



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

CAMPUS D'ALCOI

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Escuela Politécnica Superior de Alcoy

Mejora de producción en la línea de envasado de almidón y modificados de Roquette Laisa S.A.

Trabajo Fin de Grado

Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Productos

AUTOR/A: Cuartero Perpiña, Marta

Tutor/a: Pérez Fuster, Joaquín

CURSO ACADÉMICO: 2022/2023

Resumen

Este documento plantea el diseño de una serie de mejoras aplicadas en la línea de envasado de almidón de la empresa Roquette Laisa, S.A. Se detectan tras el análisis de la línea posibilidades de mejora de fiabilización de la línea, mediante el diseño de un sistema de detección y rechazo de sacos, de productividad de la línea, mediante el rediseño de una pieza soporte en el envío neumático de muestras, y mejora de calidad, con el rediseño del envase de los sacos.

En primer lugar, se hace un análisis exhaustivo de la línea y se plantea el diseño de un sistema de detección de errores de sellado e impresión con el uso de herramientas de visión artificial, además del ajuste de la línea para albergar este nuevo sistema y el posterior sistema de rechazo de los sacos tras su detección.

En segundo lugar se rediseña un sistema de soporte para el envío neumático de las muestras que permita el uso autónomo del equipo con intervención mínima por parte del operario, que reduce los tiempos de paro de la línea. Se realiza el diseño de su respectivo molde para fabricación por proceso de inyección mediante herramientas CAD.

En tercer lugar se plantea el rediseño del envase del producto ajustándose a la normativa vigente con respecto a envasado de productos alimenticios en el marco de la Unión Europea, además de buscar un mejor posicionamiento del producto respecto a sus competidores.

Palabras clave

envasado, almidón, sistema de rechazo, inyección, saco papel kraft

Abstract

This document proposes the design of a series of improvements applied to the starch packaging line of the company Roquette Laisa, S.A. After the analysis of the line, possibilities for improving the reliability of the line are detected, through the design of a system for detecting and rejecting bags, productivity of the line, through the redesign of a support part in the pneumatic delivery of samples, and quality improvement, with the redesign of the sack packaging.

In the first place, an exhaustive analysis of the line is made and the design of a sealing and printing error detection system is proposed with the use of artificial vision tools, in addition to the adjustment of the line to accommodate this new system and the subsequent system for rejecting the bags after their detection.

Secondly, a support system for the pneumatic shipment of the samples is redesigned that allows the autonomous use of the equipment with minimal intervention by the operator, which reduces the downtime of the line. The design of its respective mold for manufacturing by injection process is carried out using CAD tools.

Thirdly, the redesign of the product packaging is proposed, adjusting to current regulations regarding the packaging of food products within the framework of the European Union, in addition to seeking a better positioning of the product with respect to its competitors.

Keywords

packaging, starch, rejection system, injection, kraft paper bag



GRADO EN INGENIERÍA DE DISEÑO INDUSTRIAL Y DESARROLLO DE PRODUCTOS

Escuela Politécnica Superior de Alcoy

DISEÑO DE MEJORAS EN LA LÍNEA DE ENVASADO DE ALMIDÓN Y MODIFICADOS DE ROQUETTE LAISA S.A.

Marta Cuartero Perpiñá

Tutor: Joaquín Pérez Fuster
Dpto. de Ingeniería Gráfica

Curso: 2022-2023

Nombre y apellidos:

Marta Cuartero Perpiña

Título:

Diseño de mejoras en la línea de envasado de almidón y modificados de Roquette Laisa S.A.

Mes y Año de presentación:

Julio 2023

Grado:

Grado en Ingeniería de diseño industrial y desarrollo de productos

Escuela:

Escuela Politécnica Superior de Alcoy

Universidad:

Universidad Politécnica de Valencia

Resumen del trabajo:

Este documento plantea el diseño de una serie de mejoras aplicadas en la línea de envasado de almidón de la empresa Roquette Laisa, S.A. Se detectan tras el análisis de la línea posibilidades de mejora de fiabilización de la línea, mediante el diseño de un sistema de detección y rechazo de sacos, de productividad de la línea, mediante el rediseño de una pieza soporte en el envío neumático de muestras, y mejora de calidad, con el rediseño del envase de los sacos.

En primer lugar, se hace un análisis exhaustivo de la línea y se plantea el diseño de un sistema de detección de errores de sellado e impresión con el uso de herramientas de visión artificial, además del ajuste de la línea para albergar este nuevo sistema y el posterior sistema de rechazo de los sacos tras su detección.

En segundo lugar se rediseña un sistema de soporte para el envío neumático de las muestras que permita el uso autónomo del equipo con intervención mínima por parte del operario, que reduce los tiempos de paro de la línea. Se realiza el diseño de su respectivo molde para fabricación por proceso de inyección mediante herramientas CAD.

En tercer lugar se plantea el rediseño del envase del producto ajustándose a la normativa vigente con respecto a envasado de productos alimenticios en el marco de la Unión Europea, además de buscar un mejor posicionamiento del producto respecto a sus competidores.

1. Introducción

1.1. Objeto del documento

A través de esta memoria se presenta el trabajo realizado para un Trabajo de Final de Grado en el marco de unas prácticas en una empresa del sector agroalimentario de Valencia.

1.2. Alcance

El objetivo del trabajo es el análisis del proceso de envasado de la empresa y la propuesta de un plan de mejora, basándose en los conocimientos recibidos durante el grado universitario de Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Productos, otorgado por la Universidad Politécnica de Valencia, campus de Alcoy. Se pretende proponer un plan de mejora en la línea de envasado de almidones de la empresa y aportar soluciones aplicables a su realidad industrial actual.

1.3. Estructura del documento

El contenido del documento se divide en siete partes diferenciadas.

Primero se realiza una introducción al trabajo donde quedan detallados el objeto y alcance del estudio.

Seguidamente se presenta el entorno del problema, es decir, se hace una aproximación a la empresa donde se realiza el proyecto.

En el tercer apartado se realiza una descripción y análisis exhaustivo de la línea de envasado para estudiar los problemas que nos encontramos actualmente y las posibilidades de mejora.

En el apartado 4 encontramos el desarrollo de las mejoras centradas en fiabilización de la línea. Se presenta la situación actual, se diseña un equipo de detección de errores de impresión y sellado y posteriormente se implementa en la línea conjuntamente con un sistema de rechazo que permita fiabilizar la producción de la misma.

En el apartado 5 se desarrolla la mejora relativa a productividad de la línea. Se presenta el problema actual con el envío neumático de muestras y se rediseña una pieza soporte para automatizar lo máximo posible esta actividad y que requiera de la mínima manipulación por parte del operario. Se estudia la pieza y su viabilidad de fabricación por inyección de plástico.

En el apartado 6 se busca una mejora de calidad del producto diseñando el etiquetado del envase para ajustarse a la normativa vigente en el marco de la UE y posicionar el producto entre sus competidores.

Posteriormente se plantean las conclusiones del proyecto y se anexan los planos de las piezas diseñadas y la información técnica de los materiales seleccionados para el proyecto.

2. Descripción del entorno del problema

2.1. Introducción

Se describe el entorno en el que se desarrolla el trabajo. Esta descripción comprende desde el grupo al que pertenece la empresa hasta acercarse al entorno más directo, la nave en la que encontramos la línea de envase en la que centramos el proyecto.

2.2. Aproximación a la empresa

2.2.1. Grupo Internacional

La empresa Roquette Laisa S.A. pertenece al grupo francés Roquette presente a nivel mundial.

La sede del grupo se ubica en Lestrem, al norte de Francia, y cuenta con plantas de fabricación, centros de I+D y oficinas en más de 100 países a través del mundo.



Imagen 1. Localización de las plantas de fabricación de la empresa.

Roquette es una empresa familiar que produce más de 650 subproductos del almidón extraído de maíz, trigo, patatas y guisantes.

Fundada en 1933 por los hermanos Dominique y Germain Roquette, Roquette ha crecido hasta convertirse en el líder en la producción de almidón en Europa y el cuarto productor mundial de almidón. También es líder en la producción de polioles a nivel mundial (sustancias derivadas de compuestos alimentarios).

Las cifras clave de la empresa reflejan el crecimiento de la misma. Cuenta con alrededor de 8.300 empleados que participan en cubrir las necesidades de sus más de 5000 clientes. Su facturación estos últimos años alcanza los 3.500 millones de euros.



Imagen 2. Cifras clave de la empresa.

En la ilustración se muestran los sectores de venta del grupo, siendo especialmente importantes para la empresa por tener el mayor volumen de facturación los de Alimentación, Nutrición y Salud.

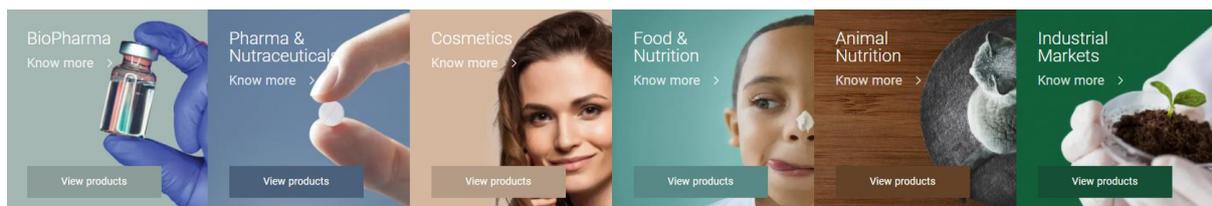


Imagen 3. Sectores de venta.

2.2.2. Visión, misión y valores

El slogan de la empresa refleja su visión:

“Ofrecer lo mejor de la naturaleza”

En colaboración con sus clientes y socios, el Grupo responde a los retos de la sociedad actual y futura, revelando todo el potencial de la Naturaleza para ofrecer los mejores ingredientes a los mercados de la Alimentación, de la Nutrición y de la Salud. Cada uno de estos ingredientes responde a necesidades específicas y fundamentales, contribuyendo a crear un modo de vida más sano. Impulsado por una voluntad de innovación permanente, el Grupo se compromete a mejorar el bienestar de millones de personas de todo el mundo, cuidando los recursos y los territorios.

La organización se basa en cuatro valores claves ligados a estos objetivos:

- Excelencia
- Autenticidad
- Bienestar
- Orientación al futuro

Para respetar sus compromisos la organización basa su negocio sobre cuatro ejes de creación de valor:

- Sourcing
 - Abastecerse de forma sostenible y responsable
 - Mejorar de forma continua la calidad de las materias primas
 - Reforzar los vínculos con los proveedores de materias primas
- Innovating
 - Entender las necesidades de los clientes y anticiparse a las expectativas de los clientes
 - Poner en marcha una estrategia de desarrollo sostenible inspirada en las expectativas de los clientes
 - Reforzar la sostenibilidad de los procesos de innovación
- Biorefining
 - Reducir nuestro consumo energético
 - Ahorrar agua
 - Reducir otros impactos medioambientales
- Acting
 - Posicionar la salud, la seguridad y el bienestar en el centro de las preocupaciones de la empresa

- Empoderar a los trabajadores
- Apoyarse en la riqueza de la diversidad
- Desarrollar las actividades conjuntamente a las comunidades locales

2.2.3. Ubicación y actividad en España

La fábrica del grupo situada en España, Roquette Laisa S.A. está ubicada en Benifaió, Valencia.

Roquette Laisa España nació en 1949 sobre la base de una empresa de Benifaió que elaboraba almidones y glucosas a partir de boniatos y maíz.

Con 225 empleados, el 40% de ellos locales, y una extensión de planta de 77.000 m² está entre las primeras 700 empresas de España y las cinco primeras del sector agroalimentario de la Comunidad Valenciana.

Benifaió es un municipio de la provincia de Valencia, Comunidad Valenciana. Pertenece a la comarca de la Ribera Alta y tiene aproximadamente unos 12.000 habitantes.



Imagen 4. Imagen satélite de la localidad de Benifaió.

La localidad de Benifaió se encuentra a aproximadamente 30 min del puerto de Valencia que se reafirma como el puerto español con mejor conectividad en el tercer trimestre del año según el Port liner shipping connectivity index (LSCI) que elabora la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo (UNCTAD).

En cuanto a las conexiones por carretera, la Comunidad Valenciana cuenta con una red con un total de 8.310 kilómetros. El porcentaje de representatividad del tráfico pesado (14,7%) se encuentra por encima de la media nacional (13,3%).

Debido a su posición geográfica, la localidad de Benifaió tiene un clima típicamente mediterráneo, situando la media de temperaturas en los 17.8°C. En cuanto a las precipitaciones se sitúan en los 454 mm de media anual.

2.2.4. Mercados y clientes

Abarca 6 mercados diferentes con sus líneas de producto:

El mercado Biofarma

En general, la biotecnología se define como el uso de sistemas biológicos u organismos vivos para el desarrollo de productos. Lo mismo ocurre con los biofármacos, también conocidos como medicamentos biotecnológicos o biológicos. Los biofármacos también se denominan fármacos de moléculas grandes porque tienen una estructura molecular grande y compleja y son más difíciles y costosos de producir. Por el contrario, los fármacos de molécula pequeña son productos químico-farmacéuticos de menor complejidad. Si bien estos productos farmacéuticos "clásicos" todavía representan alrededor del 90 por ciento de todos los medicamentos disponibles en el mercado mundial, los productos biofarmacéuticos ya generan casi un tercio de las ventas mundiales de medicamentos.

Varias empresas de biotecnología más pequeñas, que antes solo eran conocidas por los conocedores de la industria, se han hecho evidentes últimamente a través del descubrimiento y desarrollo de las vacunas COVID-19.

El mercado farmacéutico y nutracéutico

La industria farmacéutica es un sector empresarial dedicado a la fabricación, preparación y comercialización de productos químicos medicinales para el tratamiento y también la prevención de las enfermedades.

El mercado farmacéutico mundial superará los 1,5 billones de dólares para el año 2023, alcanzando una tasa de crecimiento anual compuesto de 3 a 6% en los próximos cinco años.

Los motores clave del crecimiento continuarán siendo la demanda en Estados Unidos y los mercados farmacéuticos emergentes, con un 4-7% y 5-8% de crecimiento anual compuesto, respectivamente.

El siguiente gráfico muestra los ingresos del mercado farmacéutico mundial de 2001 a 2020.

El mercado de la cosmética natural

Los cosméticos naturales son productos que contienen al menos el 95 por ciento de materias primas naturales y no pueden contener ningún ingrediente de origen animal. La cosmética orgánica también se refiere a los productos de belleza elaborados con ingredientes orgánicos y naturales, que han sido certificados por los programas de certificación autorizados.

En un 2020 marcado por la pandemia de COVID-19, la industria de la cosmética no logró escapar del impacto económico que tan negativamente afectó a numerosos sectores como el transporte aéreo o la automoción. En concreto, el sector de las

cosmética experimentó un decrecimiento cercano al 10% ese año con respecto a 2019.

El mercado de la alimentación y nutrición

La industria alimentaria es la que lleva a cabo todas las fases de la cadena alimentaria. Es decir, se encarga de transformar materia prima de origen animal y vegetal en alimentos que se llevarán al mercado para el consumo directo.

En la Unión Europea, la industria alimentaria es la principal actividad de la industria manufacturera, con un valor superior a los 1.205.000 millones de euros de cifra de negocios, superior un 1,1% respecto al año anterior, representando el 15,2% de la industria manufacturera. Cuenta con 291.000 empresas que dan empleo a 4,82 millones de personas y donde las pequeñas y medianas empresas representan el 42,7% del total de cifra de negocios del sector alimentario y el 58,1% del conjunto de los puestos de trabajo que genera. El 95,4% de dichas empresas son Pymes con menos de 50 empleados, y un 79,8% tienen menos de 10 trabajadores. En conjunto, 9 de cada 10 empresas son PYMES. La industria alimentaria española ocupa el cuarto puesto en valor de cifra de negocios (9,7%), por detrás de Francia (19,7%), Alemania (17,5%) e Italia (11,7%). En España, la industria de alimentación y bebidas es la primera rama manufacturera del sector industrial, según los últimos datos de Estadística Estructural de Empresas del INE, con 130.795,8 M€ de cifra de negocios lo que representa el 23,3% del sector industrial, el 22,1% de las personas ocupadas y el 19,2% del valor añadido.

Representa el 2,5% del PIB de España (en VAB)³ y que asciende a 25.236 M€ (-2,2%).

El mercado de la alimentación animal

La alimentación animal ha experimentado en las últimas décadas, un gran desarrollo tanto en España como en el resto de Europa. Este desarrollo ha ido en paralelo a la demanda de alimentos y, por consiguiente, al crecimiento del sector ganadero, especialmente en lo que a ganadería intensiva se refiere, lo que ha producido un incremento en la demanda y la producción de piensos.

España se encuentra entre los tres primeros productores de piensos compuestos de la UE. Su producción anual se sitúa en torno a los 35 millones de toneladas, según los datos recogidos por el MAPA procedentes de las declaraciones de los operadores de piensos, incluidos los que fabrican para autoconsumo, a la autoridad de control de las comunidades autónomas.

Cientes



Imagen 5. Cartera de clientes.

2.2.5. Distribución en planta

La planta se conforma en distintas áreas, cada una de ellas contiene una parte del proceso de producción.



Imagen 6. Distribución en planta de la fábrica.

La zona de coproductos secos (15) agrupa los silos de almacenamiento de corn-feed, bagazo y gluten. Cuenta con una capacidad de 1.810 Tn, lo que permite la carga de 50 camiones a la semana.

Los coproductos de tipo líquido como el aceite y el corn-steep se ubican en un segundo conjunto de silos (8) con capacidades de 260 Tn y 100 Tn respectivamente.

Los azúcares a granel se pueden cargar desde dos baterías de 10 silos con capacidades de 2.100 Tn en el caso de isoglucosa y 16 silos por una capacidad total de 760 Tn para la glucosa (9).

Los almidones se cargan desde la zona (2) con 9 silos de 160 Tn con una capacidad total de 1.440 Tn. En esta misma zona encontramos otra batería de 7 silos de almidón que alimentan la línea de envase con capacidad total de 870 Tn. Estos últimos silos pueden ser utilizados en el caso de que sea necesario para asegurar la carga de camiones.

Los pallets de producto envasado se almacenan en distintas zonas.

- La primera de ellas es la misma nave de envase de almidón (1) que cuenta con un sistema shuttle de almacenamiento. En esta zona únicamente se almacenan almidón y derivados.
- La segunda zona (23) es la llamada almacén alimentario, donde se ubican los pallets de dextrosa, corn-feed y almidón.
- La última de las zonas de almacenamiento de producto condicionado dentro de planta es el almacén Artisan, que almacena almidón, dextrosa y producto químico en distintas zonas diferenciadas. Además, este almacén cuenta con dos muelles desde donde se cargan usualmente tractoras de condicionado.

2.2.6. Productos de fabricación

Materia Prima

La empresa trabaja a partir de maíz en 3 variedades distintas: el maíz amarillo o estándar, el Waxy y el Amylo.

El maíz amarillo es una especie gramínea anual originaria de Sudamérica. Actualmente es el cereal con mayor volumen de producción a nivel mundial.

La composición química del grano de maíz en promedio sería de un 10% de proteína, 60% de prolaminas (zeínas) y bajos niveles de aminoácidos como lisina, triptófano e isoleucina.

El maíz waxy es una variedad ceratina de origen chino. El almidón que contiene es enteramente amilopectina a diferencia de otras variedades de maíz. Es apto para dietas celíacas, veganas y vegetarianas.

El maíz harinoso, al cual nos referimos como Amylo, es la variedad de maíz llamada amylacea, típica de América del Sur. Sus granos son blanquecinos y contienen un elevado porcentaje de almidón. Es una de las variedades con menor densidad.

El pericarpio o cáscara es una barrera semipermeable de fibra vegetal que rodea al endospermo y el germen. Suele ser fibrosa y dura, su función principal es evitar el ingreso de bacterias, hongos, insectos y proteger el grano de situaciones ambientales desfavorables. Constituye el 5% del peso del grano de maíz.

El endospermo representa alrededor del 80% del peso, es principalmente almidón rodeado por una matriz proteica constituida por tres tipos de células: la capa de aleurona, el endospermo córneo y el endospermo harinoso. Contiene el 98% del almidón y el 74% de las proteínas.

El germen es la zona central del grano y tiene un alto contenido en grasa. Constituye el 10% del peso seco y contiene el 83% de los lípidos y el 26% de la proteína del grano.



Imagen 7. Esquema de la composición del grano de maíz.

Productos finales

Los productos finales de la empresa Roquette Laisa S.A. pueden dividirse en tres grandes familias: los almidones, los azúcares y los coproductos.

Tabla 1. Familias de productos finales.

Familia de producto	Tipología de producto	Estado
Almidones	Almidón nativo	Sólido (Polvo)
	Almidón modificado	Sólido (Polvo)
	Waxy modificado	Sólido (Polvo)
	Amylo	Sólido (Polvo)
Azúcares	Dextrosa	Sólido (Granos)
	Isoglucosa	Líquido
	Glucosa	Líquido
Coproductos	Acelite	Líquido
	Corn-feed	Sólido (Granos)
	Gluten	Sólido (Polvo)
	Bagazo	Sólido
	Corn-steep	Sólido (Polvo)

Almidones

El almidón de maíz es un polisacárido natural obtenido de la molienda húmeda del grano referido. El método de obtención del almidón de maíz es la molienda húmeda, una técnica que permite separar algunas de las partes del grano en sus constituyentes químicos.

Los almidones nativos por sus propiedades pueden ser utilizados en alimentación. En la siguiente tabla se muestran los usos más importantes del almidón de maíz así como sus correspondientes beneficios:

Tabla 2. Principales usos y beneficios del almidón de maíz.

Usos	Beneficios
Fabricación de la cerveza	Auxiliar en la reducción de Nitrógeno y contenido de fibras.
	Mejora la estabilidad.
	Disminuye la sensación de saciedad o pesadez.
	Cerveza más clara y brillante.
	Aumento en la velocidad de filtración.
Productos de confitería	Gelificante en la producción de gomas, natillas, cajetas, etc.
	Espesante de bajo costo en rellenos, jarabes, etc.
	Agente de moldeo en artículos depositados.
	Adherente en productos suaves tipo malvaviscos.

El almidón de maíz posee varias propiedades funcionales que le confieren la posibilidad de ser usadas en la producción de alimentos presentadas en la siguiente tabla:

Tabla 3. Propiedades funcionales del almidón de maíz.

ESPESANTE	Por su capacidad de hinchamiento en solución, el almidón de maíz es un espesante de bajo costo utilizado en productos alimenticios, gomas y adhesivos.
VEHÍCULO	Su compatibilidad con ingredientes diversos lo hacen un excelente vehículo o extensor de diversos productos alimenticios, industriales y farmacéuticos.
GELIFICANTE	Las cualidades de retrogradación de los almidones permiten usarlos como gelificantes, especialmente en el sector alimenticio.
SUSTRATO DE FERMENTACIÓN	Fuente de carbohidratos fermentables.
AGENTE DE ACABADO	Propiedad de formar películas resistentes y lisas, aprovechada para dar acabado en superficies en diferentes tipos de industrias.
AGLUTINANTE	La capacidad de formar pastas viscosas permite su uso como ligante o aglutinante en una amplia gama de ingredientes.
CONTROL DE TEXTURA	Tanto crudo como en dispersión funciona como un eficaz medio para el control de la consistencia de diversos productos.
AGENTE DE MOLDEO	El almidón en crudo tiene la capacidad de retener formas estampadas sobre su superficie, cualidad importante en la industria alimentaria principalmente.

La estructura nativa del almidón puede ser menos eficiente bajo ciertas condiciones de proceso (p.e. temperatura, pH y presión), que reduce su uso en algunas aplicaciones industriales. Tiene baja resistencia a esfuerzos de corte, descomposición térmica, alto nivel de retrogradación y sinéresis. Estas limitaciones se pueden superar

modificando la estructura nativa por métodos químicos, físicos y enzimáticos, dando como resultado el almidón modificado.

Los almidones modificados, waxys modificado y amylos pueden considerarse dentro de un grupo de productos alimenticios denominados PAI (Productos Alimentarios Intermedios), también conocidos como PIA (Productos Intermedios Agroindustriales) y no son más que aquellos productos comestibles, no necesariamente nutritivos, que no son materias primas básicas de los alimentos industrializados ni se consumen directamente, sino que facilitan la elaboración industrial de los alimentos.

Tienen aplicaciones muy amplias, por ejemplo, como espesantes-gelificantes (flanes, natillas, puddings, sopas); retención de agua (cárnicas); recubrimiento (confitería); sustitutos de grasa y gelatina, pastelería, etc.

Azúcares

Los azúcares son los glúcidos que generalmente tienen sabor dulce. Son elementos primordiales y están compuestos solamente por carbono, oxígeno e hidrógeno.

Cuando se produce la licuefacción de la lechada de almidón, ésta continúa siendo hidrolizada para obtener una proporción mayor de azúcares de pesos moleculares bajos. A este proceso se le denomina sacarificación. Si la hidrólisis se emplea para obtener el máximo contenido de dextrosa, el producto formado se denomina dextrosa hidrolizada. Cuando lo que se forman son moléculas intermedias de dextrosa u otros azúcares, el producto formado se denomina jarabe de glucosa.

La glucosa es un azúcar simple, el llamado monosacárido, porque está compuesto por una sola unidad de azúcar.

Dextrosa es el nombre común empleado para la forma comercial purificada y cristalizada de la molécula de azúcar D-glucosa. Se trata de un polvo blanco dulce que puede ser cristalizado tanto en forma anhidra (sin moléculas de agua por cada molécula de dextrosa) como monohidratada (una molécula de agua por cada molécula de dextrosa). Es fácilmente soluble en agua y sintetizado rápidamente por el metabolismo del ser humano, o fermentado por levaduras y otros microorganismos.

La D-glucosa es un monosacárido, en comparación con la sucrosa o sacarosa, azúcar común de mesa, que se trata de un disacárido (ya que está formado por moléculas de fructosa y glucosa al 50%).

En cuanto a la meliosa (isoglucosa), se trata de un producto formado por la combinación, principalmente, de dos azúcares: la glucosa y la fructosa.

La razón por la que trabajamos con este tipo de azúcares se debe al poder edulcorante, es decir, la fructosa presenta un poder edulcorante mayor (casi 1.72 veces mayor) que el de la glucosa, por lo que transformando parte de la glucosa en

fructosa conseguimos, en la misma cantidad de producto, contener un poder edulcorante mayor.

Coproductos

En las primeras etapas de procesamiento del maíz se obtienen diferentes productos diferenciados con un valor relativo importante. Estos productos finales de venta se denominan coproductos y son los siguientes:

Corn Steep es un polvo fino, de color amarillo, soluble en agua elaborado mediante secado por aspersión de licor de maíz empapado. El licor de maceración de maíz es un líquido concentrado derivado del agua que se utiliza en la etapa inicial del proceso de molienda húmeda de maíz. Una vez considerado un subproducto de la corriente de desechos, sus propiedades se prestan para otros usos. El líquido de color tostado a marrón es más denso que el agua y tiene un pH ácido (3,7 - 4,7). El Corn Steep tiene nitrógeno en forma de aminoácidos y péptidos, macro y micronutrientes y vitaminas. Debido a esto, es particularmente útil como ingrediente en medios de crecimiento microbiológico, o se puede combinar con gluten en un complemento alimenticio para animales. Más recientemente se ha demostrado que es útil como fertilizante, para la producción de alimentos, en la producción de productos microbianos y tiene algunas aplicaciones industriales.

Corn feed es una buena fuente de fibra digestiva, energía y proteínas para la alimentación animal de rumiantes y monogástricos. El producto es una combinación de maíz macerado y fibra de maíz que puede contener torta de germen de maíz y sémola de maíz. Es un ingrediente utilizado principalmente para la formulación de piensos compuestos para carne de ave y ponedoras, además de utilizarse como materia prima en piensos compuestos granulados.

El gluten es un grupo de proteínas de pequeño tamaño (gluteninas y gliadinas) que se encuentran en el trigo y todas sus variantes (sémola, kamut y espelta), la cebada, el centeno y el triticale. El gluten tiene propiedades viscoelásticas y aporta elasticidad y esponjosidad a alimentos como el pan o la bollería.

Debido a que se puede aislar con facilidad y que mejora la textura y las propiedades sensoriales de los alimentos, también se pueden encontrar en yogures, embutidos, salsas, patatas congeladas, chocolate a la taza, golosinas, bombones e incluso en medicamentos y suplementos.

El bagazo es el residuo del prensado, tamizado y filtrado del germen de maíz. Es un componente final con alta concentración de celulosa que mediante un proceso de hidrólisis puede transformarse en diferentes tipos de biocombustibles.

El porcentaje de aceite de un grano de maíz oscila entre el 3,1 y el 5,7% del peso del mismo y el 83% de ese contenido graso se ubica en el germen. Este se separa del

resto del grano en la primera etapa del proceso de molienda húmeda, obteniéndose de esta manera la materia prima para la recuperación del aceite.

Para aprovechar al cien por ciento sus propiedades nutricionales debe ser un aceite obtenido por presión en frío del germen de maíz fresco. El aceite de maíz refinado tiene mucho éxito ya que tiene una gran resistencia al enranciamiento y potencia el sabor de los alimentos.

El aceite de maíz es rico en vitamina E (tocoferoles). No contiene cantidades significativas de proteínas, carbohidratos ni fibra alimentaria.

Entre sus diferentes usos se contemplan: freír alimentos en hotelería y en el hogar, elaboración de margarina, mayonesa, en la industria de la panificación, consomés y siempre que se quiera sustituir la grasa animal. También se usa para aderezar ensaladas junto con el vinagre y la sal.

2.2.7. Proceso Productivo

En la planta de Roquette de Benifaió se trabaja como en una almidonería, es decir, que sus procesos productivos se centran en la extracción de los almidones presentes en el maíz que pasan a venderse como almidones o azúcares dependiendo de los procesos por los que se pasa.

Los subproductos que se generan se denominan coproductos, y se venden como productos finales.

Para conseguir esta serie de productos los distintos tipos de maíz pasan por los siguientes procesos:

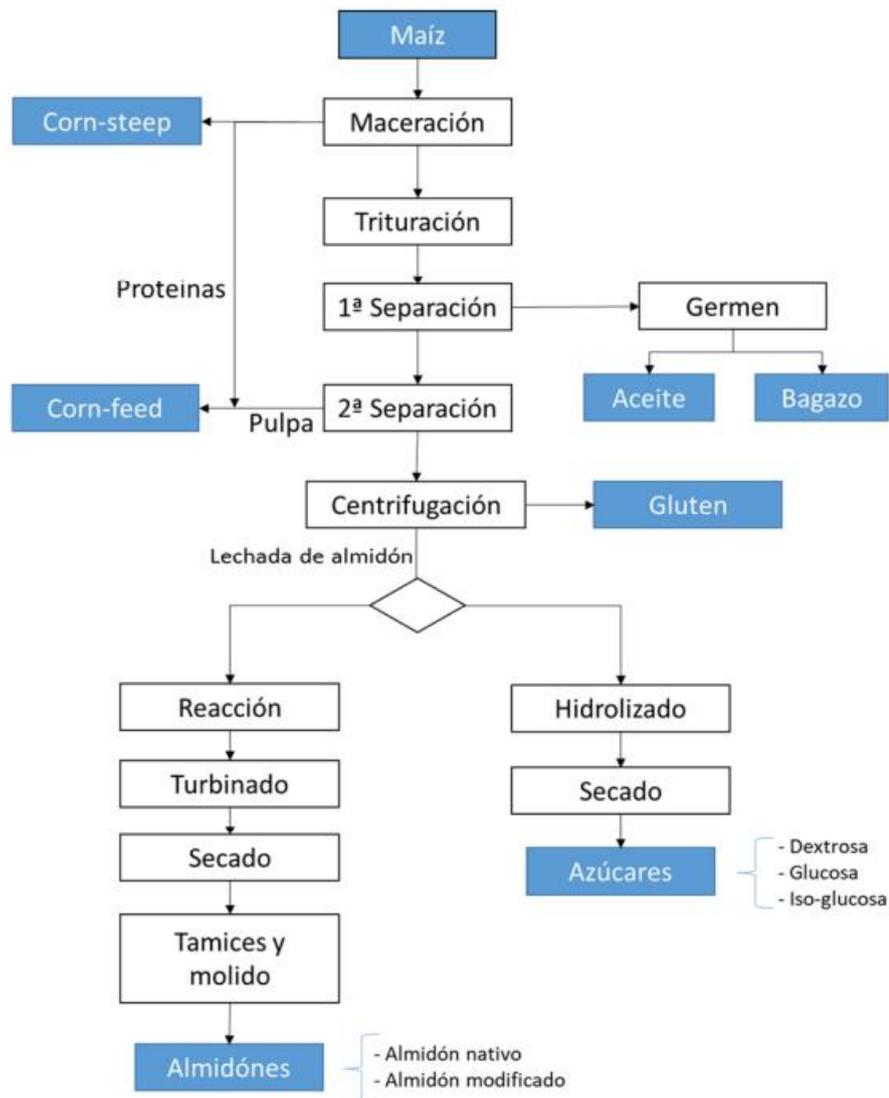


Imagen 8. Esquema del proceso productivo general.

El maíz es un producto que una vez recolectado, suele tener niveles de humedad bastante elevados, por lo que para su adecuado almacenamiento debe sufrir un proceso de desecación. Este secado se debe efectuar a temperaturas menores de 54°C, ya que a temperaturas mayores se producen alteraciones en la proteína, que provoca el hinchamiento del grano en la maceración y una mayor tendencia a retener el almidón. Si en el secado se superan los 54°C el germen se pondrá gomoso y tenderá a unirse en una suspensión de maíz sólido, cuando para su separación debe flotar en éste, con lo que el almidón retendrá un alto porcentaje de aceite.

Tras la recepción del maíz este es limpiado y procede a entrar en el sector de Almidonería húmeda que separa el grano en sus distintos componentes gracias a una sucesión de operaciones.

Empieza con la etapa de macerado donde se realiza una mezcla de maíz con agua caliente sulfurada, que facilita la desintegración de las matrices proteicas que

encapsulan el almidón y permite la extracción de los solubles del grano. De esta etapa se aíslan las proteínas que permiten la obtención del **Corn-Steep**.

Tras su limpieza, el maíz se sumerge en agua con un contenido de 0,1-0,2 % de SO₂, la temperatura se controla para que permanezca entre 48-52°C, y se mantiene así durante 30 - 50 horas. Con este proceso el grano se ablanda y conseguimos favorecer la posterior separación de cáscara, germen y fibra.

El SO₂ se utiliza para detener el crecimiento de microorganismos que podrían originar putrefacción y para facilitar que el almidón se libere con más facilidad de la proteína.

Mediante la trituración se liberan los componentes en húmedo. Los granos reblandecidos revientan al pasar a través de un molino para formar una pasta espesa. Este proceso no es dañino para los gérmenes del maíz.

Se realiza una primera separación mecánica mediante ciclones. El germen con densidad más elevada, la mezcla de pulpa, gluten y almidón, pasa al fondo del ciclón; la mezcla restante pasa a las siguientes etapas del proceso.

El germen que se extrae en este proceso se utilizará posteriormente para la elaboración de **aceite** y **bagazo** por medio de una prensa.

En una segunda separación la parte celulósica llamada pulpa se separa del conjunto de gluten y almidón gracias a un sistema de tamices. La pulpa obtenida entra en la composición del **Corn-Feed** junto con las proteínas extraídas en la anterior etapa de macerado.

Los componentes que llegan a la etapa de centrifugado son el almidón y el gluten. Esta mezcla pasa por centrifugación en hidrociclones:

- El gluten, el componente con menor densidad, se separa y evacúa con una parte del agua.
- El almidón, componente mucho más denso, sigue el proceso a través de otro circuito. El resultado obtenido se llama lechada de almidón.

El **gluten** que se extrae, se concentra, se reduce su humedad hasta un ... y se almacena en unos silos en constante para evitar que se apelmace . Desde estos silos se pasa a su correspondiente punto de carga.

Tras la etapa de centrifugado la lechada de maíz se emplea para la elaboración tanto de azúcares como de almidones, dependiendo de los procesos productivos a los que se someta.

Para la producción de **azúcares** la lechada se hidroliza en distintos porcentajes dependiendo el tipo de azúcar que se pretende conseguir y se seca para controlar la humedad del producto acabado.

En el caso de producción de **almidón** a partir de la lechada, ésta pasa a Almidonería seca, en la que se le aplican los siguientes procesos:

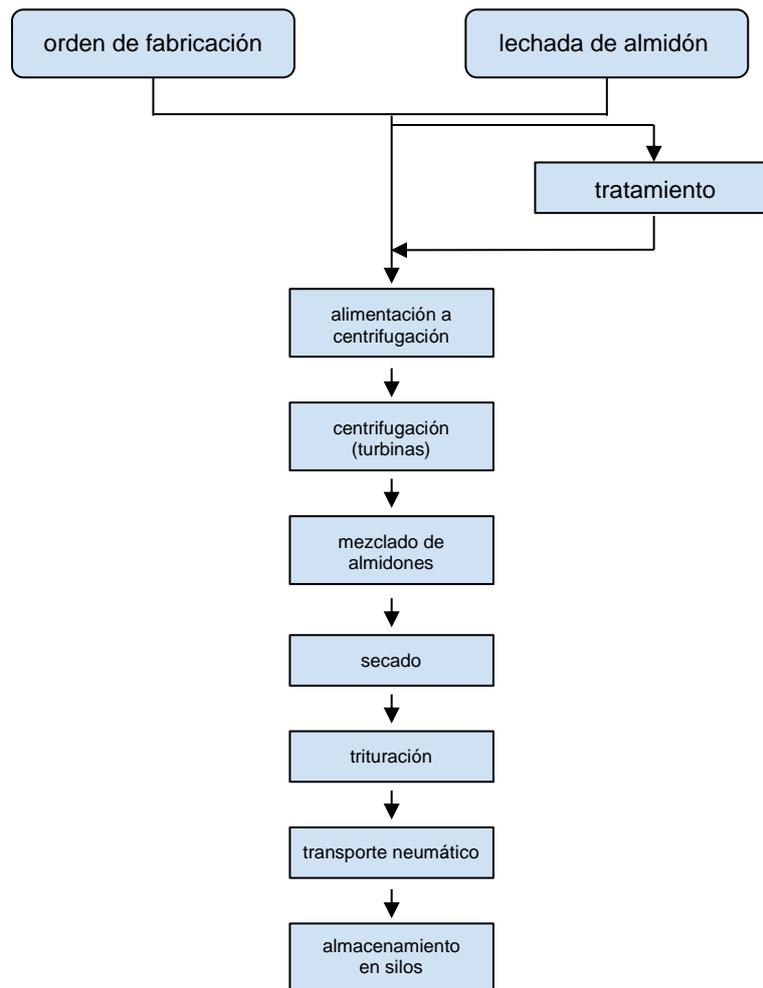


Imagen 9. Esquema del proceso productivo del almidón.

El almidón una vez separado contiene todavía mucha proteína y debe ser purificado por medio de centrifugación o con hidrociclones, aunque más pequeños y en mayor número que en los utilizados en el caso del germen; el almidón obtenido de este modo se filtra y se seca a 5-12% de humedad en hornos o túneles de secado, y posteriormente se suele secar hasta el 1-7% mediante secado a vacío.

En el caso de la producción de los almidones modificados se deben aplicar tratamientos como acidificaciones, oxidaciones, introducción de grupos químicos, tratamientos enzimáticos, etc. Estas modificaciones permiten adecuar las propiedades a la finalidad tecnológica que se requiera.

Entre ellas se encuentran:

- Gelatinización: permite obtener almidones que no requieren un posterior calentamiento para adquirir sus propiedades espesantes.

- Hidrólisis: acorta algunas cadenas de polisacárido obteniendo pastas que en caliente presentan poca viscosidad mientras que se logran texturas gomosas por los geles débiles que se forman en frío.
- Eterificación: reduce la temperatura de gelatinización así como la retrogradación.
- Cross-linking: permite obtener pastas de alta estabilidad ante el calentamiento, la agitación y el bajo pH. No presentan gelificación ni retrogradación.
- Oxidación: disminuye la temperatura de gelatinización y la viscosidad. Se obtienen pastas fluidas y transparentes.

3. Normas y referencias

[1]

Statista, "Value share of the biotech sector worldwide as of 2021, by country". Worldwide, Nov 2021. [En línea]. Available: <https://www.statista.com/statistics/1246614/top-countries-share-of-global-biotech-value/>

[2]

Statista, "Revenue of the worldwide pharmaceutical market from 2001 to 2022". Worldwide, Jan 2023. [En línea]. Available: <https://www.statista.com/statistics/263102/pharmaceutical-market-worldwide-revenue-since-2001/>

[3]

Statista, "Tasa de crecimiento anual del sector de la cosmética en el mundo desde 2004 a 2022". Mundial, 2004-2022. [En línea]. Available: <https://es.statista.com/estadisticas/601048/porcentaje-de-crecimiento-anual-en-cosmetica-2004/>

[4]

Grupo BCNVision, "Sistemas de iluminación para aplicaciones de visión artificial". España, Abril 2017. [En línea]. Available: <https://www.bcnvision.es/blog-vision-artificial/iluminacion-vision-artificial2/>

[5]

Artisteril, "Transporte neumático de muestras y documentos". [En línea]. Available: <https://www.artisteril.com/soluciones/transporte-neumatico-de-muestras-y-documentos/>

[6]

Ingeniería en prevención de riesgos y medioambiente, "Polímeros: Tipos y usos en la industria". España, Jul 2020. [En línea]. Available: <https://prevencionderiesgosumc.blogspot.com/2014/11/polimeros-tipos-y-usos-en-la-industria.html>

[7]

Rosa Envases S.A., "Moldeo por inyección". Worldwide, Nov 2021. [En línea]. Available: <https://rosaenvases.com/blog/moldeo-inyeccion/>

[8]

Growers Secret, "Ferti-Facts: Corn Steep Liquor & Powder". EEUU, Nov 2021. [En línea]. Available: <https://www.growerssecret.com/corn-steep-liquor-and-powder-fertilizers>

[9]

Autodesk Knowledge Network, "Manuales de aprendizaje de introducción". España, 2018. [En línea]. Available: <https://knowledge.autodesk.com/es/support/moldflow-adviser/gettingstarted/caas/CloudHelp/cloudhelp/2019/ESP/MoldflowAdviser-Tutorials/files/GUID93C6ACD1-7947-4B37-8F01-7548E1A30AA7-htm.html>

[10]

Uddeholm, "Acero para molde de plástico". España, 2018. [En línea]. Available:
<https://www.uddeholm.com/iberica/es/product-category/es-acero-para-moldes-de-plastico/>

[11]

Autodesk Knowledge Network, "Materiales termoplásticos". España, 2018. [En línea]. Available:
<https://knowledge.autodesk.com/es/support/moldflow-adviser/learnexplore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2019/ESP/MoldflowAdviser-Materials/files/GUIDECE785A8-8506-4060-89D7-08F42E077E5F-htm.html> [

[12]

Unión Europea. (2011). Reglamento (UE) No. 1169/2011 del Parlamento Europeo y del Consejo de 25 de Octubre de 2011, sobre la información alimentaria facilitada al consumidor. Diario Oficial de la Unión Europea, 304/18.

4. Análisis de la situación actual

4.1. Introducción

Se realiza un estudio detallado de la línea de envasado de almidón y modificados que busca encontrar soluciones que puedan satisfacer los siguientes objetivos: **fiabilización** de la línea, mejora de la **productividad** y aumento de **calidad** de producto final.

4.2. Descripción del proceso de envasado

En el secadero de almidón y modificados, se dispone de depósitos para almacenar los productos secos, antes de su acondicionamiento para la venta. La venta puede ser a granel y en sacos o sacos de distintas capacidades. En el código del artículo se puede ver el tipo de acondicionamiento de envase y/o granel.

Tabla 4. Artículos envasados por tipología de envase y paletizado.

MATERIAL	MATERIAL DESCRIPTION	TIPOLOGÍA DE MATERIAL	SACO	PALETIZACIÓN	SPEC	FECHAS	CLIENTE ESPECIAL	ETIQUETA
510000919	MAIZE STARCH STD BAGRF 25KG/90 WIP	ALMIDÓN NATIVO	23U	5X8	SPEC_012	MD + BBD	-	-
510000960	MAIZE STARCH STD BAGRF 25KG WIP CT40	ALMIDÓN NATIVO	23U	5X8	SPEC_005	MD + EXP	EXPORT GENERAL	-
510000960	MAIZE STARCH STD BAGRF 25KG WIP CT40	ALMIDÓN NATIVO	23U	5X8	SPEC_006	MD + EXP (2 AÑOS)	SAUDH BHAR FOOD INDUSTRIES LT	
510000962	MAIZE STARCH STD BAGRF 25KG WIP CT20	ALMIDÓN NATIVO	23U	MultiPack (2x5/3x8/7x7)	SPEC_005	MD + EXP	EXPORT GENERAL	-
510000966	MAIZE STARCH STD BAGRF 25KG/40 WIP WIND	ALMIDÓN NATIVO	23U	5X8	SPEC_005	MD + EXP	MELUNNE	
510000967	MAIZE STARCH STD BAGRF 25KG/40 WIP	ALMIDÓN NATIVO	32A	5X8	SPEC_005	MD + EXP	AGRIENT & AFF	
510000968	MAIZE STARCH STD BB 62B 1000KG WIP	ALMIDÓN NATIVO	62B	-	SPEC_012	MD + BBD	-	-
510000974	MAIZE STARCH B BAGRF 25KG/72 WIP	ALMIDÓN NATIVO	23U	4X8	SPEC_012	MD + BBD	-	-
510000975	MAIZE STARCH B 88 62B 1000KG WIP	ALMIDÓN NATIVO	62B	-	SPEC_012	MD + BBD	-	-
510000993	MAIZE STARCH N HV BAGRF 25KG/40 WIP	ALMIDÓN NATIVO	23U	5X8	SPEC_005	MD + EXP	-	-
510000995	MAIZE STARCH N TCF 88 62B 1000KG WIP	ALMIDÓN NATIVO	62B	-	SPEC_005	MD + EXP	-	-
510000112	MAIZE STARCH SF 88 62J 1000KG WIP	ALMIDÓN NATIVO	62B	-	SPEC_005	MD + EXP	-	-
510000181	WAXY STARCH N 200 BAGRF 25KG/90 WIP	ALMIDÓN NATIVO	23U AN.	5x8	SPEC_012	MD + BBD	-	-
510000183	WAXY STARCH N 200 88 62B 1000KG WIP	ALMIDÓN NATIVO	62B	-	SPEC_012	MD + BBD	-	-
510000185	AMYLO STARCH N 400 BAGRF 25KG/40 WIP	AMYLO	23U AN.	5x8	SPEC_012	MD + BBD	-	-
510000187	AMYLO STARCH N 400 88 62B 1000KG WIP	AMYLO	62B	-	SPEC_012	MD + BBD	-	-
510000173	CLEARAM CH 20 20 BAGRF 25KG/40 WIP	WAXY MODIFICADO	23U	5x8	SPEC_012	MD + BBD	-	-
510000178	CLEARAM CH 20 20 BAGRF 25KG WIP CT	WAXY MODIFICADO	23U	5x10	SPEC_005	MD + EXP	EXPORT GENERAL	-
510000178	CLEARAM CH 20 20 BAGRF 25KG WIP CT	WAXY MODIFICADO	23U	5x10	SPEC_006	MD + EXP (2 AÑOS)	BAFARAT	
510000188	CLEARAM CH 20 20 88 62B 1000KG WIP	WAXY MODIFICADO	62B	-	SPEC_012	MD + BBD	-	-
510000195	CLEARAM CH 40 20 BAGRF 25KG/40 WIP	WAXY MODIFICADO	23U	5X8	SPEC_012	MD + BBD	-	-
510000196	CLEARAM CH 40 20 BAGRF 25KG/72 WIP	WAXY MODIFICADO	23U	4X8	SPEC_012	MD + BBD	-	-
510000197	CLEARAM CH 50 20 BAGRF 25KG/40 WIP	WAXY MODIFICADO	23U	5X8	SPEC_012	MD + BBD	-	-
5100001801	CLEARAM CH 80 20 88 62B 1000KG WIP	WAXY MODIFICADO	62B	-	SPEC_005	MD + EXP	-	-
5100001801	CLEARAM CH 80 20 88 62B 1000KG WIP	WAXY MODIFICADO	62B	-	SPEC_012	MD + BBD	-	-
5100001871	STARCH M B 905 R 88 62J 1000KG WIP	ALMIDÓN MODIFICADO	62B	-	SPEC_005	MD + EXP	-	-
5100001878	CLEARAM MB 70 BAGRF 25KG/40 WIP	ALMIDÓN MODIFICADO	23U	5X8	SPEC_XXX	MD + BBD + EXP	-	-
5100001883	CLEARAM MB 80 BAGRF 25KG/40 WIP	ALMIDÓN MODIFICADO	23U	5X8	SPEC_XXX	MD + BBD + EXP	-	-
5100001891	CLEARAM MB 78 BAGRF 25KG/40 WIP	ALMIDÓN MODIFICADO	23U	5X8	SPEC_XXX	MD + BBD + EXP	-	-
5100001927	RECLASSIFIED STARCH 88 62J 1000KG	ALMIDÓN NATIVO	62B	-	SPEC_005	MD + EXP	-	-
5100002096	CLEARAM CH 30 20 BAGRF 25KG WIP CT20	WAXY MODIFICADO	23U	5X8	SPEC_005	MD + EXP	-	-
5100002097	CLEARAM CH 40 20 BAGRF 25KG WIP CT20	WAXY MODIFICADO	23U	5X8	SPEC_005	MD + EXP	-	-
5100002098	MAIZE STARCH N HV BAGRF 25KG WIP CT20	ALMIDÓN NATIVO	23U	5X8	SPEC_005	MD + EXP	-	-
5100002541	AMYLO STARCH N 400 BAGRF 25KG CT40	AMYLO M-8005	23U AN.	5X8	SPEC_006	MD + EXP (2 AÑOS)	-	-
5100001174	CLEARAM MB 78 88 62B 1000KG WIP	ALMIDÓN MODIFICADO	62B	-	SPEC_XXX	MD + BBD + EXP	-	-

Para el envasado se dispone de una instalación de envasado sita en la nave de envasado.

Para el detalle de la explicación del proceso utilizaremos el plano *INSTALACIÓN INDUSTRIAL NAVE DE ENVASADO* con título: *DISTRIBUCIÓN EN ALZADO 4 PLANTAS*. Todos los esquemas con los que se detalla el proceso forman parte del plano antes mencionado que se encuentra en los anexos.

Desde los depósitos de almacenamiento del secadero de almidón por transporte neumático se pasa a los silos de envase (1)

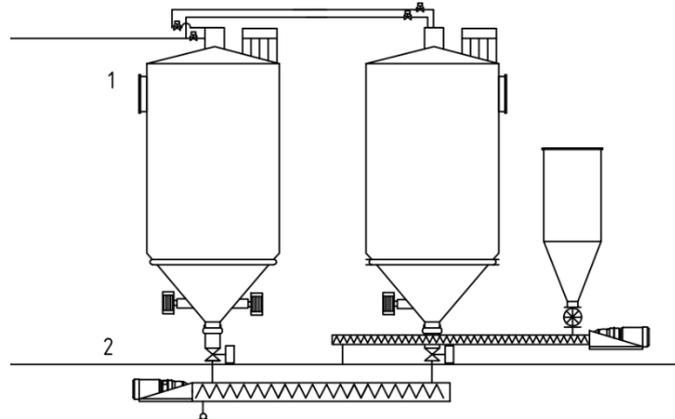


Imagen 10. Parte del plano Instalación industrial nave de envasado donde se muestran componentes 1 y 2.

desde donde tras pasar por el sinfín (2) y tamices gerike de 500mm de seguridad (3) se alimentan las tolvas de las envasadoras(4).

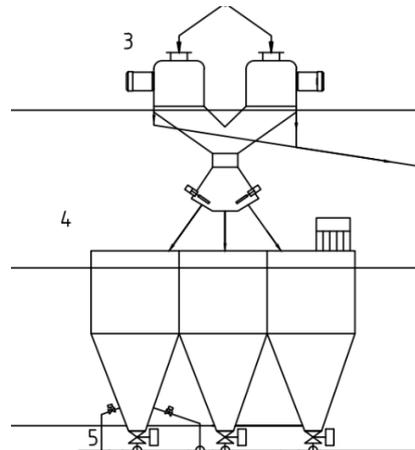


Imagen 11. Parte del plano Instalación industrial nave de envasado donde se muestran componentes 3 y 4.

Desde las tolvas de envasado (4) se alimentan las 3 envasadoras colocadas en perpendicular a la cinta de transporte (5) donde encontraremos seguidamente el detector de metales (7), el control de pesado (8) y la impresora de sacos (9).

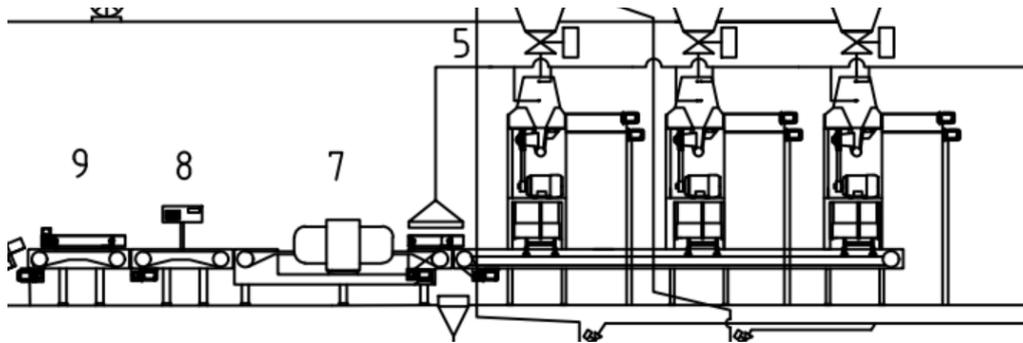


Imagen 12. Parte del plano Instalación industrial nave de envasado donde se muestran componentes 5,7,8 y 9.

En la planta inferior a la instalación de las envasadoras (5) y alineadas con ellas se encuentran las envasadoras de big bags (6).

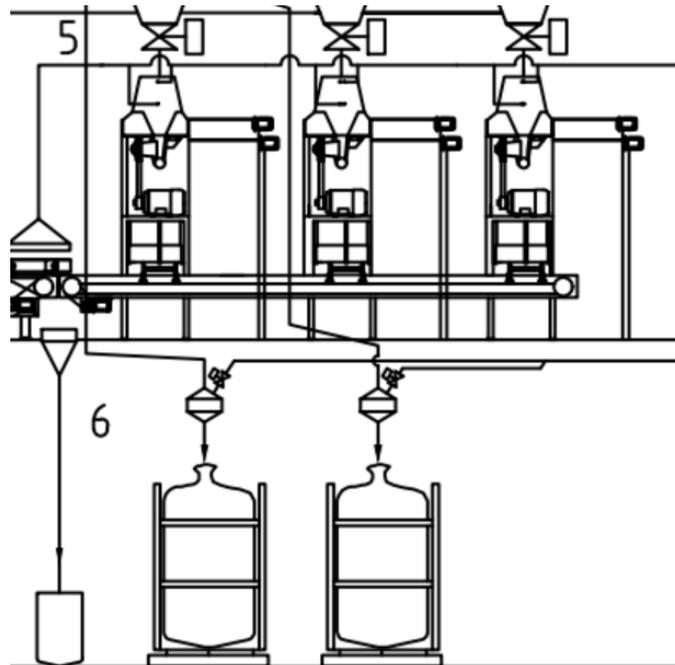


Imagen 13. Parte del plano Instalación industrial nave de envasado donde se muestran componentes 5 y 6.

El producto envasado una vez ha recorrido los distintos controles que encontramos en la línea de transporte pasa a ser paletizado.

Para ello se utiliza una cinta de transporte (10) colocada en ángulo que permite desplazar el producto hasta la aplanadora de sacos (11) y posteriormente a la paletizadora (12), donde se forma el mosaico que especifique el código de producto encima del palet.

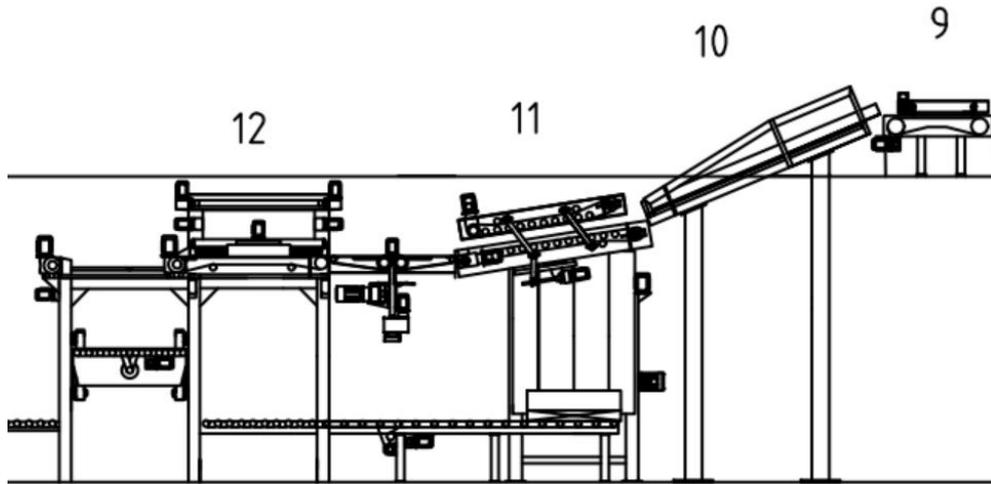


Imagen 14. Parte del plano Instalación industrial nave de envasado donde se muestran componentes 9,10,11 y 12.

La paletizadora termina de formar el mosaico y coloca el palet sobre un tren de rodillos en la planta baja de la nave donde encontramos la instalación.

El tren de rodillos conduce el palet a través de la valla de seguridad (13) que da paso a la enfardadora (14) donde el producto queda flejado y posteriormente etiquetado y registrado en el sistema con el último componente de la instalación, el lector de etiquetas (15).

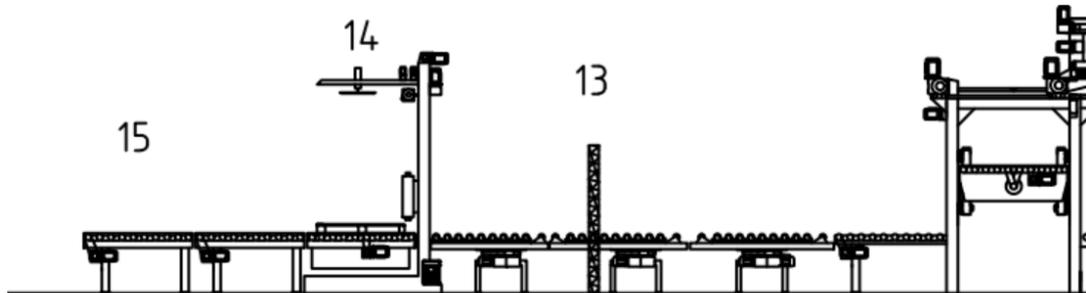


Imagen 15. Parte del plano Instalación industrial nave de envasado donde se muestran componentes 13,14 y 15.

4.3. Detección de necesidades en el proceso de envasado

Tras el análisis detallado de la instalación pasamos a listar las distintas deficiencias o posibilidades de mejoras detectadas.

El primero de los problemas se detecta en el mismo proceso de envasado, concretamente en el **termosellado de los sacos y la lectura de la impresión**.

No hay un sistema que permita identificar una falta de calidad en ninguno de estos aspectos en la instalación por lo que nos encontramos con que suelen llegar a los clientes sacos con bocas abiertas o mala impresión.

Por tanto la primera necesidad consiste en diseñar un **sistema de detección y rechazo de sacos** que contengan este tipo de deficiencias.

Esta primera solución se diseña para cubrir el problema de **fiabilización** de la línea.

Siguiendo el recorrido de la línea el segundo de los problemas se encuentra en el transporte neumático de muestras. En el caso del almidón producido en Roquette Laisa S.A. se trata de producto de alimentación por lo que requiere de numerosos análisis realizados in situ en un laboratorio.

Para realizar el análisis el operario a cargo de la línea debe enviar una muestra del producto envasado al laboratorio y esto se hace mediante un transporte neumático que conecta la instalación directamente con el laboratorio.

Para el envío el operario coloca la muestra en un tubo de envío que posteriormente se coloca en la tubería de transporte. El envío suele iniciarse unos 3 minutos después de activarlo, durante este tiempo el bote de envío debe mantenerse en la tubería de transporte, por lo que se necesita diseñar una pieza que soporte

En el transporte neumático de muestras, **la pieza que sujeta los botes de las muestras**, no tiene la fuerza suficiente como para sujetar el bote que recoge el producto a enviar. Se plantea la necesidad de **diseñar una nueva pieza que soporte el peso de este recipiente con la muestra de 0.5 kg en el interior**.

Puesto que en este caso el transporte se iniciará sin necesidad de requerir el soporte y fuerza de la activación manual por parte del operario esta solución cubrirá el problema de **productividad** de la línea.

La tercera de las ineficiencias corresponde al **diseño gráfico del envase del producto**, en este caso los sacos de 25 kg donde se envasan los diferentes almidones. Se requiere diseñar un envase que contenga la información necesaria para productos de consumo alimentario y que a su vez indique por sí mismo el producto contenido en el interior.

Esta solución corresponderá a una **mejora de calidad** del envasado.

Se estudiarán los tres problemas por separado.

5. Fiabilización de la línea

5.1. Detección de errores de sellado e impresión en sacos

El objetivo se centra en la captura y procesamiento de sacos para el control de calidad de las siguientes tareas:

- Sellado: Comprobar el correcto sellado de los sacos de forma temprana y automática para evitar posibles problemas de fugas y/o deterioro del material.
- Impresión: Comprobar la correcta impresión de los códigos realizados en cada uno de los sacos de forma temprana y automática. Esta tarea se divide en dos subtareas:
 - Calidad de impresión: Detectar posibles errores en la impresión (borroso, ausencia de códigos, etc.)
 - Lectura de los códigos: Procesamiento y reconocimiento de los códigos de interés seleccionados por el cliente

5.1.1. Errores en sellado

El cierre de los sacos se realiza por termosellado una vez el producto se encuentra en el envase. Este termosellado muchas veces genera problemas si la pinza de termosellado que contiene el sistema de la envasadora no trabaja a temperatura correcta o no está calibrada en la posición adecuada.

En este momento no hay ningún sistema de reconocimiento y rechazo de este tipo de errores por lo que se decide implementar un sistema de captura de imágenes que, colocado en la cinta de transporte, permita identificar fugas en la boca del saco para su posterior rechazo.

Para seleccionar el sistema de identificación se analizan los distintos sistemas de iluminación para detección en aplicaciones de visión artificial.

- Luz frontal



Imagen 16: Esquema explicativo técnica luz frontal.

La cámara se posiciona mirando al objeto en la misma dirección que la luz. Esto reduce las sombras, suaviza las texturas y minimiza la influencia de rayas, polvo e imperfecciones que pueda tener el objeto. La cámara recibe la luz reflejada del objeto. Este tipo de iluminación se consigue mediante anillos de luz.

Aplicaciones: Indicada para superficies con pocos reflejos: papel, tela... para la detección de marcas de diferentes colores, caracteres y detección de todo lo que suponga un cambio de color en prácticamente cualquier superficie.

Ventajas: Elimina sombras, se puede utilizar a grandes distancias cámara/objeto.

Inconvenientes: Intensos reflejos sobre superficies reflectantes.

- Luz lateral



Imagen 17: Esquema explicativo técnica luz lateral.

La cámara se posiciona mirando al objeto mientras que la dirección de la luz es lateral al objeto. El grado de inclinación del elemento emisor de luz vendrá determinado por el grado deseado de resalte de los relieves.

Aplicaciones: Indicada para resaltar bordes, rayas y fisuras en una dirección determinada.

Ventajas: Resalta los relieves por pequeños que sean de los objetos, resultando una sombra muy definida.

Inconvenientes: Con ángulos pequeños respecto a la horizontal, la luz producirá sombras en todos los relieves y en el contorno de la pieza.

- Iluminación por campo oscuro (Darkfield)



Imagen 18: Esquema explicativo técnica Darkfield.

La luz es emitida lateralmente con un ángulo muy pequeño mediante un anillo en todas las direcciones, rebotando en los defectos del objeto a analizar e incidiendo en la cámara.

Aplicaciones: Indicada para resaltar incrustaciones y códigos alfanuméricos con poco contraste en metal sobre metal o gris sobre gris. Muy utilizada en la verificación de grabados tipo láser o troquel.

Ventajas: Destaca los detalles en superficies con muy poco contraste.

Inconvenientes: No es recomendable en superficies que absorban la luz.

- Iluminación por contraste (Backlight)

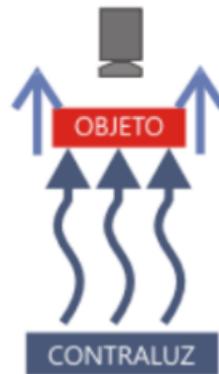


Imagen 19: Esquema explicativo técnica Backlight.

La luz es emitida desde la parte posterior del objeto quedando este entre la fuente de iluminación y la cámara. La iluminación tiene que ser uniforme en toda la superficie del objeto. La cámara inspecciona la silueta del objeto por contraste pudiendo realizar mediciones de alta precisión.

Aplicaciones: Indicada para la inspección de la silueta del objeto. Utilizada también en materiales translúcidos o transparentes para detectar manchas, rayas, grietas, etc.

Ventajas: Permite inspecciones de siluetas con mediciones muy precisas y de impurezas en los objetos transparentes o translúcidos.

Inconvenientes: No permite reconocer los detalles superficiales del objeto, códigos, inscripciones, etc.

- Iluminación Axial difusa



Imagen 20: Esquema explicativo técnica iluminación axial difusa.

La luz es emitida lateralmente siendo reflejada 90° por un espejo semitransparente que desvía los haces de luz en la misma dirección que el eje de la cámara, consiguiendo una luz difusa homogénea. En superficies planas reflectantes si no se utiliza este método de iluminación, la cámara vería reflejado su propio objetivo.

Aplicaciones: Indicada para la inspección superficies planas reflectantes, como PCB, etiquetas reflectantes, inspección de impresión sobre aluminio o cavidades profundas.

Ventajas: Permite inspecciones de códigos en materiales altamente reflectantes.

Inconvenientes: No permite reconocer relieves en el objeto.

- Iluminación difusa Tipo Domo

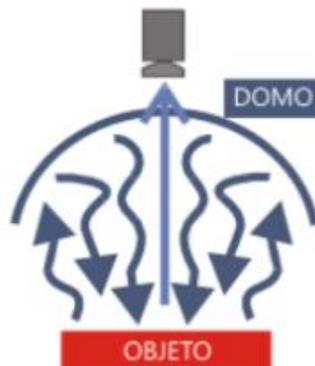


Imagen 21: Esquema explicativo técnica iluminación difusa tipo Domo.

La luz es emitida dentro de una cúpula esférica resultando una luz difusa desde todas direcciones, eliminando sombras y reflejos, suavizando texturas y minimizando la influencia de rayas, polvo, relieves y curvaturas que pueda tener el objeto inspeccionado. A este tipo de iluminación también se le denomina iluminación de día nublado por no producir ningún tipo de sombra al objeto.

Aplicaciones: Indicada para la inspección de superficies tales como: instrumental médico, espejos, compact disk, latas, etc.

Ventajas: Eliminación de sombras y minimización de arrugas, polvo y relieves.

Inconvenientes: Coste elevado.

Se selecciona Darkfield como técnica de iluminación para la captura de imágenes de fugas puesto que es la más indicada para resaltar con poco contraste y en nuestro caso la cinta de transporte es negra, además en este caso se intenta detectar fuga de polvo y esta técnica es la más ventajosa en cuanto a destacar detalles en superficies con poco contraste.

Además, se opta por utilizar un espectro de luz no visible (IR) con el fin de evitar posibles problemas con la iluminación del entorno.

Una vez seleccionada la técnica a emplear en el sistema de detección el primer paso es preparar un sistema de captura que permitiera obtener imágenes del problema a detectar.

La configuración utilizada es:

- Captura de imágenes: Cámara y óptica con filtro paso banda IR.



Imagen 22. Aida Imaging UHD6G-200 4K-30 6G-SDI POV Camera

- Sistema de iluminación: Matriz de LEDs IR situados perpendicularmente a la normal de la cámara.

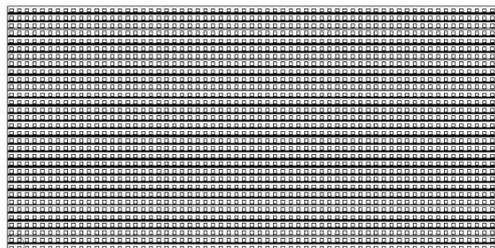


Imagen 23. Matriz de LEDs LDM-6432-P5-BLE4-1

- Detección paso de sacos y trigger de captura de imágenes: fotocélula reflexiva.



Imagen 24. Fotocélula rectangular Sick, Sistema Reflex, alcance 6 m, salida NPN, Conector M8, IP67

Decidido el equipo de la configuración pasamos a la etapa de experimentación de la solución con captura de imágenes en entorno limpio: utilizando un saco defectuoso de muestra, verificando que es necesario realizar un golpe sobre el saco para provocar la expulsión de material que será detectada por el sistema de captura.

Se realizan los siguientes trabajos de análisis:

1. Montaje de sistema de adquisición: El primer paso a realizar es el montaje de un sistema de adquisición con el que obtener imágenes reales del problema a resolver

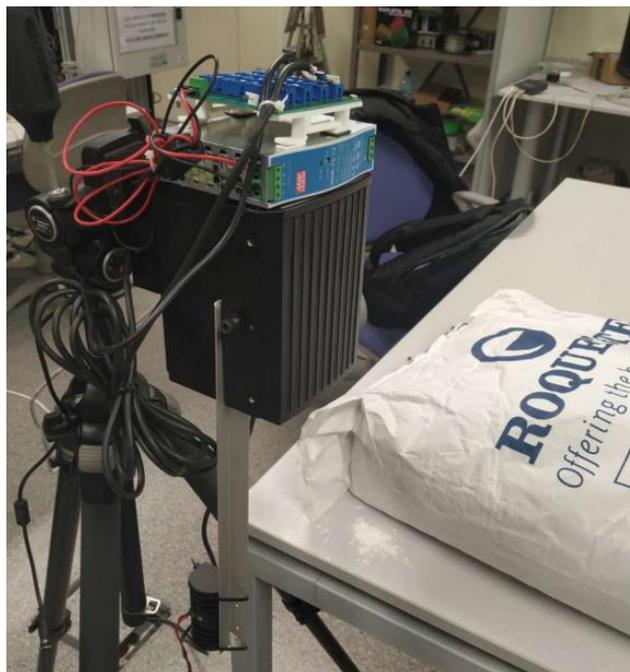


Imagen 25. Sistema de captura y pruebas en entorno limpio.

2. Captura de imágenes



Imagen 26. Primera captura de fuga de material.

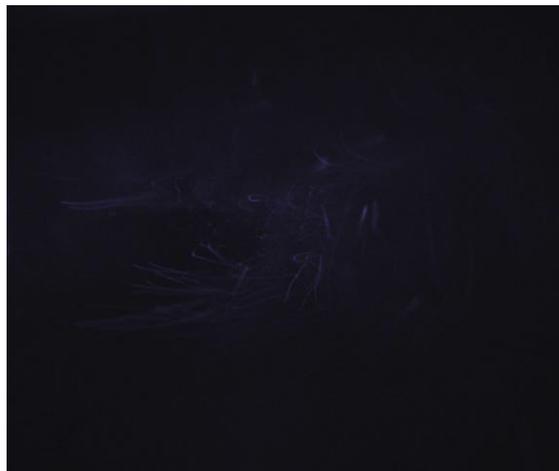


Imagen 27. Segunda captura de fuga de material.

3. Revisión de algoritmos y procesamiento: Revisión de los posibles algoritmos/librerías a utilizar para analizar la viabilidad de la solución.

El objetivo es diferenciar entre imágenes de sacos bien sellados y de sacos con sellado incorrecto. Atendiendo al tipo de tarea y a los algoritmos disponibles se plantean dos opciones:

- Algoritmos basados en Machine Learning

Una de las opciones analizadas utiliza algoritmos de Background Subtraction basados en un clasificador KNN (K-nearest neighbours), utilizando por un lado las imágenes de fondo de la escena y por otro lado las imágenes capturadas del momento de paso del saco. A continuación se muestran las respectivas imágenes del proceso:



Figure 5: Background



Figure 6: Foreground



Figure 7: Segmentation

Imagen 28. Proceso captura de imágenes: background, foreground y segmentation.

- Algoritmos basados en Deep Learning

La segunda opción es la utilización de algoritmos Deep Learning y Redes Neuronales Convucionales. Las casi 200 imágenes tomadas en el proceso de experimentación se separan en tres grupos (entrenamiento, validación y test), siendo la parte de entrenamiento del 80% para aprovechar el reducido volumen de instancias de ejemplo de las que se disponen.

Para sacar el máximo partido de este conjunto y con el objetivo de evitar el sobreentrenamiento se incluye el data augmentation moderado-alto en diferentes aspectos.

Finalmente se deciden emplear algoritmos basados en Deep Learning.

Realizados los trabajos de análisis previos y su viabilidad se procede al montaje en la línea de envasado.

A continuación algunas imágenes del montaje in situ:



Imagen 29. Sistema de captura instalado en la línea de producción real.

Tras el montaje in situ se obtienen dos conclusiones operativas:

1. Necesidad de modificación de ángulo de las cintas, generando un escalón que haga que se expulse el material cuando el saco no esté bien sellado.
2. Instalación de sistema de detección de imágenes.

Para resolver ambas soluciones se proponen las distintas modificaciones:

Esquema modificación sobre la línea que podemos encontrar detallado en el plano con Instalación industrial nave de envasado, título: solución rechazo localización de las cámaras y redistribución.

Como puede observarse se realiza una inclinación de la cinta de pesado (2) de 5° y se instala la cámara de captura de fugas (3) en la posición donde se genera el escalón.

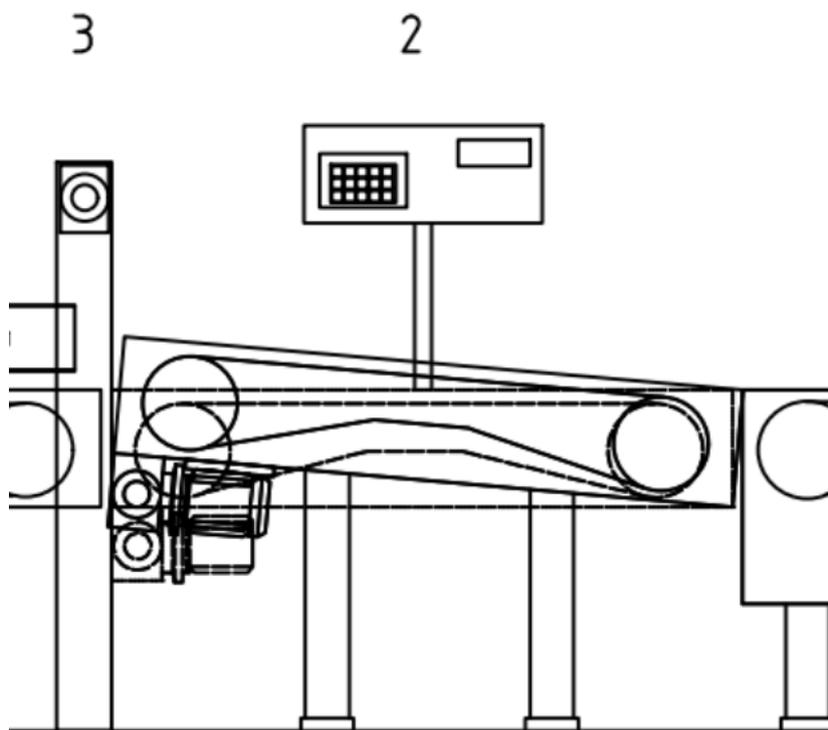


Imagen 30. Esquema de modificación de la línea y posicionamiento de la cámara.

5.1.2. Errores en impresión

La impresión de códigos en los sacos envasados se realiza mediante el sistema de impresión de la empresa Markem Image piezo 5940 G.



Imagen 31. Impresora Markem Image piezo 5940 G.

Se trata de un sistema compuesto por controlador, cabezal y interfaz de usuario. Es un sistema de alta fiabilidad aunque sin el apropiado mantenimiento tiende a una fácil obstrucción del cabezal de impresión.

Con la ayuda de la siguiente imagen se ilustra la información que ha de quedar registrada en cada saco:

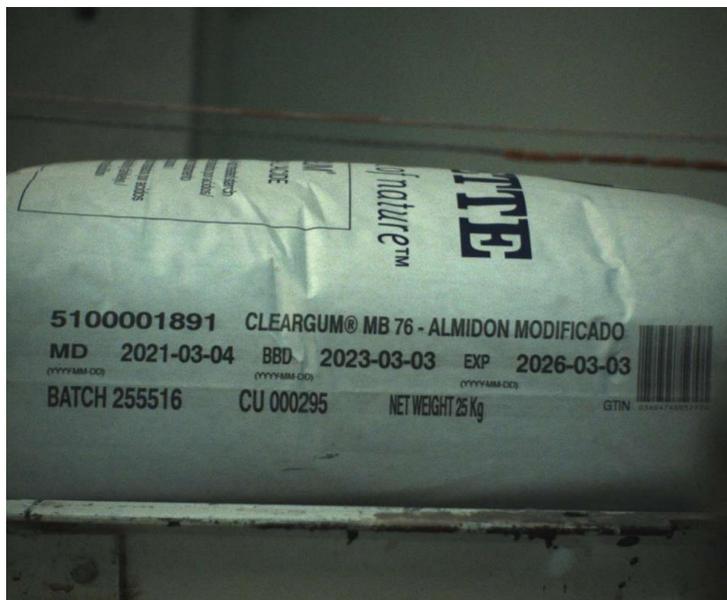


Imagen 32. Información en marcado de sacos.

- Código del producto envasado: 5100001891

- Descripción del producto envasado: CLEARGUM R MB 76 - ALMIDÓN MODIFICADO
- Manufacturing date (fecha de fabricación) MD: 2021-03-04
- Best before date (fecha de consumo preferente) BBD: 2023-03-03
- Expiry date (fecha de expiración) EXP: 2026-03-03
- Batch (Lote de envasado): 255516
- Code Unit (código unitario): CU 000295
- Net Weight (Peso neto): 25 Kg
- Código de barras

Se trata de verificar si la impresión es correcta.

Para este caso emplearemos exactamente el mismo método de detección que en el caso expuesto en el apartado anterior **4.1.1. Errores en sellado**.

Se empleará una segunda cámara de detección que colocaremos a la salida del cabezal de impresión. Para ello se requieren una serie de modificaciones en la línea, con lo que el nuevo posicionamiento del cabezal de impresión y de la cámara de detección tras diversas pruebas in situ quedaría como en el siguiente esquema, obtenido del plano Instalación industrial nave de envasado, título: solución rechazo localización de las cámaras y redistribución.

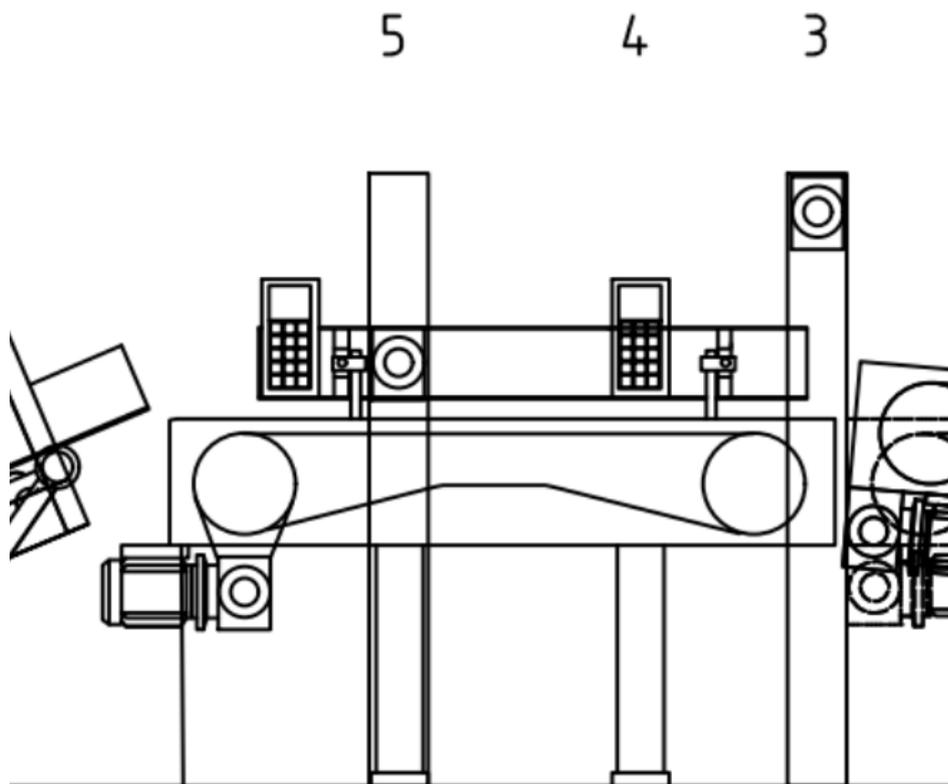


Imagen 33. Esquema de modificación de la línea y posicionamiento de la segunda cámara y cabezal.

En el anterior esquema podemos ver la localización de la cámara de detección de fugas en la boca del saco (3), el nuevo posicionamiento del cabezal de impresión (4) y la posición de la cámara de captura de errores en impresión (5).

5.2. Sistema de rechazo

Rechazar los productos que no cumplan los estándares es esencial para que los fabricantes de productos alimentarios puedan cumplir las normativas del sector como, por ejemplo, la Global Food Safety Initiative (GFSI), el British Retail Consortium (BRC), la Food Safety System Certification 22000 (FSSC 22000), la legislación china sobre seguridad alimentaria y el International Featured Standard for Food (IFS). Además, los gobiernos cuentan con sus propias normativas, como la Ley de Modernización de la Inocuidad de los Alimentos en EE. UU. o la Directiva 1169/2011 de la Unión Europea.

Asimismo, la separación de los productos válidos de los que no lo son es fundamental para salvaguardar el bienestar y la salud de los consumidores, proteger la reputación de la marca y mantener relaciones sólidas con los comerciantes.

Además de instalar tecnologías de inspección de productos de alto rendimiento para detectar cualquier problema de calidad como los descritos en los apartados anteriores 4.1.1 y 4.1.2, los fabricantes también deben asegurarse de disponer de sistemas de rechazo automatizados para optimizar la retirada de los productos que no cumplan los estándares o las normativas.

5.2.1. Factores a tener en cuenta para el diseño del sistema de rechazo

- Dimensiones del producto y cómo se presenta en el sistema de inspección
Las dimensiones totales del saco envasado son de 53 cm de ancho, 58 cm de largo y 15 cm de fondo. Su peso total es de 25 kg con tolerancia de $\pm 5\%$.
El saco se presenta en horizontal sobre la cinta de transporte, de forma que el largo del saco queda en paralelo a las guías de la cinta. El sistema de inspección se sitúa en el lateral de la cinta de transporte.
- Envase del producto
Se trata de un saco Kraft blanco semi-extensible de alta porosidad y espesor $80 \text{ g/m}^2 \pm 5\%$.
- Ubicación del sistema de inspección
Esto queda definido en el apartado **4.1.1. Errores en sellado**
- Ancho del transportador de la línea
El ancho de la cinta transportadora es de 60 cm.

- Condiciones ambientales de la línea

La línea se encuentra situada en la nave de envasado, ubicación con condiciones de temperatura estables entre 20-25°C. Puesto que el envasado es de producto en polvo nos encontramos en una zona ATEX o de atmósfera explosiva por lo que todos los equipos de la instalación deben estar preparados para estas condiciones.

5.2.2. Estudio de mercado

Este estudio de mercado tiene como objetivo analizar los diferentes diseños de dispositivos de rechazo de peso disponibles en el mercado. Se investigarán los diseños más comunes, su eficacia, características técnicas y aplicaciones en diversas industrias. Además, se evaluarán las tendencias actuales y las oportunidades de mejora en el diseño de estos dispositivos.

Introducción

Se proporcionará una visión general de la importancia de los dispositivos de rechazo de peso en las operaciones de las cintas transportadoras. Se destacó la necesidad de un diseño eficiente y confiable para garantizar una detección y rechazo precisos de objetos no deseados.

Los dispositivos de rechazo de peso desempeñan un papel crucial en las operaciones de las cintas transportadoras en varias industrias. Aquí se presentan algunas de las razones por las cuales son importantes:

- **Control de calidad:** Los dispositivos de rechazo de peso permiten mantener altos estándares de calidad al detectar y eliminar productos defectuosos, contaminados o fuera de las especificaciones. Esto ayuda a evitar que los productos no deseados lleguen al mercado, protegiendo la reputación de la empresa y garantizando la satisfacción del cliente.
- **Seguridad alimentaria:** En la industria alimentaria, los dispositivos de rechazo de peso son fundamentales para garantizar la seguridad de los productos. Pueden detectar y rechazar objetos extraños, como fragmentos metálicos o piedras, que podrían causar daños a los consumidores o comprometer la integridad del producto.
- **Cumplimiento normativo:** Muchas industrias tienen regulaciones estrictas en cuanto al peso de los productos. Los dispositivos de rechazo de peso aseguran que los productos cumplan con los requisitos de peso establecidos por las autoridades reguladoras, evitando sanciones y problemas legales.

- **Eficiencia y productividad:** Al eliminar productos defectuosos o no conformes de manera automática y precisa, los dispositivos de rechazo de peso mejoran la eficiencia y la productividad de las operaciones de la cinta transportadora. Reducen la necesidad de inspecciones manuales y agilizan el proceso de producción.
- **Ahorro de costos:** La detección temprana y el rechazo de productos no conformes o defectuosos ayudan a evitar costos adicionales relacionados con devoluciones, reclamaciones de garantía y pérdida de clientes. Además, al prevenir la contaminación de productos, se minimizan los costos asociados con retiradas masivas del mercado y posibles litigios.
- **Optimización del flujo de producción:** Los dispositivos de rechazo de peso se pueden integrar en la línea de producción para clasificar y separar productos según su peso. Esto permite una mejor planificación de la producción y optimiza el flujo de trabajo, evitando cuellos de botella y garantizando un funcionamiento suave de la cinta transportadora.

En resumen, los dispositivos de rechazo de peso son esenciales para garantizar la calidad, la seguridad y la eficiencia en las operaciones de las cintas transportadoras. Contribuyen a mantener la integridad de los productos, cumplir con las regulaciones, maximizar la productividad y minimizar los costos asociados con productos no conformes.

Metodología utilizada en el estudio

En la realización del estudio de mercado se emplea una combinación de las metodologías de **investigación secundaria**, uso de informes de la industria, estudios de mercado anteriores, bases de datos, publicaciones académicas y gubernamentales, y sitios web especializados, **análisis de datos** y **análisis de la competencia**.

En este estudio no se emplea ninguna técnica de investigación primaria como pueden ser encuestas o entrevistas ya que aunque esta metodología es muy valiosa en la mayoría de los estudios se consideran distintos factores que no la harían adecuada, como son:

- Disponibilidad limitada de población objetivo (difícil contacto con expertos técnicos de líneas de producción de otras empresas)
- Sensibilidad de la información (ya que es muy relativa al aspecto técnico de la línea de producción de una empresa)

Diseños de dispositivos de rechazo en transportador

- **Sistema de alarma o parada de la cinta**

Los sistemas de inspección de productos pueden estar diseñados para emitir una alarma sonora y detener al transportador al detectar un problema de calidad. Los operadores de la maquinaria serán los responsables de retirar el producto de la línea de producción antes de reiniciar el equipo de inspección. Este tipo de sistema de rechazo es apto para las líneas de producción cuya velocidad sea reducida o con pocas piezas por minuto, así como con productos pesados y de gran tamaño cuya retirada con un mecanismo automatizado de rechazo no resulte práctica.

- **Chorro de aire**

Un dispositivo de rechazo por chorro de aire consta de una manguera que fuerza el paso de aire a alta presión por una boquilla. El chorro de aire resultante empuja los productos contaminados o defectuosos en dirección al recipiente de rechazo. Este tipo de dispositivo es una solución ideal para las aplicaciones en las que los productos se presentan en la línea uno por uno y con muy poca separación entre sí.

También se pueden usar chorros de aire de gran potencia para retirar paquetes de mayor tamaño. En el caso de las aplicaciones de doble línea, se pueden montar dos dispositivos de rechazo por chorro de aire en medio de ambas líneas para que retiren los paquetes independientemente hacia los recipientes de los laterales.

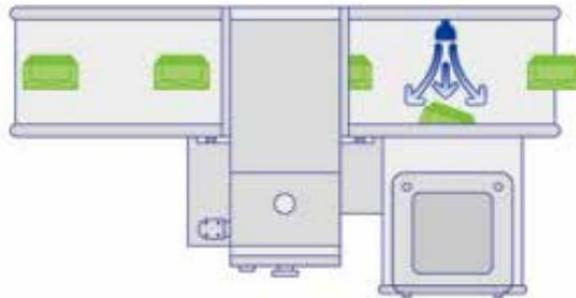


Imagen 34. Esquema funcionamiento sistema de rechazo por chorro de aire.

- **Golpeador/empujador**

Los dispositivos de rechazo por golpeador incorporan un cilindro neumático de aire comprimido y una placa montada en el eje de un pistón. Cuando se debe rechazar un artículo, el cilindro neumático se activa mediante aire comprimido y la placa que hay al final del pistón retira el artículo del transportador empujándolo. Este tipo de dispositivo de rechazo es ideal para retirar paquetes de peso entre medio y elevado con una separación y una orientación uniformes sobre una cinta transportadora estrecha. Por el contrario, no resulta apto para

productos a granel ni frágiles. Aunque los mecanismos de rechazo por golpeador/empujador se pueden ubicar al final de una línea de producción o cerca de él, también pueden estar en las fases iniciales del proceso de producción para inspeccionar en busca de productos no envasados. En el caso de aplicaciones de doble línea, se pueden montar dos dispositivos de rechazo por empujador superior en medio de ambas líneas para que retiren los paquetes independientemente hacia los recipientes de los laterales

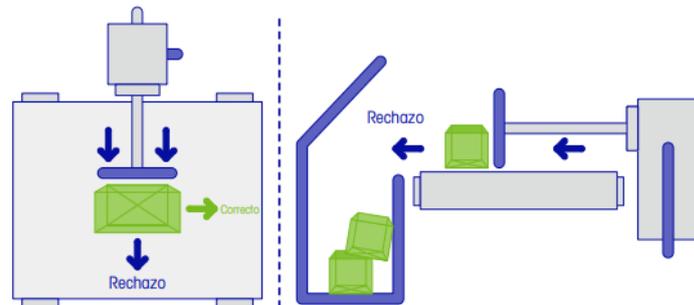


Imagen 35. Esquema funcionamiento sistema de rechazo golpeador/empujador.

- **Barrido o puerta basculante**

Los dispositivos de rechazo por barrido son similares a los dispositivos de rechazo por empujador, aunque usan una pala sobre un punto pivotante para retirar los artículos del transportador "barriéndolos" hacia un recipiente de rechazo o hacia una línea alternativa para que se clasifique el producto. Este tipo de dispositivo es apto para productos con un peso entre ligero y mediano, independientemente del formato en el que entren en el sistema de inspección.

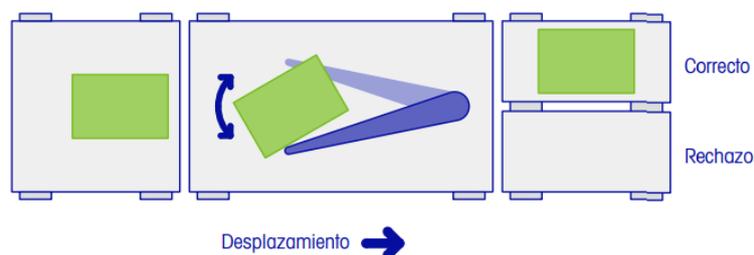


Imagen 36. Esquema funcionamiento sistema de rechazo por barrido o puerta basculante.

- **Cinta retráctil**

Las cintas retráctiles constan de un rodillo final que puede retraerse para dejar un hueco en el flujo a través del cual cae el producto. Después de rechazar el producto, el rodillo vuelve a la posición de cierre a una velocidad superior a la que se desplaza la cinta para evitar que ningún producto quede atrapado. Este tipo de dispositivo de rechazo es ideal para productos envasados y no

envasados de pesos y alturas muy diversos, y también es apto para aplicaciones multilínea.

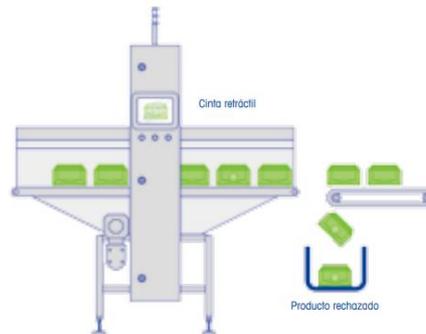


Imagen 37. Esquema funcionamiento sistema de rechazo por cinta retráctil.

- **Cinta con inversión de sentido**

Existen dos tipos de cinta con inversión de sentido (figuras 5 y 6). La inversión del sentido se produce durante un breve periodo en el transportador de inspección o en el transportador de salida, lo que permite que los productos potencialmente contaminados caigan en un recipiente de rechazo ubicado bajo la línea de producción. Este tipo de dispositivo de rechazo es ideal para aplicaciones con productos sueltos, a granel, secos o pegajosos, así como para artículos individuales colocados al azar. El uso de cintas con inversión de sentido es apto para las controladoras de peso y los detectores de metales. En la detección de metales, las cintas con inversión de sentido se suelen usar si hay productos pesados y poco espacio disponible para el dispositivo de rechazo.

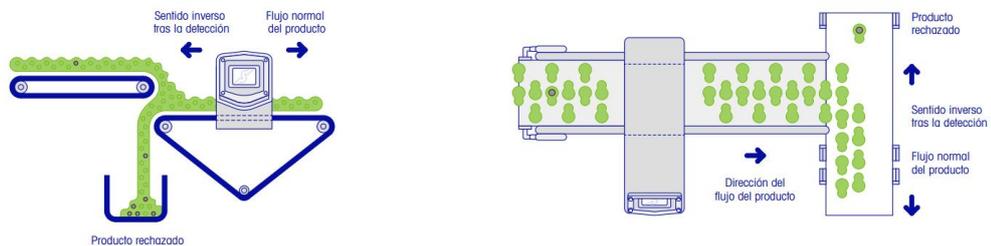


Imagen 38. Esquema funcionamiento sistema de rechazo con inversión de sentido.

Análisis de mercado

Entre los diseños de dispositivos de rechazo existentes en el mercado los tres que copan la demanda en sistemas de producción son: dispositivos de rechazo basados en aire comprimido, brazos mecánicos y eyectores neumáticos.

Los **dispositivos de rechazo basados en aire comprimido**, como las boquillas de aire, han sido ampliamente utilizados en diversas industrias, como la alimentaria,

farmacéutica y de empaquetado. Estos dispositivos ofrecen una alta velocidad de rechazo y una buena precisión en la eliminación de productos no deseados.

Los **brazos mecánicos** son comunes en las líneas de producción donde se requiere un rechazo físico de los objetos no deseados. Estos brazos suelen estar equipados con sensores para detectar la presencia de objetos y se utilizan en aplicaciones industriales, como la clasificación de productos o la eliminación de materiales defectuosos.

Los **eyectores neumáticos** son dispositivos que utilizan un flujo de aire para expulsar objetos no deseados de las cintas transportadoras. Son utilizados en industrias como la automotriz, electrónica y de empaquetado, donde se requiere una alta velocidad de rechazo y una precisión adecuada.

Existen varias empresas reconocidas en la industria de dispositivos de rechazo de peso. A continuación, se mencionan algunas de las empresas más conocidas en este campo

1. **Mettler-Toledo:** Mettler-Toledo es una empresa líder en soluciones de pesaje y análisis. Ofrece una amplia gama de dispositivos de rechazo de peso para aplicaciones industriales, incluyendo sistemas de rechazo por aire, expulsores mecánicos y sistemas de separación por gravedad.
2. **Ishida:** Ishida es un fabricante japonés especializado en equipos de pesaje y embalaje. Ofrece una variedad de dispositivos de rechazo de peso, como eyectores neumáticos y sistemas de expulsión mecánica, que se utilizan en líneas de producción de alimentos, productos farmacéuticos y otros sectores industriales.
3. **Thermo Fisher Scientific:** Thermo Fisher Scientific es una empresa líder en instrumentación y soluciones científicas. Ofrece dispositivos de rechazo de peso diseñados para la inspección y clasificación de productos en la industria alimentaria, farmacéutica y de productos químicos.
4. **Bizerba:** Bizerba es una empresa alemana especializada en tecnología de pesaje y etiquetado. Ofrece una amplia gama de dispositivos de rechazo de peso, incluyendo sistemas de clasificación y expulsión por aire comprimido, que se utilizan en aplicaciones industriales para garantizar la calidad y seguridad del producto.
5. **Loma Systems:** Loma Systems es un proveedor líder de soluciones de inspección de productos y detección de contaminantes. Además de sistemas de detección de metales y rayos X, también ofrecen dispositivos de rechazo de

peso para la eliminación precisa de productos fuera de tolerancia en líneas de producción.

Innovaciones y tendencias

En el campo del diseño de dispositivos de rechazo, se han producido varias innovaciones y tendencias en los últimos años. Estas incluyen:

- **Mayor precisión y velocidad:** Los avances en la tecnología y los sistemas de detección han permitido mejorar la precisión y la velocidad de los dispositivos de rechazo. Ahora, los dispositivos pueden identificar y eliminar objetos no deseados de manera más precisa y en tiempos más cortos, lo que mejora la eficiencia de las operaciones de las cintas transportadoras.
- **Integración de tecnologías avanzadas:** Se están integrando tecnologías avanzadas, como la visión artificial, el aprendizaje automático y la inteligencia artificial, en el diseño de dispositivos de rechazo. Estas tecnologías permiten una detección más sofisticada de objetos no deseados, lo que reduce los errores y mejora la capacidad de adaptación a diferentes productos y condiciones variables.
- **Diseños modulares y flexibles:** Los dispositivos de rechazo están siendo diseñados de manera modular y flexible para adaptarse a diferentes configuraciones y requisitos de las cintas transportadoras. Esto permite una fácil instalación, ajuste y reconfiguración según las necesidades cambiantes de la producción.
- **Mejora en la higiene y facilidad de limpieza:** En industrias como la alimentaria y farmacéutica, la higiene es de suma importancia. Los dispositivos de rechazo ahora están diseñados con materiales y acabados que cumplen con los estándares de higiene, y se están implementando características que facilitan la limpieza y minimizan la acumulación de residuos o contaminantes.
- **Conectividad y recopilación de datos:** Los dispositivos de rechazo están incorporando capacidades de conectividad, permitiendo la recopilación de datos en tiempo real sobre el rendimiento y la eficiencia de la línea de producción. Esto proporciona a los operadores información valiosa para optimizar los procesos y tomar decisiones basadas en datos.
- **Enfoque en la sostenibilidad:** Existe una creciente demanda de dispositivos de rechazo de peso que sean más sostenibles y respetuosos con el medioambiente. Los fabricantes están desarrollando soluciones que minimizan el consumo de energía, reducen el desperdicio de productos y utilizan materiales reciclables.

Análisis de la competencia

Tabla 5. Análisis sistema de rechazo Rope E-stop de IMF electronic GMBH.

Producto	Rope E-stop Switch DH, 24 V DC, Inox
Fabricante	IFM electronic GMBH
Imagen	
Material	Acero inoxidable
Descripción	Dispositivo de paro de tirón de emergencia
Enlace al producto	https://www.ifm.com/ar/es/product/ZB0075

Tabla 6. Análisis interruptor de control de direccionamiento AFU de LB Group

Producto	Interruptor de control de direccionamiento AFU a prueba de explosiones
Fabricante	LB Group
Imagen	
Material	Acero inoxidable
Descripción	Los interruptores AFU funcionan como un interruptor de "PARADA" normal o de emergencia para líneas transportadoras, grúas, descargadores y sistemas de manipulación a granel cuando se acciona el interruptor.

	Certificado para uso en áreas peligrosas clase II, división 1 y 2.
Enlace al producto	https://www.lb-group.cl/parada-de-emergencia-cinta-transportadora

Tabla 7. Análisis del sistema de rechazo por soplado de aire de DISPAC MEX.

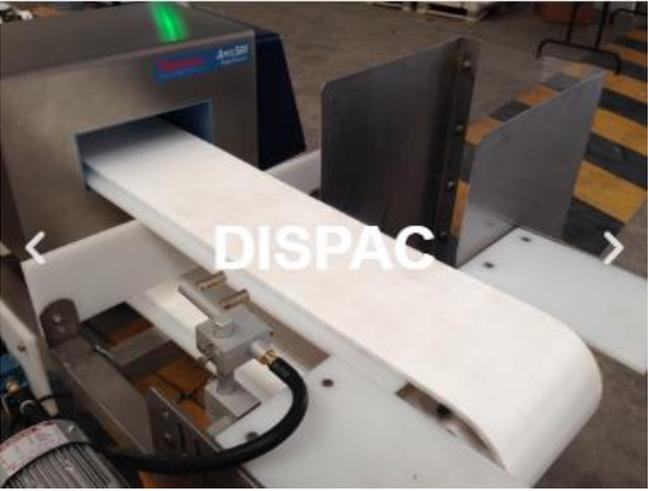
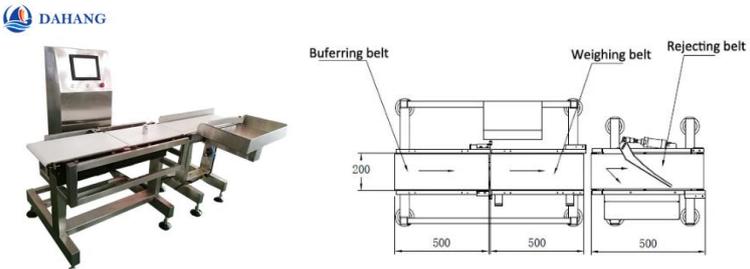
Producto	Soplador de Aire - DISPAC
Fabricante	DISPAC MÉXICO
Imagen	
Material	Acero inoxidable
Descripción	Nuestro sistema de rechazo Soplador de Aire DISPAC, es un mecanismo que se acciona arrojando aire a presión para separar el producto fallido o contaminado cuando el sistema de inspección de detector de metales o verificador de peso lo activan.
Enlace al producto	https://www.dispac.mx/maquinaria/sistemas-de-inspeccion/detectores-de-metales/dm-con-transportador/sistemas-de-rechazo/soplador-de-aire/

Tabla 8. Análisis sistema rechazador con brazo de empuje EAGLE.

Producto	Rechazador con brazo de empuje
Fabricante	EAGLE

Imagen	
Dimensiones	543 mm (21") de largo x 441 mm (17") de ancho x 251 mm (10") de alto
Rango de velocidad	Hasta 60 MPM (197 FPM)
Requisitos de potencia	Señal de control de 24VDC
Material	IP65 estándar, IP69 opcional
Consideraciones	≤5 kg (≤11 lbs) como estándar. Dependiendo del producto, se puede conseguir un mayor rechazo del mismo.
Descripción	El dispositivo de rechazo Push Arm consiste en un cilindro neumático que acciona una paleta, empujando los productos que no cumplen con las especificaciones de calidad predeterminadas en dirección a un receptáculo de rechazo. El mecanismo de rechazo del brazo de empuje es muy versátil y resulta ideal para retirar envases defectuosos de hasta 5 kg (11 libras) de peso como, por ejemplo, bolsas envasadas al vacío, cajas de cartón, bloques de queso, latas, botellas y envases de plástico. Hay disponibles rechazos de empuje más fuertes y más grandes para retirar paquetes más pesados de hasta 50 libras (23 kg).
Enlace al producto	https://www.eaglepi.com/es/products/rejectors/brazo-de-empuje/

Tabla 9. Análisis pesadora automática de control de transportador con rechazo DAHANG.

Producto	Pesadora automática de control de transportador con rechazo
Fabricante	Dahang
Imagen	

Dimensiones	500 mm * 200 mm
Rango de velocidad	120 piezas / min
Requisitos de potencia	Monofásico AC220V ± 10%, 50 / 60HZ
Material	SUS304, pulido
Consideraciones	Rango de peso del producto de pesado: (1g-5000g) Tamaño del producto de pesado: (300 * 150 * 250 mm L * W * H)
Descripción	La serie de controladoras de peso de alta precisión se aplica principalmente para el control de calidad en las industrias de alimentos, café, fideos, química diaria, etc. Podría integrarse en una variedad de líneas de producción / transporte y sistemas de transporte, pesar cada producto uno por uno y rechazar el peso incorrecto automáticamente.
Enlace al producto	https://es.checkscales.com/product-automatic-conveyor-check-weigher-with-rejector.html

Tabla 10. Análisis controlador de peso con sistema de rechazo Veserkal.

Producto	Controlador de peso con sistema de rechazo
Fabricante	Veserkal
Imagen	
Rango de velocidad	Rendimiento máximo del equipo: 75 unidades/min
Requisitos de potencia	Alimentación eléctrica: 230 V (50/60 Hz). Alimentación neumática: aire limpio y seco a 6 bar.
Material	Equipo fabricado en acero inoxidable AISI 304
Consideraciones	Tipos de configuraciones disponibles: <ul style="list-style-type: none"> ● Expulsión por trampilla ● Rechazo por aire ● Expulsión neumática

Descripción	El sistema de pesaje permite programar un número elevado de intervalos de peso. Si la lectura del peso no se encuentra dentro del rango deseado, el producto será rechazado de la línea. En cambio, si el peso se encuentra dentro del intervalo programado, este producto continuará su curso natural dentro de la línea de producción. Si se requiere, la información obtenida de dicho proceso se envía al sistema informático, con el fin de poder analizar la producción y sacar conclusiones a posteriori.
Enlace al producto	https://www.veserkal.com/soluciones/controlador-de-peso-con-sistema-de-rechazo/

Tabla 11. Análisis TYTCJ-440 - Transportador del sistema de rechazo de Wxtytech.

Producto	TYTCJ-440 - Transportador del sistema de rechazo
Fabricante	Wxtytech
Imagen	
Dimensiones	1485 * 1700 * 1400 mm
Rango de velocidad	30 m/min
Requisitos de potencia	0.5 kilovatios
Material	acero al carbono/acero inoxidable
Consideraciones	Tipos de métodos de rechazo disponibles para el equipo: empujador/viaje/golpe/basculante
Descripción	Nuestro transportador del sistema de rechazo consta de un transportador, un dispositivo neumático y un transportador de plataforma deslizante. Cuando el equipo de inspección encuentra un producto no conforme, envía una señal eléctrica al sistema de rechazo. Cuando el producto llega a la cinta del sistema de rechazo, el dispositivo neumático empuja el paquete fuera de la línea y lo deja caer sobre el transportador de lecho deslizante, completando todo el proceso de rechazo. Para acomodar diferentes tipos de bolsas, wxtytech ofrece una variedad

	de métodos de rechazo, incluidos brazos neumáticos (placas), transportadores bidireccionales, soplado, etc. Al eliminar de manera segura y efectiva las bolsas no conformes con wxtytech. Con el sistema de rechazo del transportador, se logrará un sistema de producción de empaques eficiente y exitoso.
Enlace al producto	https://es.baggingwxtytech.com/product/rejection-system-conveyor/

Tabla 12. Análisis C35 Advanced Line WD Controladora de Peso de Mettler Toledo.

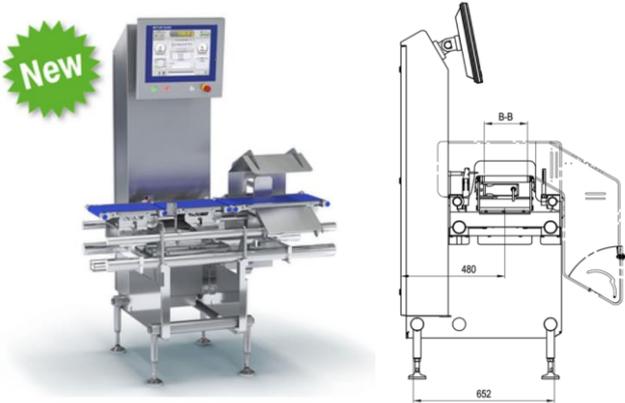
Producto	C35 Advanced Line WD Controladora de Peso
Fabricante	Mettler Toledo
Imagen	
Dimensiones	750 mm-1100 mm (± 50 mm)
Rango de velocidad	250 ppm
Material	acero al carbono/acero inoxidable
Consideraciones	Rango de pesaje: 25 g - 7000 g
Descripción	Construido para entornos exigentes, el modelo C35 combina una precisión sin concesiones a altas velocidades con un diseño de sistema estable y resistente que, incluida la HMI, cuenta con una clasificación IP69 completa y es resistente a la mayoría de detergentes cáusticos y a la limpieza a alta presión.
Enlace al producto	https://www.mt.com/es/es/home/products/Product-Inspection_1/checkweighing/C35-Washdown.html#documents

Tabla 13. Análisis ES-W 5300/5400 de la marca ESPERA.

Producto	ES-W 5300/5400 Controladora de peso adaptable
Fabricante	ESPERA
Imagen	
Dimensiones	AN 178 x AL 250/325/400/500 mm AN 270 x AL 250/325/400/500 mm AN 350 x AL 400/600 mm
Rango de velocidad	hasta 80 m/min
Requisitos de potencia	100 a 240 VA, 50/60 Hz
Material	acero inoxidable AISI 304
Consideraciones	La flexible configuración de longitud de cintas, bandas y sistemas de clasificación, permite su fácil integración en las líneas de producción ya existentes o como solución independiente.
Descripción	Basándonos en nuestra larga experiencia en tecnología de pesaje, la nueva controladora de peso ES-W 5000 le ofrece excelentes funciones respecto al diseño higiénico, el fácil manejo de la interfaz y la flexibilidad de configurar su Checkweigher en relación a la longitud de las correas, tamaño de las bandas y opciones del rechazador. Todo de manera individual según sus necesidades y exigencias de la producción. Con esta nueva generación de controladoras de peso, pueden utilizarse diferentes opciones de rechazo en un solo sistema, bien sean de tipo rechazador, receptor, aleta o aire.

Enlace al producto	https://www.espera.com/fileadmin/downloads/ES/broschueren/Kontrollwagen/ESPERA_Checkweigher_ES.pdf
---------------------------	---

Tabla 14. Análisis CONTROLADORA DINÁMICA DAS de la marca Anapesing.

Producto	CONTROLADORA DINÁMICA DAS
Fabricante	Anapesing
Imagen	
Rango de velocidad	Velocidad de la cinta pesadora: desde 10 hasta 27 metros por minuto, regulable, max 27 PCS/min.
Requisitos de potencia	Alimentación 240Vac 50Hz.
Material	Estructura y bastidor portador en acero pintado.
Consideraciones	Plataforma de carga con cinta transportadora motorizada, con regulación de la altura y de la dirección
Descripción	Proyectados para integrar en las líneas de producción y/o expedición un control de peso que pueda garantizar la calidad y cantidad del producto en salida. Modalidad de funcionamiento estático o dinámico. Homologable MID R51.
Enlace al producto	https://www.anapesing.es/sistemas-de-pesaje-industrial/sistemas-de-pesaje-dinamico/controladora-dinamica-das
Precio	Desde 12.170,00 €

Conclusiones del estudio de mercado

En conclusión, el estudio de mercado realizado sobre sistemas de pesado con rechazo ha proporcionado una visión detallada y valiosa sobre el panorama actual de esta industria. A través del análisis de la demanda, las tendencias del mercado, la competencia y las preferencias del consumidor, se ha obtenido información crucial para los fabricantes y proveedores de estos sistemas.

Se ha observado que los sistemas de pesado con rechazo desempeñan un papel fundamental en las operaciones de las industrias que requieren un control preciso de la calidad y la eficiencia de los productos en las líneas de producción. Estos sistemas permiten identificar y eliminar objetos no deseados, defectuosos o fuera de especificación, garantizando así la entrega de productos seguros y de alta calidad a los consumidores.

Durante el estudio, se identificaron diversas innovaciones y tendencias en el diseño de estos sistemas, tales como la incorporación de tecnologías avanzadas, la mejora en la velocidad y precisión de detección, la modularidad y flexibilidad en el diseño, así como el enfoque en la sostenibilidad y la facilidad de limpieza. Estas tendencias reflejan la búsqueda constante de soluciones más eficientes, fiables y respetuosas con el medio ambiente.

Asimismo, se identificaron empresas líderes y reconocidas en el mercado de sistemas de pesado con rechazo, destacando su experiencia, reputación y capacidad para satisfacer las necesidades de los clientes en diferentes sectores industriales.

Con base en los datos recopilados, se evidencia una demanda creciente de estos sistemas, impulsada por la necesidad de mejorar la calidad de los productos, aumentar la eficiencia de las líneas de producción y cumplir con los estándares y regulaciones de seguridad alimentaria.

En resumen, el estudio de mercado de sistemas de pesado con rechazo ha brindado información clave para comprender el panorama actual de esta industria. Los fabricantes y proveedores pueden utilizar estos conocimientos para desarrollar productos innovadores, adaptarse a las necesidades cambiantes del mercado y ofrecer soluciones eficientes y confiables a sus clientes. Asimismo, esta investigación puede servir como base para futuros estudios y decisiones estratégicas en el ámbito de los sistemas de pesado con rechazo.

5.2.3. Solución implementada

La implementación de una solución eficiente y efectiva es crucial para abordar los desafíos identificados en el estudio de mercado de sistemas de pesado con rechazo. Basándonos en los hallazgos y análisis realizados, se propone la siguiente solución: Como sistema de detección se debe implementar un sistema que integre tecnología avanzada como es en nuestro caso la visión artificial, este aspecto se desarrolla en profundidad en el apartado **4.1. Detección de errores de sellado e impresión en sacos.**

Se tiene en cuenta la personalización y modularidad del sistema de rechazo, en este caso ha de adaptarse a la línea y sistema de envasado pre existente. El sistema que mejor se adapta a nuestra línea es el de rechazo por barrido o puerta basculante.

Puesto que en la primera planta no hay espacio para almacenar el rechazo debemos implementar una solución que permita que el rechazo descienda a la planta baja, para ello la puerta basculante se integrará en la cinta transportadora, antes del sistema de aplanado de sacos.

Se genera una puerta basculante en la cinta transportadora fragmentando una sección y uniéndose a un sistema de leva motorizado que permite que ese fragmento se abra en el momento del rechazo.

Se puede observar el sistema diseñado para la línea en el siguiente esquema, un fragmento del plano con título: SOLUCIÓN DE RECHAZO, LOCALIZACIÓN DE CÁMARAS Y REDISTRIBUCIÓN.

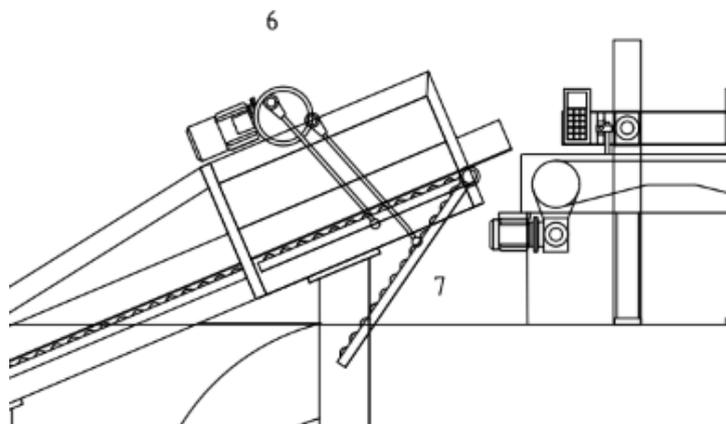


Imagen 39. Parte del plano Solución de rechazo, localización de cámaras y redistribución que muestra el sistema de rechazo diseñado.

Para garantizar la seguridad y el correcto transporte de los sacos rechazados desde la planta superior a la planta baja se diseña a su vez un tobogán de rechazo que se instala gracias a la columna de soporte que encontramos en la estructura de la nave de envasado.

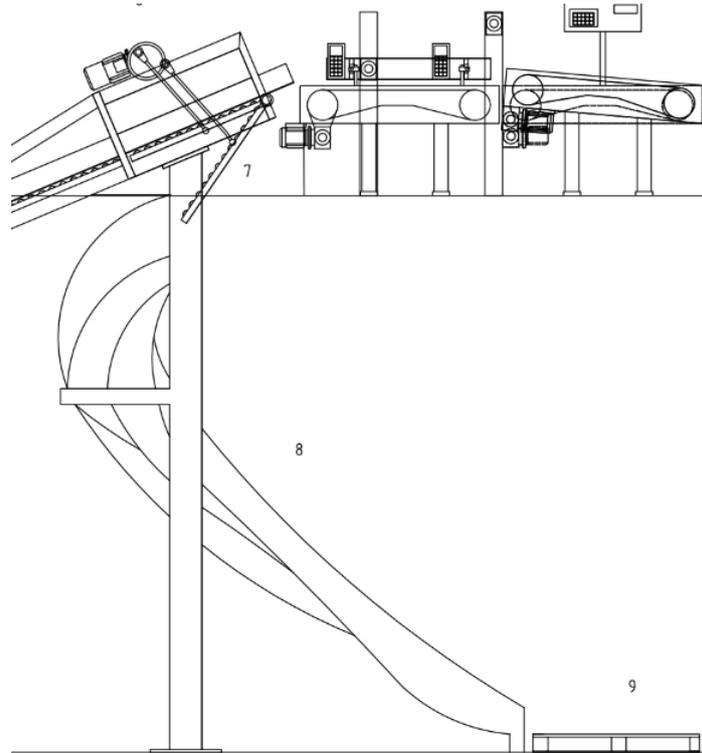


Imagen 40. Parte del plano Solución de rechazo, localización de cámaras y redistribución que muestra el tobogán de rechazo diseñado.

Se puede observar el tobogán de rechazo diseñado para la línea en el siguiente esquema, un fragmento del plano con título: *SOLUCIÓN DE RECHAZO, LOCALIZACIÓN DE CÁMARAS Y REDISTRIBUCIÓN*.

6. Aumento de productividad

En el caso del almidón producido en Roquette Laisa S.A. se trata de producto de alimentación por lo que requiere de numerosos análisis realizados in situ en un laboratorio.

Para realizar el análisis el operario a cargo de la línea debe enviar una muestra del producto envasado al laboratorio y esto se hace mediante un transporte neumático que conecta la instalación directamente con el laboratorio.

Se trata del sistema de transporte neumático de muestras y documentos multipunto de la empresa Artisteril.



Imagen 41. Transporte neumático multipunto marca Artisteril.

Para el envío el operario coloca la muestra en un tubo de envío que posteriormente se coloca en la tubería de transporte. El envío suele iniciarse unos 3 minutos después de activarlo, durante este tiempo el bote de envío debe mantenerse en la tubería de transporte.

En el transporte neumático de muestras, **la pieza que sujeta los botes de las muestras**, no tiene la fuerza suficiente como para sujetar el bote que recoge el producto a enviar. Se plantea la necesidad de **diseñar una nueva pieza que soporte el peso de este recipiente con la muestra de 0.5 kg en el interior.**

Puesto que en este caso el transporte se iniciará sin necesidad de requerir el soporte y fuerza de la activación manual por parte del operario esta solución cubrirá el problema de **productividad** de la línea.

6.1. Definición del problema

El proceso de envío de muestras se realizaba de la siguiente forma:

1. Se rellena el bote estéril de muestras con el producto envasado.
2. Se coloca el bote estéril con la muestra en el tubo de transporte neumático.

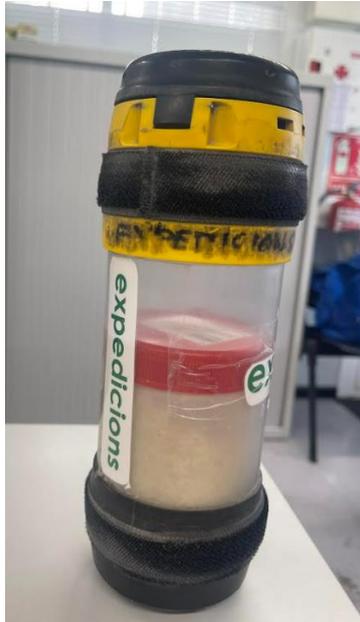


Imagen 42. Bote envío neumático con muestra en el interior.

3. Se coloca el tubo en el hueco de envío de la máquina de transporte.



Imagen 43. Bote envío neumático en plataforma de envío.

4. Se activa el envío.

El problema se encuentra en el punto 3 del proceso: a menudo el transporte no se realiza porque el bote se queda atascado y otras veces el bote cae por el peso del tubo con la muestra. Se necesita un soporte fiable que sujete el bote sin intervención del operario hasta que se active el envío.

Para ello empezamos analizando el tubo de transporte, con sus cotas principales para el diseño de nuestra pieza.

Render y cotas principales del bote de muestras:

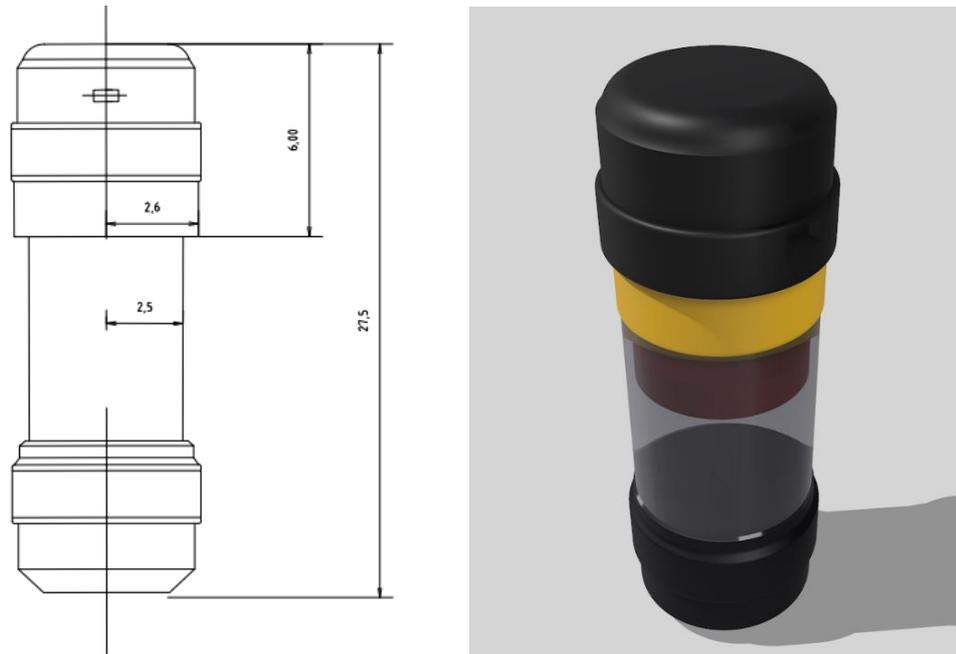


Imagen 44. Cotas principales y modelo 3d del bote de envío neumático.

Actualmente el bote se sujeta gracias al ajuste que hay entre el tubo de envío de muestra y el tubo de recepción de la máquina.

La solución que se requiere desarrollar ha de ser una pieza que sea capaz de soportar el peso del tubo con el bote de muestras en el interior sin interferir en el proceso del envío.

6.2. Especificaciones del rediseño de la pieza soporte

Se buscan objetivos finales muy concretos que se dividen en requisitos principales, de cumplimiento para el correcto funcionamiento de la pieza y objetivos secundarios, que buscarán reforzar los requisitos principales pero sin llegar a ser de obligado cumplimiento, es decir, son opcionales, pero siempre aportarán interés al conjunto total del proyecto.

Requisitos principales:

- Resistente al esfuerzo que supone el peso de la muestra.
- Permitir fácil colocación del tubo de envío en el hueco de recepción.
- No afectar al funcionamiento actual del transporte.
- Mínimos ajustes en la estructura de envío actual.
- Mantenimiento mínimo/nulo.
- Que se ajuste al diseño actual de la plataforma de envío con mínimos ajustes.
- Bajo coste.

Objetivos secundarios

- Fácil limpieza.
- Instalación sencilla.

- Duradero.

Los objetivos tienen como intención que, al ponerlos todos en conjunto, el proyecto cuente con unas determinadas características con la intención de que su funcionalidad esté garantizada.

6.3. Análisis de soluciones

6.3.1. Primeras alternativas

Para definir el diseño final se han abordado diferentes cuestiones, uno de los puntos claves para definir el diseño final (al menos durante la fase de generar un diseño conceptual), es que pudiera adaptarse a la estructura de envío actual sin modificaciones funcionales sobre la misma, y que pudiera ofrecer las funciones adicionales de soporte que carece la estructura actual.

Desarrollo de los primeros bocetos:

Tabla 15. Boceto y descripción diseño 1.

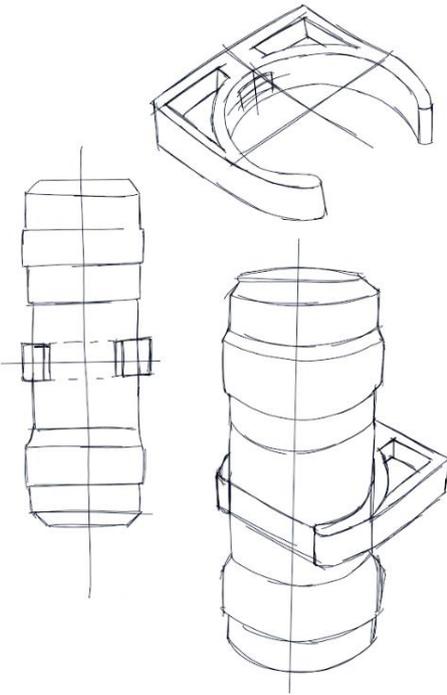
Diseño 1	
<p>Abrazadera a la pared posterior del sistema de envío neumático. La abrazadera sujeta el tubo por la mitad hasta el envío. Esta abrazadera evitaría la caída del tubo por el peso de la muestra.</p>	

Tabla 16. Boceto y descripción diseño 2.

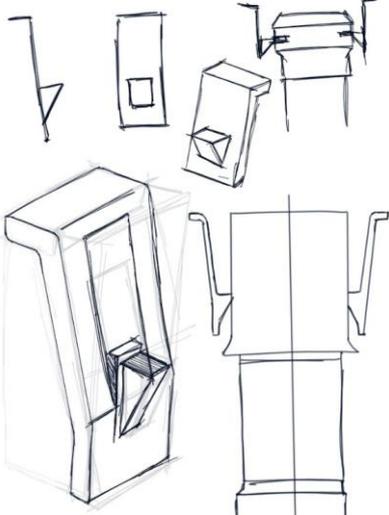
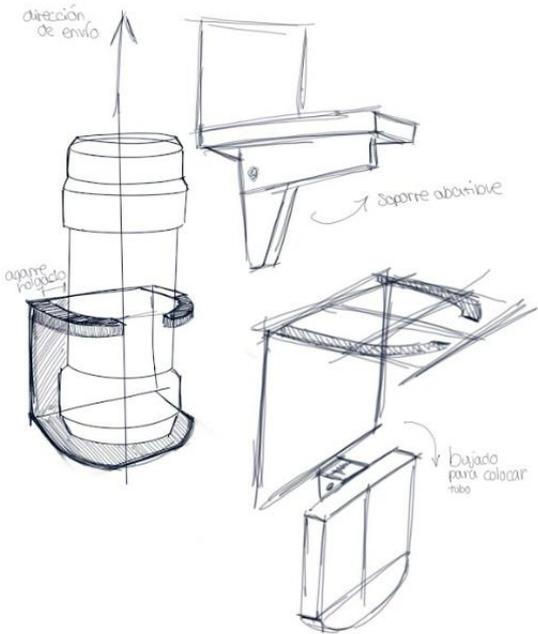
Diseño 2	
<p>Regleta con escalón triangular que acopla a la parte superior del tubo y permite sujetar el tubo de envío hasta que se activa el transporte neumático.</p>	 <p>The sketch illustrates a triangular stepped bracket designed to fit onto the top of a tube. It shows the bracket in isolation, a perspective view of it attached to the tube, and a side view of the tube assembly. The bracket has a triangular profile with a step that fits into a corresponding groove on the tube.</p>

Tabla 17. Boceto y descripción diseño 3.

Diseño 3	
<p>Placa con soporte abatible y abrazaderas. El soporte se baja para colocar el tubo por la parte inferior, colocarlo en las abrazaderas de agarre holgado y se sube para mantener el tubo en posición hasta la activación del envío.</p>	 <p>The sketch depicts a rectangular plate with a foldable support mechanism. An arrow labeled 'dirección de envío' (shipping direction) points upwards. The support is shown in two states: folded down to allow a tube to be inserted from the bottom, and raised to hold the tube in place. Labels include 'agarre holgado' (loose grip) for the clamps and 'soporte abatible' (foldable support). A note at the bottom right says 'Dibujado para colocar tubo' (drawn to place tube).</p>

Con estos tres bocetos se realiza un análisis de pros y contras de cada una de las ideas para tener expresión gráfica de las características a la hora de realizar un diseño final.

6.3.2. Análisis de primeras alternativas

En este apartado analizaremos las principales características de los bocetos que se presentan en el apartado anterior, valorando si son positivas o negativas.

Diseño 1

Aspectos positivos:

- No requiere ningún tipo de ajuste en la estructura de envío actual.
- Bajo coste, ya que es un diseño que puede fabricarse en su totalidad en plástico.
- Fácil colocación del tubo.

Aspectos negativos:

- Puede afectar al funcionamiento actual del transporte.
- Dado el uso continuado y el tipo de movimiento al que la pieza va a someterse podemos suponer que, al fabricarse en algún material como el plástico, no sea una pieza muy duradera.

Diseño 2

Aspectos positivos:

- Permite una fácil colocación del tubo de envío en el hueco de recepción y por su funcionamiento, no supone ningún impedimento a la actividad actual de transporte.
- Mantenimiento mínimo/nulo e instalación sencilla.
- Fácil reemplazo en caso de rotura por parte del operario.

Aspectos negativos:

- Dependiendo del material que utilicemos para su fabricación puede no ser lo bastante resistente para el peso de la muestra.
- No es un diseño que pueda limpiarse fácilmente.

Diseño 3

Aspectos positivos:

- Resistente al peso de la muestra.

Aspectos negativos:

- Colocación del tubo de envío menos funcional que en los casos anteriores.
- Por su diseño podemos estimar que esta pieza va a requerir de mayor mantenimiento que en los casos anteriores.
- Diseño que se compone de varias partes, más intrincado tanto en el caso de su limpieza como en el de su reparación en caso de rotura.

Analizados los bocetos anteriores optamos por la segunda opción presentada. Como hemos comentado anteriormente, es el diseño que mejor se adapta a nuestras necesidades ya que no dificulta el funcionamiento actual del envío de muestras, es

económico y de instalación sencilla y en este caso podría ser fácilmente reemplazado en caso de rotura por un operario. Desarrollaremos este diseño en los siguientes apartados.

6.3.3. Planteamiento del diseño seleccionado

Con base al segundo boceto se presenta un primer planteamiento de diseño. Se trata de una adaptación de un sistema de acuñación.

El soporte permite el paso del tubo de envío de muestras de forma ascendente. Cuando la parte con más diámetro del tubo ya ha entrado en la plataforma de envío el tubo cae por su propio peso hasta quedar apoyado en los dos salientes de forma triangular de la pieza.

Estos salientes soportan el tubo de envío con la muestra hasta que el envío se inicia.

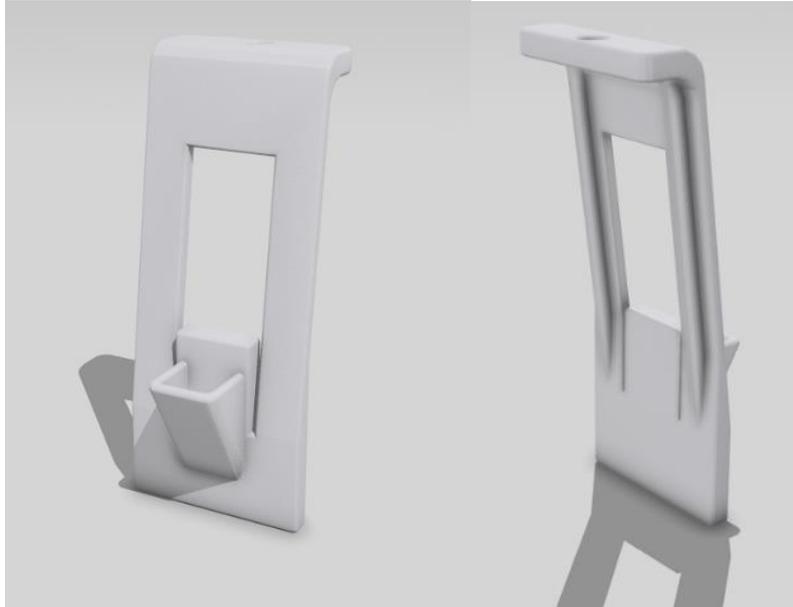


Imagen 45. Primer planteamiento de la pieza diseñada.

Se incluirán los planos de la pieza diseñada, con todas sus cotas y detalles necesarios.

6.4. Alternativa de fabricación

En el caso de la pieza se utilizará el método de inyección de plásticos. La inyección de plásticos es un proceso que permite el modelado de piezas. A través de un molde se inyecta a presión un polímero.



Imagen 46. Esquema funcionamiento inyección de plástico por ROSA ENVASES.

El proceso o ciclo de inyección se realiza en 4 fases:

1. Cierre del molde. Se suministra el polímero en la unidad de inyección y se cierra el molde por presión.
2. Inyección:
 - a. Se inyecta el plástico a través de una boquilla dentro del molde.
 - b. Hasta lograr que la pieza tenga las dimensiones deseadas, se mantiene la presión.
3. Enfriamiento. La pieza se mantiene en el molde hasta enfriarse.
4. Apertura y expulsión de la pieza. El molde se abre y se libera la pieza.

Se selecciona este método de fabricación por su capacidad de obtener piezas complejas de forma rápida y eficiente. Entre sus principales ventajas se encuentran:

- Bajo coste
- Alta precisión
- Fabricación en cadena
- Piezas sin necesidad de proceso de acabado

6.4.1. Ajuste del diseño para proceso de fabricación seleccionado

Dado que el método de fabricación seleccionado es la inyección de plásticos ha de adaptarse el diseño de la pieza para asegurar su viabilidad.

En este tipo de diseños es especialmente importante que las esquinas y los radios se diseñen de manera adecuada para evitar la concentración de tensiones y minimizar el riesgo de fractura o deformación.

Por tanto en el diseño presentado es importante mejorar las esquinas del saliente del primer diseño, que pasan a ser más anchas para favorecer la liberación de tensiones.

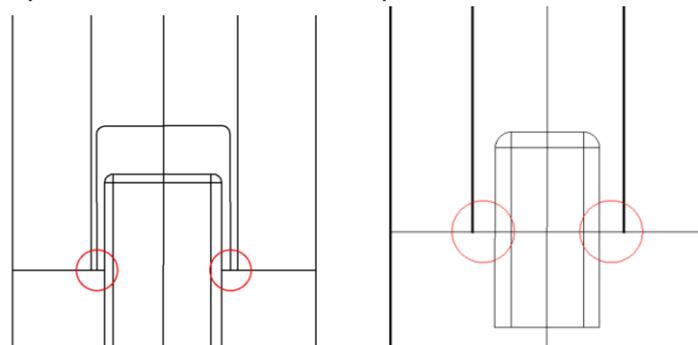


Imagen 47. Mejora esquina para adaptación a fabricación por inyección.

Se modifica también la pared posterior del saliente, ya que en este caso el molde requeriría de más partes para funcionar. Ahora el saliente es totalmente abierto por la parte trasera lo que favorecerá tanto la inyección de material como un diseño de molde más sencillo y económico.

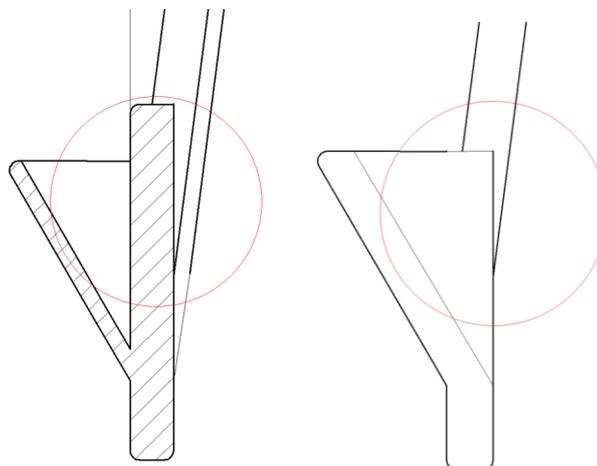


Imagen 48. Apertura de saliente para adaptación a fabricación por inyección.

Se incluirán los planos de la pieza diseñada con los ajustes realizados, con todas sus cotas y detalles necesarios.

En los siguientes apartados se analizan los diferentes materiales con los que se fabricarán tanto la pieza de soporte como el molde de este.

6.4.2. Material de la pieza soporte

El material polimérico de la pieza a inyectar condicionará el material utilizado para el molde.

Tabla 19. Polímeros principales y sus propiedades

Símbolo	Tipo de Plástico	Propiedades	Usos Comunes
PET	PET PolietilenoTereftalato (Polyethylene Terephthalate)	Contacto alimentario, resistencia física, propiedades térmicas, propiedades barreras, ligereza y resistencia química.	Bebidas, refrescos y agua, envases para alimentos (aderezos, mermeladas, jaleas, cremas, farmacéuticos, etc.)
HDPE	HDPE Polietileno de alta densidad (High Density Polyethylene)	Poco flexible, resistente a químicos, opaco, fácil de pigmentar, fabricar y manejar. Se suaviza a los 75°C	Algunas bolsas para supermercado, bolsas para congelar, envases para leche, helados, jugos, shampoo, químicos y detergentes, cubetas, tapas, etc.
PVC	PVC Policloruro de vinilo (Plasticised Polyvinyl Chloride PCV-P)	Es duro, resistente, puede ser claro, puede ser utilizado con solventes, se suaviza a los 80°C. Flexible, claro, elástico, puede ser utilizado con solventes.	Envases para plomería, tuberías, "blister packs", envases en general, mangueras, suelas para zapatos, cables, correas para reloj.
LDPE	LDPE Polietileno de baja densidad (Low density Polyethylene)	Suave, flexible, translucido, se suaviza a los 70°C, se raya fácilmente.	Película para empaque, bolsas para basura, envases para laboratorio.
PP	PP Polipropileno (Polypropylene)	Difícil pero aún flexible, se suaviza a los 140°C, translucido, soporta solventes, versátil.	Bolsas para frituras, popotes, equipo para jardinería, cajas para alimentos, cintas para empaquetar, envases para uso veterinario y farmacéutico.
PS	PS Poliestireno (Polystyrene)	Claro, rígido, opaco, se rompe con facilidad, se suaviza a los 95°C. Afectado por grasas y solventes.	Cajas para discos compactos, cubiertos de plástico, imitaciones de cristal, juguetes, envases cosméticos.
PS-E	PS-E Poliestireno Expandido (Expanded Polystyrene)	Esponjoso, ligero, absorbe energía, mantiene temperaturas	Tazas para bebida calientes, charolas de comida para llevar, envases de hielo seco, empaques para proteger mercancía frágil
OTHER	OTHER Otros (SAN, ABS, PC, Nylon)	Incluye de muchas otras resinas y materiales. Sus propiedades dependen de la combinación de los plásticos.	Auto partes, hieleras, electrónicos, piezas para empaques.

Se trata de una pieza de soporte que no está sometida a grandes esfuerzos ni a agentes químicos, pero deberá poseer propiedades como una buena rigidez, una alta resistencia al impacto, dureza y buen acabado superficial.

Del mismo modo, será necesario una buena estabilidad dimensional, es decir, que tenga una baja contracción en su solidificación. De lo contrario, el dimensionamiento del molde para la obtención de piezas con las dimensiones exactas para el montaje y acople será muy complicado. Dicho esto, para la fabricación de la pieza se preseleccionan el PVC (polivinilcloruro), el PP (polipropileno) y el PS (poliestireno). Todos ellos poseen dureza, resistencia y rigidez, además de un buen acabado superficial.

Realizamos una tabla comparativa con las propiedades de los polímeros previamente preseleccionados con el fin de elegir el plástico que mejor se adapte al proceso, cumpliendo con las propiedades y características ya descritas.

Tabla 20. Principales propiedades de PVC, PP y PS.

	PVC	PP	PS
T INYECCIÓN (°C)	160-220	220-280	180-260
T MOLDE (°C)	20-70	20-80	20-70
PRESIÓN INYECCIÓN (MPa)	Hasta 150	Hasta 180	Hasta 80
VELOCIDAD INYECCIÓN	Relativamente lenta	Rápidas	Rápidas
DUREZA (HR)	40-95	64-112	70-105
CONTRACCIÓN (%)	0,2%-0,6%	0,7%	0,4%-0,7%

Partiendo del análisis de la tabla anterior realizamos una segunda tabla de ponderación para poder analizar la importancia de cada una de las propiedades con relación a nuestra pieza.

Se pondera del 1 al 3 cada una de las propiedades siendo 1 la menor importancia y 3 la mayor. Del mismo modo se le da valor del 1 al 3 a las propiedades según su valor con respecto a nuestro diseño. Con ambos valores se obtendrá una puntuación que responderá al material idóneo.

Tabla 21. Ponderación por propiedades.

		PVC	PP	PS
T INYECCIÓN	2	3	1	2
T MOLDE	1	1	2	1
PRESIÓN INYECCIÓN	2	2	1	3
VELOCIDAD INYECCIÓN	2	1	2	2
DUREZA	3	1	3	2
CONTRACCIÓN	3	3	1	2
PUNTUACIÓN TOTAL		24	22	27

Los valores resultantes de la tabla de ponderación son bastante próximos por lo que podemos deducir que los tres polímeros analizados es viable para la fabricación por inyección de plásticos.

Para optimizar el proceso, con el menor consumo posible y garantizando unas propiedades elevadas, el plástico que se emplea para la fabricación de la pieza será el **Poliestireno (PS)**.

El Polipropileno (PP) tiene una temperatura de fusión elevada con lo que el coste energético será mayor y la presión de inyección es la más elevada de los tres polímeros analizados, lo que repercute a su vez en el precio

El Polivinilcloruro (PVC) tiene una alta presión y una baja velocidad de inyección, lo que hace que el llenado de cavidades pueda tener defectos y dado que nuestra pieza contiene cavidades podemos concluir que es el material menos idóneo en nuestro caso.

Por lo tanto se concluye, como se avanza anteriormente, que el Poliestireno es el polímero seleccionado para la fabricación de la pieza soporte, por su optimización económica y energética y su dureza en acabado final pese a tener mayor contracción que el PVC.

6.4.3. Material del molde

El molde deberá cumplir una serie de especificaciones para que su funcionamiento sea el correcto, como un buen acabado superficial, una alta durabilidad y una geometría muy precisa.

Para poder cumplir con estos requisitos, se deberá escoger el material que mejor se adapte a este tipo de procesos, por lo que se deberá garantizar el cumplimiento de una serie de propiedades y características.

Para cumplir con los requisitos el material debe poseer las siguientes propiedades:

- Resistencia mecánica.
- Resistencia a la abrasión.
- Resistencia a altas temperaturas.
- Rigidez.
- Conductividad térmica.
- Resistencia química.
- Maquinabilidad o mecanibilidad.
- Pulibilidad

Existe en el mercado una amplia gama de tipos de aceros para la fabricación de moldes de inyección de plástico, por lo que se deberá escoger el que mejor se adapte al proceso. Como en el caso del material de la pieza de soporte, se preseleccionan 3 tipos de aceros.

UNE F-5303

Acero aleado al níquel-cromo-molibdeno al que se le ha sometido a temple y revenido. Posee una buena mecanibilidad, así como una buena aptitud al pulido. Es un acero con gran dureza en todas las direcciones.

Sus aplicaciones más importantes son los moldes de inyección de termoplásticos, moldes de extrusión de termoplásticos, moldes de soplado, herramientas de conformado sin arranque de viruta y componentes estructurales, como ejes.

Tabla 22. Composición UNE F-513 del proveedor ACEROS COAC.

Equivalencias (Aprox.)				Composición química							
UNE	W-Nr	DIN	AISI	C	Mn	Si	Cr	Ni	Mo	V	W
F-5303	1.2738	40CrMnNiMo8-6-4	P20+Ni	0.38	1.4	0.3	2	1	0.2		

UNE F-5318

Acero aleado al cromo-molibdeno-vanadio que ha sido templado y sometido a un posterior revenido. Su resistencia al choque térmico, resistencia mecánica a alta temperatura, tenacidad y ductilidad en todas las direcciones, mecanibilidad y estabilidad dimensional lo convierten en un acero con muy altas prestaciones para los procesos de inyección de plástico.

Sus aplicaciones principales son los moldes de inyección y extrusión, utillajes para estampación en caliente, troquelado en frío, etc.

Tabla 23. Composición UNE F-5318 del proveedor ACEROS COAC.

Equivalencias (Aprox.)				Composición química							
UNE	W-Nr	DIN	AISI	C	Mn	Si	Cr	Ni	Mo	V	W
F-5318	1.2344	X40CrMoV5.1	H13	0.39	0.4	1	5.3		1.5	1	

UNE F-5263

Acero templado y aleado al silicio-manganeso-cromo. Es un acero con muy buena resistencia a la corrosión, así como una buena capacidad de mecanizado y alta resistencia al desgaste.

Sus aplicaciones principales son moldes para componentes electrónicos, moldes para componentes médicos y moldes para lentes.

Tabla 24. Composición UNE F-5263 del proveedor ACEROS COAC.

Equivalencias (Aprox.)				Composición química							
UNE	W-Nr	DIN	AISI	C	Mn	Si	Cr	Ni	Mo	V	W
F-5263	1.2083	X42Cr13	51.420	0.38	0.5	0.9	13.6			0.3	

La pieza soporte deberá tener un buen acabado superficial y unas dimensiones exactas, por lo que la pulibilidad del tipo de acero y su estabilidad dimensional deben ser excelentes. Así mismo, su maquinabilidad, resistencia a altas temperaturas, dureza, etc. serán valores con gran peso a la hora de la elección del acero.

En la siguiente tabla se puede ver una comparación de las propiedades más importantes y sus valores de proveedor a tener en cuenta.

Tabla 25. Principales propiedades de UNE F-5303, UNE F-5318 y UNE F-5263.

	UNE F-5303	UNE F-5318	UNE F-5263
MECANIBILIDAD	Buena	Buena	Buena
RESISTENCIA MECÁNICA (MPa) (A 20 °C)	1020	1420	2050
DUREZA (HB)	290-330	180	200
PULIBILIDAD	Excelente	Buena	Excelente

Como en el apartado anterior, se pondera cada propiedad con un número del 1 al 3, siendo el 1 el menos importante y el 3 el más importante. Del mismo modo, se dará valores del 1 al 3 a las propiedades según su valor. Con estos 2 valores se obtendrá una puntuación con la que se escogerá el material idóneo.

Tabla 26. Ponderación por propiedades de UNE F-5303, UNE F-5318 y UNE F-5263.

		UNE F-5303	UNE F-5318	UNE F-5263
MECANIBILIDAD	3	2	2	2
RESISTENCIA MECÁNICA	1	1	2	3
DUREZA	3	3	1	2
PULIBILIDAD	2	3	2	3

Tras realizar la ponderación se aprecia que el UNE F-5318 tiene alguna propiedad más limitada que los otros aceros. En cuanto al UNE F-5303 y al UNE F-5263, ambos poseen buena mecanibilidad, lo que se traduce en un proceso de mecanizado poco costoso.

Del mismo modo, gracias a la excelente pulibilidad de ambos aceros, el acabado superficial de la pieza será de alta calidad. Por último, la resistencia mecánica será suficiente en los 2 aceros, pero en la dureza el acero UNE F-5303 toma ventaja, por lo que su estabilidad dimensional y calidad del producto tendrán una garantía mayor, y en consecuencia una garantía de piezas correctas mayor.

Dicho esto, se puede concluir que el acero elegido para la fabricación del molde será un acero UNE F-5303.

6.5. Diseño del molde

En este apartado se definirá por completo la geometría del molde y las partes que lo componen. Se descompone en las diferentes partes que lo constituyen con el fin de que la geometría quede perfectamente detallada.

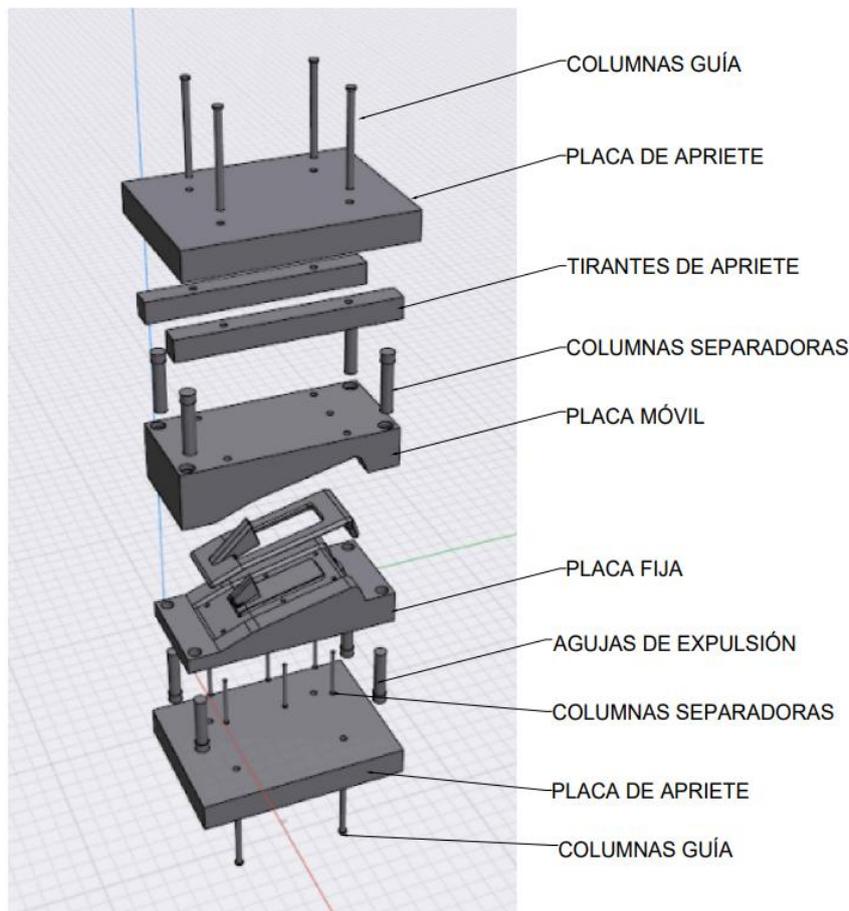


Imagen 49. Partes del molde

- **Placa fija**
Es la parte del molde que contiene el negativo de la pieza soporte. En esta parte se han mecanizado los canales de expulsión desde donde las agujas de expulsión empujan la pieza una vez refrigerada.
- **Placa móvil**
Parte donde se apoya el cilindro de inyección para introducir el plástico fundido dentro del molde. Como en la placa fija, esta placa posee el negativo de la pieza así como orificios pasantes para guías y sistemas de apriete.
- **Placa de apriete**
Placa fijada mediante tornillos para retener los tirantes de apriete y las columnas separadoras así como las columnas guía.
- **Columnas guía**
Su finalidad es unir ambas placas del molde con la mayor precisión posible. Son 8 columnas guía, una en cada esquina de las placas de apriete y se introducen por la parte inferior
- **Agujas de expulsión**
Se encargan de expulsar la pieza una vez se ha solidificado. En este caso se colocan 6 agujas en la parte inferior de la placa fija del molde.
- **Columnas separadoras**
Su función es la de separar las 2 placas del molde cuando se realiza la extracción de la pieza.
- **Tirantes de apriete**
Este elemento va colocado entre la placa de apriete y la placa móvil del molde, uniéndose a ambas mediante columnas guía.

Se incluirán los planos de cada uno de los elementos, con todas sus cotas y detalles necesarios.

6.6. Estudio de fuerzas

Estudiamos la viabilidad de nuestra pieza a fabricar mediante un estudio de fuerzas. Lo realizamos con la herramienta Solidworks.

Nuestros supuestos para el estudio son:

- Material de fabricación de la pieza (PS) seleccionado en el apartado **5.5.2. Material de la pieza soporte.**

- Peso soportado, que en este caso es el tubo de envío de muestras con su correspondiente contenido. El conjunto tiene un peso medio de 1kg.
- **Propiedades volumétricas**
 - Masa: 0.136 kg
 - Volumen: 0.013 m³
 - Densidad: 1.040 kg/m³
- **Propiedades del estudio**

Tabla 27. Propiedades del estudio de fuerzas.

Nombre de estudio	Estudio de fuerzas de pieza soporte
Tipo de análisis	Análisis estático
Tipo de malla	Malla sólida
Efecto térmico	Activar
Opción térmica	Incluir cargas térmicas
Temperatura a tensión 0	298 Kelvin

- **Propiedades del material**

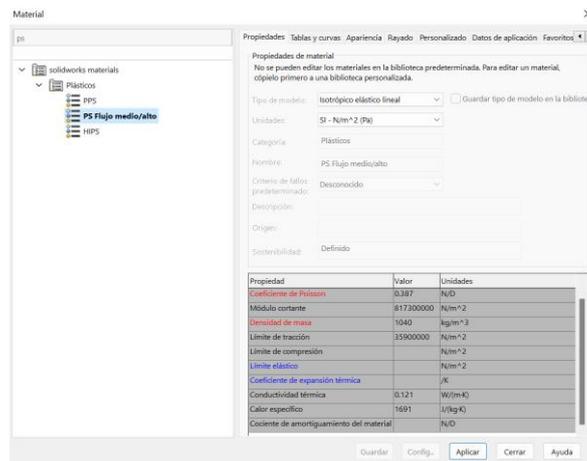


Imagen 50. Propiedades del material seleccionado, PS.

- **Cargas y sujeciones**

- Sujeción de tipo *Geometría fija* en la parte superior de la pieza soporte, representada en la imagen por las flechas verdes.
- Carga aplicada en la parte hueca triangular delantera de la pieza, *fuerza normal a la superficie de aplicación* de valor 10N, representada en la imagen por las flechas de color rosa.

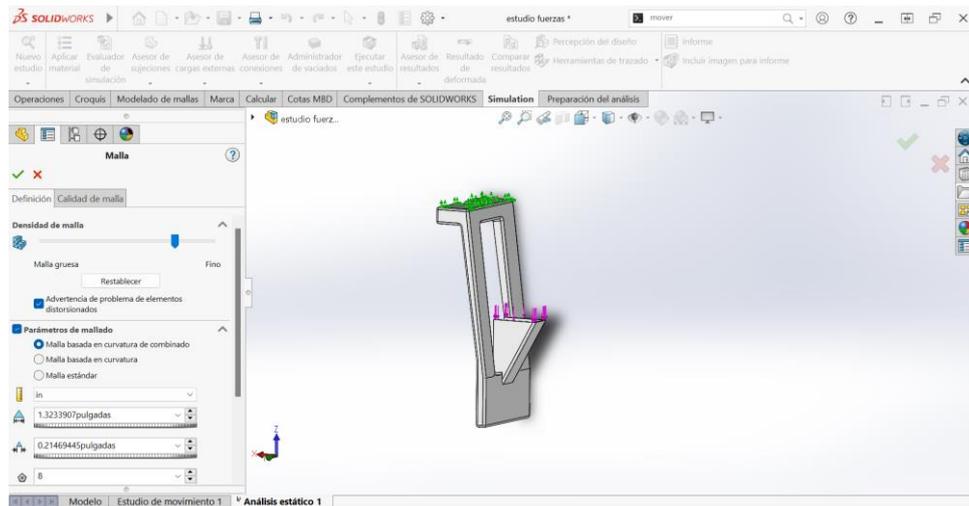


Imagen 51. Sujeciones y cargas aplicadas en el análisis de fuerzas.

- **Resultados del estudio**

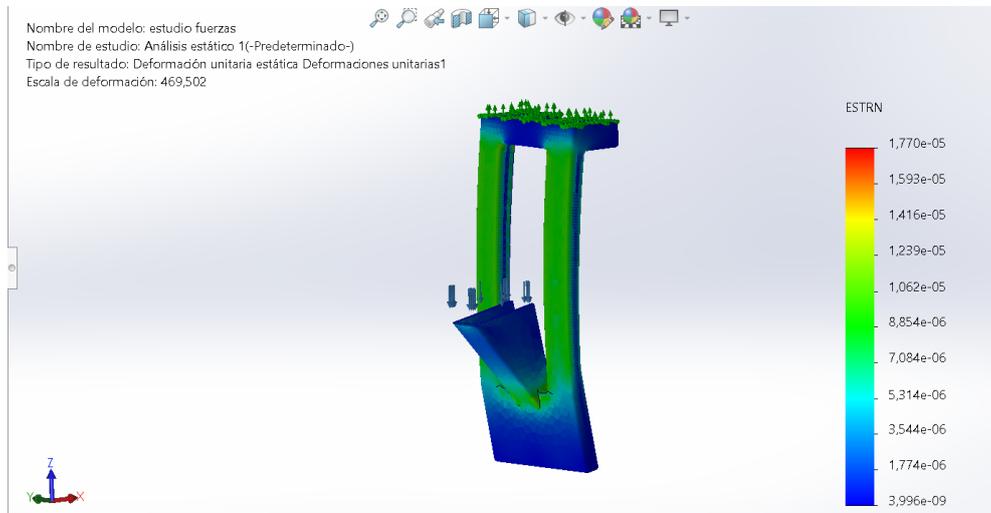


Imagen 52. Resultado del estudio de fuerzas.

6.7. Dimensionado previo

Tabla 27. Tabla elementos relacionados.

ELEMENTOS RELACIONADOS	
MARCA	NOMBRE
1.1	BOTE ENVÍO
1.2	PIEZA SOPORTE
1.3	TORNILLO AUTOROSCANTE CABEZA HEXAGONAL 4,8X19 MM

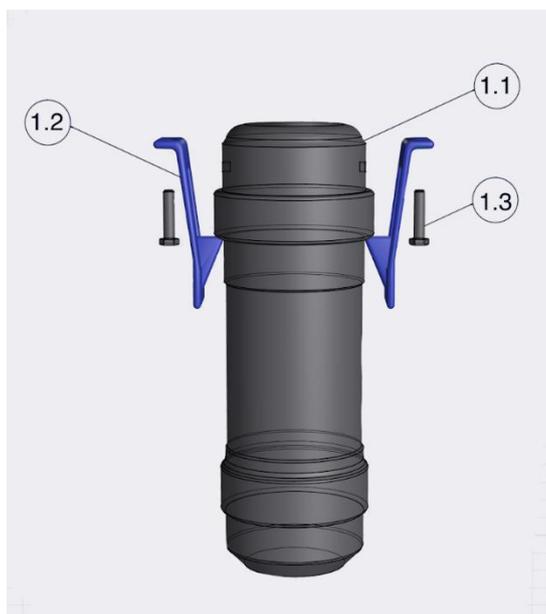


Imagen 53. Marcado de elementos para el dimensionado previo.

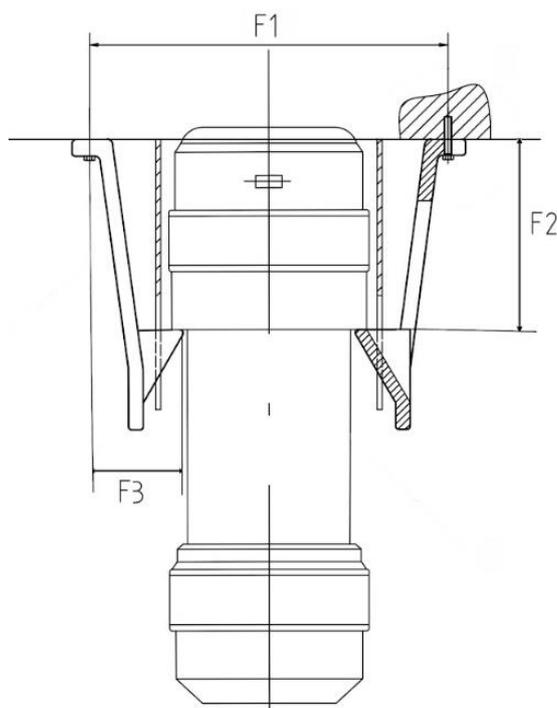


Imagen 54: Marcado cotas sobre plano dimensionado previo.

F1: Distancia de localización agujero de atornillado de las piezas soporte (1.2) con relación al bote envío (1.1)

F1= 8 cm

F2: Distancia de la sujeción al punto de contacto entre la pieza soporte (1.2) y el bote envío

F2= 6 cm

F3: distancia horizontal entre el agujero donde se coloca el tornillo (1.3) y el punto de contacto entre el tubo envío (1.1) y la pieza soporte (1.2)

F3= 2,5 cm

7. Mejora calidad de producto envasado

El último de los puntos de mejora que presentamos es el aumento de calidad del producto envasado. Para ello se necesita un rediseño del envase que contiene el producto a envasar, en este caso distintas variantes del almidón de maíz fabricado por la empresa Roquette Laisa S.A.

7.1. Características del envase actual

El rediseño se centra en un envase de tipo primario ya que mantiene el contacto directo con el producto y lo protege de manera directa. En el caso del almidón no encontramos envasado secundario y el terciario es el paletizado del envase primario en distintas tipologías sobre pallets americanos o europeos de madera o chep.

Envase primario actual:



Imagen 55. Imagen saco de papel kraft blanco con capacidad 25 kg.

Envase terciario actual:



Imagen 56. Imagen envase terciario del producto.

En la siguiente tabla se describen las características principales del envase actual del producto:

Tabla 28. Características principales del envase actual.

Dimensiones	Ancho	53 cm \pm 5 mm
	Largo	58 cm \pm 5mm
	Fondo válvula <i>Plegado hacia cara principal</i>	15 cm \pm 5mm
	Fondo opuesto válvula <i>Plegado hacia cara principal</i>	15 cm \pm 5 mm
Composición	Interior	Kraft marrón semi-extensible de alta porosidad Espesor: 80 g/m ² \pm 5%
	Exterior	Kraft blanco semi-extensible de alta porosidad Espesor: 80 g/m ² \pm 5%
Tara del saco	160g \pm 10%	
Construcción	Corte recto	
Válvula	Posición	Parte superior izquierda
	Tipo	Válvula externa soldable con 1 punto de cola
	Ancho	15 cm -0/+5 mm
	Longitud total	16 cm -0/+5 mm
	Material	Papel plastificado con PE 90 + 80 g/m ²

7.2. Análisis de mejora

El objeto del estudio es mejorar la función comunicativa del saco que contiene el almidón. Analizamos las funciones de comunicación básicas de un envase:

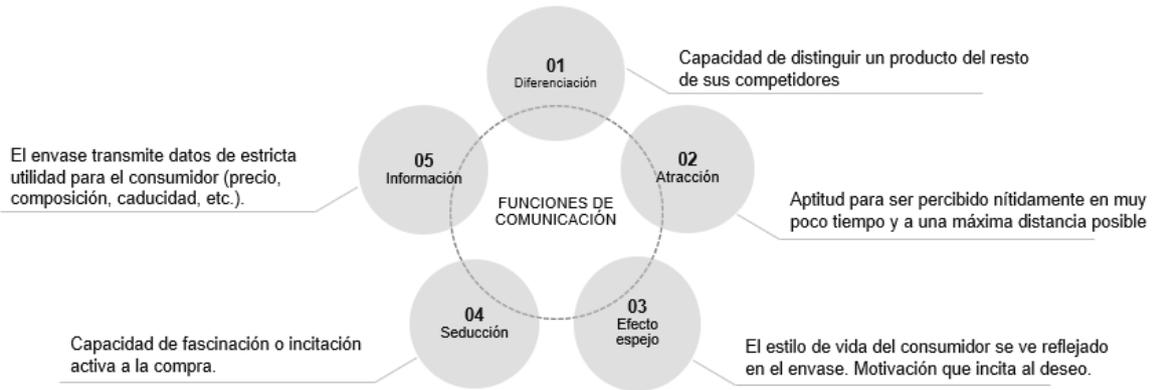


Imagen 57. Funciones de comunicación de un envase.

En cuanto a la capacidad del envasado de diferenciar al producto de sus competidores hacemos un benchmarking entre los principales competidores.

Los aspectos escogidos para la aplicación del Benchmark respecto las siguientes empresas, han sido seleccionadas con el fin de comparar y analizar concretamente el packaging, en relación con las características estructurales y gráficas de los productos:

- Información de la marca
- Información del envase
- Estética gráfica

Para la selección de las marcas para analizar se ha realizado una investigación con el fin de encontrar productos de la misma tipología con mercado europeo.

- Ingredion
- Cargill
- Vadefood

Ingredion



Imagen 58. Logotipo empresa INGREDION.

1. Información de la marca

Se trata de una empresa global de soluciones en ingredientes dedicada a la producción de almidones, harinas y proteínas de origen vegetal como maíz, tapioca, arroz, legumbres y patata. Ofrecen soluciones e innovación para casi 60 sectores industriales en más de 100 países.

2. Información del envase

Distribuye el almidón de maíz en envases primarios, sacos de papel kraft de 25 kg.

3. Estética gráfica

En lo referente a la gráfica del etiquetado y envasado se puede observar el uso del logotipo como elemento característico, además de la impresión en el color verde utilizado como sello de marca.

El envase contiene además la información referente a:

- Descripción del artículo
- Información de origen y empresa fabricante
- Página web de la empresa
- Peso neto



Imagen 59. Envase saco de 25 kg fécula de maíz marca INGREDION.

Cargill



Imagen 60. Logotipo empresa CARGILL.

1. Información de la marca

Cargill proporciona alimentos, productos y servicios agrícolas, financieros e industriales a todo el mundo. Colaborando estrechamente con agricultores, clientes, gobiernos y comunidades, ayudan a las personas a progresar al aplicar sus conocimientos con más de 155 años de experiencia. Cuentan con 160.000 empleados en 70 países que están comprometidos con la idea de alimentar el mundo de una forma responsable, a reducir el impacto medioambiental y mejorar las comunidades en las viven y trabajan.

2. Información del envase

Distribuye el almidón de maíz en envases primarios, sacos de papel kraft de 25 kg.

3. *Estética gráfica*

En lo referente a la gráfica se utiliza una imagen central del logotipo de la marca rodeado de bandas de color azul que delimitan la información que contiene el envase utilizando distintas tipografías cuadradas y fuertes.

El envase contiene además la información referente a:

- Nombre y descripción del artículo en 2 idiomas (inglés/español)
- Grado alimenticio del producto
- Peso neto
- Información de origen y empresa fabricante
- Código de barras identificativo



Imagen 61. Envase saco de 25 kg almidón de maíz marca CARGILL.

Vadefood



Imagen 62. Logotipo empresa VADEFOOD.

1. *Información de la marca*

Vadefood nace de la experiencia en la venta on-line de productos para la alimentación a través de Vadequímica, web con la que durante cerca de 10 años han tenido contacto con todo tipo de sectores. Se caracteriza por atención personalizada, conocer las necesidades del sector alimenticio y trabajar para dar las mejores soluciones.

2. *Información del envase*

El producto se comercializa en envases cumplen con los requisitos de la normativa europea actual sobre materiales y artículos destinados a entrar en

contacto con alimentos: Reglamento (CE) N° 1935/2004 y Reglamento (CE) N° 10/2011.

En concreto utilizan sacos de papel kraft blanco de 25 kg.

3. *Estética gráfica*

Se utiliza una imagen central del logotipo de la marca, diseño minimalista y limpio.

El envase contiene además la información referente a:

- Peso neto
- Descripción de la marca: Soluciones para el sector alimentario
- Código de barras identificativo
- Marcado CE (Conformidad Europea)



Imagen 63. Envase saco de 25 kg almidón de maíz marca VADEFOOD.

Se comparan todas las prácticas con el fin de seleccionar las mejores soluciones identificadas que servirán como inspiración.

Las empresas analizadas y clasificadas como competencia directa de Roquette Laisa S.A. cuentan con una gran similitud entre ellas tanto a nivel gráfico como formal. La mayoría de los productos observados emplean la misma tipología de envasado, saco de 25 kg, sistemas de cierre equivalentes, válvula encolada de cierre y como material universal el papel kraft, en color natural o blanco.

A nivel gráfico, se puede observar también una gran relación entre la mayoría de ellos, con el uso del logotipo como elemento central.

Los aspectos y características que se han encontrado más interesantes de manera positiva o desfavorable hacia el producto o la marca, y que se tendrán en cuenta en la definición de las propuestas son:

- El uso no excesivo de los elementos gráficos
- Logotipo como elemento central del diseño

- Retícula de la información organizada y con aire para dejar respirar la información Uso correcto de sistema de cierre
- Uso correcto de materiales para envases respetando Reglamento (CE) N° 1935/2004 y Reglamento (CE) N° 10/2011

Como conclusión final del Benchmark efectuado, después de haber investigado, indagado y analizado las diversas marcas se puede afirmar que existe una larga relación y poco espacio de singularidad tanto gráfica como formal tanto de los envases primarios de los productos. Por lo que, el hecho de no existir una gran diferenciación en este caso no parece ser un aspecto positivo para el proyecto ya que la particularidad visual o estructural no se presenta como elemento clave para la elección frente a sus competidores.

Una vez analizados los aspectos de mejora de nuestro envase actual y habiendo marcado unas pautas para el diseño pasamos a analizar los requerimientos correspondientes a la legislación vigente.

7.3. Legislación vigente

En esta sección se presenta un resumen de la legislación relevante aplicable.

Reglamento de la Unión Europea del Parlamento Europeo y del Consejo

Descripción: aplica a los operadores de empresas alimentarias en todas las fases de la cadena alimentaria, en caso de que sus actividades conciernen a la información alimentaria facilitada al consumidor. Se aplicará a todos los alimentos destinados al consumidor final, incluidos los entregados por las colectividades y los destinados al suministro de las colectividades.

Número y año de promulgación: N°1169/2011 (25 de Octubre de 2011)

Contenido relevante:

En el artículo 4.1.9.1. de lista de menciones obligatorias se indican como necesarias las siguientes menciones:

- a) la denominación del alimento;
- b) la lista de ingredientes;
- c) todo ingrediente o coadyuvante tecnológico que figure en el anexo II o derive de una sustancia o producto que figure en dicho anexo que cause alergias o intolerancias y se utilice en la fabricación o la elaboración de un alimento y siga estando presente en el producto acabado, aunque sea en una forma modificada;
- d) la cantidad de determinados ingredientes o de determinadas categorías de ingredientes;
- e) la cantidad neta del alimento;
- f) la fecha de duración mínima o la fecha de caducidad;
- g) las condiciones especiales de conservación y/o las condiciones de utilización;

- h) el nombre o la razón social y la dirección del operador de la empresa alimentaria a que se refiere el artículo 8, apartado 1;
- i) el país de origen o lugar de procedencia cuando así esté previsto en el artículo 26;
- j) el modo de empleo en caso de que, en ausencia de esta información, fuera difícil hacer un uso adecuado del alimento;
- k) respecto a las bebidas que tengan más de un 1,2 % en volumen de alcohol, se especificará el grado alcohólico volumétrico adquirido;
- l) la información nutricional.

En el artículo 4.1.9.2. de lista de menciones obligatorias se indica que las menciones a que se hace referencia en el apartado 1 se indicarán con palabras y números. Sin perjuicio de lo dispuesto en el artículo 35, se podrán expresar además mediante pictogramas o símbolos.

7.4. Fase de diseño

7.4.1. Definición estética

Paleta de colores

Se opta por una propuesta monocolor con uno de los colores corporativos de la marca ya que ofrece distintas ventajas. Los diseños monocolor son simples y minimalistas, al eliminar la complejidad se logra una apariencia más limpia y fácil de entender.

Se busca además que el diseño transmita sensación de elegancia y sofisticación y un impacto visual significativo en contraste con el papel kraft blanco del saco.

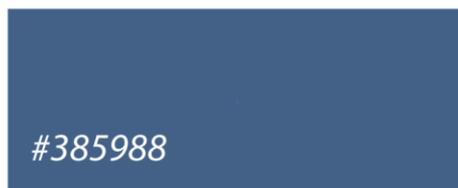


Imagen 64. Color corporativo de la marca Roquette. Pantone 294 U/RGB #385988.

La selección de optar por una propuesta monocolor ayuda además a la legibilidad y versatilidad, ya que este tipo de diseños pueden adaptarse fácilmente a diferentes medios y aplicaciones. Adicionalmente, resultan más económicos de producir, por lo que tendrá un impacto en el coste.

Tipografía

Las tipografías más utilizadas en las comunicaciones de la empresa son Times New Roman Bold y Futura Book Bt, ambas presentes en su logotipo. Puesto que se ha de seguir utilizando la misma tipografía para mantener cohesión en la imagen de la

marca se decide hacer uso únicamente de la tipografía Futura Book Bt en distintos tamaños.

El logotipo actual se conserva íntegro en formato monocolor.

Títulos		
Font	Weight	Size
Futura Book BT	Medium	20 mm

Subtítulos		
Font	Weight	Size
Futura Book BT	Medium	10 mm

Cuerpo/Información adicional		
Font	Weight	Size
Futura Book BT	Bold	5 mm

Imagen 65. Tipografía seleccionada para el diseño en los distintos tamaños a utilizar.



Imagen 66. Logotipo de la empresa Roquette en formato monocolor.

Iconografía

La iconografía utilizada seguirá la línea minimalista y sencilla del diseño. Se opta por iconografía outline, que representa imágenes mediante su reproducción a través de líneas que conforman un icono. Puede emplearse adicionalmente o como pictogramas sustitutivos en la información del etiquetado.



Imagen 67. Iconografía seleccionada para el diseño.

Retícula

Las dimensiones de los 4 espacios de impresión son:

- Espacio de impresión válvula superior: 10 x 18 cm

- Espacio de impresión parte frontal: 40 x 30 cm
- Espacio de impresión parte trasera: 20 x 30 cm
- Espacio de impresión parte inferior: 10 x 30 cm

Utilizamos una retícula ajustada a las piezas que componen el saco de papel kraft. Se emplea el mayor tamaño posible para que la información sea fácilmente legible en su impresión.

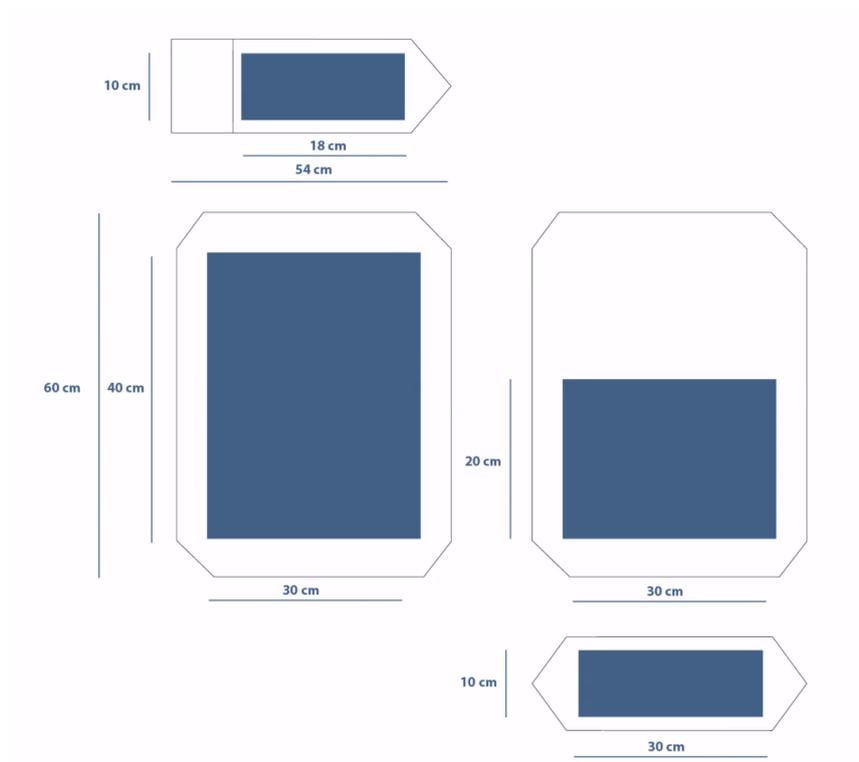


Imagen 68. Retícula compositiva del diseño.

7.4.2. Diseño gráfico

Se realizan 3 propuestas distintas que corresponden a las tres gamas de producto que se envasan en la línea de envasado de almidones:

- Clearam
- Cleargum
- Almidón nativo o almidón de maíz

La estructura que seguirán los tres diseños de etiquetado del producto es la siguiente:



Imagen 69. Estructura etiquetado válvula superior.

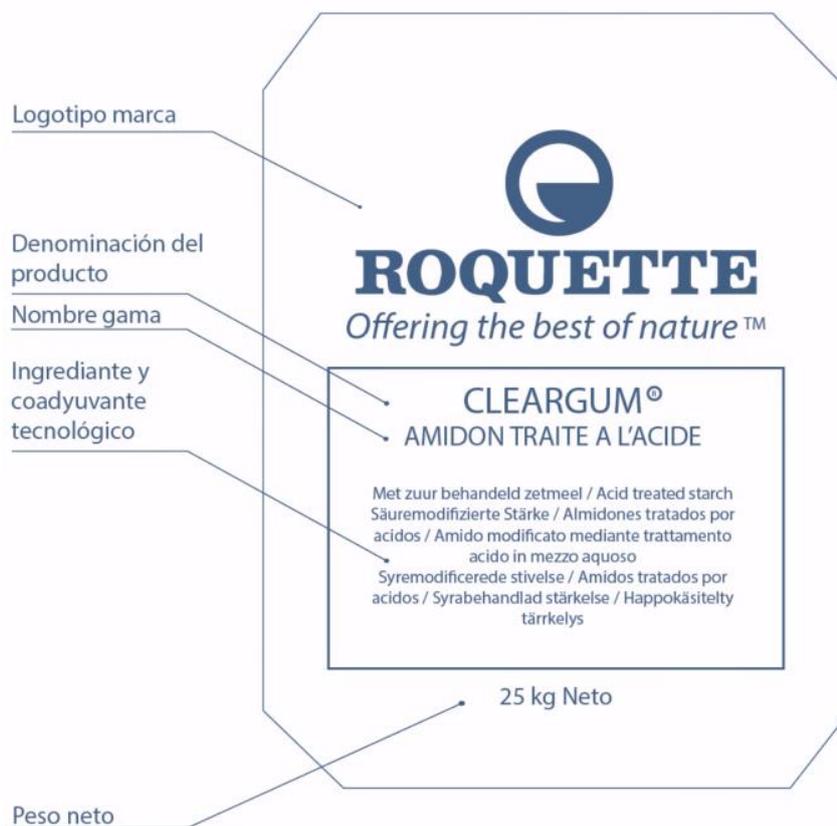


Imagen 70. Estructura etiquetado parte frontal.

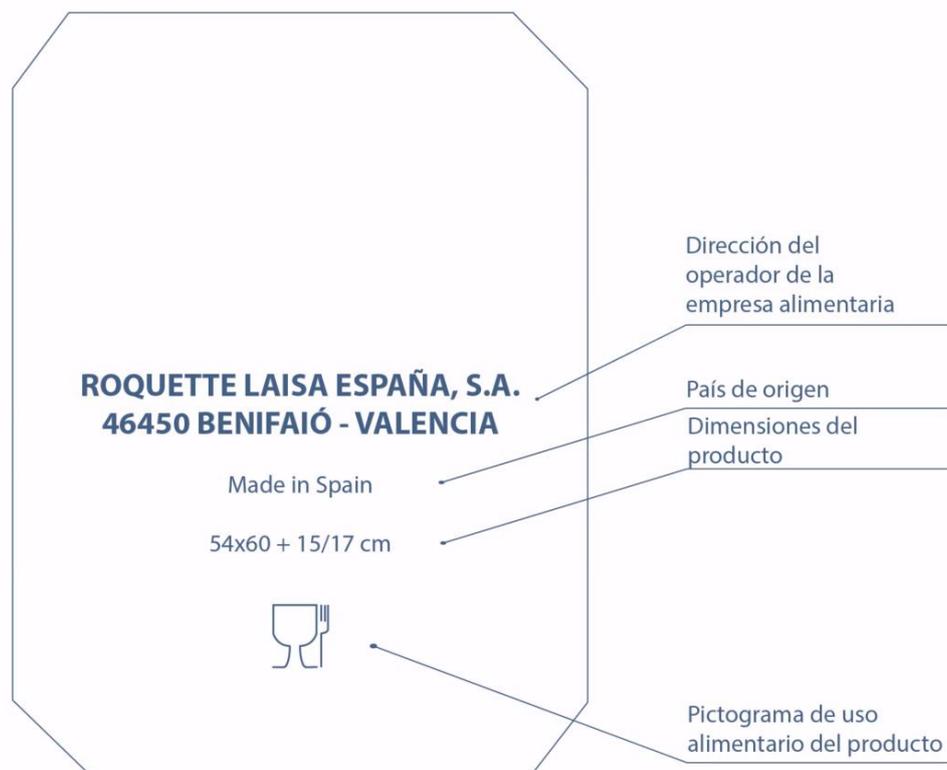


Imagen 71. Estructura etiquetado parte trasera.



Imagen 72. Estructura etiquetado parte inferior.

- **Propuesta de etiquetado de Clearam**



Imagen 73. Propuesta de etiquetado CLEARAM.

- Propuesta de etiquetado CLEARGUM.

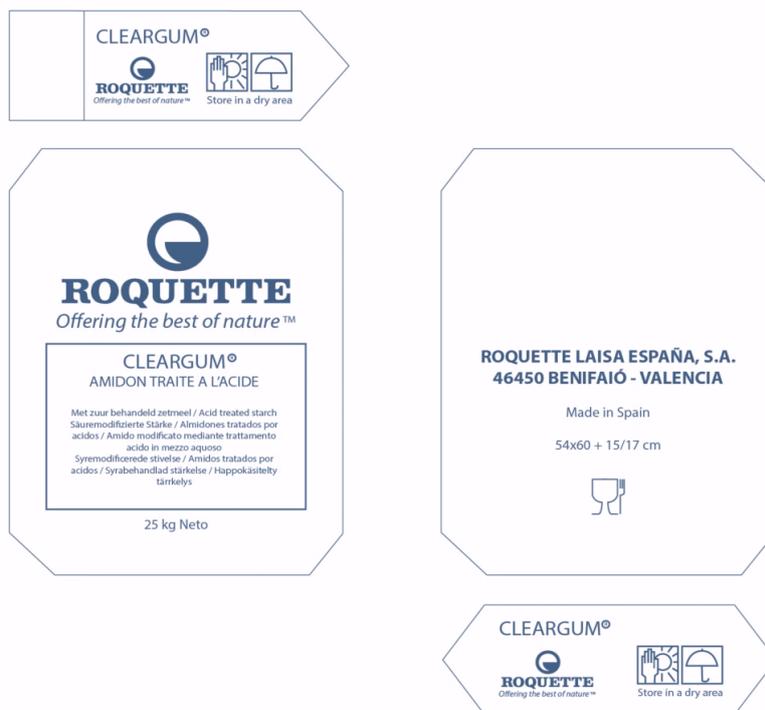


Imagen 74. Propuesta de etiquetado CLEARGUM.

- Propuesta de etiquetado de ALMIDÓN DE MAÍZ.

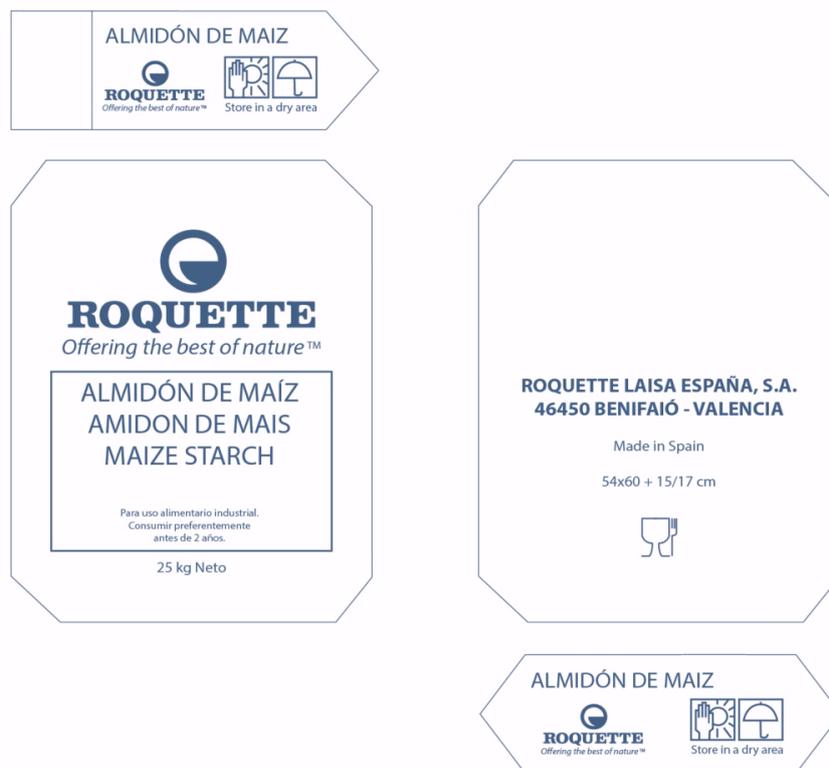


Imagen 75. Propuesta de etiquetado de ALMIDÓN DE MAÍZ.

8. Conclusiones del proyecto

Una vez finalizadas las partes del proyecto se realizará un análisis de este, extrayendo las conclusiones a las que se ha llegado durante su realización. En el transcurso del documento se desarrollan 3 subproyectos diferenciados que aunque parten todos del mismo análisis inicial y comparten el entorno de aplicación han requerido soluciones muy diferentes.

En el caso del primer proyecto, el diseño de sistema de detección y rechazo, el principal punto de partida fue observar las posibilidades y tecnologías que nos ofrecía el mercado e intentar adaptarlas a la línea de producción actual. Las tecnologías de visión artificial en detección de errores en líneas de producción son ampliamente desarrolladas y utilizadas en la industria de la alimentación actualmente por lo que se optó por esta opción. El sistema de rechazo planteaba el problema del espacio de almacenaje en la primera planta, donde se sitúa el sistema de detección, por lo que ninguno de los dispositivos actuales del mercado cubría la necesidad de la línea, por lo que se optó por adaptar un sistema ampliamente utilizado como es el de puerta basculante juntamente con un tobogán de rechazo que posibilita el desplazamiento del rechazo desde el piso superior hasta la planta baja.

En el caso del segundo proyecto el objetivo era diseñar una pieza soporte para el envío neumático de muestras que se adaptase al dispositivo actual de envío. En este caso se estudió tanto el caso de diseño como su alternativa de fabricación concluyendo con el diseño del molde de inyección de plástico.

Antes de comenzar con el diseño del molde, se tomaron una serie de decisiones cruciales acerca de los materiales que formarían parte del proyecto. Esta decisión ha marcado todo el transcurso del segundo proyecto, influenciando cada una de las decisiones posteriormente tomadas.

Una vez seleccionados los materiales, se pasó al diseño del molde, donde se eligió su forma y su geometría. Esta geometría es la encargada de verificar si el diseño del molde es el óptimo, posibilitando un proceso de inyección de plástico productivo y de calidad.

El tercer proyecto la solución se basaba en el diseño gráfico del etiquetado del envasado de los sacos. En este proyecto el principal objetivo era el de ajustar la información contenida en el etiquetado a la normativa referida a productos alimenticios en el marco de la Unión Europea, por lo que se estudian previamente la serie de regulaciones aplicables para posteriormente generar una retícula de diseño que contenga la información requerida.

Adicionalmente el diseño de este etiquetado se plantea como un proyecto de rebranding en el que la marca consiga posicionar sus almidones envasados respecto a los productos en el mercado de sus principales competidores. Se trata de

un producto de venta industrial por lo que la solución que se plantea es clara y fácilmente legible. Los sobrecostes que genera el nuevo diseño de etiquetado se presentan en un presupuesto requerido al proveedor actual de la empresa. Estos sobrecostes de envasado se asumen por parte de la empresa como necesarios.

Finalmente, y fuera del análisis del proyecto, se puede concluir que la realización del documento ha posibilitado a la autora adquirir experiencia práctica y conocimientos en el marco del diseño industrial en líneas de producción del sector alimenticio. Se ha trabajado juntamente con responsables de departamento de ingeniería y mantenimiento de Roquette Laisa S.A., siguiendo las pautas de trabajo requeridas y documentando todo el proceso.

8. Anexos

8.1. Prototipo

Se realiza el prototipo de la pieza soporte diseñada en el apartado **6.4.1. Ajuste del diseño para proceso de fabricación seleccionado** con impresión 3D.

Se utilizará la impresora Creality Ultimaker S5, una impresora de doble extrusor con área de construcción de **330 x 240 x 300 mm** y capacidad de impresión con hasta 280 materiales distintos.



Imagen 76. Impresora 3D Creality Ultimaker S5.

En el caso del prototipo se emplea **ácido poliláctico (PLA)** un polímero o bioplástico constituido por elementos similares al ácido láctico, con propiedades semejantes a las del tereftalato de polietileno (PET) que se utiliza para hacer envases, pero que además puede ser biodegradable bajo ciertas condiciones a temperaturas del orden de 60 °C. Se selecciona este plástico para el prototipado por su bajo coste, su facilidad de uso en impresión 3D y su semejanza al PET.



Imagen 77. Filamento PLA marca SMARTFIL.

Para definir la impresión se utiliza el software Cura, utilizado para laminar los modelos 3D para su posterior impresión. En el software se definen las siguientes variables de impresión para el modelo:

Tabla 18. Tabla 3D printing settings.

Basic Settings	
Printer model	Ultimaker S5
Extruder	Enable extruder 1

Material	PLA
Print core	AA 0.4
Wall Settings	
Wall Thickness	0.8 mm
Wall Line Count	2
Horizontal Expansion	-0.015 mm
Top/Bottom Settings	
Top/Bottom Thickness	1.0 mm
Top Thickness	1.0 mm
Top Layers	7
Bottom Thickness	1.0 mm
Bottom Layers	7
Infill Settings	
Infill Density	20%
Infill Pattern	Triangles
Material Settings	
Printing Temperature	200 °C
Build Plate Temperature	60 °C
Speed Settings	
Print Speed	70.0 mm/s
Retraction	Enabled
Fan Speed	100%
Support Settings	
Generate Support	Enable
Support Placement	Everywhere
Support Overhang Angle	60°
Build Plate Adhesion Type	Brim

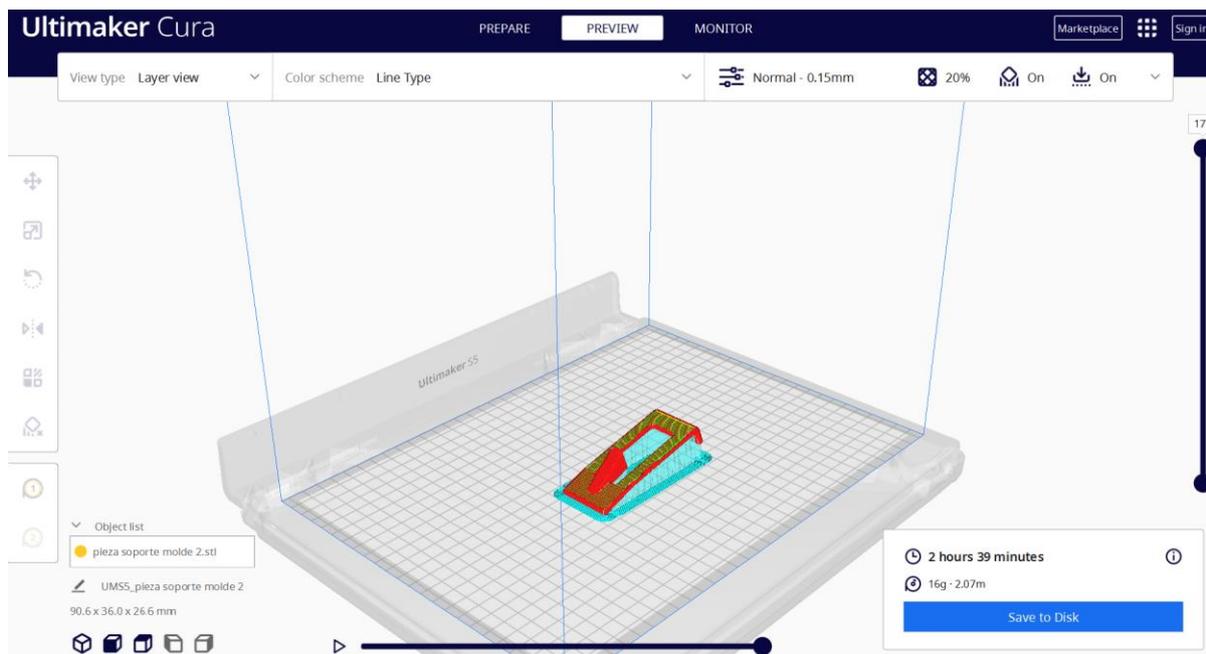


Imagen 78. Segmentación para impresión 3D con software Cura.

Documentación del proceso de prototipado:

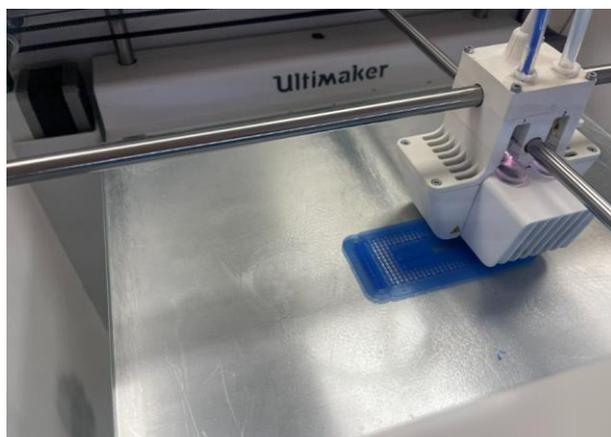


Imagen 79. Impresión del prototipo.



Imagen 80. Impresión de prototipo finalizada.

Se coloca el prototipo en posición y testeamos su viabilidad:



Imagen 81. Colocación del prototipo en la plataforma de envío.



Imagen 82. Test de funcionamiento del prototipo con tubo de envío.

8.2. Elementos normalizados

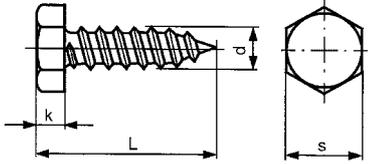
HEXAGON HEAD TAPPING SCREWS - STEEL ZINC PLATED

ZESKANTPLAATBOUTEN - STAAL ELEKTROLYTISCH VERZINKT

VIS A TOLE A TETE HEXAGONALE - ACIER ELECTRO-ZINGUE

TORNILLOS AUTOROSCANTE CON CABEZA HEXAGONAL - ACERO GALVANIZADO ELECTROLITICO

SECHSKANT-BLECHSCHRAUBEN - STAHL VERZINKT

	ISO : 1479 C DIN : 7976 C NEN : - ANSI : B18.6.5M BS : 4174 NF : E25-662 C	GROUPCODE ZINC PL. 26080	 Ordering example: 26080 ST4,8 x 9,5	ST St

d	ST4,8	ST6,3
P	1,6	1,8
k	3	4,8
s ①	8	10
Nr. acc. to ISO	10	14

DIMENSION CODE

d x L	ZINC PL. 26080	☒	d x L	ZINC PL. 26080	☒	d x L	ZINC PL. 26080	☒
	J04			J04			J04	
ST4,8 x 9,5MM	048.009	200	ST6,3 x 16MM	063.016	100	ST6,3 x 38MM	063.038	100
ST4,8 x 38MM	048.038	200	ST6,3 x 19MM	063.019	100	ST6,3 x 45MM	063.045	100
			ST6,3 x 25MM	063.025	100	ST6,3 x 50MM	063.050	100
ST6,3 x 13MM	063.013	100	ST6,3 x 32MM	063.032	100			

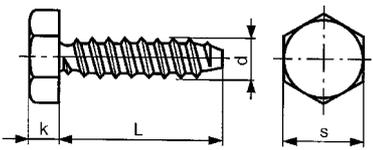
HEXAGON HEAD TAPPING SCREWS - STEEL ZINC PLATED

ZESKANTPLAATBOUTEN - STAAL ELEKTROLYTISCH VERZINKT

VIS A TOLE A TETE HEXAGONALE - ACIER ELECTRO-ZINGUE

TORNILLOS AUTOROSCANTE CON CABEZA HEXAGONAL - ACERO GALVANIZADO ELECTROLITICO

SECHSKANT-BLECHSCHRAUBEN - STAHL VERZINKT

	ISO : 1479 F DIN : 7976 F NEN : - ANSI : B18.6.5M BS : 4174 NF : E25-662 F	GROUPCODE ZINC PL. 26180	 Ordering example: 26180 ST4,8 x 9,5	ST St

d	ST4,8	ST6,3	ST8,0
P	1,6	1,8	2,1
k	3	4,8	5,8
s ①	8	10	13
Nr. acc. to ISO	10	14	16

DIMENSION CODE

d x L	ZINC PL. 26180	☒	d x L	ZINC PL. 26180	☒	d x L	ZINC PL. 26180	☒
	J04			J04			J04	
ST4,8 x 9,5MM	048.009	200	ST4,8 x 25MM	048.025	200	ST6,3 x 25MM	063.025	100
ST4,8 x 13MM	048.013	200				ST8(7,9) x 16MM	079.016	100
ST4,8 x 16MM	048.016	200	ST6,3 x 13MM	063.013	100	ST8(7,9) x 19MM	079.019	100
ST4,8 x 19MM	048.019	200	ST6,3 x 16MM	063.016	100	ST8(7,9) x 25MM	079.025	100
			ST6,3 x 19MM	063.019	100			

① For magnetic bitholders, see section 14.

For hole diameters, see section 15.

WARNING: electro-galvanizing of these products may cause hydrogen embrittlement.

8.3. Materiales

FICHA TÉCNICA

POLIESTIRENO EXTRUIDO

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

POLIESTIRENO EXTRUIDO es un aislamiento térmico de poliestireno extruido (XPS). Su estructura celular cerrada le confiere el carácter aislante, consiguiendo ahorro de energía, ahorro económico y protección del medio ambiente. Paneles de poliestireno extruido conforme a la norma UNE UE 13164, de superficie lisa y mecanizado lateral de media madera. Debido a su prácticamente nula absorción al agua, el material no se ve afectado por el agua, manteniendo su propiedades aislantes.

USOS

Adecuada para cubiertas invertidas y tradicionales, transitables, no transitables y cubiertas ajardinadas, como capa aislante. Rehabilitación y transformación de cubiertas.

CARACTERÍSTICAS Y VENTAJAS

- Aislante térmico.
- Resistencia mecánica.
- Resistencia frente al agua.
- Resistente a los cambios de temperatura ambientales y a la deformación.
- Canto a media madera.
- Facilidad de manipulación e instalación.

CERTIFICADOS Y NORMAS

Número de certificado del marcado CE: T1-CS(10/Y)300-DLT(2)5-DS(TH) WL(T)0,7-WD(V)3-FT2 esp \geq 50: T1-CS(10/Y)300-DLT(2)5-DS(TH)-WL(T)0,7-C(2/1,5/50) 125-WD(V)3-FT2

Producido en factoría certificada EN ISO 9001 (sistema de calidad de empresa) y EN ISO 14001 (sistema ambiental)

Sistema de gestión de calidad según la norma EN ISO 9001:2008.

PRESENTACIÓN Y ALMACENAMIENTO

Los paquetes de poliestireno extruido se suministran en palets y están embalados con un film de plástico extensible. Encima de estos palets no deben ser colocados otros palets o cualquier otro material. Las placas de poliestireno extruido no deben estar en su embalaje en condiciones de intemperie por periodos largos de tiempo.

POLIESTIRENO EXTRUIDO					
ESPESOR	LARGO	ANCHO	UD/PAQ.	m2 paq.	m2 palet
30 mm	1,25 m	0,60 m	13 ud	9,75	117,00
40 mm	1,25 m	0,60 m	10 ud	7,50	90,00
50 mm	1,25 m	0,60 m	8 ud	6,00	72,00
60 mm	1,25 m	0,60 m	7 ud	5,25	63,00
70 mm	1,25 m	0,60 m	6 ud	4,50	54,00
80 mm	1,25 m	0,60 m	5 ud	3,75	45,00
100 mm	1,25 m	0,60 m	4 ud	3,00	36,00

Nos reservamos el derecho de anular o modificar el contenido de este documento, sin precio aviso.



FICHA TÉCNICA

POLIESTIRENO EXTRUIDIDO

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

Características técnicas	Normas	Unidades	30	40	50	60	70	80	100
Lambda (λ 90/90)	EN 12667/12939	W/mK	0,034	0,034	0,034	0,034	0,036	0,036	0,036
Resistencia térmica (RD)	EN 12667/12939	m ² K/W	0,90	1,20	1,50	1,80	1,95	2,20	2,80
Tolerancias en espesor (Δd)	EN-823	mm	+2;-2	+2;-2	+2;-2	+3;-2	+3;-2	+3;-2	+3;-2
Escuadrado (Sb)	EN-824	mm/m	5	5	5	5	5	5	5
Planimetría (Sm _{ax})	EN-825	mm	7	7	7	7	7	7	7
Estabilidad dimensional 23°C y 90% ($\Delta \epsilon$)	EN-1604	%	≤5	≤5	≤5	≤5	≤5	≤5	≤5
Deformación bajo carga y temperatura ($\Delta \epsilon$)	EN-1605	70°/168h/40k Pa	≤5%	≤5%	≤5%	≤5%	≤5%	≤5%	≤5%
Fuego	EN-13501	-	E	E	E	E	E	E	E
Tracción paralela a las caras ($\sigma \tau$)	EN-1607	kPa	>100	>100	>100	>100	>100	>100	>100
Rest. Compresión (σm)	EN-826	kPa	≥300	≥300	≥300	≥300	≥300	≥300	≥300
Fluencia compresión (σc) 2% 50 años	EN-826	kPa	125	125	125	125	125	125	125
Absorción agua por inmersión total (Wp)	EN-12087	%	≤0,7	≤0,7	≤0,7	≤0,7	≤0,7	≤0,7	≤0,7
Absorción agua por difusión (Wd)	EN-12088	%	3	3	3	2,7	2,1	1,5	1,5
Resistencia hielo/deshielo ($\Delta \sigma 10$)	EN-12088	%	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Resistencia hielo/deshielo (ΔWIt)	EN-12088	%	≤1	≤1	≤1	≤1	≤1	≤1	≤1

Cl. Cabrera, 5. 07800 – Eivissa. Illes Balears. Tel: +34 971 315 215 Fax: +34 971 315 109 info@palausolucionestecnicas.es www.palausolucionestecnicas.es

Nos reservamos el derecho de anular o modificar el contenido de este documento, sin previo aviso.



FICHA TÉCNICA

POLIESTIRENO EXTRUIDO

NOTAS DE INSTALACIÓN – LIMITACIONES

Los trabajos de instalación deben ser realizados únicamente por aplicadores formados y homologados por PALAU SOLUCIONES TÉCNICAS, S.L. y experimentados en las instalaciones pertinentes.

NOTA

Todos los datos técnicos indicados en esta Ficha Técnica están basados en ensayos de laboratorio. PALAU SOLUCIONES TÉCNICAS, S.L. se reserva el derecho de anular o modificar las características contenidas en este documento sin previo aviso.

INFORMACIÓN DE SEGURIDAD E HIGIENE

Durante la colocación de las baldosas drenantes debe evitarse el contacto con disolventes orgánicos y focos de llama o temperaturas superiores a 75° C (temperatura máxima admitida), con el fin de evitar deterioros irreversibles del aislamiento. En condiciones de fuerte viento deben plantearse medidas adicionales de seguridad motivadas por las dimensiones de las placas, principalmente en lo que respecta al tránsito en locales con desniveles o con aberturas de dimensiones significativas.

NOTA LEGAL

Esta información y en particular, las recomendaciones relativas a la aplicación y uso final del producto, están dadas de buena fe, basadas en el conocimiento actual y la experiencia de PALAU SOLUCIONES TÉCNICAS, S.L. en los productos cuando son correctamente almacenados, manejados y aplicados, en situaciones normales, de acuerdo con las recomendaciones de PALAU SOLUCIONES TÉCNICAS, S.L. En la práctica, las posibles diferencias en los materiales, soportes y condiciones reales en el lugar de aplicación son tales, que no se pueden deducir de la información del presente documento, ni de cualquier otra recomendación escrita, ni de consejo alguno ofrecido, ninguna garantía en términos de comercialización o idoneidad para propósitos particulares, ni obligación alguna fuera de cualquier relación legal que pudiera existir. Todos los pedidos se aceptan de acuerdo a los términos de nuestras vigentes Condiciones Generales de Venta, Suministro e Instalación. Los usuarios deben conocer y utilizar la versión última y actualizada de las Hojas de Datos de Producto local, copia de las cuales se mandarán a quien las solicite.

Nos reservamos el derecho de anular o modificar el contenido de este documento, sin previo aviso.



PLAS-EXCEL EFS

APLICACIONES

Acero para moldes de grandes dimensiones para inyección de plásticos, grandes cuchillas para plegadoras, ejes, bulones, sufrideras.



EQUIVALENCIAS Y COMPOSICIÓN QUÍMICA

PLAS-EXCEL EFS	F-5303	1.2738	40CrMnNiMo8-6-4	P20+Ni	0.38	1.4	0.3	2	1	0.2					31

Tabla de valores tipo. Pueden variar según calidades, tamaños y coladas. Certificado de calidad a tu disposición.

FORMATOS DE CORTE



Redondo



Llanta



Cuadrado

ESTADO DE SUMINISTRO

Bonificado aprox. 300-320 HB.

CARACTERÍSTICAS

Acero aleado al ni, Cr, Ni, Mo
Desgasificado al vacío (EFS)
Buena mecanización



PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICAS

Conductividad térmica a 20°C: 34 W/(m.K.)

TRATAMIENTO TÉRMICO

Plas-Excel está destinado a utilizarse en estado templado y revenido, es decir, en la forma en que se suministra.

No obstante, cuando el acero deba someterse a termotratamiento para conseguir una mayor dureza o cementarse, puede ser de utilidad seguir las siguientes instrucciones.

TEMPLE

- Temperatura de precalentamiento: 500-600 °C
- Temperatura de austenización: 850°C

El acero debe calentarse hasta la temperatura de austenización, manteniéndose en ella durante 30 minutos.

Proteger el utillaje contra la descarburación y oxidación durante el proceso de temple.

NOTA: El acero deberá someterse a un recocido blando completo antes de templarlo.

RECOCIDO BLANDO

Proteger el acero y calentarlo en toda su masa a 700°C. Luego enfriarlo en el horno 10°C por hora hasta 600°C y, por último, libremente al aire.

ELIMINADOR DE TENSIONES

Después del desbaste, debe calentarse la herramienta en toda su masa a 550°C, tiempo de mantenimiento: 2 horas. Enfriar lentamente hasta 500°C y después libremente al aire.

MEDIOS DE ENFRIAMIENTO

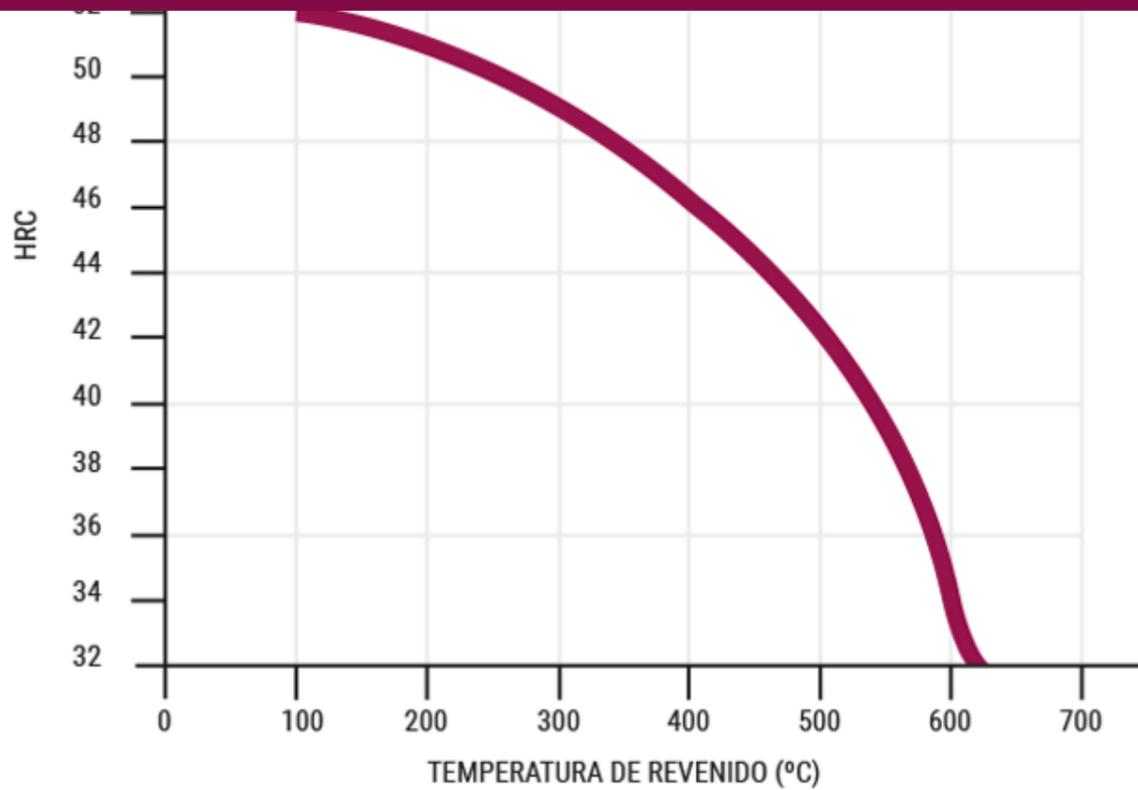
- Gas a alta velocidad/atmósfera circulante (tan solo geometrías sencillas).
- Aceite.
- Temple escalonado martensítico a 300°C durante máximo 4 minutos. Después enfriar el aire.

NOTA: Revenir inmediatamente que la herramienta alcance 50-70°C.

REVENIDO

Elegir la temperatura de revenido de acuerdo con la dureza requerida, según el gráfico de revenido. Revenir dos veces con enfriamiento intermedio a temperatura ambiente. Mínima temperatura de revenido: 180°C. Tiempo mínimo de mantenimiento de temperatura: 2 horas.

El gráfico es válido para pequeñas probetas (15 x 15 x 40mm), austenización 30 min. a 850°C, enfriado al aire y revenido 2 + 2 horas.



TEMPLE A LA LLAMA Y POR INDUCCIÓN

Plas-Excel puede templarse a la llama o por inducción hasta una dureza de 50 HRC. Es preferible el enfriamiento en aire. Sin embargo, las piezas pequeñas pueden requerir enfriamiento forzado. El temple debe ir seguido inmediatamente por un revenido. Para obtener más información, ver el estudio elaborado por el Servicio Técnico de COAC - Temple a la llama de Plas Excel.

CEMENTACIÓN

Con el fin de aumentar la dureza de la superficie Plas-Excel, puede templarse superficialmente. Puede obtener más información en su oficina local de COAC.

NITRURACIÓN Y NITROCARBURACIÓN

La nitruración crea una superficie dura muy resistente al desgaste y a la erosión. Una superficie nitrurada aumenta también la resistencia a la corrosión.

Para obtener un mejor resultado, después de nitrurar se deben seguir los siguientes pasos:

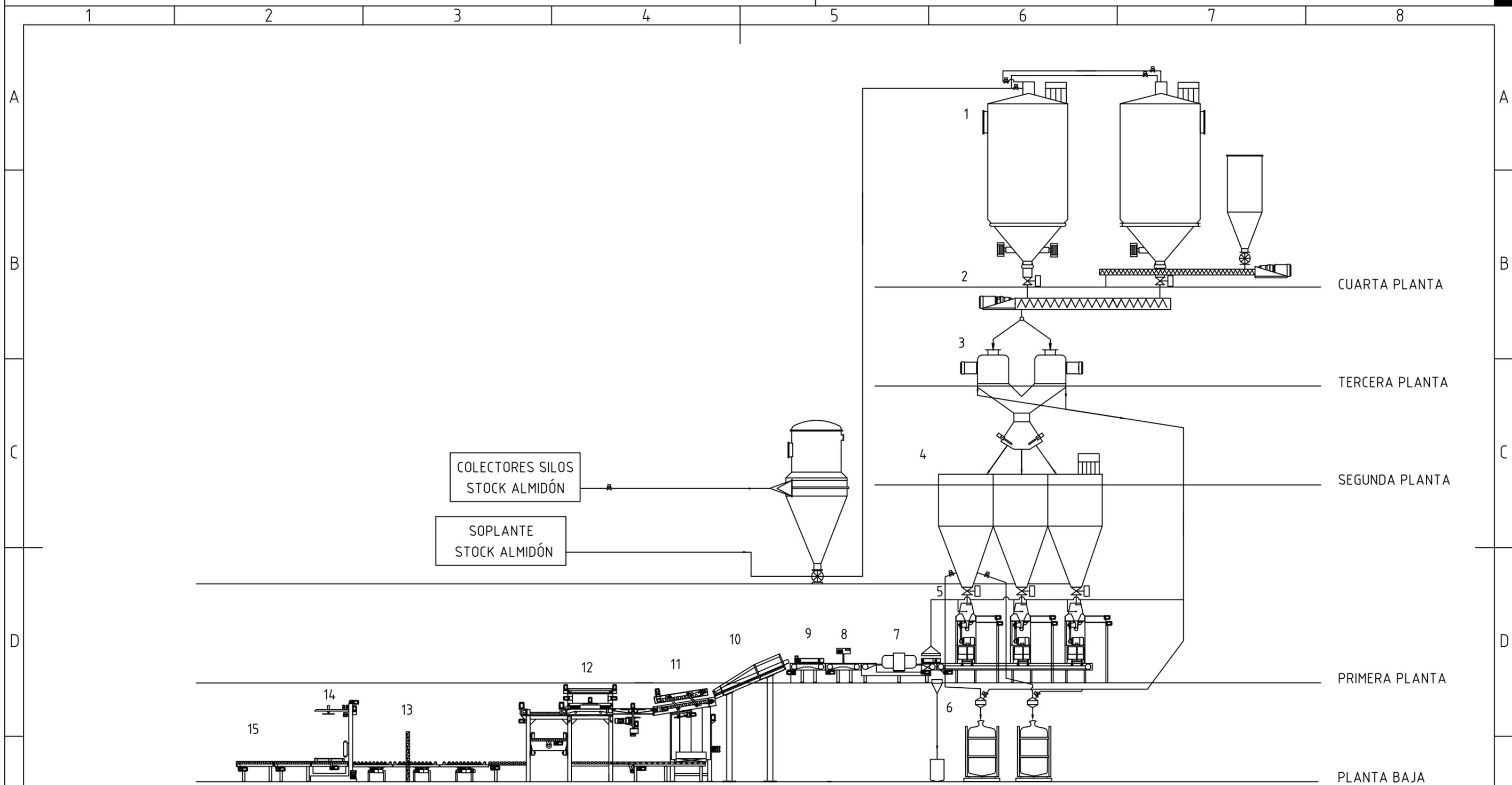
- Desbastado
- Eliminación de tensiones a 550°C
- Rectificado
- Nitrurado

Se pueden conseguir las siguientes durezas en la superficie y profundidades de nitrurado después de realizar la nitruración.

	Temperatura (°C)	Tiempo (h)	Temperatura (°C)	Profundidad (mm)
Nitruración por gas	525	20	650	0,30
	525	30	650	0,35
Nitruración iónica	480	24	700	0,30
	480	48	700	0,40
Nitro-carburación	570	2	700	0,10



9. Planos



7	DETECTOR DE METALES	15	LECTOR DE ETIQUETAS
6	ENVASADORAS BIG BAGS Nº1 Y Nº2	14	ENFARDADORA
5	ENVASADORAS DE SACOS Nº1, Nº2 Y Nº3	13	VALLA DE SEGURIDAD
4	TOLVAS DE ENVASADO	12	PALETIZADORA
3	TAMICES GERIKE	11	APLANADORA DE SACOS
2	SINFIN SALIDA SILOS	10	CINTA DE TRANSPORTE
1	SILOS DE STOCK Nº19 Y Nº20	9	IMPRESORA DE SACOS
Nº	MÁQUINA	8	CONTROL PESO

Tipo de documento:
TRABAJO FIN DE GRADO
MEJORA LÍNEA DE
ENVASADO

TITULO DEL TRABAJO:
INSTALACIÓN INDUSTRIAL
NAVE DE ENVASADO

Ref. técnica:

TITULO DEL DIBUJO: DISTRIBUCIÓN EN ALZADO
4 PLANTAS

ESCALA
1:500

Creado por: M. Cuartero

Aprobado por:

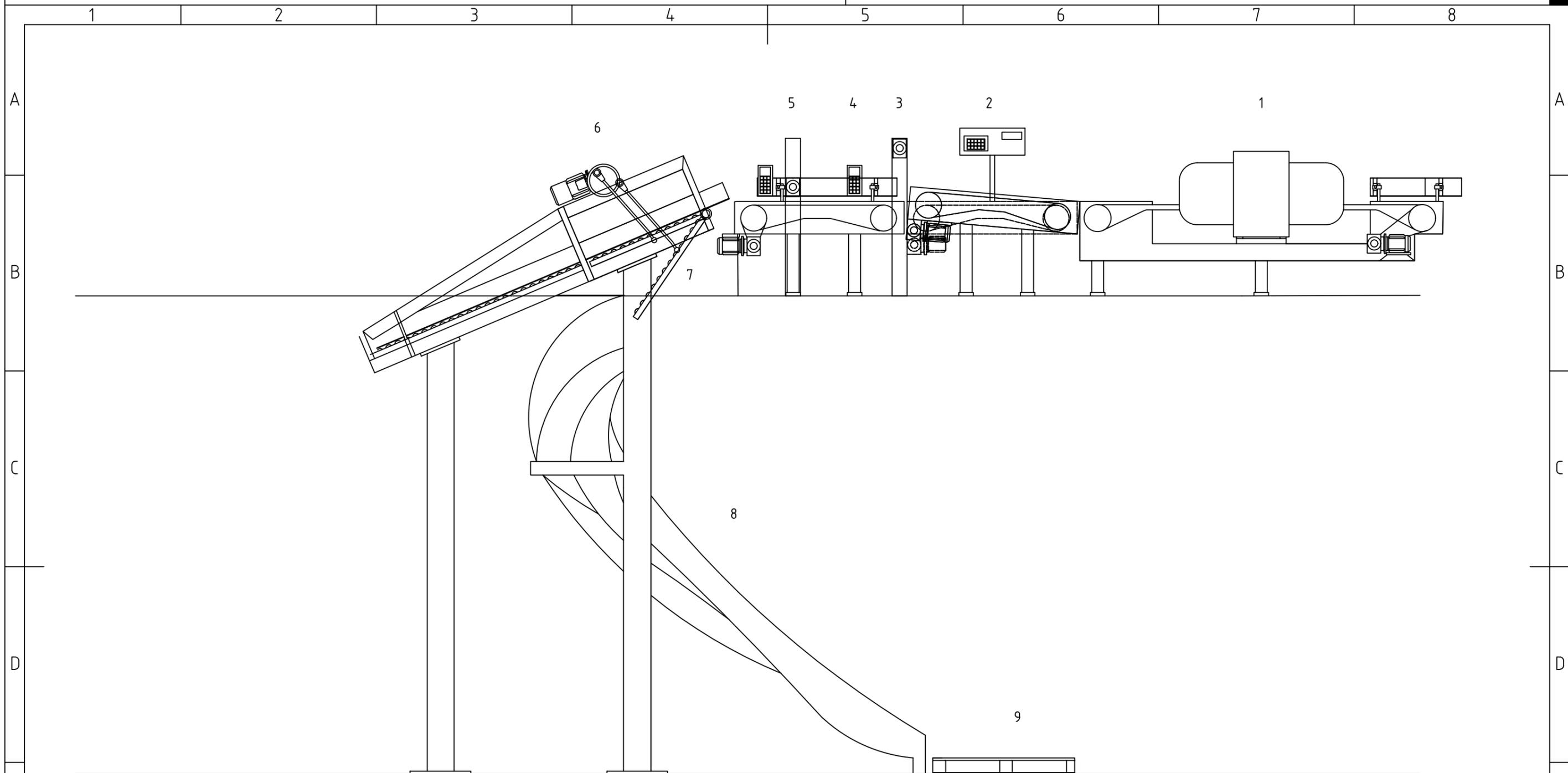
Nº de identificación:

Revisión:

HOJA

Fecha: 01/06/2023

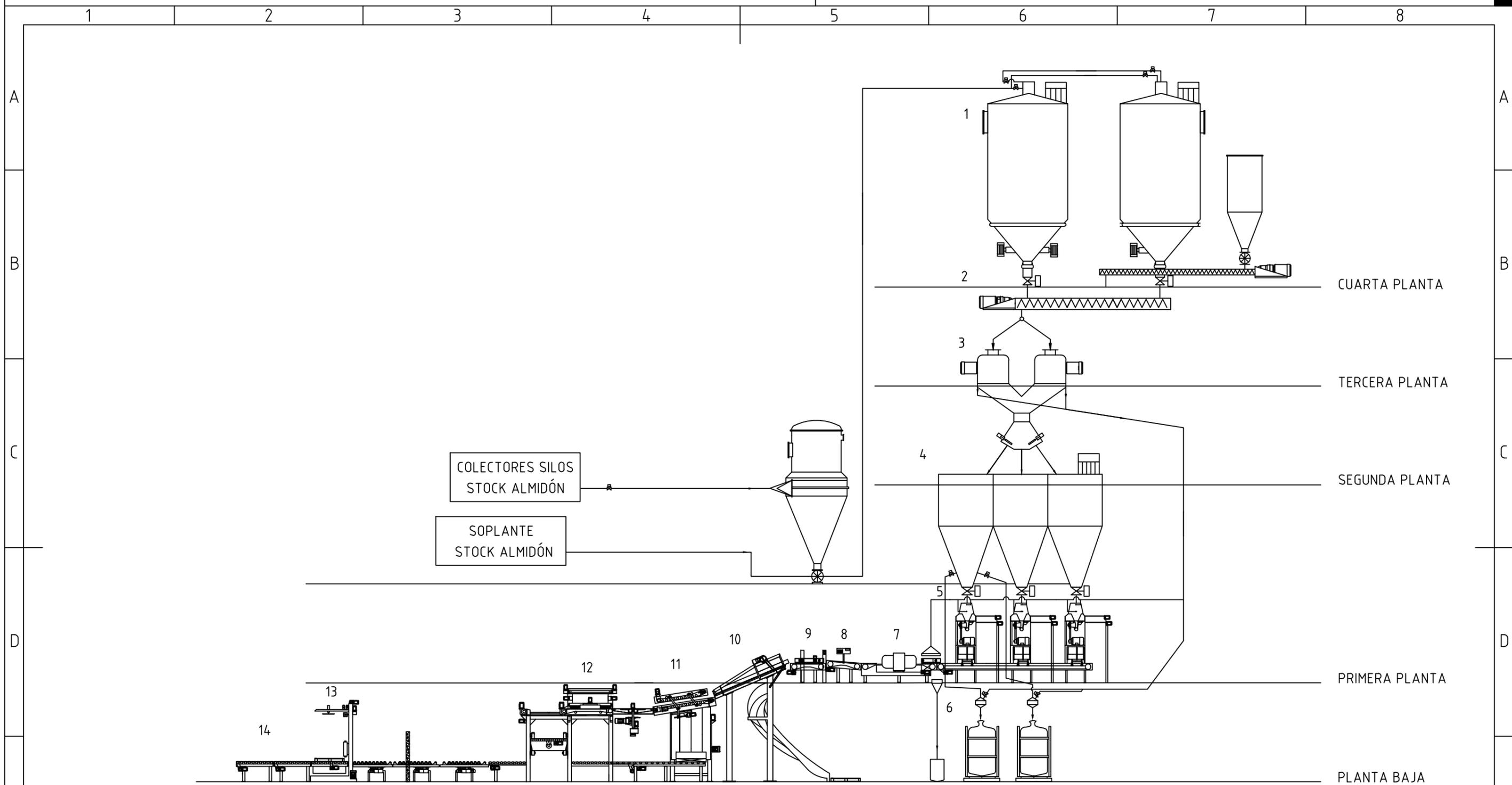
1



PLANTA BAJA

9	PALLET DE RECHAZO
8	TOBOGAN DE RECHAZO
7	CINTA ABATIBLE
6	MECANISMO RECHAZO
5	CAMARA CONTROL IMPRESION
4	CABEZAL DE MARCADO DE SACOS
3	CAMARA CONTROL SELLADO
2	CONTROL PESO
1	DETECTOR DE METALES
Nº	MÁQUINA

Tipo de documento: TRABAJO FIN DE GRADO MEJORA LÍNEA DE ENVASADO		TITULO DEL TRABAJO: INSTALACIÓN INDUSTRIAL NAVE DE ENVASADO	
Ref. técnica:		TITULO DEL DIBUJO: SOLUCIÓN RECHAZO	ESCALA 1:500
Creado por: M. Cuartero		LOCALIZACIÓN CÁMARAS Y REDISTRIBUCIÓN	
Aprobado por:		Nº de identificación:	
		Revisión:	HOJA 2
		Fecha: 01/06/2023	



7	DETECTOR DE METALES	15	LECTOR DE ETIQUETAS
6	ENVASADORAS BIG BAGS Nº1 Y Nº2	14	ENFARDADORA
5	ENVASADORAS DE SACOS Nº1, Nº2 Y Nº3	13	VALLA DE SEGURIDAD
4	TOLVAS DE ENVASADO	12	PALETIZADORA
3	TAMICES GERIKE	11	APLANADORA DE SACOS
2	SINFIN SALIDA SILOS	10	CINTA DE TRANSPORTE
1	SILOS DE STOCK Nº19 Y Nº20	9	IMPRESORA DE SACOS
Nº	MÁQUINA	8	CONTROL PESO

Tipo de documento:
TRABAJO FIN DE GRADO
MEJORA LÍNEA DE
ENVASADO

TITULO DEL TRABAJO:
INSTALACIÓN INDUSTRIAL
NAVE DE ENVASADO

Ref. técnica:

TITULO DEL DIBUJO: DISTRIBUCIÓN EN ALZADO

ESCALA

Creado por: M. Cuartero

4 PLANTAS CON SOLUCIÓN RECHAZO

1:500

Aprobado por:

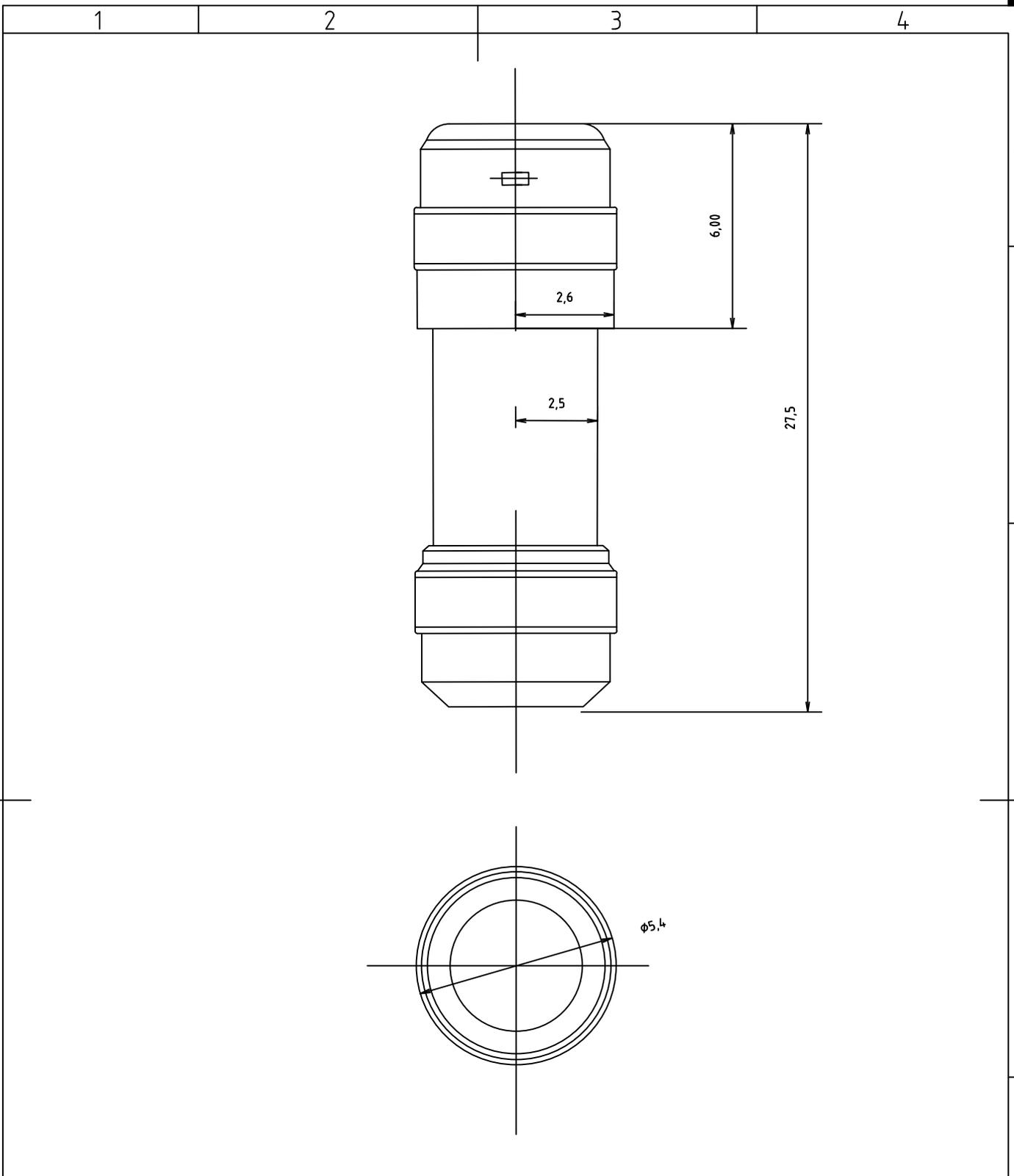
Nº de identificación:

Revisión:

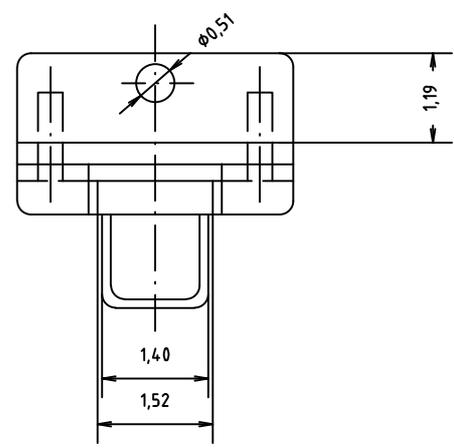
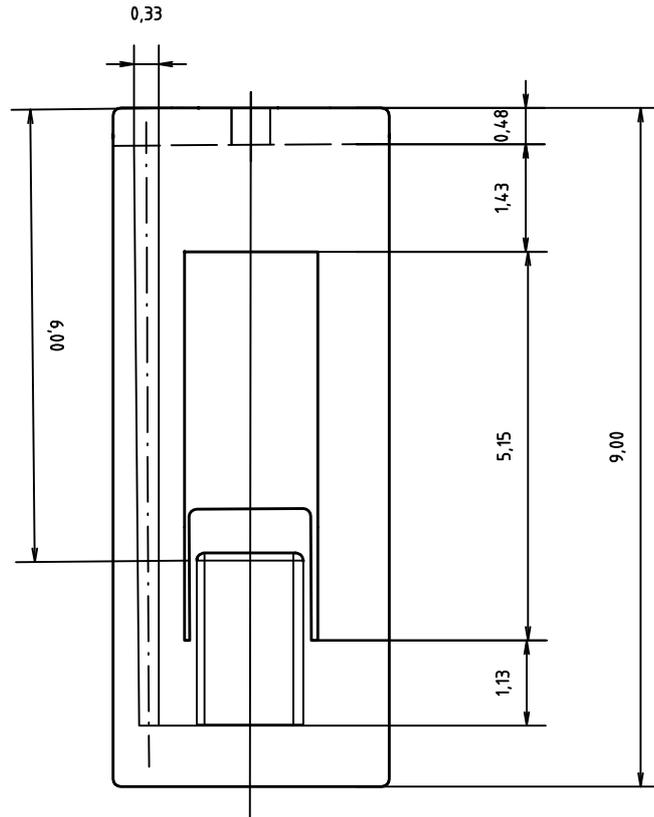
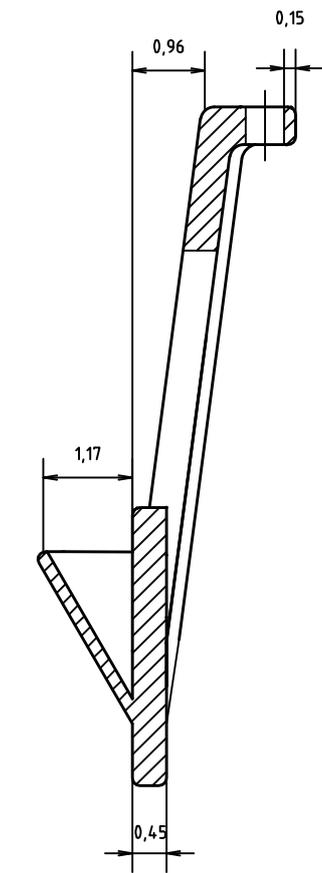
HOJA

Fecha: 01/06/2023

3



Tipo de documento: TRABAJO FIN DE GRADO MEJORA LÍNEA DE ENVASADO	TITULO DEL TRABAJO: DISEÑO PIEZA SOPORTE		
Ref. técnica:	TITULO DEL DIBUJO:		ESCALA
Creado por: M. Cuartero	BOTE ENVÍO DE MUESTRAS		1:2
Aprobado por:	Nº de identificación:		F
Revisión:		HOJA	
Fecha: 01-06-2023		4	



Tipo de documento:
TRABAJO FIN DE GRADO
MEJORA LÍNEA DE
ENVASADO

TITULO DEL TRABAJO:
DISEÑO PIEZA SOPORTE

Ref. técnica:
Creado por: M. Cuartero

TITULO DEL DIBUJO:
PRIMER DISEÑO CON COTAS PIEZA SOPORTE

ESCALA
1:1

Aprobado por:

Nº de identificación:
Revisión:
Fecha: 01-06-2023

HOJA
5

1

2

3

4

A

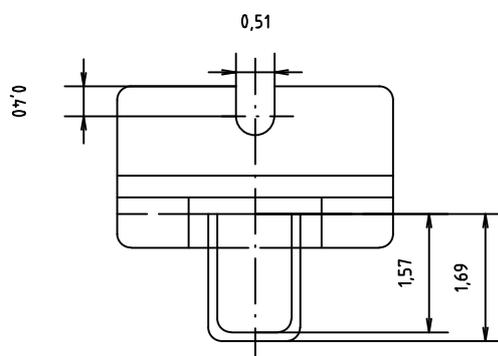
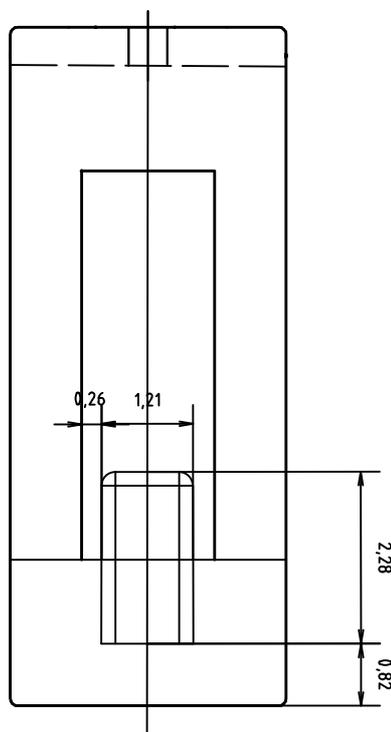
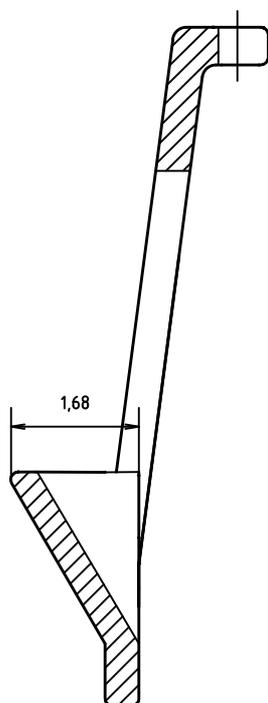
B

C

D

E

F



Tipo de documento:

TITULO DEL TRABAJO:

DISEÑO PIEZA SOPORTE

DEPARTAMENTO:

Ref. técnica:

TITULO DEL DIBUJO: ADAPTACIÓN FABRICACIÓN

ESCALA

Creado por: M. Cuartero

DISEÑO CON COTAS PIEZA SOPORTE

1:1

Aprobado por:

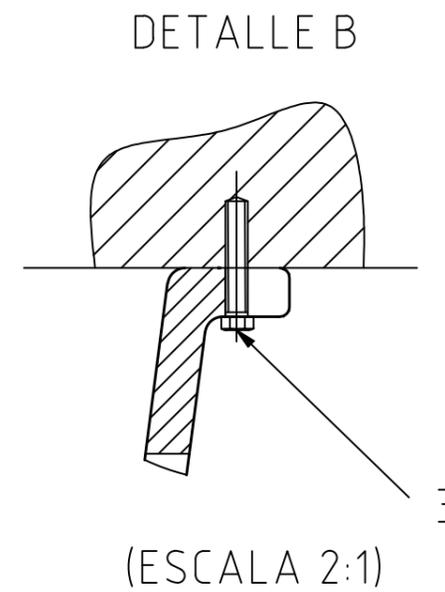
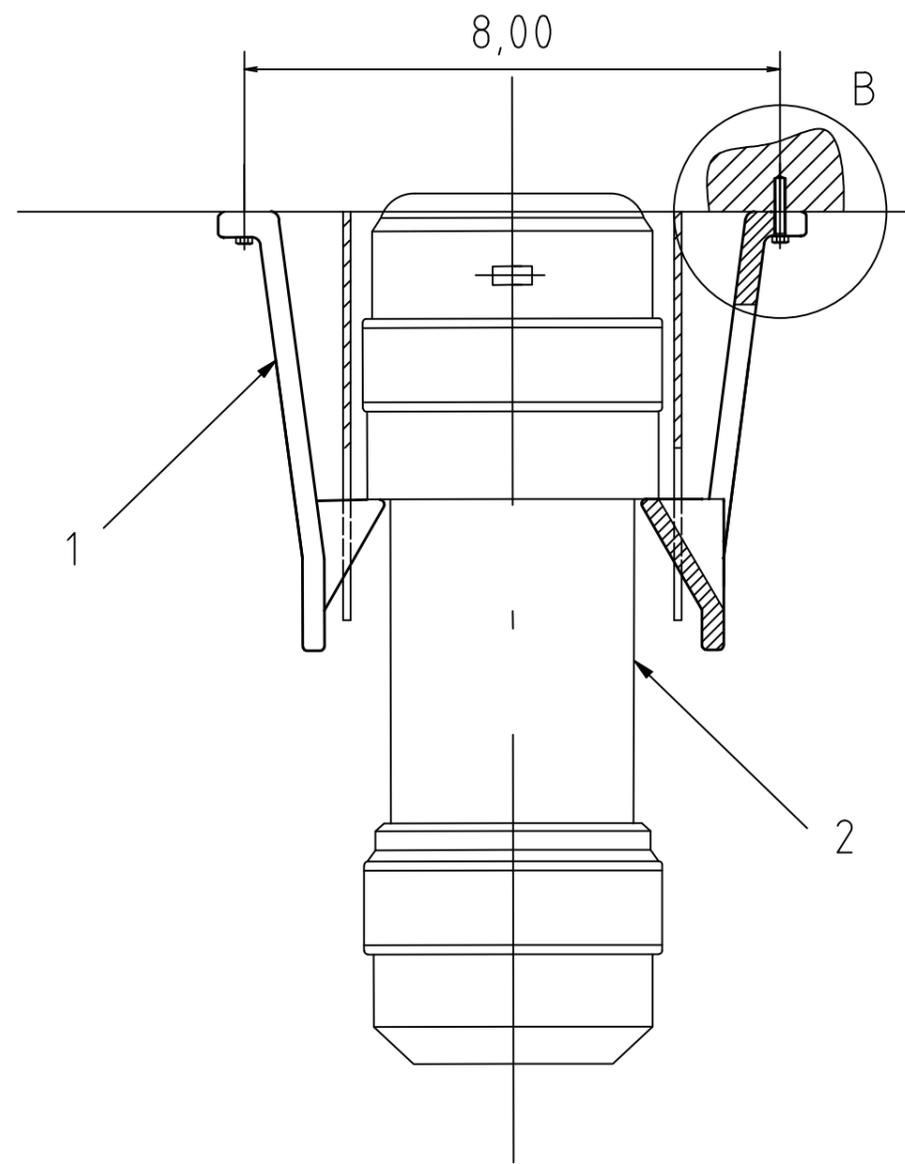
Nº de identificación:

Revisión:

HOJA

Fecha: 01-06-2023

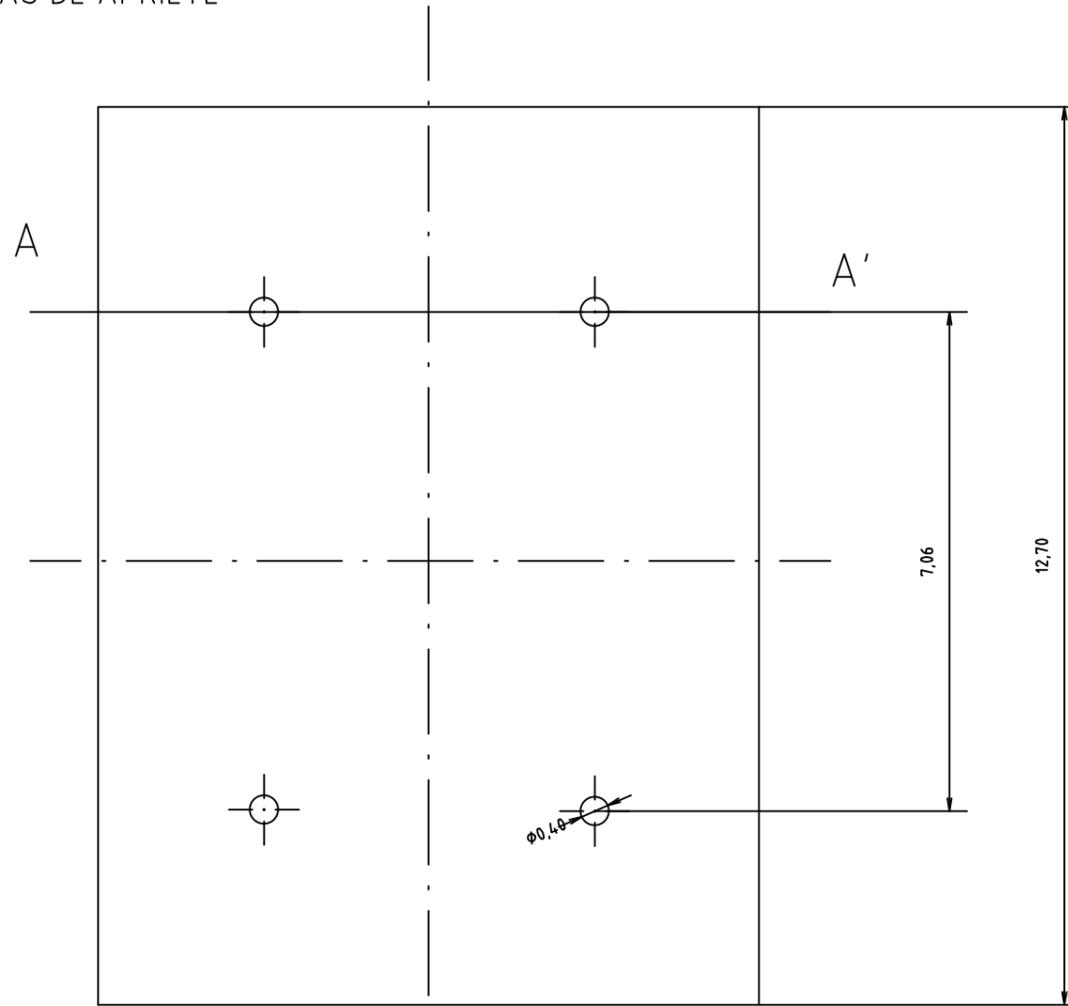
6



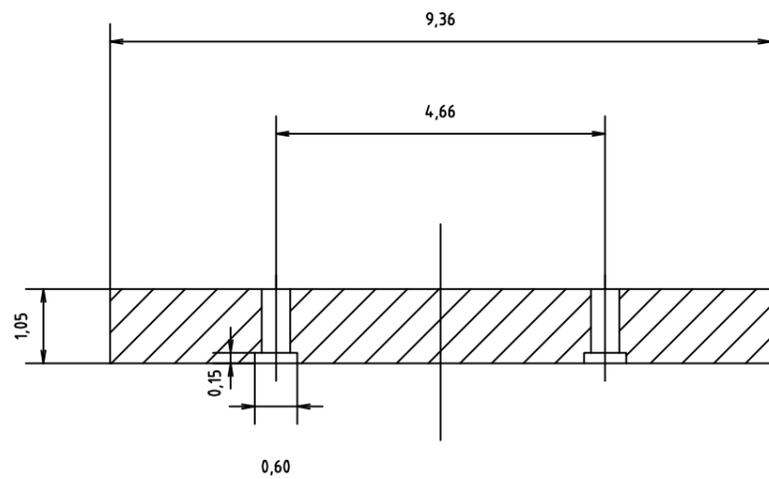
MARCA	DENOMINACIÓN	CANTIDAD	REFERENCIA	MATERIAL
1	PIEZA SOPORTE	2	HOJA: 6	POLIESTIRENO (PS)
2	BOTE ENVÍO DE MUESTRAS	1	HOJA: 4	POLIPROPILENO
3	TORNILLO CABEZA HEXAGONAL M6,3 X 19 MM	1	ANEXO II	ACERO

Tipo de documento: TRABAJO FIN DE GRADO MEJORA LÍNEA DE ENVASADO	TITULO DEL TRABAJO: DISEÑO PIEZA SOPORTE	
	TITULO DEL DIBUJO: CONJUNTO DEL ENSAMBLE PIEZA SOPORTE EN PLATAFORMA ENVÍO	ESCALA 1:2
Creado por: M. Cuartero	Nº de identificación:	
Aprobado por:	Revisión:	HOJA 7
	Fecha: 01-06-2023	

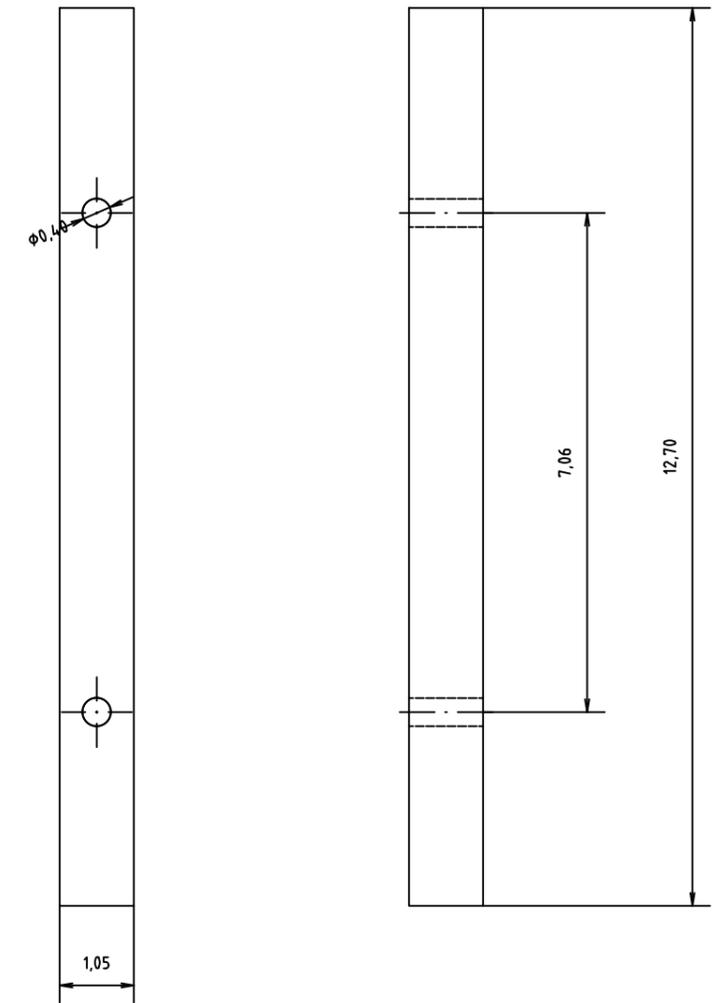
PLACAS DE APRIETE



Sección A-A'

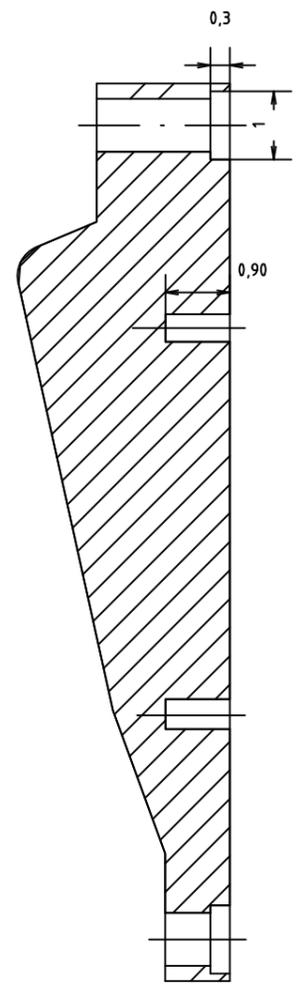


TIRANTES DE APRIETE

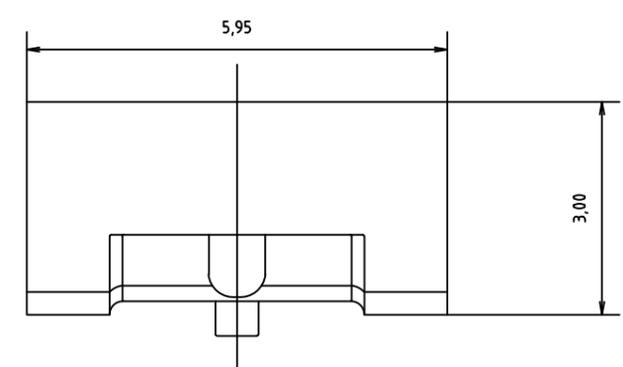
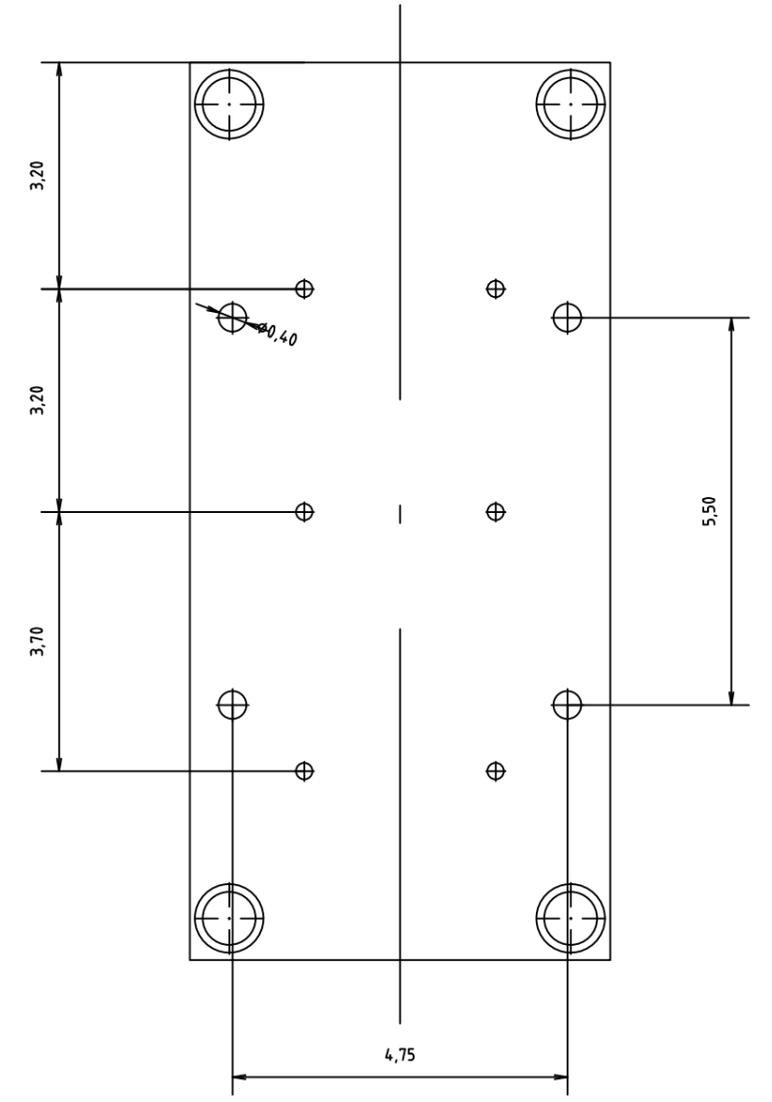
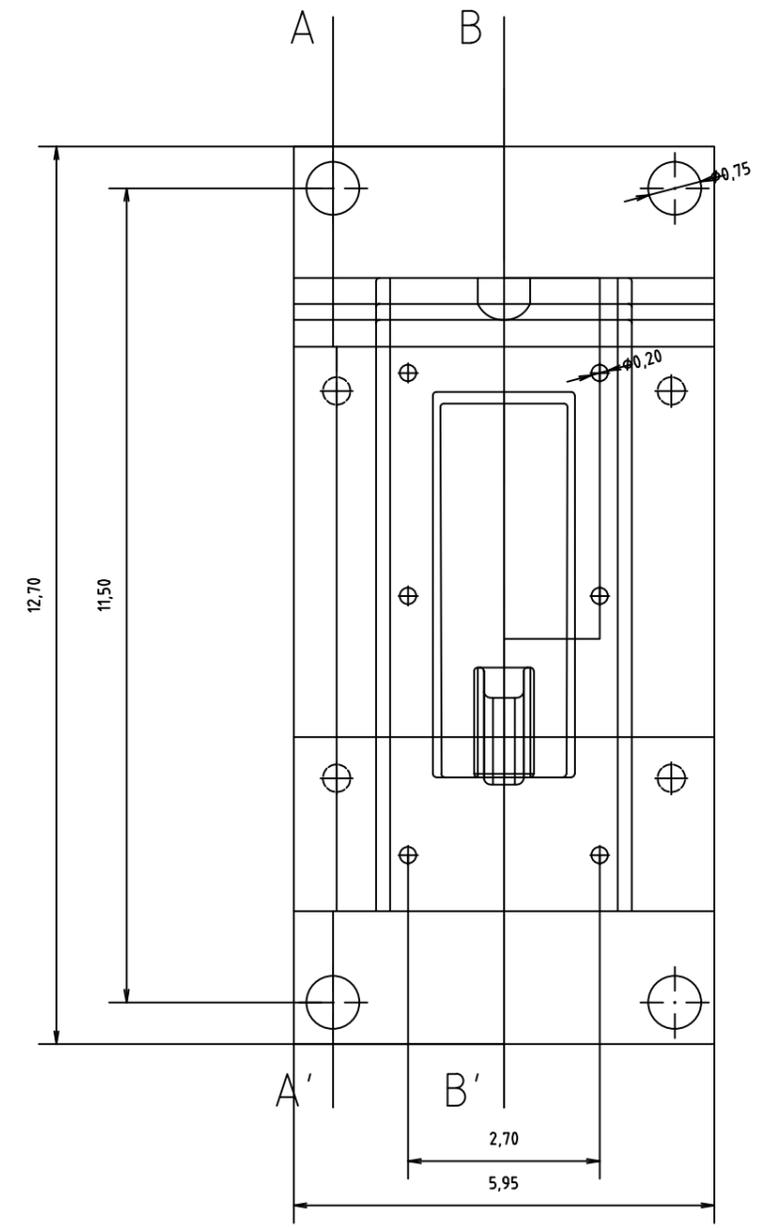
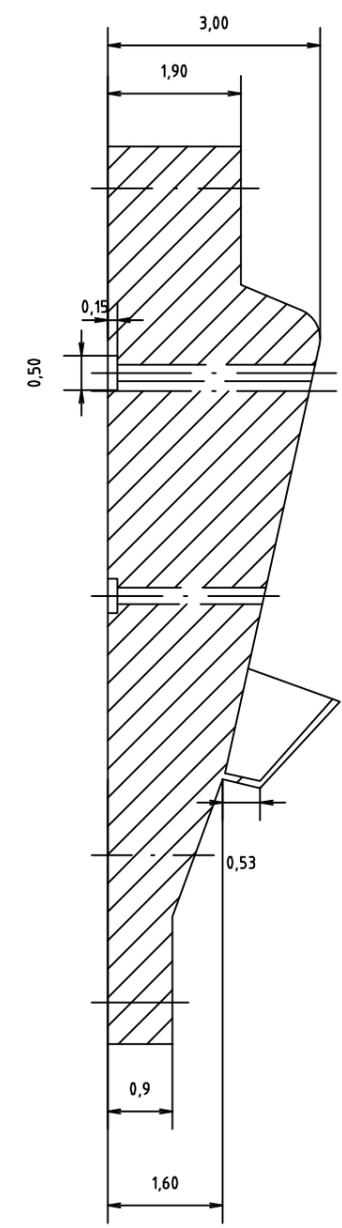


Tipo de documento: TRABAJO FIN DE GRADO MEJORA LÍNEA DE ENVASADO		TITULO DEL TRABAJO: MOLDE INYECCIÓN PIEZA SOPORTE	
Ref. técnica:	TITULO DEL DIBUJO: PLACAS Y TIRANTES DE APRIETE	ESCALA 1:2	
Creado por: M. Cuartero	Nº de identificación:		HOJA 8
Aprobado por:	Revisión:		
		Fecha: 01-06-2023	

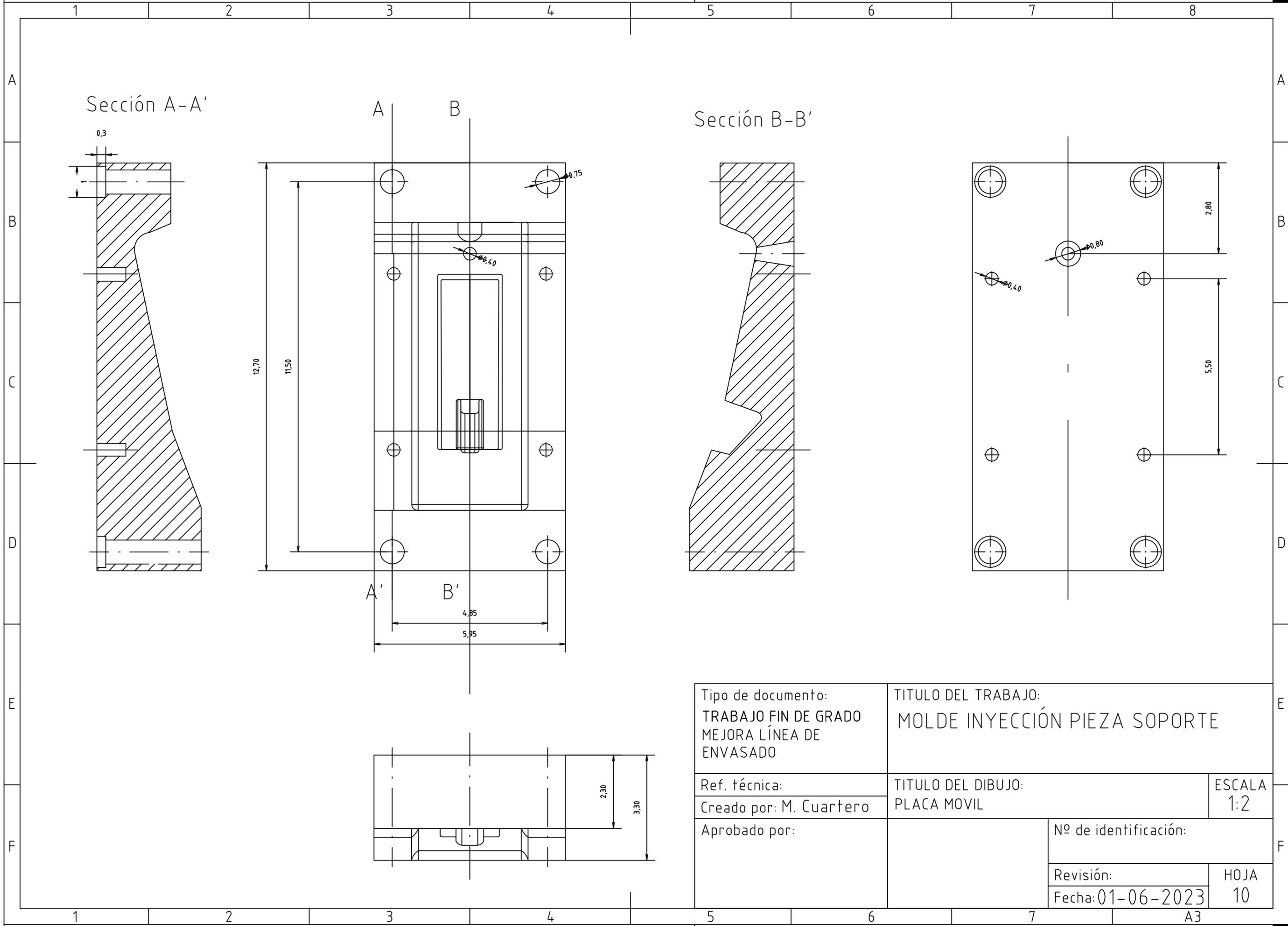
Sección A-A'



Sección B-B'

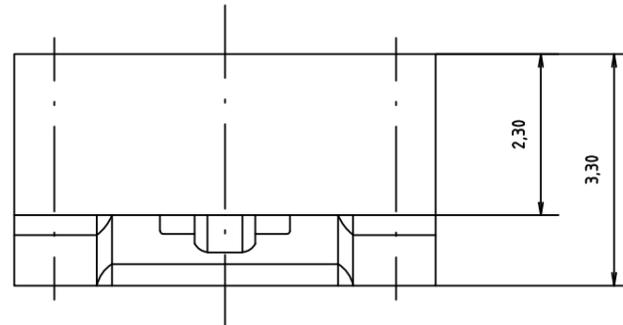
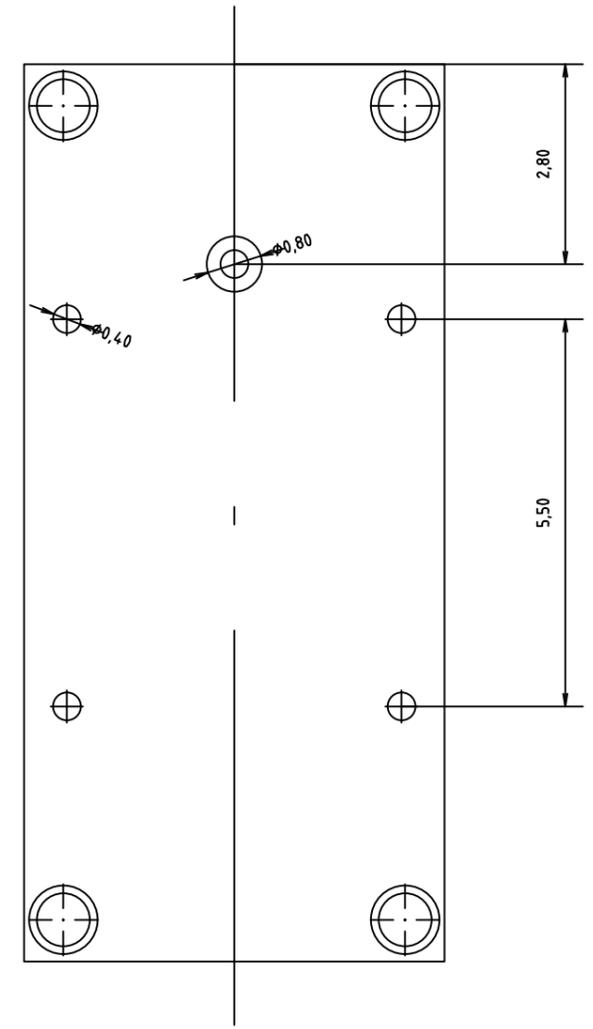
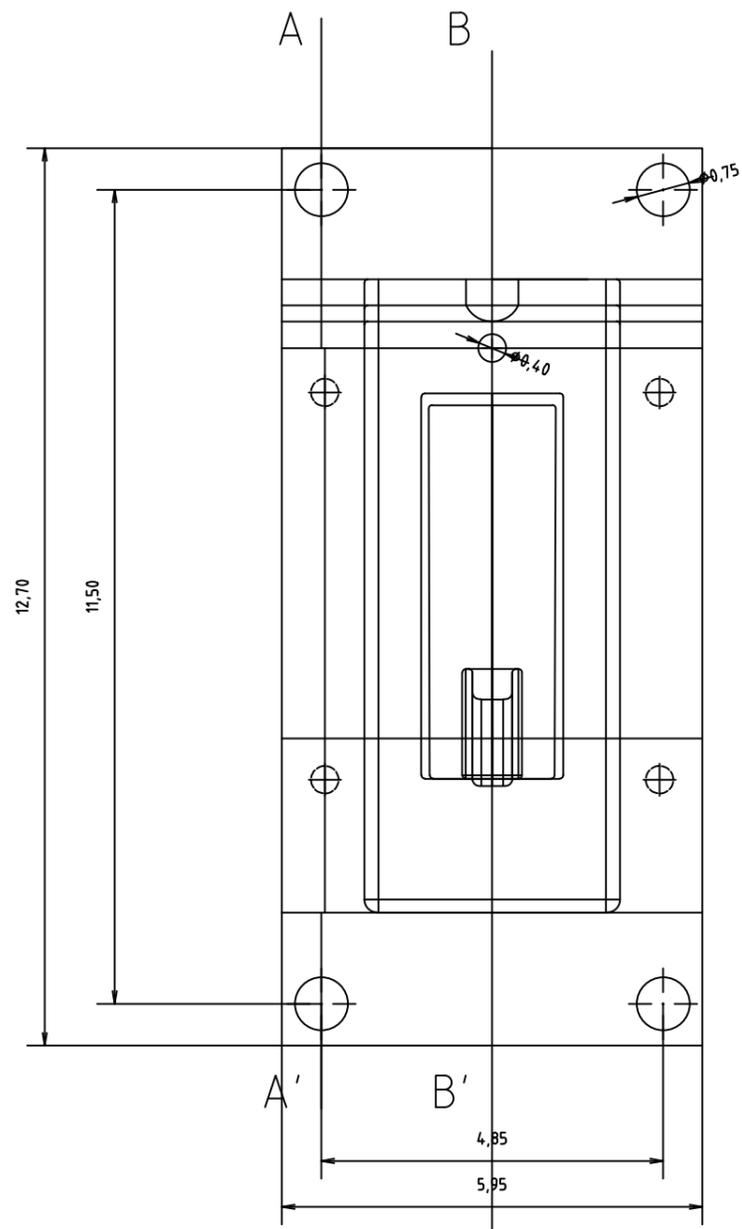


Tipo de documento: TRABAJO FIN DE GRADO MEJORA LÍNEA DE ENVASADO		TITULO DEL TRABAJO: MOLDE INYECCIÓN PIEZA SOPORTE	
Ref. técnica:	TITULO DEL DIBUJO: PLACA FIJA	ESCALA 1:2	
Creado por: M. Cuartero	Nº de identificación:		HOJA 9
Aprobado por:	Revisión:		
		Fecha: 01-06-2023	

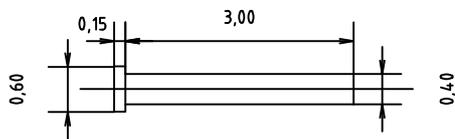


Sección A-A'

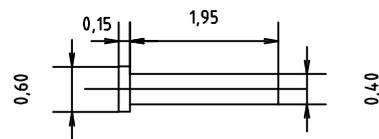
Sección B-B'



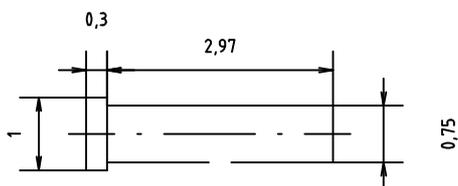
COLUMNAS GUÍA (SUPERIORES)



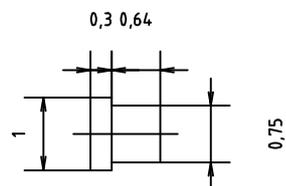
COLUMNAS GUÍA (INFERIORES)



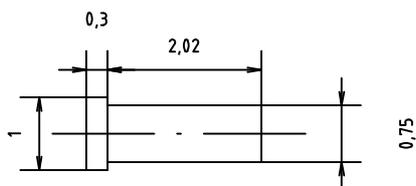
COLUMNAS SEPARADORAS LARGAS



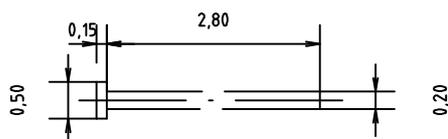
COLUMNAS SEPARADORAS CORTAS



COLUMNAS SEPARADORAS MEDIANAS



AGUJAS DE EXPULSIÓN



Tipo de documento:
TRABAJO FIN DE GRADO
MEJORA LÍNEA DE
ENVASADO

TITULO DEL TRABAJO:
MOLDE INYECCIÓN PIEZA SOPORTE

Ref. técnica:
Creado por: M. Cuartero

TITULO DEL DIBUJO: COLUMNAS GUÍAS
COLUMNAS SEPARADORAS Y AGUJAS EXPULS.

ESCALA
1:2

Aprobado por:

Nº de identificación:

Revisión:

HOJA

Fecha: 01-06-2023

11

10. Prototipos

Se presenta un renderizado del diseño final de la pieza a fabricar y del conjunto del ensamblaje de la pieza en la plataforma de envío.



Imagen 81. Renderizado diseño final parte delantera.



Imagen 82. Renderizado diseño final parte trasera.



Imagen 83. Renderizado ensamblaje de las piezas.

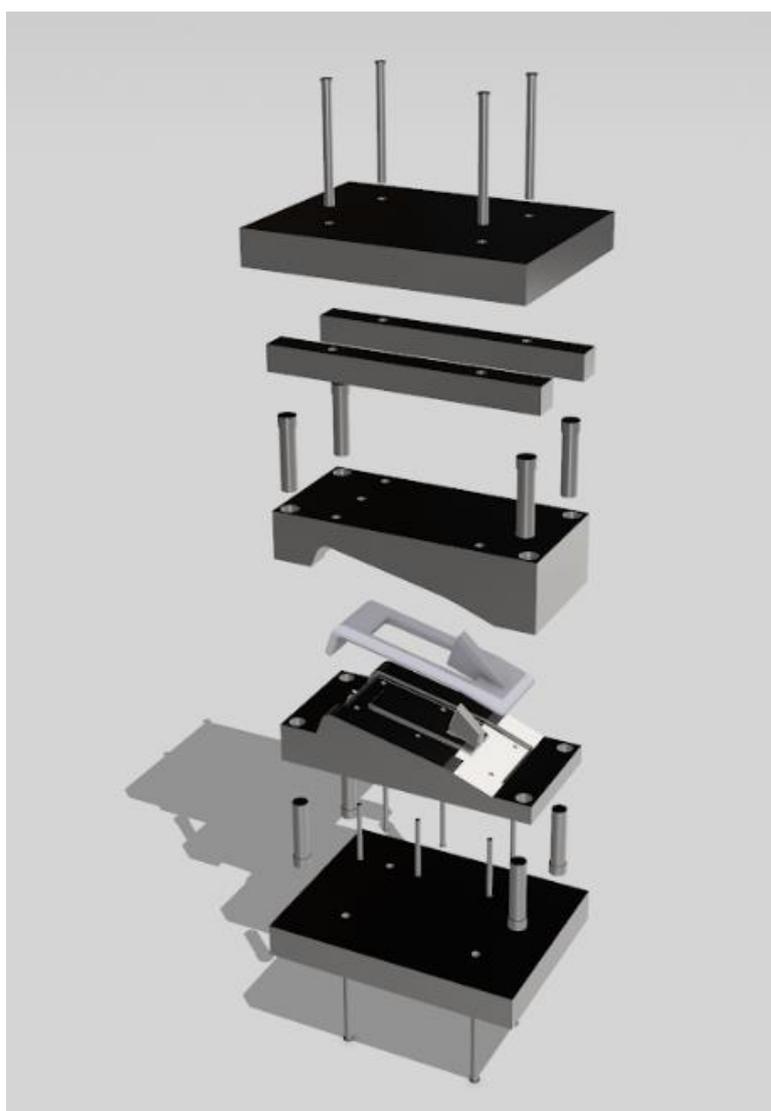


Imagen 84. Renderizado del diseño final del molde con sus respectivas piezas.

A continuación se realiza un mock-up de la propuesta de diseño y se plantean distintas alternativas de presentación del producto.



Imagen 85. Mock-up del diseño realizado en las 3 versiones presentadas.



Imagen 86. Propuesta de presentación del CLEARAM con el diseño de etiquetado realizado.



Imagen 87. Propuesta de presentación del CLEARGUM con el diseño de etiquetado realizado.

11. Presupuesto

El presupuesto se realiza de forma aproximada de la pieza diseñada en el apartado 6.
Aumento de la productividad.

Diseño de la pieza

Se indican las horas de estudio del proyecto, diseño en CAD y planos realizados. El total de horas dedicadas al estudio y diseño de la pieza es de 10 horas con un coste de 35 euros/h.

Total: 350 €

Diseño del molde

Se indican las horas de estudio del proyecto, diseño en CAD y planos realizados. El total de horas dedicadas al estudio y diseño del molde es de 20 horas con un coste de 35 euros/h.

Total: 700 €

Fabricación del molde

Se estima un coste aproximado de 1600€ para materiales y componentes.

Se estiman un total de 24 h para la fabricación del molde teniendo en cuenta:

- Fresado: 14 h
- Rectificado de elementos cilíndricos: 5 h
- Rectificado de elementos planos: 3 h
- Taladrado de agujeros : 2 h

Precio unitario por proceso: 37€/h

Total: 888 €

Montaje y ajuste

Seguidamente se lleva a cabo el montaje en la máquina que se divide en dos partes:

- Montaje del molde: 1 h
- Montaje del molde en la máquina: 30 min

Precio unitario por hora de trabajo: 35€/h

Total: 52,5 €

Coste de inyección

- Número de piezas al año: 1000 Uds
- Número de piezas por ciclo: 1 Ud
- Tiempo de ciclo estimado: 4 s
- Peso de la pieza: 28,1 g
- Precio del PS: 1,95 €/kg
- Precio hora inyectada: 30 €

- o Material necesario

$$Mn = \frac{1000 * 28,06}{1000} = 28,10 \text{ kg}$$

- Inversión en poliestireno

$$I_p = 28,10 * 1,95 = 54,8 \text{ €}$$

- Tiempo de fabricación

$$T = \frac{1000 * 4}{3600} = 1,1 \text{ h}$$

- Coste de fabricación sin coste material

$$C_f = 1,1 \text{ h} * 30 \frac{\text{€}}{\text{h}} = 33,3 \text{ €}$$

- Inversión total en inyección

$$I_t = 33,3 + 54,8 = 88,1 \text{ €}$$

Inversión total

- Diseño de la pieza: 350 €
- Diseño del molde: 700 €
- Fabricación del molde: 888 €
- Montaje y ajuste: 52,5 €
- Inversión total en inyección: 88,1 €

Coste total del proyecto: 2078,6 €

12. Relación del trabajo con los objetivos de desarrollo sostenible de la agenda 2030

Grado de relación del trabajo con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

Objetivos de Desarrollo Sostenibles	Alto	Medio	Bajo	No procede
ODS 1. Fin de la pobreza.			X	
ODS 2. Hambre cero.			X	
ODS 3. Salud y bienestar.	X			
ODS 4. Educación de calidad.				X
ODS 5. Igualdad de género.				X
ODS 6. Agua limpia y saneamiento.			X	
ODS 7. Energía asequible y no contaminante.			X	
ODS 8. Trabajo decente y crecimiento económico.	X			
ODS 9. Industria, innovación e infraestructuras.	X			
ODS 10. Reducción de las desigualdades.	X			
ODS 11. Ciudades y comunidades sostenibles.			X	
ODS 12. Producción y consumo responsables.	X			
ODS 13. Acción por el clima.	X			
ODS 14. Vida submarina.				X
ODS 15. Vida de ecosistemas terrestres				X
ODS 16. Paz, justicia e instituciones sólidas.				X
ODS 17. Alianzas para lograr objetivos.			X	

Descripción de la alineación del TFG con los ODS con un grado de relación más alto.

ODS 3: Salud y bienestar

El diseño de etiquetado que cumple con la normativa para productos alimenticios contribuye a promover la salud y el bienestar de los consumidores. Proporcionar información nutricional clara y comprensible en el etiquetado ayuda a los consumidores a tomar decisiones informadas sobre su dieta y a elegir alimentos más saludables.

ODS 8: Trabajo decente y crecimiento económico

La implementación de sistemas de visión artificial en procesos de producción requiere habilidades técnicas y conocimientos especializados. Esto puede fomentar la generación de empleo en el sector de tecnología y promover el

desarrollo de habilidades en la fuerza laboral.

ODS 9: Industria, innovación e infraestructura

El diseño de un sistema de rechazo con detección por visión artificial implica la aplicación de tecnología y conocimientos avanzados para mejorar los procesos industriales. Al utilizar la visión artificial, se pueden identificar de manera precisa y eficiente los productos defectuosos, lo que ayuda a optimizar la producción y reducir el desperdicio.

El diseño de una pieza de poliestireno para fabricación por inyección de plástico implica la aplicación de tecnología y conocimientos en el campo de la ingeniería y la fabricación. Esto contribuye al desarrollo de la industria y promueve la innovación en los procesos de producción.

ODS 10: Reducción de las desigualdades

La implementación de sistemas de visión artificial en procesos de producción puede ayudar a reducir las desigualdades al garantizar una mayor uniformidad en los productos finales. Esto puede permitir un acceso más equitativo a productos de calidad para todas las personas, independientemente de su ubicación geográfica o nivel socioeconómico.

ODS 12: Producción y consumo responsables

Al implementar un sistema de rechazo con detección por visión artificial, se puede garantizar una mayor calidad en los productos finales y minimizar los productos defectuosos que podrían generar residuos innecesarios. Esto contribuye a una producción más eficiente y reduce el consumo innecesario de recursos.

Al diseñar una pieza de poliestireno para fabricación por inyección de plástico, es importante considerar la eficiencia en el uso de materiales y recursos. Un diseño optimizado puede reducir la cantidad de poliestireno necesario para fabricar la pieza, minimizando así el consumo de plástico y los residuos generados.

El diseño de etiquetado siguiendo la normativa fomenta la producción y el consumos responsables. Al incluir información sobre el origen de los ingredientes, los métodos de producción y el impacto ambiental, se permite a los consumidores tomar decisiones más sostenibles y favorecer a las empresas que adoptan prácticas responsables.

ODS 13: Acción por el clima

Un sistema de rechazo con detección por visión artificial puede ayudar a reducir el impacto ambiental al identificar y desechar de manera precisa los productos o

materiales defectuosos que de otro modo podrían haberse utilizado o distribuido, lo que lleva a una menor emisión de gases de efecto invernadero y una menor generación de residuos.

La fabricación de piezas de poliestireno a través de la inyección de plástico puede tener implicaciones para el cambio climático. Es importante tener en cuenta la elección de materiales y procesos de producción con bajas emisiones de carbono. Además, el diseño de piezas más ligeras y eficientes puede reducir el impacto ambiental asociado con el transporte y el uso de recursos.