



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA  
SUPERIOR INGENIEROS  
INDUSTRIALES VALENCIA

Curso Académico:

## **RESUMEN**

El presente Trabajo de Fin de Grado surge a partir de un periodo de prácticas en empresa durante 3 meses. Se plantea con el objetivo de implantar un sistema de Mejora Continua en la empresa Tapeplast, haciendo uso de herramientas y metodologías pertinentes para conseguir la mejora de la productividad.

Para conseguir estas mejoras se ha implantado:

Un sistema de recogida de indicadores en todas las líneas de fabricación de la empresa Tapeplast. Con la finalidad de permitir identificar defectos o imperfecciones en los productos, y de este modo reflejar la eficiencia en el uso de los recursos generales y recursos humanos de la empresa.

Se ha formado a los operarios para conseguir implantar correctamente el sistema de Mejora Continua y que toda la empresa conociera objetivos, y cómo llevarlos a cabo. Así que se han creado Grupos de Mejora y de resolución de problemas, para detectar los problemas y eliminarlos.

El Ishikawa y el Brainstorming, han sido métodos que han posibilitado conocer la impresión de los empleados de Tapeplast y poder mejorar la productividad de la empresa entre todos.

Una herramienta que ha ayudado a conocer la Eficiencia General en los Equipos ha sido el propio OEE. Para ello, se han ido implantando una serie de mejoras que han ayudado a aumentar los indicadores de rendimiento, disponibilidad y calidad y por consiguiente el OEE.

Mediante la metodología SIPOC se ha conseguido tener una visión amplia de todos los procesos de la empresa. Y con el Project Charter desarrollar un documento para autorizar formalmente un proyecto y documentar los requisitos iniciales para satisfacer las necesidades y expectativas de los trabajadores.

La aplicación de la Metodología 6 Sigma centrada en la reducción de la variabilidad de los productos, ha conseguido reducir o eliminar los defectos o fallos en la entrega de un producto o servicio al cliente.

Y además se ha creado de una Matriz de Polivalencia con la finalidad de asegurar que cada área de trabajo y cada tarea estén perfectamente cubiertas. Conociendo qué trabajadores dominan cada tarea, y qué tareas son dominadas por más de un trabajador.

Finalmente se ha trabajado y se ha conseguido obtener mejoras económicas que han permitido ahorrar considerablemente en costes para la empresa, y además mejorar procesos y hacerlos más eficientes.

## **ABSTRACT**

This Final Degree Work emerges from a period of work experience for 3 months. It is proposed in order to establish a system of continuous improvement in the company Tapeplast, using relevant tools and methodologies for improving productivity.

To achieve these improvements have been implemented:

A collection system of indicators in all the production lines of the company Tapeplast. In order to allow identification of defects or flaws in products, and thus reflect the efficiency of overall resources and human resources of the company.

It has trained operatives to get properly implement the system of continuous improvement and the whole company knew objectives, and how to carry them out. So they were created Improvement Groups and troubleshooting, to identify problems and eliminate them.

Brainstorming and Ishikawa have been known methods that have enabled printing Tapeplast employees and to improve the productivity of the company together.

A tool that has helped make the Overall Efficient Equipment has been the OEE own. To do this, they have been implementing a number of improvements that have helped increase the indicators of performance, availability and quality and therefore the OEE.

By SIPOC methodology it has managed to have a broad view of all business processes. And with the Project Charter developing a document to formally authorize a project and documenting initial requirements to meet the needs and expectations of workers.

The application of the 6 Sigma methodology focuses on reducing product variability, it has managed to reduce or eliminate defects or faults in the delivery of a product or service to the customer.

And it has created a matrix Versatility in order to ensure that each work area and each task are fully covered. Knowing what workers dominate each task, and what tasks are dominated by more than one worker.

It has finally work and has managed to obtain economic improvements that have allowed substantial savings in costs for the company and further improve processes and to make them more efficient.

## **RESUM**

El present Treball de Fi de Grau sorgeix a partir d'un període de pràctiques en empresa durant 3 mesos. Es planteja amb l'objectiu d'implantar un sistema de Millora Contínua en l'empresa Tapeplast, fent ús d'eines i metodologies pertinents per aconseguir la millora de la productivitat.

Per aconseguir aquestes millores s'ha implantat:

Un sistema de recollida d'indicadors en totes les línies de fabricació de l'empresa Tapeplast. Amb la finalitat de permetre identificar defectes o imperfeccions en els productes, i d'aquesta manera reflectir l'eficiència en l'ús dels recursos generals i recursos humans de l'empresa.

S'ha format als operaris per aconseguir implantar correctament el sistema de Millora Contínua i que tota l'empresa conegués objectius, i com dur-los a terme. Així que s'han creat Grups de Millora i de resolució de problemes, per detectar els problemes i eliminar-los.

El Ishikawa i el Brainstorming, han sigut mètodes que han possibilitat conèixer la impressió dels empleats de Tapeplast i poder millorar la productivitat de l'empresa entre tots.

Una eina que ha ajudat a conèixer l'Eficiència General en els Equips ha estat el mateix OEE. Per a això, s'han anat implantant una sèrie de millores que han ajudat a augmentar els indicadors de rendiment, disponibilitat i qualitat i per tant el OEE.

Mitjançant la metodologia SIPOC s'ha aconseguit tenir una visió àmplia de tots els processos de l'empresa. I amb el Project Charter desenvolupar un document per autoritzar formalment un projecte i documentar els requisits inicials per satisfer les necessitats i expectatives dels treballadors.

L'aplicació de la Metodologia 6 Sigma centrada en la reducció de la variabilitat dels productes, ha aconseguit reduir o eliminar els defectes o errades en el lliurament d'un producte o servei al client.

I a més s'ha creat d'una Matriu de Polivalència amb la finalitat d'assegurar que cada àrea de treball i cada tasca estiguin perfectament cobertes. Coneixent quins treballadors dominen cada tasca, i quines tasques són dominades per més d'un treballador.

Finalment s'ha treballat i s'ha aconseguit obtenir millores econòmiques que han permès estalviar considerablement en costos per a l'empresa, i a més millorar processos i fer-los més eficients.

## Contenido

1.- INTRODUCCIÓN .....	3
1.1.- JUSTIFICACIÓN ACADÉMICA .....	3
1.2.- JUSTIFICACIÓN FUNCIONAL .....	4
2.- LA EMPRESA: TAPEPLAST S.L.....	5
2.1.- PLAN ESTRATÉGICO.....	7
2.3.- PRODUCTOS DE LA EMPRESA.....	9
2.4.- MAPA DE PROCESOS .....	11
2.5.- DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO DE LA EMPRESA .....	13
2.6.- GESTIÓN DE CALIDAD .....	17
3.-DESCRIPCIÓN DE LA PROBLEMÁTICA ACTUAL .....	21
4.- METODOLOGÍA DE SOLUCIÓN: MEJORA CONTINUA.....	22
4.1.- METODOLOGÍA SEIS SIGMA .....	24
4.2.-MÉTRICA DEL SEIS SIGMA.....	25
4.3.- DMAIC .....	27
5.- PROPUESTA DE SOLUCIÓN: ESTRATEGIA DMAIC .....	27
5.1.- ETAPA “DEFINIR” .....	28
5.1.1- DEFINICIÓN DEL PROCESO .....	28
5.1.2- MAPA DE PROCESOS DE ALTO NIVEL: SIPOC .....	29
5.1.3.- FORMALIZACIÓN DEL PROYECTO: PROJECT CHARTER .....	30
5.1.4.- CARACTERÍSTICAS CRÍTICAS DE CALIDAD (CCC) .....	31
5.3.- ETAPA “MEDIR” .....	38
5.3.1.- PLANTEAMIENTO INICIAL Y CREACIÓN DE GRUPOS DE MEJORA. ....	38
5.3.2.- ANÁLISIS DEL OEE.....	39
5.3.3.- DIAGRAMA PARETO: CAUSAS DE LOS PARONES .....	43
5.3.4.- HISTÓRICOS DE DATOS .....	46
5.3.5.- ISHIKAWA: DIAGRAMA CAUSA-EFECTO .....	47
5.4.- ETAPA “ANALIZAR” .....	48
5.4.1.- BRAINSTORMING: IDENTIFICACIÓN DE LAS PRINCIPALES SOLUCIONES A LAS CAUSAS DE ERROR .....	48
5.4.2.- EXPLICACIÓN DE LAS PRINCIPALES SOLUCIONES A LAS CAUSAS DE ERROR .....	50
5.5.- ETAPA “MEJORAR” .....	50
5.5.1.- CONSIDERACIONES SOBRE LAS PIEZAS DEFECTUOSAS .....	51

5.5.2.- MEJORAS IMPLANTADAS.....	51
5.5.3.- MEJORA 1: Aumento de tiempo de ciclo .....	52
5.5.4.- MEJORA 2: Modificación inspección control de calidad. ....	53
5.5.5.- MEJORA 3: Matriz de Polivalencia .....	56
5.5.6.- MEJORA 4: Refrigeración de la planta .....	58
5.6.- ETAPA “CONTROLAR” .....	59
6.- CONCLUSIONES .....	59
7.-PRESUPUESTO .....	60
8.- BIBLIOGRAFÍA Y WEBGRAFÍA.....	61
9.- ANEXOS .....	62
10.- PLIEGO DE CONDICIONES .....	73

# 1.- INTRODUCCIÓN

El presente TFG surge como fruto del trabajo desarrollado a lo largo de un periodo de prácticas en empresa de tres meses de duración realizado por el alumno. El objetivo principal del trabajo es lograr una mejora en la eficiencia productiva mediante el uso de metodologías y herramientas propias de la Mejora Continua, en una pyme de inyección de plásticos de la provincia de Valencia (Tapeplast SL).

El documento analiza los principales problemas a los que se enfrenta la empresa desde el punto de vista de la productividad (piezas defectuosas y paradas en las líneas), para posteriormente, mediante la aplicación de la metodología DMAIC (6sigma), proponer soluciones que permitan mejorar esta situación .

## 1.1.- JUSTIFICACIÓN ACADÉMICA

Llevar a cabo el Trabajo de Fin de Grado tiene como objetivo plasmar en una empresa real gran parte de los conocimientos adquiridos durante el Grado de Ingeniería de Organización Industrial. Siendo el objeto principal la aplicación de algunas Metodologías “6 Sigma”, “Lean Manufacturing” y “7 Herramientas de Calidad”

Para ello ha sido necesario contar con las herramientas adquiridas en las asignaturas de:

- Estudio del trabajo.

Se definen los puestos de trabajo, se conoce la problemática y la organización del trabajo con el objeto de mejorar simultáneamente la productividad y las condiciones de trabajo. También son de utilidad herramientas de Estudio y mejora de Métodos y de medición del Trabajo para calcular las capacidades de producción y establecer las necesidades de los diferentes recursos de fabricación.

- Diseño de Sistemas Productivos y Logísticos.

Esta asignatura proporciona los conceptos básicos en la gestión de inventarios, funcionamiento de las líneas de fabricación y diseño de producto, la selección de procesos, la gestión de la capacidad, la distribución en planta, la localización de instalaciones, la estrategia de la cadena de suministro y la evaluación y mejora del sistema.

- Programación y Control de la Producción y Operaciones.

Capacitación para resolver con las herramientas adecuadas los problemas de Programación de Producción y Operaciones.

- Programación y Planificación del Inventario.

Conseguir la ventaja competitiva de la empresa con una correcta gestión del funcionamiento del sistema productivo y la coordinación entre demandas y pedidos a través de técnicas que ayudarán en el proceso sobre la asignación de capacidades productivas, necesidades de recursos humanos, almacenaje, etc. Todo ello tiene como objeto la satisfacción de la demanda de los clientes de manera eficiente.

-Teoría de Máquinas.

Necesaria para conocer los distintos procesos de fabricación, así como automatización del proceso, el establecimiento de controles y verificaciones de la producción para que los productos se fabriquen de acuerdo con las normas y especificaciones establecidas, todo ello bajo un criterio económico y de rentabilidad.

- Sistemas de Producción y Fabricación.

Se ponen en práctica los conocimientos relacionados con el estudio y optimización de los sistemas y procesos de producción que se utilizan en la industria, incluyendo los fundamentos de la metrología dimensional para la verificación de componentes y sistemas mecánicos, los criterios y metodologías empleados para la planificación de procesos de fabricación, la introducción a los principales sistemas de fabricación y tecnologías avanzadas para la fabricación de componentes mecánicos.

- Control Estadístico de Calidad.

Desarrollar un control estadístico de la calidad de un proceso, productivo o no, teniendo en cuenta importancia de establecer unos estándares de calidad, controlarlos, y detectar con la máxima antelación los problemas que puedan surgir; con el objetivo final de reducir los costes asociados a la no calidad para aumentar la ventaja competitiva de la empresa.

- Gestión de Calidad Total.

Importancia de la calidad en el actual entorno empresarial, desarrollando los principales conceptos y modelos de gestión de la calidad: normas ISO-9000, gestión de la mejora de la calidad, indicadores de calidad, gestión de procesos, cartas de servicio, ciclo PDCA, metodología seis sigma, Implementación de las 5S, etc. Todo ello se focaliza fundamentalmente a la mejora de los resultados y mejora en la satisfacción del cliente y calidad.

- Proyectos.

Estudio del concepto de proyecto, sus factores determinantes, dimensiones y fases en el ámbito empresarial, para posteriormente estudiar su gestión y dirección en las empresas. Mención especial al cálculo de presupuesto y evaluación económica para obtener el impacto económico de las mejoras introducidas en la empresa.

- Trabajo de Fin de Grado.

Diferenciar los apartados que tiene un Trabajo de Fin de Grado. Aplicación directa sobre este trabajo, con el estudio de los factores a tener en cuenta para la realización del trabajo y uso de los conceptos y las técnicas específicas de Planificación, Programación y Control.

## **1.2.- JUSTIFICACIÓN FUNCIONAL**

A nivel funcional, los justificantes para la realización del trabajo de fin de grado son:

- Implantación de un sistema de recogida de indicadores (Mejora Continua) en todas las líneas de fabricación de la empresa Tapeplast.
- Maximización de la OEE (Overall Equipment Efficiency), minimizando la merma con un plan de acción para eliminar o reducir las causas que las producen.



- Creación de los Grupos de Mejora y de resolución de problemas, con la finalidad de resolver los problemas que surgen en la producción diaria y llegar a la raíz de los mismos para eliminarlos. Tratando de conocer las causas de los problemas y buscar una solución conjunta con todos los operarios, con el Ishikawa y Brainstorming.
- Tener una visión amplia de todos los procesos de la empresa mediante la metodología SIPOC.
- Desarrollar un documento que autorice formalmente un proyecto que trate de documentar los requisitos iniciales que satisfacen las necesidades y expectativas de los interesados, mediante un Project Charter.
- Aplicación de la Metodología 6 Sigma centrada en la reducción de la variabilidad de los productos, consiguiendo reducir o eliminar los defectos o fallos en la entrega de un producto o servicio al cliente.
- Creación de una Matriz de Polivalencia con la finalidad de asegurar que cada área de trabajo y cada tarea estén perfectamente cubiertas. Conociendo qué trabajadores dominan cada tarea, y qué tareas son dominadas por más de un trabajador.

## 2.- LA EMPRESA: TAPEPLAST S.L.

“Tapeplast, es una empresa constituida en 1986 por D. Ricardo Peris Espuig y hoy en día regentada por su hijo D. Ricardo Peris García.

Tiene una única planta de fabricación que dispone de su instalación en Silla, Valencia. Y cuenta con 2400m<sup>2</sup>.

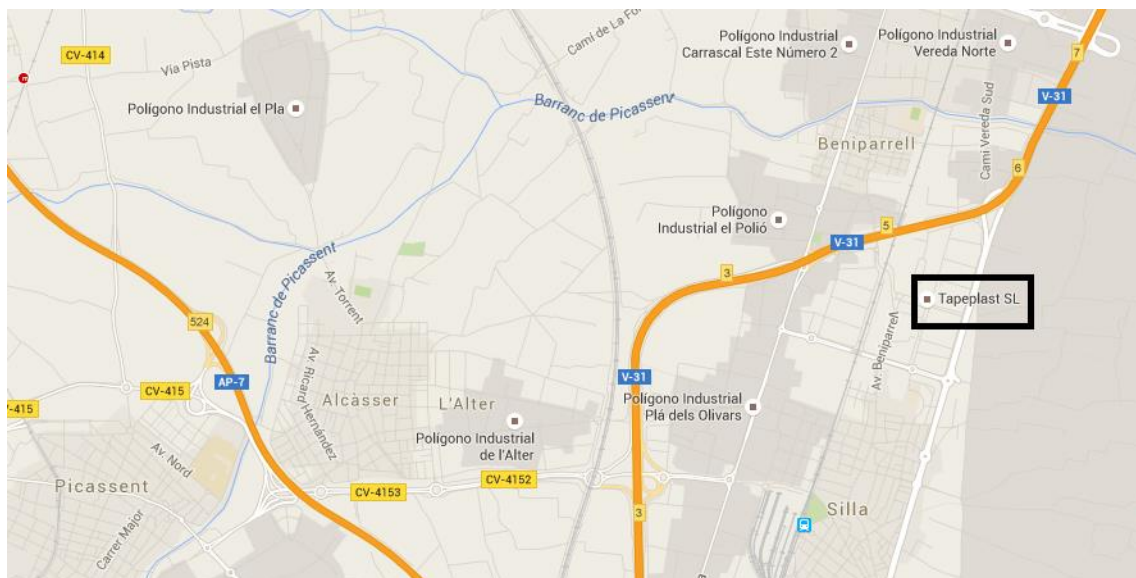


Ilustración 1: Situación Tapeplast. Google Maps

Desde sus inicios la empresa se ha especializado en la fabricación de tapones de plástico, que se obtienen mediante procesos de inyección, a partir de granza de diversas familias de plásticos, siendo el PPH (polipropileno homopolímero) habitualmente el material más usado.

Estos tapones están dirigidos principalmente al sector de la industria farmacéutica, cosmética,



*Ilustración 2: Almacén donde se preparan los pedidos, listos para ser expedidos*

perfumería y limpieza, poniendo a disposición de sus clientes una amplia gama de productos, tanto en modelos estándar como en el desarrollo de diseños exclusivos”. (Tapeplast, 2015)

Tapeplast cuenta con alrededor de 20 trabajadores, distribuidos en los departamentos de calidad, producción, logística, compras y ventas, administración y contabilidad...

Utiliza mayormente un sistema de planificación bajo pedido, es decir, la empresa elabora el producto sólo después del contrato o encargo del mismo.

En cuanto a la materia prima que se usa en Tapeplast (materiales termoplásticos, una considerable gama de colores y cera de dos tipos), se encuentra toda en forma de gránulos, para poder hacer las mezclas oportunas y fundirse adecuadamente en el proceso de inyección.

Este proceso de inyección consta de varias etapas, cierre de molde, llenado, plastificación y enfriamiento, apertura del molde y expulsión de la pieza. La zona de producción consta de 4 máquinas

montadoras y 20 máquinas que producen distintos tipos piezas según los moldes que hay en ellas, estos moldes son intercambiables y dependiendo del pedido, se van colocando a una máquina u otra, algunas veces es necesario realizar cambios de molde por parte del operario jefe de equipo. Dependiendo del número de piezas, del tipo de producto, del tiempo de ciclo, del cliente, de las características del producto e incluso del clima... terminar un pedido puede costar desde unos minutos a varios días.

Una vez terminado el pedido, todas las cajas previamente etiquetadas se agrupan y se almacenan, listas para el envío a sus respectivos destinos. Para ello Tapeplast cuenta con un sistema de distribución mixto, es decir, posee camiones propios (que son la principal opción para clientes de la provincia de Valencia) y también camiones subcontratados mediante una agencia de transportes, que se encargan del resto de la distribución.



*Ilustración 3: Ejemplo de etiqueta identificativa de una caja*

Tapeplast está siempre en vanguardia, y en constante desarrollo e investigación de nuevas ideas para la realización de modelos propios, adecuados a las necesidades de estas industrias. Prestan sus servicios a clientes de toda la geografía española e incluso francesa, esta última representa alrededor un 10%-12% de los clientes.

Según Ricardo Peris: “Obtener ventajas competitivas en cuanto a la producción es tarea clave para la empresa”.

Su compromiso es ofrecer a los clientes la Calidad y Servicio que demanda el mercado actual, a través de su equipo humano y de una estructura técnica que incorpora las últimas innovaciones tecnológicas del sector.

La empresa dispone de un sistema de gestión de calidad siendo certificado el 25/09/2000 en la normativa de la UNE-EN ISO 9001:2000



Ilustración 4: Tapeplast S.L. (polígono l'Alteró – Silla (Valencia) desde una de las entradas

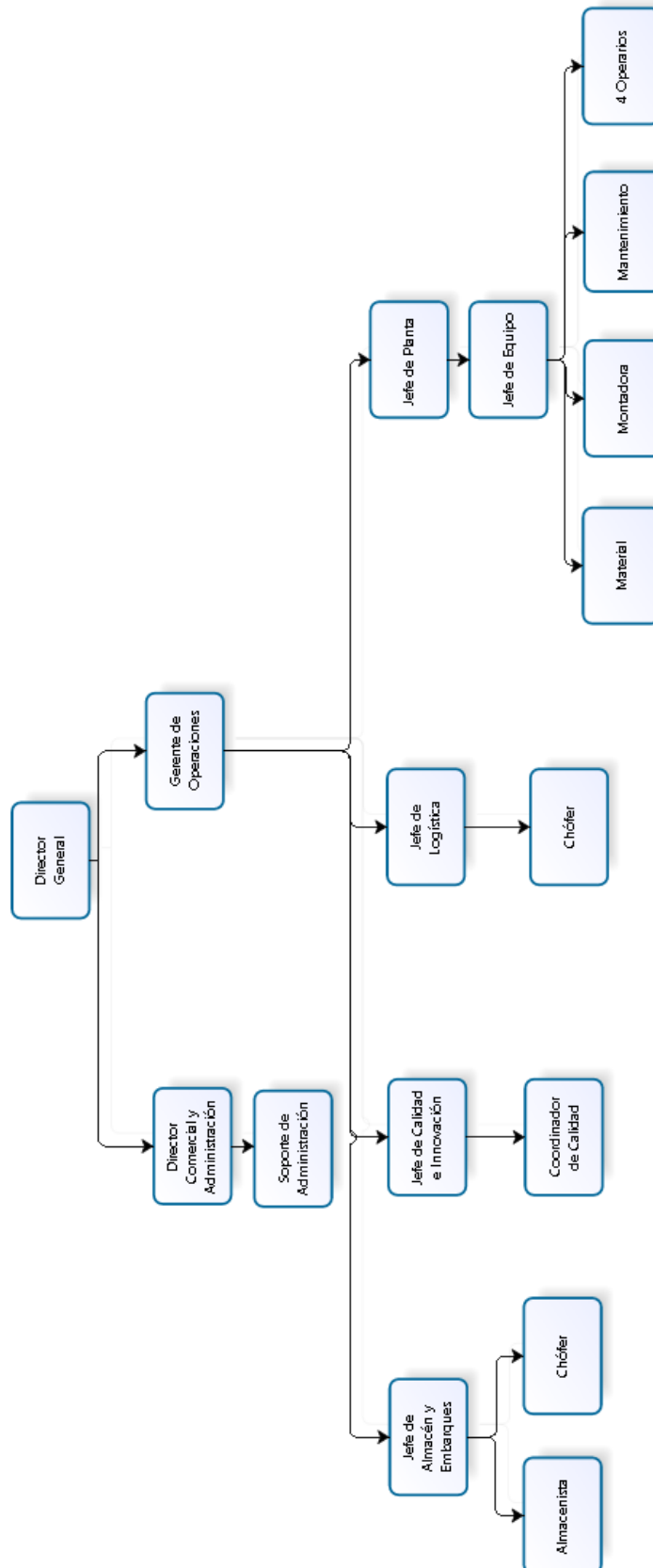
## 2.1.- PLAN ESTRATÉGICO

La Misión, Visión y Valores de la empresa Tapeplast S.L. son los siguientes:

<b>MISIÓN</b>	Proporcionar una gran variedad de tapones y otros productos plásticos a sus clientes, cumpliendo las necesidades y compromisos y generando confianza.	<b>VISIÓN</b>	Ser una empresa industrial de inyección de plásticos reconocida a nivel nacional y ser referente en cuanto a modelos de innovación, fiabilidad y calidad.	<b>VALORES</b>	Servicio, eficiencia, responsabilidad, calidad, confianza, compromiso con el medio ambiente.
---------------	---	---------------	---	----------------	--

## 2.2.- ORGANIGRAMA

Tapeplast dispone de una estructura organizativa que le permite gestionar adecuadamente los procesos. El siguiente organigrama muestra la estructura organizativa funcional:



### 2.3.- PRODUCTOS DE LA EMPRESA

Los productos de Tapeplast están dirigidos principalmente al sector de la industria farmacéutica, cosmética, droguería, perfumería y limpieza, poniendo a disposición de sus clientes una amplia gama de productos, tanto en modelos estándar como en el desarrollo de diseños exclusivos.

<b>TIPO DE PRODUCTOS</b>		
<b>COSMÉTICA</b>	<b>DROGUERÍA</b>	<b>VARIOS</b>
BC1000 	D-100 	CLIP 
BC500 	D-100/C 	OBTURADORES 
TAPÓN INVIOLEBLE 	D-100/2 	ECOLÓGICA 
OV-1000 	D-20/C 	SPRAY PUSH Ø52 
OV-250 	D-30 	SPRAY 











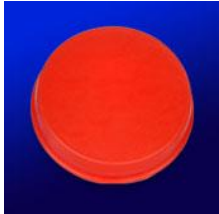



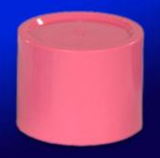





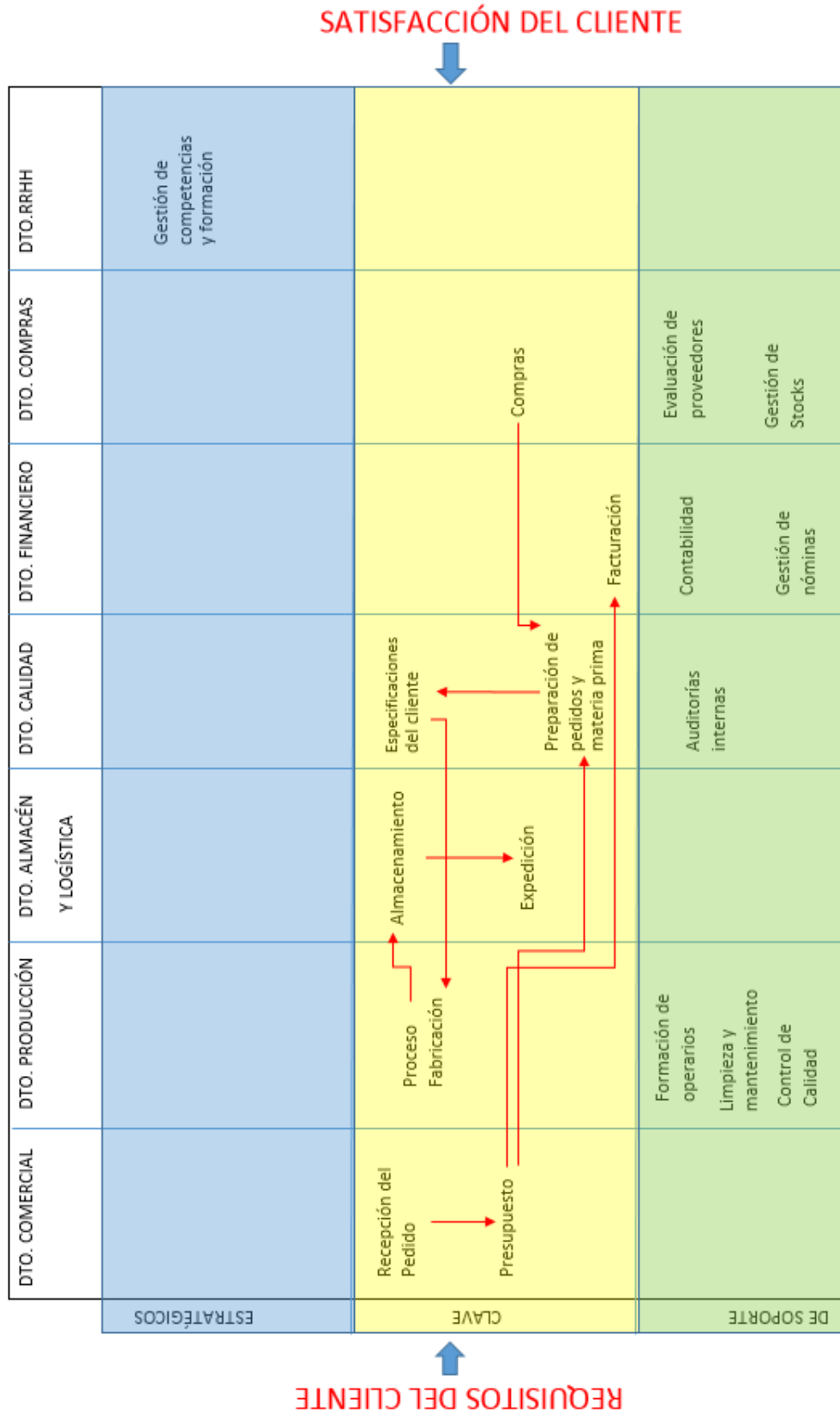
<p>OV-750</p> 	<p>D-30/C</p> 	<p>CÁNULA CON TAPA</p> 
<p>PUSH PULL</p> 	<p>TAPÓN INVOLABLE DRG</p> 	<p>DIRECTO</p> 
<p>RC 1000</p> 	<p>PUSH PULL DRG</p> 	<p>PORTAPLANOS</p> 
<p>ROLL-ON</p> 	<p>SUAVIZANTE</p> 	<p>RECAMBIO</p> 
<p>RV-1000</p> 		<p>RECAMBIO/2</p> 
<p>TARRO Y TAPA 300mL</p> 		<p>TP100</p> 
<p>TARRO DE CREMA</p> 		<p>TP200</p> 

Ilustración 5: Fotos de los productos que ofrece la empresa Tapeplast, obtenidos de la página web [www.tapeplast.com](http://www.tapeplast.com)

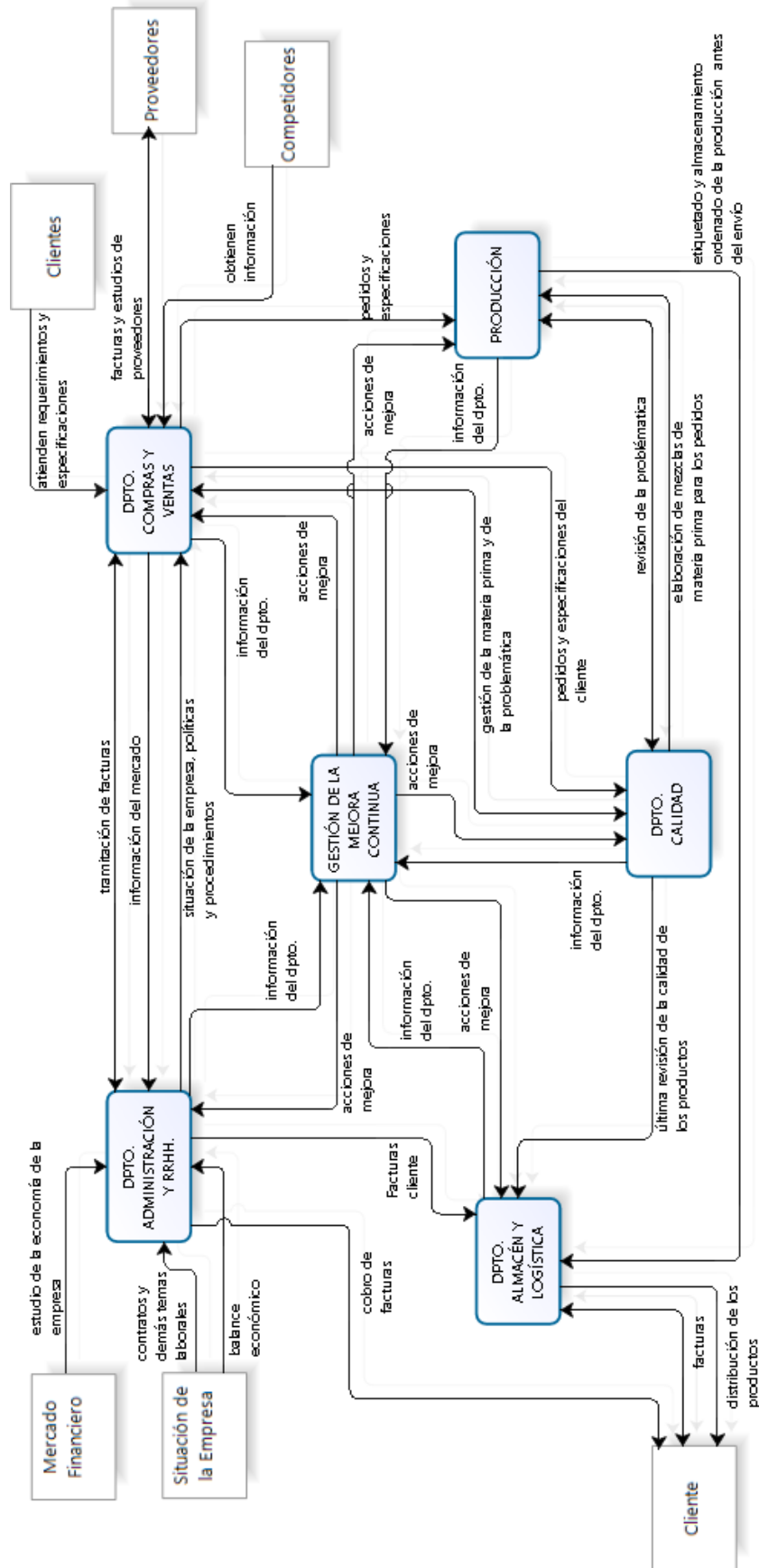
## 2.4.- MAPA DE PROCESOS

El siguiente diagrama de flujo resume todos los procesos que se llevan a cabo en la empresa para la consecución del producto final. Los procesos están divididos en estratégicos, clave y de soporte, los cuales permiten una visión integral de la empresa.



**FLUJO DE INFORMACION ENTRE LOS DISTINTOS DEPARTAMENTOS**

Estos cinco procesos se interrelacionan entre sí de la siguiente manera:





## 2.5.- DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO DE LA EMPRESA

El proceso productivo consiste en proveerse de materia prima: material plástico necesario para el proceso de producción, así como distintas variedades de granzas de colores y diversos tipos de cera. (Todo este tipo de materiales permanece en inventario, y el encargado de hacer las mezclas anota lo que se ha consumido al día en una base de datos, y cuando queda cierta cantidad de este material, se hace el pedido).



*Ilustración 6: Almacén donde se guarda la materia prima, colores, ceras...*

Según el lote que requiera el cliente, es decir, el número de piezas, el tipo, el color,... Se hacen las mezclas de color, cera y material plástico de una manera determinada.

Las entradas se transforman en salidas durante el proceso de inyección, es un proceso adecuado para piezas de gran consumo. “La materia prima se transforma en producto acabado en un solo paso. La ventaja que tiene la inyección es que se pueden obtener piezas de variado peso y con geometrías complicadas. De modo que para la economía del proceso es decisivo el número de piezas por unidad de tiempo. Es decir gran parte de las ventajas competitivas de la empresa se centra en la producción.

Las características más importantes del proceso de inyección son las siguientes:

- La pieza se obtiene en una sola etapa.
- Se necesita poco o ningún trabajo final sobre la pieza obtenida. (Existe una máquina montadora de cánulas para ciertos tipos de tapones que están formados por dos piezas).

- El proceso es totalmente automatizable.
- Las condiciones de fabricación son fácilmente reproducibles.
- Las piezas acabadas son de una gran calidad.

Es imprescindible que el proceso de inyección de plásticos tenga en cuenta:

- Dimensiones de la pieza. Tendrán que ser reproducibles y de acuerdo a unos valores determinados, lo que implicará minimizar las desviaciones de la misma.
- Propiedades mecánicas. La pieza deberá resistir las condiciones de uso a las que esté destinada durante un tiempo de vida largo. (Muchos productos cuando llegan a los clientes, sufren impactos considerables al ser montados como producto final).
- Peso de la pieza. Es de gran importancia, sobre todo, porque está relacionada con las propiedades de ella.
- Tiempo de ciclo. Para aumentar la producción será necesario minimizar, en lo posible, el tiempo de ciclo de cada pieza. La producción puede variar según el tiempo de ciclo, pero también el porcentaje de piezas defectuosas. Hay que producir de manera que el tiempo de ciclo sea bajo, pero lo suficientemente alto como para no producir piezas defectuosas.
- Consumo energético. Una disminución del consumo energético implicará un menor coste de producción.

El ciclo de inyección, se divide en las siguientes etapas:

- a) Cierre del molde.
- b) Inyección: 1) Fase de llenado y 2) Fase de mantenimiento.
- c) Plastificación o dosificación y enfriamiento
- d) Apertura del molde y expulsión de la pieza.” *Autor Desconocido, 2015*

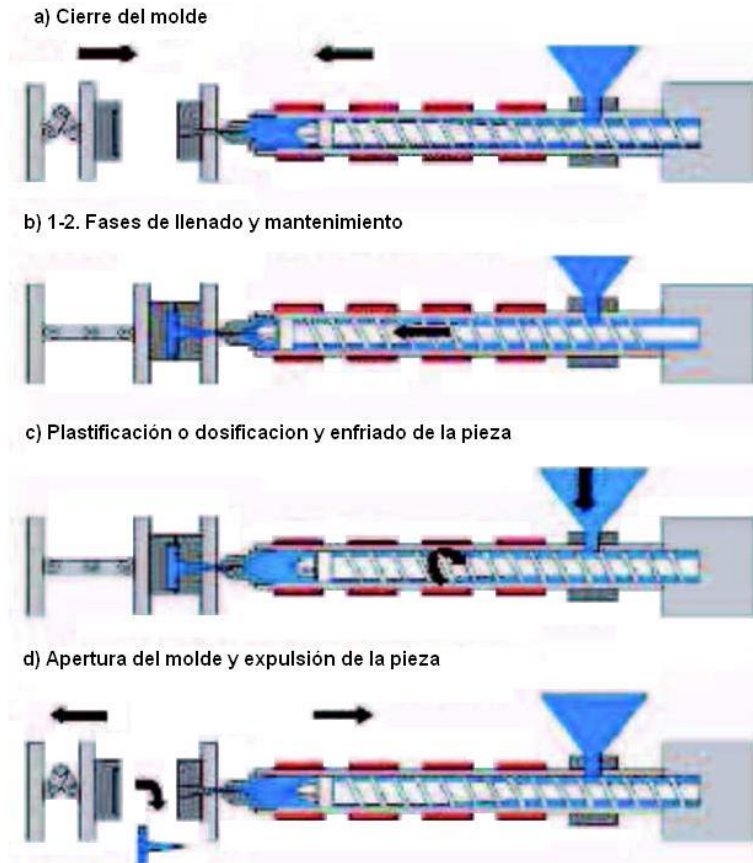


Ilustración 7: Etapas de un ciclo de inyección.<http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com.es/2011/06/inyeccion-de-materiales-plasticos-ii.html>

- Cierre del molde.

Con el cierre del molde se inicia el ciclo, preparándolo para recibir la inyección del material fundido.

- Inyección.

En esta etapa se producen dos fases: fase de llenado y fase de mantenimiento.

Fase de llenado.

Una vez cerrado el molde y aplicada la fuerza de cierre, se inicia la fase de llenado del molde (inyección). El husillo de la unidad de inyección inyecta el material fundido, dentro del molde y a una presión elevada; al inyectar, el husillo avanza sin rotación. La duración de esta etapa puede ser de décimas de segundo hasta varios segundos, dependiendo de la cantidad de material a inyectar y de las características del proceso. Cuando se habla de material a inyectar, incluye el material plástico, el color (si tiene) y la cera (si lleva) mezclado en proporciones adecuadas. En la inyección son muy importantes las siguientes variables:

- Velocidad de inyección.
- Presión de inyección.

- Temperatura del material.

Tan pronto como el material que se moldea contacta con el molde en la operación de inyección, comienza a enfriarse y a solidificar. Por este motivo la inyección debe ocurrir rápidamente, con lo que la cavidad se llena mientras que el material se encuentre fundido. Esto requiere presiones muy grandes ya que el compuesto es muy viscoso, a pesar de las temperaturas elevadas. El material fundido debe superar la resistencia ofrecida por la fricción, en la boquilla y cavidad. Las presiones, en el interior del molde, son altísimas a causa de la inyección; por lo que la unidad de cierre debe ser capaz de mantener el molde cerrado, en oposición a estas presiones.

#### Fase de enfriamiento del material

Durante esta fase, el material se contrae dentro del molde. Por este motivo se ha de añadir más material para que el volumen de la pieza sea el deseado. En esta fase de mantenimiento, que es posterior a la del llenado en la inyección, la presión interior de la pieza va disminuyendo. Esto ocurre ya que se va enfriando y aumentan las pérdidas de carga desde el husillo hasta el interior del molde.

Las variables que más afectan en esta fase son:

- Tiempo de mantenimiento de la segunda presión.
- La temperatura del molde.
- Nivel de presión de mantenimiento.
- Ajuste del tiempo de mantenimiento.

- Plastificación o dosificación.

Después de aplicar la presión de mantenimiento, el material va pasando progresivamente de la tolva de alimentación a la cámara de inyección, homogeneizándose tanto su temperatura como su grado de mezcla. Esta fase se realiza en forma paralela a la etapa de enfriamiento, acelerando así el tiempo total de ciclo

- Apertura del molde y expulsión de la pieza.

Cuando se considera que el material de la pieza ha alcanzado la temperatura denominada de extracción, el molde se abre y se expulsa la pieza de su interior para reiniciar el ciclo de inyección.

- Enfriamiento.

Esta fase comienza simultáneamente con la de llenado (inyección), dado que el material empieza a enfriarse tan pronto y toca la pared del molde. Finaliza cuando la pieza alcanza la temperatura adecuada para su extracción. No es necesario esperar que toda la pieza enfríe hasta la temperatura del mismo; sino que, es suficiente que estén frías las regiones externas de la pieza, para poder extraerla en condiciones estables. Con ello se consigue optimizar el tiempo de producción y así poder realizar el siguiente ciclo. Una vez llevado a cabo todo el proceso de inyección, pasando por todas sus fases, las inyectadas se van almacenando en cajas, (las cajas están previamente



etiquetadas con el número de caja, el lote, cliente y más datos necesarios). Un sensor detecta cuando la caja está llena, y la cinta transportadora coloca una nueva caja. El operario cierra y precinta las cajas completas y las coloca en el palet. Finalmente cuando está todo el pedido listo, se guarda en el almacén para su posterior entrega al cliente.



*Ilustración 8: Máquina durante el proceso de producción de tapones.*

## 2.6.- GESTIÓN DE CALIDAD

Dentro de las instalaciones de Tapeplast se encuentra también ubicado su Departamento de Calidad integrado por profesionales del más alto nivel. Su equipo trabaja día a día para satisfacer los requerimientos de las más prestigiosas organizaciones de control, yendo siempre más allá – donde es posible– con el fin de satisfacer y superar las expectativas de calidad de los clientes. Como se ha mencionado anteriormente, el 25/09/2000 la empresa recibió la certificación en la Norma ISO 9001:2000.

Tapeplast siempre ofrece productos de calidad a sus clientes. Pero el ritmo de producción es tarea clave para la empresa, y teniendo en cuenta que el grado de aceptación de los productos por parte de los clientes no es el mismo, Tapeplast lo utiliza para ajustar su producción de manera que se obtenga el máximo beneficio por ambas partes.

La Política de Calidad de Tapeplast contempla:

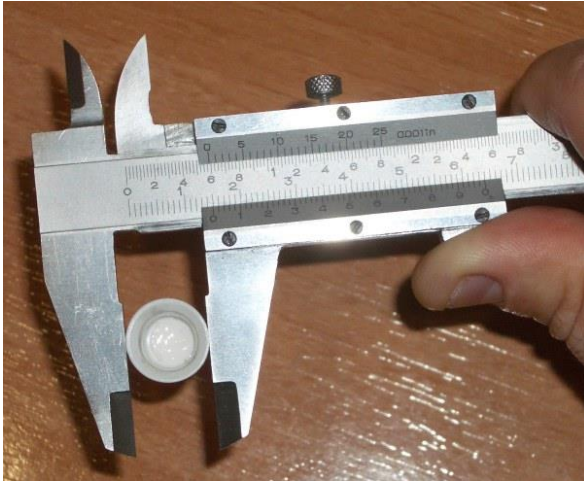
- Cumplir con las especificaciones solicitadas por los clientes así como con los requisitos reglamentarios y/o legales que sean de aplicación.
- Ofrecer al cliente una atención altamente especializada y adaptada al avance tecnológico de los productos.
- Trabajar dentro de un ámbito totalmente respetuoso con el medio ambiente, bajo el principio de prevención de la contaminación.
- Intentar desarrollar las actividades dentro de un ámbito lo más seguro posible para el trabajador, protegiendo su seguridad y salud frente a los riesgos y peligros en los que se pueda encontrar.

En cuanto a la Gestión de la Calidad, el cumplimiento de todos los requisitos relativos a la calidad, medio ambiente y seguridad y salud son planificados por todos aquellos órganos con responsabilidad en las actividades involucradas.

La planificación contemplará entre otros, los aspectos que aseguren lo siguiente:

- Definición de las estrategias y objetivos de la organización, tanto a corto, medio y largo plazo, a partir de las directrices de la revisión del sistema por la dirección.
- Establecimiento de indicadores para medir el grado de cumplimiento de los objetivos.
- Identificación y adquisición de medios, recursos y conocimientos necesarios para el adecuado funcionamiento de la Organización y del sistema de gestión.
- Identificación y cumplimiento de los requisitos legales y reglamentarios.
- Medición, evaluación y atenuación de riesgos en la empresa.
- Aseguramiento de que la opinión de las partes interesadas y las expectativas de los clientes son satisfechas por parte de la empresa.
- Planificación y desarrollo adecuado de los procesos.
- Creación, establecimiento y modificación de la documentación del sistema de gestión.
- Actualización de los procesos mediante nuevas técnicas.

## Instrumentación para la realización de pruebas de control de calidad:



*Ilustración 9: Pie de rey utilizado para verificar dimensiones de las piezas fabricadas. En las pruebas dimensionales se usa para medir la obturación y la altura de cada pieza.*



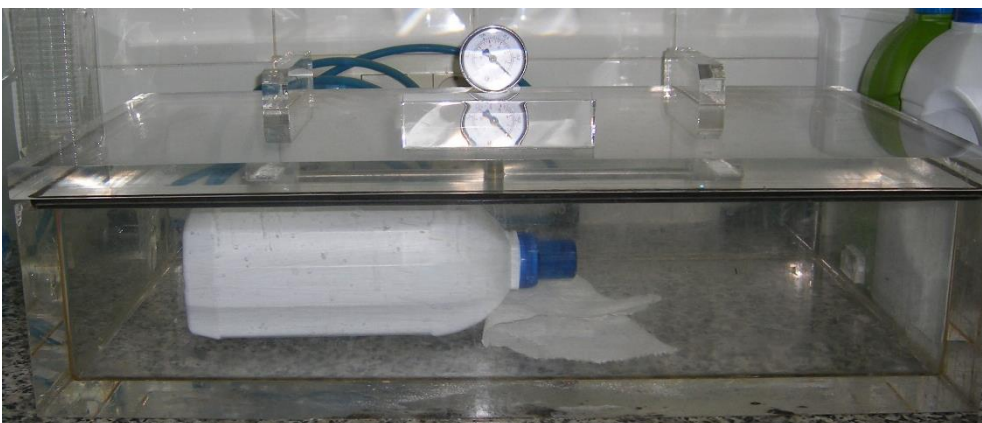
*Ilustración 10: Micrómetro de interiores; sirve para medir las dimensiones interiores de un objeto con gran precisión y en un rango del orden de centésimas o de milésimas de milímetro.*



*Ilustración 11: Departamento de calidad donde las piezas pasan unas pruebas previas al envío a los clientes.*



*Ilustración 12: Báscula utilizada para contrastar que los productos cumplen con los requisitos y especificaciones de peso*



*Ilustración 13: Campana de vapor para realizar la prueba funcional del goteo*

## **Descripción de las principales pruebas de calidad:**

### **Pruebas de verificación:**

En la hoja de verificación se anota qué modelo se está fabricando en cada máquina y para que la verificación sea correcta, deben estar correctas las pruebas funcionales, dimensionales y de inspección visual en máquina.

Las pruebas de inspección visual se realizan cada dos horas, y las funcionales y dimensionales solamente al principio de la jornada con una inyectada para cada prueba, o durante el día si se ha puesto en marcha algún pedido nuevo.

Si alguna de las tres pruebas no pasa el visto bueno, el resultado de la verificación es desfavorable y hay que revisar qué ha sucedido con ese producto.

Durante las pruebas de inspección visual en máquinas se vigila por:

- Que el color y el brillo del producto sean como el modelo.
- Que el producto salga sin manchas ni suciedades de aceite de las máquinas o de restos de pintura de otro proceso anterior.
- Que no haya rebabas, ni rebabas de cono.
- Que no haya puntos de inyección altos ni pelos.
- Que los productos ni salgan cortos, es decir, que no falte llenado de material.
- Que las piezas no salgan deformadas o con grietas.
- ...

Durante **las pruebas de funcionalidad** se verifica que los productos cumplan con los requisitos que solicita el cliente en cuanto a la operatividad de los mismos. Para ello se realizan las pruebas correspondientes no sin antes haber dejado enfriar las inyectadas para que adquieran las mismas propiedades que cuando llegan al cliente.

- Pruebas de clipaje: En las pruebas de clipaje se trata de comprobar que la tapa de los tapones se abre y cierra de manera adecuada, es decir, que ni cuesta mucho de abrir ni demasiado poco.
- Pruebas de goteo con la campana de vacío: Es muy importante que los tapones no permitan la fuga del líquido de las botellas, para ello se utiliza la campana de vacío, donde se observa perfectamente el comportamiento del tapón recién fabricado, y si existe posibilidad de goteo o no.
- Pruebas de sujeción y golpeo: Estas pruebas sirven para comprobar que la pieza queda realmente sujeta al bote e impide que se separen y ocasionen desperfectos. Además la prueba de golpeo se realiza para ver si la pieza recién fabricada resiste el impacto similar al que recibirá en la empresa cliente al colocarlo en el producto final.
- Pruebas de roscado: La prueba de roscado sirve para comprobar que la pieza rosca correctamente y no puede haber goteo ni pérdidas de líquido.

### **En las pruebas dimensionales se comprueba:**

- El peso del producto, con la báscula que mide hasta decigramos. Se pesan todas las piezas de la inyectada y tienen que pesar como marca el cliente, evidentemente dentro de unas tolerancias.



- La obturación y la altura, con el micrómetro y pie de rey se realizan las medidas de diámetro y altura de cada pieza de la inyectada, y tienen que coincidir con las medidas que requiere el cliente.
- Rechupes: Las piezas de las inyectadas se pelan con el cúter para comprobar que no existen rechupes. Ya que a simple vista es difícil de comprobar sin realizar esta operación.

Cada 2 horas el operario de control de calidad pasa por cada línea y coge una pieza inyectada para analizar su estado (20 min para el total de las líneas) Durante el resto de su tiempo (1h y 40min), el operario de control de calidad se encarga también de imprimir los pedidos, etiquetas, preparar las mezclas de color y cera y realizar pruebas funcionales y dimensionales.

Los motivos que causan la disconformidad de calidad en las piezas fabricadas pueden afectar a toda la producción de la línea, o pueden ser fallos eventuales, en los que las piezas defectuosas aparezcan ocasionalmente. En el momento en el que control de calidad detecta una pieza defectuosa, automáticamente toda la producción anterior de esa línea se pone en **cuarentena**. Para comprobar si los defectos afectan a todas las piezas o aparecen defectuosos aleatoriamente. La cuarentena consiste en apartar la producción y colocarla en un área de control en el almacén. Una vez se aparta la producción el almacenista procede a su revisión, que se hace mediante un proceso iterativo en el que se seleccionan cajas en función de cuando se han ido fabricando para detectar el error más fácilmente. Finalmente cuando ya se han detectado aquellas cajas que contienen piezas defectuosas, se procede a **verificar** cada caja para separar las defectuosas de las no defectuosas. Aquellas que no pasan el visto bueno, se **trituran**.

### 3.-DESCRIPCIÓN DE LA PROBLEMÁTICA ACTUAL

La problemática detectada en Tapeplast principalmente es el volumen de piezas defectuosas durante el proceso productivo. Estos defectos son consecuencia de desajustes en las líneas de producción, máquinas, moldes... Es por tanto un problema de variabilidad de los procesos. De acuerdo con la literatura, las metodologías basadas en seis sigma son capaces de atacar este tipo de problemas.

A continuación se muestran las cantidades medias mensuales observadas para el conjunto de las líneas que componen la fábrica.

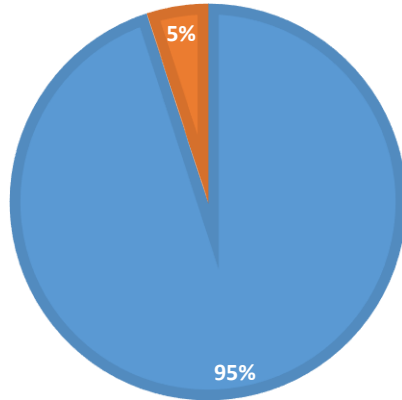
DATOS AGREGADOS **MEDIOS** DE LA PRODUCCIÓN (ÚLTIMOS 6 MESES):

- Volumen de producción total 3.000.000 tapones/mes
- Piezas puestas en cuarentena 150.000 tapones/mes. De los cuales
  - o 82.000 se les da el visto bueno.
  - o 38.000 se verifican
  - o 30.000 se trituran
- Rechazos por los clientes 31.300 tapones/mes.

De estos datos se pueden extraer algunos porcentajes para demostrar la evidencia de la problemática.

## PRODUCCIÓN MENSUAL APROXIMADA = 3000000

■ Entrega al cliente = 2850000 ■ Se ponen en cuarentena = 150000

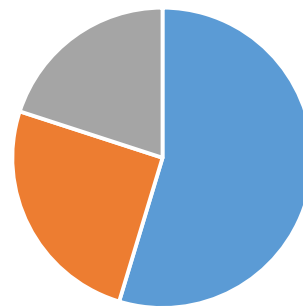


El **5%** de la producción mensual son productos con defectos y se detectan durante estas inspecciones visuales cada 2h. Estos productos se apartan para volver a ser inspeccionados con la finalidad de separar lo bueno de lo defectuoso.

¿Qué ocurre con los 150.000 en cuarentena?

Como se ha podido analizar anteriormente, de esas 150.000 piezas en cuarentena, 30.000 se trituran y 120.000 se envían al cliente al considerarse en buen estado.

Además alrededor de 1.300 piezas al mes son devueltas por los clientes por considerarlas inadecuadas. Esto provoca un coste doble de transporte, de material, de maquinaria de mano de obra, y el descontento de los clientes.



■ Entregan a clientes = 82000 ■ VºBº y se entregan = 38000  
■ Se trituran 30000

Es decir 31.300 piezas al mes son **trituras**, es decir alrededor de un 10% de la producción.

Con la finalidad de conseguir reducir tanto el 5% de productos defectuosos que se ponen en cuarentena como el 10% de producción que es triturada, en el presente trabajo final de grado se aplicará la metodología seis sigma (DMAIC)

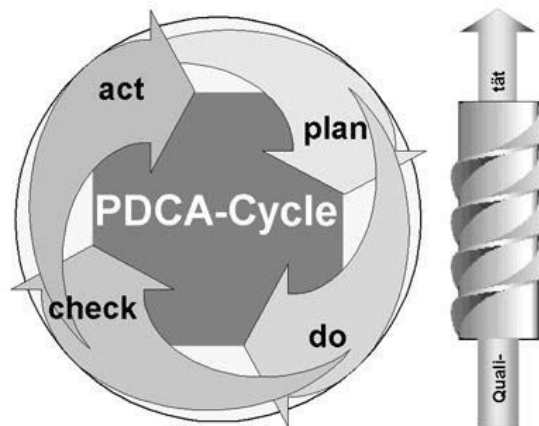
## 4.- METODOLOGÍA DE SOLUCIÓN: MEJORA CONTINUA

“La mejora continua constituye uno de los principios básicos para alcanzar la Calidad Total, existiendo una técnica de mejora continua, conocida comúnmente con el nombre de Ciclo de Deming o Rueda de Deming, cuyos procesos de mejora continua son estos:

- Planear lo que se desea conseguir y cómo hacerlo.
- Realizar los objetivos propuestos.
- Observar los resultados.
- Actuar en base a los datos obtenidos para poder predecir.

Tomando como base la rueda de Deming, se ha establecido una pequeña variante que recibe el nombre de PDCA (cuyas siglas provienen del inglés Plan, Do, Check, Act) y que significa lo siguiente:

- Planificar (Plan). Decidiendo los objetivos y estableciendo los métodos más adecuados que permita obtener dichos objetivos.
- Realizar (Do). Efectuando la oportuna formación y adiestramiento de los empleados.
- Comprobar (Check). Realizando la correspondiente comprobación de los resultados, en función de los objetivos planeados. Si estos no han sido obtenidos, debe comenzar de nuevo el ciclo.
- Actuar (Act). Llevando a cabo las acciones correctoras necesarias.



Existen numerosas metodologías y herramientas que permiten mejorar las formas de gestionar y obtener mejores resultados.

Algunas son específicas y aplicables sólo en cierto tipo de organizaciones y otras son universales. Las Metodologías de Mejora:

- Requieren cierto grado de formalización de un plan para llevarlas a cabo y deben estar al servicio de los objetivos estratégicos de la organización.
- Impactan sobre las personas e introducen modificaciones sobre sus actitudes, aptitudes y comportamientos, y refuerzan el liderazgo, pues actúan sobre el papel a desarrollar por los líderes, modificando sus compromisos y su labor.
- Conllevan un mejor aprovechamiento de los recursos e incrementan la eficacia y eficiencia de algunos procesos.
- Mejoran los resultados estratégicos, así como los resultados en Clientes, Personas y Sociedad.

Algunas de las numerosas metodologías existentes serían: las 5S, las 7H, Lean Manufacturing, Benchmarking, Seis Sigma...

En el proceso de Mejora Continua de Tapeplast, se hace hincapié en la **Metodología Seis Sigma.**”  
Experto GestioPolis.com, 2015

#### 4.1.- METODOLOGÍA SEIS SIGMA

“Seis Sigma es una metodología de mejora continua de procesos, centrada en la reducción de la variabilidad de los mismos, consiguiendo reducir o eliminar los defectos o fallos en la entrega de un producto o servicio al cliente.

Es un método, basado en datos, para llevar la Calidad hasta niveles próximos a la perfección, diferente de otros enfoques ya que también corrige los problemas antes de que se presenten. Más específicamente se trata de un esfuerzo disciplinado para examinar los procesos repetitivos de las empresas.

Realmente cualquier departamento puede beneficiarse del proceso Seis Sigma. Diseño, comunicación, formación, producción, administración, pérdidas, etc. Todo entra dentro del campo de Seis Sigma. Y aunque las posibilidades de mejora y de ahorro de costes son enormes, el proceso Seis Sigma requiere el compromiso de tiempo, talento, dedicación, persistencia y, por supuesto, inversión económica.

Un típico coste de no Calidad -errores, defectos y pérdidas en los procesos- puede llegar a suponer el 20/30% de las ventas. El campo es amplio y las posibilidades de mejorar significativamente los resultados son ilimitadas. Solamente será necesario que la organización ponga a disposición sus capacidades y proceda de manera consistente con sus recursos.

Seis sigma utiliza herramientas estadísticas para la caracterización y el estudio de los procesos, de ahí el nombre de la herramienta, ya que sigma es la desviación típica que da una idea de la variabilidad en un proceso y el objetivo de la metodología seis sigma es reducir ésta de modo que el proceso se encuentre siempre dentro de los límites establecidos por los requisitos del cliente.

Obtener 3,4 defectos en un millón de oportunidades es una meta bastante ambiciosa pero logable. De modo que las oportunidades de mejora son muy elevadas. ***En este caso, no es imprescindible llegar al nivel Seis Sigma (3,4 errores o defectos por millón de oportunidades), simplemente con obtener mejoras significativas y contrastadas bastaría.***

Se puede clasificar la eficiencia de un proceso con base en su nivel de sigma:

1 sigma= 690.000 DPMO = 31% de eficiencia

2 sigma= 308.538 DPMO = 69% de eficiencia

3 sigma= 66.807 DPMO = 93,3% de eficiencia

4 sigma= 6.210 DPMO = 99,38% de eficiencia

5 sigma= 233 DPMO = 99,977% de eficiencia

6 sigma= 3,4 DPMO = 99,99966% de eficiencia

7 sigma= 0,019 DPMO = 99,999981% de eficiencia

Porcentajes obtenidos asumiendo una desviación del valor nominal de 1,5 sigmas.

Por ejemplo, si tuviéramos un proceso para fabricar ejes que deben tener un diámetro de 15 +/-1 mm para que sean buenos para el cliente, si el proceso tiene una eficiencia de 3 sigma, de cada millón de ejes que fabrique, 66.800 tendrán un diámetro inferior a 14 o superior a 16mm, mientras que si el proceso tiene una eficiencia de 6 sigma, por cada millón de ejes que fabrique, tan solo 3,4 tendrán un diámetro inferior a 14 o superior a 16mm.

Seis Sigma es un término acuñado por Motorola para denominar su iniciativa de reducción radical de defectos en productos. Renació, hacia finales del siglo pasado, con un brioso impulso, gracias a la seriedad con que General Electric la aplicó en toda su organización (fabricación y servicios) y, sobre todo, a los espectaculares resultados que logró.

El paso siguiente consiste en la selección de los empleados, profesionales con capacidad y responsabilidad en sus áreas o funciones que van a ser intensivamente formados para liderar los proyectos de mejora. Muchos de estos empleados tendrán que dedicar una parte importante de su tiempo a los proyectos, si se pretenden resultados significativos.” *Experto GestioPolis.com, 2015*

## 4.2.-MÉTRICA DEL SEIS SIGMA

“La metodología que sigue Seis Sigma establece la utilización de métricas para evaluar el estado de los diferentes indicadores de calidad. La utilización de métricas tiene los siguientes objetivos:

Medición de las opiniones de los clientes

Establecimiento de los factores Críticos de Calidad (CTQ's)

Obtención de los resultados del producto, tales como: Rendimiento, Rendimiento Acumulado, Rendimiento Normalizado)

Medición de los resultados debido a la interacción entre procesos y los indicadores económicos de la organización

El principal objetivo es el de monitorizar y controlar todas las entradas y salidas, a todos los niveles de la empresa, que influyen sobre los resultados financieros de la organización. Estos niveles se resumen en:

Métricas a nivel Empresa

Métricas a nivel Operaciones

Métricas a nivel Proceso

#### METRICAS A NIVEL EMPRESA

Consiste en resúmenes de estados financieros y de situación operacional de la empresa. Las áreas objetivo de las métricas en este nivel son:

Financiera, Percepción del Cliente, Operaciones, Gestión del Conocimiento, Satisfacción del Empleado

#### METRICAS A NIVEL OPERACIONES

Estas métricas se encargan de medir el consumo de recursos, tanto en coste como en tiempo, durante el proceso productivo. Enlazan las medidas de los procesos con los resultados de la empresa, permitiendo identificar y categorizar las diferentes relaciones existentes y priorizar aquellas que se diagnostican como cuellos de botella.

#### METRICAS A NIVEL PROCESO

Estas métricas se refieren a la información que utiliza el departamento de producción. Son los indicadores que establecen los límites para llevar a cabo las diferentes operaciones de planta. Todo proyecto de mejora Seis Sigma se basa en esta información para llevar a cabo los procesos de Medición, Análisis, Mejora y Control de la metodología DMAIC.

Las unidades que se usan con mayor frecuencia para medir la variación de un proceso (y su influencia en los resultados de la empresa) son:

Defectos (D): Es cualquier desviación de una característica del proceso que se considere fuera de especificación.

Unidades (U): Es la unidad básica de medida para el cálculo de la desviación. Puede ser un producto, un lote, una muestra, transacción, o un servicio prestado a clientes internos o externos.

Oportunidades para un defecto (O)

Rendimiento (Y).” *Fernando Chévez, 2015*

“Usando esta nomenclatura podemos definir las siguientes relaciones:

- Número total de oportunidades TOP = U x O
- Defectos por unidad DPU = D/U
- Defectos por oportunidad por unidad DPO = DPU/O = D/ (U\*O)
- Defectos por oportunidad por millón de unidades DPMO = DPO x 10<sup>6</sup>

· Rendimiento  $Y = (\text{uds. que salen} / \text{uds. que entran})$ .” *Héctor René Álvarez Laverde, 2015*

### **4.3.- DMAIC**

En la fase de definición se identifican los posibles proyectos Seis Sigma, que deben ser evaluados por la dirección para evitar la infrautilización de recursos. Una vez seleccionado el proyecto se prepara su misión y se selecciona el equipo más adecuado para el proyecto, asignándole la prioridad necesaria.

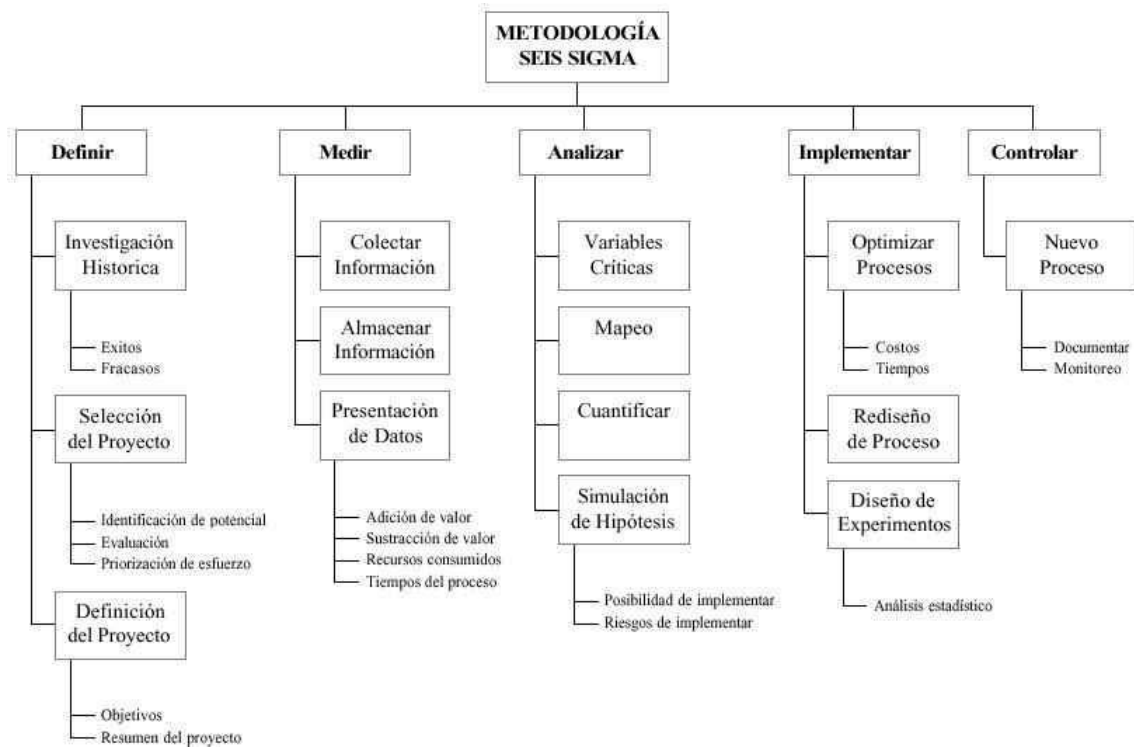
La fase de medición consiste en la caracterización del proceso identificando los requisitos clave de los clientes, las características clave del producto (o variables del resultado) y los parámetros (variables de entrada) que afectan al funcionamiento del proceso y a las características o variables clave. A partir de esta caracterización se define el sistema de medida y se mide la capacidad del proceso.

En la tercera fase, análisis, el equipo analiza los datos de resultados actuales e históricos. Se desarrollan y comprueban hipótesis sobre posibles relaciones causa-efecto utilizando las herramientas estadísticas pertinentes. De esta forma el equipo confirma los determinantes del proceso, es decir las variables clave de entrada o “pocos vitales” que afectan a las variables de respuesta del proceso.

En la fase de mejora el equipo trata de determinar la relación causa-efecto (relación matemática entre las variables de entrada y la variable de respuesta que interese) para predecir, mejorar y optimizar el funcionamiento del proceso. Por último se determina el rango operacional de los parámetros o variables de entrada del proceso.

La última fase, control, consiste en diseñar y documentar los controles necesarios para asegurar que lo conseguido mediante el proyecto Seis Sigma se mantenga una vez que se hayan implantado los cambios. Cuando se han logrado los objetivos y la misión se dé por finalizada, el equipo informa a la dirección y se disuelve.

## **5.- PROPUESTA DE SOLUCIÓN: ESTRATEGIA DMAIC**



Esquema 1 Metodología 6 sigma

## 5.1.- ETAPA “DEFINIR”

En la primera etapa del método DMAIC, se evalúan los proyectos que se pretenden conseguir y se seleccionan los recursos necesarios para llevarlos a cabo.

### 5.1.1- DEFINICIÓN DEL PROCESO

Tapeplast es consciente que gran parte de las ventajas competitivas de una empresa de inyección de plásticos es la cantidad de piezas que se producen por unidad de tiempo. Y reducir la cantidad de productos defectuosos es una tarea pendiente. Por ello en la etapa DEFINIR del proceso DMAIC, se trata de explicar el proceso para posteriormente llegar a implantar unas mejoras que resulten lo más adecuadas posibles.

El objetivo es implantar mejoras en los departamentos oportunos que permitan optimizar el proceso de producción con la finalidad de reducir el número de piezas defectuosas.

Tapeplast cuenta con 20 líneas de producción y mensualmente se fabrican un promedio de 3.000.000 de piezas al mes. Cada operario es encargado de 5 máquinas, tal como se muestra en la ilustración:

M1	M3	M5	M7	M9	M11	M13	M15	M17	M19
M2	M4	M6	M8	M10	M12	M14	M16	M18	M20

Operario 1

Operario 2

Operario 3

Operario 4



El jefe de planta es el encargado de organizar los pedidos, de modo que cuando una máquina tiene programado fabricar un pedido, el operario de calidad prepara la materia prima, color y cera, las etiquetas, las muestras, y habla con el jefe de equipo para transmitirle las indicaciones más importantes y destacables del pedido. Es éste quien prepara la máquina, cambios de molde si son necesarios, ajusta temperatura, tiempos de ciclo, vierte el material en la máquina y la pone en marcha. Seguidamente el operario de control de calidad realiza la inspección de puesta en marcha, y si pasa el visto bueno, ésta empieza a producir.

La máquina se puede ajustar entre la velocidad de ajuste entre 8 y 12 segundos, y por defecto siempre trabaja a 8 segundos por política d empresa.

Como se ha mencionado anteriormente, el operario de control de calidad pasa por planta a verificar la producción cada 2h. Cuando se desajusta la máquina y sale una pieza defectuosa, las piezas que se producen a continuación pueden salir todas defectuosas o solo ocasionalmente, debido a desajustes en la máquina, defectos en los moldes, en los tiempos de ciclo, en la temperatura, suciedad,....

### **5.1.2- MAPA DE PROCESOS DE ALTO NIVEL: SIPOC**

“EL SIPOC se presenta como una de tantas herramientas que se usan cotidianamente en la búsqueda de áreas de mejora. Se resume como una visión a vista de pájaro de todos los procesos de una empresa bajo una perspectiva particular, la cual viene dada por el significado de sus siglas Suppliers-Inputs-Process-Output-Customers (Proveedor-Entrada-Proceso-Salida-Cliente).

Proveedor (supplier): persona que aporta recursos al proceso

Recursos (inputs): todo lo que se requiere para llevar a cabo el proceso. Se considera recursos a la información, materiales e incluso, personas.

Proceso (process): conjunto de actividades que transforman las entradas en salidas, dándoles un valor añadido.

Cliente (customer): la persona que recibe el resultado del proceso. El objetivo es obtener la satisfacción de este cliente.

Cabe destacar la importancia de la visión por procesos para poder aplicar las mejores herramientas y detectar las mayores áreas de mejora, SIPOC permite precisamente realizar eso, establecer una serie de subprocesos dentro de cada uno de los principales procesos de la empresa.

El detalle al cual se quiera llegar a través del SIPOC va a depender de múltiples factores como: complejidad organizativa, variación de tipos de procesos, complejidad técnica, etc. Por eso, lo más importante es conocer cómo funciona la herramienta SIPOC y así cada uno la podrá aplicar a su caso particular.

Los pasos a realizar para elaborar un Diagrama SIPOC pueden ser:

Identificar los procesos de gestión.

Establecer las entradas del proceso, los recursos necesarios.

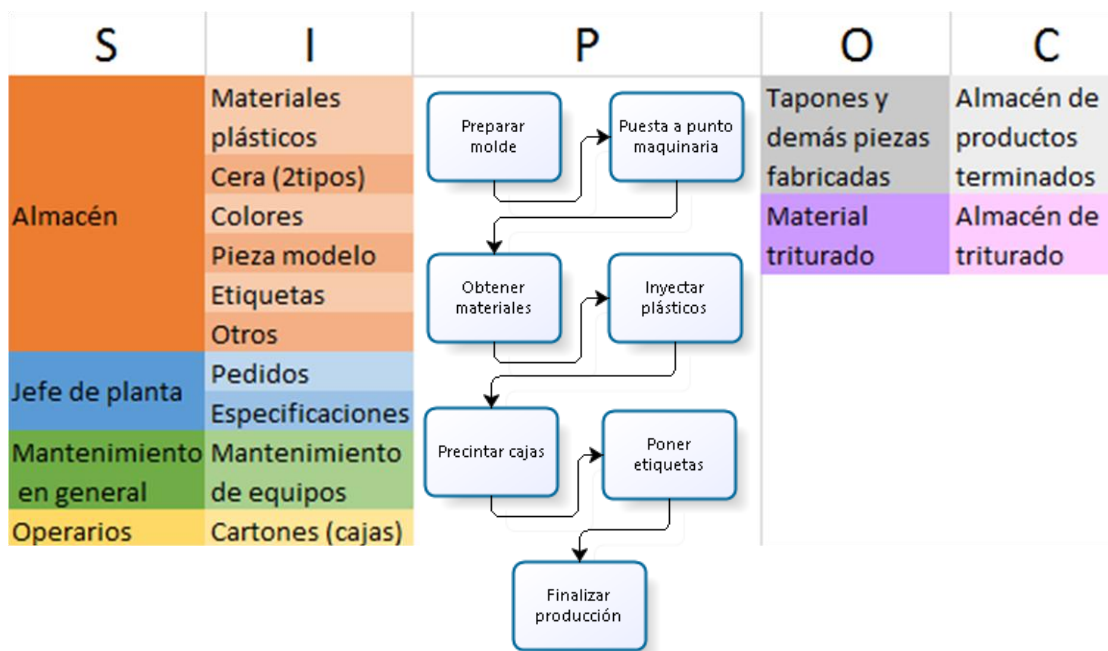
Establecer los proveedores de estas entradas al proceso.

Definir las salidas del proceso.

Establecer quién es el cliente de cada una de las salidas obtenidas.

El Diagrama de SIPOC es una herramienta que se emplea tanto en el ámbito de 6Sigma como en la gestión por procesos en general.

Esta herramienta no va a solucionar ningún problema estratégico, simplemente sirve para ver el funcionamiento de la empresa de forma global teniendo en cuenta aspectos más detallados. A partir de aquí, cada uno podrá plantear los posibles cambios que se crean oportunos.” *Pedro Leira, 2013*



### 5.1.3.- FORMALIZACIÓN DEL PROYECTO: PROJECT CHARTER

“Desarrollar el Project Charter es el proceso que consiste en desarrollar un documento que autoriza formalmente un proyecto o una fase y en documentar los requisitos iniciales que satisfacen las necesidades y expectativas de los interesados.” *José Antonio García Ramírez, 2013*

**PROJECT CHARTER**

Título del proyecto			
Reducción de productos defectuosos			
Jefe de Proyecto		Propietario del proceso	
Ingeniero de Control de Calidad		Gerente de la empresa	
Miembros del equipo			
Jefe de Planta, Técnico de Control de Calidad, Jefe de Equipo (producción), Almacenista			
Agentes implicados			
Producción, Calidad, Fabricación, Mantenimiento, Control de Producción, I+D			
Descripción del problema			
Durante la producción mensual, se producen numerosas piezas defectuosas que provocan un incremento del coste en el proceso e impiden cumplir al 100% con el plan estratégico de la empresa			
Objetivos	Métrica	Valor de partida	Valor objetivo
1.- Reducir la cuantía de defectuosos al mes.	%	5%	Reducirlo a la mitad
Resultados económicos esperados			
<i>Se mostrará posteriormente en el apartado de "Presupuesto"</i>			
Beneficios esperados para los clientes			
1.- Lotes de mayor calidad 2.- Disminuyen más si cabe las devoluciones de los pedidos			
Recursos disponibles			
Equipo, tiempo			
Restricciones del proyecto			
Ninguna			
Fecha de inicio	24/03/2014	Fecha de fin	20/09/2014

**5.1.4.- CARACTERÍSTICAS CRÍTICAS DE CALIDAD (CCC)**

“Estos son algunos de los defectos en las piezas que nos podemos encontrar:

El procesado de los termoplásticos se encuentra cada día con una gran variedad de dificultades de diferente naturaleza. Las piezas moldeadas por inyección se encuentran repetidamente con algunos problemas debido principalmente a errores de proceso, lo cual hace que no se cumplan las especificaciones deseadas y se rechace la pieza inyectada, con las consiguientes pérdidas económicas. Es importante, por tanto, conocer cada uno de los problemas y la causa que los provoca.

Análisis del error.

Todos los defectos de las piezas inyectadas dependen de una causa, que en algunas ocasiones no puede ser directamente reconocida o clasificada. Se puede evitar la repetición de un defecto sólo después de haber diagnosticado y corregido su origen. Por tanto, es de vital importancia la integración del análisis sistemático de los errores y fallos en la producción.

Primero, debe ser reconocido el error. Esto no es problema en el caso de defectos superficiales pero, sin embargo, a veces, varios defectos implican cambios estructurales que no pueden ser detectados simplemente con una inspección visual. (Por ejemplo: rechupes)

Por esta razón deben introducirse pruebas especiales en el proceso de producción para determinar rápidamente si la pieza que ha salido del molde posee las especificaciones correctas.

El principal objetivo del análisis del error es determinar el fenómeno físico responsable del defecto en concreto. Una vez conocido el antecedente, es fácil introducir las medidas oportunas para eliminar el defecto.

### **Defectos en los moldes.**

La mayor parte de quejas debidas a defectos de piezas de inyección de plástico puede ser atribuida a errores triviales del proceso de producción. Sin embargo, hay que decir que los errores estructurales tanto de la pieza inyectada como del molde, son a menudo la razón por la cual el molde no puede conseguir la calidad requerida de la pieza incluso cambiando los parámetros de proceso.

Algunos de los defectos estructurales más comunes:

El moldeo por inyección es un proceso complicado y puede fallar muchas cosas. Algunos defectos comunes en las partes moldeadas por inyección son los siguientes:

- 1 Rechupes y vacuolas.
2. Zona mate cerca del punto de colada.
3. Estrías (estrías quemadas, estrías de oxidación, vetas en el material).
4. Pulido no uniforme.
5. Líneas de flujo.
6. Puntos de inyección altos.
7. Efecto Diesel (áreas quemadas por concentración de gases).
8. Delaminación en capas (pieles).
10. Grietas de tensiones.
11. Falta de llenado completo de la pieza.
12. Marcas del expulsar.
13. Deformación.
14. Aire atrapado.

15. Manchas negras.
16. Granza sin fundir.
17. Otros.

Los defectos se pueden clasificar como:

- Defectos de superficie
- Defectos de contorno exterior (forma).
- Propiedades mecánicas diferentes.

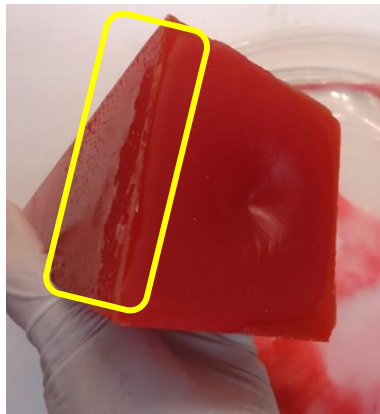
A continuación se explicarán algunos de los defectos más presentes en Tapeplast.

### **Rechupes**

Los rechupes son unos defectos visuales típicos que desvirtúan el aspecto de la pieza inyectada. Si no se añade material a la cavidad del molde mientras el plástico se contrae, y si las capas todavía no están suficientemente fuertes debido a una falta de refrigeración, se forman hendiduras entre la pared de la cavidad y la corteza de la pieza. Estas hendiduras son denominadas rechupes, "sink marks", o el efecto "dog-bone".

Los rechupes también se forman incluso después de que la pieza es extraída del molde. Cuando la pieza es extraída se forma una capa rígida exterior. Si la pieza ha sido inyectada demasiado deprisa el núcleo todavía se encuentra en estado líquido. El calor contenido en este núcleo debe ser todavía extraído. Esto crea un estado tensional que se traduce en contracciones en la parte exterior de la pieza.

Para prevenir este defecto se debe: evitar diferencias de espesor de las paredes, evitar acumulaciones de material, tomar especial atención a la relación grosor-diseño de los nervios (por ejemplo, radios) asegurar una adecuada refrigeración del molde, el conducto de colada debe ser situado en la pared más gruesa, el conducto de colada debe ser suficientemente grande (área), usar el bebedero cuando sea posible...



*Ilustración 14: Pieza rechupada*

### **Rebaba.**

Esto ocurre cuando la fusión de polímero se mete en la superficie de separación entre las partes del molde, también puede ocurrir alrededor de los pernos de eyección. El defecto es causado generalmente por:

1. Venteos y claros muy grandes en el molde.
2. Presión de inyección demasiado alta comparadas con la fuerza de sujeción.
3. Temperatura de fusión demasiado alta.
4. Tamaño excesivo de la carga.



*Ilustración 15: Pieza con rebaba*

### **Líneas de soldadura.**

Las líneas de soldadura ocurren cuando la fusión del polímero fluye alrededor de un corazón u otros detalle convexos en la cavidad del molde y se encuentran en la dirección opuesta; los límites así formados se llaman líneas soldadas y pueden tener propiedades mecánicas que son inferiores a las del resto de la parte. Las temperaturas altas de fusión, las presiones altas de inyección, las localizaciones alternas de las puertas en la pieza y una mejor ventilación son formas de evitar este defecto.

### **Estrías (estrías quemadas, estrías de oxidación, vetas en el material).**

Las ráfagas, especialmente las debidas a quemaduras, a humedad y a aire, son muy similares, haciendo muy difícil su clasificación, si no imposible. Si el fundido se daña térmicamente por temperaturas demasiado altas y/o tiempos de residencia demasiado largos, se originan productos gaseosos de descomposición, que son visibles en la superficie.

### **Pulido no uniforme.**

Si atendemos a la calidad del brillo para evaluar una pieza, podemos encontrarnos con dos defectos:

1. Toda la pieza sea demasiado brillante, (o demasiado poco brillante).
2. Existan diferencias de brillo en la superficie de la pieza

Las diferencias de brillo aparecen a menudo por las variaciones de espesor de las paredes en la zona visible de las piezas.

Las diferencias de brillo son el resultado de los distintos comportamientos de proyección del plástico sobre las paredes del molde, a causa de las diferentes condiciones de enfriamiento y diferencias de contracción.

### **Grietas o microgrietas.**

Si se utilizan sustancias agresivas (por ejemplo grasa, soluciones alcalinas, etc.) el blanqueo y las roturas por tensión, aparecerán a menudo, sobre todo después de largo tiempo de servicio de la pieza.



*Ilustración 16: Pieza agrietada*

### **Falta de llenado completo de la pieza (productos cortos).**

Igual que en fundición, éste se produce en una pieza que ha solidificado antes de llenar completamente la cavidad. El defecto puede corregirse incrementando la temperatura o la presión. El efecto también puede originarse por el uso de una máquina con capacidad de dosificación insuficiente, en cuyo caso se necesita una máquina más grande.

Una pieza mal llenada puede ser consecuencia de diversas causas.

- Una cantidad insuficiente de carga de material en el plastificador es la causa típica de una pieza mal llenada.
- Este defecto también ocurre si la temperatura de fusión es demasiado baja.
- Además, una temperatura insuficiente del molde combinada con una velocidad de inyección excesivamente lenta, precipita el enfriamiento del flujo, lo cual impide el llenado de la cavidad.

- Esto también suele ocurrir si la presión de inyección es demasiado baja.
- Si el conducto de colada o su recorrido son demasiado estrechos, el material se enfría antes que la cavidad sea llenada. En este caso, un ensanchamiento de éstos elimina el problema con la reducción del nivel de presión requerido.



*Ilustración 17: Pieza corta*

### **Manchas negras.**

Aparecen unas manchas negras en la superficie de la pieza debidas a degradación térmica del material o a suciedad o desgaste.

Causas relacionadas con el proceso:

- Temperatura de fusión demasiado alta
- Restos de material de la inyección del proceso anterior.
- Tiempo de residencia en la unidad de plastificado demasiado alto.
- Perfil de temperatura equivocada.
- Fallos en la colada caliente.

Causas relacionadas con la máquina:

- La unidad de plastificado está sucia.
- El husillo y el cilindro están gastados.

Causas debidas al polímero o a los tintes:



- Todavía hay restos de la inyección anterior
- Impurezas en el granulo.
- Demasiado material reciclado.
- Tintes no adecuados.



*Ilustración 18: Pieza con suciedad*

**Puntos de inyección altos:**

Principalmente la causa de que las piezas salgan con el punto de inyección alto son:

- Demasiada temperatura en el proceso de inyección.
- Demasiada presión en el proceso de inyección.
- Máquina con capacidad de dosificación excesiva.”

*Autor Desconocido, 2015*



*Ilustración 19: Pieza con punto de inyección alto*

Los productos triturados, ocasionalmente, son utilizados por otras empresas para elaborar mesas, sillas, macetas,...



*Ilustración 20: Material triturado, materia prima de otras empresas.*

### **5.3.- ETAPA “MEDIR”**

Es la segunda fase de la metodología DMAIC. Esta fase define los defectos, recopila información para el proceso y establece unas metas de mejora. La fase de medición nos permite entender la condición actual del proceso antes de intentar identificar mejoras. Esta fase se basa en datos válidos por lo que elimina estimaciones y suposiciones.

#### **5.3.1.- PLANTEAMIENTO INICIAL Y CREACIÓN DE GRUPOS DE MEJORA.**

Como punto de partida, se ha realizado una reflexión sobre qué variables podrían estar influyendo en nuestro proceso y por tanto, que inciden en la cantidad de defectuosos de la producción.

Cuando se llega a Tapeplast y se encuentra con la problemática, es necesario estudiar bien los problemas que se perciben para poder transmitir a los trabajadores los pasos a seguir para optimizar los procesos requeridos. El primer paso es la creación del grupo de trabajo, cuyos miembros tendrán que estar cualificados y capacitados para ayudar a la resolución del problema. Normalmente se trata de grupos multidisciplinares de todas las áreas que están en contacto con el problema: producción, calidad, mantenimiento, logística, etc. Una vez creado, se hará uso de las herramientas y técnicas elegidas al caso para encontrar la raíz de los problemas que han surgido.

Es fundamental motivar al personal de la empresa para que sean ellos mismos quienes resuelvan los problemas del proceso productivo, aportando ideas para la mejora continua dentro de la empresa. Para conseguirlo se emplean una serie de herramientas y técnicas con dos claros objetivos: generar beneficios para la empresa e incrementar la motivación, e implicación, del personal.

Los **grupos de Mejora** están formados por personal de las diferentes áreas a evaluar y/o con diferentes niveles de responsabilidad, implicados y motivados por conseguir la mejora, cuya finalidad es la de identificar los problemas y analizar sus causas para plantear posibles soluciones. Disponen de herramientas de análisis y de resolución de problemas específicas para conseguir la eliminación de estos fallos y generar beneficio para la empresa.

El uso sistemático para la resolución de problemas, trae consigo una serie de ventajas:

#### VENTAJAS

El trabajo por grupos, bien planteado y desarrollado, permite mejorar la comunicación entre los componentes del grupo, facilita y refuerza la adopción consensuada de objetivos comunes, y garantiza la puesta en práctica de las decisiones tomadas.

Cuando grupos reducidos de personas participan en planes de mejora, se genera un considerable número de ideas, las cuales deben ser analizadas cuidadosamente. De este modo, las propuestas o soluciones adoptadas, aseguran y garantizan el éxito, evitando con ello la necesidad de tomar posteriormente medidas correctoras.

En el camino hacia la Calidad Total, la mejora continua es pilar básico, y la delegación de responsabilidades a todos los niveles de la organización resulta imprescindible. De este modo, es posible abordar simultáneamente multitud de problemas y de oportunidades de mejora. Para ello, hay que aprender, aceptar y enseñar a delegar tareas y funciones y, sobre todo, a escuchar y recibir con satisfacción ideas y soluciones de otras personas, sobre todo de niveles inferiores de la empresa.

En este caso, primeramente se presentó en el Grupo de Mejora el concepto OEE, para qué servía, qué indicaba, cómo estaba formado, qué había que hacer para llevar un control sobre él, qué había que hacer para calcularlo.

Los trabajadores de Tapeplast, paso a paso se cercioraron que el OEE podía ayudar a la empresa a detectar sus puntos débiles y por consiguiente implantar una serie de mejoras y aumentar la productividad y eficiencia que era el objetivo principal.

#### 5.3.2.- ANÁLISIS DEL OEE.

Se es consciente de que la empresa tiene una capacidad ociosa, hay tiempos donde se produce y tiempos donde no se produce por varias opciones: por mantenimientos programados, por no tener producción programada o por producirse micro-paradas, averías,... El OEE es un indicador (%) que relaciona el tiempo en el que realmente se ha producido, con el tiempo en el que se debería haber producido piezas y no ha sido así.

“Se entiende por capacidad ociosa, aquella capacidad instalada de producción de una empresa que no se utiliza o que se subutiliza. Toda empresa para poder operar requiere de unas instalaciones que conforman su capacidad para producir. Lo ideal que se estas instalaciones sean aprovechadas un 100%, algo que no siempre sucede ya sea por falta de planificación o por situaciones ajenas al control de la empresa. La capacidad instalada no utilizada es lo que se conoce como capacidad ociosa.

La capacidad ociosa le representa a la empresa un alto costo financiero puesto que las instalaciones no utilizadas requieren mantenimiento, se deterioran, y posiblemente queden obsoletas antes de generar alguna renta a la empresa.

Quizás la principal razón por la que no se utiliza el 100% de la capacidad instalada de una empresa es la falta de planificación, un deficiente estudio de mercado y carencias en las proyecciones de ventas.” *Colaborador Wikipedia, 2015*

“OEE (Overall Equipment Efficiency) que es un indicador del rendimiento de las líneas. Es una razón porcentual que sirve para medir la eficiencia productiva de la maquinaria industrial.

La ventaja del métrico OEE frente a otras razones es que mide, en un único indicador, todos los parámetros fundamentales en la producción industrial: la disponibilidad, la eficiencia y la calidad.

Tener un OEE de, por ejemplo, el 40%, significa que de cada 100 piezas buenas que la máquina podría haber producido, sólo ha producido 40.

Se dice que engloba todos los parámetros fundamentales, porque del análisis de las tres razones que forman el OEE, es posible saber si lo que falta hasta el 100% se ha perdido por disponibilidad (la maquinaria estuvo cierto tiempo parada), eficiencia (la maquinaria estuvo funcionando a menos de su capacidad total) o calidad (se han producido unidades defectuosas).”*Autor Desconocido, 2015*

### **CÁLCULO DEL OEE.**

Durante los meses de Mayo y Junio, los operarios de control de calidad junto con el jefe de planta, se dispusieron a realizar mediciones de distintos aspectos de la producción con la finalidad de encontrar el punto óptimo de ésta. Para ello, a partir del mes de Mayo, se recogen datos relativos a la producción: piezas producidas, piezas defectuosas, registro y causas de averías o paros,... A tal efecto a final de abril se reúne a los operarios responsables de la línea en cada turno y se les explica y forma en cómo deben cumplimentar los documentos de seguimiento de turno que a continuación se muestran.



**DOCUMENTO DE REGISTRO DE PRODUCTIVIDAD PARA CADA MÁQUINA**

HOJA DE CÁLCULO DEL OEE		Eficiencia General de los Equipos	
Operario	17	OEE	57,6%
Modelo	D30/3		
Máquina	3		
Fecha	lunes 28/04/2014		
DATOS OEE			
Tiempo de producción del turno (minutos):	480	Nb:	Total: 0
Número de turnos (s):	3	Nb:	Total: 0
Parones por descanso (minutos):	0		
Parones por comidas (minutos):	0		
Tiempo de arranque (minutos):	60		
Producción ideal: (piezas/hora):	450	piezas/minuto):	7,5
Total de piezas producidas por turno:	2109		
Piezas defectuosas por turno:	34		
CÁLCULO DE VARIABLES DEL OEE			
Tiempo de producción planeado (minutos):	1440		
Tiempo real de producción (minutos):	1380		
Piezas buenas por turno:	2075		
CÁLCULO DE FACTORES DEL OEE			
Disponibilidad	95,8%	90,0%	
Rendimiento	61,1%	95,0%	
Calidad	98,4%	99,9%	
<b>OEE General</b>	<b>57,6%</b>	<b>85,4%</b>	

a  
b  
c  
d  
e  
f  
g  
h

$i = [a-(c+d)]^b$   
 $j = i-(e)$   
 $k = g-h$

$l = j/i$   
 $m = g/(f^j)$   
 $n = k/f/g$   
 $o = l^m \cdot n$

Ilustración 23: Documento de Registro de Productividad

Con estos datos se obtuvieron los valores del OEE diario de la empresa. Como consideraciones especiales, durante ese tiempo cada línea se ajustó a un tiempo de ciclo de 8s (decisión de gerencia), por política de empresa. Los lunes el arranque de cada línea, las máquinas necesitan un tiempo de arranque de 1h, ya que el domingo las máquinas están paradas por no haber producción.

Una vez recopilados los resultados de los tres documentos, que se realizaron diariamente durante un mes, se procedió a implementarlos y a calcular estos datos.

tiempo ciclo	defectos	producción	prod lunes	TOTAL/MES	TOTAL/MES	MEDIA	MEDIA	MEDIA	MEDIA	
1pz cada 8s	10%	7000pz/día	6500pz/día	3381707	39460	0,992931829	0,656046916	0,988328954	0,64380723	
Día	Tiempo Operación Program.	Arranque min/día	Tiempo ciclo teo (min/pz)	Total Piezas Producid.	Tiempo Producción	Cantidad Defectos	Disponibilidad	Rendimiento	Calidad	OEE
lunes	28800	1200	0,1333333	126902	27600	2042	95,8%	61,3%	98,4%	57,8%
martes	28800		0,1333333	158406	28800	3164	100,0%	73,3%	98,0%	71,9%
miércoles	28800		0,1333333	146103	28800	2042	100,0%	67,6%	98,6%	66,7%
jueves	28800		0,1333333	143805	28800	296	100,0%	66,6%	99,8%	66,4%
viernes	28800		0,1333333	133004	28800	2666	100,0%	61,6%	98,0%	60,3%
sábado	28800		0,1333333	141922	28800	1988	100,0%	65,7%	98,6%	64,8%
lunes	28800	1200	0,1333333	122887	27600	1230	95,8%	59,4%	99,0%	56,3%
martes	28800		0,1333333	131866	28800	2393	100,0%	61,0%	98,2%	59,9%
miércoles	28800		0,1333333	144285	28800	2894	100,0%	66,8%	98,0%	65,5%
jueves	28800		0,1333333	148343	28800	1498	100,0%	68,7%	99,0%	68,0%
viernes	28800		0,1333333	145925	28800	2338	100,0%	67,6%	98,4%	66,5%
sábado	28800		0,1333333	140900	28800	1976	100,0%	65,2%	98,6%	64,3%
lunes	28800	1200	0,1333333	135278	27600	1075	95,8%	65,4%	99,2%	62,1%
martes	28800		0,1333333	144100	28800	1712	100,0%	66,7%	98,8%	65,9%
miércoles	28800		0,1333333	135099	28800	530	100,0%	62,5%	99,6%	62,3%
jueves	28800		0,1333333	141136	28800	549	100,0%	65,3%	99,6%	65,1%
viernes	28800		0,1333333	141893	28800	1406	100,0%	65,7%	99,0%	65,0%
sábado	28800		0,1333333	137955	28800	2185	100,0%	63,9%	98,4%	62,9%
lunes	28800	1200	0,1333333	140277	27600	1102	95,8%	67,8%	99,2%	64,4%
martes	28800		0,1333333	138915	28800	1120	100,0%	64,3%	99,2%	63,8%
miércoles	28800		0,1333333	146397	28800	1462	100,0%	67,8%	99,0%	67,1%
jueves	28800		0,1333333	150153	28800	1205	100,0%	69,5%	99,2%	69,0%
viernes	28800		0,1333333	144476	28800	1167	100,0%	66,9%	99,2%	66,4%
sábado	28800		0,1333333	141680	28800	1420	100,0%	65,6%	99,0%	64,9%

Ilustración 24: Tabla para cálculo OEE MAYO

El resultado del OEE mensual como resultado de multiplicar los porcentajes de disponibilidad, de calidad y de rendimiento resultó del 64.3%, lo que indicaba que de cada 100 piezas buenas que podía fabricar Tapeplast aprovechando el 100% de su capacidad, solamente fabricaba 64.

Valor que sorprendió a los trabajadores, que procedieron a analizar separadamente todos los factores.

En cuanto a la disponibilidad, no había posibilidad de mejora ya que la hora de arranque de los lunes es necesaria, y no hay otra alternativa.

En este caso los **dos factores** clave para mejorar y así aumentar el porcentaje de OEE eran el **rendimiento y la calidad**. El primero nos mostraba el porcentaje de tiempo en el que realmente la máquina estaba produciendo piezas. Un 65.6% evidenciaba algo que ya se suponía, un número considerable de **paradas** por falta de planificación, averías, micro-paradas, que repercutían de manera considerable en el OEE. Y el segundo se podía mejorar ya que, triturar cerca de un 2% de la producción diaria, es decir tener un total de 39460 productos inservibles al mes, impedían a Tapeplast tener una producción óptima y de calidad.

### 5.3.3.- DIAGRAMA PARETO: CAUSAS DE LOS PARONES

La recopilación de datos es la base para **incrementar los índices de eficiencia**. Se necesita toda la información disponible de paradas y pérdidas de máquinas relacionadas con:

- Reparaciones
- Cambios, ajustes
- Cambio de utillaje
- Micro-paradas

Y con toda esta información del mes de Mayo, se realiza un análisis representándolo con el Diagrama de Pareto.

Las causas por las cuales en el mes de Mayo se producen 107 paradas son:

**-Pedido corto:** El volumen de materia prima, color y cera proporcionado a la máquina para la realización de un pedido es inferior a lo que ésta necesita para completar el pedido. Puede ser debido a que la máquina estaba produciendo un color más oscuro, y para llegar a conseguir el color nuevo más claro, consume materia prima en exceso.

**-Defectos que necesitan parada:** Esto ocurre cuando la máquina ha empezado a producir defectos y para solucionarlo, no basta solamente con ajustar la producción, hay que parar la máquina para examinar lo ocurrido.

**-Error de programación:** El jefe de planta manda realizar un pedido en una máquina y entra otro pedido con más prioridad, o el jefe de planta manda realizar un pedido en una máquina sin darse cuenta que hay otros que expiran antes. Este error provoca la parada de la máquina para programar el nuevo pedido correspondiente.

**-Cambio de máquina:** Paro debido al cambio de molde o cambio de pedido a otras máquinas. Hay moldes que provocan más defectuosos o son menos eficientes en unas máquinas que otras.

**-Derretimiento de material:** Ocasionalmente, debido a la constante producción, la máquina adquiere mucha temperatura que puede llegar a derretir el material de manera anticipada. Este material gotea por los orificios de la inyectora y se tiene que proceder al paro de la maquinaria.

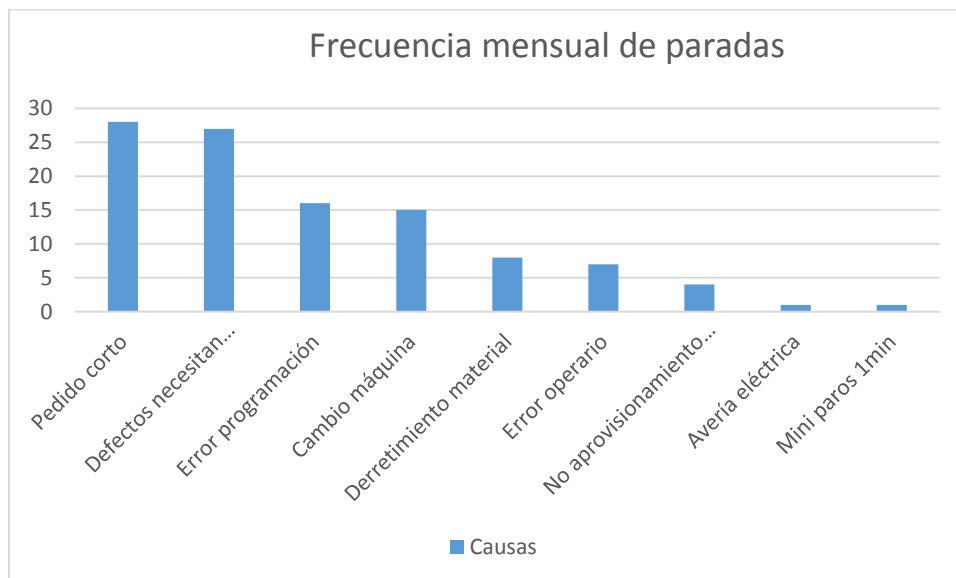
**-Errores del Operario:** Se para la máquina debido a errores en cuanto a la materia prima o el color o la cera no son los adecuados, y al salir el producto se percibe que es distinto al modelo. Entre otros...

**-No aprovisionamiento de cajas:** Por algún motivo el operario puede que descontrola el aprovisionamiento de cajas para las piezas fabricadas. De modo que la máquina se debe parar para que esas piezas nuevas no caigan al suelo.

**-Avería eléctrica:** Causa de parada muy poco frecuente. Si la empresa se queda sin electricidad, las máquinas no funcionan.

**-Mini paros:** Paradas que realiza la máquina automáticamente menores de 1 minuto.

Causa	Nº Paros Mes	%Paros	Paros Acumul	%Paros Ac.
Pedido corto	28	26%	28	26%
Defectos necesitan parada	27	25%	55	51%
Error programación	16	15%	71	66%
Cambio máquina	15	14%	86	80%
Derretimiento material	8	7%	94	88%
Error operario	7	7%	101	94%
No aprovisionamiento cajas	4	4%	105	98%
Avería eléctrica	1	1%	106	99%
Mini paros 1min	1	1%	107	100%
	107			



“Una vez se analizan los datos y las principales causas de los paros se deben tomar las medidas necesarias y que no vuelvan a darse las incidencias/problemas por los cuales las líneas no funcionan a pleno rendimiento. Algunos ejemplos de mejora son:

- Mantenimiento autónomo.



- Mantenimiento preventivo.
- Reducción de tiempos de cambio (SMED).
- Mejora de la vida útil de las herramientas.
- Mejora de la capacidad de los equipos.
- Estandarización.
- Grupos de resolución de problemas.

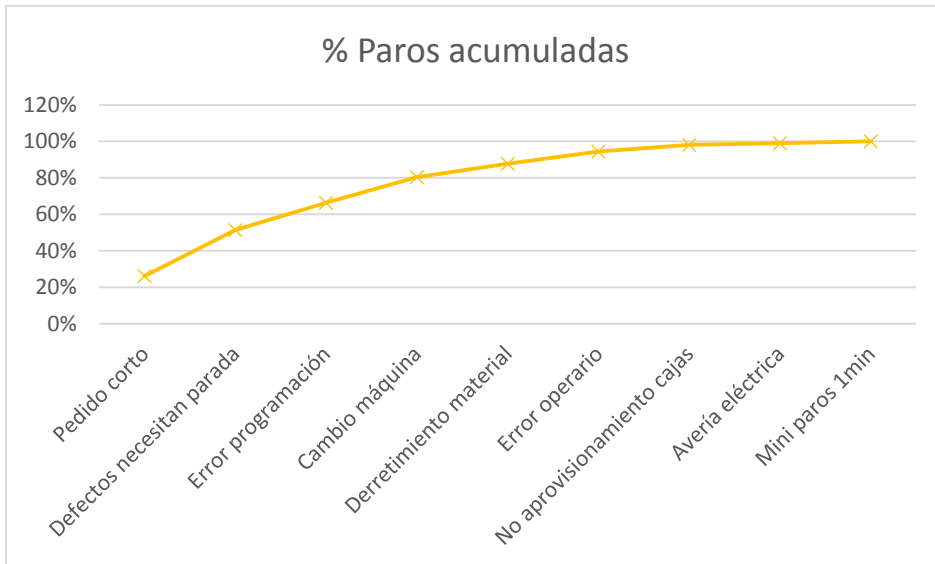
Disponer de objetivos medibles y de indicadores de rendimiento que nos muestran en qué medida progresamos hacia alcanzarlos da a las organizaciones, da la oportunidad de gestionar la mejora y la posibilidad de definir los planes de actuación orientados a conseguir las mejoras propuestas, y mantener el seguimiento de su desarrollo, modificando los planes si es necesario en función de los avances.

El diagrama de Pareto es un gráfico de barras ordenadas, en modo decreciente, que ayuda a localizar de modo sistemático los problemas a afrontar, ordenándolos según importancia. Es decir, con el 20% de las indicaciones de tema se obtiene el 80% del total del problema.

El objetivo es obtener entre los diferentes factores que contribuyen a un determinado efecto, aquellos que tienen mayor contribución y aquellos que contribuyen menos, a partir de una comparación cuantitativa y ordenada. Es importante ya que ayuda a enfocar los recursos disponibles para eliminar los problemas en el menor tiempo posible.

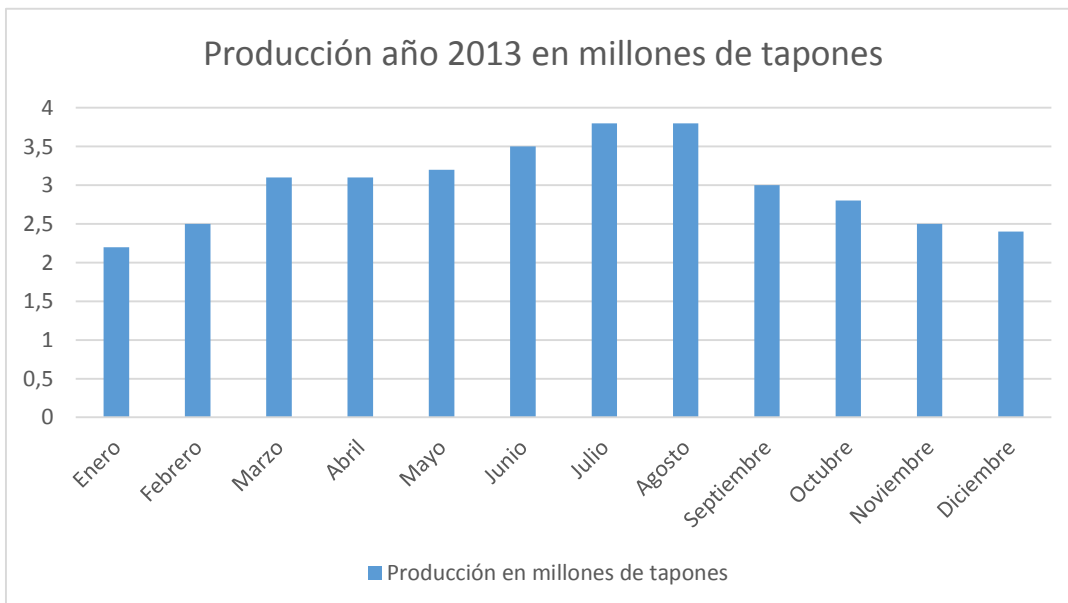
Sus funciones son:

- Clasificar por orden decreciente de importancia, la aportación de cada componente al efecto total.
- Resaltar los problemas clave a fin de concentrar los esfuerzos en aquellas áreas donde será más elevado el impacto de la mejora de cara a cumplir el objetivo.
- Establecer los temas y los objetivos de mejora procediendo por orden de prioridad.
- Prever la eficacia de las intervenciones evidenciando el impacto referente a cada área sobre el problema analizado: es posible predeterminar los resultados que se pueden alcanzar actuando en cada una de las áreas tenidas en cuenta.” *Autor Desconocido, 2015*



### 5.3.4.- HISTÓRICOS DE DATOS

En Tapeplast hay 20 líneas de producción y mensualmente se fabrican un promedio de 3.000.000 de piezas al mes.



Estos datos pertenecen a la producción de Tapeplast durante el año 2013. Como evidencia este gráfico, durante los meses de verano la producción es mayor que en los otros meses, esto es debido a que la demanda por parte de los clientes es mayor ya que los productos de cosmética y droguería se consumen con más frecuencia durante esta temporada.

En el caso de los productos defectuosos, conocemos el volumen de producción, el volumen de defectuosos, y el volumen de productos en cuarentena. **Las causas de estos productos defectuosos** serán estudiadas mediante un diagrama causa-efecto (Ishikawa).

### 5.3.5.- ISHIKAWA: DIAGRAMA CAUSA-EFECTO

En el diagrama causa-efecto se identifican las principales causas de la problemática de la empresa.

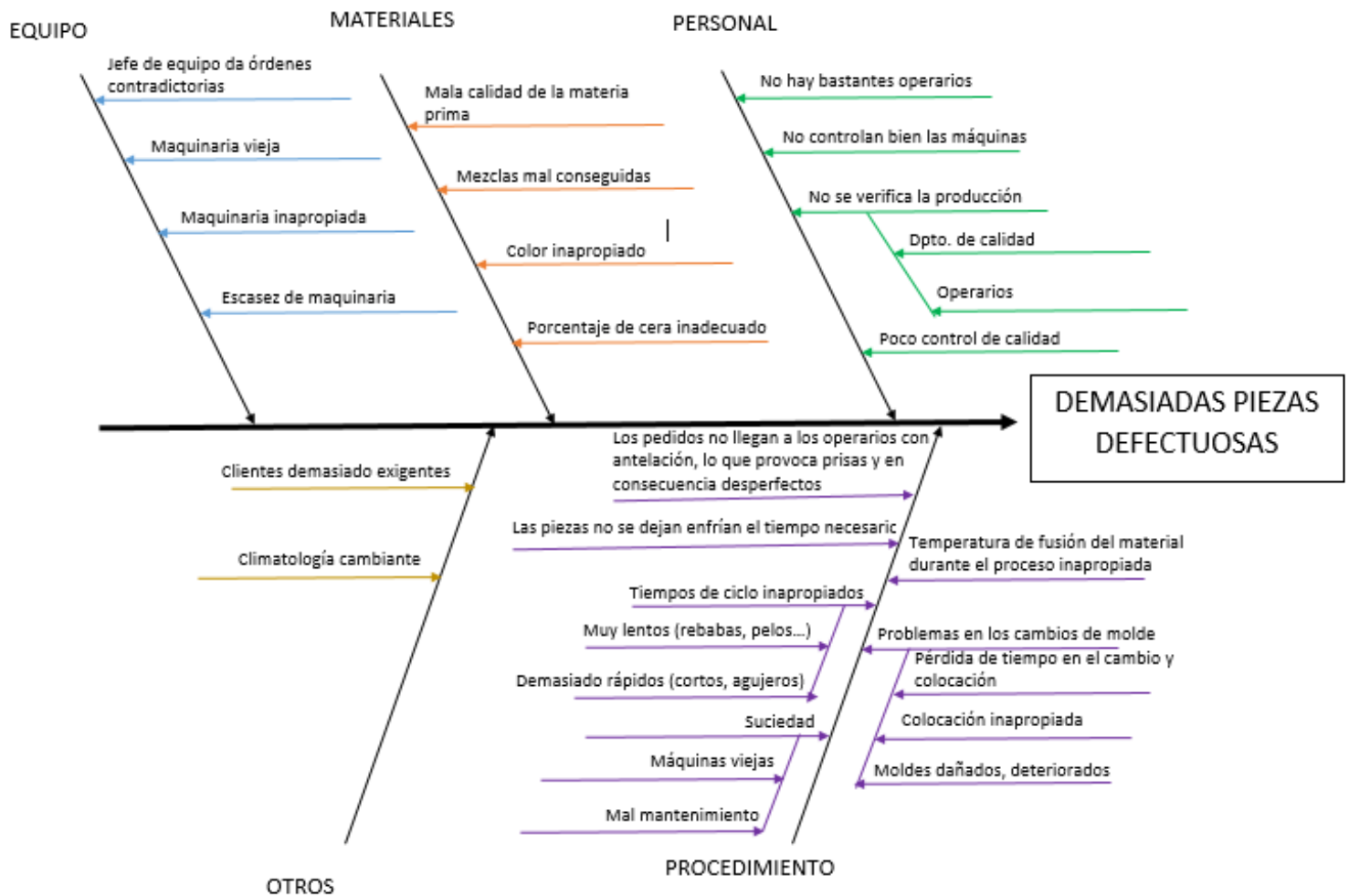


Ilustración 25: Diagrama Causa-Efecto (Ishikawa).

## **5.4.- ETAPA “ANALIZAR”**

La tercera fase, de análisis, es la encargada de estudiar los resultados actuales e históricos. Se demuestran las hipótesis y las relaciones causa-efecto. De este modo se diseñan las soluciones a las principales y no principales causas de error que pueden afectar al proceso.

### **5.4.1.- BRAINSTORMING: IDENTIFICACIÓN DE LAS PRINCIPALES SOLUCIONES A LAS CAUSAS DE ERROR**

“La técnica del Brainstorming es una herramienta de trabajo grupal que facilita el surgimiento de nuevas ideas sobre un tema o problema determinado.

Nos permite:

- Plantear y resolver los problemas existentes.
- Plantear posibles causas.
- Plantear soluciones alternativas.
- Desarrollar la creatividad.
- Discutir nuevos conceptos.

¿Cómo se utiliza la técnica?

- Se define el tema o problema.
- Se nombra a un conductor del problema.
- Se explican las reglas:
  - Se listan todas las ideas.
  - No se pueden repetir.
  - No se critican.
- El ejercicio termina cuando ya no existen ideas nuevas.
- Se evalúan, se organizan y se analizan para valorar la utilidad de éstas.” *Autor Desconocido*

Con ello se realizó un Brainstorming con todos los operarios con el fin de identificar las principales soluciones a las causas de la problemática.

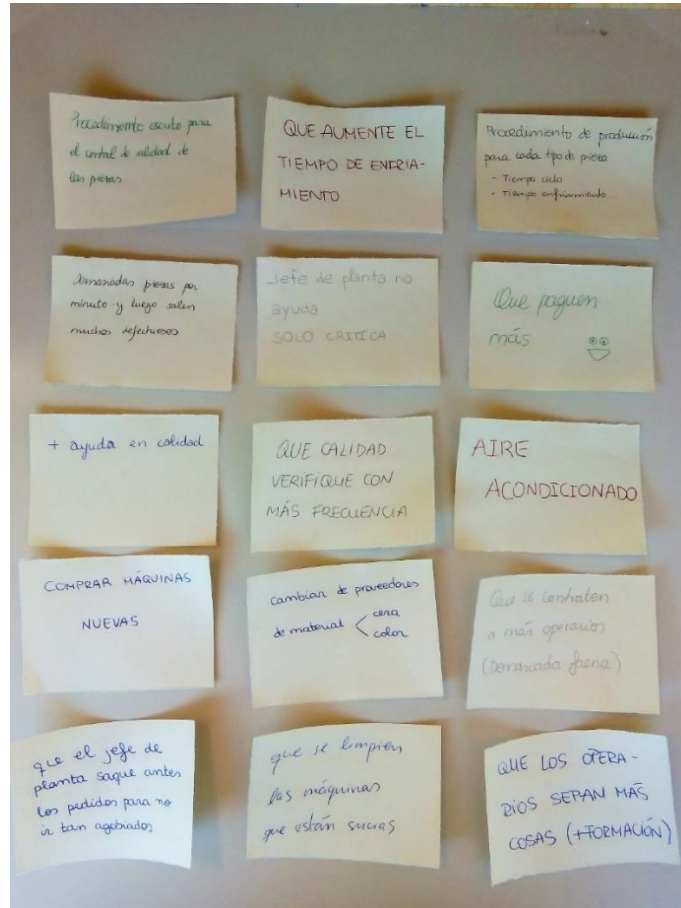


Ilustración 26: Ideas surgidas durante el Brainstorming

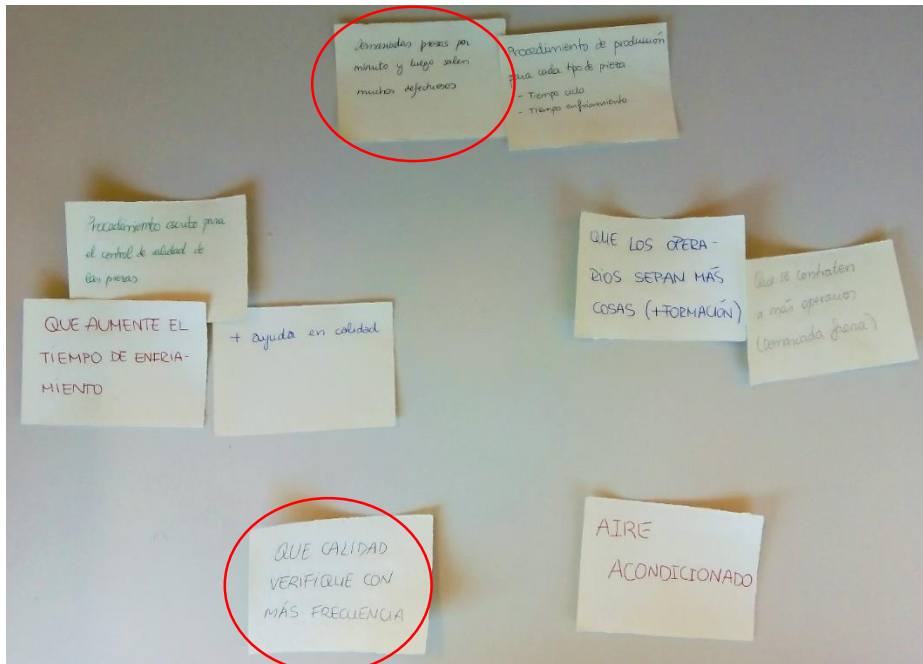


Ilustración 27: Agrupación de ideas relacionadas

### **5.4.2.- EXPLICACIÓN DE LAS PRINCIPALES SOLUCIONES A LAS CAUSAS DE ERROR**

En el diagrama anterior de Ishikawa se muestran las posibles causas por las cuales hay demasiadas piezas defectuosas durante la producción en Tapeplast. Sin embargo, el Brainstorming permite reunir a todos los operarios de la empresa con la finalidad de opinar libremente, según su punto de vista y encontrar entre todos los operarios soluciones a esas posibles causas.

En la imagen 22, se pueden ver las distintas soluciones que han aportado los operarios. Esto muestra diferentes puntos de vista, y ayuda a superar la monotonía y el conformismo, debido a que todos tienen la posibilidad de expresarse.

Primeramente se expusieron 15 posibles soluciones, posteriormente entre los operarios se agruparon aquellas que tenían relación y podían llegar a una solución común.

Y finalmente se destacaron 5 ideas:

1.- Poner ventiladores en meses de mucho calor que refrigeren la zona, con la finalidad de disminuir los cambios de temperatura que sufren tanto los productos como los trabajadores.

2.- Que los operarios sean más polivalentes y aprendan a hacer cambios de moldes, de material,... para que permitan al jefe de equipo tener más tiempo para tomar decisiones pertinentes y ayudar en lo que se le necesite.

3.- Aumentar el tiempo de ciclo, es decir, disminuir las piezas que se producen por minuto. En lugar de tener un tiempo de ciclo de 1 pieza cada 8 segundos, 1 pieza cada 10 segundos. Los trabajadores son conscientes que aunque se produzcan menos piezas al mes, los productos salen con más calidad y la maquinaria no sufre tantos parones. En el cálculo anterior del OEE se pudo observar que salía más favorable producir a 10s que a 8s.

4.- Que se implante un procedimiento escrito, paso a paso, de cómo examinar las distintas piezas, medidas, tiempo, tolerancias,... con la finalidad de unificar los criterios y los puntos de vista.

5.- Que las inspecciones visuales que realiza control de calidad se realicen cada hora en lugar de cada dos horas con la finalidad de detectar defectuosos con anterioridad.

### **5.5.- ETAPA “MEJORAR”**

En la fase de mejora, el equipo trata de predecir, perfeccionar y optimizar el funcionamiento del proceso. Tratando entender los errores, justificarlos, saber por qué aparecían y evitar que sigan apareciendo, implantando novedades que optimicen el proceso y sean realmente mejoras para la empresa.

### **5.5.1.- CONSIDERACIONES SOBRE LAS PIEZAS DEFECTUOSAS**

Por una parte, cuando se desajusta una máquina y sale una pieza defectuosa, puede que todas las piezas producidas a continuación salgan con defectos o pueden ser fallos eventuales, y las piezas defectuosas aparezcan ocasionalmente. Estos defectos se deben a desajustes en la máquina, defectos en los moldes, en los tiempos de ciclo, en la temperatura, suciedad,...

Los controles de inspección visual por parte del operario de control de calidad se realizan cada 2 horas y es comprensible que el operario de producción que está trabajando con 5 máquinas a la vez, no detecte que la máquina empieza a producir defectuosos. Esto es un inconveniente que se puede solucionar reduciendo la frecuencia de inspecciones visuales de cada 2 horas a cada hora.

Por otra parte, el jefe de equipo muchas veces no da abasto con toda la faena que se le atribuye, además de estar de apoyo a todos los operarios, es el encargado de arreglar averías, de cambiar de molde, de verter el material, de asimilar y poner en práctica las especificaciones que pide el cliente, del mantenimiento... Para ello se piensa en formar a los operarios para librar al jefe de equipo y de este modo pueda solucionar incidencia de una manera más efectiva.

Los operarios ven muy factible aumentar el tiempo de ciclo de la maquinaria. Se cree que las máquinas tienen una velocidad demasiado excesiva y debido a esto, muchas piezas no sufren el proceso correcto. En cuanto al tiempo de inyección, tiempo de enfriado, y salen cortos, con rebabas, puntos de inyección altos... Actualmente el tiempo de ciclo se encuentra en una pieza cada 8 segundos, y podría modificarse a 10 segundos, para intentar mejorar el OEE.

En los meses de calor, en la fábrica, cuando se hacen los controles de calidad, el clipaje, el roscado etc..., los productos tardan mucho tiempo en enfriarse, no es lo mismo que en invierno que cuando salen de la máquina, al estar en contacto con el ambiente frío, se enfrían más rápidamente. Esto provoca que muchos de los productos, calidad los considere defectuosos por no clipar o no roscar bien, o ser más frágiles, pero realmente son piezas buenas lo que no han tenido el refrigerio adecuado. Para eso, se pueden incorporar ventiladores en la fábrica para disminuir la temperatura ambiente y así ayudar a la pruebas de calidad y disminuir la sensación de calor entre los operarios de planta.

Además implantar un procedimiento escrito para los operarios de calidad para unificar puntos de vista y para que los distintos operarios sigan los mismos protocolos durante los distintos meses del año.

### **5.5.2.- MEJORAS IMPLANTADAS**

Para mejorar y optimizar el funcionamiento del proceso, evitando en este caso la aparición de piezas defectuosas y un mayor rendimiento de producción, se implantan estas mejoras que posteriormente serán analizadas y se examinará su influencia en la problemática.

- 1.- Aumentar el tiempo de ciclo, pasar de 1 pieza cada 8 segundos a 1 pieza cada 10 segundos.
- 2.- Reducir la frecuencia de las inspecciones visuales a 1h y tratar de optimizar la verificación de materiales defectuosos.
- 3.- Detectar la escasez de conocimientos de los operarios mediante un matriz de polivalencia e implantar un plan de formación.

4.- Refrigerar la planta con ventiladores potentes.

### 5.5.3.- MEJORA 1: Aumento de tiempo de ciclo

Las máquinas de la línea permiten cierto nivel de ajuste del tiempo de ciclo (entre 8 y 12s para la línea 1), en concreto y por decisión de gerencia, este ajuste siempre se encuentra a 8s. Se decidió aumentar este a 2 s y durante el mes de junio se registraron los datos correspondientes a la producción. (Averías, cantidades, defectos...)

A continuación se muestran los resultados obtenidos para el mes de Junio.

tiempo ciclo	defectos	producción	prod lunes		TOTAL/MES		TOTAL/MES	MEDIA	MEDIA	MEDIA	MEDIA
1pz cda 10s	7%	6700pz/día	6300pz/día		3207473		27324	0,992931829	0,777808889	0,991413895	0,765680058
	Día	Tiempo Operación Program.	Arranque min/día	Tiempo ciclo teo (min/pz)	Total Piezas Producid.	Tiempo Producción	Cantidad Defectos	Disponibilidad	Rendimiento	Calidad	OEE
	lunes	28800	1200	0,1666667	127132	27600	1784	95,8%	76,8%	98,6%	72,5%
	martes	28800		0,1666667	134156	28800	762	100,0%	77,6%	99,4%	77,2%
	miércoles	28800		0,1666667	136813	28800	580	100,0%	79,2%	99,6%	78,8%
	jueves	28800		0,1666667	135277	28800	1907	100,0%	78,3%	98,6%	77,2%
	viernes	28800		0,1666667	140834	28800	982	100,0%	81,5%	99,3%	80,9%
	sábado	28800		0,1666667	123538	28800	1728	100,0%	71,5%	98,6%	70,5%
	lunes	28800	1200	0,1666667	131615	27600	746	95,8%	79,5%	99,4%	75,7%
	martes	28800		0,1666667	141719	28800	1212	100,0%	82,0%	99,2%	81,3%
	miércoles	28800		0,1666667	134540	28800	1898	100,0%	77,9%	98,6%	76,8%
	jueves	28800		0,1666667	133659	28800	1680	100,0%	77,3%	98,7%	76,4%
	viernes	28800		0,1666667	130333	28800	935	100,0%	75,4%	99,3%	74,9%
	sábado	28800		0,1666667	130235	28800	1832	100,0%	75,4%	98,6%	74,3%
	lunes	28800	1200	0,1666667	122182	27600	338	95,8%	73,8%	99,7%	70,5%
	martes	28800		0,1666667	141240	28800	980	100,0%	81,7%	99,3%	81,2%
	miércoles	28800		0,1666667	143091	28800	596	100,0%	82,8%	99,6%	82,5%
	jueves	28800		0,1666667	134885	28800	1134	100,0%	78,1%	99,2%	77,4%
	viernes	28800		0,1666667	132307	28800	752	100,0%	76,6%	99,4%	76,1%
	sábado	28800		0,1666667	151283	28800	431	100,0%	87,6%	99,7%	87,3%
	lunes	28800	1200	0,1666667	121829	27600	1372	95,8%	73,6%	98,9%	69,7%
	martes	28800		0,1666667	126968	28800	898	100,0%	73,5%	99,3%	73,0%
	miércoles	28800		0,1666667	141666	28800	1189	100,0%	82,0%	99,2%	81,3%
	jueves	28800		0,1666667	126684	28800	1588	100,0%	73,3%	98,7%	72,4%
	viernes	28800		0,1666667	129727	28800	1626	100,0%	75,1%	98,7%	74,1%
	sábado	28800		0,1666667	135760	28800	374	100,0%	78,6%	99,7%	78,3%

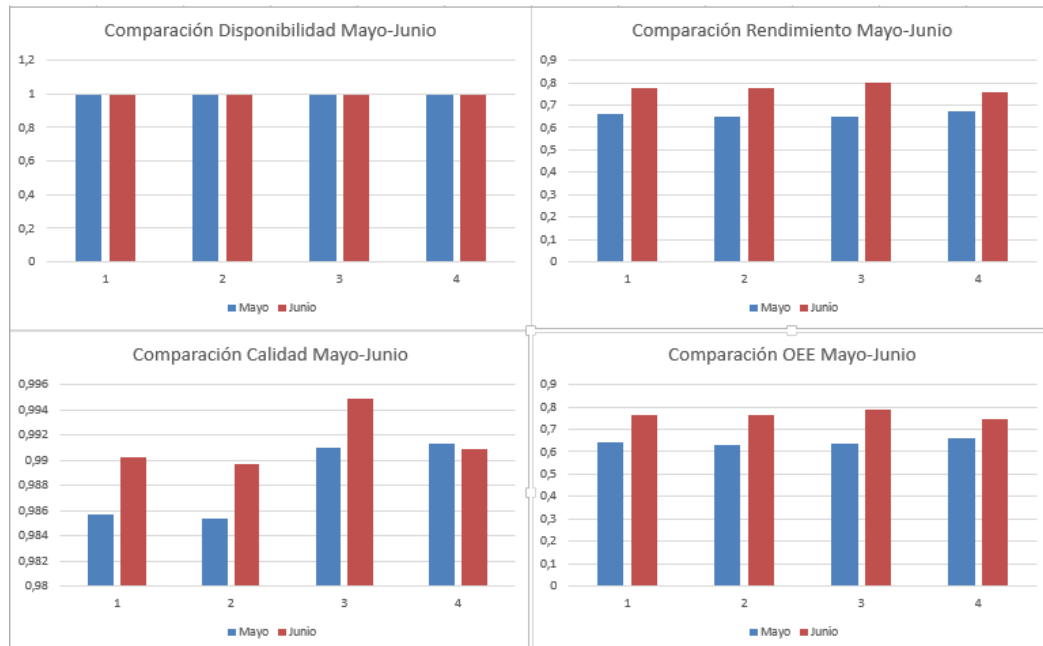
Ilustración 28: Tabla para cálculo OEE JUNIO

Según muestran los resultados, durante el mes de Junio se consiguió mejorar el OEE como consecuencia de mejorar el rendimiento de las máquinas (menos paros) y la calidad. Al aumentar el tiempo de ciclo, aunque se produjeran alrededor de 180.000 piezas menos, las que se produjeron, fueron con menos defectos. Por otra parte, al producir más lento, se registraron menos averías y paros posiblemente porque se producían menos desajustes (aumento de más de un 10% en el indicador de rendimiento).

A continuación se muestra el histograma comparativo intersemanal para los meses Mayo-Junio.

### HISTOGRAMA COMPARATIVO SEMANAL MAYO-JUNIO





### ANÁLISIS DEL IMPACTO DE LA MEJORA PROPUESTA

A la hora de valorar el impacto económico de la mejora propuesta, se ha de considerar como dato de partida el coste que supone en cada caso detectar una pieza defectuosa.

En el caso de producir con un tiempo de ciclo de 8s, se han observado un total de 39460 piezas defectuosas durante el mes. Se estima que el almacenista encargado de la detección de dichas piezas ha dedicado un total de 7920min en ese mes a buscar productos defectuosos entre las piezas que estaban en cuarentena. (11 lotes/día en cuarentena de media).

Se puede imputar un total de 12s a cada pieza defectuosa ( $7920/39460=0.20\text{min}=12\text{s}$ ).

El coste de una hora de mano de obra del almacenista asciende a 7€/h. (1100€/mes). Por lo que 12s/pieza equivale a un coste de  $0.023\text{€} = 12 * (7\text{€/h} / (3600\text{s/h}))$

En la siguiente tabla se muestran los datos calculados para ambos meses.

MAYO defectuosos= 39460piezas	JUNIO defectuosos= 27324piezas
$39460*0.023=907.60\text{€}$	$27324*0.023=628.45\text{€}$
En defectuosas al aplicar la medida de aumentar el TC, Tapeplast se ahorra 279.15€	

A partir de estos resultados se puede concluir que la mejora supone un ahorro estimado en términos de coste almacenista de **279.15 €/mes**

#### 5.5.4.- MEJORA 2: Modificación inspección control de calidad.

Se reunió a los operarios de calidad y se redefinió el procedimiento de trabajo: itinerarios, plantillas... para conseguir hacer un proceso más eficiente y poder aumentar las frecuencias de las inspecciones. A continuación se muestra la distribución de las inspecciones para un turno completo de 8h. Cada cuadrado coloreado representa una acción explicada más abajo.

Procedimiento original



Procedimiento propuesto



Turno  
de 8h.

- El operario coge 3 inyectadas de cada línea, una inyectada para el control visual, una para el control dimensional y otra para el control funcional. La salida a planta junto con la prueba de control visual tienen una duración de **30'**.
- Realización de la prueba funcional. Aquí se comprueba el clipaje, el roscado, el goteo, la sujeción y roscado de todas las inyectadas... La duración de esta prueba es de **1h 30'**
- Realización de pruebas de inspección visual. En el itinerario anterior cada inspección tenía una duración de **20'**. Una de las mejoras implantadas para el nuevo itinerario es que cada operario, cuando transcurra una hora, debe recoger una inyectada de las 5 líneas que controla y llevarlas al departamento de control de calidad para que el operario las analice. De este modo el operario por el hecho de no tener que bajar a planta y de no tener que esperarse en cada línea para recoger la inyectada, realiza el proceso de inspección visual en **14'**. Pero en el nuevo itinerario, se realizan inspecciones visuales cada hora en lugar de cada dos.
- Realización de pruebas dimensionales. Aquí se comprueban el peso, altura, obturación y la existencia de rechupes en las piezas. La duración de la inspección dimensional es de **1h 30'**.
- Elaboración de hojas de pedidos para la producción del próximo turno, e impresión de las etiquetas de identificación de las cajas, entrega a los operarios y explicación al jefe de planta de las nuevas especificaciones. Duración **1h 30'**.
- Preparación de la materia prima de los próximos pedidos, color, cera, material, en los porcentajes requeridos. Duración **1h 30'**.
- Los **30'** restantes hasta completar las 8h se usan para solventar inconvenientes surgidos durante el día. Estos no se pueden recortar.

Cálculo del tiempo añadido que supone realizar inspecciones visuales de 14' cada hora.

$$\left. \begin{array}{l} 14 \cdot 7 = 98 \\ 20 \cdot 3 = 60 \end{array} \right\} \begin{array}{l} 38 \text{ min más por turno. Que suponen al día } \mathbf{1h \text{ y } 54} \\ \mathbf{\text{min de trabajo añadido.}} \end{array}$$

Como tenemos los datos de la producción de Mayo, obtenidos para el cálculo del OEE, los usaremos para calcular el tiempo que perdería el almacenista en cada verificación de los productos que se ponen en cuarentena.

Anteriormente la inspección visual se hacía cada 2h.

3.381.707 piezas de promedio al mes / ((20 días al mes x 24 horas al día) + (4 días al mes x 23 horas)) = 5911 piezas cada hora en la fábrica

La inspección visual se hacía cada 2h, de modo que por cada inspección visual pasaban 5911 \* 2 = 11824 piezas.

Estas 11824 piezas/20 líneas de producción = 591 piezas producía cada línea en cada inspección visual cada 2h.

Si cuando se detecta un fallo en la producción, se ponen en cuarentena todas las piezas desde la última inspección. Y durante un mes de producción resulta un promedio de 150.000 que se ponen en cuarentena, podemos calcular el número de veces que se ponían en cuarentena los lotes de 591 piezas.

$150.000/591 = 254$  veces al mes el almacenista tenía que verificar la producción que se había puesto en cuarentena. De modo que al día eran  $254/24 = 11$  veces al día.

Cada una de las 11 veces que tenía que parar a verificar la producción, tenía que estudiar 591 piezas, y mientras localizaba el lote, desprecintaba cajas y analizaba las 591 piezas tardaba **30'**. Así que al día, el almacenista había perdido  $30' * 11$  veces al día =  $330' = 5h 30'$ .

Actualmente:

Calculamos el tiempo que perdería el almacenista si la inspección visual se redujera a 1h. Si este nuevo tiempo añadido a la **1h y 54'** de trabajo que se le añade al operario de control de calidad es menor que las **5h 30'** que se perdían por parte del almacenista revisando piezas en cuarentena, estamos claramente ante una mejora positiva.

Siguiendo una **distribución normal**, el número de productos defectuosos que se obtendrán al reducir a la mitad la frecuencia de inspecciones visuales, se reducirá también a la mitad. Ahora en lugar de tener 150.000 defectuosos tendríamos **75.000 de promedio**.

De modo que 591 piezas que se producen cada 2h / 2 = 296 piezas se producen en cada línea durante 1 hora. Por tanto  $75.000/296 = 254$  veces al mes el almacenista tenía que verificar la producción que se había puesto en cuarentena. De modo que al día eran  $254/24 = 11$  veces al día.

Hasta aquí se obtiene el mismo número de paradas que anteriormente, **pero**, la duración de estas paradas no es la misma, debido a que el número de piezas que se examinan se reduce a la mitad.

Por consiguiente, si la duración de la verificación de la producción por parte del almacenista es de **15'** actualmente al tener solamente que revisar 296 piezas. Se pierden  $15' * 11$  veces al día =  $165' = 2h 45'$ .

### **ANALISIS DEL IMPACTO DE LA MEJORA PROPUESTA (AHORRO EN COSTE DE MANO DE OBRA)**

Haciendo el balance para comprobar qué es más conveniente para la empresa se tiene por un lado, perder **5h 30'** por parte del almacenista, o (**2h 45'** del almacenista actual + **1h 54'** que se necesitan en el departamento de control de calidad).

Finalmente resulta más positivo para la empresa la nueva opción al ahorrar  $5h 30' - (2h 45' + 1h 54') = 51'$  de tiempo que se ahorra la empresa al día. Es decir **20h 24'** al mes que a **7€/h** supone un **ahorro en términos de coste de 142.80 €/mes**. Ya que al reducir el tiempo de revisión de la cuarentena del almacenista, éste puede ayudar al operario de control de calidad en las tareas de inspección visual, realización de pedidos, preparación de materia prima... Así no hay que contratar a nadie más y la empresa se ahorra **20h 24'** al mes.

Con esto se trituran la mitad de las piezas ya que la problemática se detecta antes, y eso supone un ahorro económico en desperdicio en cuanto a material, energía, mantenimiento y tiempo de producción. Además de conseguir un número de rechazos por parte de los clientes menor, porque la producción está más vigilada, lo que supone una satisfacción mayor por parte de éstos.

#### **OTRAS CONSIDERACIONES ADICIONALES A LAS MEJORAS:**

Se ha observado que al aumentar el tiempo de ciclo de 8 a 10 s, el número de piezas defectuosas se ha visto reducido de 39.460 a 27.324 piezas. **MEJORA 1**

Por otro lado, el aumento en la frecuencia de las inspecciones visuales (al doble) supone una reducción estimada de las cantidades defectuosas en un 50%. **MEDIDA 2.**

El efecto encadenado de ambas medidas reducirá la **cantidad de defectos (y labores de triturado) en un 65.37%** ya que  $(27.324/2)=13.662$ ,  $13.662/39.460=0.3462$ ,  $1-0.3462=0.6537$ . Con lo que esto supone tanto desde el punto de vista de materia prima reprocessada como desde el retrabajo de producción, un ahorro en coste considerable para la empresa.

#### **5.5.5.- MEJORA 3: Matriz de Polivalencia**

La **Matriz de Polivalencia** es una herramienta efectiva que permite, ante la falta de personal en un determinado puesto de trabajo, encontrar personal apto para desarrollar la tarea – entendiendo como personal apto, personal formado. Es decir, permite conocer en todo momento cuáles son las personas cualificadas para poder desempeñar un puesto de trabajo diferente de su puesto habitual.

En ella se encuentran destacadas todas las tareas que se consideren fundamentales para un determinado puesto de trabajo y el nivel alcanzado por el personal involucrado al mismo, con lo cual se visualizan las debilidades y fortalezas del personal que ocupe dicho puesto de trabajo.

La productividad aumenta cuando hay especialización en el puesto de trabajo, pero este factor es incompatible – y a la vez necesario – con la polivalencia de los empleados. La clave es encontrar una solución que maximice tanto la productividad como la polivalencia a la vez. Este modelo ha de perseguir la polivalencia, utilizando un sistema de promoción interna y de desarrollo profesional.

El principal objetivo es identificar las capacidades de las personas requeridas en cada puesto a través de un perfil cuantificable y medible objetivamente y utilizarlo para, principalmente, mejorar su contribución a la organización a través de la movilidad entre distintos puestos de trabajo o polivalencia.

En la matriz de polivalencia se analizaron unos puestos de trabajo concretos, y se relacionaron con unas tareas concretas.

Puestos de trabajo a analizar: Operario de Control de Calidad 1, Operario de Control de Calidad 2, Operario de Control de Calidad 3, Jefe de Planta, Jefe de Equipo 1, Jefe de Equipo 2, Jefe de Equipo 3, Operario 1.1, Operario 1.2, Operario 1.3, Operario 1.4, Operario 2.1, Operario 2.2, Operario 2.3, Operario 2.4, Operario 3.1, Operario 3.2, Operario 3.3, Operario 3.4, Almacenista, Montadora

Tareas a Estudiar: Realización de controles de calidad respectivos a cada producto. Control y regulación de los parámetros de cada máquina. Elaboración de pedidos, etiquetas, y preparación

de materia prima. Reponer, precintar, ordenar y transportar cajas. Planificar la producción, ordenar prioridad de pedidos, dar visto bueno a la mayoría de acciones.

Tarea →	1	2	3	4	5	TOTAL	Puntuación media	%procesos cualificados
Operario ↓								
1	4	4	4	3	4	19	3,8	100%
2	3	4	3	4	3	17	3,4	100%
3	3	4	3	4	3	17	3,4	100%
4	3	4	3	4	3	17	3,4	100%
5	4	N/A	4	1	3	12	2,4	60%
6	4	N/A	4	2	3	13	2,6	60%
7	4	N/A	4	2	3	13	2,6	60%
8	2	3	2	4	N/A	11	2,2	40%
9	3	3	2	4	N/A	12	2,4	40%
10	3	2	2	4	N/A	11	2,2	40%
11	2	4	2	4	N/A	12	2,4	40%
12	2	3	2	4	N/A	11	2,2	40%
13	2	4	2	4	N/A	12	2,4	40%
14	1	4	2	4	N/A	11	2,2	40%
15	3	2	2	4	N/A	11	2,2	40%
16	3	2	2	4	N/A	11	2,2	40%
17	3	3	2	4	N/A	12	2,4	60%
18	3	3	2	4	N/A	12	2,4	60%
19	2	3	2	4	N/A	11	2,2	40%
20	4	3	4	4	2	17	3,4	80%
21	2	2	2	4	N/A	10	2	20%
<b>TOTAL</b>	<b>60</b>	<b>57</b>	<b>55</b>	<b>76</b>	<b>24</b>			
<b>media</b>	<b>2,8571429</b>	<b>2,7142857</b>	<b>2,6190476</b>	<b>3,6190476</b>	<b>1,1428571</b>			
<b>Nº op. Cualif</b>	<b>14</b>	<b>14</b>	<b>8</b>	<b>18</b>	<b>7</b>			

Tarea	1	2	3	4	5
1- Realización de controles de calidad respectivos a cada producto					
2- Control y regulación de los parámetros de cada máquina					
3- Elaboración de pedidos, etiquetas, y preparación de materia prima					
4- Reponer, precintar, ordenar y transportar cajas					
5- Planificar la producción, ordenar prioridad de pedidos, dar visto bueno a la mayoría de acciones					
<b>Operario</b>					
1- Jefe de Planta		6- Operario de Control de Calidad 2	11- Operario 1.4	16- Operario 3.1	21- Montadora
2- Jefe de Equipo 1		7- Operario de Control de Calidad 3	12- Operario 2.1	17- Operario 3.2	
3- Jefe de Equipo 2		8- Operario 1.1	13- Operario 2.2	18- Operario 3.3	
4- Jefe de Equipo 3		9- Operario 1.2	14- Operario 2.3	19- Operario 3.4	
5- Operario de Control de Calidad 1		10- Operario 1.3	15- Operario 2.4	20- Almacenista	
N/A.- No aplicable, no precisa entrenamiento					
1.- Empleado no entrenado					
2.- Empleado en programa de entrenamiento y/o con conocimientos					
3.- Empleado cumple los requerimientos del programa de entrenamiento					
4.- Empleado puede entrenar a otros empleados					

Ilustración 29: Matriz de Polivalencia

Se considera un operario cualificado cuando el valor que se le atribuye al desempeño de una tarea es  $>3$

### Tasa de polivalencia

Si consideramos que un operario domina un proceso cuando está capacitado para el mismo, el cálculo de la tasa de polivalencia se rige por la fórmula:

Tasa de polivalencia= $\sum$ Número de trabajadores que dominan cada operación / (número de operaciones\*número de trabajadores)

En este caso dominar una operación serán las puntuaciones 3 y 4

Tasa polivalencia=  $61 / (21*5) = 58.09\%$

% Trabajadores polivalentes= N° trabajadores cualificados para más de 2 procesos / total trabajadores en sección

% Trabajadores polivalentes=  $10/21 = 47.62\%$

% Procesos dominados por más de un trabajador= N° procesos con más de un trabajador cualificado / total procesos de la sección = **100%**

Conclusión:

Se pudo observar que el grado de polivalencia en ciertos trabajadores de la empresa es bastante alto, de hecho todos igualan o superan la puntuación media de los operarios. El operario encargado de la montadora, es el que menos conocimientos disponía, ya que era un operario considerablemente nuevo y estaba teniendo un plan de formación para aprender poco a poco ciertas labores de la empresa. En cuanto a las tareas a desempeñar, se pudo analizar que la de planificar la producción, ordenar y priorizar pedidos, y dar el visto bueno en ciertas acciones sólo estaba al alcance de 7 operarios, ya que el resto de operarios no necesitaban conocer esa función. Por lo demás, la tarea de reponer, precintar, transportar cajas, es decir la labor principal de los operarios de planta, era una tarea que prácticamente todos sabían desempeñar.

La matriz de polivalencia se colgó en un mural de notificaciones, y supuso una motivación extra para los trabajadores al ver sus conocimientos y aptitudes reflejados y a la vista de toda la empresa. Por tanto, también fue una mejora positiva.

#### **5.5.6.- MEJORA 4: Refrigeración de la planta**

La mejora de poner ventiladores potentes que **refrigeraran la planta** y ayudarán a la zona de producción a no tener tan elevada temperatura, supuso un coste relativamente imperceptible, ya que Tapeplast disponía de estos ventiladores, simplemente se tuvieron que desempolvar y arreglar un par de ellos. Y la satisfacción y confort que supuso para los operarios fue muy gratificante. Además se implantó una nueva característica a la hora de verificar la producción para los operarios de control de calidad, en la que en meses de mucho calor, mientras analizan los productos mediante inspecciones visuales, debían dejar las inyectadas para control dimensional y funcional en el frigorífico, para reducirle la temperatura al producto y así conseguir unas características de éstas más reales y poder realizar las pruebas de manera más exacta. Esta medida no suponía ningún esfuerzo ni ningún tiempo extra para los operarios de calidad ya que disponían de un frigorífico en la sala de control, y mientras realizaban las inspecciones visuales, las otras inyectadas permanecían dentro del frigorífico.

Tanto el hecho de poner los ventiladores como la medida del frigorífico fueron aceptadas de manera muy positiva por los operarios y tuvieron resultados satisfactorios para la empresa.

## **5.6.- ETAPA “CONTROLAR”**

Esta etapa consiste en documentar los controles necesarios para asegurar que lo conseguido mediante el proyecto Seis Sigma se mantenga una vez que se hayan implantado los cambios.

Para ello se mantiene un registro continuo en cada uno de los turnos para:

- Vigilar los diferentes indicadores que componen el OEE
- Estar pendiente de las averías y paradas que sufren las máquinas así como sus causas.
- Y seguir trabajando con el registro de los diferentes defectos detectados en las piezas.

A tal efecto, se utilizarán los formatos descritos en el apartado 5.3.

- Vigilar que las nuevas inspecciones de control de calidad siguen el itinerario establecido y continúan suponiendo considerables ahorros en costes para la empresa.

Es decir, se siguen registrando los parámetros de producción definidos, con los formatos dados.

Cuando se han logrado los objetivos y la misión se da por finalizada, el equipo informa a la dirección y se disuelve el control.

## **6.- CONCLUSIONES**

Este apartado de conclusiones viene a resumir brevemente todo lo expuesto anteriormente en los diferentes apartados.

El estudio de la organización es vital para conocer los elementos que lo componen y el estudio del capital humano, para así desarrollar una estrategia que permita obtener mejores resultados y el cumplimiento de los objetivos. Los grupos de resolución de problemas surgen como necesidad de estudiar el origen de los fallos que se dan en las líneas de producción, de manera que son los propios operarios, que están en contacto continuo con las máquinas, quienes localizan el foco del problema, con un amplio conocimiento del sistema.

A través del Ishikawa y del Brainstorming surgieron las ideas que al final fueron mejoras que se implantaron y fueron útiles para la empresa y optimizaron los procesos. Estas mejoras han supuesto un gran ahorro económico para la empresa en tiempo de producción y en materia prima.

A lo largo del Trabajo de Fin de Grado se han ido desarrollando una serie de acciones con la finalidad de mejorar la productividad de las líneas.

Se ha mejorado el rendimiento y la calidad de la producción disminuyendo el tiempo de ciclo de la producción.

Se ha aumentado la frecuencia de las inspecciones visuales y se ha modificado el itinerario para hacerlo y por consiguiente ha disminuido el número de productos defectuosos, lo que ha supuesto un ahorro en materia prima y en tiempo de producción.

También se ha implantado una matriz de polivalencia que ha significado un aumento de la motivación en todos los operarios al ver sus capacidades y aptitudes plasmadas en el tablón de anuncios.

Como conclusión final, añadir que teniendo en cuenta todos los beneficios que se han obtenido a nivel de orden y nuevos itinerarios, mejora de los métodos y tiempos, reducción de despilfarros, y aumento de la productividad, está más que justificado el proyecto de mejora continua en Tapeplast.

## 7.-PRESUPUESTO

### INTRODUCCIÓN

El Presupuesto muestra el coste de llevar a cabo el proyecto. Aquí se indican los diferentes costes que permiten estimar, el presupuesto total del proyecto.

Este Presupuesto refleja principalmente el Presupuesto de Inversión y el Retorno de la misma.

### PRESUPUESTO DE INVERSIÓN

Aquí se ha tenido en cuenta los costes derivados de la mano de obra necesaria, así como el coste de los medios y materiales utilizados para llevar a cabo las mejoras desarrolladas en el presente TFG.

	Concepto	Precio Unidad	Unidades	Total
Estudiante en prácticas	Convenio prácticas UPV	500€/mes	3meses	1.500€
Formación y actividades grupos de mejora	Horas Extra	11€/HE	20op*5h=100HE	1.100€
Material	Fungible usos varios	40€	1	40€
Material	Paneles mejora continua	75€	1	75€
Arreglo Ventiladores	Mejora Refrigerio	65€	1	65€
<b>TOTAL</b>				<b>2.780€</b>

### RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN



Desde el punto de vista del retorno de la inversión, hemos de considerar por un lado los costes que se recogen en el presupuesto (2.780€) y por otro los ahorros en los que se han cuantificado las diferentes mejoras implantadas (142,80€/mes y 279,15€/mes). El ahorro mensual esperado es por tanto de 421,96€. La inversión inicial se recuperaría entonces en 6,5 meses (2.780/421,96)

## 8.- BIBLIOGRAFÍA Y WEBGRAFÍA

Tapeplast, 2015. [www.tapeplast.com](http://www.tapeplast.com)

Autor desconocido, 2015. *INYECCION DE MATERIALES PLASTICOS II*. Recuperado de: <http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com.es/2011/06/inyeccion-de-materiales-plasticos-ii.html>

Experto GestioPolis.com, 2015. *¿Qué es Seis Sigma? Metodología e implementación*. Recuperado de: <http://www.gestiopolis.com/que-es-seis-sigma-metodologia-e-implementacion/>

Fernando Chévez, 2015. *Métricas Seis Sigma*. Recuperado de: <http://6sigma-improvement.blogspot.com.es/p/metricas-six-sigma.html>

Héctor René Álvarez Laverde. PhD (Cand.), 2015. *Métricas Seis Sigma*. Recuperado de: <http://www.mantenimientoplanificado.com/eproductiva.com/6sigma/metricass.pdf>

Pedro Leira, 2013. *DIAGRAMA SIPOC*. Recuperado de: <http://pedroleira.com/2013/02/04/diagrama-sipoc-herramienta-para-descubrir-las-posibles-areas-de-mejora/>

José Antonio García Ramírez, 2013. *PROJECT CHARTER*. Recuperado de: <http://www.eoi.es/blogs/madeon/2013/04/15/el-project-charter/>

Colaborador Wikipedia, 2015. *Cálculo OEE*. Recuperado de: [https://es.wikipedia.org/wiki/Eficiencia\\_general\\_de\\_los\\_equipos](https://es.wikipedia.org/wiki/Eficiencia_general_de_los_equipos)

Autor Desconocido, 2015. *Cálculo OEE*. Recuperado de: <http://www.gerencie.com/capacidad-ociosa.html>

## 9.- ANEXOS

### ÍNDICE DE LAS ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Situación Tapeplast. Google Maps	5
Ilustración 2: Almacén donde se preparan los pedidos, listos para ser expedidos	6
Ilustración 3: Ejemplo de etiqueta identificativa de una caja	6
Ilustración 4: Tapeplast S.L. (polígono l'Alteró – Silla (Valencia)	7
Ilustración 5: Fotos de los productos que ofrece la empresa Tapeplast, obtenidos de la página web <a href="http://www.tapeplast.com">www.tapeplast.com</a>	10
Ilustración 6: Almacén donde se guarda la materia prima, colores, ceras...	13
Ilustración 7: Etapas de un ciclo de inyección. <a href="http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com.es/2011/06/inyeccion-de-materiales-plasticos-ii.html">http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com.es/2011/06/inyeccion-de-materiales-plasticos-ii.html</a>	15
Ilustración 8: Máquina durante el proceso de producción de tapones.	17
Ilustración 9: Pie de rey utilizado para verificar dimensiones de las piezas fabricadas. En las pruebas dimensionales se usa para medir la obturación y la altura de cada pieza.	19
Ilustración 10: Micrómetro de interiores; sirve para medir las dimensiones interiores de un objeto con gran precisión en un rango del orden de centésimas o de milésimas de milímetro	19
Ilustración 11: Departamento de calidad donde las piezas pasan unas pruebas previas al envío a los clientes.	19
Ilustración 12: Báscula utilizada para contrastar que los productos cumplen con los requisitos y especificaciones de peso	19
Ilustración 13: Campana de vapor para realizar la prueba funcional del goteo	19
Esquema 1: Metodología 6 sigma	28
Ilustración 14: Pieza rechupada	33
Ilustración 15: Pieza con rebaba	34
Ilustración 16: Pieza agrietada	35
Ilustración 17: Pieza corta	36
Ilustración 18: Pieza con suciedad	37
Ilustración 19: Pieza con punto de inyección alto	37
Ilustración 20: Material triturado, materia prima de otras empresas	38

Ilustración 21: Documento de Registro de Averías	40
Ilustración 22: Documento de Registro de Defectos	41
Ilustración 23: Documento de Registro de Productividad	41
Ilustración 24: Tabla para cálculo OEE MAYO	42
Ilustración 25: Diagrama Causa-Efecto (Ishikawa).	47
Ilustración 26: Ideas surgidas durante el Brainstorming	48
Ilustración 27: Agrupación de ideas relacionadas	49
Ilustración 28: Tabla para cálculo OEE JUNIO	52
Ilustración 29: Matriz de Polivalencia	57

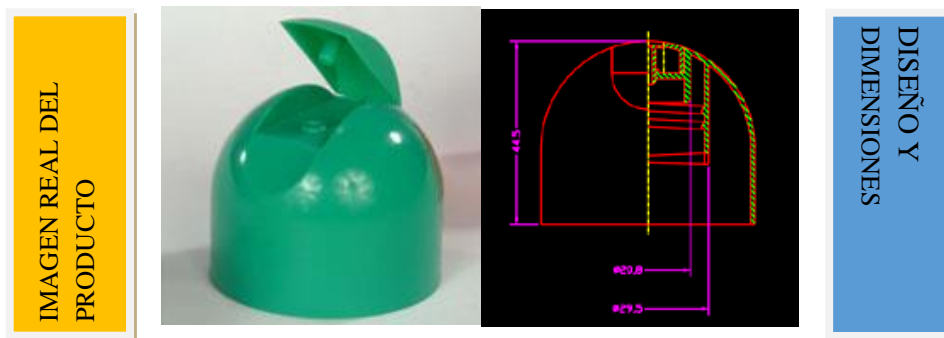
## DESCRIPCIÓN DE LOS PRODUCTOS DE LA EMPRESA

### TIPOS DE TAPON: COSMETICA, DROGUERIA, VARIOS.

#### **COSMÉTICA**

##### **BC 1000.**

Tapón bisagra cilíndrico con rosca. Modelo destinado a geles y champús. La bisagra puede ser intercambiable por lo que se pueden combinar colores para personalizar el producto.



##### **BC 500**

Tapón bisagra con rosca. Modelo destinado a geles, champús y colonias, así como todo tipo de aceite y lociones.

NO HAY IMAGEN

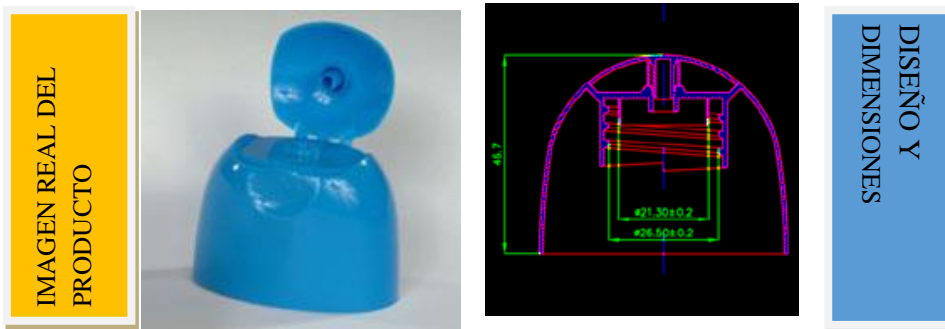
#### **TAPÓN INVOLABLE**

TAPEPLAST ha desarrollado y patentado un precinto para sus tapones que puede servir para cosmética, alimentación, farmacia, limpieza, etc., con posibilidad de Ø vertedor intercambiable. Con garantía de inviolabilidad para el usuario.



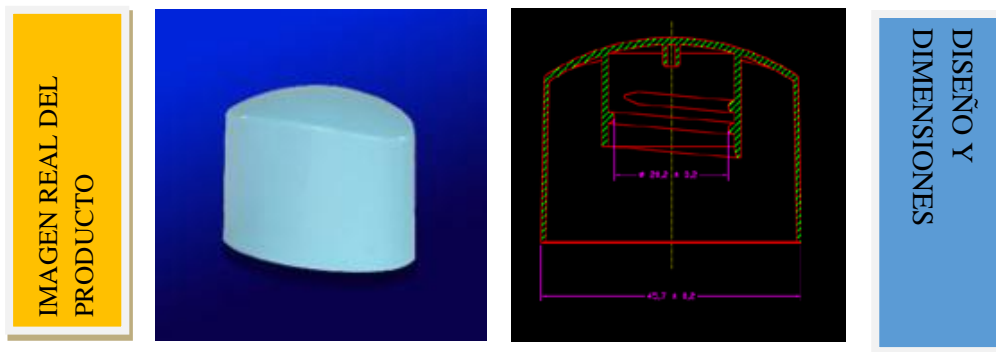
### TAPÓN OV-1000

Tapón oval bisagra con rosca. Destinado a geles de baño, leche corporal, colonias, etc...



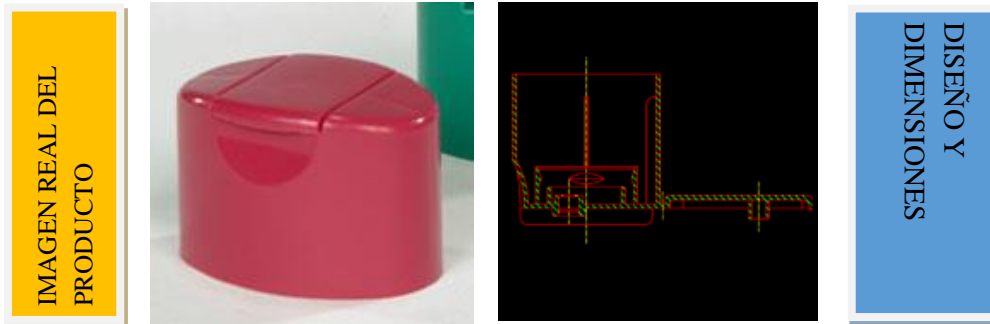
### OV-250

Tapón Ovalado con rosca. Obturador incorporado para dosificar. Destinado al mercado bronceador, leches corporales, colonias, gel de baño, etc...



### OV-750

Tapón oval bisagra a presión. Modelo destinado a geles de baño, leche corporal, colonia, etc... Se disponen de dos diámetros de gotero en 5 y 3 mm.



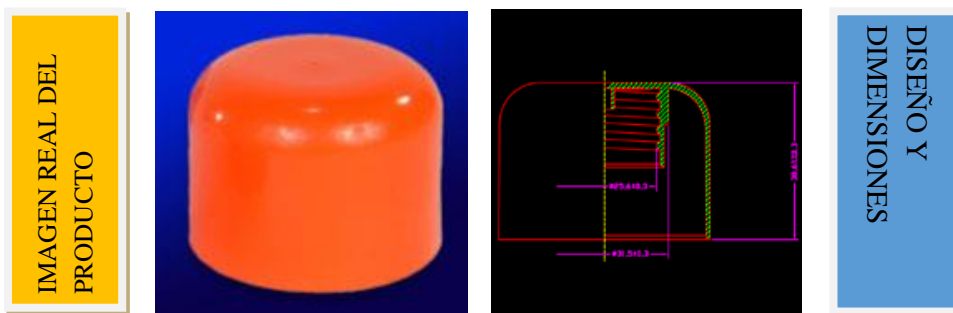
### TAPON PUSH PULL

Diseño innovador para un tapón que puede combinar colores en función del producto al que vaya destinado. Con dos tipos de roscas para adaptarse a la demanda del mercado, el Push-Pull cuenta con Ø agujero vertedor intercambiable.



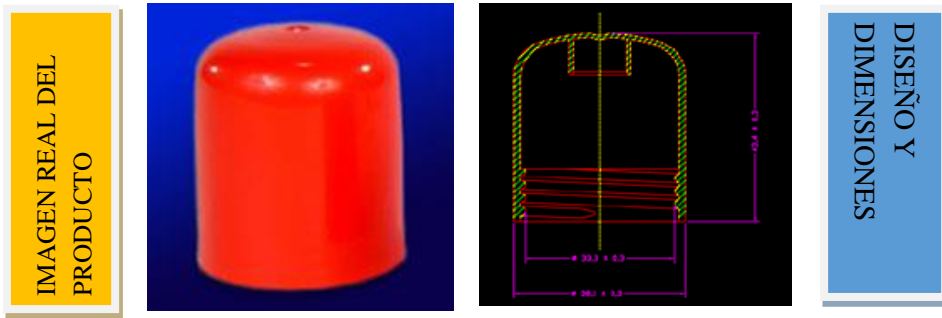
### TAPÓN RC 1000

Tapón de rosca con obturador incorporado para dosificar. Destinado a geles de baño, champús, colonias, etc...



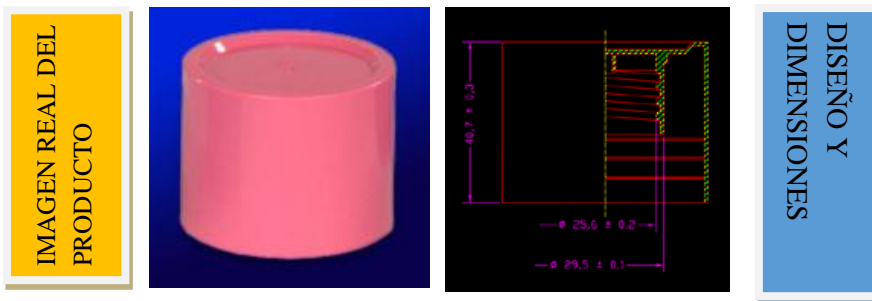
### TAPÓN ROLL-ON

Tapón con rosca. Destinado a Desodorantes.



### TAPÓN RV-1000

Tapón de rosca con obturador incorporado para dosificar. Destinado a geles de baño, champús y colonias, etc...



### TARRO Y TAPA 300ML

Tarro y tapa, destinado principalmente para crema de manos, mascarillas, productos capilares etc. Capacidad de 300 ml.

NO HAY IMAGEN

### TARRO DE CREMA

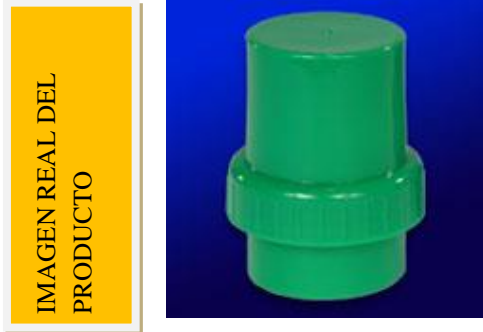
Tarro y tapa, destinado principalmente para crema de manos. Capacidad de 250 ml.



## **DROGUERÍA**

### **TAPÓN D-100**

Tapón Dosificador 100 ml. Con rosca. Utilización en Detergentes líquidos, suavizantes, etc...



### **TAPÓN D-100/C**

Tapón dosificador de 100 ml. con la extraordinaria aportación de una cánula vertedora



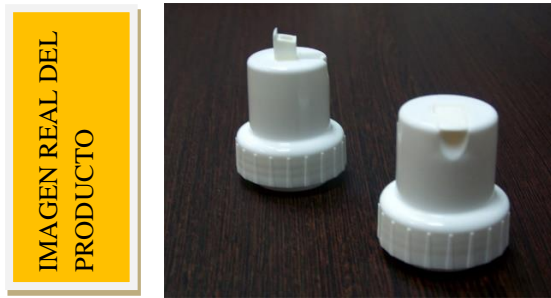
### **TAPÓN D-100/2**

Tapón dosificador 100 ml. con rosca. Utilización en detergentes líquidos, suavizantes, etc...



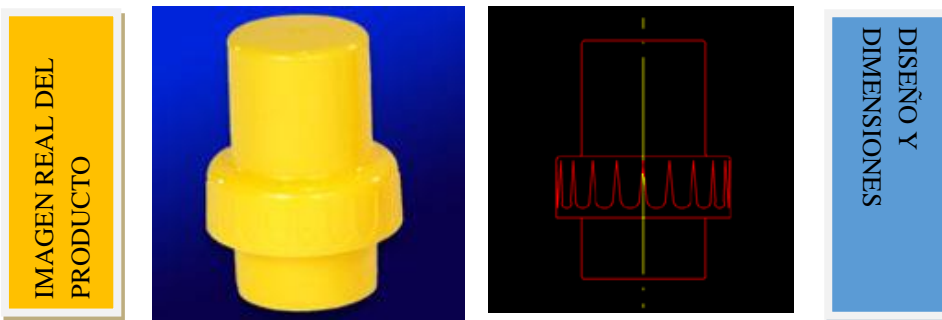
### **TAPON D20/C**

Tapón rosca con cánula vertedora destinado para los últimos productos de droguería y limpieza concentrados que se han lanzado al mercado



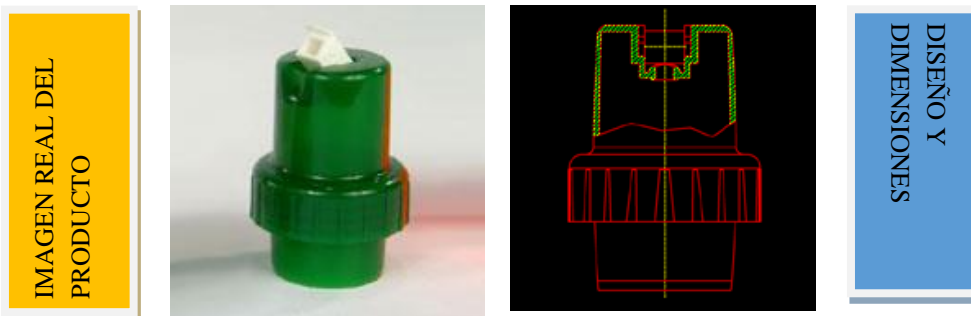
### TAPÓN D30

Tapón dosificador 30 ml. con rosca. Utilización en Detergentes líquidos, suavizantes, etc...



### TAPÓN D30/C

Tapón rosca con cánula vertedora. Utilizado en detergentes líquidos, suavizantes, etc...



### TAPÓN INVOLABLE D

Tapeplast ha desarrollado y patentado un precinto para sus tapones que puede servir para cosmética, alimentación, farmacia, limpieza, etc., con posibilidad de Ø vertedor. Con garantía de inviolabilidad para el usuario.





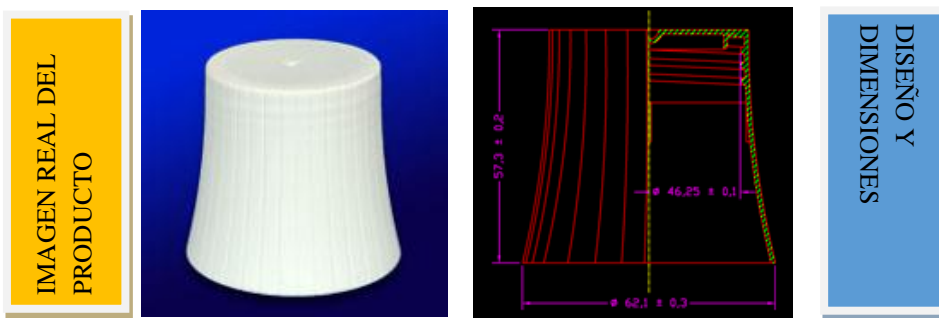
### TAPÓN PUSH-PULL

Diseño innovador para un tapón que puede combinar colores en función del producto al que vaya destinado. Con dos tipos de roscas para adaptarse a la demanda del mercado, el Push-Pull cuenta con  $\varnothing$  agujero vertedor intercambiable.



### TAPÓN SUAVIZANTE

Capuchón con rosca. Destinado a productos suavizantes en botellas de 4 litros.



### VARIOS

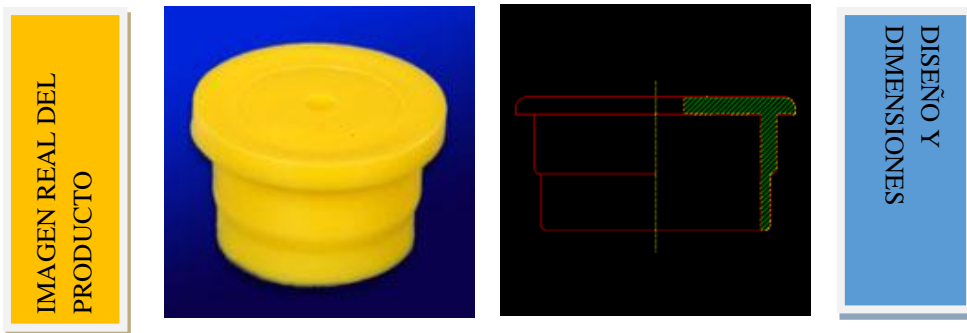
#### CLIP

Sujeta papeles. Con posibilidad de serigrafía para propaganda publicitaria.



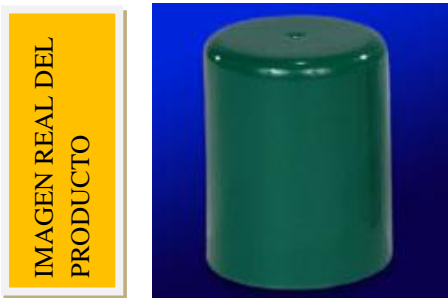
## OBTURADORES

Disponible en varias medidas.



## TAPA ECOLÓGICA

Tapa a presión para envase de plástico



## SPRAY PUSH Ø52

En su constante investigación, TAPEPLAST ha desarrollado la nueva tapa spray que pulveriza lateralmente sin inserto. Añadiendo un diseño original y moderno que distingue al producto que lo incorpora.

NO HAY IMAGEN

## TAPA SPRAY

Tapas a presión de distintos diámetros. Destinados para botes metálicos, con distintos productos, lacas, insecticidas, ambientadores, etc... Disponible en brillo y mate.

IMAGEN REAL DEL PRODUCTO



### TAPÓN CÁNULA CON TAPA

Tapón a presión, lleva incorporado tapón para su cierre después de su utilización. Tapón utilizado en pegamentos, aceites, tintes, etc...

IMAGEN REAL DEL PRODUCTO



### TAPÓN DIRECTO

Tapón con rosca. Disponible en dos tamaños distintos. Utilizable en distintos usos. Quitaesmaltes, etc...

IMAGEN REAL DEL PRODUCTO



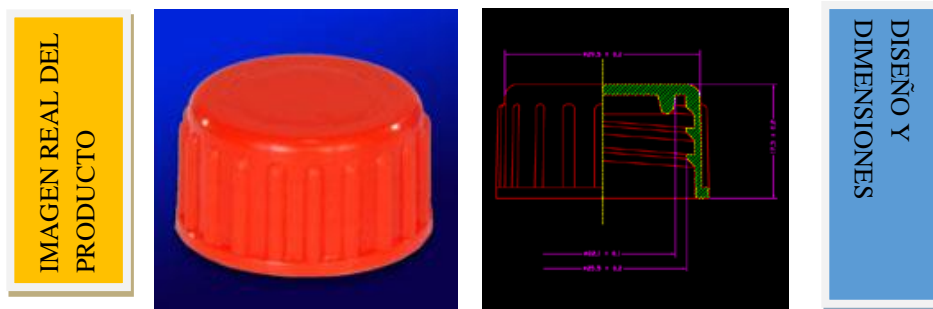
### TAPÓN PORTAPLANOS

Tapas de distinto diámetro. Para tubos de plástico, cartón, etc..



### TAPÓN RECAMBIO

Tapón RECAMBIO. Tapón con rosca, como recambio para pistolas pulverizadoras.



### TAPÓN RECAMBIO/2

Tapón con rosca. Utilizado en tarros de pintura, pastillas, grageas, fregasuelos, o como recambio para pistolas pulverizadoras, etc...



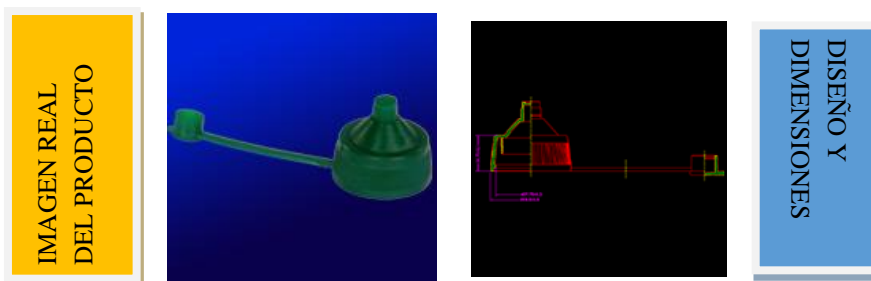
### TAPÓN TP-100

Tapón a presión, lleva incorporado tapón para su cierre después de su utilización. Tapón utilizado en productos alimenticios, salsas, chocolates, etc...



### **TAPÓN TP-200**

Tapón a presión, lleva incorporado tapón para su cierre después de su utilización. Tapón utilizado en productos alimenticios, salsas, chocolates, etc



## **10.- PLIEGO DE CONDICIONES**

### **OBJETO DEL PLIEGO DE CONDICIONES**

El presente Pliego General de Condiciones, tiene por finalidad regular la ejecución del proyecto, fijando las normas que han de cumplir para la correcta planificación y control de las acciones correctivas y preventivas propuestas para el aumento de eficiencia en las líneas de fabricación en Tapeplast y reducir los defectos de calidad aparecidos en las diferentes operaciones que componen el proceso productivo.

### **CONDICIONES GENERALES**

Para conseguir las mejoras de los procesos planteados en la memoria del presente trabajo, es condición necesaria que se lleven a cabo las condiciones descritas en el presente pliego de condiciones.

#### **Personal**

En este apartado, se recoge la influencia que pueden tener las acciones a implantar sobre el personal que opera en el área objeto de estudio.

## **Ergonomía**

Las modificaciones que se realicen sobre los distintos puestos de trabajo, deben ser objeto de una revisión posterior una vez implantadas. En ciertas ocasiones se puede conocer el resultado del estudio del nuevo puesto antes de aplicar las mejoras, ésta es la situación más recomendable ya que antes de realizar el desembolso económico se prevé la situación futura del puesto de trabajo.

En el presente estudio, se ha constatado que las nuevas tareas no suponen ni cargas físicas ni mentales considerables.

## **Formación**

Todas las personas, cuyas funciones en su puesto de trabajo varíen como consecuencia de las tareas que se proponen en el presente proyecto, deben tener una formación específica sobre éstas, que les permita comprender las características de sus nuevas atribuciones.

## **Legislación**

El objeto de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales en su articulado, es el de promover la Seguridad y Salud de los trabajadores, mediante la aplicación de medidas y el desarrollo de las actividades necesarias para la prevención de riesgos derivados del trabajo.

La Ley de Prevención, marca los principios fundamentales de la acción preventiva, para ello el empresario aplicará las medidas que integran el deber general de prevención, con arreglo a los siguientes principios generales:

Evitar los riesgos	Evaluar los riesgos que no se pueden evitar
Combatir los riesgos en su origen	Adaptar el trabajo a las personas
Planificar la prevención	Tener en cuenta la evolución de la técnica
Sustituir lo peligroso por lo que entrañe poco o ningún peligro	

Desde la perspectiva legal, la adecuación de los procedimientos para llevar a cabo una correcta evaluación de riesgo, viene indicada por el Reglamento de los Servicios de Prevención, en el que se indica que cuando la evaluación exija la realización de mediciones, análisis o ensayos y la normativa no indique o concrete el método que deben emplearse, deben de ser interpretados o precisados a la luz de otros criterios de carácter técnico, se podrán utilizar, si existen, los métodos o criterios recogidos en:

- Normas UNE

- Guías de Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT).
- Normas Internacionales.

Por tanto para poder llevar a cabo la evaluación de riesgos de aquellos puestos de trabajo, que están asociados a la fatiga mental se ha de recurrir a la siguiente legislación:

- Ley 31/1995, de 8 de Noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Ley 54/2003, de 12 de Diciembre, de reforma del marco normativo de la Prevención de Riesgos Laborales.
- Reglamento de los Servicios de Prevención.

### **Material**

Los materiales que se emplearán para los trabajos, objeto de éste proyecto, deberán respetar y cumplir las condiciones en cuanto a precio, nivel de servicio y calidad.

### **Almacenamiento**

El almacenamiento de los materiales se realizará conforme dicte la empresa proveedora en la documentación entregada, en consonancia con la normativa vigente. Así mismo es necesario un control, por parte del personal de la empresa, de los stocks de cada uno de los productos.

### **Las Máquinas**

Las condiciones de seguridad de la maquinaria, objeto de este proyecto, (ubicación, señalización...), estarán de acuerdo con las normas de Prevención de Riesgos Laborales.

### **Seguimiento del Sistema**

Los procesos serán sometidos a un periodo de prueba en el que se tendrá en cuenta las incidencias extraordinarias que puedan ocurrir.

En el caso de aparecer alguna incidencia, deberá ser indicado al encargado de implantar el proyecto, tras lo cual se hará el estudio pertinente y, si fuera necesario, las modificaciones correspondientes.

### **Cambios en la organización del trabajo**

Cualquier cambio en la forma de realizar las nuevas tareas puede tener incidencias negativas sobre el sistema de identificación. Estos posibles cambios deben ser objeto de un estudio aparte.

### **Eficiencia de los procesos**

Los cálculos de los nuevos tiempos se han realizado sobre la base de los datos existentes a la hora de realizar el proyecto. No se ha tenido en cuenta cualquier mejora en las tecnologías que pudieran variar en mayor o menor medida las condiciones futuras del nuevo proceso.

Es responsabilidad del departamento de producción controlar que cualquier modificación introducida en el sistema productivo, sea analizada y estudiada. Una vez determinado si afecta o no al proceso y en qué medida lo hace, se deberán realizar las consecuentes correcciones de los procedimientos afectados por la modificación.