única. El cliente tiene la posibilidad de elegir cada una de las características que darán forma a su mueble, por lo que el valor aumenta considerablemente.

2. CARACTERÍSTICAS DE LA EMPRESA

2.1. Visión general

La empresa que se va a estudiar trabaja en el sector de la carpintería de madera, ofreciendo todo tipo de productos relacionados con el mobiliario y la decoración, tanto de interior como de exterior.

Aunque se han realizado proyectos en sectores muy diversos (restaurantes, bares, hoteles, clínicas socio-sanitarias) se han especializado en viviendas.

2.2. Misión y valores

El objetivo principal de la empresa es proporcionar la mayor calidad y funcionalidad posible a sus productos y ofrecer a sus clientes un trato personalizado y cercano.

Se identifican como una empresa familiar que apuesta por técnicas innovadoras y un diseño vanguardista, a la vez que mantienen la tradición del trabajo artesano.

2.3. Mercado objetivo

Actualmente, la provincia de Málaga, y más concretamente la Costa del Sol, ha sufrido un gran aumento poblacional de inversores y turistas extranjeros con un alto poder adquisitivo, lo cual se ha traducido en un considerable aumento en la construcción de viviendas de lujo destinadas a ellos.

Ha sido en este mercado tan exigente, en el que la empresa ha logrado establecerse como un referente en el sector de la carpintería. Este tipo de clientes, espera una alta calidad en los productos y materiales que contratan, a la vez que buscan un diseño moderno y actual.

2.4. Productos

Dentro de la gama de productos de la empresa, se pueden diferenciar dos clases:

- **Tipo 1:** Comprende productos que la empresa instala pero adquiere de otros fabricantes especializados. En esta categoría se incluyen los suelos y los revestimientos de pared.
- **Tipo 2:** Engloba productos cuyo proceso de producción es llevado a cabo íntegramente por la empresa. Este proceso abarca desde el diseño inicial hasta la fabricación y, finalmente, la instalación o montaje. Dentro de esta categoría diversa de productos, se encuentran armarios, mobiliario de baño, cajoneras, estanterías, mesas, sillas y puertas.

Este trabajo se va a enfocar específicamente en el segundo tipo de productos, con una atención especial en los armarios, cajoneras y muebles de baño, ya que son, con diferencia, los más solicitados por los clientes y los únicos que figuran en un catálogo establecido. A continuación, se presenta dicho catálogo:

- **Cajoneras:** Mueble formado por cajones dispuestos de forma vertical. Dentro de los muebles cajoneras existen dos estilos:
 - **Encimera a inglete:** Diseño pensado para el interior de los armarios.
 - **Encimera vista:** Este diseño está pensado para ser utilizado como cómoda o mesita de noche.

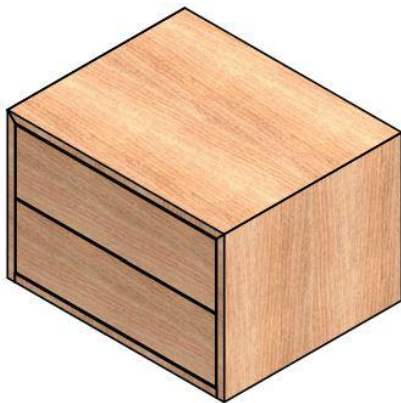


Ilustración 2. Cajonera encimera a inglete. Fuente: Elaboración propia.

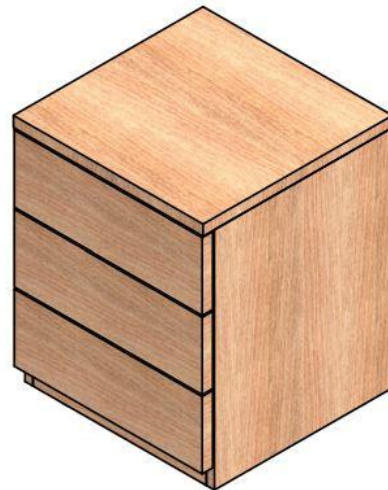


Ilustración 1. Cajonera encimera vista. Fuente: Elaboración propia.

El diseño de este tipo de muebles, se fundamenta en una serie de requisitos:

- Los frentes de cajón pueden ser de 16 o 20 cm.
- La altura del muebles depende del tamaño de los frentes y del número de cajones.
- La longitud y profundidad de los muebles debe ser un múltiplo de 5, comenzando en 40 centímetros y con un máximo de un metro.
- Las guías de los cajones pueden tener una longitud de entre 35 y 65 cm, aumentando de 5 en 5 cm.
- **Muebles de baño:** Esta clase de mueble tiene por función alojar el lavamanos de un cuarto de baño, además de proporcionar espacio de almacenaje en forma de cajones. Existen dos estilos, en función del tipo de lavabo que se desee:
 - **Lavabo encastrado:** El propio lavabo es la encimera del mueble de baño.
 - **Lavabo de sobreencimera:** En este caso el lavabo es como un cuenco que se sitúa encima de la encimera del mueble.

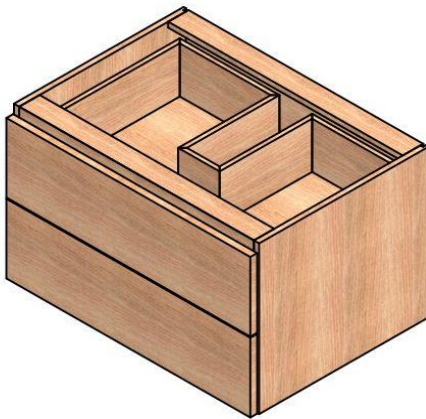


Ilustración 4. Mueble de baño lavabo de sobreencimera.
Fuente: Elaboración propia.

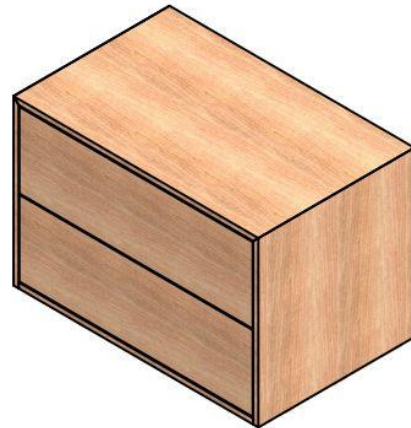


Ilustración 3. Mueble de baño lavabo encastrado.
Fuente: Elaboración propia.

- **Armarios:** Los armarios se forman a partir de la combinación de diferentes módulos simples. Los módulos simples pueden contener distintos elementos.



Ilustración 5. Armario con baldas, armario con barras y armario con cajonera. Fuente: Elaboración propia.

2.5. Departamentos

Dado que se trata de una empresa de carácter pequeño y de índole familiar, su plantilla consta de aproximadamente dieciocho empleados que ocupan diversas áreas dentro de la organización. Cada uno de estos departamentos desempeña un papel específico, todos ellos vitales y esenciales para el progreso del proceso productivo.

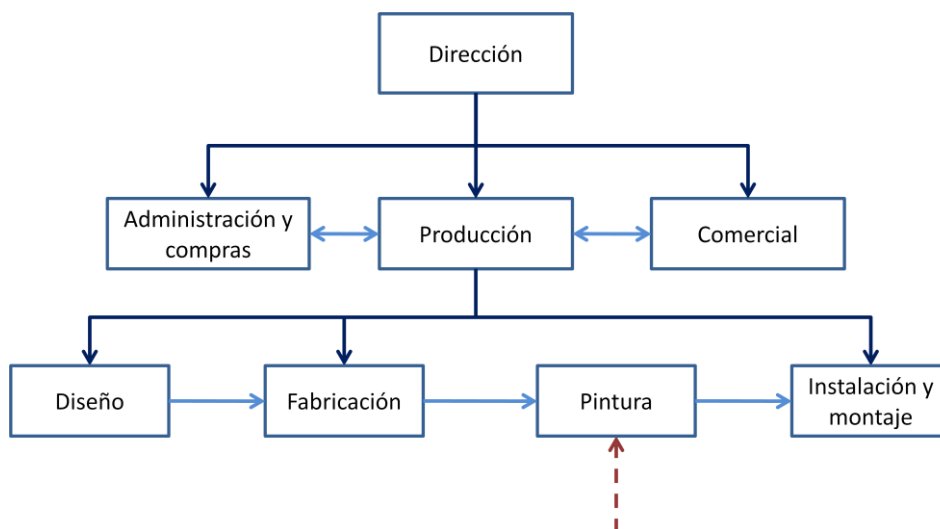


Figura 1. Esquema jerárquico de la empresa. Fuente: Elaboración propia.

2.5.1. Dirección

Este departamento está compuesto exclusivamente por los propietarios de la empresa, quienes son los primeros en entrar en contacto con los clientes para evaluar la viabilidad económica de los proyectos y la disponibilidad en las fechas solicitadas. Se encargan de coordinar las labores de los proyectos en curso, estableciendo metas semanales a través de reuniones con los responsables de producción. Asimismo, elaboran la planificación de proyectos futuros con el objetivo de evitar interferencias entre ellos. En definitiva, todas las decisiones cruciales relacionadas con la empresa son tomadas por este grupo.

2.5.2. Departamento de administración y compras

Las tareas de ambos departamentos recaen en un solo individuo, quien asume la responsabilidad de contactar con diversas empresas proveedoras para gestionar pedidos de materiales solicitados desde el área de diseño. Adicionalmente, supervisa la adquisición de herramientas, piezas de repuesto para maquinaria y elementos de protección, como gafas o guantes, junto con la provisión de indumentaria y calzado adecuado para los trabajadores en la fábrica.

En cuanto al ámbito administrativo, esta persona se encarga de gestionar las nóminas y los contratos del personal de la empresa y mantiene en orden toda la documentación relacionada con los seguros de los empleados, las instalaciones, la maquinaria y los vehículos.

Otra de sus responsabilidades consiste en la organización de citas con posibles clientes, además de ocasionalmente gestionar la contratación de cursos de formación específicos para cada departamento.

2.5.3. Departamento comercial

Habitualmente, uno de los propietarios de la empresa asume las funciones de este departamento, que se centran principalmente en la atención a los clientes. Estas tareas incluyen presentar las instalaciones y exhibir la variedad de productos que la empresa ofrece, además de brindar asesoramiento en la selección de materiales, orientando en la elección de tonos y colores de pintura o barniz que mejor se adecuen al presupuesto, gusto y estilo de cada cliente.

Una tarea de vital importancia para este departamento es mantener un proceso constante de aprendizaje, manteniéndose al tanto de las últimas tendencias en diseño de interiores. Para lograrlo, se asiste a conferencias y exposiciones, tanto para adquirir nuevos conocimientos como para presentar y promocionar los productos de la empresa.

2.5.4. Departamento de producción

Este departamento está formado con un conjunto de subdepartamentos, cada uno de los cuales tiene la responsabilidad de gestionar un aspecto específico del proceso productivo.

2.5.4.1. Departamento de Diseño

Este departamento está conformado por dos ingenieros mecánicos, cuyo enfoque radica en la concepción y diseño de muebles, junto con la elaboración de los correspondientes planos de fabricación. A partir de estos planos se calcula la cantidad necesaria de materiales, y

se crea un parte de pedidos que se remite al departamento de compras, que una vez aprobado, se envía a la empresa proveedora.

2.5.4.2. Departamento de Fabricación

En este ámbito, los carpinteros desempeñan una función esencial, pues se encargan de cortar las tablas de madera conforme a las medidas especificadas en los planos y ejecutan cualquier mecanizado necesario para el ensamblaje. Además, realizan el lijado de todas las superficies para garantizar una óptima adherencia de las pinturas y barnices a la madera.

2.5.4.3. Departamento de Barniz y Pintura

Aunque se considera un departamento más de la empresa, en realidad todas las operaciones de pintura, lacado o barnizado se confían a una empresa externa cuyas instalaciones están en junto a las de la carpintería. Existe un acuerdo colaborativo entre ambas empresas, en el cual la empresa de pinturas participa en el proceso productivo de la carpintería, de forma que ambas partes se benefician, ya que la empresa de pintura mantiene un flujo constante de trabajo y ahorra tiempo y recursos a la empresa de carpintería.

2.5.4.4. Departamento de Instalación y Montaje

Para los muebles de tamaño pequeño y mediano, el ensamblaje es realizado por los carpinteros en el taller. El equipo de montaje e instalación traslada los muebles ya armados para su instalación directa en la vivienda del cliente. Sin embargo, en el caso de muebles de mayor tamaño, estos son transportados en piezas y ensamblados en la ubicación final. Este departamento también se encarga de la instalación de puertas, suelos, paneles de pared y estructuras exteriores de diversa índole.

2.5.5. Materiales

Siendo una empresa dedicada a la carpintería, todos los productos se fabrican utilizando diferentes tipos de madera. En particular, se trabaja con dos tipos de materiales bastante distintos: la madera de roble y la melamina.

La madera de roble es conocida por su alta resistencia a la humedad y considerando que la mayoría de los proyectos se desarrollan en la zona costera de la provincia de Málaga, donde los niveles de humedad alcanzan valores realmente elevados durante el verano, esta propiedad cobra gran relevancia. Además, esta madera es fácil de manejar en tareas de carpintería, ofrece una amplia variedad de colores y se presta bien para aplicar acabados de barniz y pintura. Por lo tanto, suele ser la elección para las superficies exteriores de los muebles.

En contraste, para los interiores, se utiliza un material comúnmente conocido como melamina. La resina melamínica es un compuesto orgánico empleado como adhesivo en tablas de madera contrachapada o aglomerada, lo que resulta más económico que el uso de madera maciza. La melamina es resistente al calor y a los impactos, características que la hacen ideal para la fabricación de muebles y junto a la amplia variedad de colores y texturas disponibles la convierten en una opción versátil.



En el almacén de materiales, siempre se mantiene un suministro adecuado de tablones de diversos grosores y tonos de madera de roble. No obstante, es menos probable encontrar inventario de melamina, debido a la extensa gama de colores, texturas y acabados suministrados por diferentes proveedores. Dado que la empresa ofrece un amplio catálogo de materiales, resulta inviable tener suficiente cantidad de todos ellos en el almacén. En consecuencia, los pedidos de melamina se gestionan según la demanda.

Las dimensiones estándar de los tablones, tanto de madera de roble como de melamina, son de 2,50 x 1,20 metros (Largo x Ancho). Estas tablas vienen en distintos grosores (10, 16, 19, 25 y 26 milímetros), cada uno de ellos diseñado para una pieza específica.

Partiendo de estas láminas, se cortan las diferentes piezas en las medidas requeridas para la confección de los muebles. Es importante recordar que la veta, el patrón de anillos que se forma de manera natural en la madera y refleja la edad del árbol del que se ha obtenido, debe ser paralela a la dimensión del largo de la pieza, mientras que el ancho, corresponde a la medida perpendicular a la veta. Esta técnica permite distinguir fácilmente Largo y Ancho de una pieza sin necesidad de realizar medidas.

3. PROCESO PRODUCTIVO ACTUAL

3.1. Desarrollo del proceso productivo

Considerando que se trata de una empresa pequeña y de carácter familiar, su enfoque metodológico podría definirse como aleatorio, pues su organización consiste en avanzar en el las distintas etapas del proceso productivo siempre que se pueda. Aunque se podría encontrar una similitud con el concepto de fabricación en línea, pues cada departamento depende del cumplimiento de las tareas del departamento anterior.

No obstante, es posible distinguir dos fases claramente definidas en el desarrollo de un proyecto: la etapa de preproducción, en la cual se interactúa con el cliente, y el proceso de producción, que da inicio a la fabricación de los productos. Ya que el enfoque personalizado hacia los clientes es uno de los pilares fundamentales de esta empresa, esto se traduce en que los primeros pasos del proceso varían ligeramente en función del tipo de cliente que busca sus servicios.

En contraste, los procedimientos del proceso productivo en sí se mantienen constantes, independientemente del perfil del cliente, ya que una vez que se ha obtenido la información necesaria para la ejecución exitosa del proyecto, la metodología para alcanzar el producto final permanece invariable.

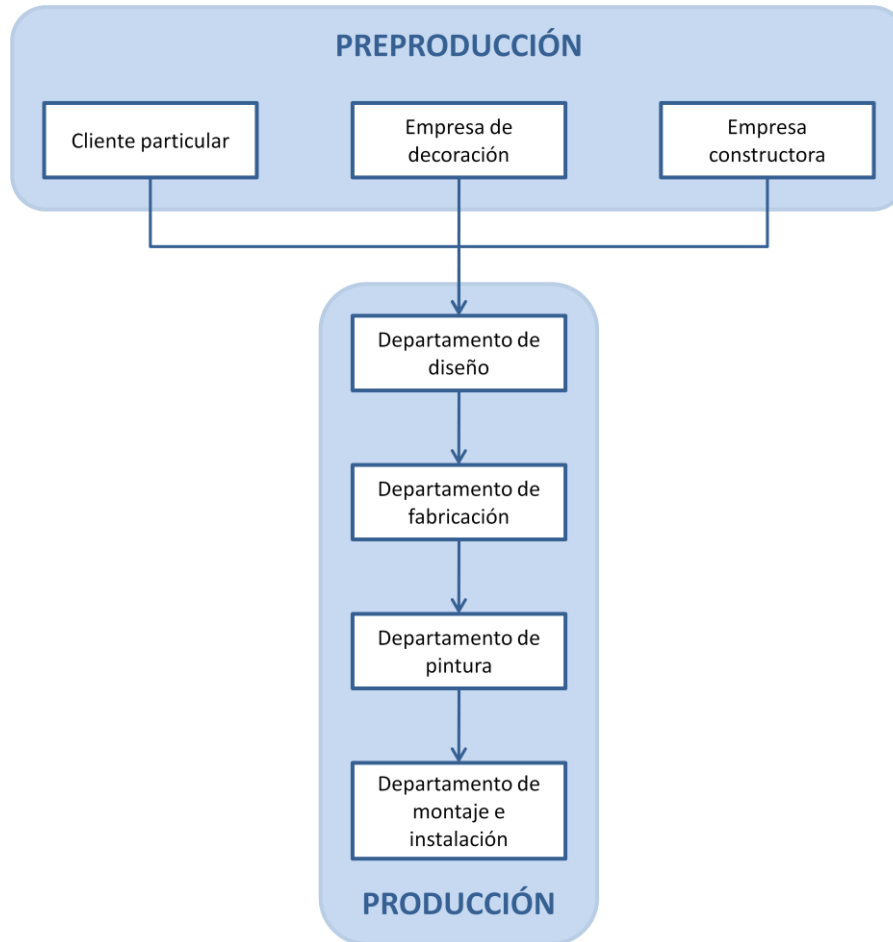


Figura 2. Fases y desarrollo del proceso productivo. Fuente: Elaboración propia.

3.1.1. Proceso de preproducción en función del cliente

Dentro de la fase de preproducción englobamos todas las acciones relacionadas con la selección de productos, abarcando desde los muebles hasta los estilos, modelos, materiales, dimensiones y acabados. La manera de abordar esta etapa, su duración y los recursos destinados al asesoramiento pueden variar significativamente según el perfil del cliente inmediato.

3.1.1.1. Empresas constructoras

Los proyectos llevados a cabo para este tipo de empresas generalmente consisten en complejos turísticos conformados por múltiples casas o apartamentos iguales tanto en su distribución como en sus dimensiones, destinados a la venta o alquiler que se entregan a los clientes ya amueblados.

Las constructoras disponen de sus propios departamentos de diseño, lo que implica que desde el inicio se tienen claros todos los elementos requeridos, incluyendo los materiales y acabados, aunque en la mayoría de los casos, estos diseños y materiales se adaptan al catálogo de la empresa, tanto en términos de modelos como de proveedores. Además, como se ha mencionado previamente, en muchas ocasiones todas las viviendas dentro del complejo se

amueblan de manera idéntica, lo que simplifica la creación de los planos de fabricación de cada mueble, pues aunque se requiera fabricar un gran número de muebles, en esencia se trata de elaborar planos para una sola vivienda.

Dado que estas viviendas están aún en fase de construcción, las dimensiones exactas no están establecidas, pero se basan en las medidas proporcionadas por la empresa constructora en sus planos. Estas medidas pueden variar ligeramente de una vivienda a otra, por lo que se aumentan los márgenes de error habituales.

3.1.1.2. Empresas de diseño y decoración

Cuando el cliente directo es una empresa de decoración o diseño de interiores a los que se les ha encomendado un proyecto, el proceso tiende a simplificarse considerablemente. Esto es debido a la existencia de acuerdos con diversas empresas de decoración, de manera que, a menos que el cliente especifique lo contrario, se suele contratar a la empresa de carpintería para la producción de los diferentes elementos requeridos.

Este enfoque agiliza en gran medida el proceso, ya que los decoradores tienen conocimiento de los modelos y productos que la empresa puede fabricar, así como de los distintos proveedores con los que colabora. Además son los propios decoradores quienes efectúan las mediciones en la vivienda del cliente, por lo tanto, en la mayoría de los casos, en la primera reunión con la dirección de la carpintería, los decoradores presentan una lista exhaustiva de los productos necesarios, especificando medidas, materiales y tonalidades de los mismos, y toda la información crucial para dar inicio al proyecto tan pronto como sea posible.

3.1.1.3. Clientes particulares

En esta situación, cuando se interactúa directamente con el cliente final, el proceso de reproducción tiende a extenderse. Por ello, se busca establecer varias reuniones para presentar opciones y brindar asesoramiento a los clientes.

En la primera reunión, se solicita al cliente que describa la naturaleza del proyecto, ya sea una redecoración, una reforma completa o una vivienda en construcción y una estimación de la fecha prevista para el proyecto, a fin de coordinar las fechas adecuadamente. Durante esta reunión inicial, se realiza un recorrido por la exposición para abordar cualquier pregunta que el cliente pueda tener sobre diseño y calidades, además de mostrar ejemplos de materiales de diferentes proveedores. Por último, se solicita una aproximación de los elementos necesarios y las cantidades para evaluar el volumen de trabajo que conllevará dicho proyecto.

En las reuniones posteriores, se busca que los clientes tomen decisiones en términos de estilos, materiales y calidades. Se les anima a proporcionar medidas que ya estén disponibles, como las dimensiones de las puertas o la superficie aproximada de la vivienda e incluso de las distintas estancias de la misma.

La última reunión se realiza en el domicilio de los clientes, dado que se deben llevar a cabo mediciones precisas, revisar todos los elementos seleccionados en reuniones previas y obtener la confirmación de los clientes sobre estos elementos, o por el contrario, efectuar ajustes en aquellos aspectos del proyecto con los que no se encuentren conformes.

3.1.2. Proceso productivo

Una vez se ha confirmado con los clientes la información esencial para la elaboración de los planos, incluyendo modelos, unidades, dimensiones, materiales y acabados, se pone en marcha el proceso productivo. Este proceso se inicia mediante la creación de los planos de fabricación específicos para cada uno de los productos solicitados por el cliente. Una vez elaborados y conociendo las medidas de todas las piezas que constituyen el mueble, es posible calcular la cantidad de tableros de melamina necesarios, en caso de que el cliente haya optado por este material, lo cual permitirá realizar el pedido de manera precisa.

En situaciones donde los clientes hayan solicitado muebles de melamina, se espera la llegada del pedido a la fábrica para poder comenzar la fabricación de las piezas. Mientras tanto, se pueden ir produciendo aquellas partes que se elaboran en madera de roble, las cuales, como se mencionó previamente, corresponden a las piezas visibles desde el exterior del mueble. Una vez que estas piezas han sido cortadas según las dimensiones indicadas y se les han aplicado las operaciones de mecanizado necesario, son trasladadas a las instalaciones de la empresa de pintura, que se encuentra próximas al taller de carpintería.

Una vez que las piezas han sido pintadas siguiendo las preferencias de tratamiento elegidas por los clientes (pintura, laca o barniz), son devueltas a la carpintería. En caso de que los tableros de melamina hayan llegado y no haya otras tareas pendientes, se da inicio a la fabricación de las partes restantes. Una vez completadas, la fase de montaje tiene lugar en la fábrica para aquellos muebles de poco tamaño, los cuales son embalados y transportados cuidadosamente a la vivienda del cliente.

Los muebles cuyo gran volumen no permiten ser trasladados ya ensamblados, son empacados de manera adecuada y trasladados por piezas a la residencia del cliente, donde se procede a instalar los muebles en las ubicaciones correspondientes, realizando los ajustes estéticos necesarios para asegurar la satisfacción del cliente con el resultado final.

3.2. Problemas derivados de la forma de trabajo actual

3.2.1. Falta de fluidez en el proceso productivo

Como se ha mencionado con anterioridad, el flujo de trabajo en el proceso productivo de la empresa no sigue una progresión continua, sino que más bien adopta una naturaleza intermitente o incluso aleatoria. Sin embargo, esta dinámica no es consecuencia de una falta de interés ni de una gestión deficiente por parte de la dirección de la empresa o sus empleados, sino más bien el resultado de la interacción de varios factores.

En primera instancia, en el departamento de diseño, el personal disponible se reduce a solo dos miembros encargados de llevar a cabo la creación de diseños y la elaboración de planos, así como de efectuar cálculos de materiales destinados a los proyectos. Además, los procedimientos utilizados para generar los planos, utilizando AutoCAD 2D, conllevan un significativo consumo de tiempo en esta actividad. Esto se debe en parte a que, a pesar de contar con un catálogo establecido y ciertas pautas de diseño, uno de los principios fundamentales de la empresa radica en la entrega de productos personalizados. Esto implica que los muebles son adaptados a las dimensiones específicas de cada vivienda con el propósito

de aprovechar al máximo el espacio disponible, resultando en la creación de trabajos siempre únicos.

Dada la extensa cantidad de tiempo que se invierte en la elaboración de los planos, se produce un retraso en la realización de los pedidos de melamina. La razón detrás de esto radica en que, hasta que no se disponga de las medidas precisas para cada pieza de cada mueble, no es posible calcular la cantidad necesaria de dicho material.

De esta manera, el departamento de fabricación se ve obligado a reducir o incluso detener la producción, a la espera de que los pedidos de melamina lleguen a fábrica y que el proyecto en cuestión pueda avanzar hacia a la siguiente fase del proceso de producción.

3.2.2. Repetición continuada del proceso de producción

Otro significativo inconveniente de la organización actual y directamente relacionado con el punto anterior, es que el hecho de que en ocasiones se produzcan retrasos, provoca que los controles de calidad y las verificaciones en las diferentes etapas de la producción, no se lleven a cabo de forma tan exhaustiva, o incluso que no lleguen a realizarse. Consecuentemente, en el caso de que se presente un error numérico en alguna fase del proceso y no se lleven a cabo los controles ni las verificaciones correspondientes, dicho error puede propagarse a lo largo de las etapas subsiguientes.

Este escenario conlleva a la necesidad de repetir todas las fases desde el punto en el que se originó el error y dependiendo del momento en el cual se produce la equivocación, existe la posibilidad de que se requiera repetir el proceso completo.

3.3. La parametrización como solución

Una ventaja significativa que las pequeñas empresas tienen sobre las grandes corporaciones radica en su agilidad para adaptarse a los cambios. No obstante, en muchas ocasiones, las pequeñas empresas resisten realizar cambios en su forma de trabajo debido a la errónea creencia de que si los resultados son favorables, significa que todo se está llevando a cabo de la mejor manera posible. También existe la preocupación de que los cambios puedan alejarlas de sus principios y valores, eliminando aquello que los distingue del resto de empresas del sector.

En este contexto, la empresa reconoce claramente que enfrenta ciertos obstáculos que están ocasionando pérdidas económicas y de tiempo y están comprometidos a llevar a cabo las reformas necesarias para mejorar la situación actual.

La gran cantidad de tiempo requerido para crear los planos y determinar el volumen de material necesario en la fabricación de los muebles, junto con los errores de cálculo y numéricos que persisten a lo largo de todo el proceso productivo y generan la necesidad de repetir etapas, constituyen los obstáculos que provocan las mayores pérdidas, tanto en tiempo como en términos económicos. Por tanto, la resolución de estos problemas se convierte en una prioridad para la empresa.



Luego de investigar diversos enfoques que podrían abordar los problemas identificados, surge la idea de implementar un proceso de parametrización el cual implica la creación de un catálogo de mobiliario que, a través del uso de herramientas CAD, permita obtener automáticamente todas las medidas de los muebles, planos para la fabricación y el montaje, e incluso modelos en 3D de cada mueble.

La tarea de la estudiante durante su estancia en la empresa ha consistido en desarrollar esta biblioteca de modelos parametrizados, basándose en el actual catálogo, de acuerdo con el plan previamente establecido. Sin embargo, tras completar esta labor, se ha observado que, aunque se trata de una iniciativa muy útil para la empresa, no es posible implementarla sin efectuar previamente ciertos ajustes en el sistema de producción.

Para lograr una integración efectiva de la parametrización del mobiliario, se requerirá identificar una metodología que permita crear un conjunto de procesos y técnicas bien estructuradas. Estos procesos y técnicas deberán ajustarse a las necesidades y desafíos específicos que la empresa enfrenta en este momento.

4. METODOLOGÍA

Para facilitar la transición de las empresas de una forma de trabajo a otra que les permita mejorar algunos aspectos de su sistema de gestión o producción, existen numerosas metodologías capaces de adaptarse a la situación de cada empresa. Estas metodologías se conocen como Metodologías de Mejora de Procesos.

En el caso de la empresa que se va a estudiar, la mejora en el proceso productivo debe estar enfocada a la implementación de la parametrización, convirtiéndose esta medida en la oportunidad idónea para detectar y abordar posibles deficiencias dentro de la compañía, lográndose así una operatividad más fluida y eficiente.

A continuación se comentan algunas de las metodologías y filosofías de trabajo más recomendadas y respaldadas por numerosos artículos de investigación:

- **Six sigma:** Se centra en reducir las variables y problemas de los procesos basándose en datos para identificar y eliminar las causas de dichos problemas. Se emplea para mejorar la calidad y el rendimiento de una empresa.
- **5S:** La metodología 5S recibe su nombre por las cinco etapas que lo componen. Su objetivo es crear un espacio de trabajo limpio y ordenado para mejorar la calidad y eficiencia de la producción.
- **Lean Manufacturing:** Es una filosofía de gestión y producción que busca eliminar el desperdicio, reducir la variabilidad y maximizar el valor para el cliente. Se basa en la identificación y eliminación de actividades, procesos y recursos que no añaden valor directo al producto o servicio.
- **Just-in-time:** Se considera una herramienta de gestión de inventario y producción que permite disminuir los tiempos de espera y reducir el inventario, de manera que los productos lleguen al cliente "justo a tiempo".

- **Kaizen:** Enfoque de mejora continua. Se centra en la identificación y eliminación gradual de desperdicios, ineficiencias y procesos innecesarios. Busca incrementar la eficiencia, calidad y productividad a través de pequeños cambios constantes que logren resultados a largo plazo.
- **Agile:** Es un enfoque de desarrollo y gestión de proyectos que se basa en la flexibilidad, la colaboración y la adaptación continua. Se centra en la entrega iterativa de incrementos funcionales del producto, llamados "sprints" o ciclos.
- **Design for Variety:** Es un enfoque en la ingeniería y el diseño de productos que busca crear soluciones que puedan ser adaptadas y personalizadas para satisfacer diversas necesidades y preferencias de los clientes.

4.1. Necesidades que debe cubrir la nueva metodología

Antes de comenzar con el estudio de las nombradas metodologías y herramientas, se debe tener claro cuáles son las cualidades que debe reunir la metodología que finalmente se escoja.

- Etapas bien definidas que ayuden a la creación e implementación, en el proceso productivo, de un amplio catálogo de productos a través de la parametrización.
- Metodología con la suficiente flexibilidad como para poder aplicarse ante cualquier inconveniente al que se enfrente la empresa.
- En contra posición con el punto anterior, se necesita una metodología que permita elaborar un plan de mejora con una estructura bien organizada.
- Herramientas que permitan elaborar un manual de procedimiento que ayude a los trabajadores a abordar cada nuevo proyecto.
- Capacidad para detectar errores en el procedimiento y comprender el origen de dichos errores.

4.2. Elaboración de la metodología a aplicar

Una vez establecidas las cualidades que la metodología a aplicar debe cumplir, se realiza un análisis exhaustivo de cada una de ellas. Pronto se percibe que no existe una metodología única que cumpla con todas las exigencias anteriormente expuestas. Sin embargo, tras investigar sobre empresas que hubiesen pasado por experiencias similares, se llegó a la conclusión de que la elección no está limitada de forma estricta a un único método de mejora.

A continuación se presentan algunas de las empresas investigadas que combinaron varias metodologías para mejorar sus sistemas de producción y que han servido de ejemplo para elaborar una metodología propia:

- **Toyota:** Han combinado la filosofía Lean Manufacturing con elementos de Just-in-time para mejorar aún más la calidad y reducir la variabilidad en su producción.
- **Samsung:** Ha implementado una combinación de Lean Manufacturing y la metodología Kaizen para mejorar sus líneas de producción, permitiéndole reducir costos, mejorar la calidad y agilizar la producción.
- **Amazon:** Ha utilizado una combinación de técnicas Lean y Agile en sus operaciones logísticas y de distribución. Esto les ha permitido mejorar la eficiencia en la gestión de

inventario, reducir los tiempos de entrega y adaptarse rápidamente a las demandas del mercado.

- **Ford:** Ha fusionado conceptos de Lean Manufacturing y Six Sigma para optimizar sus operaciones de fabricación. Han trabajado en la identificación y eliminación de cuellos de botella en la producción para mejorar la fluidez y la productividad.

Finalmente, y tras estudiar los ejemplos expuestos anteriormente, se decide seleccionar tres metodologías y herramientas diferentes, ya que cada una de ellas cubre una de las cualidades que la metodología debe cumplir.

En primer lugar, se opta por la filosofía Lean Manufacturing, debido a que al ser una filosofía solo marca unos principios y pautas que la empresa debe seguir para alcanzar su objetivo. Pero por otro lado, al guiarse por estos principios y valores, se puede crear un procedimiento bien estructurado a la vez que flexible.

También se decide escoger el Diagrama de Flujo de Trabajo, ya que se trata de un herramienta muy visual que permite no solo detectar errores en el sistema productivo de la empresa, sino también trazar guías que ayuden a los trabajadores a comenzar un nuevo proyecto.

Por último, y frente a la necesidad de emplear alguna herramienta que ayude a implementar correctamente el catálogo de muebles parametrizado, se ha decidido emplear la metodología de Design for Variety, ya que esta emplea una serie de pasos muy bien definidos que ayudan a entender de manera accesible y clara el proceso de parametrización.

4.2.1. Principios básicos de las metodologías escogidas

Es necesario desarrollar cada uno de estos métodos de forma independiente, para así poder comprender correctamente la forma en la que van a combinarse.

4.2.1.1. *Lean Manufacturing*

El Lean Manufacturing o Sistema de producción Lean, es una filosofía de gestión de origen japonés basada en el Principio del Valor. El objetivo fundamental del Lean es crear valor para el cliente mediante la eliminación de todas aquellas actividades y acciones que restan valor al proceso, obteniendo así un flujo de trabajo eficiente.

Al tratarse de una filosofía, y no de una metodología, el Lean no proporciona una lista de pasos o etapas que indiquen como realizar las mejoras y alcanzar el objetivo. Por el contrario, se centra en detectar aquello que no se debe hacer, las actividades que restan valor, es decir, los desperdicios. Estos desperdicios pueden ser de diferentes tipos:

- **Sobreproducción:** Se produce más, antes de tiempo, por lo que se ocupa espacio necesario en el almacén.
- **Tiempo de espera:** Tiempos de inactividad o retrasos en el proceso productivo.
- **Transporte:** Mover materiales o productos de forma innecesaria ya sea dentro o fuera de la empresa.
- **Exceso de procesamiento:** Realizar más pasos de producción de los estrictamente necesarios.
- **Inventario:** Tener una mayor cantidad de material del necesario.

- **Movimiento:** Excesivo movimiento de los trabajadores dentro de la zona de trabajo.
- **Defectos:** Productos que no cumplen con los estándares de calidad o con lo establecido por los clientes.
- **Subutilización del talento humano y tecnológico:** No se aprovechan las habilidades y conocimientos de los empleados, ni las capacidades tecnológicas de la empresa tanto como se debería.

Sin embargo, a partir de los principios en los que se basa el sistema Lean, pueden desarrollarse una guía de pautas mediante las cuales, resultará mucho más sencillo para la empresa alcanzar el objetivo.

- **Identificación del valor:** En esta fase, es necesario conocer y comprender cuales son los productos o servicios que el cliente más valora. Se debe plantear un diálogo con el clientes con el fin de descubrir sus necesidades.
- **Mapeo del Flujo de Valor:** Al identificar el valor, se procede a crear un mapa de flujo del valor, que no es más que todas las actividades que forman el proceso productivo de dicho valor desde el momento en que el cliente realiza el pedido hasta que recibe su producto final.
- **Identificación de desperdicios:** A partir del flujo de valor elaborado, se procede a detectar e identificar todos los pasos del proceso que restan valor al producto final. Estas actividades prescindibles son los llamados desperdicios.
- **Eliminación de desperdicios:** Con todos los desperdicios bien identificados, se debe buscar la forma de de eliminarlos. Para eliminar los desperdicios, pueden aplicarse otras metodologías o herramientas.
- **Implementación y mantenimiento de las propuestas:**

4.2.1.2. Diagrama de flujo de proceso

Se trata de una herramienta fundamentalmente visual, cuyo cometido es mostrar de forma gráfica las distintas fases del proceso productivo y como estas se relacionan entre sí.

Los elementos esenciales para la construcción de un DFP son:

- **Objetivo:** Representar el proceso productivo de manera gráfica, para poder identificar de forma más sencilla los puntos críticos.
- **Símbolos:** Para evitar confusión y facilitar la comprensión del diagrama, se asigna un símbolo específico a cada actividad, decisión y fase del proceso.
- **Construcción del diagrama:** Se inicia con las actividades principales, para a continuación introducir las etapas secundarias donde corresponda.
- **Beneficios:** El principal beneficio es la posibilidad de detectar fácilmente los cuellos de botella, las ineficiencias, las posibles mejoras y los problemas del procesos.
- **Uso en mejoras de procesos:** A partir del diagrama del proceso actual y de los problemas detectados en él, se puede desarrollar un nuevo diagrama realizando las mejoras que se consideren.

- **Software:** Se pueden emplear software específicos para desarrollar esta metodología, los cuales permiten, mediante una sencilla interfaz, construir y modificar los flujos de trabajo. Además, incluyen símbolos predeterminados para las fases más habituales.

4.2.1.3. *DFV (Design for Variety)*

El DFV es una metodología dirigida a la creación de productos y procesos que sean flexibles y adaptables a través de la parametrización. Para llevar a cabo esta metodología, se deben seguir los siguientes pasos:

- 1. Identificación de los factores de variabilidad:** Se identifican las características que pueden variar en el producto, como pueden ser las medidas o los materiales.
- 2. Definición de parámetros y rango de variación:** Una vez identificados los factores de variabilidad, se deben definir los parámetros y el rango en el que estos pueden variar.
- 3. Desarrollo de una arquitectura paramétrica:** Se crea una arquitectura basada en los parámetros anteriormente definidos y que permitirá crear de forma automática configuraciones de cada producto. Es necesario el uso de software de CAD que permitan generar modelos en 3D.
- 4. Evolución de alternativas y selección de configuraciones:** Con la arquitectura paramétrica bien construida, se pueden crear diferentes configuraciones de los productos de forma rápida.
- 5. Implementación y producción:** Gracias a la arquitectura paramétrica y las distintas configuraciones de un mismo producto, se puede obtener la información necesaria para la fabricación del producto, a partir de un sistema mucho más eficiente y reduciendo los errores.

4.2.2. *Lean Manufacturing + Diagrama de Flujo de Trabajo + Design for Variety*

Tras el minucioso análisis de cada una de las metodologías previamente seleccionadas, se requiere identificar la manera más óptima de combinarlas con el propósito de aprovechar al máximo las cualidades inherentes de cada una.

Después de considerar diversas combinaciones, se concluye que la elección de Lean Manufacturing como piedra angular del proceso de mejora es la más adecuada. Esto se debe a que dicha filosofía actúa como un eje conductor que facilita la integración de otras metodologías y herramientas de manera coherente.

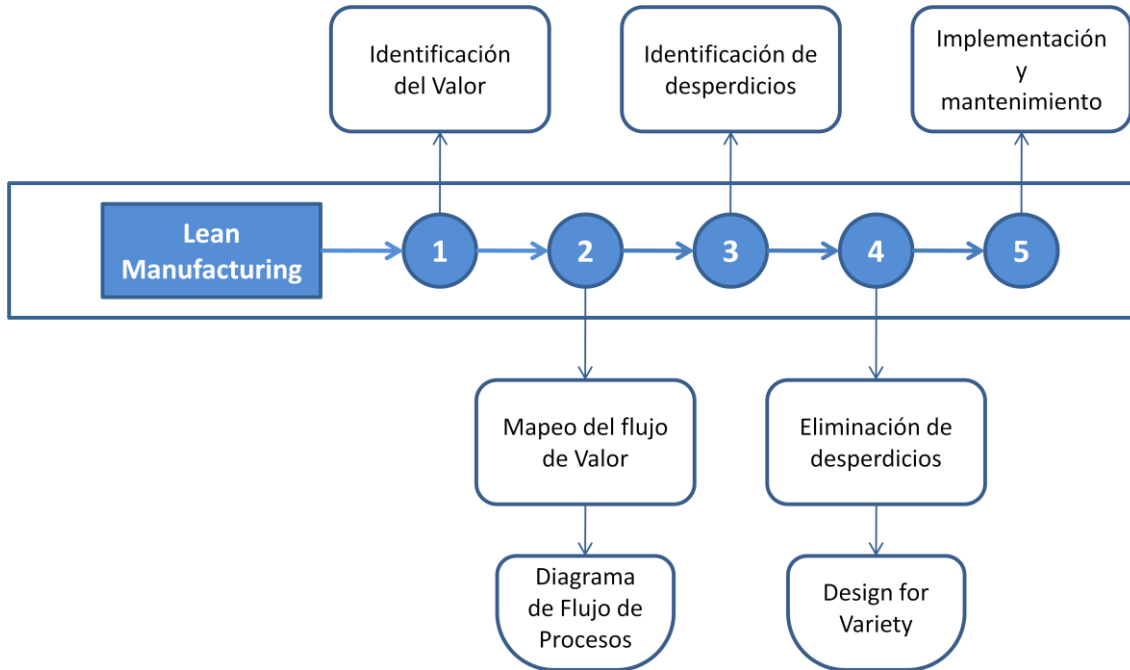


Figura 3. Fases de la metodología creada. Fuente: Elaboración propia.

Los principios fundamentales del Sistema Lean proporcionan un conjunto de directrices que sirven como base para la ejecución de la metodología de la empresa. Cada uno de estos principios se abordará como una fase individual en el proceso, lo que conduce a la aplicación de los Diagramas de Flujo de Procesos (DFP) y Design for Variety (DFV) para lograr los objetivos particulares de algunas de estas etapas, tal como se ilustra en la *Figura 3*.

A continuación, se muestran las distintas fases de la metodología y en que va a consistir cada una de ellas:

- **Fase 1. Identificación del valor:** Se identificará aquellos productos o servicios más valorados por los clientes.
- **Fase 2. Mapeo del Flujo de Valor:** En esta fase se emplearán los Diagramas de Flujo de Trabajo con el objetivo de mostrar los pasos necesarios hasta alcanzar el Valor final. Se realizará un diagrama para representar los distintos flujos de trabajo que surgen del procedimiento actual.
- **Fase 3. Identificación de desperdicios:** Se identificarán los desperdicios que se detecten en los diagramas de flujo, además de aquellos que ya se conocen y han servido de impulso para aplicar esta metodología, con el objetivo de entender cuál es la causa de cada uno de ellos.
- **Fase 4. Eliminación de desperdicios:** En esta fase, se debe encontrar soluciones a los problemas detectados e identificados en la Fase 3. En este caso, la aplicación de la parametrización dará solución a los problemas más importantes a los que se enfrenta actualmente la empresa. Por lo tanto, es en esta fase en la que se aplicará la metodología DFV.
- **Fase 5. Implementación y mantenimiento de las mejoras:** Se buscará la manera de introducir los cambios e ideas propuestas en la fase anterior en el proceso productivo.

Para facilitar la tarea se emplearán los DFP con el objetivo de ayudar a los trabajadores a conocer y entender correctamente los cambios y mejoras propuestos. Se establecerán reuniones periódicas para asegurar que se mantienen los nuevos procedimientos.

5. FASES DE LA METODOLOGÍA

5.1. Fase 1- Identificación del valor

El Valor de una empresa, puede ser un bien material, un servicio que se presta o ambas. En el caso de la empresa, van a identificarse ambos Valores a partir de la información y críticas que los trabajadores han recibido de parte de los clientes en los diferentes proyectos que se han llevado a cabo.

- Para el **Valor material**, se llegó fácilmente a la conclusión, de que son los productos finales que adquiere el cliente los elementos que constituyen el Valor, es decir, los muebles de madera.
Esto es así, debido a que son considerados muebles de gran calidad, tanto por los materiales que se emplean, como por los acabados de los mismos. Además, se aprecia enormemente la combinación entre funcionalidad y estética que se logra.
- El **Valor del servicio**, se identificó como el trato que los clientes reciben por parte de los trabajadores de los distintos departamentos de la empresa. También se tiene en gran estima la atención y recomendaciones personalizadas que se da a los clientes.

Definir e identificar el Valor de la empresa, es fundamental para potenciar los aspectos que la hacen destacar en el mercado frente a otra empresas del sector.

5.2. Fase 2- Mapeo del Flujo de Valor

En esta segunda etapa, basándonos en los Valores previamente identificados en la fase anterior, se requiere la elaboración de un Mapa del Flujo de Valor utilizando una de las herramientas seleccionadas. Este mapa engloba todas las acciones, desde el punto en que el cliente entra en contacto con la empresa y solicita sus servicios, hasta la entrega final de los productos y servicios al cliente.

Para construir los mapas de flujo de valor, se emplearán Diagramas de Flujo de Procesos, siguiendo las indicaciones proporcionadas por la propia herramienta.









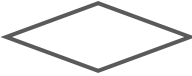

- **Símbolos:** Cada acción o actividad realizada durante el proceso productivo será representada mediante un símbolo único. Además, las acciones correspondientes a cada departamento se diferenciarán mediante el uso de colores distintivos.
- **Construcción:** Una vez identificadas todas las actividades, se procederá a conectarlas en el orden secuencial de su ejecución, dando como resultado el diagrama completo.

Dado que los Valores identificados abarcan tanto aspectos materiales como de servicio, es esencial que los flujos de valor reflejen todas las actividades que contribuyen a incrementar

dichos valores. Por lo tanto, el mapa debe no solo incluir actividades del proceso productivo, sino también aquellas relacionadas con la atención al cliente.

El proceso inicia con la identificación de las diversas actividades en cada departamento, asignándoles sus respectivos símbolos y colores.

Tabla 1. Asignación de símbolos para la construcción de los Diagramas de Flujo de Procesos. Fuente: Elaboración propia.

NOMBRE	SÍMBOLO	FUNCIÓN
Flecha		Indica el sentido del flujo de procesos.
Inicio y final		Indican el principio y el fin del proceso productivo.
Procesos		Tareas de preproducción (trato con los clientes).
		Actividades y tareas realizadas por el departamento de diseño.
		Actividades y tareas realizadas por el departamento de administración y comercio.
		Actividades y tareas realizadas por el departamento de fabricación.
		Actividades y tareas realizadas por el departamento de pintura.
		Actividades y tareas realizadas por el departamento de montaje e instalación.
Decisión		Se realiza una pregunta y en función de la respuesta se toma un camino u otro.
Continuación		Va a emplearse para conectar un mismo diagrama cuando por falta de espacio este deba dividirse.

Una vez asignados los símbolos a cada actividad, estas deben conectarse en el orden en el que ocurren habitualmente.



Como se explicó anteriormente, la etapa de preproducción, varía en función del tipo de cliente que solicita el proyecto y como dichas actividades intervienen en la creación de valor de la empresa, va a realizarse un Diagrama de Flujo de Procesos para cada una de estas situaciones.

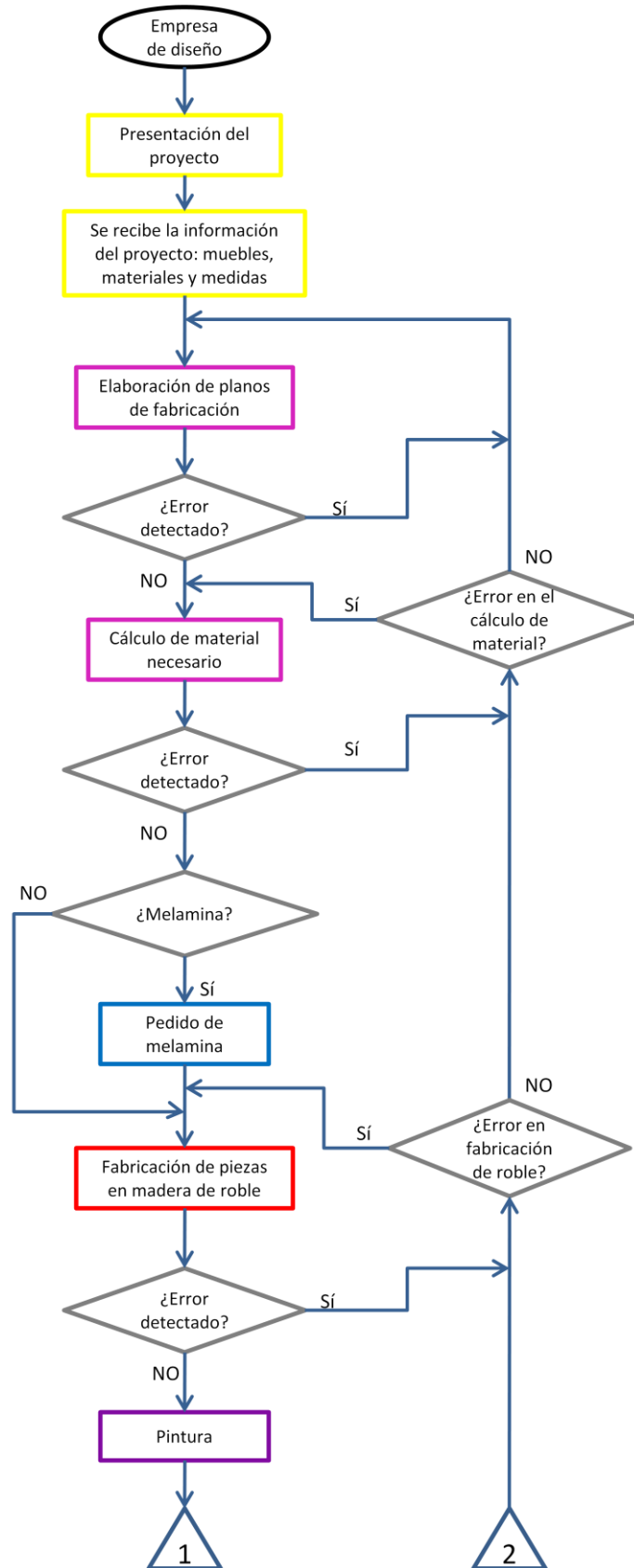


Figura 4. Diagrama de Flujo de Procesos para clientes particulares. Primera parte. Fuente: Elaboración propia.

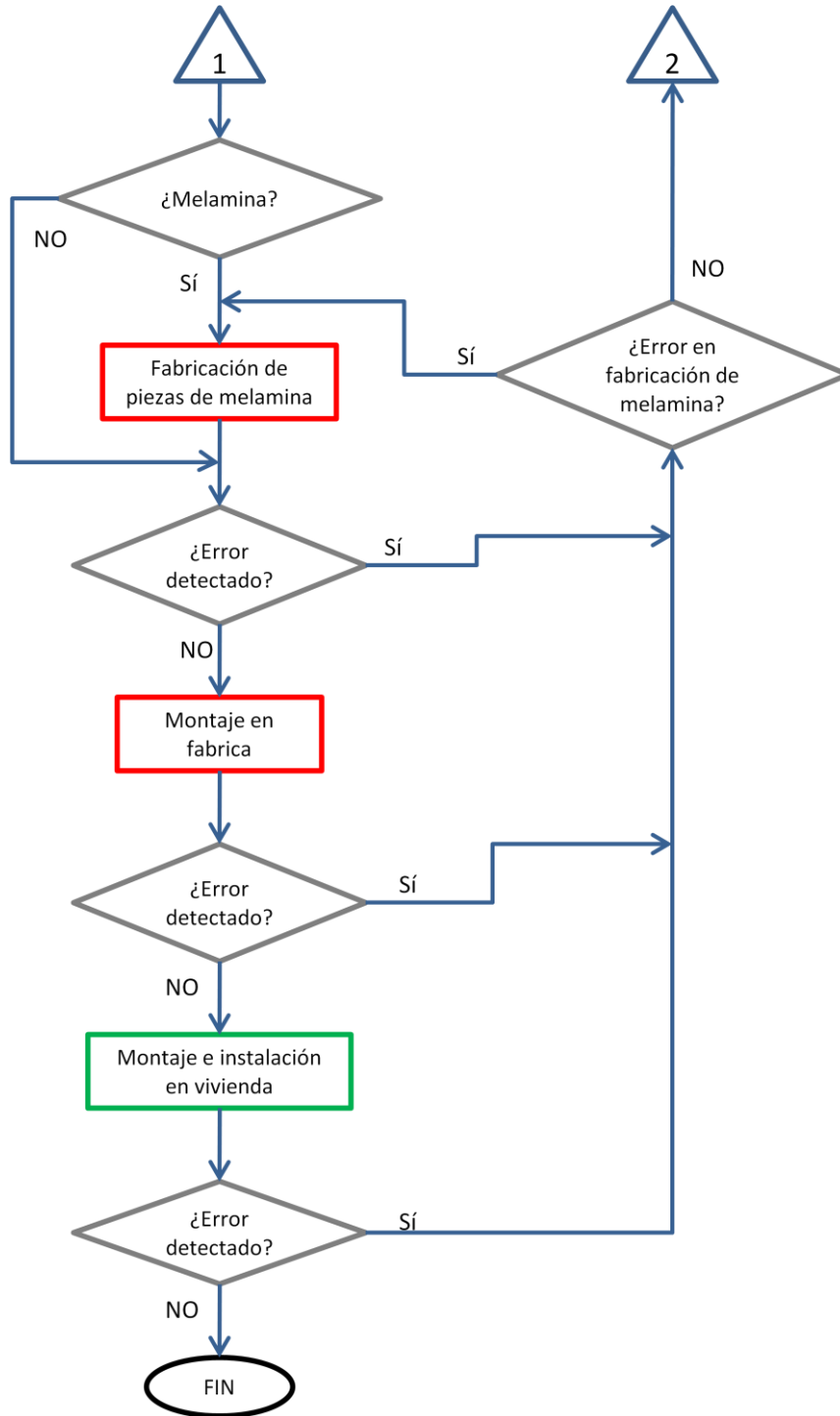


Figura 5. Diagrama de Flujo de Procesos para clientes particulares. Segunda parte. Fuentes: Elaboración propia.

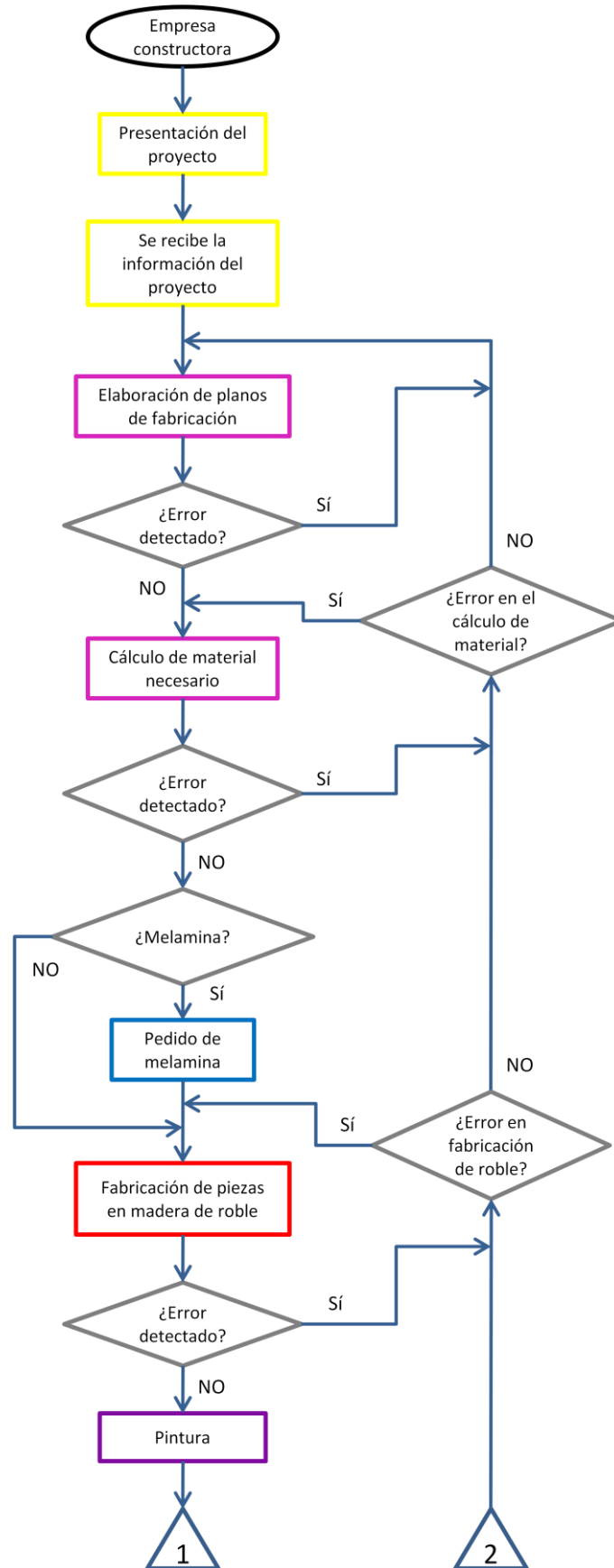


Figura 6. Diagrama de Flujo de Procesos para empresas de diseño. Primera parte. Fuentes: Elaboración propia.

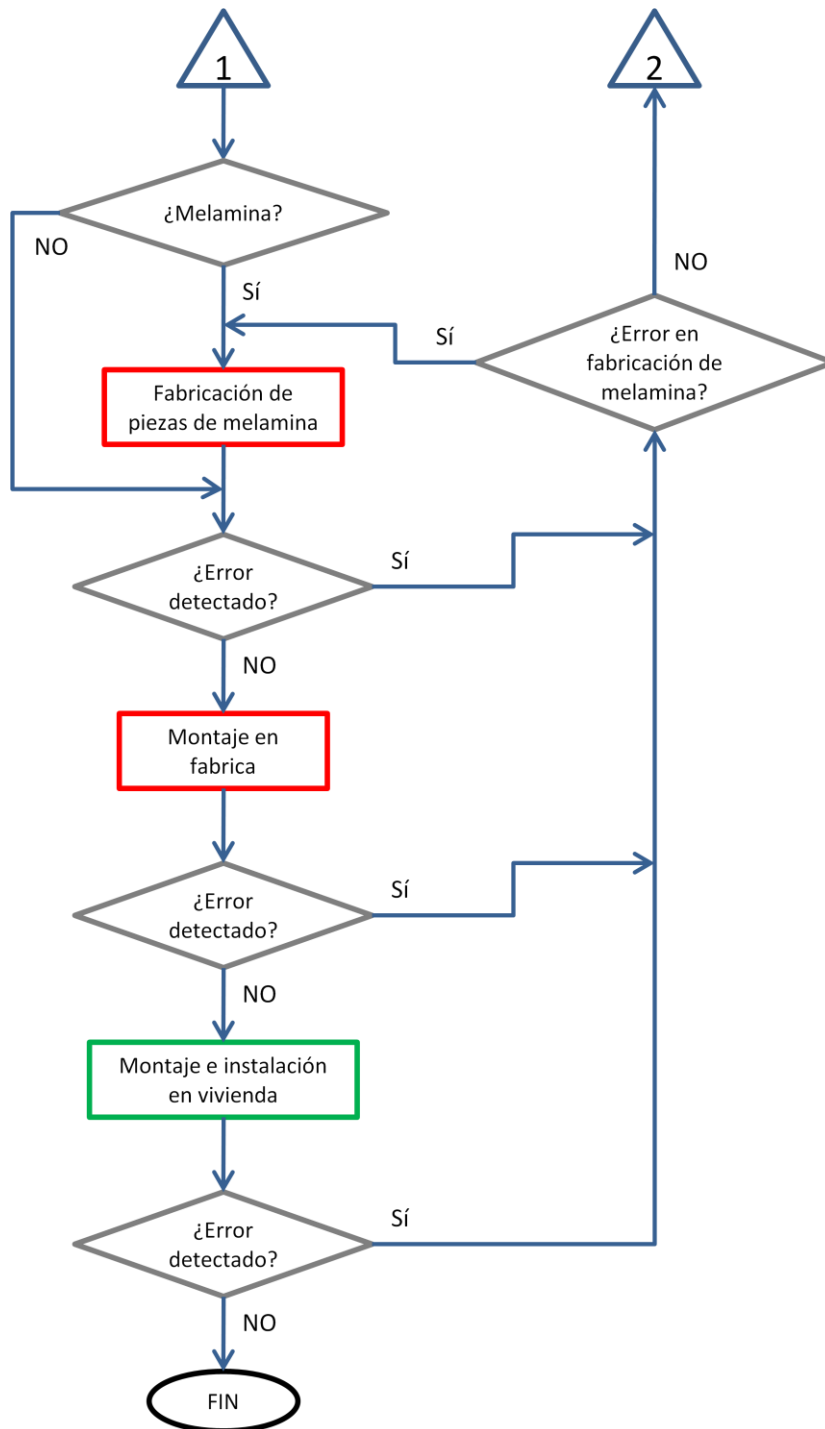


Figura 7. Diagrama de Flujo de Procesos para empresas de diseño. Segunda parte. Fuentes: Elaboración propia.

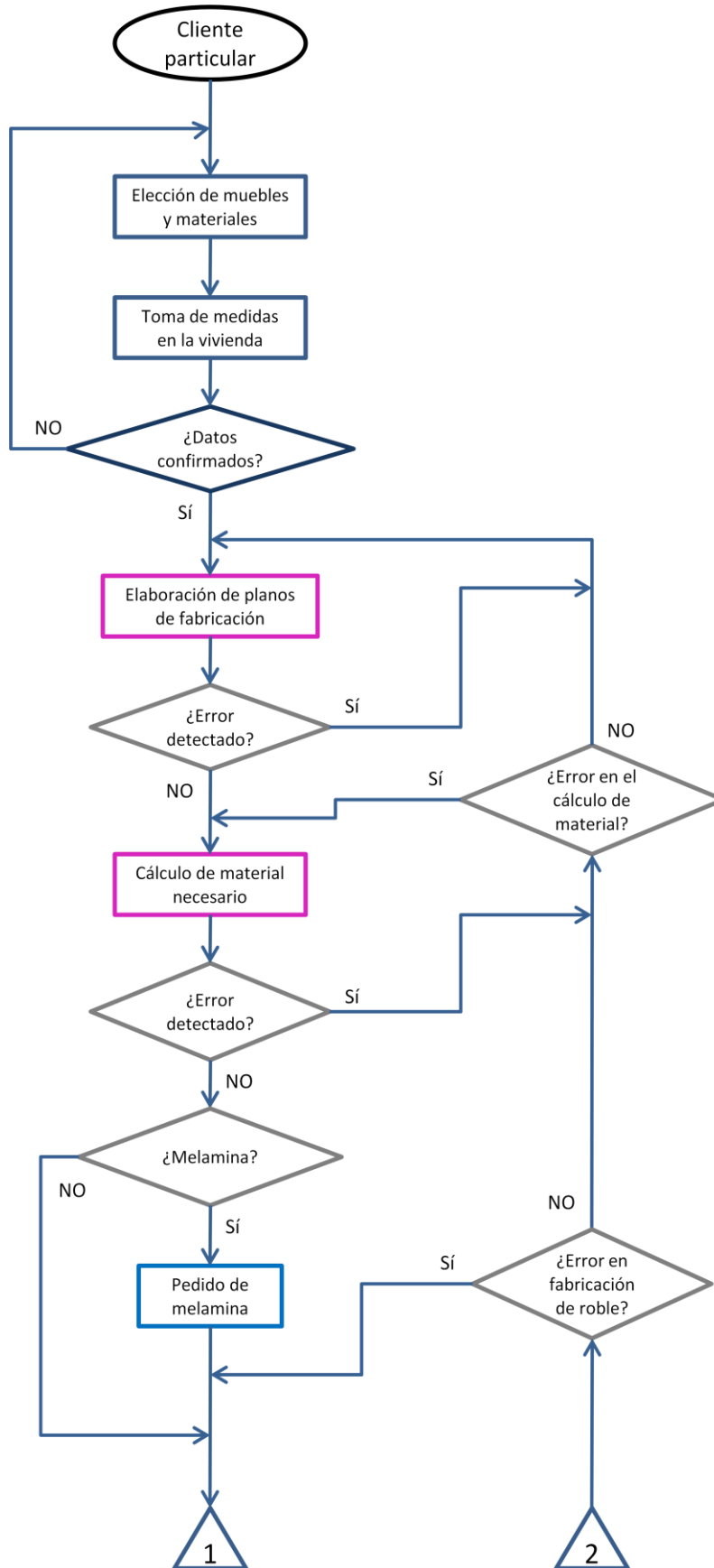


Figura 8. Diagrama de Flujo de Procesos para empresas constructoras. Primera parte. Fuentes: Elaboración propia.

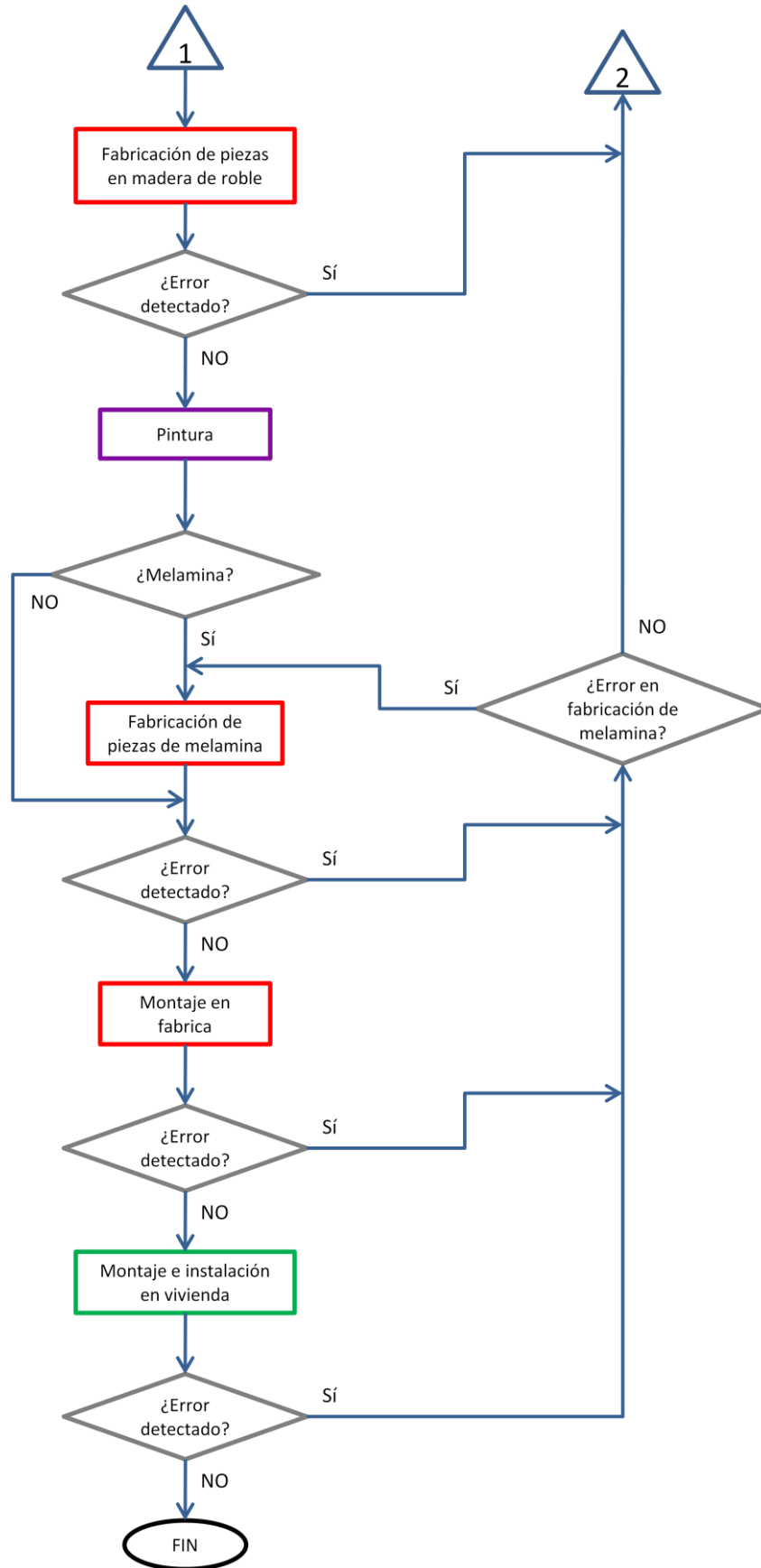


Figura 9. Diagrama de Flujo de Procesos para empresas constructoras. Segunda parte. Fuentes: Elaboración propia.

5.3. Fase 3- Identificación de desperdicios

En la tercera fase del proceso de optimización, partiendo de los Diagramas de Flujo de Procesos, se busca identificar todas aquellas actividades que disminuyen el valor del sistema de producción. Además, considerando que la siguiente etapa consistirá en eliminar estos desperdicios, se ha decidido investigar la causa raíz de cada uno de ellos para facilitar la búsqueda de soluciones.

Algunos de los desperdicios mencionados a continuación ya habían sido identificados por la empresa antes de la realización de este proyecto. No obstante, precisamente estos desperdicios son los más importantes de identificar, ya que es fundamental comprenderlos para saber por qué se va a implementar la parametrización para eliminarlos.

A continuación, se abordarán detalladamente cada uno de los problemas identificados, qué tipo de desperdicio generan y cuál es su causa subyacente.

Tabla 2. Identificación de desperdicios y causas que los provocan. Fuente: Elaboración propia.

PROBLEMA	DESPERDICIO	CAUSA
Retraso en los proyectos y tiempos de inactividad en el taller debido a que los encargos de material se realizan demasiado tarde.	Tiempos de espera	Los pedidos se realizan tarde debido a la gran cantidad de tiempo que se dedica a realizar los planos de fabricación, sin los cuales no pueden calcularse las cantidades necesarias de cada material.
Repetir etapas del proceso productivo.	Defectos	Se cometen errores en el cálculo de las medidas de las piezas.
		No se realizan suficientes controles entre etapas para comprobar que no hay errores de ningún tipo.
		Cuando hay más de un mueble del mismo tipo es difícil diferenciar uno de otro y en ocasiones se confunden las respectivas características.
	Subutilización del talento humano y tecnológico	Se comenten errores debido a la dificultad para entender los croquis de las medidas en las viviendas.
Los miembros del departamento de diseño se ven obligados a paralizar su trabajo continuamente para solucionar dudas sobre los proyectos al resto de trabajadores.	Subutilización del talento humano y tecnológico	Los únicos que tienen acceso a la información de los proyectos son los ingenieros de la oficina de diseño y dirección.

5.4. Fase 4 - Eliminación de desperdicios

Esta es probablemente la fase más importante del proceso, pues es en esta etapa en la que se debe encontrar una solución para cada uno de los desperdicios identificados en la fase anterior.

Al haber destacado cual es el origen de estos desperdicios, resultará mucho más sencillo hallar la forma de eliminarlos. Sabemos con anterioridad, que algunos de los desperdicios ya identificados, van a poder eliminarse mediante la parametrización. Para el resto de desperdicios va a ser necesario encontrar otras soluciones, aunque también van a poder aprovecharse de las mejoras de la parametrización.

5.4.1. Parametrización

Como se ha indicado en la etapa previa, los desperdicios de mayor relevancia abarcan los tiempos de espera y los defectos. En el primer caso, este inconveniente surge debido a la necesidad de contar con las dimensiones precisas de cada pieza que compone el mueble para proceder con los pedidos de material. Esta información es extraída de los planos de fabricación del respectivo mueble, proceso que consume un considerable período de tiempo y provoca que en ocasiones, la actividad en la fábrica se vea considerablemente reducida, o incluso interrumpida, debido a la falta de material con el cual los carpinteros puedan trabajar.

Por otro lado, en el segundo caso, los defectos se originan principalmente debido a errores durante el cálculo de las medidas y a la carencia de verificaciones entre diferentes etapas del proceso. Los errores en las medidas de las piezas, por ejemplo, pueden derivar de imprecisiones en la toma de medidas en el lugar o de equívocos al ingresar los datos en las herramientas de cálculo. No obstante, este tipo de error, cuando se combina con la ausencia de comprobaciones en el resto del proceso, da lugar a la necesidad de repetir ciertas partes o inclusive la totalidad del proceso.

Para abordar ambos casos, se plantea aplicar la parametrización al proceso de diseño, con el objetivo de reducir considerablemente el tiempo requerido para generar los planos de fabricación y los errores en el cálculo de medidas. El desarrollo de la biblioteca de modelos parametrizados se presenta a través de la implementación de la metodología Design for Variety (Diseño para la Variedad). Siguiendo las etapas de este enfoque, se obtiene una presentación bien estructurada de la información necesaria para una mejor comprensión de las modificaciones efectuadas.

1. Identificación de factores de variabilidad

Inicialmente, es esencial reconocer los diversos elementos que pueden experimentar variaciones en un mueble. Como previamente se ha mencionado, la parametrización se aplicará exclusivamente a tres tipos específicos de muebles: armarios, cajoneras y muebles de baño, por lo tanto, esta constituye una de las principales variantes que se pueden identificar.

Por otra parte, dentro de cada una de estas categorías de muebles, surgen distintos estilos y asimismo, en cada estilo, se pueden encontrar diferentes modelos, cada uno con medidas y materiales diversos.

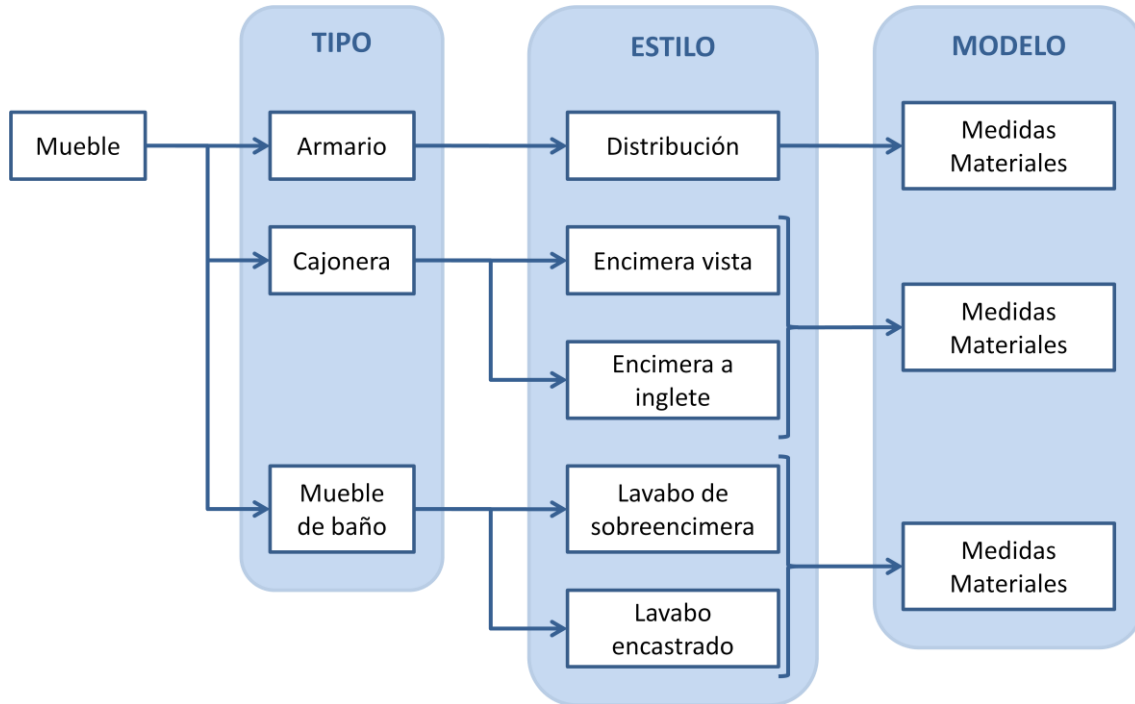


Figura 10. Identificación de los factores de variabilidad. Fuente: Elaboración propia.

2. Definición de los parámetros y rango de variación

Se debe diferenciar entre dos tipos de parámetros: los que se emplean para determinar las medidas de las piezas y los que indican las medidas totales de los muebles. Además, se debe tener en cuenta los distintos rangos de variación que tienen los parámetros que miden las piezas y los rangos de los parámetros que miden los muebles, los cuales, varían en función del tipo de mueble.

Parámetros

- **Piezas:** Pueden identificarse fácilmente mediante la dirección de la veta.
 - **Largo:** Medida paralela a la veta de la madera.
 - **Ancho:** Medida perpendicular a la veta de la madera.
 - **Grosor:** Medida perpendicular a las dos anteriores.
- **Muebles:** Las medidas corresponden al alzado del mueble.
 - **Longitud:** Medida horizontal del mueble.
 - **Altura:** Medida vertical del mueble.
 - **Profundidad:** Medida perpendicular a las dos anteriores.

Rangos de variación

- **Piezas:** Límites establecidos por las medidas habituales de las tablas de madera.
 - Largo: 2,5 metros.
 - Ancho: 1,2 metros. Cada grosor está pensado para una pieza diferente.
 - Grosor: 10 mm, 16 mm, 19 mm, 25 mm y 26 mm.

- **Muebles:** Cada tipo de mueble cuenta con unos rangos diferentes.
 - **Armarios:**
 - **Altura:** En cuanto a la altura de los armarios existen dos restricciones. La primera tiene que ver con los propios límites que presentan las piezas, que como se acaba de exponer es de 2,5 metros, por lo tanto los módulos no pueden tener una altura superior a esta medida. La segunda, es que la diagonal de los perfiles del armario no puede ser mayor que la distancia entre el techo y el suelo de la habitación*.
 - **Cajoneras y muebles de baño**
 - **Profundidad:** La profundidad de las cajoneras está limitada por las guías de los cajones, las cuales están normalizadas y son de 30 centímetro y aumentan en 5 centímetros hasta los 65 centímetro.

*Esta restricción se debe a que los módulos de los armarios suelen transportarse a la vivienda ya montados, y si la diagonal del perfil mide demasiado es posible que no pueda instalarse.

3. Elaboración de una arquitectura paramétrica

En esta etapa de la metodología, se va establecer el sistema mediante el cual se ha creado la biblioteca con todos los modelos de muebles parametrizados. Para lograrlo se han llevado a cabo una serie de pasos previamente establecidos que han permitido elaborar la biblioteca de forma ordenada y sin errores.

Estos pasos constituyen la elaboración de un modelo elemental para cada tipo de mueble y sus diversos estilos. La generación de los distintos modelos requiere el entendimiento de ciertos aspectos tanto de los muebles como del software Inventor, y como tal, se reserva para la siguiente fase de la metodología de DFV.

Paso 1- Organización

Con el fin de evitar cualquier confusión, se ha implementado una estructura de carpetas que divididas según el tipo de mueble y, dentro de estas, se han creado subcarpetas correspondientes a cada estilo. Por último, en cada estilo, se ha establecido una carpeta individual para cada uno de los variados modelos disponibles en el catálogo.

La utilización de carpetas desempeña un papel fundamental en la correcta organización de los diversos archivos necesarios para la fabricación de los muebles. Estos archivos pueden clasificarse en piezas, ensamblajes o planos, si se relacionan con Inventor, cada uno con sus propias características y atributos particulares, o bien como hojas de cálculo en Excel para tablas de cálculo.

En el caso de muebles que cuenten con cajones, como una cajonera o un mueble de baño, se sugiere crear una carpeta adicional dentro del modelo para contener los archivos asociados al cajón. De esta manera, se logrará incorporar el cajón como una pieza más dentro del modelo general.

Paso 2. Pieza patrón

Para la creación de la pieza patrón, comenzamos trazando un boceto rectangular con dimensiones al azar sobre el plano de la planta, seguido de la aplicación de una operación de extrusión con un grosor también aleatorio. Esto resulta en la formación de un prisma rectangular igual a las piezas que se emplean en la construcción de los muebles.

Una consideración crucial al generar la pieza patrón es el material. Tal como se ha explicado previamente, la dirección de la veta de la madera permite distinguir rápidamente entre el Largo y el Ancho de una pieza. En la biblioteca de materiales de Inventor, se opta por seleccionar una madera de abedul de tonalidad clara con un veteado muy pronunciado.

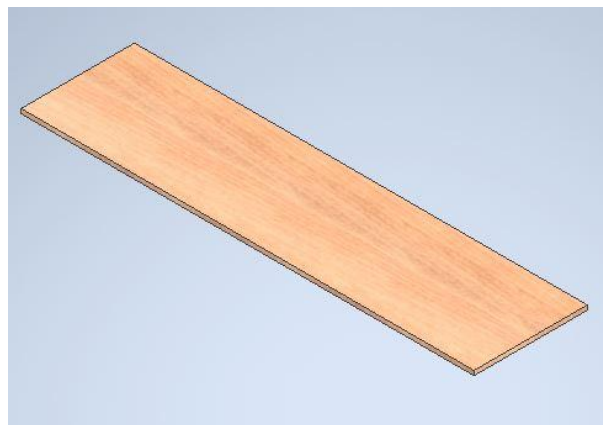


Ilustración 6. Pieza patrón creada con Inventor. Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se accede a la función parámetros, donde se despliega una tabla en la que se muestran las tres medidas de la pieza a las que Inventor asigna un nombre aleatorio. Este nombre se reemplazan por el de las medidas de las piezas (Largo, Ancho y Grosor), teniendo cuidado de asignar correctamente la medida en función de la dirección de la veta, tal y como se ha explicado.

Parámetros

Nombre de parámetro	Consumido p Δ	Unidad/Tip	Ecuación	Valor nominal	Tol.	Valor cota del r	Clave	Comentario	
Parámetros del mo...									
Largo	Boceto1	mm	1000 mm	1000.000000	●	1000.000000	<input type="checkbox"/>		
Ancho	Boceto1	mm	250 mm	250.000000	●	250.000000	<input type="checkbox"/>		
Grosor	Extrusión1	mm	10 mm	10.000000	●	10.000000	<input type="checkbox"/>		
d3	Extrusión1	gr	0.00 gr	0.000000	●	0.000000	<input type="checkbox"/>		
Parámetros del usu...									

Ilustración 7. Tabla de parámetros de Inventor. Fuente: Elaboración propia.

Por último, se procede a guardar la pieza bajo la opción "Guardar como plantilla". Mediante la creación de una pieza patrón, se reduce el tiempo evitando la necesidad de crear una pieza desde cero cada vez que se quiera de una nueva.

Paso 3. Tablas

Dentro de la carpeta de modelo de cada estilo de mueble, se genera un documento de Excel que requiere una organización con tablas claramente diferenciadas. Cada tabla aloja las diversas medidas que constituyen una pieza.

En primer lugar, en la parte superior del documento, se establece una tabla para los llamados "parámetros fundamentales" de un mueble, que son todos aquellos datos imprescindibles para la creación del mueble, cuya composición varía según el estilo y modelo. En esta primera tabla, se destacan las medidas del mueble, incluyendo Longitud, Altura y Profundidad, así como los diferentes grosores disponibles. En función del modelo, se deben añadir otros parámetros como el número de cajones o estantes, o las distancias entre las piezas.

El objetivo principal es que al establecer la relación entre piezas, solo sea necesario modificar la tabla de "parámetros fundamentales" para obtener muebles con las medidas precisas requeridas por el cliente.

Parámetros fundamentales								
Altura	Longitud	Profundidad	Grosos			Ancho_rodapie	Ancho_rodetecho	
2500	1200	550	10	19	25	26	35	50

Ilustración 8. Tabla de parámetros fundamentales de Excel. Esta tabla corresponde a la estructura de un armario.
Fuente: Elaboración propia.

Una vez configurada esta tabla inicial, se crea una tabla individual para cada pieza. Estas tablas deben comenzar con las tres medidas básicas en el siguiente orden: Largo, Ancho y Grosor. A continuación, se pueden incorporar otros parámetros que puedan ser necesarios para el mecanizado de la pieza.

Para evitar confusiones entre distintas piezas, se asigna a cada medida el nombre de la pieza separadas mediante un guion bajo (Medida_pieza). Esto es esencial para que Inventor permita vincular los archivos.

Una equivocación a evitar cuando se vincula el documento de Excel con Inventor es la selección de una celda de inicio errónea. El programa extrae los nombres de la fila de la celda de inicio y las medidas de la fila siguiente. Por lo tanto, es crucial tener precaución: se toman todas las columnas hacia la derecha desde la celda de inicio y se añaden medidas hasta encontrar una celda vacía y este principio se aplica igualmente hacia abajo. Por lo tanto, se debe dejar una columna en blanco a la derecha y una fila vacía justo debajo de cada tabla.

Costados				
Largo_costados	Ancho_costados	Grosor_costados	Ancho_ranura	Distancia_ranura
2415	492	19	10	80

Ilustración 9. Tabla de con medidas de una pieza calculas con Excel. Fuente: Elaboración propia.

Una vez que las tablas estén estructuradas según las indicaciones mencionadas, el siguiente paso implica calcular las dimensiones de cada pieza empleando las herramientas en la hoja de cálculo. Para comenzar, es necesario determinar el grosor que se va a asignar a cada pieza y realizar dicha asignación desde la tabla de parámetros fundamentales. A través de los grosores de las piezas y las dimensiones totales del mueble, se puede proceder al cálculo sucesivo del Largo y el Ancho de cada pieza.

Paso 4. Crear piezas.

El siguiente paso consiste en crear un archivo de tipo "pieza" para cada una de las componentes del mueble y guardarlas con sus respectivos nombres en la carpeta del modelo correspondiente. Una vez que el archivo ha sido guardado, el programa permite la vinculación de un archivo externo con Inventor. Dentro de la función "Parámetros" de Inventor, se procede a vincular el archivo de Excel del modelo y especificar la celda de inicio.

Una vez que la vinculación se ha llevado a cabo de manera exitosa, se procede a renombrar los parámetros con los nombres correspondientes que figuran en la tabla de Excel. De esta manera, el programa adopta automáticamente las medidas indicadas en dicha tabla. Esto facilita la sincronización de las dimensiones en el modelo 3D de Inventor con los cambios realizados en la tabla de parámetros fundamentales de Excel.

Nombre de parámetro	Consumido por	Unidad/Tip	Ecuación	Valor nominal	Tol.	Valor cota del r	Clave	E	Comentario
Parámetros del mo...									
Largo	Boceto1	mm	Largo_costados	2415.000000	●	2415.000000	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Ancho	Boceto1	mm	Ancho_costados	492.000000	●	492.000000	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Grosor	Extrusión1	mm	Grosor_costados	10.000000	●	10.000000	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
d3	Extrusión1	gr	0.00 gr	0.000000	●	0.000000	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Parámetros del usu...									
E:\7º CURSO\TFG ...									
Largo_costados	Largo	mm	2415 mm	2415.000000	●	2415.000000	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Bases
Ancho_costados	Ancho	mm	492 mm	492.000000	●	492.000000	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Grosor_costados		mm	19 mm	19.000000	●	19.000000	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Ancho_ranura		mm	10 mm	10.000000	●	10.000000	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Distancia_ranura		mm	80 mm	80.000000	●	80.000000	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Ilustración 10. Tabla de parámetros de Inventor vinculada a una tabla de Excel. Fuente: Elaboración propia.

Para algunas de las piezas, se requiere llevar a cabo operaciones de mecanizado, como el corte en inglete de las tablas de los cajones. En estos casos, simplemente se elige la operación de chaflán y se selecciona la arista correspondiente. En lugar de especificar una medida, es posible seleccionar un parámetro de la tabla de Excel. En este contexto, se elige el grosor de la pieza como parámetro, ya que el objetivo es obtener un chaflán de 45 grados.

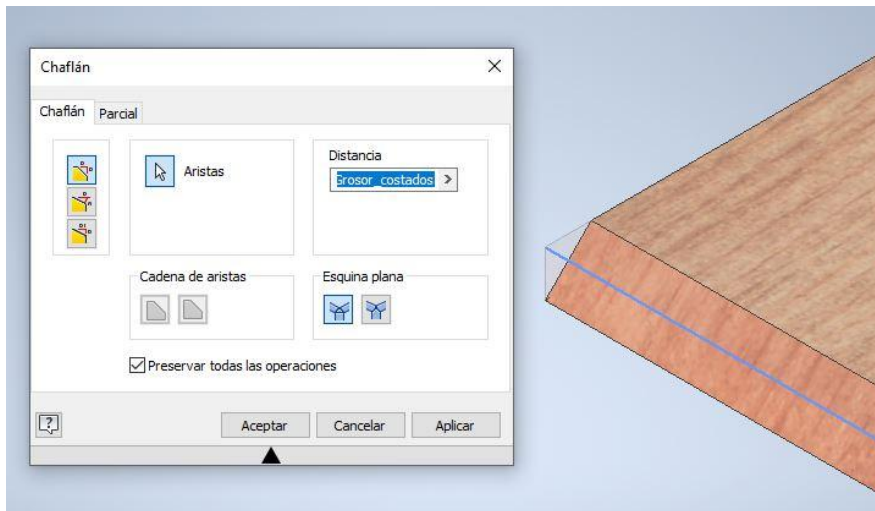


Ilustración 11. Herramienta chaflán de Inventor. Fuente: Elaboración propia.

Otra operación necesaria, para los canales LED de los armarios y tablas laterales de los cajones, es el ranurado. Dado que no existe una función predefinida para este tipo de operación, se debe crear un boceto en la cara adecuada y emplear los parámetros de la pieza para acotar dicho boceto y realizar la operación de extrusión.

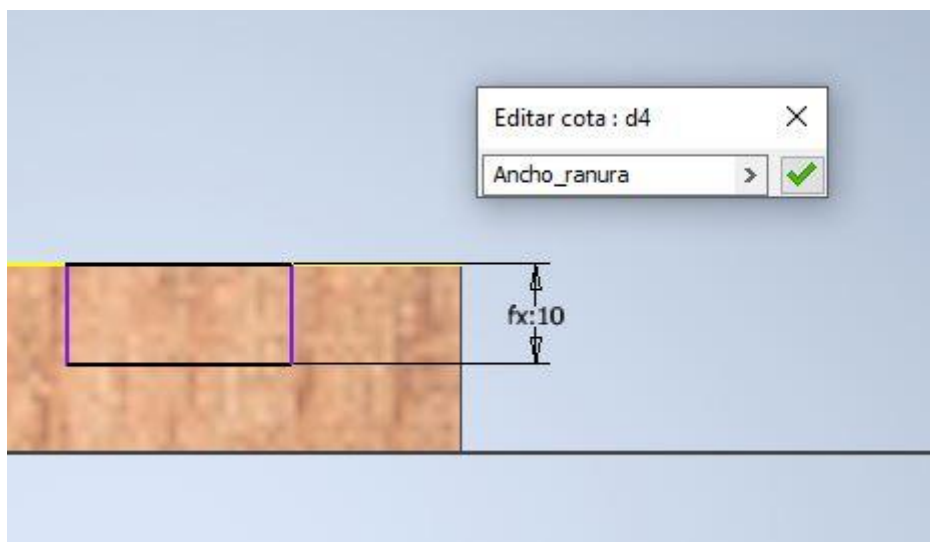


Ilustración 12. Creación de un boceto para realizar una operación de ranurado. Fuente: Elaboración propia.

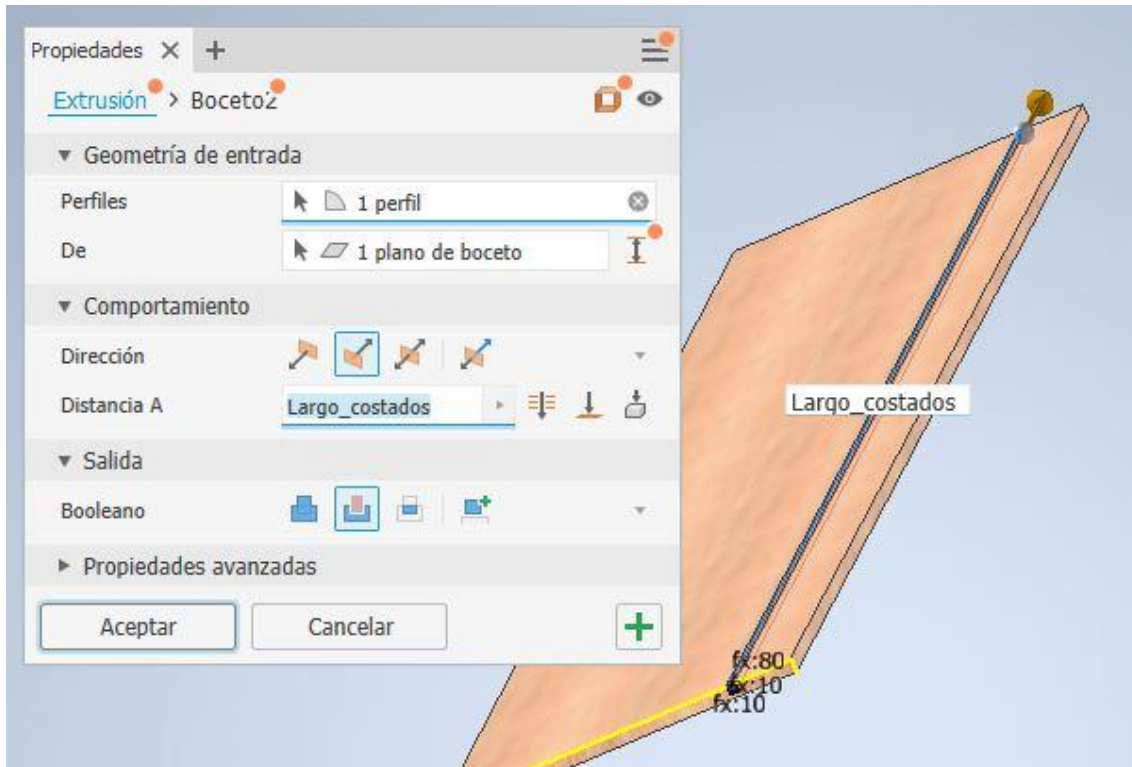


Ilustración 13. Proceso de extrusión para la operación de ranurado. Fuente: Elaboración propia.

Paso 5. Ensamblar piezas.

Una vez se han confeccionado todas las partes que componen el mueble, es el momento de llevar a cabo el ensamblaje. Se genera un archivo del tipo "Ensamble", el cual se guarda con el nombre del modelo en cuestión. A continuación, cada una de las piezas que conforman el mueble deben ser incorporadas al archivo de ensamblaje mediante la función "Introducir". Sin embargo, es vital ser cauteloso en esta etapa debido a que el boceto de la pieza patrón, que ha servido como base para el resto de las piezas, ha sido creado en el plano de la planta, por lo tanto, al insertar cada pieza, es necesario girarla para posicionarla de manera correcta.

Seguidamente, todas las partes deben ser ensambladas haciendo uso de la herramienta de restricción. Dado que todas las piezas cuentan con superficies planas, únicamente se requerirá emplear las opciones de coincidencia y alineación.

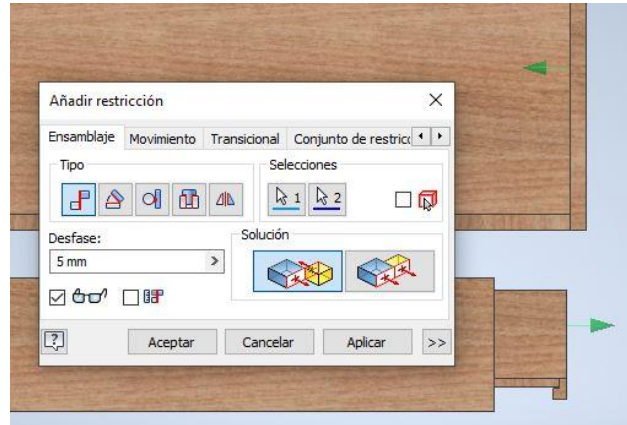


Ilustración 14. Restricción de piezas mediante la coincidencia. Las dos superficies seleccionadas se encuentra a 5 mm de distancia. Fuente: Elaboración propia.

La opción de coincidencia permite enfrentar las caras de dos piezas distintas de forma que permanezcan unidas o a una distancia específica. Por otro lado, la opción de nivelación asegura que las caras de dos componentes diferentes permanezcan paralelas al mismo nivel o a una distancia determinada. Con la ayuda de estas dos funciones, se procede a ensamblar las piezas teniendo en cuenta el tipo de mueble y el estilo seleccionado.

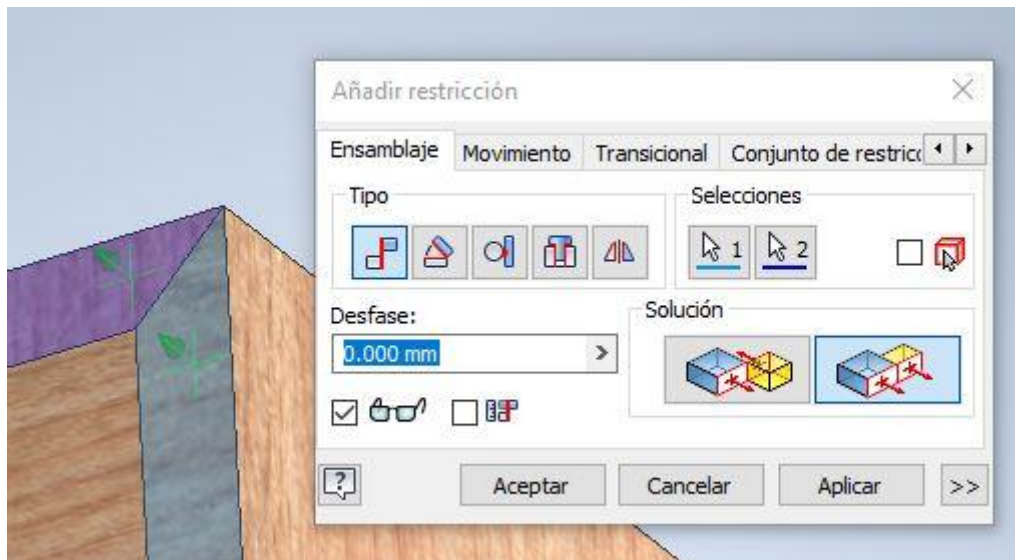


Ilustración 15. Restricción mediante la nivelación. Fuente: Elaboración propia.

Paso 6. Planos

Los archivos de tipo plano incluyen las herramientas necesarias para generar diversas vistas, cortes y dimensiones según el tipo de mueble y modelo. La creación de estos planos requiere un enfoque meticuloso y adaptado a cada modelo de mueble, ya que cada plano debe proporcionar la información esencial tanto para el departamento de fabricación como para el de montaje e instalación.

En primer lugar, es necesario diseñar un cajetín que pueda utilizarse en todos los planos independientemente de la clase de mueble que se muestre y que exponga la información suficiente para poder distinguir a que proyecto pertenece y de que mueble se trata.

Autor	Revisión	Fecha de realización	Fecha final
Descripción		Proyecto:	
		Código:	Escala:

Ilustración 16. Cajetín de los planos de fabricación. Fuente: Elaboración propia.

En el caso del departamento de fabricación, es crucial contar con la tabla de componentes, la cual es generada automáticamente por Inventor. Esta tabla detalla todas las piezas que conforman el mueble, junto con sus respectivos nombres, las unidades requeridas de la misma y alguna característica que se quiera destacar.

No obstante, la información más relevante son las dimensiones de cada pieza. Para ello, es necesario modificar la tabla de contenido e introducir los parámetros de Largo, Ancho y Grosor, para que de manera automática, las medidas se apliquen a la correspondiente pieza. Por último, se añade una columna con el parámetro material, de esta forma se podrá indicar el material correspondiente para cada pieza.

LISTA DE PIEZAS							
ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA	Largo	Ancho	Grosor	MATERIAL	MECANIZADO
1	2	Costados	370	351	19	Melamina	Chañón 45º Ancho
2	1	Encimera	550	450	19	Melamina	Chañón 45º ambos Anchos
3	1	Base	512	440	19	Melamina	
4	1	Trasera	512	351	10	Melamina	
5	4	Cajon					
6	4	Frente cajones	508	160	25	Roble	

Ilustración 17. Tabla de contenido del planos de fabricación. En ella aparecen las medidas de todas las piezas que forman el mueble. Fuente: Elaboración propia.

En relación a los datos imprescindibles para el proceso de montaje, es imperativo incorporar todas las vistas y cortes necesarios que proporcionen al carpintero una comprensión clara del modelo y estilo en cuestión. Además, se deben incluir todas las cotas que no indiquen la medida de una pieza, como puede ser la distancias entre piezas.

Finalmente, en el caso de los muebles conformados por múltiples módulos, resulta aconsejable generar una ficha que represente el mueble en su totalidad, exhibiendo la textura de la madera y representando el mueble terminado en un modelo 3D. Esto permitirá visualizar la disposición de los módulos y ofrecer una leyenda que destaque la diferenciación entre cada uno de ellos.

Pueden encontrarse planos de fabricación referentes distintos tipos de muebles en la sección *Planos* del trabajo.

4. Evaluación de alternativas y selección de configuraciones

Una vez que se ha confeccionado el modelo básico para cada tipo de mueble y estilo, se procede a la creación de las diferentes variantes. Previamente a la creación de la biblioteca, la empresa disponía de un catálogo que distinguía diversos estilos y modelos de muebles. Aunque estos permitían una considerable personalización, también existían ciertas restricciones. Gracias a la aplicación de la parametrización, las restricciones en los diseños se fundamentan exclusivamente en las dimensiones máximas de los tablones utilizados en la fabricación de los muebles (2,5x1,2 metros).

El programa Inventor posibilita la generación de copias de todos los componentes dentro de una carpeta. Esta característica resulta de gran utilidad en la tarea de construir el nuevo catálogo, ya que al realizar múltiples copias del modelo básico y hacer pequeñas variaciones en cada una de ellas es posible obtener diferentes modelos de un mismo mueble.

Dentro del menú "Herramientas" de Inventor, se localiza la alternativa de "Copia de modelo iLogic". En primer lugar se selecciona la carpeta del modelo base de mueble que se desea copiar y acto seguido, se elige la carpeta en la cual se agregarán los archivos. Es de gran importancia asignar un prefijo o sufijo a los nuevos archivos con el fin de prevenir confusiones entre piezas de distintos modelos, y especialmente en relación a archivos externos a Inventor.

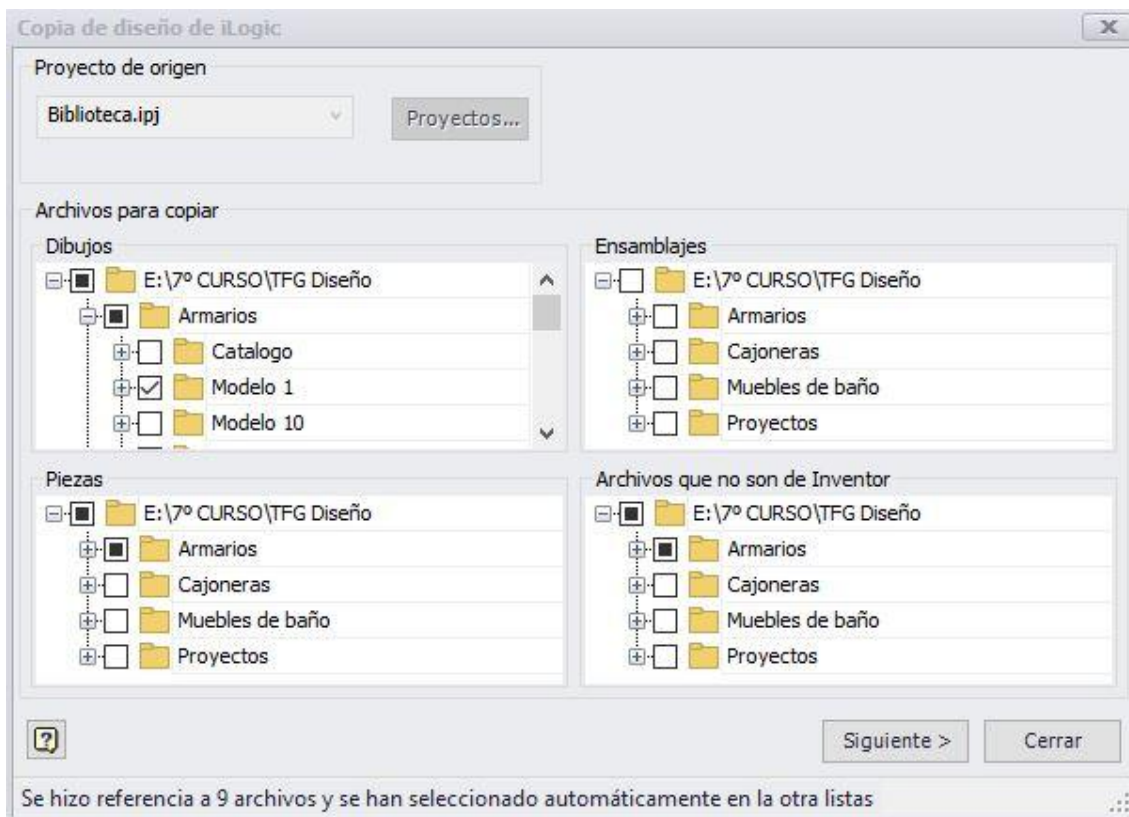


Ilustración 18. Herramienta de Copia de Diseño iLogic. Fuente: Elaboración propia.

Una vez se ha obtenido la copia del modelo base, se debe añadir una nueva tabla en la hoja de cálculo de Excel. En esta tabla, deben añadirse todos aquellos parámetros que aporten información sobre el mueble final, como puede ser el número de cajones o baldas, o la distancia entre dos piezas. En algunos casos, estos parámetros ya formarán parte de la tabla de parámetros fundamentales, mientras que en otros, serán datos que haya que calcular con ayuda de las herramientas de cálculo de Excel.

Al igual que se ha creado una tabla con las medidas de las piezas que más tarde se ha vinculado al archivo correspondiente a dicha pieza, esta tabla va a vincularse con el archivo del ensamblaje del mueble.

Parámetros ensamblaje					
n_cajones	Distancia_cajones	n_columnas	n_interiores	Distancia_frentes	Distancia_interiores
4	164	2	1	440.5	440.5

Ilustración 19. Tabla de parámetros para el ensamblaje del mueble en Excel. Fuente: Elaboración propia.

Los datos de esta tabla van a ser de gran importancia para emplear una herramienta realmente útil: la herramienta patrón. Con esta herramienta, se solicita al software que repita un mismo elemento tantas veces como se indique (número de baldas en un armario) y manteniendo una distancia determinada (distancia entre las baldas), realizando dicha operación en dirección vertical, horizontal o ambas.

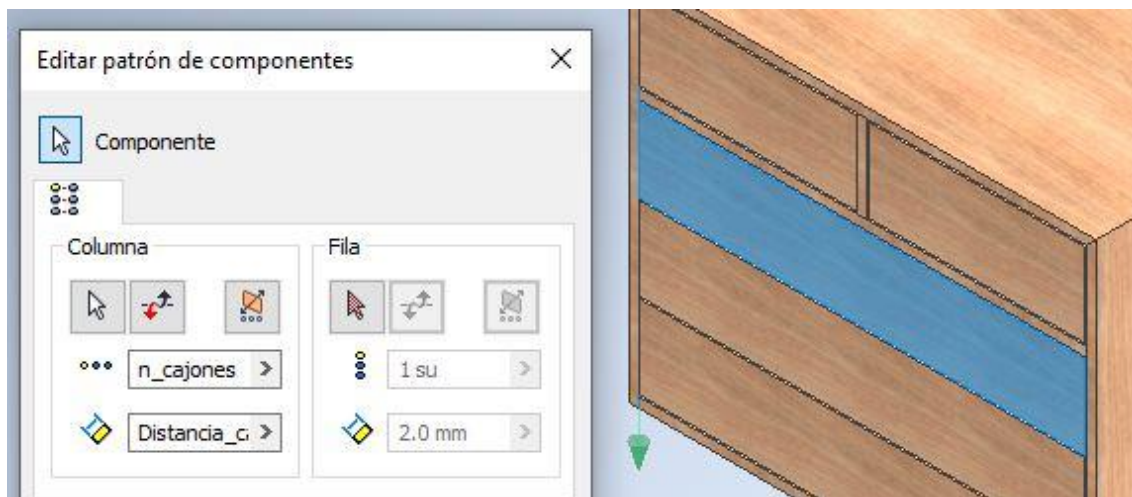


Ilustración 20. Herramienta patrón de componente empleada en los cajones dispuestos verticalmente de una cajonera. Fuente: Elaboración propia.

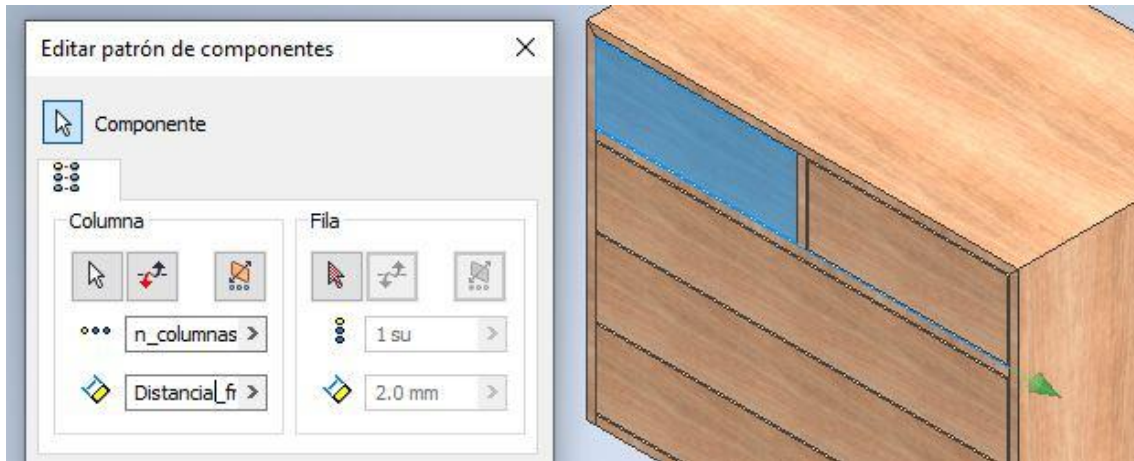


Ilustración 21. Herramienta patrón de componente empleada en los cajones dispuestos horizontalmente de una cajonera. Fuente: Elaboración propia.

A continuación, siguiendo el proceso mencionado anteriormente y aprovechando las recién presentadas herramientas de Inventor, se procede a mostrar el nuevo catálogo de la empresa totalmente parametrizado.

Cajoneras:

Tal como se mencionó previamente, los cajones, tanto los de las cajoneras como los de los muebles de baño, necesitan ser ensamblados en un archivo de ensamblaje propio, ya que de esta manera, permite que sean incorporados al archivo de la estructura del mueble como una entidad única, lo que a su vez posibilita el uso de la herramienta patrón.

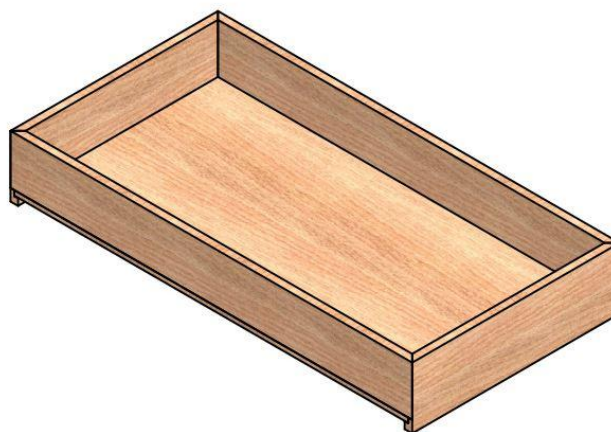


Ilustración 22. Cajón simple. Válido para cajoneras y muebles de baño. Fuente: Elaboración propia.

A partir de la creación del cajón y haciendo uso de la herramienta patrón, se pueden generar numerosas variaciones cambiando la disposición y tamaño de los cajones, adaptándolas a cada estilo de cajonera.

- **Modelo 1 y 4:** Todos los cajones que la componen son iguales.

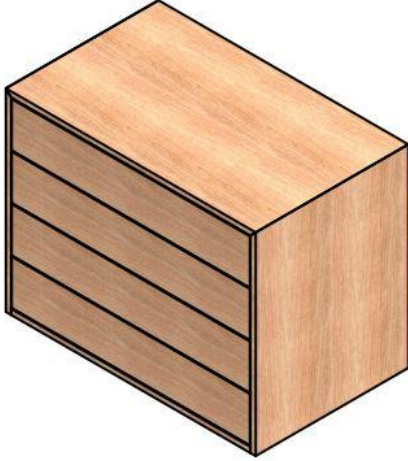


Ilustración 24. Modelo 1 cajonera encimera a inglete.
Fuente: Elaboración propia.

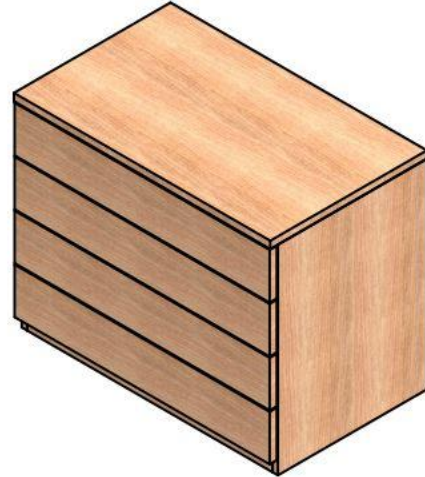


Ilustración 23. Modelo 4 cajonera encimera vista.
Fuente: Elaboración propia.

- **Modelo 2 y 5:** El primer cajón tiene una altura diferente al resto de cajones que componen el mueble.

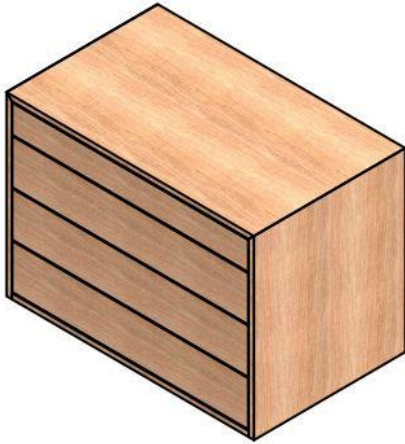


Ilustración 25. Modelo 2 cajonera encimera a inglete.
Fuente: Elaboración propia.

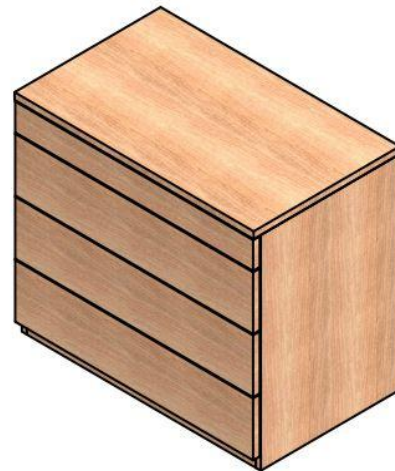


Ilustración 26. Modelo 5 cajonera encimera vista.

- **Modelo 3 y 6:** La primera fila de cajones está compuesta por más de un cajón, los cuales pueden tener o no la misma altura que los cajones inferiores.

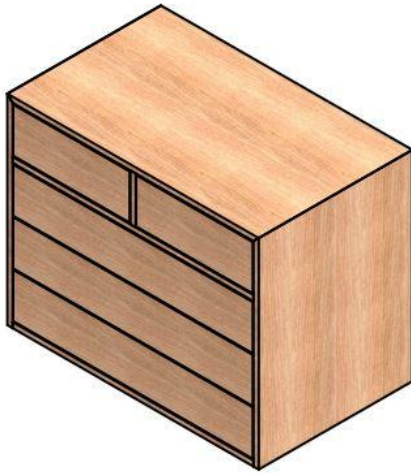


Ilustración 28. Modelo 3 cajonera encimera a inglete. Fuente: Elaboración propia.

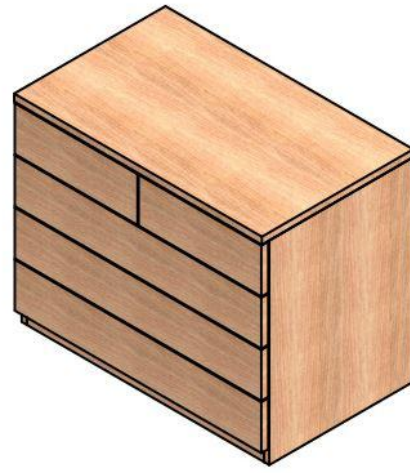


Ilustración 27. Modelo 6 cajonera encimera vista. Fuente: Elaboración propia.

Armarios:

Las posibilidades en cuanto a los armarios son bastante directas, ya que básicamente se le puede incorporar a la estructura elementos adicionales, como baldas, barras para perchas y cajoneras, permitiendo diversas combinaciones entre estos tres componentes. También existe la opción de unir diferentes módulos para formar un armario compuesto.

Del mismo modo que con los cajones, para lograr un conjunto de baldas equidistantes, se debe calcular la distancia precisa entre ellas en función del espacio disponible y la cantidad deseada, y luego integrar estos parámetros en la tabla vinculada al archivo de ensamblaje. Esto permitirá emplear estos valores en la herramienta patrón.

En referencia a los modelos que incorporan cajoneras, es posible realizar copias de los archivos de estas utilizando la función de copia de Inventor, y luego agregarlas como componentes adicionales.

- **Modelo 1:** Módulo compuesto únicamente por baldas.
- **Modelo 2:** Módulo compuesto por dos barras.
- **Modelo 3:** Módulo que combina barra en la parte superior y baldas en la parte inferior.
- **Modelo 4:** Ídem Modelo 2 añadiendo una balda sobre la barra inferior.
- **Modelo 5:** Armario que combina una barra alta para colgar prendas largas y una columna de baldas. Este mismo modelo puede encontrarse a la inversa, es decir, con la columna de baldas a la izquierda.
- **Modelo 6:** Ídem Modelo 5 pero añadiendo baldas en la parte inferior del espacio de la barra. Este mismo modelo puede encontrarse a la inversa.
- **Modelo 7:** Ídem modelo 5 añadiendo una balda y una barra en la parte inferior del espacio para colgar. Este mismo modelo puede encontrarse a la inversa.



Ilustración 31. Modelo 1 de armario. Fuente: Elaboración propia.

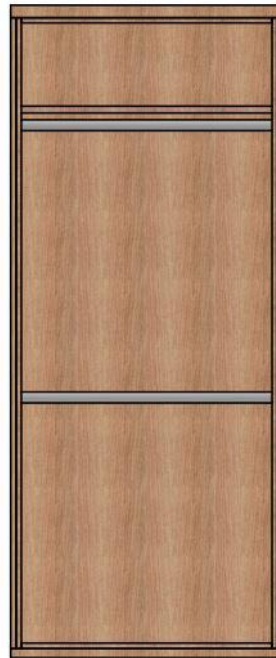


Ilustración 30. Modelo 2 de armario. Fuente: Elaboración propia.



Ilustración 29. Modelo 3 de armario. Fuente: Elaboración propia.



Ilustración 34. Modelo 4 de armario. Fuente: Elaboración propia.



Ilustración 33. Modelo 5 de armario. Fuente: Elaboración propia.



Ilustración 32. Modelo 6 de armario. Fuente: Elaboración propia.

- **Modelo 8:** Armario que combina una columna de baldas a la derecha mientras que en su parte izquierda, cuenta con espacio para colgar prendas en barra
- **Modelo 9:** Armario que combina espacio para colgar prendas en barra en la zona superior mientras que en la zona inferior, cuenta con una cajonera en la parte izquierda y una pequeña columna de baldas en la parte derecha. Este mismo modelo puede encontrarse a la inversa.
- **Modelo 10:** Armario compuesto por una amplia cajonera en la para inferior y una barra para colgar prendas en la zona superior.



Ilustración 36. Modelo 7 de armario. Fuente: Elaboración propia.



Ilustración 35. Modelo 8 de armario. Fuente: Elaboración propia.



Ilustración 38. Modelo 9 de armario. Fuente: Elaboración propia.



Ilustración 37. Modelo 10 de armario. Fuente: Elaboración propia.

Muebles de baño:

De forma similar a como ocurre con las cajoneras, los muebles de baño se podrían configurar para que el número de cajones se modifique automáticamente a partir de los datos introducidos en la tabla de Excel.

Sin embargo, los cajones de los muebles de baño, tiene una peculiaridad que complica ligeramente la parametrización. Esta característica es el espacio que es necesario guardar en el cajón superior para el sifón del lavabo.

Este hueco se ubicará en el cajón en función de la posición en la que se encuentre la salida de aguas de la pared donde se instalará el mueble de baño. El espacio debe ser lo suficientemente grande para que exista una distancia de al menos 6 centímetros entre el sifón y cada una de las tabicas que rodean al mismo. Además, en función de la posición del hueco para el sifón, puede haber dos tipos diferentes de cajón: cajones con hueco central y cajones con hueco lateral.

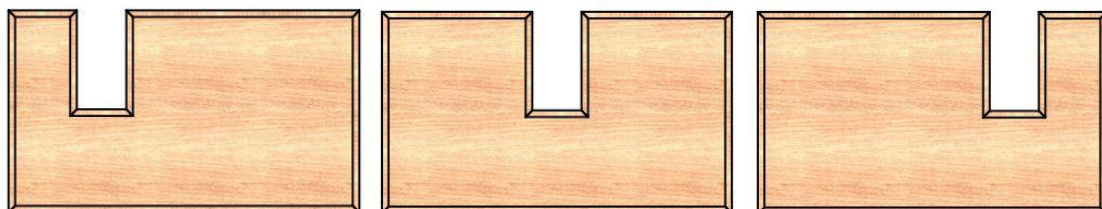


Ilustración 39. Diferentes variantes del cajón de hueco central en función de la posición del sifón. Fuente: Elaboración propia.

A pesar de lo que indica su nombre, los cajones con hueco central, tal y como puede verse en la *Ilustración 39*, no implican que el hueco deba estar en el centro exacto del cajón, sino que se encuentra entre las tabicas laterales del mismo. Por otro lado, los denominados cajones con hueco lateral, se llaman así debido a que el espacio para el sifón está junto a una de las tabicas laterales. Este último tipo, se emplea para aquellos cajones cuyas tabicas traseras sean menores de 15 centímetros.

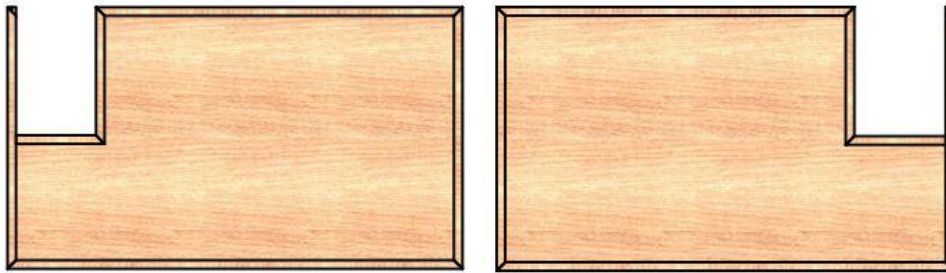


Ilustración 40. Diferencia entre cajón con hueco lateral a la izquierda y cajón con hueco lateral a la derecha.
Fuente: Elaboración propia.

Otra peculiaridad a destacar de los muebles de baño es que pueden incluir más de una columna de cajones. Para ello es necesario incorporar un costado interior que ubique las guías de los cajones de ambas columnas. Esto permite grandes posibilidades de personalizar los muebles de baño, ya que el número de cajones en cada columna puede ser diferente e incluso incluir dos lavabos en un mismo mueble. Para cada estilo, se pueden crear infinitos modelos en función de la distribución de los cajones.

- **Modelo 1:** Formado por una única columna de cajones. El primero con hueco para el sifón en función de su ubicación y el resto son cajones simples.
- **Modelo 2:** Mueble compuesto por varias columnas de cajones. Cada columna puede estar formada por un número diferente de cajones. El primer cajón debe tener hueco para el sifón y resto son cajones simples.

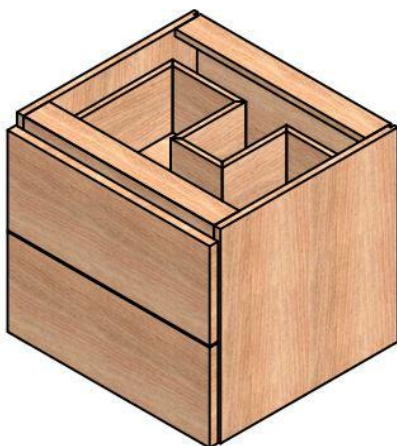


Ilustración 42. Modelo 1 mueble de baño lavabo encastrado. Fuente: Elaboración propia.

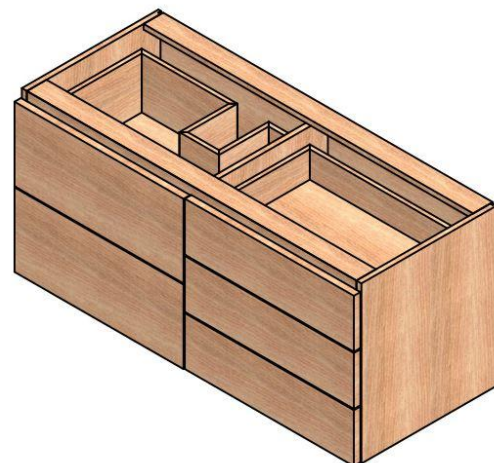


Ilustración 41. Modelo 2 mueble de baño lavabo encastrado. Elaboración: propia.

- **Modelo 3:** Ídem Modelo 1 con lavabo de sobreencimera.
- **Modelo 4:** Ídem Modelo 2 con lavabo de sobreencimera.

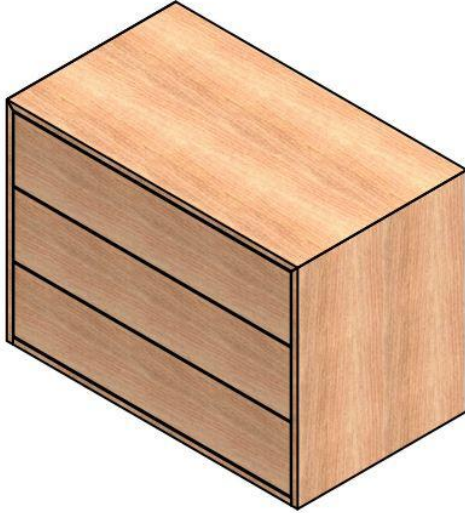


Ilustración 43. Modelo 3 mueble de baño lavabo de sobreencimera. Fuente: Elaboración propia.

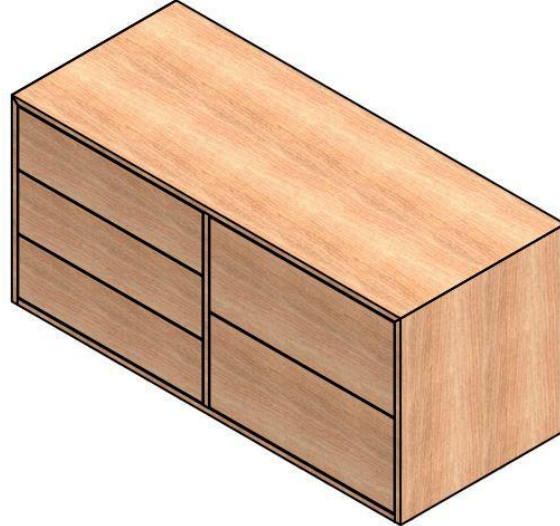


Ilustración 44. Modelo 4 mueble de baño lavabo de sobreencimera. Fuente: Elaboración propia.

5. Implementación y producción:

La implementación de la parametrización debe llevarse a cabo en conjunto con las demás mejoras planificadas para el proceso productivo. Sin embargo, existen ciertas recomendaciones y medidas que resulta fundamental considerar para asegurar el éxito de los cambios implementados.

En primer lugar, es esencial proporcionar el nuevo catálogo a las empresas de decoración que habitualmente colaboran con la carpintería. Se debe explicar en detalle las diferencias y novedades en comparación con el catálogo anterior, prestando especial atención a la exposición de los parámetros fundamentales de cada modelo.

Por otro lado, durante la ejecución de un proyecto, es necesario informar a los clientes acerca de las características distintivas de cada modelo de mueble. Es particularmente crucial, una vez que un modelo ha sido seleccionado, solicitar al cliente toda la información necesaria para garantizar la correcta elaboración del mueble. Esta información se basa en los parámetros esenciales del modelo.

Mediante estas medidas, es posible evitar la necesidad de llevar a cabo reuniones o llamadas innecesarias con diferentes clientes.

5.4.2. Carpetas compartidas

Uno de los problemas que se ha identificado consiste en que los miembros del departamento de diseño, ubicados en la oficina, dedican una considerable cantidad de tiempo a resolver consultas sobre los diversos proyectos a los componentes de otros departamentos.

En la mayoría de ocasiones, estas consultas se resuelven de forma sencilla, pero tanto ingenieros como carpinteros se ven forzados a interrumpir su labor para responder llamadas o desplazarse hasta la oficina respectivamente.

Tras analizar la situación, se ha llegado a la conclusión de que el problema deriva de que únicamente el departamento de diseño posee acceso a la información de los proyectos. Como resultado, cuando surge alguna duda por parte de un trabajador de otro departamento, la única alternativa es dirigirse a ellos.

Para abordar esta situación, se ha determinado la creación de una carpeta compartida, accesible desde todos los ordenadores de la empresa. En esta carpeta, se incorporarán los detalles de los nuevos proyectos y se eliminarán aquellos que ya hayan concluido. Además, se configurará de forma que se puedan realizar modificaciones únicamente desde los ordenadores del departamento de diseño, evitando así posibles errores.

A través de esta medida, se logra reducir las interrupciones innecesarias durante las labores diarias, reservando las llamadas y consultas para situaciones de mayor importancia.

5.4.3. Códigos

Otra dificultad recurrente en los proyectos es la confusión ocasional entre distintos muebles. Por ejemplo, en un proyecto que comprende dos armarios con diseños idénticos pero medidas y materiales diferentes, puede darse el caso de que los materiales sean intercambiados lo que conlleva a la necesidad de volver a realizar ciertas etapas en el proceso productivo.

Una manera de erradicar esta forma de desperdicio es mediante la asignación de un código identificador a cada mueble dentro del proyecto, basado tanto en el espacio de la vivienda donde se ubicará como en la categoría de mueble en cuestión. Asimismo, se ha diseñado una tabla con un formato predefinido, en la que se vinculará el código con información correspondiente al mueble, como dimensiones básicas y materiales. Esta tabla podrá completarse durante las reuniones con los clientes y se incluirá en la carpeta compartida, accesible para todos los empleados de la empresa.

Tabla 3. Tabla de recopilación de muebles de un proyecto. Fuente: Elaboración propia.

Código	Longitud	Altura	Profundidad	Material	Modelo	Características

Con el fin de simplificar esta práctica y garantizar la coherencia en los códigos, se ha creado un sistema para asignar un código a cada mueble.

1. Identificación del proyecto. Cada proyecto se diferencia con el nombre del cliente, por lo que la primera parte del código deben las iniciales o primeras tres letras del nombre del mismo.

2. Diferenciar espacios de la vivienda. Se debe asignar un número a cada espacio independiente de la vivienda.

3. Diferenciar el tipo de mueble y estilo. Para cada clase de mueble se asignará una letra a partir del siguiente criterio:

Tabla 4. Asignación de código identificativo en función del tipo y estilo de mueble. Fuente: Elaboración propia.

TIPO		ESTILO	
Armario	A		
Muebles de baño	B	Sobreencimera	1
		Encastrado	2
Cajoneras	C	Encimera vista	1
		Encimera a inglete	2

4. Identificar cada mueble: En caso de que hubiese más de un mueble del mismo tipo en el mismo espacio, cada uno se identificará con un número.

Por lo tanto, si un cliente cuyas iniciales fuesen M.T. solicitara un armario compuesto por dos módulos diferentes que fuesen ubicados en el dormitorio principal, a cada uno se le asignaría los siguientes códigos: MT-1-A-1 y MT-1-A-2. Y para un mueble de baño, se asignaría el siguiente código: MT-2-B.

Con este sistema se evitará confundir un mueble con otro desde el momento en el que el cliente los solicite.

5.4.4. Implementación de tecnología

Otro de los desafíos identificados se centra en que en ocasiones, los dibujos y bocetos generados durante las mediciones en las viviendas resultan de difícil comprensión o carecen de información.

Tras un análisis, se llegó a la conclusión de que es tremendamente complicado para la persona encargada de realizar las mediciones crear representaciones tridimensionales de los espacios de las viviendas. Por lo tanto, la solución ha de consistir en encontrar una forma eficiente de obtener una vista en tres dimensiones de la habitación y de los elemento que se encuentran en ella.

Finalmente, se ha optado por una solución ágil y sencilla que consiste en que la persona a cargo de las mediciones tome fotografías de las áreas de la vivienda donde se planea instalar un mueble, utilizando un dispositivo electrónico. En la misma fotografía y con el mismo

dispositivo, se añadirán las medidas necesarias, observaciones relevantes y, por supuesto, el código del mueble correspondiente.

Relacionado con esta propuesta y la creación de carpetas compartidas entre los equipos de la empresa, se ha determinado que mediante el dispositivo utilizado para las fotografías, se pueda acceder a esta carpeta compartida y a la biblioteca de modelos parametrizados. Aunque el acceso a los modelos 3D de los muebles personalizados no es posible debido a que se trata de un archivo de Inventor, si se podría obtener información valiosa a través de los archivos de Excel. Esto permitirá determinar en tiempo real si un mueble es viable mientras se realizan las mediciones en la vivienda del cliente.

5.5. Fase 5 - Implementación y mantenimiento de las medidas

En la última etapa de implementación de la metodología Lean, se busca la manera de incorporar cada una de las medidas propuestas en la fase anterior, además de establecer un plan para garantizar la sostenibilidad de estos cambios. Con este propósito, se elaborará una guía detallada que delineará los pasos a seguir por los empleados de los diversos departamentos con el fin de maximizar el Valor para la empresa (*Anexo C*).

Para presentar en detalle cada etapa del proceso productivo e introducir las nuevas actividades propuestas se creará un Diagrama de Flujo de Procesos, el cual también se incluirá en la guía para los trabajadores con el fin de que puedan realizar consultas rápidas.

Antes de iniciar la creación del nuevo proceso productivo, se deben llevar a cabo una serie de pasos previos. En primer lugar, como se ha indicado en el último apartado de la metodología de Design for Variety, se procederá al envío de los nuevos catálogos a las empresas de diseño y decoración con las que la empresa de carpintería colabora habitualmente. En esta comunicación se explicará el nuevo enfoque de diseño de los muebles y se destacarán los parámetros fundamentales de cada modelo.

En segundo lugar, se ha de crear la carpeta compartida a la que todo trabajador tendrá acceso desde cualquier ordenador dentro de la empresa. Esta carpeta albergará la información considerada esencial para la correcta fabricación de los diferentes muebles que conformen el proyecto.


5.5.1. Nuevo Flujo de Procesos

Para facilitar la implementación e introducción de los nuevos procedimientos, va a elaborarse un nuevo Diagrama de Flujo de Procesos, para mostrar el nuevo camino a seguir hacia el Valor de la empresa.

Para ello se van a utilizar los símbolos previamente establecidos, aunque debido a la introducción de nuevas actividades, se incorporarán algunos símbolos adicionales.



Tabla 5. Asignación de nuevos símbolos a las acciones del Proceso productivo. Fuente: Elaboración propia.

NOMBRE	SÍMBOLO	FUNCIÓN
Comprobaciones		Obligación de comprobar y verificar la acción anterior.

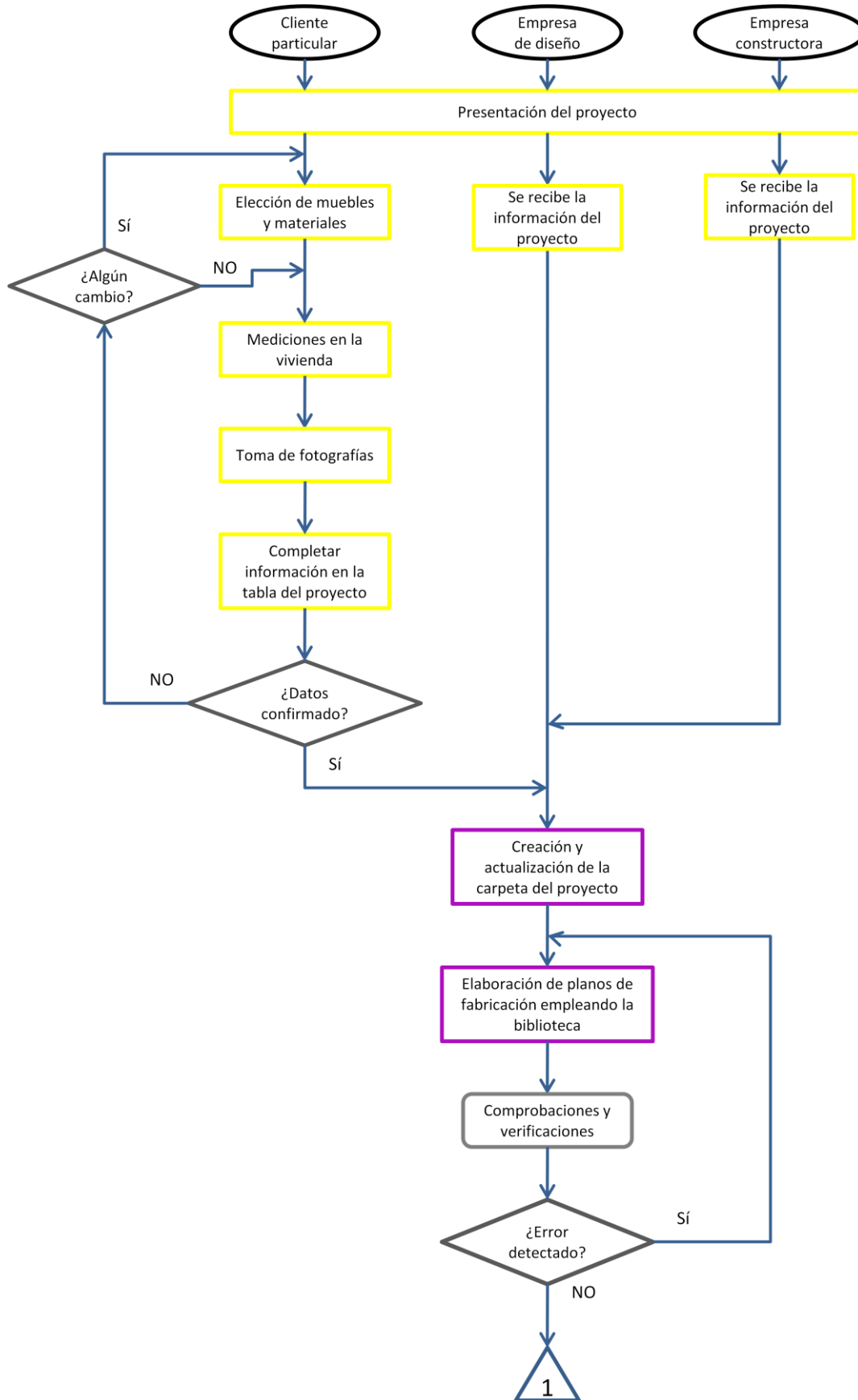


Figura 11. Diagrama de Flujo de Procesos del nuevo proceso productivo. Primera parte. Fuente: Elaboración propia.

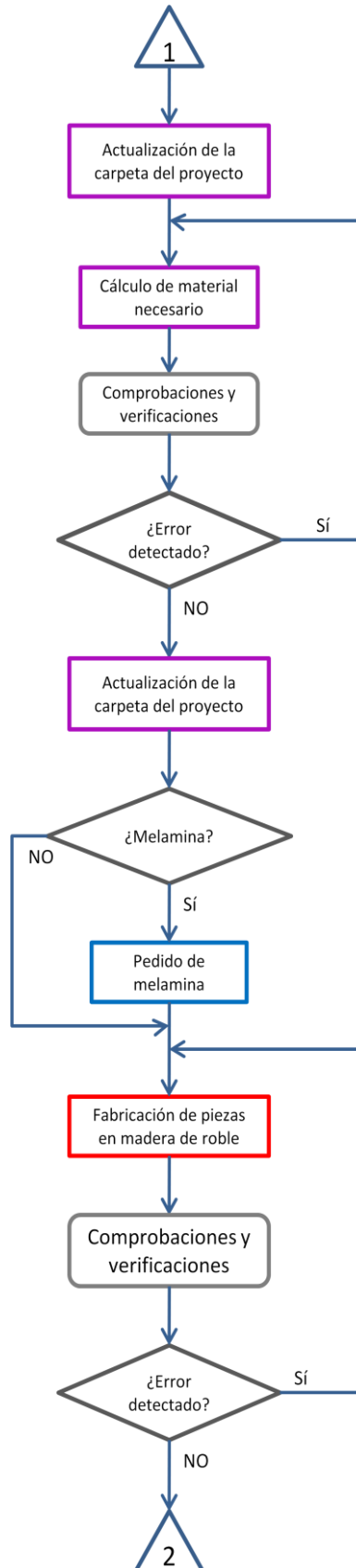


Figura 12. Diagrama de Flujo de Procesos del nuevo proceso productivo. Segunda parte. Fuente: Elaboración propia.

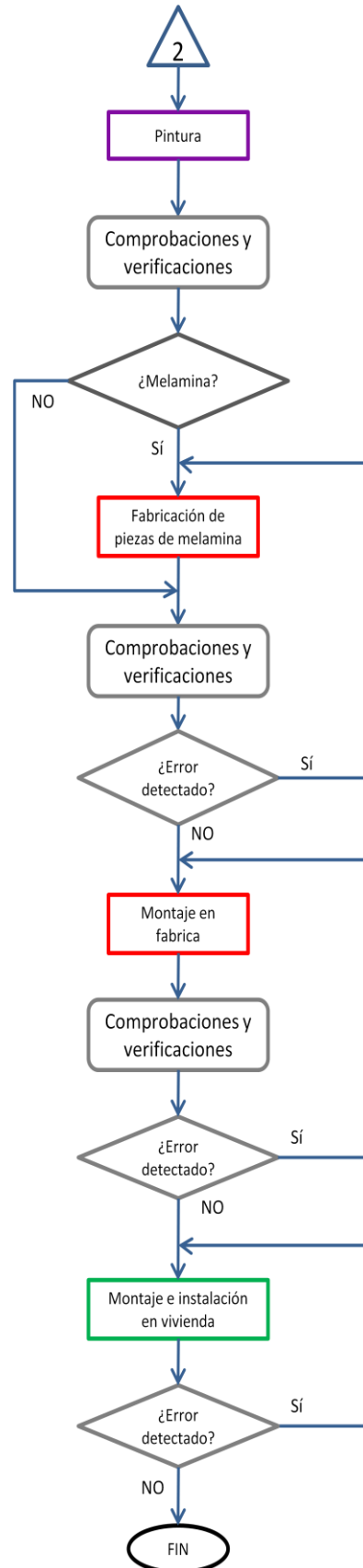


Figura 13. Diagrama de Flujo de Procesos del nuevo proceso productivo. Tercera parte. Fuente: Elaboración propia.

5.5.2. Mantenimiento y comprobación de las medidas adoptadas

Una vez que el nuevo sistema productivo haya sido implementado, es crucial verificar su correcta ejecución por parte de todos los empleados de la empresa. La supervisión de estas nuevas directrices recae en el departamento de dirección, con la colaboración de los responsables de cada departamento.

La ejecución precisa y rigurosa de estas medidas constituye el único método fiable para evaluar su efectividad y, sobre todo, para habituarse a ellas. A lo largo de los primeros seis meses de ejecución del nuevo sistema de producción, se establecerá una reunión mensual obligatoria entre la dirección y los jefes de cada departamento. El propósito es analizar qué propuestas son más desafiantes para los trabajadores y diseñar estrategias específicas para facilitar su cumplimiento. Además, se verificará y discutirá si los cambios y medidas implementadas están generando resultados positivos y representan verdaderas mejoras con respecto a la situación anterior. Si no resuelven los problemas como se esperaba, se buscarán nuevas alternativas.

Pasados los primeros seis meses y si las conclusiones del proyecto son favorables, las reuniones podrán llevarse a cabo de manera extraordinaria cuando se considere necesario.

La filosofía del Lean Manufacturing forma parte de las metodologías de mejora continua. Esto implica que su aplicación no es circunstancial ni una solución definitiva para los problemas de una empresa. Por el contrario, se basa en la implementación constante y en la premisa de que siempre existe una forma más eficiente de realizar una tarea.

6. BIBLIOGRAFÍA

Aiteco Consultores. (2017). *Qué es un Diagrama de Flujo de Proceso o Flujograma*. Obtenido de <https://www.aiteco.com/diagrama-de-flujo/>

Escuela de Postgrado Industrial. (2021). *Método Just in Time: qué es y para qué sirve*. Obtenido de Escuela de Postgrado Industrial: <https://postgradoindustrial.com/metodo-just-in-time-que-es-y-para-que-sirve/#:~:text=El%20m%C3%A9todo%20Just%20in%20Time%20es%20un%20sistema%20que%20busca,necesario%20en%20el%20momento%20necesario.>

Inga Salazar, K. C. (2022). *Metodología 5S: Una Revisión Bibliográfica y Futuras Líneas de Investigación*. Obtenido de <https://doi.org/10.54942/qantuyachay.v2i1.20>

M.F. Bustamante, J. M. (2019). *Caracterización Térmica y Mecánica de la Madera de Roble*. Obtenido de Operador Nacional de Electricidad, Cenace: <https://revistaenergia.cenace.gob.ec/index.php/cenace/article/view/339/324>

OLIVIER RUBIO MAYA, A. G. (2014). *APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DISEÑO PARA LA VARIEDAD (DFV) EN EL DESARROLLO DE UNA PLATAFORMA DE PRODUCTOS*. Obtenido de



Ingeniería e Industria, DYRA: <https://www.revistadyna.com/busqueda/aplicacion-de-metodologia-diseno-para-variedad-dfv-en-desarrollo-de-una-plataforma-de-productos>

Rajadell Carreras, M. (2021). *Lean Manufacturing*. Madrid: Ediciones Diaz de Santos S.A.

Red de Universidades de Anáhuac. (2020). *Método Kaizen. ¿Qué es y cómo puedes beneficiarte de él?* Obtenido de Red de Universidades de Anáhuac: <https://www.anahuac.mx/generacion-anahuac/metodo-kaizen-que-es-y-como-puedes-beneficiarte-de-el>

Sudesa. (2022). *Muebles de melamina: Todas sus ventajas*. Obtenido de <https://sudesa.es/muebles-de-melamina-todas-sus-ventajas/>

Tena, M. (s.f.). *¿Qué es la metodología agile?* Obtenido de BBVA: <https://www.bbva.com/es/innovacion/metodologia-agile-la-revolucion-las-formas-trabajo/>

Wilson, L. (2015). *How to Implement Lean Manufacturing*.



UNIVERSIDAD
DE MÁLAGA



ANEXOS

"OPTIMIZACIÓN DE LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN DE UNA EMPRESA DE MUEBLES DE MADERA MEDIANTE LA PARAMETRIZACIÓN"

Autora: Leire Rosa da Gracia

Tutor: Francisco José Ortiz Zamora

Grado: Ingeniería de Diseño Industrial y Desarrollo del Producto

Fecha: Septiembre de 2023

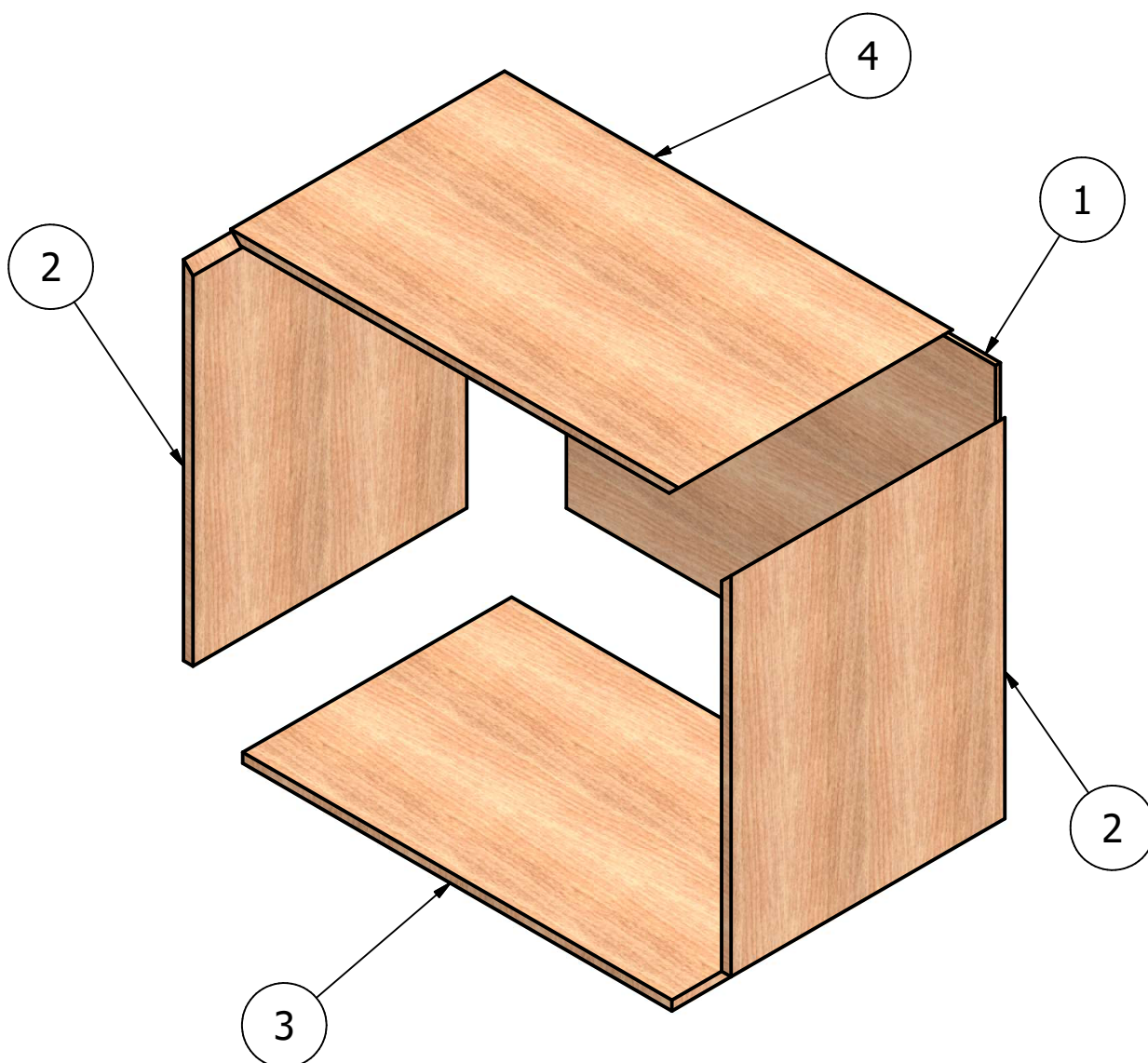


7. Anexo A. Despieces de los muebles

Con el propósito de ilustrar el proceso de ensamblaje de los muebles, así como de facilitar la identificación y nomenclatura de cada componente, se han elaborado una serie de recursos visuales. Estos documentos gráficos exhiben los diferentes tipos y estilos de muebles, junto con los diferentes tipos de cajones, acompañados de una leyendas en forma de lista de componentes. Esta iniciativa tiene como objetivo orientar tanto a los nuevos empleados como a los clientes, permitiéndoles comprender de manera clara las distinciones entre estos elementos.

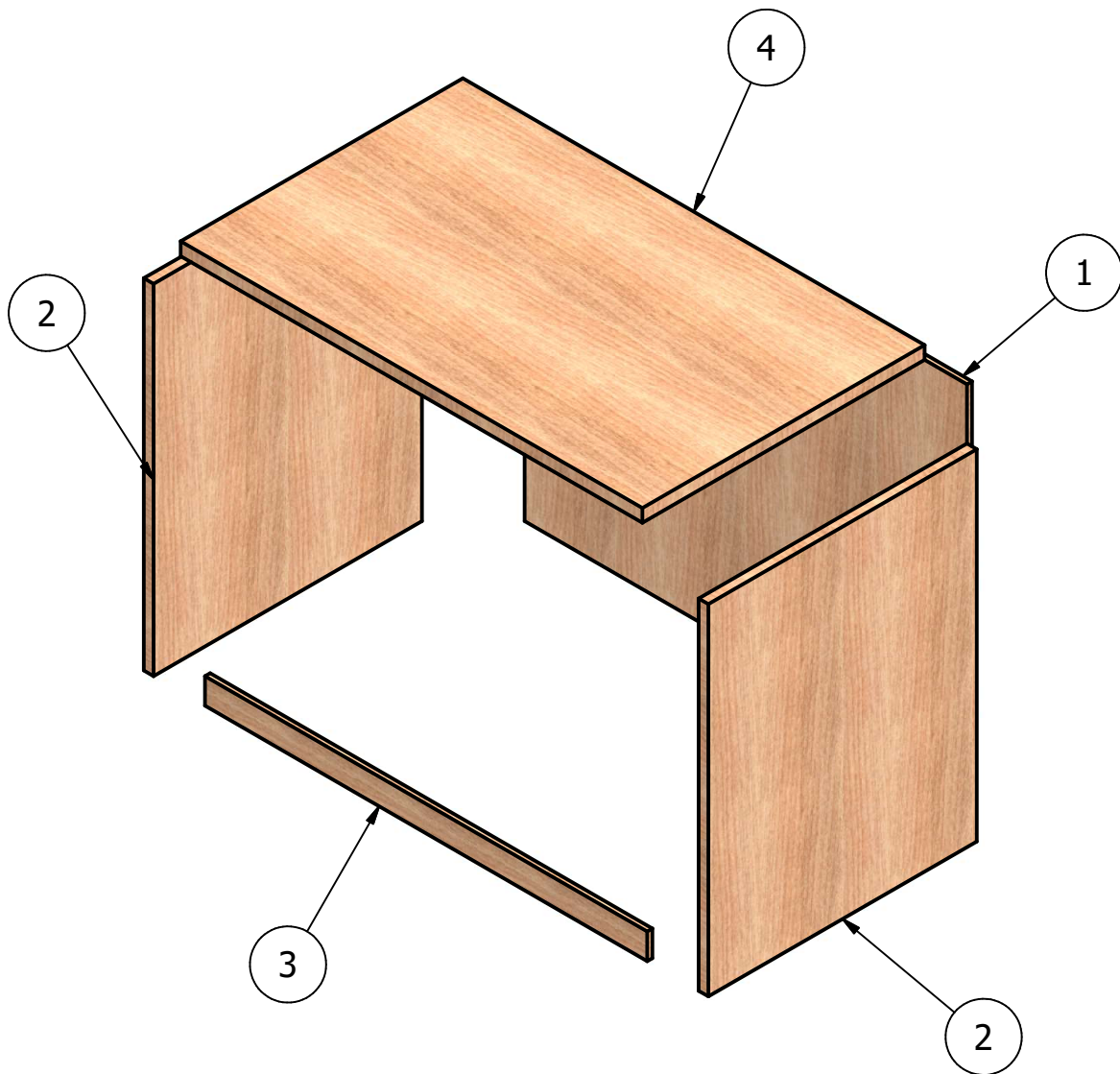
DESPIECE CAJONERA ENCIMERA A INGLETE

LISTA DE PIEZAS		
ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA
1	1	Trasera
2	2	Costados
3	1	Base
4	1	Encimera



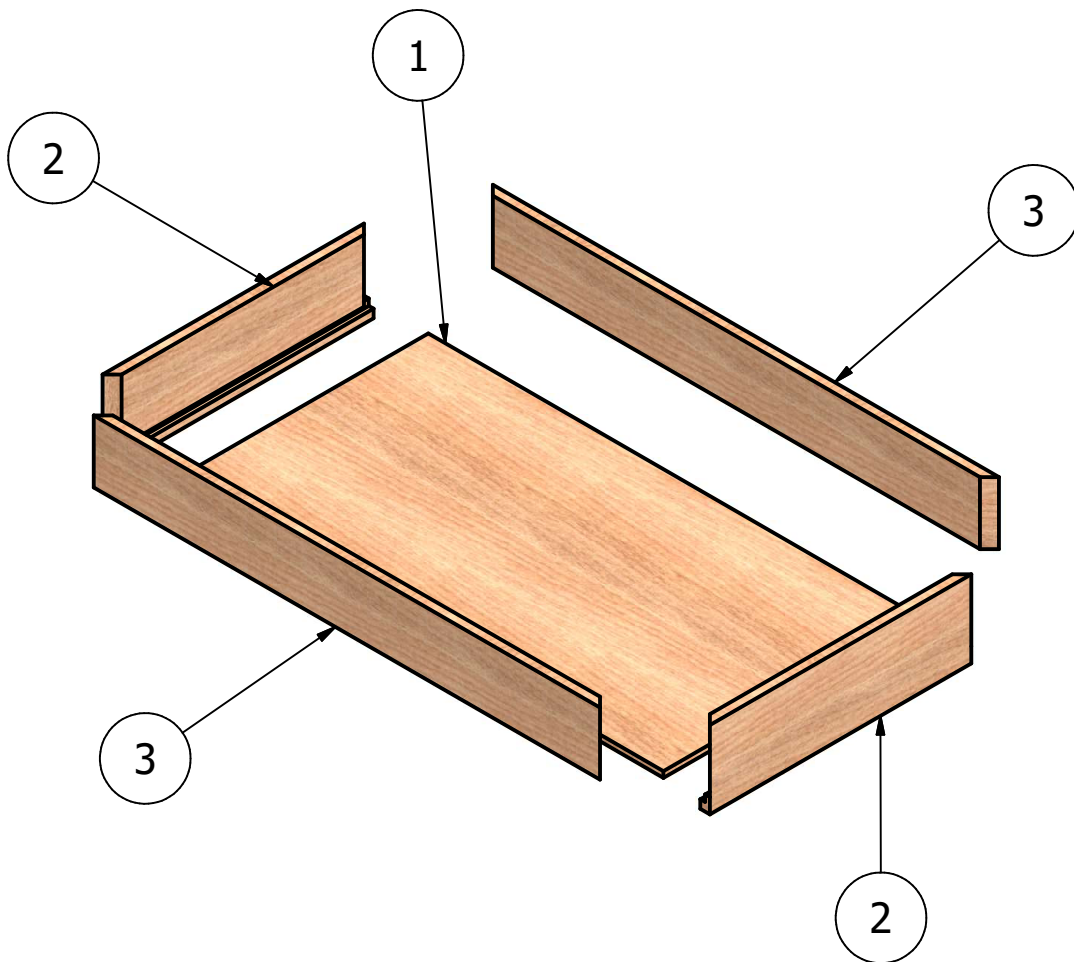
DESPIECE CAJONERA ENCIMERA VISTA

LISTA DE PIEZAS		
ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA
1	1	Trasera
2	2	Costados
3	1	Base
4	1	Encimera



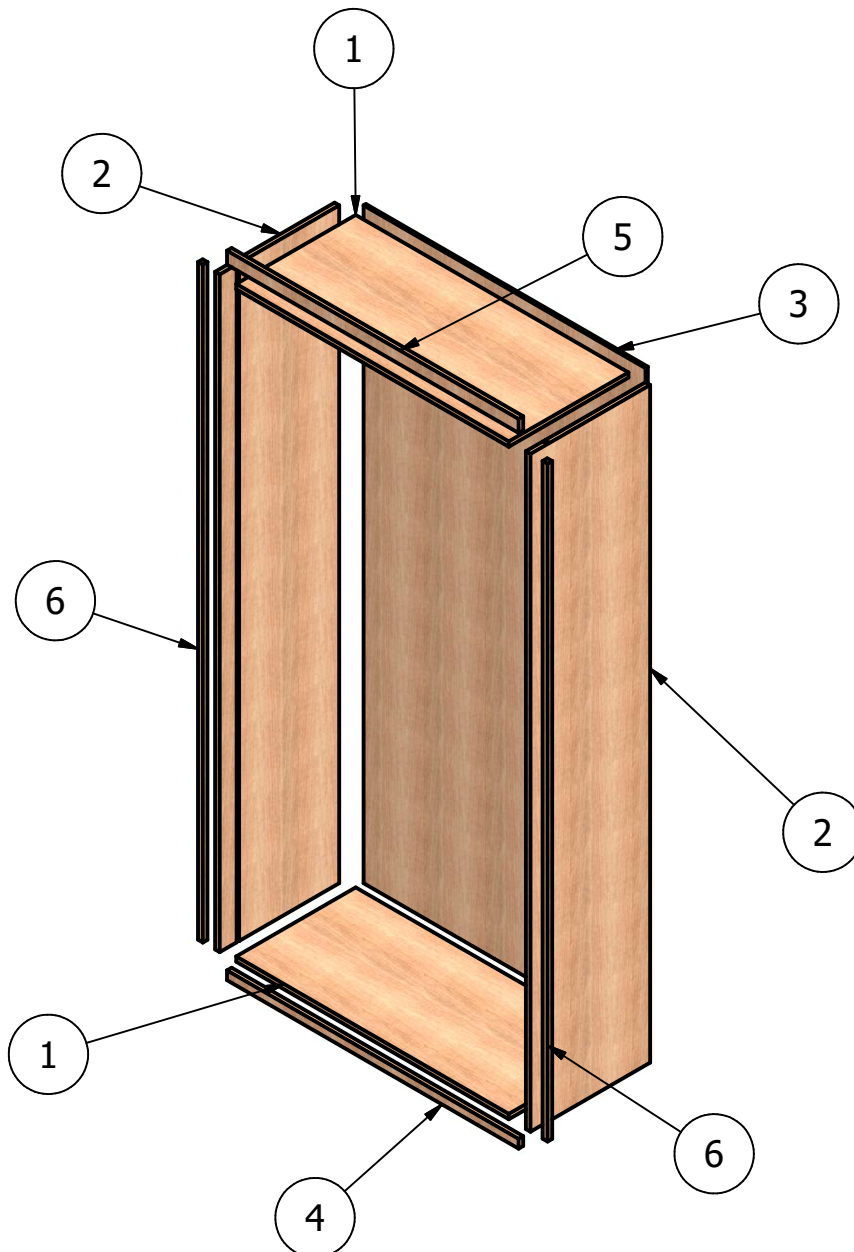
DESPIECE CAJÓN CAJONERA

LISTA DE PIEZAS		
ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA
1	1	Fondo cajon
2	2	Tabicas laterales
3	2	Tabicas frontales



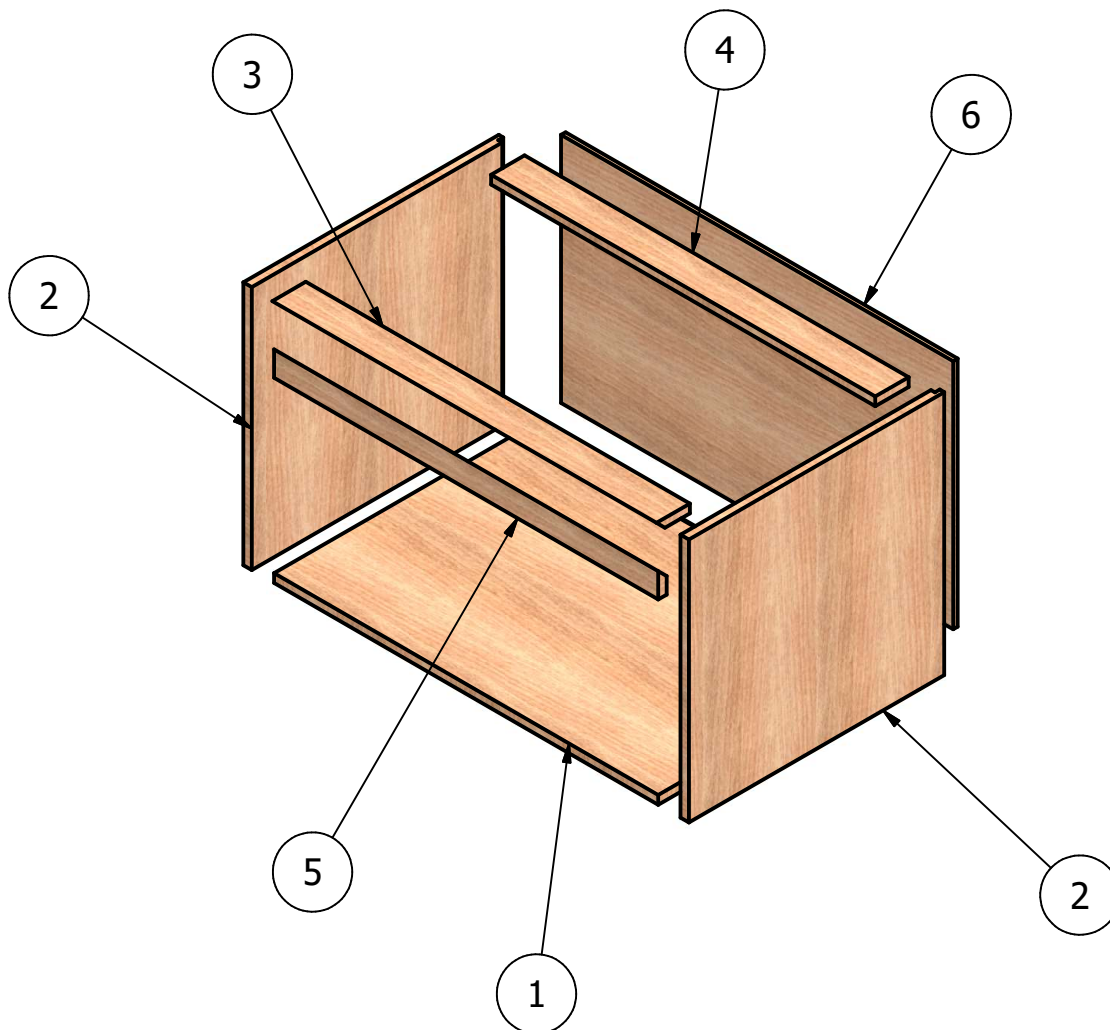
DESPIECE ESTRUCTURA ARMARIO

LISTA DE PIEZAS		
ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA
1	2	Bases
2	2	Costados
3	1	Trasera
4	1	Rodapie
5	1	Rodatecho
6	2	Lateral



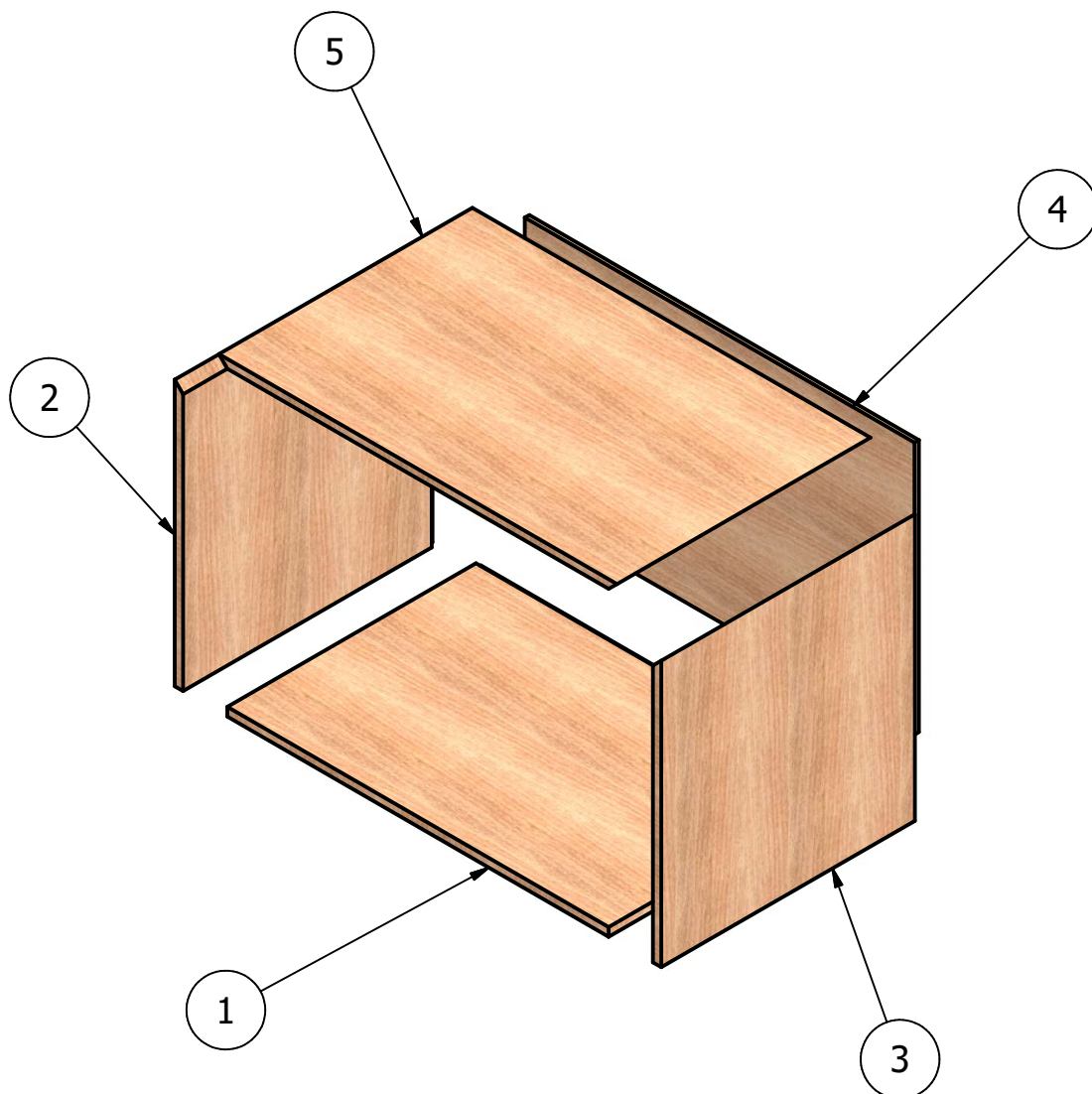
DESPIECE MUEBLE DE BAÑO LAVABO ENCASTRADO

LISTA DE PIEZAS		
ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA
1	1	Base
2	2	Costados
3	1	Encimera frontal
4	1	Encimera trasera
5	1	Frente
6	1	Trasera



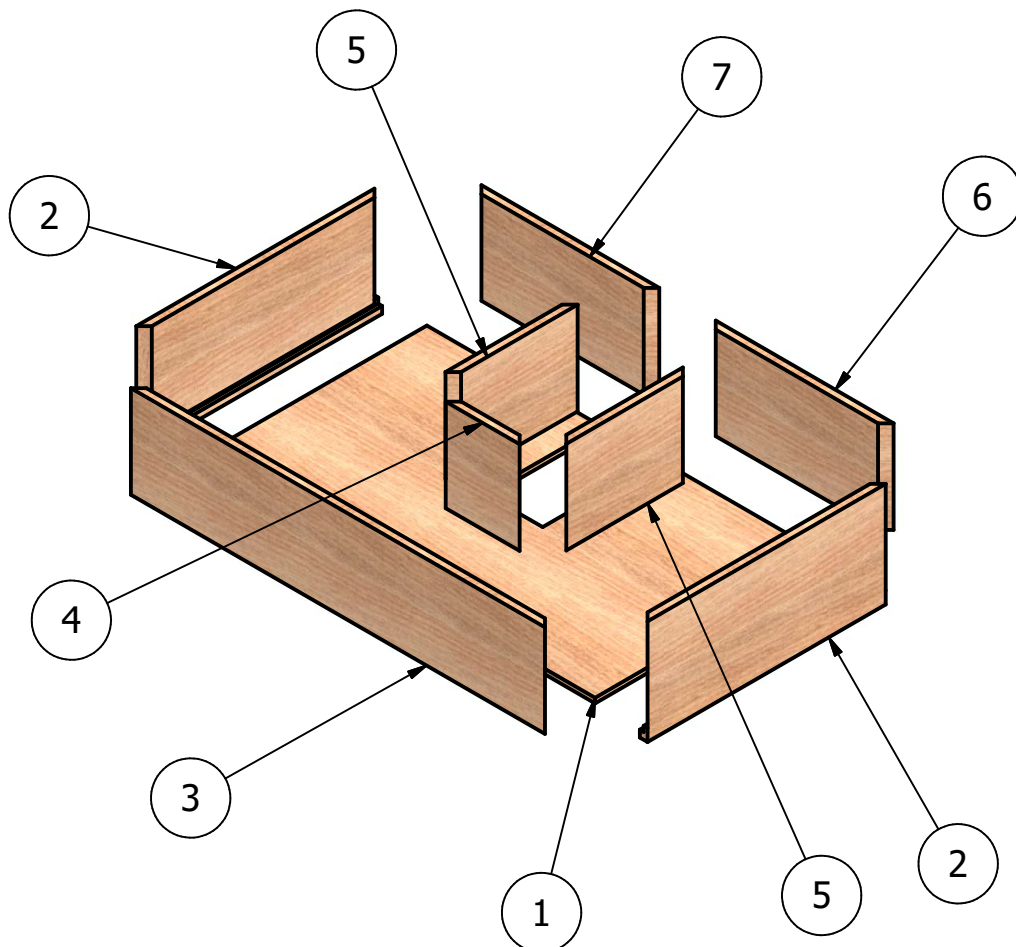
DESPIECE MUEBLE DE BAÑO CON LAVABO DE SOBREENCIMERA

LISTA DE PIEZAS		
ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA
1	1	Base
2	1	Costado der
3	1	Costado izq
4	1	Trasera
5	1	Encimera



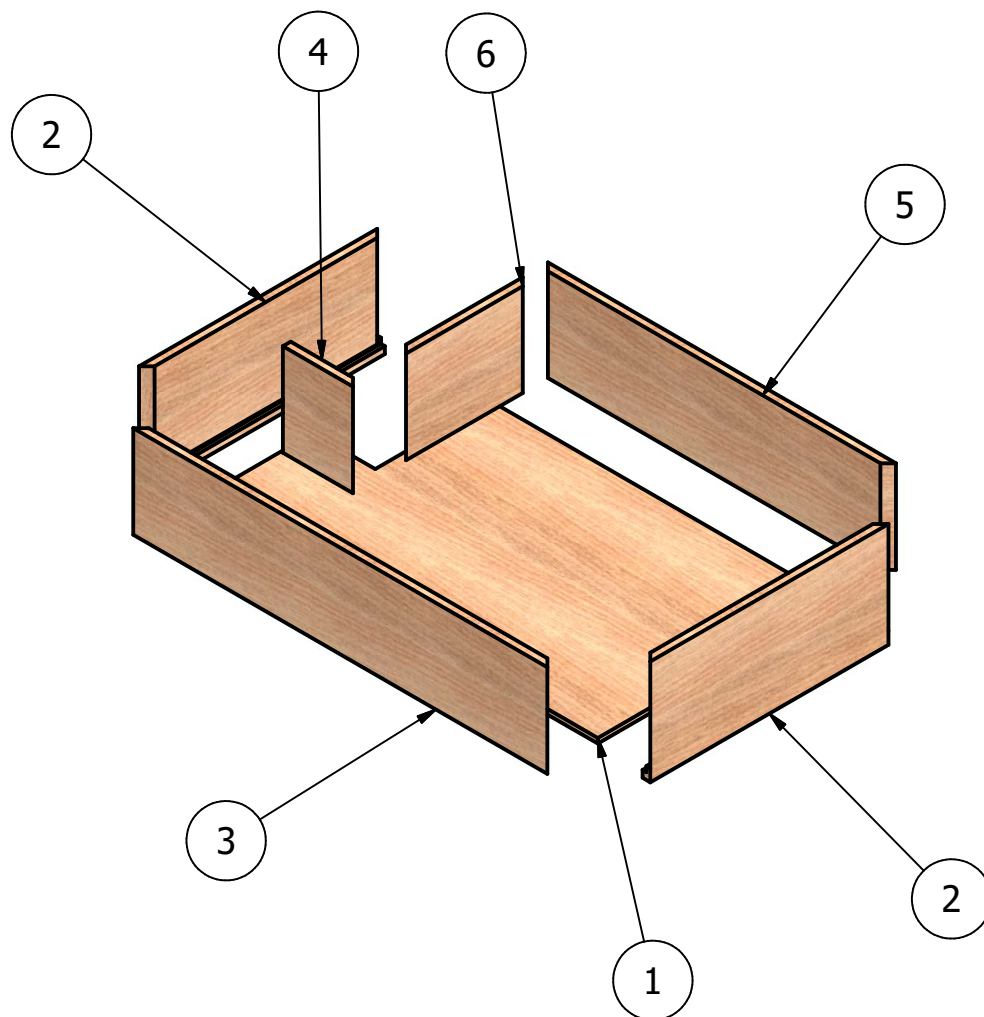
DESPIECE CAJÓN SUPERIOR HUECO CENTRO

LISTA DE PIEZAS		
ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA
1	1	Fondo cajon centro
2	2	Tabicas laterales
3	1	Tabica frontal
4	1	Tabica central
5	2	Tabicas medias
6	1	Tabica trasera derecha
7	1	Tabica trasera izquierda



DESPIECE CAJÓN SUPERIOR CON HUECO LATERAL

LISTA DE PIEZAS		
ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA
1	1	Fondo cajon izq
2	2	Tabicas laterales
3	1	Tabica frontal
4	1	Tabica izq cajon izq
5	1	Tabica der cajon izq
6	1	Tabicas medias





8. Anexo B. Catálogo de muestra para clientes

Cuando un nuevo cliente llega a las instalaciones de la carpintería con la intención de proponer un nuevo proyecto, independientemente de su perfil, es crucial presentar las diferentes opciones que la empresa ofrece para cada tipo de mueble. Aunque en las instalaciones se exhibe una amplia gama de mobiliario y otros productos, debido a limitaciones de espacio resulta imposible contar con una muestra de cada tipo y estilo de mueble. Por lo tanto, es primordial mostrar las diversas alternativas de manera clara y visual.

Mediante la utilización de los modelos parametrizados desarrollados a través del programa Inventor, se ha confeccionado una colección que abarca los distintos modelos que la empresa tiene para ofrecer. Sin embargo, este catálogo en sí mismo no es suficiente, ya que es esencial acompañarlo con explicaciones y recomendaciones proporcionadas por el equipo del departamento comercial.

A continuación se muestran los catálogos de cada tipo de mueble con sus diferentes modelos que se han creado para mostrar a los clientes.

CATÁLOGO CAJONERAS

Modelo 1



Modelo 2



Modelo 3



Modelo 4



Modelo 5

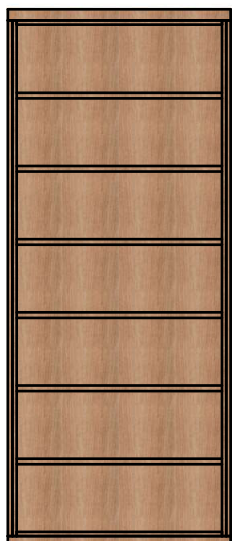


Modelo 6

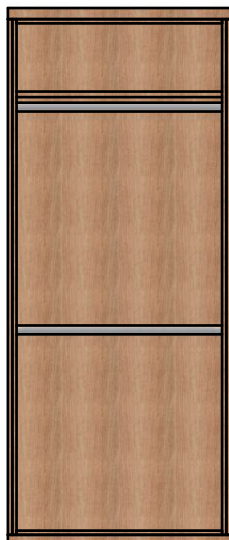


CATÁLOGO ARMARIOS

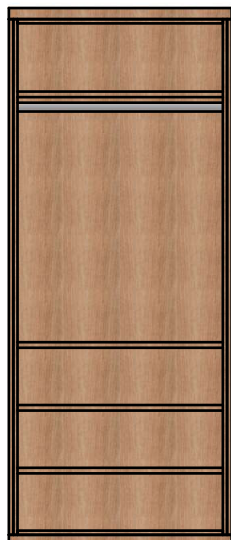
Modelo 1



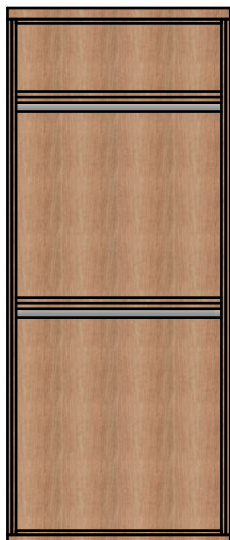
Modelo 2



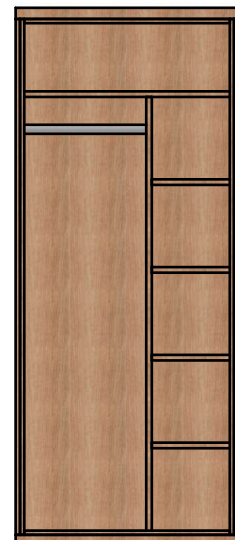
Modelo 3



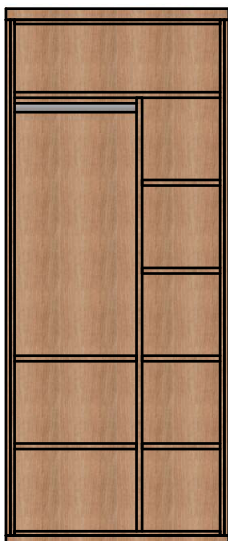
Modelo 4



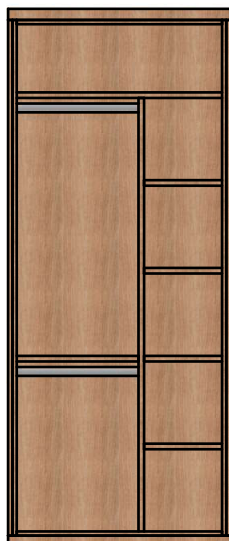
Modelo 5



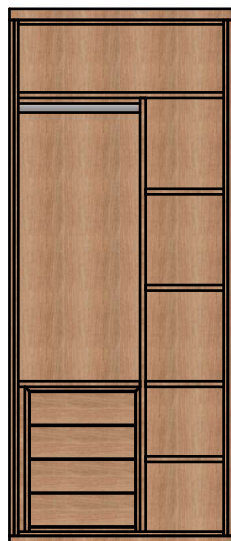
Modelo 6



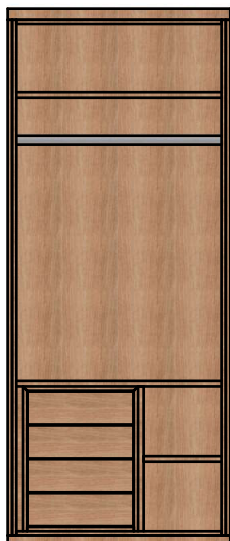
Modelo 7



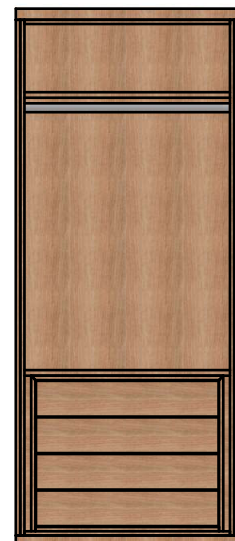
Modelo 8



Modelo 9

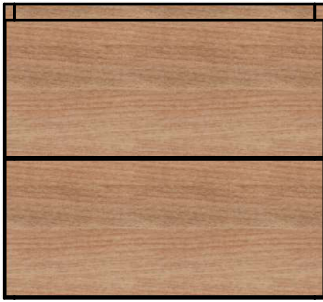


Modelo 10

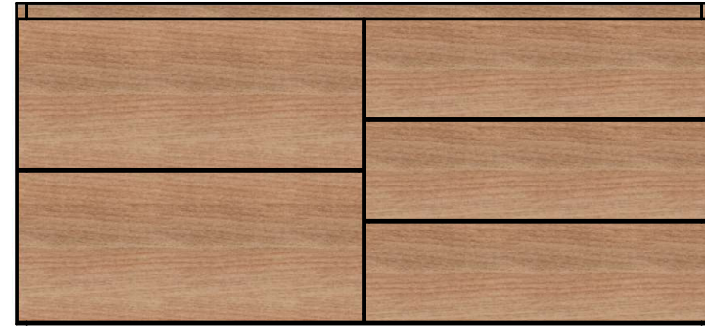


CATÁLOGO MUEBLES DE BAÑO

Modelo 1



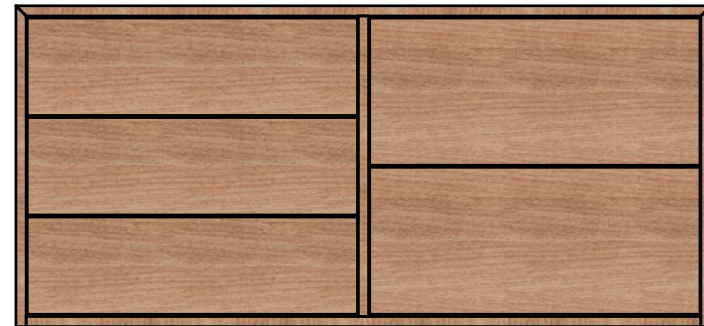
Modelo 2



Modelo 3



Modelo 4





9. Anexo C. Guía para el trabajador

Esta guía está pensada para orientar al trabajador en la nueva forma de trabajo que se está construyendo y para instruir a los futuros trabajadores de la empresa. A pesar de que se considera que el Valor comienza en el momento en el que el cliente solicita una reunión para plantear un nuevo proyecto a la empresa, los cambios y mejoras que se van a realizar afectan únicamente al proceso productivo.

El siguiente documento es una guía genérica y por lo tanto aplicable a todos los proyectos independientemente del tipo de cliente, a excepción de las mediciones de la vivienda, que como se ha indicado en varias ocasiones, es una actividad que realizan las empresas intermediarias.

GUÍA PARA EL TRABAJADOR

1- Organización del proyecto

Una vez que se ha llegado a un acuerdo con el cliente respecto al mobiliario solicitado y sus características específicas, se procede a completar la tabla de información del proyecto. En esta tabla, se detallarán todos los muebles que forman parte del proyecto, a los cuales se les asignará un código identificativo siguiendo el criterio siguiente:

- 1. Identificación del proyecto.** Cada proyecto se diferencia con el nombre del cliente, por lo que la primera parte del código deben las iniciales o primeras tres letras del nombre del mismo.
- 2. Diferenciar espacios de la vivienda.** Se debe asignar un número a cada espacio independiente de la vivienda.
- 3. Diferenciar el tipo de mueble y estilo.** Para cada clase de mueble se asignará una letra a partir del siguiente criterio:

TIPO		ESTILO	
Armario	A		
Muebles de baño	B	Sobreencimera	1
		Encastrado	2
Cajoneras	C	Encimera vista	1
		Encimera a inglete	2

- 4. Identificar cada mueble:** En caso de que hubiese más de un mueble del mismo tipo en el mismo espacio, cada uno se identificará con un número.

En esta plantilla, se deberán registrar las medidas fundamentales de cada mueble, junto con el material seleccionado por el cliente y el modelo correspondiente del catálogo.

2- Mediciones

Este procedimiento se llevará a cabo exclusivamente para proyectos de clientes particulares. Para realizar esta acción, se deberá concertar una cita con los clientes.

El representante encargado de visitar la vivienda deberá llevar consigo una tablet u otro dispositivo electrónico similar que permita tomar fotografías de las áreas en las que se planea la instalación de los muebles.

Mientras se toman las medidas, se deberá verificar y confirmar con los clientes que todos los muebles solicitados se encuentren en la plantilla del proyecto y que la información relacionada con cada uno sea precisa.

En cada fotografía se indicarán las medidas y parámetros fundamentales según el modelo seleccionado, así como cualquier otra información adicional que pueda influir en la

modificación del mueble. Esto podría incluir la presencia de enchufes, interruptores, marcos de puertas o ventanas, así como la intención del cliente de colocar alfombras o moquetas.

Si surgiera alguna duda, tanto por parte del cliente como del personal de la empresa, sobre las características elegidas por el cliente para un mueble en particular, es fundamental ingresar la información en la tabla de Excel correspondiente al modelo y verificar la viabilidad de su instalación en la ubicación designada.

3- Crear carpeta para el nuevo proyecto

Una vez que el proyecto ha sido confirmado por los clientes, es el momento adecuado para crear la carpeta correspondiente. Esta carpeta debe contener las fotografías obtenidas durante las mediciones, así como la plantilla con la información esencial. A medida que se avance en el desarrollo del proyecto, se debe mantener la carpeta actualizada con los progresos realizados.

4- Diseño

Una vez que el proyecto esté meticulosamente organizado, se puede dar inicio al proceso de diseño. Para cada mueble, se establecerá una carpeta exclusiva en la cual se incluirá una copia de los archivos de Inventor que conformen el modelo en cuestión. En caso de tratarse de muebles compuestos por varios módulos, se llevará a cabo la duplicación de archivos en carpetas independientes para cada módulo.

En relación a cada mueble y su correspondiente módulo, se ingresarán los parámetros fundamentales en la tabla de Excel, lo cual actualizará el modelo 3D enlazado a dicha tabla. Una vez que el modelo esté actualizado, los planos se actualizarán automáticamente y se ajustarán o agregarán cotas o vistas según se requiera.

Para los muebles compuestos por múltiples módulos, será necesario crear un nuevo plano en el cual se exhiba el resultado final con todos los módulos unidos y en la posición precisa. Además, se añadirá una leyenda que identifique cada módulo mediante el código asignado.

Es vital convertir los planos al formato PDF, imprimirlos para proporcionárselos a los carpinteros en la fábrica y también incorporarlos a la carpeta compartida.

*Antes de proceder a la siguiente etapa del proceso de producción, es imperativo llevar a cabo una exhaustiva verificación para asegurarse de que las medidas y la información consignada en el cajetín coincidan con las especificadas en la plantilla.

5- Cálculo de materiales

Para determinar la cantidad precisa de material requerido en la producción de un mueble, se ingresan las dimensiones de Largo y Ancho de cada componente en el programa informático de optimización de corte que emplea la empresa. Estas piezas se agrupan según su grosor y la cantidad de piezas con esas medidas y considerando las dimensiones estándar de las tablas (2,5x1,2 metros), se obtiene el número exacto de tablas necesarias para cada grosor.

En situaciones en las que varios muebles sean confeccionados con el mismo material, es recomendable realizar los cálculos para todos los muebles de manera conjunta, con el fin de evitar desperdicios.

*Previo a avanzar a la siguiente etapa, es esencial verificar con precisión los datos introducidos en el software.

6- Pedidos

Una vez se tenga claro el número de tablas requerido para cada grosor y material, se procederá a realizar el pedido al proveedor correspondiente.

Tal como se ha mencionado en la sección anterior, resulta aconsejable efectuar un único pedido por cada tipo de material. De esta manera, garantizamos que proviene del mismo lote de producción y prevenimos la posibilidad de que surjan ligeras discrepancias de tono o textura entre dos muebles distintos.

Dado que el software efectúa cálculos precisos, se recomienda añadir un 10% adicional a la cantidad del pedido para cada grosor, siempre redondeando al alza.

Los pedidos pueden ser programados para ser recibidos en fechas cercanas al comienzo de la fabricación.

7- Fabricación de piezas de roble

Antes de que los pedidos de melamina lleguen a la fábrica, es esencial producir todas las piezas de madera de roble, que suelen ser las que quedan expuestas cuando el mueble se encuentra cerrado, como las encimeras, los costados, los frentes de los cajones, las puertas de los armarios y los embellecedores.

Conforme se vayan fabricando estas piezas, es crucial aplicar una etiquetación precisa para distinguir entre las componentes de cada mueble.

*Antes de dar inicio a la siguiente etapa del proceso de producción, es imperativo verificar que las piezas fabricadas se ajustan a las dimensiones especificadas en los planos.

8- Pintura

Todas las piezas fabricadas en madera de roble serán llevadas a la empresa de pintura que se encuentra adyacente a las instalaciones de la carpintería. Cada pieza será sometida al tratamiento de pintura, lacado o barniz, en el color o tono elegido por los clientes.

*Antes de reintegrar las piezas a la carpintería, es fundamental confirmar que han sido tratadas conforme a la técnica y el color seleccionados, y comparar el acabado final con la muestra para asegurar su correcta finalización.

9- Fabricación de piezas de melamina

Cuando el material llegue a la fábrica y aún no sea posible proceder con la fabricación de las demás piezas, es necesario almacenar las tablas hasta que se inicie la siguiente fase del proceso.

En situaciones en las que la vivienda aún esté en construcción y la fabricación deba comenzar, las piezas de cada mueble serán embaladas, etiquetadas y guardadas de manera individual. Además, las piezas fabricadas en roble que correspondan a ese mismo mueble también se almacenarán conjuntamente.

En la etiqueta de las piezas, además de la información estándar, se debe indicar si el mueble en cuestión se ensamblará en la fábrica o si, debido a su tamaño, se montará en la vivienda.

*Previo a avanzar hacia la siguiente etapa del proceso, es esencial verificar las dimensiones de las piezas fabricadas.

10- Montaje en fabrica

En la fábrica, se procederá a ensamblar todos los muebles que puedan ser transportados sin dificultades hasta la vivienda del cliente. Una vez montados, se les proporcionará un embalaje adecuado y se los etiquetará de manera precisa para prevenir cualquier daño durante el transporte.

*Antes de llevar el mueble a la vivienda, es imprescindible asegurarse de que cumple con los estándares de calidad esperados y que la información contenida en la plantilla del proyecto es precisa y correcta.

11- Montaje e instalación en la vivienda

Todos los muebles y piezas empaquetadas serán transportados a la residencia del cliente. Una vez allí, los muebles ya ensamblados se ubicarán en sus respectivos espacios y se llevarán a cabo los ajustes necesarios para alcanzar un acabado óptimo.

Asimismo, se montarán e instalarán aquellos muebles que hayan sido transportados sin montar siguiendo el mismo proceso que se mencionó previamente.

Es fundamental garantizar la conformidad con los estándares estéticos del cliente. Por lo tanto, al llevar a cabo los acabados y agregar los elementos embellecedores, se deberá prestar especial atención a los detalles.



UNIVERSIDAD
DE MÁLAGA



PLANOS

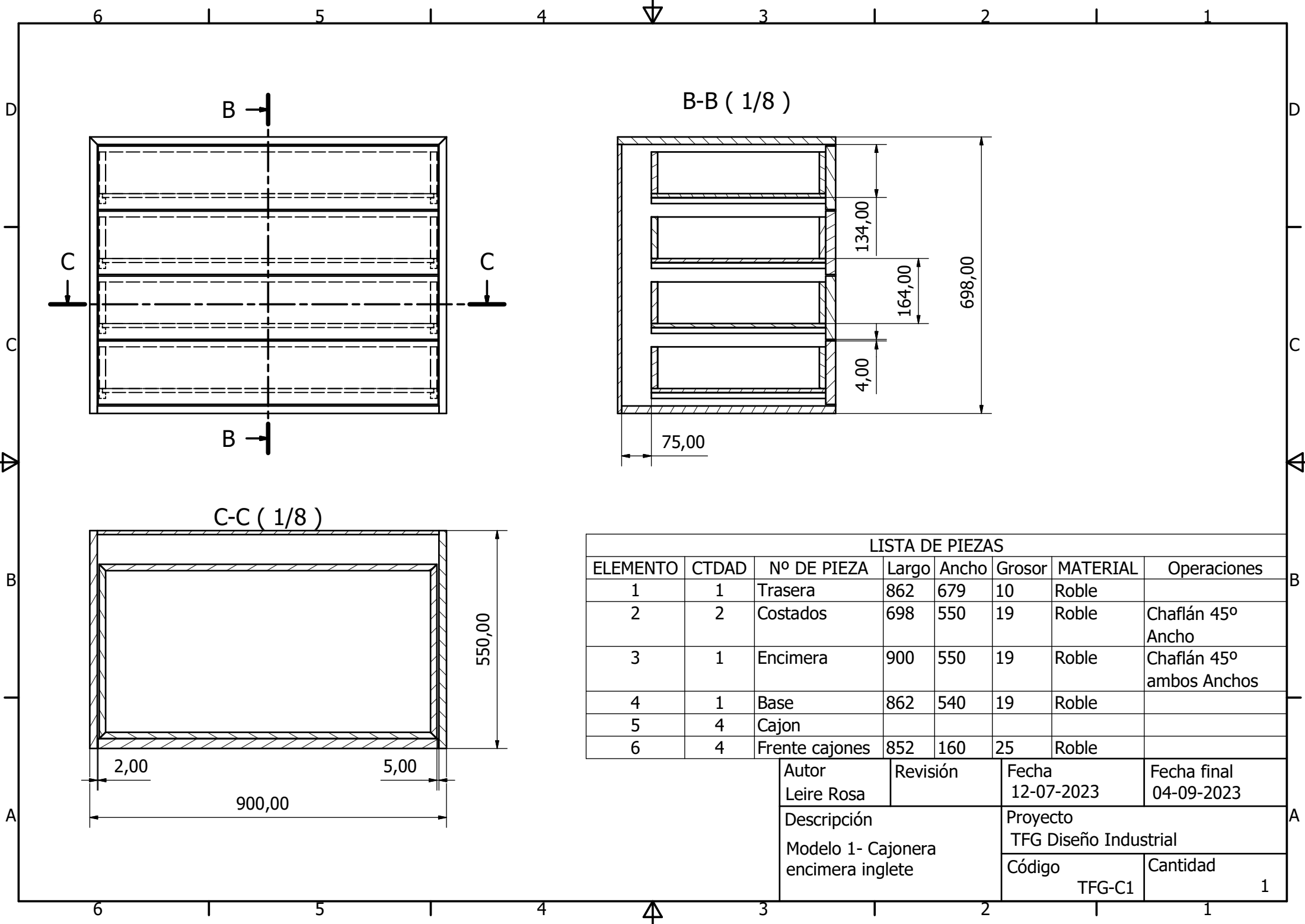
"OPTIMIZACIÓN DE LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN DE UNA EMPRESA DE MUEBLES DE MADERA MEDIANTE LA PARAMETRIZACIÓN"

Autora: Leire Rosa da Gracia

Tutor: Francisco José Ortiz Zamora

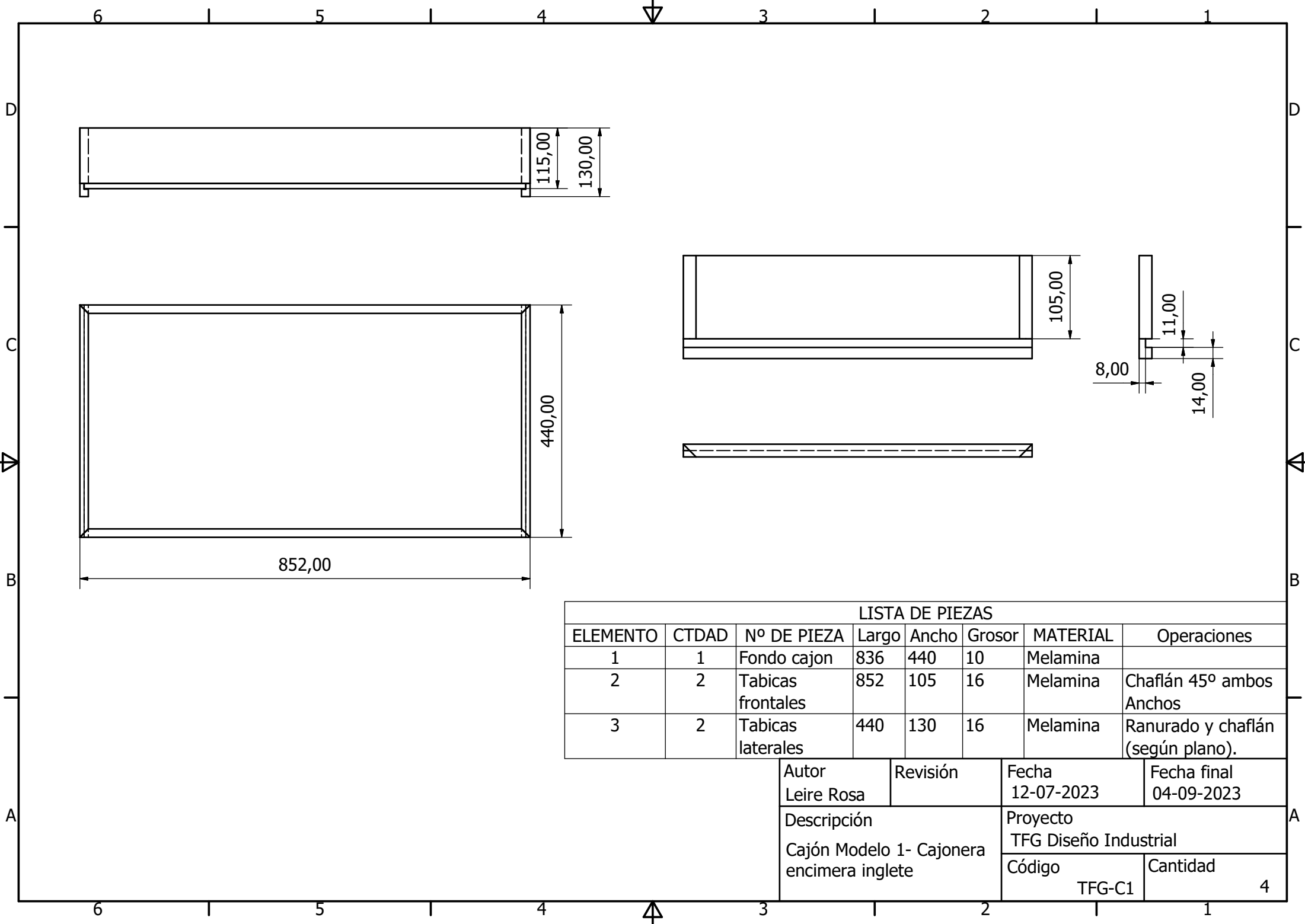
Grado: Ingeniería de Diseño Industrial y Desarrollo del Producto

Fecha: Septiembre de 2023



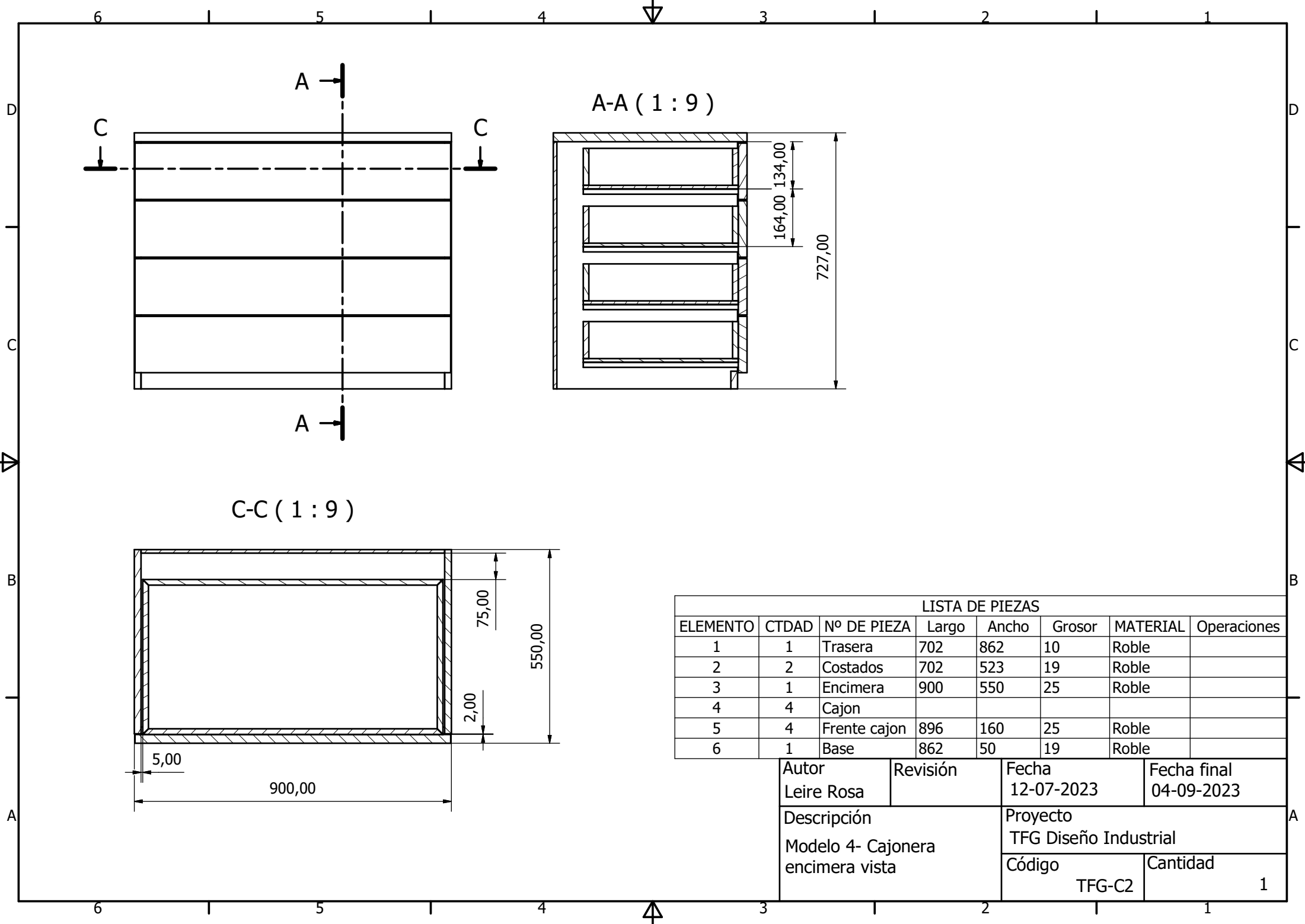
LISTA DE PIEZAS							
ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA	Largo	Ancho	Grosor	MATERIAL	Operaciones
1	1	Trasera	862	679	10	Roble	
2	2	Costados	698	550	19	Roble	Chaflán 45° Ancho
3	1	Encimera	900	550	19	Roble	Chaflán 45° ambos Anchos
4	1	Base	862	540	19	Roble	
5	4	Cajon					
6	4	Frente cajones	852	160	25	Roble	

Autor Leire Rosa	Revisión	Fecha 12-07-2023	Fecha final 04-09-2023
Descripción Modelo 1- Cajonera encimera inglete		Proyecto TFG Diseño Industrial	
		Código TFG-C1	Cantidad 1



LISTA DE PIEZAS							
ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA	Largo	Ancho	Grosor	MATERIAL	Operaciones
1	1	Fondo cajon	836	440	10	Melamina	
2	2	Tabicas frontales	852	105	16	Melamina	Chaflán 45º ambos Anchos
3	2	Tabicas laterales	440	130	16	Melamina	Ranurado y chaflán (según plano).

Autor Leire Rosa		Revisión		Fecha 12-07-2023		Fecha final 04-09-2023	
Descripción Cajón Modelo 1- Cajonera encimera inglete				Proyecto TFG Diseño Industrial			
				Código TFG-C1		Cantidad 4	

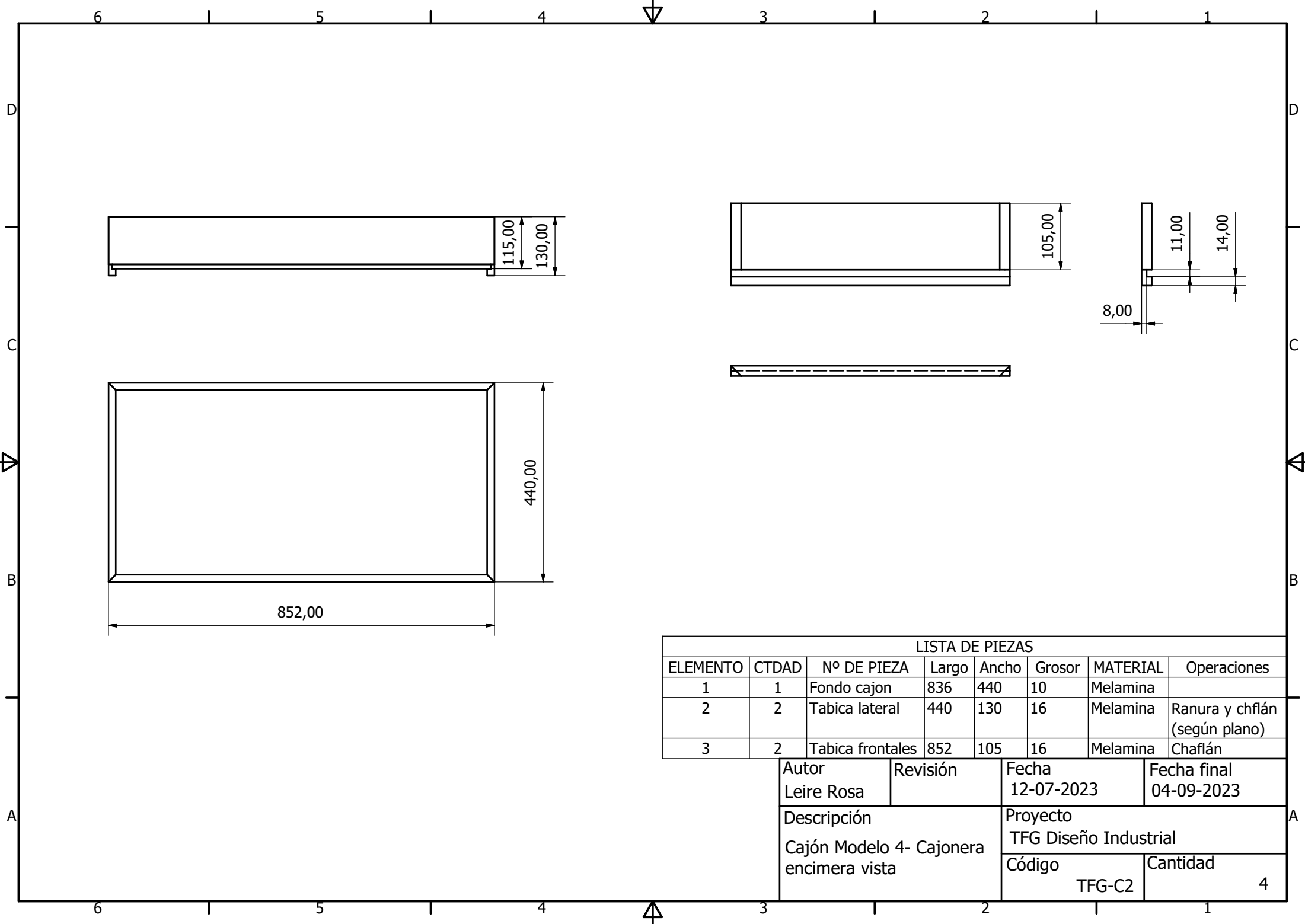


A-A (1 : 9)

C-C (1 : 9)

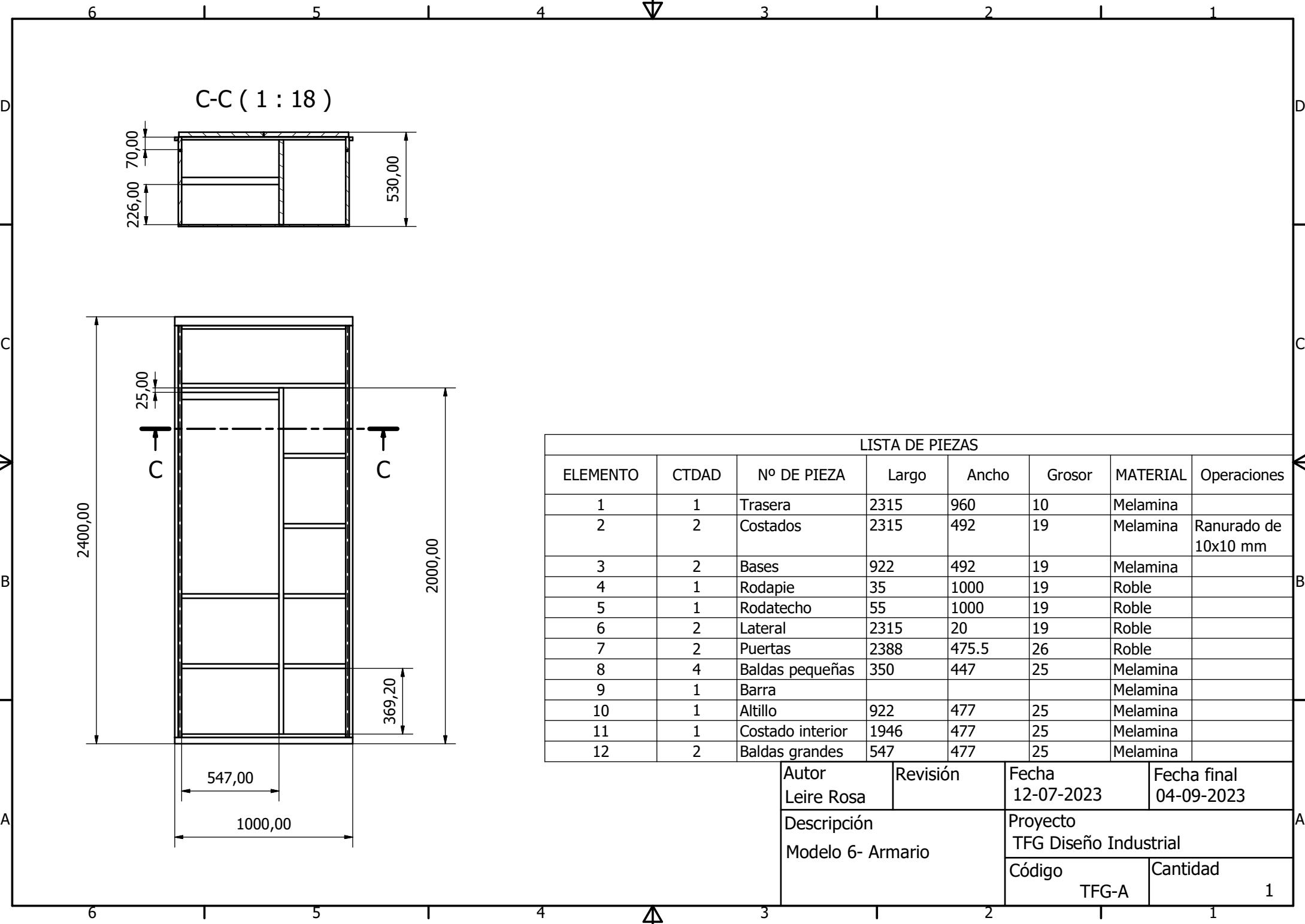
LISTA DE PIEZAS							
ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA	Largo	Ancho	Grosor	MATERIAL	Operaciones
1	1	Trasera	702	862	10	Roble	
2	2	Costados	702	523	19	Roble	
3	1	Encimera	900	550	25	Roble	
4	4	Cajon					
5	4	Frente cajon	896	160	25	Roble	
6	1	Base	862	50	19	Roble	

Autor Leire Rosa		Revisión		Fecha 12-07-2023		Fecha final 04-09-2023	
Descripción Modelo 4- Cajonera encimera vista				Proyecto TFG Diseño Industrial			
				Código TFG-C2		Cantidad 1	

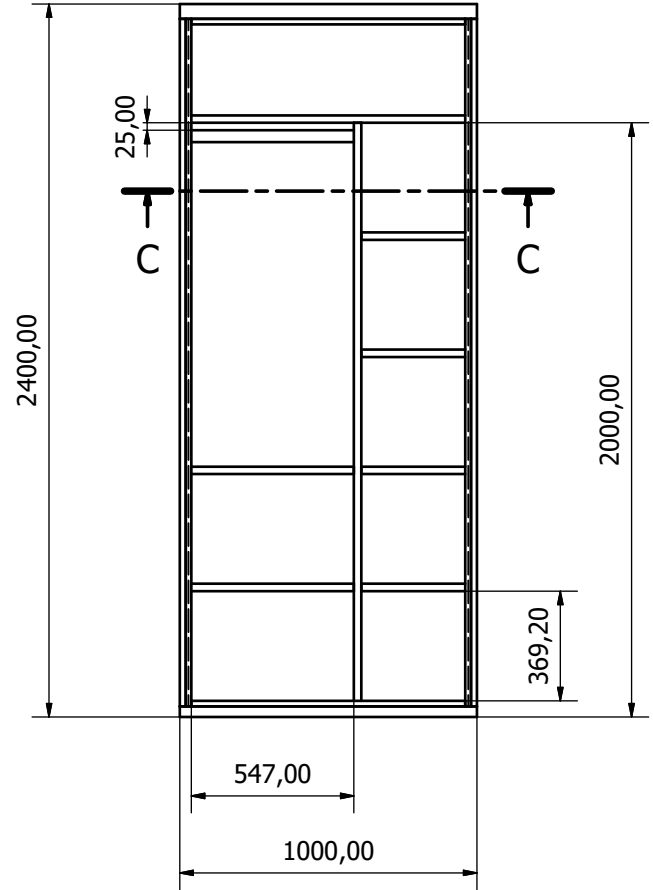
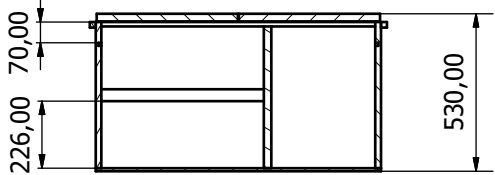


LISTA DE PIEZAS							
ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA	Largo	Ancho	Grosor	MATERIAL	Operaciones
1	1	Fondo cajon	836	440	10	Melamina	
2	2	Tabica lateral	440	130	16	Melamina	Ranura y chflán (según plano)
3	2	Tabica frontales	852	105	16	Melamina	Chaflán

Autor Leire Rosa	Revisión	Fecha 12-07-2023	Fecha final 04-09-2023
Descripción Cajón Modelo 4- Cajonera encimera vista		Proyecto TFG Diseño Industrial	
		Código TFG-C2	Cantidad 4



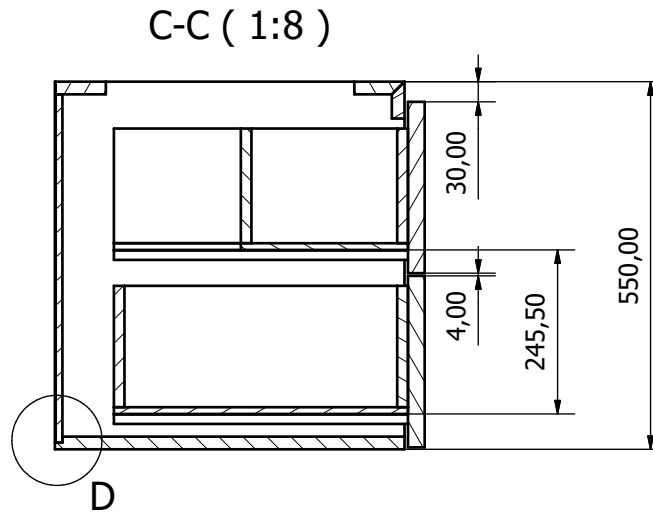
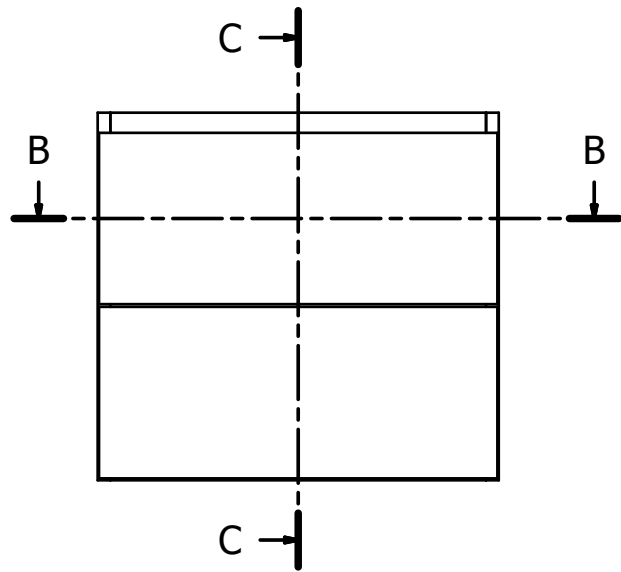
C-C (1 : 18)



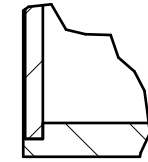
LISTA DE PIEZAS

ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA	Largo	Ancho	Grosor	MATERIAL	Operaciones
1	1	Trasera	2315	960	10	Melamina	
2	2	Costados	2315	492	19	Melamina	Ranurado de 10x10 mm
3	2	Bases	922	492	19	Melamina	
4	1	Rodapie	35	1000	19	Roble	
5	1	Rodatecho	55	1000	19	Roble	
6	2	Lateral	2315	20	19	Roble	
7	2	Puertas	2388	475.5	26	Roble	
8	4	Baldas pequeñas	350	447	25	Melamina	
9	1	Barra				Melamina	
10	1	Altillo	922	477	25	Melamina	
11	1	Costado interior	1946	477	25	Melamina	
12	2	Baldas grandes	547	477	25	Melamina	

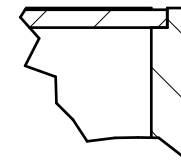
Autor Leire Rosa		Revisión		Fecha 12-07-2023		Fecha final 04-09-2023	
Descripción Modelo 6- Armario				Proyecto TFG Diseño Industrial			
				Código TFG-A		Cantidad 1	



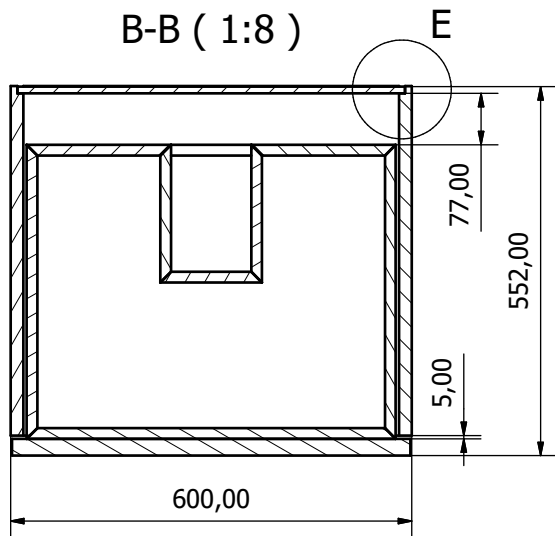
D (1 : 3)



E (1 : 3)



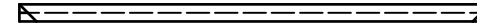
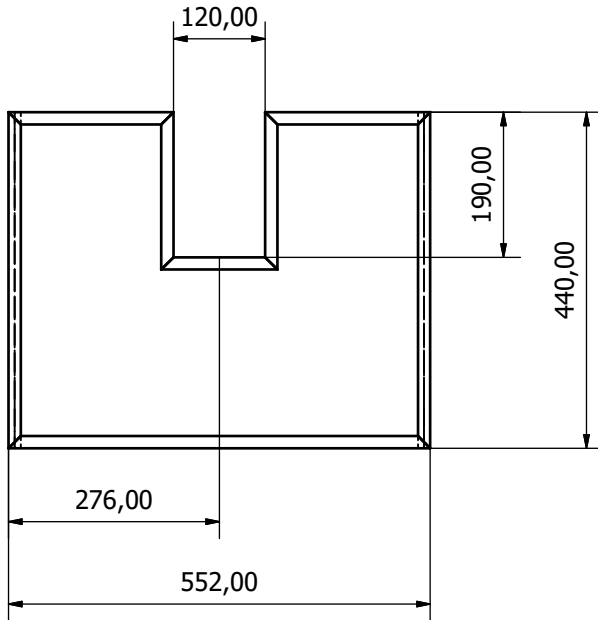
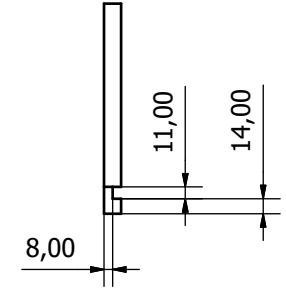
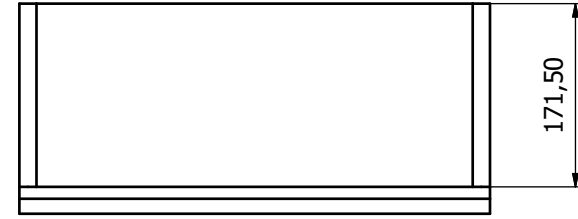
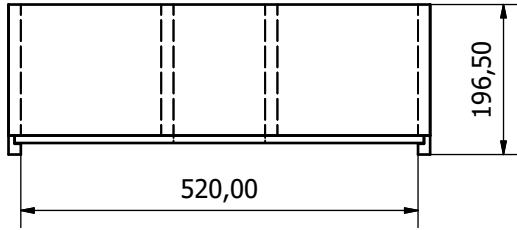
B-B (1 : 8)



LISTA DE PIEZAS

ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA	Largo	Ancho	Grosor	MATERIAL	Operaciones
1	1	Trasera	580	521	10	Roble	
2	2	Costados	550	523	19	Roble	Ranurado 11x9 mm en Largo
3	1	Base	562	523	19	Roble	Ranurado 11x9 mm en Largo
4	1	Encimera trasera	562	75	19	Roble	
5	1	Encimera frontal	562	75	19	Roble	
6	1	Frente	562	55	19	Roble	
7	1	Cajon superior					
8	2	Frente cajon	596	256.5	25	Roble	
9	1	Cajon inferior					

Autor Leire Rosa	Revisión	Fecha 12-07-2023	Fecha final 04-09-2023
Descripción Modelo 1- Mueble de baño lavabo encastrado		Proyecto TFG Diseño Industrial	
		Código TFG-B1	Cantidad 1



LISTA DE PIEZAS

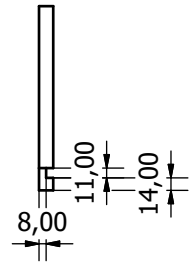
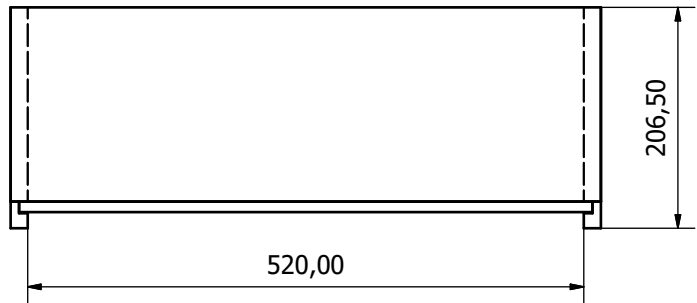
ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA	Largo	Ancho	Grosor	MATERIAL	Operaciones
1	1	Fondo cajon	536	440	10	Melamina	
2	2	Tabicas laterales	440	196.5	16	Melamina	Chaflán 45º ambos anchos y ranura según planos
3	1	Tabica frontal	552	171.5	16	Melamina	Chaflán 45º ambos anchos
4	1	Tabica trasera izq	216	171.5	16	Melamina	Chaflán 45º ambos anchos
5	1	Tabica trasera der	216	171.5	16	Melamina	Chaflán 45º ambos anchos
6	1	Tabica central	152	171.5	16	Melamina	Chaflán 45º ambos anchos
7	2	Tabicas medias	206	171.5	16	Melamina	Chaflán 45º ambos anchos no simétricos

Autor Leire Rosa	Revisión	Fecha 12-07-2023	Fecha final 04-09-2023
Descripción Cajón Superior Modelo 4- Mueble de baño lavabo encastrado		Proyecto TFG Diseño Industrial	
		Código TFG-B1	Cantidad 1

6 5 4 3 2 1

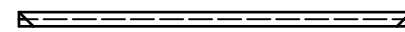
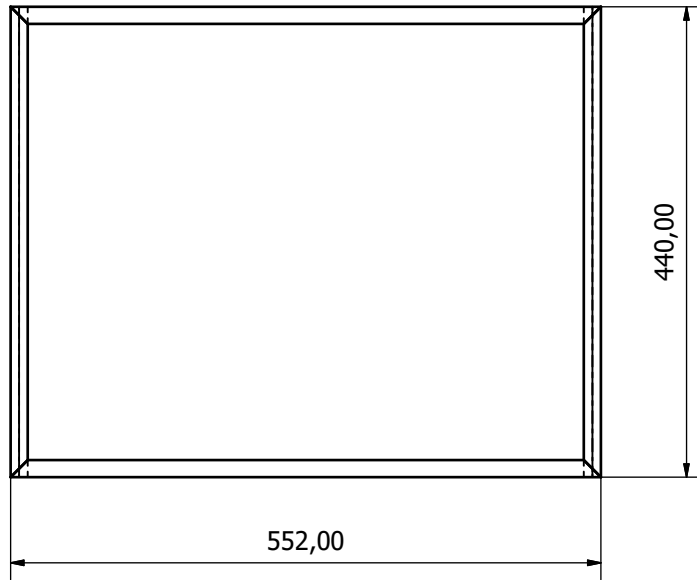
D

D



C

C



B

B

LISTA DE PIEZAS							
ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA	Largo	Ancho	Grosor	MATERIAL	Operaciones
1	1	Fondo cajon inf	536	440	10	Melamina	
2	2	Tabicas laterales inf	440	206.5	16	Melamina	Chafilán 45º ambos anchos y ranurado según plano
3	2	Tabica frontal inf	552	181.5	16	Melamina	Chafilán 45º ambos anchos

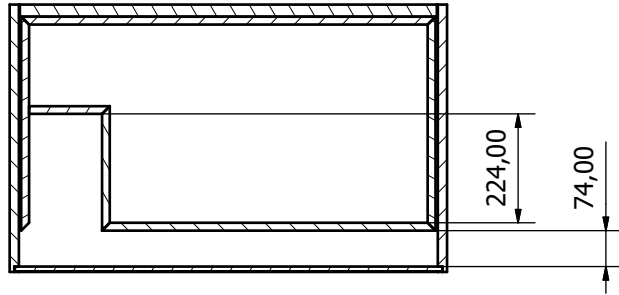
A

A

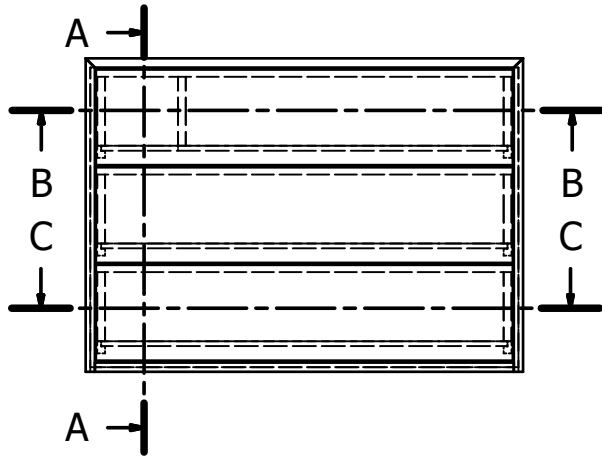
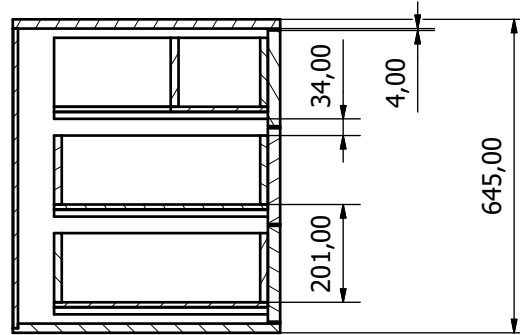
Autor Leire Rosa	Revisión	Fecha 12-07-2023	Fecha final 04-09-2023
Descripción Cajón inferior Modelo 1- Mueble de baño lavabo encastrado		Proyecto TFG Diseño Industrial	
		Código TFG-B1	Cantidad 1

6 5 4 3 2 1

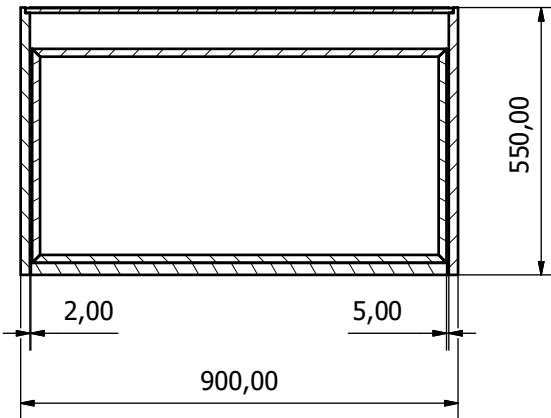
B-B (1 : 11)



A-A (1 : 11)



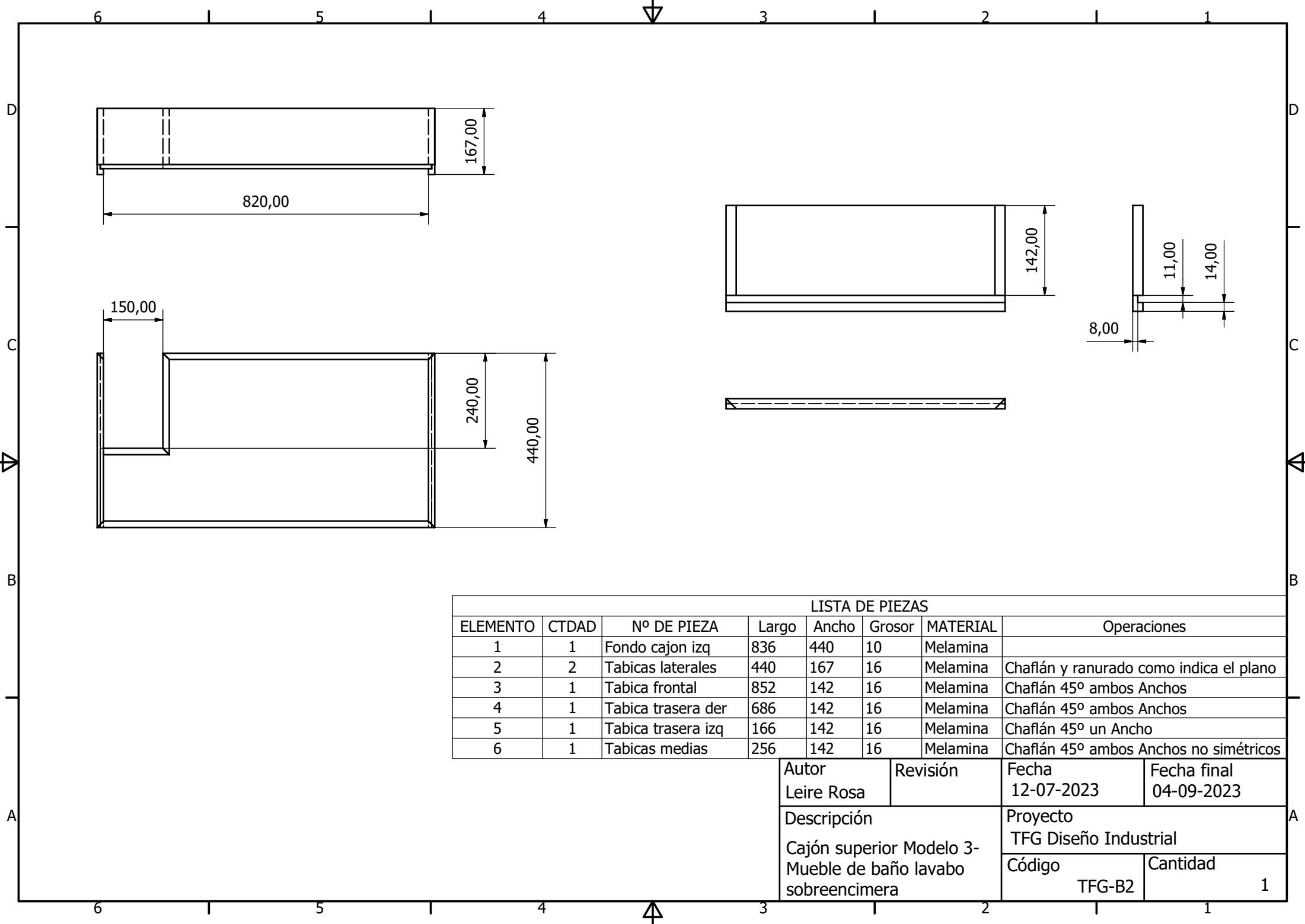
C-C (1 : 11)



LISTA DE PIEZAS

ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA	Largo	Ancho	Grosor	MATERIAL	Operaciones
1	1	Costado izq	645	550	19	Roble	Chaflán 45º en Ancho y ranurado de 11x9 mm en Largo
2	1	Costado der	645	550	19	Roble	Chaflán 45º en Ancho y ranurado de 11x9 mm en Largo
3	1	Trasera	881	616.5	10	Roble	
4	1	Base	862	550	19	Roble	
5	1	Encimera	900	550	19	Roble	Chaflán 45º ambos anchos
6	3	Frente cajon	858	197	25	Roble	
7	2	Cajones inferiores					
8	1	Cajon superior					

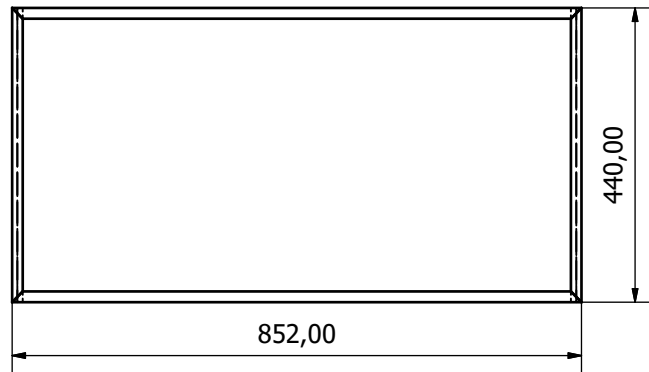
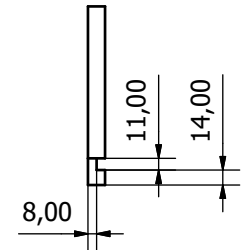
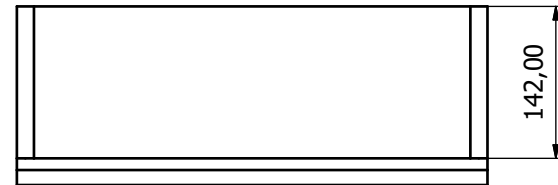
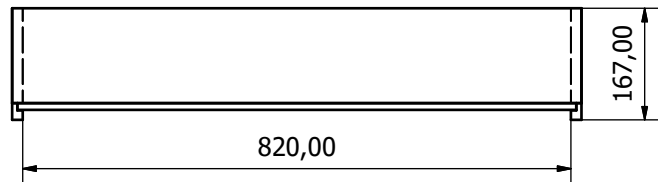
Autor Leire Rosa		Revisión		Fecha 12-07-2023		Fecha final 04-09-2023	
Descripción Modelo 3- Mueble de baño lavabo sobreencimera				Proyecto TFG Diseño Industrial			
				Código TFG-B2		Cantidad 1	



LISTA DE PIEZAS

ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA	Largo	Ancho	Grosor	MATERIAL	Operaciones
1	1	Fondo cajon izq	836	440	10	Melamina	
2	2	Tabicas laterales	440	167	16	Melamina	Chaflán y ranurado como indica el plano
3	1	Tabica frontal	852	142	16	Melamina	Chaflán 45º ambos Anchos
4	1	Tabica trasera der	686	142	16	Melamina	Chaflán 45º ambos Anchos
5	1	Tabica trasera izq	166	142	16	Melamina	Chaflán 45º un Ancho
6	1	Tabicas medias	256	142	16	Melamina	Chaflán 45º ambos Anchos no simétricos

Autor Leire Rosa		Revisión		Fecha 12-07-2023		Fecha final 04-09-2023	
Descripción Cajón superior Modelo 3- Mueble de baño lavabo sobreencimera				Proyecto TFG Diseño Industrial			
				Código TFG-B2		Cantidad 1	



LISTA DE PIEZAS

ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA	Largo	Ancho	Grosor	MATERIAL	Operaciones
1	1	Fondo cajones	836	440	10	Melamina	
2	2	Tabicas laterales	440	167	16	Melamina	Chaflán y ranurado según planos
3	2	Tabica frontal	852	142	16	Melamina	Chaflán 45° ambos Anchos

Autor Leire Rosa	Revisión	Fecha 12-07-2023	Fecha final 04-09-2023
Descripción Cajón inferior Modelo 3- Mueble de baño lavabo sobrecimera		Proyecto TFG Diseño Industrial	
		Código TFG-B2	Cantidad 2