



**EDUCACIÓN**  
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



**TECNOLÓGICO  
NACIONAL DE MÉXICO**

Instituto Tecnológico de Pabellón de Arteaga  
Departamento de Ciencias Económico Administrativas

## **PROYECTO DE TITULACIÓN:**

*INYECCIÓN DE PLÁSTICO*

## **PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

*INGENIERO EN GESTIÓN EMPRESARIAL*

## **PRESENTA:**

*JUAN DE JESUS MACIAS MEDINA*

## **ASESOR:**

*MTRO. FELIPE ESPINOZA AGUILAR*

18 de Junio del



## **CAPÍTULO 1: PRELIMINARES**

### **2. AGRADECIMIENTOS**

Le agradezco a Dios por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi carrera, por ser mi fortaleza en los momentos de debilidad y por brindarme una vida llena de aprendizajes, experiencias y sobre todo felicidad.

Le doy gracias a mis padres Guillermo Macías Negrete y Rebeca Medina Lucio por apoyarme en todo momento, por los valores que me han inculcado, y por haberme dado la oportunidad de tener una excelente educación en el transcurso de mi vida. Sobre todo, por ser un excelente ejemplo de vida a seguir. A mi hermano Christian Benjamín Macías Medina por ser parte importante de mi vida, por su apoyo y porque quiero ser un ejemplo positivo para él.

Gracias a mi esposa Yadira Michelle Cardona Cruz eres la mejor compañera de vida que Dios puso en mi camino, agradezco tu amor, tu paciencia, la vida que hemos compartido juntos, buenos y malos momentos, pero lo que más valoro es la comprensión y el apoyo que siempre me has dado gracias amor, tanto tu como mi hijo Pedro Saúl Macías Cardona son el motor de mi existencia las personas por las cuales lucho día a día los pilares de mi vida. Son parte importante para lograr esta meta, gracias por cada palabra de apoyo, gracias por cada momento en familia sacrificado para ser invertido en el desarrollo de esta carrera, gracias por entender que el éxito demanda algunos sacrificios y que el no compartir tiempo con ustedes, hacia parte de estos sacrificios.

Agradezco al Mtro. Felipe Espinoza Aguilar, asesor interno del Instituto Tecnológico de Pabellón de Arteaga, quien es una excelente persona y docente, ya que gracias a la disposición, paciencia y conocimiento que me brindó, para la elaboración de este proyecto de titulación, sin usted no hubiera sido posible este resultado.

Les agradezco la confianza, apoyo y dedicación de tiempo a todos mis profesores en especial al Mtro. Francisco Sánchez Mares.

Gracias al Ing. Miguel Ángel Machuca (Supervisor de Mantenimiento) y José Luis Salas (Líder de Mantenimiento) por darme la oportunidad de desarrollarme y adquirir nuevos conocimientos en el departamento de mantenimiento y después por darme la oportunidad de crecer profesionalmente en el área de producción, al igual agradezco al Ing. Sergio Maldonado Guzmán (Responsable de Planeación), Arcan Ergur (Gerente de planta), Kamil Olgun (Gerente de Producción) y Elfide Olgun (Gerente de Recursos Humanos) por creer en mí, y haberme brindado la oportunidad de desarrollar mis Residencias Profesionales en Teklas Automotive México y por todo el apoyo y facilidades que me fueron otorgadas en la empresa. Por darme la oportunidad de crecer profesionalmente y aprender cosas nuevas.

### **3. RESUMEN**

En el presente documento se muestran las actividades realizadas en el área de Inyección de Plástico de la empresa Teklas Automotive México. Teklas Automotive es una empresa de origen turco, del ramo automotriz dedicado a la fabricación de sistemas de conexión para motores, la cual está comprometida con la calidad y la competitividad. En Teklas Automotive se fabrican todo tipo de sistemas de conexión, que va desde los tubos para el sistema de enfriamiento, los conectores del sistema eléctrico, frenos, entre otras especialidades.

Los principales clientes son Volkswagen y Audi de Puebla, para los cuales se envía el 85% de sus productos, así mismo, sus próximos clientes serán General Motors y Daimler en distintos proyectos que ya tiene previstos. Este nuevo proyecto demandará el 40% de su producción, la cual será exportada a Estados Unidos y el resto será para sus clientes localizados en el país. Al ser una compañía de competencia global, Teklas se mantiene a la vanguardia tecnológica, es una empresa que invierte mucho en tecnología, está siguiendo las tendencias de la industria 4.0, incursionando en la automatización y robotización de las líneas de producción.

Entre sus procesos se encuentra la inyección de plástico y la inyección con agua, el cual es un procedimiento de la más alta tecnología; cuentan con procesos que son completamente automatizados y ensambles robotizados, en toda su labor tienen controles de calidad. Teklas lidera el futuro de la industria automotriz al llevar los productos y soluciones a un nivel más desarrollado en los centros de I + D de Teklas, con los ingenieros y expertos más competentes y profesionales en sus campos.

Con el aumento de las inversiones en I + D y los centros en constante crecimiento, Teklas implementa procesos de validación y validación de diseño para satisfacer las necesidades de sus clientes y ofrece la mejor calidad y las soluciones más convenientes a los clientes en menos de un tiempo. Más allá de los estándares internacionales en la producción de sistemas de circulación de fluidos con su enfoque innovador y respetuoso con el medio ambiente, Teklas crea soluciones completamente nuevas que son competitivas tanto en rendimiento como en precio en las nuevas tecnologías de producción con la ayuda de las tecnologías de moldeo por soplado 3D o WIT

## Índice

<b>CAPÍTULO 1: PRELIMINARES</b> .....	2
1. Portada .....	1
2. Agradecimientos .....	2
3. Resumen. ....	3
4. Índice.....	4
<b>CAPÍTULO 2: GENERALIDADES DEL PROYECTO</b> .....	6
5.- Introducción .....	6
6. Descripción de la empresa u organización y del puesto o área del trabajo del residente. ....	9

6.1 Historia de la empresa.....	9
6.2 Premios recibidos.....	14
6.3 Calidad humana.....	15
6.4 Misión.....	15
6.5 Visión.....	15
6.6 Valores.....	15
6.7 Objetivos estratégicos de la empresa.....	16
6.8 Área de trabajo.....	16
7. Problemas a resolver.....	20
7.1 Retraso en arranque de nuevo proyecto (inyección de plástico).....	20
7.2 Falta de refacciones en áreas nuevas.....	20
7.3 Alto Índice de rotación de personal.....	21
7.4 Análisis FODA cruzado.....	21
8. Objetivos (general y específico).....	24
8.1 Objetivo general.....	24
8.2 Objetivos específicos.....	24
9. Justificación.....	24
<b>CAPÍTULO 3: MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>25</b>
10. Marco Teórico.....	25
10.1 Antecedentes históricos de la administración.....	25
10.2 La administración antigua.....	26
10.3 La edad media.....	28
10.4 La revolución industrial.....	29
10.5 Precursores de la administración.....	33
10.6 Desarrollo, estado actual y evolución del moldeo por inyección.....	44
10.7 Máquinas de husillo.....	44
10.8 El ciclo de inyección.....	45
10.9 Características básicas de la máquina de inyección.....	46
11. Variables que intervienen en el proceso.....	48
11.1 Componentes de la máquina de inyección.....	50
11.2 Moldes de inyección.....	51
11.3 Plásticos.....	53
11.4 Manufactura esbelta.....	61
11.5 Los 7 desperdicios.....	65
11.6 Las 5'S.....	67
11.7 Sistema de producción justo a tiempo (JUST IN TIME-JIT).....	73
11.8 Sistema KAIZEN.....	75
11.9 Distribución de planta.....	76

<b>CAPÍTULO 4: DESARROLLO</b> .....	79
12. Procedimiento y descripción de las actividades realizadas. ....	79
12.1 Realización de lay-out en área, ubicación e instalación de maquinaria .....	79
12.2 Selección y capacitación de personal operativo.....	83
12.3 Montaje e instalación de moldes. ....	85
12.4 Comienzo de pruebas y pilotajes de los tubos de plástico. ....	92
12.5 Elaboración de hojas de operación estándar. ....	98
12.6 Implementación de registros y seguimiento al cumplimiento de la <i>productividad</i> .....	102
12.7 Inicio de producción de forma normal con base en el plan de trabajo que <i>asigne el área de planeación.</i> .....	104
12.8 Cronograma de actividades.....	113
<b>CAPÍTULO 5: RESULTADOS</b> .....	114
13. Resultados .....	114
<b>CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES</b> .....	124
14. Conclusiones del Proyecto.....	124
<b>CAPÍTULO 7: COMPETENCIAS DESARROLLADAS</b> .....	127
15. Competencias desarrolladas y/o aplicadas. ....	127
<b>CAPÍTULO 8: FUENTES DE INFORMACIÓN</b> .....	127
16. Fuentes de información .....	127
<b>CAPÍTULO 9: ANEXOS</b> .....	129
17. Anexos.....	129

## **CAPÍTULO 2: GENERALIDADES DEL PROYECTO**

### **5. INTRODUCCIÓN**

En ingeniería, el moldeo por inyección es un proceso semicontinuo que consiste en inyectar un polímero, un cerámico o un metal en estado fundido (o ahulado) en un molde cerrado a presión y frío, a través de un orificio pequeño llamado compuerta. En ese molde el material se solidifica, comenzando a cristalizar en polímeros semicristalinos. La pieza o parte final se obtiene al abrir el molde y al sacar de la cavidad la pieza moldeada. El moldeo por inyección es una técnica muy popular para la fabricación de artículos muy diferentes.

Sólo en los Estados Unidos, la industria del plástico ha crecido a una tasa de 12 % anual durante los últimos 25 años, el principal proceso de transformación de plástico es el moldeo por inyección, seguido de la extrusión. Un ejemplo de productos fabricados por esta técnica desde los años 50 son los famosos bloques incontestables LEGO y juguetes Playmobil, así como una gran cantidad de componentes de automóviles, componentes para aviones y naves espaciales.

Los polímeros han logrado sustituir otros materiales como son madera, metales, fibras naturales, cerámicas y hasta piedras preciosas; el moldeo por inyección es un proceso comparado con la fabricación de papel, la tala de árboles o cromados. Ya que no contamina el ambiente de forma directa, no emite gases ni desechos acuosos, con bajos niveles de ruido. Sin embargo, no todos los plásticos pueden ser reciclados y algunos susceptibles de ser reciclados son depositados en el ambiente, causando daños al medio ambiente.

La popularidad de este método se explica con la versatilidad de piezas que pueden fabricarse, la rapidez de fabricación, el diseño escalable desde procesos de prototipos rápidos, altos niveles de producción y bajos costos, alta o baja automatización según el costo de la pieza, geometrías muy complicadas que serían imposibles por otras técnicas, las piezas moldeadas requieren muy poco o nulo acabado pues son terminadas con la rugosidad de superficie deseada, color y transparencia u opacidad, buena tolerancia dimensional de piezas moldeadas con o sin insertos y con diferentes colores.

El plástico se ha convertido en uno de los materiales indispensables en la vida moderna del hombre, gracias a su capacidad de ser manipulado para adoptar prácticamente cualquier forma, convirtiéndose así en uno de los inventos más revolucionarios de la historia. El proceso de moldeo por inyección es la técnica más popular para fabricar piezas de plástico. Esto se debe a la enorme variedad de formas en las que se puede moldear este material, aun cuando sean complejas, además de que es un proceso rápido y eficiente. Una de las ventajas más importantes es que las piezas moldeadas requieren muy poco trabajo de acabado, pues este proceso permite fabricar una infinidad de artículos de una sola pieza, con texturas, colores y otras variables definidas directamente desde la inyección en el molde.

El principio es muy sencillo: En una máquina se funde material plástico, el cual se inyecta en un molde que le da la forma deseada. Esto parece sencillo, pero es un proceso que requiere una perfecta sincronización de tiempos y movimientos. Los moldes cuentan con dos partes que al ser unidas forman una cavidad. Durante el proceso, potentes resistencias funden el plástico que posteriormente es inyectado en este espacio dentro del molde, creando una pieza que se solidifica y es expulsada de forma automática. La precisión con la cual trabajan estos equipos, los cuales cuentan con una gran cantidad de piezas que se desempeñan como una orquesta, es fundamental para obtener la calidad y rendimiento adecuados, ya que todas las piezas de la producción deben ser iguales.

Las máquinas para moldear plástico se han visto fuertemente influidas por los cambios tecnológicos, buscando que las piezas moldeadas tengan un menor costo de producción, lo cual requirió aumentar la velocidad de inyección a la temperatura correcta, en un ciclo corto y preciso. Hace apenas 150 años, no se conocía esta tecnología de inyección de plástico. En 1872, John Wesley Hyatt registró la primera patente de una máquina que producía piezas de plástico a partir de un molde de forma rudimentaria. En 1928 la compañía alemana Cello-Werk, desarrolló la primera máquina de inyección moderna. Tan sólo dos años después, en 1930, la compañía Mentmore Manufacturing llevó a cabo la primera producción masiva de una pluma fuente en Inglaterra.

Utilizó una máquina de inyección que funcionaba muy diferente a las máquinas de última generación que conocemos hoy: trabajaba con aire comprimido, el cierre y apertura del molde, así como la extracción de la pieza eran manuales, no tenía controles ni procesos automáticos y carecían de sistemas de seguridad.

- Unidad de alimentación: El proceso inicia en una tolva que se llena con gránulos de plástico a través de un dosificador. Esta es la materia prima de cualquier producto, la cual es alimentada dentro del barril que conduce el polímero a través de la unidad de inyección.
- Unidad hidráulica: Para que el material fundido avance a través del barril de la unidad inyectora, el husillo es impulsado por un sistema hidráulico habilitado por un motor eléctrico, que provoca un movimiento axial del barril y sus aspas en un flujo sin fin.
- Unidad de inyección: El polímero es fundido con el calor generado por diversas bandas de resistencias que están colocadas alrededor del barril. El fluido es inyectado dentro del molde a través de la boquilla, ejerciendo la presión suficiente para que se llene y se solidifique dentro del molde.
- Unidad de moldeo: Consiste en una prensa hidráulica o mecánica integrada por dos placas porta moldes, las cuales provocan la unión hermética de ambas partes del molde para formar la cavidad de la pieza y resisten la fuerte presión que se aplica cuando el polímero es inyectado en el molde. Una de las dos partes del molde se mantiene fija, que es la que está pegada a la unidad de inyección del polímero, mientras la otra que se mantiene en movimiento durante el ciclo de moldeo y es conocida como la parte extractora o de cierre. Esta misma unidad se abre nuevamente cuando la pieza inyectada se solidifica, al ser enfriada con la ayuda de un fluido refrigerante y finalmente ser expulsada por los pernos botadores del lado extractor, para iniciar nuevamente el ciclo, el cual se lleva a cabo de forma continua.
- Molde: El molde es la parte más importante de la máquina de inyección, pues es donde la pieza de plástico tomará su forma y acabado. Es una pieza intercambiable que se atornilla en la prensa a través de un porta molde. Consta de dos partes iguales que se unen herméticamente. Cada una de las partes tiene una cavidad que se llenará con el fluido del polímero caliente, para tomar la forma y replicar la pieza correspondiente. El material es presionado por la unidad inyectora para llenar la cavidad del molde al 100% antes de enfriarse.

Las partes del molde son:

- Canales: Son los conductos por donde pasa el polímero fundido hacia la cavidad debido a la presión aplicada por la unidad de inyección.
- Cavidad: Es el espacio donde el polímero inyectado toma la forma de la pieza.
- Respiradores: Son conductos por los cuales sale al aire de la cavidad, conforme entra el fluido de plástico fundido.
- Sistema de enfriamiento: Son los conductos por donde circula el refrigerante para regular la temperatura del molde. El enfriamiento es un factor crucial, pues de esto depende que la pieza no tenga deformaciones o que la superficie final sea la esperada. Pernos botadores: Al abrir el molde, estos pernos ubicados en expulsan la pieza moldeada fuera de la cavidad.

A finales de la década del 90, el Institut für Kunststoffverarbeitung (IKV) de la Universidad Técnica de Aachen, Alemania, retomó y desarrolló una “vieja idea” con sus investigaciones sobre la técnica de inyección con agua. El objetivo del proyecto era reducir los tiempos de enfriamiento en la fabricación de cuerpos huecos alargados, como por ejemplo empuñaduras y conductos del compartimento motor, o de piezas (planas) con zonas de pared gruesa. Para ello, la cavidad de la pieza ya no iba a conformarse mediante inyección de gas, sino de agua. De esta forma, se intentaba evitar que durante el proceso de desplazamiento de la masa fundida se evaporara el medio utilizado.

El planteamiento base era que el agua no sólo constituye un medio refrigerante excelente, sino un medio mucho más barato, reutilizable y de aplicación universal. Además de reducir los tiempos de enfriamiento y los costos, con respecto al nitrógeno utilizado en la inyección de gas, el empleo de agua permite también reducir el grosor de pared residual. El ahorro de material es, por tanto, considerable: en productos de gran volumen puede llegar a ser del 65 por ciento, un porcentaje nada desdeñable, si tenemos en cuenta que los costes de materia prima constituyen hasta el 50 por ciento del costo total de la pieza.

El principio básico de funcionamiento de la inyección con agua es la generación de un caudal de agua suficientemente grande y de un frente de flujo que desplace a la masa fundida. Este caudal es imprescindible para poder aprovechar todas las ventajas que ofrece un medio líquido, por lo que la pieza clave de esta nueva tecnología es el inyector de agua. Se utilizan una o más bombas para inyectar el agua a temperaturas entre 10°C - 80°C y presiones de hasta 350 bares, dentro del polímero pre-inyectado en la cavidad.

Las numerosas pruebas y ensayos llevados a cabo por el instituto de Aachen pusieron de manifiesto que el mejor sistema para la fabricación en serie es un inyector accionado hidráulicamente. Un inyector de este tipo accionado externamente proporciona un elevado nivel de seguridad de proceso y, además, permite la recuperación automática del agua inyectada durante el ciclo de inyección, es decir, cuando la pieza todavía se encuentra en el molde cerrado. Por norma general, el agua inyectada no debe permanecer dentro de la pieza, por lo que es imprescindible que la técnica de inyección elegida para la fabricación en serie posibilite su recuperación automática.

El agua puede permanecer en un principio en la pieza y después eliminarse. Para ello, la pieza se sella con lo que se llama una post-inyección, que se ocupa al mismo tiempo de la presión de mantenimiento. De este modo, en el sobre-inyección de piezas puede utilizarse el agua prácticamente como si fuera un núcleo incompresible. La eliminación del agua de la pieza en el molde puede llevarse a cabo mediante aire comprimido o mediante una evaporación (parcial) tras el alivio de presión.

El agua recuperada puede filtrarse y, si conviene, introducirse de nuevo en el circuito. El proceso de inyección asistido por agua presenta distintos métodos en el proceso. Las principales diferencias se muestran en el proceso de control.

A continuación, se muestran los 4 métodos principales del proceso WIT (water injection technology). Cada una de estas tecnologías presenta alguna ventaja respecto a la otra. Por ejemplo, una de las principales limitaciones de la tecnología de inyectada corta es la marca superficial en el punto de cambio. Este defecto desaparece cuando se emplea la tecnología de inyección completa con cavidad secundaria.

Como principales ventajas de la inyección con agua destacan los tiempos de enfriamiento más cortos y la posibilidad de trabajar con piezas de mayores dimensiones y espesores de pared menores. Además, el coste comparativamente inferior que supone la utilización de agua como medio de proceso es una gran ventaja para la empresa. Sin embargo, no todo son ventajas, es necesario adoptar una gran cantidad de medidas para eliminar los efectos secundarios que puede tener la utilización de agua, tales como la corrosión de máquinas y moldes.

Por otro lado, en comparación con la técnica de inyección de gas, que lleva años utilizándose, el diseño del inyector y la configuración del molde son más complicados. La eliminación posterior del agua residual, sobre todo si las piezas son muy curvadas, puede alargar los tiempos de ciclo, por lo que el tiempo ganado por un período de enfriamiento más rápido puede perderse en parte aquí.

## **6. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA U ORGANIZACIÓN Y DEL PUESTO O ÁREA DEL TRABAJO DEL ESTUDIANTE**

### **6.1. Historia de la Empresa**

Teklas Automotive es una empresa de origen turco, del ramo automotriz, dedicado a la fabricación de sistemas de conexión para motores, la cual está comprometida con la calidad y la competitividad.

La empresa privada y familiar fue fundada en Turquía en 1971, se ubica en el Parque Industrial San Francisco IV, es la primera en instalarse en México y en el continente americano. Su objetivo es incursionar en el mercado americano para seguir creciendo.

La empresa inició su construcción a mediados de 2016, con una inversión de 82.5 millones de pesos, el primer año fue dedicado a la construcción de la nave industrial y los facilites, los cuales quedaron listos en diciembre de 2017. Actualmente la compañía cuenta con 125 empleados.

Esta empresa tiene prevista una expansión en los próximos cuatro años, lo que llevará a Teklas a ocupar 50 mil metros cuadrados, actualmente la dimensión de sus instalaciones es de 10,800 metros cuadrados.

En Teklas Automotive se fabrican todo tipo de sistemas de conexión, que va desde los tubos para el sistema de enfriamiento, los conectores del sistema eléctrico, frenos, entre otras especialidades. En su primer proyecto tiene previsto producir un millón de piezas en este año, aunque en la planta ubicada en Turquía producen 120 millones.

Los principales clientes son Volkswagen y Audi de Puebla, para el cual envían el 85% de sus productos, así mismo, sus próximos clientes serán General Motors y Daimler en distintos proyectos que ya tiene previstos. Este nuevo proyecto demandará el 40% de su producción, la cual será exportada a Estados Unidos y el resto será para sus clientes localizados en el país.

Al ser una compañía de competencia global, Teklas se mantiene a la vanguardia tecnológica, se invierte mucho en tecnología, se siguen las tendencias de la industria 4.0, incursionando en la automatización y robotización de la línea de producción.

Entre sus procesos se encuentra la inyección de plástico y la inyección con agua, el cual es un procedimiento de la más alta tecnología; cuentan con procesos que son completamente automatizados y ensambles robotizados, en toda su labor tienen controles de calidad.

La primera fase para Teklas en México fue concretar su instalación y su producción, ahora el siguiente paso, es localizar proveedores en el país, que actualmente contemplan el 10% de sus insumos, la intención es que este porcentaje se incremente hasta el 50%, principalmente para sus componentes en plástico y metal, para esto hace falta validaciones técnicas, pruebas de calidad y pruebas de planta.

El 90% de los insumos de la compañía turca provienen de Europa, ya que ellos mismos deben probar y garantizar la calidad de procesos y productos de sus proveedores alrededor del mundo, "Europa, China, México siempre brindan la más alta tecnología y la mejor calidad", complementó.

La principal ventaja competitiva del estado es su localización, ya que los sitúa cerca de sus clientes actuales y potenciales clientes como Volkswagen, Audi, GM, Daimler. Además de que tienen varios y buenos parques para empresas como Teklas.

Otra de las razones que motivó al corporativo turco a residir en Aguascalientes fue su joven población, el cual provee recién graduados listos para trabajar, quienes han demostrado tener pasión por la industria automotriz. Un tercer motivo que incentivó a la compañía a instalarse en el Estado es que es una zona en la cual no hay riesgo de sismos.

Teklas brinda competencia a la Zona del Bajío, debido a que la empresa entró a competir en el mercado americano con tecnología y procesos de alta calidad, lo cual aumenta la competencia en el mercado.

Teklas abrió sus plantas Gebze en 1971, Bartin en 2004, Bulgaria en 2006, China en 2012, Serbia en 2015 y México en 2016. Teklas tiene tres plantas de fabricación en Gebze y una en Bartin. Sus oficinas ejecutivas están en Estambul. Teklas tiene oficinas de ventas en Alemania y Francia.

Sus estrategias priorizadas son ofrecer productos innovadores a los clientes, competir en el mercado global, crecer rentablemente, diseñar cada producto con un enfoque de calidad incondicional, sacar fuerza de los talentos creativos, agregar valor a la sociedad con conciencia de responsabilidad social y por último sobre todo para enriquecer nuestro entorno.

Teklas es uno de los proveedores líderes de los fabricantes de automóviles más destacados, con 9 plantas en 5 países diferentes.

Teklas exporta el 90% de su producción y desarrolla sistemas con un alto valor agregado y un enfoque innovador para 35 países diferentes, mientras tanto Teklas transfiere tecnología.

Teklas lidera el futuro de la industria automotriz al llevar los productos y soluciones a un nivel más desarrollado en los centros de I + D de Teklas, con los ingenieros y expertos más competentes y profesionales en sus campos.

Con el aumento de las inversiones en I + D y los centros en constante crecimiento, Teklas implementa procesos de validación y validación de diseño para satisfacer las necesidades de sus clientes y ofrece la mejor calidad y las soluciones más convenientes a los clientes en menos tiempo. Más allá de los estándares internacionales en la producción de sistemas de circulación de fluidos con su enfoque innovador y respetuoso con el medio ambiente, Teklas crea soluciones completamente nuevas que son competitivas tanto en rendimiento como en precio en las nuevas tecnologías de producción con la ayuda de las tecnologías de moldeo por soplado 3D o WIT.

#### **(Ver Anexo 1: Líneas de calefacción-refrigeración)**

Liderando el flujo del sector, Mangueras de goma, Tubos y ensamblajes de metal, Tubos y conjuntos WIT, Termo formado de tubos y conjuntos.

Al ser uno de los mayores fabricantes de conectores de Europa, Teklas otorga gran importancia al desarrollo constante de estructuras de mangueras innovadoras para seguir las nuevas tecnologías automotrices emergentes y adaptarse a las regulaciones cambiantes. Teklas se ha adelantado a la tecnología en constante evolución en las construcciones de producción para OEM, así como a las soluciones de caucho, metal y la tecnología de inyección de agua (WIT) para reducir el peso de los vehículos y aumentar la tasa de reciclaje. Además, Teklas es uno de los mayores fabricantes de conectores rápidos de Europa. Debido a su capacidad, Teklas puede ser muy flexible en cuanto al diseño y la programación del proyecto.

#### **(Ver Anexo 2: Líneas de refrigeración-calefacción)**

Producido a partir de materiales de menor permeabilidad, Líneas AC, Líneas de succión, Líneas de gas caliente, Líneas de líquido.

Más de 45 años de experiencia en la producción de compuestos de caucho y mangueras de alta presión aseguran su desarrollo de mangueras de aire acondicionado con valores de permeabilidad considerablemente bajos (<0,3 g / m \* día). Teklas desarrolla mangueras de goma y tubos metálicos resistentes a fluidos y refrigerantes.

**(Ver Anexo 3: Líneas AC)**

Conjuntos de mangueras de freno con garantía de por vida, Mangueras y conjuntos de frenos de alta presión, Líneas de refuerzo de freno.

Teklas es el único proveedor de sistemas de latiguillos de freno de origen turco aprobado por OEM. Más de 30 años de experiencia en el sector de las mangueras de freno de alta presión hacen posible que Teklas produzca productos sostenibles y de alta calidad. Las construcciones de mangueras de Teklas están acreditadas por una variedad de estándares, incluidos FMVSS 106 y CCC, y por varios países, incluidos India y Corea del Sur. De esta forma, Teklas puede entregar sus mangueras de freno en todo el mundo. El enfoque orientado al cliente junto con su flexibilidad hace posible su capacidad de desarrollar construcciones de mangueras resistentes a la fatiga más asequibles a temperaturas más altas con baja expansión volumétrica posible.

**(Ver Anexo 4: Líneas de motores eléctricos e híbridos)**

Combinación perfecta de innovación y ambientalismo, Líneas de enfriamiento de la batería, Líneas de enfriamiento de transmisión, Líneas de enfriamiento de pilas de combustible, Tuberías de refrigerante / calentador del motor.

Teklas ofrece soluciones a la creciente demanda de sistemas de fluidos de los vehículos eléctricos que aumentan en número cada día. Teklas desarrolla sistemas de enfriamiento para una variedad de temperaturas para respaldar la gestión térmica de motores eléctricos e híbridos. Además, sirve en una gama que va desde la refrigeración de baterías hasta los sistemas de refrigeración del aceite de transmisión, cuyos parámetros de diseño clave son el bajo peso y la compleja gestión térmica.

**(Ver Anexo 5: Sistemas de líneas de aire)**

Líneas de motores eléctricos e híbridos, Sistemas de líneas de aire más confiable de la industria, Conducto de aire sucio, Conducto de aire limpio, Conducto de aire de carga / lado caliente, Conducto de aire de carga / lado frío.

Las soluciones de moldeo por soplado de Teklas cubren todos los sistemas de aire turbo entre 80 ° C y 230 ° C. Debido a su capacidad actual de desarrollo de materiales de metal, caucho y termoplásticos, Teklas puede proporcionar a sus clientes un rendimiento acústico y dinámico óptimo de durabilidad. Teklas desarrolla y fabrica todas las fórmulas de caucho dentro del Centro de I + D de la empresa. Con sus diseños de mangueras de varias capas, puede garantizar la resistencia a altas presiones. Además, sus tecnologías de soldadura propias

permiten obtener resultados bastante satisfactorios con muy baja permeabilidad en piezas termoplásticas. Teklas es uno de los proveedores más creíbles de sistemas de aire turbo.

**(Ver Anexo 6:** Sistemas de líneas de aire para la automatización de almacenes)

Sistemas automatizados de almacenamiento y recuperación.

Los sistemas automatizados de almacenamiento y recuperación (ASRS) permiten que las operaciones del almacén sean eficientes y productivas al tiempo que reducen los costos operativos. Las soluciones de almacenamiento automatizado pueden ser el método más eficaz para almacenar en búfer, secuenciar y almacenar el inventario en nuestras operaciones.

Soluciones de intralogística, Soluciones de rack y almacenamiento: Unidad de carga AS / RS (simple y doble profundidad), Mini carga, Carrusel vertical AS / RS.

Productos para soluciones de envío: AGV y RGV, Transportadores, Quiosco.

Soluciones de software: Con la solución WMS CORE de Inteligencia Artificial (AI), el sistema almacena y analiza periódicamente todos los movimientos de los artículos. El sistema optimiza de forma autónoma la ubicación de almacenamiento para tener en cuenta la frecuencia de uso. Esto reduce el tiempo de picking y reduce la cantidad de trabajo requerido dentro del almacén.

Sistemas de almacenamiento, Otras líneas, Tuberías de combustible de baja presión, Líneas de vacío, Líneas de drenaje, Revestimiento del enfriador de aceite.

## **6.2. Premios recibidos**

1992 General Motors Supplier of the Year

1993 General Motors Supplier of the Year, Excellence in Quality, Service, Price

1999 General Motors Supplier of the Year

2000 General Motors Supplier of the Year

2004 Volkswagen Best 100 Supplier

2006 Taysad Patent Application Award 3rd Place

2009 Volkswagen Best 100 Supplier

2010 Volkswagen Best 100 Supplier

2011 Audi Top50 Quality Award

2012 TUBITAK Technology Award

2012 Toyota Supplier Recognition Award Water Hoses

2012 Ford Supplier of the Year Silver Award

2012 SPE Automotive Grand Innovation Award Drainpipe

2014 Turkish Exporters Assembly Innovation Results Leader, 1st Palace

2014 TAYSAD Utility Model Award, 3rd Place

2016 Volvo Quality Excellence Award

2016 Turkish Exporters Assembly Component Design Contest

2016 Ministry of Science Industry and Technology Best R&D Centre

2018 Volkswagen Global Performance Champion

2019 General Motors Supplier Quality Award

### **6.3. Calidad humana**

Potenciamos el compromiso de nuestros empleados actuando con el principio de cada empleado es un valor diferente. Escuchamos al empleado, respondemos rápidamente a las necesidades con nuestro enfoque orientado a la solución.

Teklas reconoce su responsabilidad de crear un mundo mejor. Desde esta perspectiva, los agentes de Teklas FLOWing tienen como objetivo crear actividades voluntarias para los grupos desfavorecidos (personas, animales, medio ambiente) de la sociedad.

Los agentes de Teklas FLOWing siguen el camino de los Objetivos de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas que se publican en 2015.

Flow to Future habla con nuestros talentos actuales y potenciales para iluminar nuestros objetivos de 2023 que nos convertirán en un jugador global. En este viaje, llamamos a los talentos líderes que son coherentes con las competencias de Teklas y llevan a la familia Teklas al futuro como: ¡FLUJO AL FUTURO!

### **6.4. Misión:**

Asegurar un crecimiento sostenible en el mercado global gracias a los productos de alta calidad desarrollados por nuestra fuerza laboral innovadora y una gestión orientada al cliente.

### **6.5. Visión:**

Convertirnos en el líder mundial en sistemas de circulación de fluidos utilizados en líneas de calefacción y refrigeración en la industria automotriz mundial.

## **6.6. Valores**

1. Integridad y Honradez: para hacer lo correcto, por las razones correctas y del modo correcto.
2. Respeto y Responsabilidad: como distintivo en el cuidado de los recursos del medio ambiente, nuestro capital humano y los materiales.
3. Trabajo en Equipo: para superar las adversidades y alcanzar los objetivos que nos proponemos.
4. Innovación y Desarrollo: como fórmula de éxito para el crecimiento y la sustentabilidad de la empresa.

## **6.7. Objetivos Estratégicos de la empresa**

- a) Aseguramiento de la trascendencia de la empresa y la continuidad de la cultura que inspiraron los valores fundacionales.
- b) Consolidación de la cultura institucional y la gestión corporativa de la empresa.
- c) Aseguramiento del crecimiento y la participación de la empresa en los mercados relevantes, así como el posicionamiento de la marca.
- d) Consolidación de una cultura de calidad de producto y responsabilidad en el servicio.
- e) Aseguramiento de la innovación de procesos de producción y el constante desarrollo de productos ganadores.
- f) Rentabilización de inversiones y generación de recursos para el crecimiento sostenido.
- g) Aseguramiento de una cultura de planeación, control y desarrollo sostenido.

## **6.8. Área de Trabajo**

Actualmente me encuentro como responsable del área de producción de plásticos (inyección de plástico y conectores rápidos), por tal motivo tengo la responsabilidad y la facultad de realizar el arranque de este nuevo proyecto, este proyecto consta de dos máquinas de inyección de plástico y 5 celdas robóticas en las cuales se producirán 3 modelos diferentes de tubos de plástico, dichos tubos forman parte de un nuevo proyecto entre la empresa TEKLAS AUTOMOTIVE MEXICO y el cliente Volkswagen Silao, Volkswagen Puebla y AUDI Puebla.

El área de producción, también llamada área o departamento de operaciones, manufactura o de ingeniería, es el área o departamento de un negocio que

tiene como función principal la transformación de insumos o recursos (energía, materia prima, mano de obra, capital, información) en productos finales (bienes o servicios).

El departamento de producción en una empresa es el encargado de la creación o manufactura de los bienes o servicios finales, por lo que su función es imprescindible para que el producto llegue en condiciones óptimas al consumidor.

Por ello ha de tener en cuenta diversos frentes, como la planificación de la producción, la minimización de los costes productivos, el aseguramiento de una calidad óptima o el diseño de producto y de los procesos, entre otros elementos.

Dependiendo del tipo de empresa y de sus productos, el departamento de producción u operaciones puede variar. Sin embargo, aunque cambien las funciones, los objetivos siempre son los mismos.

Funciones:

- Identificar los insumos necesarios en el proceso productivo:

El departamento de producción es responsable de determinar la cantidad de insumos necesarios para la lograr el objetivo de producción.

Para ello puede colaborar con otros departamentos, como el de compras, para que nunca falten los materiales que se necesitan en cada etapa de producción.

- Planificar la producción

Una vez están los insumos preparados, el departamento ha de planificar todas las tareas y procesos necesarios para lograr llegar al objetivo de producto en el tiempo establecido.

Para lograr esto ha de realizar tareas como la asignación de tareas a los trabajadores, su sistema de incentivos o la capacidad de los inventarios, en caso de haberlos.

- Minimizar los costes de producción

Otra importante función dentro de esta área es encontrar formas efectivas de reducir el coste unitario de producción, con el fin de maximizar los beneficios de la organización.

En caso de existir maquinaria, una de las maneras más simples de lograr este objetivo es mantenerla en buen estado para no tener que incurrir en gastos de reparación.

Otras formas podrían ser revisar todo el proceso productivo, con el fin de buscar alternativas más eficientes en alguna de las etapas.

- Innovar y mejorar

Al ser quien supervisa cada etapa del proceso de producción, es muy posible que este departamento detecte procesos mejorables. También podrían pensarse innovaciones que minimicen los tiempos y, con ello, los costes.

Si esto ocurre, el departamento de producción ha de trabajar con las áreas de diseño, de técnica y de compras para implementar estas mejoras lo antes posible.

- Asegurar la calidad del producto

Un departamento de producción es responsable de que los productos terminados lleguen al consumidor con los estándares mínimos de calidad.

Para ello, esta área ha de estar continuamente buscando errores y fallos en las distintas fases de producción del producto. Llevar a cabo continuas evaluaciones y controles de los procesos es esencial para que el producto final se fabrique en óptimas condiciones.

Objetivos:

Los objetivos del área de producción son muy variados y van de la mano de sus funciones. El objetivo principal es coordinar y ejecutar los distintos procesos internos del proceso productivo, con el fin de hacer llegar el producto final al consumidor con todos los estándares mínimos de calidad. Este gran objetivo puede desglosarse en los siguientes:

- Lograr conseguir la infraestructura necesaria para llevar a cabo la producción en buenas condiciones.
- Descubrir innovaciones para una mayor eficiencia en las distintas etapas del proceso productivo.
- Supervisar y gestionar todo el proceso productivo, desde los insumos hasta el producto final.
- Determinar la cantidad de producto a producir teniendo en cuenta el inventario y los insumos disponibles.
- Lograr una calidad óptima del producto final.

El responsable de producción es el cargo más importante del departamento de producción de la empresa.

Informa directamente al resto de departamentos de la empresa y por tanto a la dirección general. Es el apoyo necesario en la organización para la coordinación de los recursos humanos y técnicos necesarios para la realización de la actividad empresarial. Ayuda con la información financiera y da las directrices para los sistemas de distribución del producto ya terminado.

Las responsabilidades del jefe de producción son las siguientes:

- Responsabilidad sobre la correcta realización de las funciones del área productiva de la empresa y sobre el cumplimiento de los objetivos y políticas establecidas por el gerente.
- Rentabilizar y planificar los recursos productivos de la empresa para obtener un aumento de la productividad a la vez que se respetan los estándares de calidad.
- Organizar y hacer seguimiento de la ejecución de todos los trabajos dentro del ciclo de producción garantizando que cumplan con las especificaciones establecidas en el sistema de calidad.
- La administración de la producción a través de evaluaciones del proyecto productivo, planificación de la producción, implementación y manejo de recursos y control de la producción.
- El diseño y control de la calidad de los procesos mediante determinación de estándares de calidad, su medición y la corrección de desviaciones.

Algunas de sus funciones principales son:

- Ingeniería del Producto: desarrollo de producto y especificaciones necesarias para su elaboración.
- Ingeniería de proceso: definición del proceso adecuado para cada producto y sus modificaciones. Prepara las hojas de ruta y determina tiempos de proceso y dotaciones necesarias.
- Ingeniería de la planta: diseño de las instalaciones para la producción, el mantenimiento y el control de los equipos.
- Ingeniería Industrial: desarrollo, mejora, implantación y evaluación de métodos, técnicas, procedimientos, equipos, materiales y procesos.
- Planificación y Control de la Producción: establecimiento de estándares necesarios para la preparación, el lanzamiento y la supervisión de la producción.
- Abastecimiento: el abastecimiento de materiales, depende de un adecuado tráfico de mercancías, embarques oportunos, un excelente

control de inventarios y verificar que las compras locales e internacionales que se realicen sean las más apropiadas.

- Control de Calidad: comprobación de que las características del producto y/o servicio son acordes a las especificaciones recibidas.
- Fabricación: creación de los productos.

## **7. PROBLEMAS A RESOLVER**

A continuación, se enlistan los problemas encontrados en la Empresa TEKLAS AUTOMOTIVE MEXICO tanto en la empresa en general, así como en el área de inyección de plástico.

### **7.1. Retraso en arranque de nuevo proyecto (Inyección de Plástico)**

Este nuevo proyecto se tenía previsto su arranque de producción normal para el mes de enero del 2020, por cuestiones de la pandemia (COVID 19) la cual afectó todas las industrias, la economía y la salud a nivel mundial. Desde diciembre del 2019 que comenzó la pandemia en China hasta hace unos meses se vio afectada toda la industria automotriz e inmediatamente todas las ventas de vehículos de las diferentes marcas se vinieron abajo, esto provocó que muchas empresas en todo el mundo pararan sus labores y mantuvieran a su personal en sus casas aislados y en otros casos más difíciles terminarían la relación de trabajo con sus trabajadores, en el caso de TEKLAS AUTOMOTIVE MEXICO se pararon labores desde el día 1 de abril del 2020 y se reanudaron labores hasta el día 1 de junio del 2020, el nuevo proyecto de inyección de plástico también se vio afectado por lo cual se pospuso el inicio de la producción normal hasta el mes de enero del 2021.

### **7.2. Falta de refacciones en áreas nuevas**

TEKLAS AUTOMOTIVE MEXICO como tal es una empresa que tiene alrededor de 5 años que comenzó a trabajar de forma normal, por lo tanto constantemente inician nuevos proyectos como al igual llega maquinaria nueva para dichos proyectos, el principal problema que se tiene es que si se llega a dañar alguna parte de la máquina no se tienen las refacciones existentes en almacén de refacciones, inmediatamente se para la máquina y se pide un envío urgente de dicha refacción, lo cual genera un costo muy elevado, tiempos de entrega muy extensos y afectación a la producción.

### **7.3. Alto índice de rotación de personal**

TEKLAS AUTOMOTIVE MEXICO tiene una cifra alta de rotación lo que trae como consecuencia, entre otras cosas, el deterioro de la imagen de la empresa que se empieza a percibir como un lugar en el que los trabajadores no se sienten cómodos. Por una parte los costos visibles, es decir, el precio del reclutamiento nuevo, de los procesos de selección, de la contratación, de los adiestramientos, de las indemnizaciones para los que se despiden, etc. y por

otro lado, los costos ocultos como el mantener un puesto vacante en espera de un nuevo empleado, la pérdida de tiempo de producción, el desgaste moral de los empleados, la inestabilidad que se crea en el ambiente para los que se quedan en la empresa, la baja eficiencia, entre otros.

#### 7.4. Análisis FODA cruzado

El objetivo del análisis FODA es identificar hasta qué punto la estrategia actual de una organización y sus puntos débiles más específicos son relevantes para está, además de ser capaces para afrontar cambios que tienen lugar en el medio ambiente de la empresa. Es una técnica que permite una imagen realista de las condiciones de la empresa, así como del entorno en que se desarrolla. El termino FODA es una sigla conformada por sus palabras.

**Fortalezas:** son aquellas características propias de la empresa, que le facilitan o favorecen el logro de los objetivos organizacionales.

**Oportunidades:** son aquellas situaciones que se presentan en el entorno de la empresa y que podrían favorecer el logro de los objetivos organizacionales.

**Debilidades:** son aquellas características propias de la empresa, que constituyen obstáculos internos al logro de los objetivos organizacionales.

**Amenazas:** son aquellas situaciones que se presentan en el medio ambiente de las empresas y que podrían afectar negativamente, las posibilidades del logro de los objetivos organizacionales. (Albert S. Humphrey, junio 2015)

Tomando en cuenta el diagnóstico que se realizó, dicha empresa encuentra ubicada dentro del giro automotriz enfocada a la fabricación de sistemas de conexión para motores, lo cual ayuda a fomentar la economía de Aguascalientes y de todo el país, a partir de esto se realiza un análisis FODA.

	<b>Oportunidades:</b>	<b>Amenazas:</b>
	<p>1.-Oportunidad de crecimiento para sus trabajadores de corto, mediano y largo plazo.</p> <p>2.-Captación y desarrollo de nuevos talentos.</p> <p>3.-Reclutamiento de estudiantes recién egresados de diferentes carreras y universidades.</p> <p>4.-Muchas áreas para hacer mejoras y dar ideas.</p> <p>5.-Oportunidad de</p>	<p>1.-Al ser proveedor de marcas como Volkswagen, Audi, BMW, Mercedes Benz, si no venden sus unidades no producimos y por tanto no tenemos trabajo.</p> <p>2.-Hay mucha competencia a nivel local, nacional y global.</p> <p>3.-Esa marca automotriz como Volkswagen, Audi, BMW y Mercedes Benz pone fin a la relación laboral.</p>

	<p>estudiar una carrera o el idioma inglés.</p> <p>6.-Cursos y formación gratuitos para sus trabajadores pagados por la empresa.</p>	<p>4.-Las marcas automotrices como Volkswagen, Audi, BMW y Mercedes Benz cambian de proveedor.</p> <p>5.-Muchas empresas alrededor, por lo tanto, no hay estabilidad laboral en los trabajadores.</p>
<p><b>Fortalezas:</b></p> <p>1.- Salarios competitivos.</p> <p>2.-Beneficios competitivos para los trabajadores.</p> <p>3.-Ser proveedor o cliente de marcas automotrices como Volkswagen, Audi, BMW y Mercedes Benz.</p> <p>4.-Tener varios años y que respalden la satisfacción del cliente.</p> <p>5.-Es una empresa con mucho capital invertido en ciencia, tecnología, maquinaria, automatización y ergonomía y principalmente hacia sus trabajadores.</p>	<p><b><u>Estrategias FO</u></b></p> <p>Así como existe mucho capital invertido en ciencia, tecnología, maquinaria, automatización al igual exista un mejor control en el inventario de refacciones de maquinaria nueva, al igual que manuales en las máquinas tanto nuevas como ya existentes.</p>	<p><b><u>Estrategias FA</u></b></p> <p>Al ser proveedores de compañías automotrices mundiales como lo son Volkswagen, Audi, BMW y Mercedes Benz tenemos que tener como principal objetivo la satisfacción del cliente, producción, calidad y entrega en tiempo y forma, ya que son muchos años que la empresa es proveedor de estas grandes compañías automotrices tiene que cuidar esos puntos importantes.</p>
<p><b>Debilidades:</b></p> <p>1.-Mucha rotación de personal, falta de estabilidad laboral en sus trabajadores.</p> <p>2.-No tener un buen control de inventario en el área de almacén.</p> <p>3.-Ser una empresa nueva en Aguascalientes, México.</p> <p>4.-Muchos reclamos de cliente por defectos en</p>	<p><b><u>Estrategias DO</u></b></p> <p>En esta empresa existen muchas áreas en las cuales se pueden dar ideas y realizas muchas mejoras, así al trabajador forma parte de estas ideas y mejoras, se le da más sentido de pertenencia y así evitamos la rotación de personal, falta de estabilidad laboral en sus trabajadores, solucionando esta problemática evitaremos</p>	<p><b><u>Estrategias DA</u></b></p> <p>Las diferentes actividades que se realizaron en el área de inyección de plástico fue con la finalidad de garantizar el óptimo y correcto arranque del proyecto <b>VW EA211 1.5L NAR</b>, así como de la producción y el proceso en general, este proyecto está conformado por 3 tubos de plástico <b>05E 122 447 J, 05E 122 447 A y 04E</b></p>

<p>nuestros productos.</p> <p>5.-Entregas de productos no realizadas en tiempo y forma.</p> <p>6.-Demasiados gastos innecesarios.</p> <p>7.-Las áreas como recursos humanos, compras, producción, calidad, almacén, planeación, mantenimiento y logística no están bien organizadas.</p>	<p>gastos innecesarios, mala organización en las diferentes áreas, reclamos del cliente por defectos en nuestros productos, entregas de producto no realizadas en tiempo y forma.</p>	<p><b>121 070 AL</b> que se elaboran en dicha área, estos tubos enseguida pasan a un sub ensamble donde se les colocan diferentes referencias de mangueras y conectores plásticos con sus respectivas abrazaderas, ya como producto final su destino es <b>Volkswagen, Silao, Guanajuato y Volkswagen Chattanooga, Tennessee.</b></p>
--	---	---

## **8. OBJETIVOS (GENERAL Y ESPECÍFICOS)**

### **8.1. Objetivo General**

Garantizar el óptimo y correcto arranque del proyecto, así como de la producción y el proceso en general, cumpliendo siempre los estándares de nuestros clientes, aplicando una metodología de acompañamiento a través de diferentes técnicas para disminuir el indicador de rotación, mediante el sentido de pertenencia, al igual como asegurar la implementación y funcionamiento de las áreas nuevas, así como un stock adecuado de refacciones.

### **8.2. Objetivos Específicos**

- 1.- Impulsar la excelencia y la mejora continua para garantizar la calidad en las actividades y en nuestros productos.
- 2.- Aplicar diversas metodologías de análisis que permitan evaluar y establecer las causas y factores que pueden ayudar o ser un obstáculo para los procesos que se desarrollan en esta área.
- 3.- Optimizar las diversas operaciones que se ejecuten en el área de producción de plásticos, mejorar el desempeño en cuanto a indicadores como costos, tiempos, calidad, reducción de defectos y satisfacción de los siguientes procesos y clientes.
- 4.- Implementar una metodología para lograr retener al personal mediante el sentido de pertenencia, que conlleve a reducir los riesgos de accidentes y mejorar la calidad e inocuidad de los productos.

5.- Desarrollar a los mandos medios de la organización mediante una formación de habilidades de liderazgo basado en los valores y comportamientos institucionales.

## **9. JUSTIFICACIÓN**

TEKLAS AUTOMOTIVE MEXICO es una empresa de origen turco, del ramo automotriz dedicado a la fabricación de sistemas de conexión para motores, la cual está comprometida con la calidad y la competitividad.

En TEKLAS AUTOMOTIVE MEXICO se fabrican todo tipo de sistemas de conexión, que va desde los tubos para el sistema de enfriamiento, los conectores del sistema eléctrico, frenos, entre otras especialidades.

Al ser una compañía de competencia global, Teklas se mantiene a la vanguardia tecnológica, es una empresa que invierte mucho en tecnología, está siguiendo las tendencias de la industria 4.0, incursionando en la automatización y robotización de las líneas de producción.

Entre sus procesos se encuentra la inyección de plástico y la inyección con agua, el cual es un procedimiento de la más alta tecnología; cuentan con procesos que son completamente automatizados y ensamblados robotizados, en toda su labor tienen controles de calidad.

Sus estrategias priorizadas son ofrecer productos innovadores a los clientes, competir en el mercado global, crecer rentablemente, diseñar cada producto con un enfoque de calidad incondicional, sacar fuerza de los talentos creativos, agregar valor a la sociedad con conciencia de responsabilidad social, y por último sobre todo para enriquecer nuestro entorno.

Por ende, este proyecto se centra principalmente al factor humano ya que es lo más valorado dentro de TEKLAS AUTOMOTIVE MEXICO, buscando desarrollar en los mandos medios (líderes y supervisores) las habilidades y competencias de liderazgo, así como las capacidades de gestionar la adversidad, crear una visión inspiradora, acompañar al equipo hacia los objetivos y humildad necesaria para aprender. Logrando así aumentar el índice de retención de talento y el sentido de pertenencia de nuestro capital humano. TEKLAS AUTOMOTIVE MEXICO tiene en cuenta que hoy por hoy el talento humano busca las mejores condiciones laborales que le permitan desarrollar su carrera y equilibrar su vida personal con la laboral.

Es de suma importancia el capital humano ya que la mayoría de los procesos tienen una cierta complejidad, en definitiva, son las personas las que llevan a cabo los avances, los logros y los errores de la empresa. Son ellas las que, en última instancia, aportan ideas, estrategias y tienen que tomar las decisiones, lo que las convierte en responsables de la buena o mala marcha de la empresa.

La retención de talento y el sentido de pertenencia se ha convertido en un gran desafío para TEKLAS AUTOMOTIVE MEXICO puesto que su talento humano es la pieza alrededor de la cual giran el cumplimiento de los objetivos corporativos y la competitividad y productividad de la organización en el mercado.

## **CAPÍTULO 3: MARCO TEÓRICO**

### **10. MARCO TEÓRICO**

#### **10.1. Antecedentes históricos de la administración**

Para entender la administración se debe conocer la perspectiva de la historia de su disciplina, los hechos acerca de lo que ha pasado en situaciones similares anteriores, y relacionarlas con otras experiencias y otros conocimientos actuales. Es por eso la importancia de conocer la tradición y su origen.

La administración aparece desde que el ser humano comienza a trabajar en sociedad. El surgimiento de la disciplina es un acontecimiento de primera importancia en la historia social. El ser humano es social por naturaleza, por ello tiende a organizarse y cooperar con sus semejantes. La historia de la humanidad puede describirse a través del desarrollo de las entidades sociales partiendo en la época prehistórica por las tribus nómadas, donde comienza la organización para la recolección de frutas y la caza de animales, y después con el descubrimiento de la agricultura da paso a la creación de las pequeñas comunidades.

Si se pudiera repasar toda la historia de la humanidad encontraríamos que, los pueblos antiguos trabajaron unidos en agrupaciones formales ejemplo los ejércitos griegos y romanos, la iglesia católica romana, la compañía de las indias orientales, también las personas han escrito sobre cómo lograr que las organizaciones sean eficientes, mucho antes de que el término "administración" hubiera aparecido y se hubiera definido.

Las sociedades se han ido transformando, ya que durante siglos se caracterizaron por poseer formas predominantes agrarias, donde la familia, los grupos informales y las pequeñas comunidades eran importantes (Chiavenato, 2006).

#### **10.2. La Administración Antigua**

##### **China**

El gran filósofo Confucio sentó las primeras bases de un buen gobierno en China, a pesar de que nunca estuvo satisfecho de los que había aportado con tal fin en los diferentes cargos que desempeñó, desde magistrado local hasta primer ministro. Al retirarse de la vida pública escribió sobre aspectos políticos y gobierno, incluyendo su criterio sobre varias cosas.

Otros contemporáneos de Confucio se interesaron también en los asuntos administrativos y de ellos Micius o Mo-ti fundó, 500 años antes de Jesucristo, una rama de la misma escuela, que difería fundamentalmente en aspectos filosóficos más que en principios.

A través de varios siglos, los chinos tuvieron un sistema administrativo de orden, con un servicio civil bien desarrollado y una apreciación bastante satisfactoria sobre muchos de los problemas modernos de administración pública.

## **Egipto**

El tipo de administración refleja una coordinación con un objetivo previamente fijado, su sistema, el factor humano ya tenía cargos especiales es decir contaba con arquero, colectores de miel, marineros; algo importante de esta organización es que ya se contaba con un fondo de valores, los egipcios obtenían impuestos a través del gobierno que cobraba a sus habitantes, con el fin de duplicarlo al comercializarlo por otros objetos.

Egipto tenía una economía planeada y, un sistema administrativo bastante amplio, que ha sido clasificado por Weber como "burocrático". Debido a los medios de comunicación marítima fluvial, así como el uso comunal de la tierra, fue necesario que tales servicios y bienes fueran administrados de manera pública y colectiva, a través del gran poder del gobierno central.

La idea que prevaleció en el antiguo Estado egipcio fue que debía haber una severa coordinación de los esfuerzos económicos de toda población, a fin de garantizar a cada uno de los miembros de la comunidad, y para ella misma como un todo, el más alto grado de prosperidad.

## **Roma**

La organización de Roma repercutió significativamente en el éxito del imperio romano y aunque no quedan muchos documentos de su administración se sabe que se manejaban por magisterios plenamente identificados en un orden jerárquico de importancia para el estado.

Después de varios siglos de monarquía, ejercida por soberanos etruscos, la república es instaurada en 509 a. J. C. En lo sucesivo, todos los ciudadanos forman el *populus romanus*, que se reúne en unas asambleas, los comicios. Cada año eligen unos magistrados encargados de gobernar el país:

Este sistema subsistirá durante varios siglos y permitirá que los romanos lleven a cabo una obra gigantesca y múltiple en los límites de su inmenso imperio: construcción de incontables monumentos, carreteras y acueductos; explotación de minas y canteras, irrigación. Pero también les quitará el sentido a la lucha y el esfuerzo, dejándolos finalmente desarmados ante las invasiones de los bárbaros, que acabarán con su poderío a partir del siglo IV de nuestra era.

El espíritu de orden administrativo que tuvo el Imperio Romano hizo que se lograra, a la par de las guerras y conquistas, la organización de las instituciones de manera satisfactoria. Entre las limitaciones mayores que se le apuntan a los sistemas administrativos romanos están la era de ampliación que tuvo la forma de gobierno de la ciudad al Imperio, y también la reunión de las labores ejecutivas con las judiciales, a pesar de que se reconoce que fueron aislados los conflictos de autoridad que se presentaron por equivocadas concepciones entre los derechos y los deberes particulares. Ello se subsanó por la disciplina que tuvieron en su organización jurídica, la cual ha servido de pilar fundamental a la concepción del derecho.

## Grecia

La aportación que dio Grecia a la administración es grande y fue gracias a sus filósofos, algunos conceptos prevalecen aún:

**SOCRATES.** Utiliza en la organización aspectos administrativos, separando el conocimiento técnico de la experiencia.

**PLATON.** Habla de las aptitudes naturales de los hombres, da origen a la especialización.

**ARISTOTELES.** Nos habla de lograr un estado perfecto.

**PERICLES.** Nos da unos de los principios básicos de la administración que se refiere a la selección de personal (Chiavenato, 2006).

### 10.3. La Edad Media

La Edad Media de Europa se caracterizó básicamente por un sistema político original: el feudalismo. Los reyes sólo disponían de un poder limitado: no eran más que la cabeza de toda una jerarquía de señores, vinculados entre ellos por lazos de esclavitud. El señor feudal vivía en su castillo, administraba la justicia, dirigía la policía, recaudaba los impuestos y acuñaba la moneda. Su autoridad y, en ciertos casos, su papel de protector se ejercía sobre sus vasallos y sobre la masa de campesinos, que constituían en ese entonces el elemento esencial de la población. Entre estos últimos, algunos eran libres, (los llanos) y otros dependían directamente del señor (los ciervos). Se caracterizó por las formas descentralizadas de gobierno y como reacción de lo que había sucedido en el Imperio Romano, y aun en el gobierno democrático griego, que fueron altamente centralizados. Fue así como apareció el feudalismo bajo el cual los antiguos ciudadanos y habitantes del caído Imperio Romano se agruparon alrededor de personajes importantes en busca de protección. Durante la época medieval hubo una notable evolución de los sistemas organizativos como resultado del debilitamiento del poder central durante los últimos días del Imperio Romano. La autoridad pasó al terrateniente, el cual tenía poderes extraordinarios para fines tributarios de policía dentro de su dominio o saltos.

En toda su larga historia y hasta inicios del siglo XX, la administración se desarrolló con una lentitud impresionante. Sólo a partir de este siglo atravesó etapas de desarrollo de notable pujanza e innovación.

En la actualidad, la sociedad de la mayor parte de los países desarrollados es una sociedad pluralista de organizaciones, donde la mayoría de las obligaciones sociales (como la producción, la prestación de un servicio especializado de educación o de atención hospitalaria, la garantía de la defensa nacional o de la preservación del medio ambiente) es confiada a organizaciones (como industrias, universidades y escuelas, hospitales, ejército, organizaciones de servicios públicos), que son administradas por grupos directivos propios para poder ser más eficientes.

A diferencia de lo anterior, a finales del siglo pasado la sociedad funcionaba de manera completamente diferente. Hace 80 años las organizaciones eran pocas y pequeñas: predominaban los pequeños talleres, los artesanos independientes, las pequeñas escuelas, los profesionales independientes

(médicos y abogados, que trabajaban por cuenta propia), el labrador, el almacenista de la esquina. A pesar de que en la historia de la humanidad siempre existió el trabajo, la historia de las organizaciones y de su administración es un capítulo que comenzó en época reciente (Chiavenato, 2006).

#### **10.4. La Revolución Industrial**

A partir de 1776, con la invención de la máquina a vapor por James Watt (1736-1819) y, su posterior aplicación a la producción, una nueva concepción del trabajo vino a modificar completamente la estructura social y comercial de la época, provocando en el orden económico, político y social cambios tan rápidos y profundos que, en un lapso aproximado de un siglo, fueron mayores que los ocurridos en el milenio anterior. Es el período llamado de la Revolución Industrial, iniciada en Inglaterra y extendida rápidamente por todo el mundo civilizado.

Para Burns la Revolución Industrial se puede dividir en dos épocas bien diferenciadas: 1780 a 1860 1a. Revolución Industrial o revolución del carbón y del hierro. 1860 a 1914 2a. Revolución Industrial o revolución del acero y de la electricidad.

Burns asegura que, aunque se haya iniciado a partir de 1780, la Revolución Industrial no alcanzó todo su empuje antes del siglo XIX. Surgió como una bola de nieve en aceleración creciente. Burns divide la Revolución Industrial en cuatro fases:

**1a. fase:** la mecanización de la industria y de la agricultura, a finales del siglo XVIII, con el surgimiento de la máquina de hilar (inventada por el inglés Hargreaves en 1767), del telar hidráulico (inventado por Arkwright en 1769), del telar mecánico (por Cartwright en 1785), de la máquina de extracción de la semilla del algodón (por Whitney en 1792), que vinieron a sustituir el trabajo y la fuerza muscular del hombre, del animal e incluso de la rueda hidráulica. Eran máquinas grandes y pesadas, pero con increíble superioridad sobre los procesos manuales de producción de la época. La máquina de extracción de la semilla de algodón tenía una capacidad para 1000 libras de algodón mientras que, en el mismo tiempo, un esclavo conseguía trabajar.

**2a. fase.** La aplicación de la fuerza motriz a la industria. La fuerza elástica del vapor descubierta por Denis Papin en el siglo XVII quedó sin aplicación hasta 1776, cuando Watt inventó la máquina de vapor. Con la aplicación del vapor a las máquinas, se inician las grandes transformaciones en los talleres que se convertirán en fábricas, en los transportes, en las comunicaciones, y en la agricultura.

**3a. fase:** el desarrollo del sistema fabril. El artesano y su pequeño taller patronal desaparecen para dar lugar al obrero de las fábricas y de los ingenios, basados en la división del trabajo. Surgen nuevas industrias de la actividad rural. La migración de masas humanas de las áreas agrícolas hacia las proximidades de las fábricas provoca el crecimiento de las poblaciones urbanas.

**4a. fase:** un espectacular desarrollo de los transportes y de las comunicaciones. La navegación a vapor surgió con Robert Fulton (1807) en los

Estados Unidos y luego después las ruedas propulsadas fueron substituidas por hélices. La locomotora a vapor fue perfeccionada por Stephenson, surgiendo la primera carrilera en Inglaterra (1825) y posteriormente en los Estados Unidos (1829). Ese nuevo medio de Transporte se propagó vertiginosamente. Otros medios de comunicación fueron surgiendo con rapidez sorprendente. Morse inventa el telégrafo eléctrico (1835), surge la estampilla postal en Inglaterra (1840), Graham Bell inventa el teléfono (1876). Ya se vislumbran los primeros síntomas de las ciudades actuales.

Con todos esos aspectos se acentúa cada vez más un considerable control capitalista sobre casi todas las ramas de la actividad económica. A partir de 1860, la Revolución Industrial entró en una nueva fase profundamente diferente de la 1a. Revolución Industrial. Es la llamada 2a. Revolución Industrial, provocada por tres acontecimientos importantes:

- Desarrollo del nuevo proceso de fabricación del acero (1856);
- Perfeccionamiento del dínamo (1873);
- Invención del motor de combustión interna (1873) por Daimler.

Para Burns las principales características de la 2a. Revolución Industrial son las siguientes: la sustitución del hierro por el acero como material industrial básico; la sustitución del vapor por la electricidad y por los derivados del petróleo como principales fuentes de energía; el desarrollo de la maquinaria automática y un alto grado de especialización del trabajo; el creciente dominio de la industria por parte de la ciencia.

Transformaciones radicales en los transportes y en las comunicaciones. Los ferrocarriles son mejorados y ampliados. A partir de 1880, Daimler y Benz construyen automóviles en Alemania, Dunlop perfecciona el neumático en 1888 y Henry Ford, en 1909, inicia la producción de su modelo "T" en los Estados Unidos. En 1906, Santos Dumont hace la primera experiencia con el avión.

El desarrollo de las nuevas formas de organización capitalista. Las compañías de socios solidarios, formas típicas de organización comercial, cuyo capital provenía de los lucros obtenidos (capitalismo industrial), y que tomaban parte activa en la dirección de los negocios, dieron lugar al llamado capitalismo financiero.

El capitalismo financiero tiene cuatro características principales: La dominación de la industria por las inversiones bancarias e instituciones de crédito, como fue el caso de la formación de la United States Steel Corporation, en 1901, por la J. P. Morgan & Co.

La formación de inmensas acumulaciones de capital provenientes de monopolios y fusiones de empresas. La separación entre la propiedad particular y la dirección de las empresas. El desarrollo de las "holding companies".

La expansión de la industrialización hasta Europa Central y Oriental y hasta el Extremo Oriente. En 1871, Inglaterra era la mayor potencia mundial. En 1865 John D. Rockefeller (1839-1937) funda la Standard Oil. Alrededor de 1889 el capital de la General Electric y de la Westinghouse Electric ya sobrepasaba los 40 millones de dólares en cada una de estas entidades. En 1890, Carnegie

forma el monopolio del acero, sobrepasando la producción de toda Inglaterra, Swift y Armour forman el monopolio de las conservas, Guggenheim forma el monopolio del cobre y Mello el del aluminio.

De la tranquila producción artesanal, en la que los obreros eran organizados en corporaciones de oficio regidas por estatutos, donde todos se conocían, en donde el aprendiz, para pasar a artesano o a maestro, tenía que producir una obra perfecta delante de los jurados y de los síndicos, máximas autoridades de la corporación, pasa el hombre, rápidamente, hacia el régimen de producción hecha mediante máquinas, dentro de grandes fábricas. No hubo una adaptación adecuada entre las dos situaciones sociales.

Hubo, eso sí, una súbita modificación de la situación, provocada por dos aspectos, a saber: la transferencia de la habilidad del artesano a la máquina, que paso a producir con mayor rapidez, mayor cantidad y mejor calidad, haciendo posible una reducción en el costo de la producción; la sustitución de la fuerza del animal o del músculo humano por la mayor potencia de la máquina de vapor (y posteriormente por el motor) que permitía mayor producción y economía.

Los propietarios de talleres que no estaban en condiciones financieras de adquirir máquinas y sistematizar su producción, fueron obligados, debido a la fuerza de la competencia, a trabajar para otros que poseían la maquinaria necesaria. El fenómeno de la maquinización de los talleres -rápida e intensa provocó una serie de fusiones de pequeños talleres que pasaron a integrar otros mayores los cuales paulatinamente fueron creciendo y transformándose en fábricas.

Tal crecimiento fue acelerado gracias a la disminución de los costos de producción, lo cual propicio la competencia de los precios y una ampliación del mercado consumidor de la época. Eso aumentó la demanda de la producción y, al contrario de lo que se suponía, las máquinas no sustituyeron totalmente al hombre, sino que le dieron mejores condiciones de trabajo. El hombre fue sustituido por la máquina sólo en aquellas tareas que se podían automatizar y acelerar por la repetición. Con el aumento de los mercados, a causa de la popularización de los precios, las fábricas necesitaron grandes contingentes humanos. Aumentó la necesidad de un mayor volumen y calidad de los recursos humanos. La mecanización obligó a la división del trabajo y a la simplificación de las operaciones, haciendo que los oficios tradicionales fueran sustituidos por las tareas semiautomatizadas y repetitivas, que podían ser ejecutadas con facilidad por personas sin, ninguna calificación y con enorme simplicidad de control. La unidad doméstica de producción, o sea el taller, el artesano en familia, desapareció con la súbita y violenta competencia, dando lugar a la pluralidad de obreros y de máquinas en las fábricas. Con la concentración de industrias y la fusión de pequeños talleres alimentados por el fenómeno de la competencia, grandes contingentes de trabajadores pasaron a operar juntos, en jornadas diarias que se prolongaban hasta 12 o 13 horas, bajo condiciones ambientales peligrosas e insalubres que provocaban accidentes y enfermedades en gran escala.

El crecimiento industrial fue improvisado y totalmente empírico ya que la situación era nueva y desconocida. Al tiempo que ocurría la intensa migración de mano de obra de los campos hacia las ciudades, donde estaban los centros industriales, crecía aceleradamente el fenómeno de la urbanización sin ninguna

planeación u orientación. Mientras tiene lugar la consolidación del capitalismo, crece el volumen de una nueva clase social: el proletariado. Las transacciones se multiplican y aumenta notoriamente la demanda de mano de obra en las minas, en las plantas siderúrgicas y en las fábricas.

Los propietarios tienen que enfrentar los nuevos problemas de gerencia, improvisando sus decisiones y sufriendo los errores administrativos de la tecnología naciente. Obviamente, esos errores, se subsanaban mediante un pago mínimo a los trabajadores, cuyos salarios eran ya bastante bajos.

A pesar del bajo nivel de vida, de la promiscuidad en las fábricas y de los tremendos riesgos de graves accidentes, el largo período de trabajo en conjunto permitía una relación más estrecha entre los trabajadores y una creciente toma de conciencia con respecto a la precariedad de sus condiciones de vida y de trabajo y a la intensa explotación de que eran víctimas por parte de una clase social y económica mejor favorecida. Las primeras tensiones entre las clases obreras y los propietarios de industrias no tardaron en aparecer.

Los propios Estados pasaron a intervenir en algunos aspectos de las relaciones entre obreros y fábricas, mediante la expedición de algunas leyes laborales. En 1802, el gobierno inglés expide una ley protegiendo la salud de los trabajadores en las industrias textiles. La fiscalización del cumplimiento de esa ley era voluntaria por parte de los pastores protestantes y de los jueces locales. A medida que los problemas se agravan se expiden otras leyes sobre el particular.

Con la nueva tecnología de los procesos de producción y de la construcción y funcionamiento de las máquinas, con la creciente legislación que tiende a proteger y defender la salud y la integridad física del trabajador y, consecuentemente, de la colectividad, la administración y la gerencia de las empresas industriales pasan a ser preocupación permanente de sus propietarios. La práctica fue lentamente ayudando a seleccionar ideas y métodos empíricos. En vez de pequeños grupos de aprendices y artesanos dirigidos por maestros habilitados, el problema consiste ahora en dirigir batallones de obreros que integran la nueva clase proletaria. En lugar de instrumentos rudimentarios de trabajo manual, el problema consiste en operar con máquinas de complejidad creciente.

La elaboración de los productos se efectuaba mediante operaciones parciales sucesivas encomendadas a grupos de obreros especializados en tareas específicas, extraños casi siempre a las otras operaciones, ignorando hasta la finalidad de la pieza o de la tarea que estaban ejecutando. Esa nueva situación contribuyó a apagar de la mente del obrero el motivo social más intenso, o sea, el sentimiento de estar produciendo y contribuyendo al bienestar de la sociedad.

El capitalista empezó a distanciarse de sus obreros y a considerarlos una enorme masa humana anónima, al mismo tiempo que las agrupaciones sociales, más condensadas en las empresas, generaban problemas sociales y reivindicativos, al lado de otros problemas de rendimiento en el trabajo y de la clase de equipo que se necesitaba para una rápida y adecuada solución. La principal preocupación de los empresarios se fijaba lógicamente en el mejoramiento de los aspectos mecánicos y tecnológicos de la producción, con

el objetivo de producir cantidades mayores de productos de mejor calidad y a menor costo.

La gestión del personal y la coordinación del esfuerzo productivo eran aspectos de poca o ninguna importancia. Así, la Revolución Industrial, aunque hubiera provocado una profunda modificación en la estructura empresarial y económica de la época, no llegó a influir directamente sobre los principios de administración de las empresas que entonces se utilizaban. Los empresarios simplemente procuraban atender como podían o como sabían las demandas de una economía en rápida expansión y carente de especialización.

Mooney concluye que algunos empresarios apoyaban sus decisiones en los modelos de las organizaciones militares o eclesiásticas más afortunadas en los siglos anteriores.

En la actualidad hay un fenómeno que es el punto central desde el cual inicia una serie de conceptos de carácter político: "El trabajo". Pues es visto como una leyenda que mantenemos siempre presente.

Vivimos en un mundo donde hay cambios constantes, abordados por una serie de problemas de carácter económico, político, en donde la civilidad no está consciente de lo que realmente está sucediendo a su alrededor de ellos.

El trabajo tiene una influencia sobre las personas de forma tal que se ha arraigado profundamente en todos los modos de nuestra vida diaria. Tal es su influencia que se ha convertido en algo no creíble que junto con los otros problemas que acarrear, pasan a formar parte de una sociedad en crisis.

Desde 1890 una auténtica " Revolución Científica " se inició y entre los años 1890 y 1914 las teorías del hombre empezaron a fluir en todos los campos del conocimiento. Desde entonces, la ciencia de nuestro siglo nos ha ido trayendo nuevas sorpresas producto de grandes descubrimientos. No sólo resolviendo misterios del Universo y su estructura, sino que también descifrando el origen de la vida. En el siglo XX, otra "Revolución Científica " se está llevando a cabo. Grandes avances en los campos de la Física, Química Biología, Medicina, Sociología, Psicología y Tecnología se están realizando diariamente (Chiavenato, 2006).

## **10.5. Precursores de la administración**

A comienzos del siglo XX dos ingenieros desarrollaron los trabajos pioneros sobre administración. Un estadounidense Frederick Winslow Taylor quien desarrolla la escuela de administración científica, escuela que se preocupa por aumentar la eficiencia de la industria, inicialmente, de la racionalización del trabajo del obrero. El otro es el europeo Henri Fayol quien desarrolla la llamada teoría clásica la cual se ocupa del aumento de la eficiencia de la empresa a través de su organización y de la aplicación de principios científicos generales de la administración. Estos dos personajes no se comunicaron entre sí y partieron de puntos de vista diferentes y aún opuestos, lo cierto es que sus ideas construyen las bases del llamado enfoque clásico o tradicional de la administración, dominando casi las cuatro primeras décadas de dicho siglo.

La preocupación básica de la escuela es aumentar la productividad y el nivel de los trabajadores. La administración científica desarrolla un enfoque de abajo

hacia arriba (del obrero hacia el supervisor y el gerente) y su principal característica es el énfasis en las tareas, de esto parte la Organización Racional del Trabajo, (ORT) la cual permite la especialización del trabajador además de esto, una corriente de ideas desarrolladas por ingenieros para crear una verdadera ingeniería industrial.

De otro lado, la corriente de la anatomía (estructura) y fisiología (funcionamiento) de la organización, desarrollada en Francia con los trabajos pioneros de Fayol. Esta escuela está formada por ejecutivos entre ellos Henri Fayol, James D. Mooney, Lindall F. Urwick y otros. Crea un enfoque inverso a la administración científica, ya que hablaba sobre dividir la empresa, centralizando un jefe principal. Fue una corriente teórica, su énfasis es la estructura.

### **Orígenes del enfoque clásico**

Los orígenes del enfoque clásico de la administración superan las consecuencias de la revolución industrial y podrían resumirse en dos hechos genéricos, que son:

El crecimiento acelerado y desorganizado en la empresa, la cual exige un enfoque científico más depurado y que sustituya el empirismo. Con la gran empresa de dimensiones más limpias, surgen condiciones iniciales para el planeamiento de la producción a largo plazo, reduciendo la inestabilidad y la improvisación.

La necesidad de aumentar la eficiencia y la competencia de las organizaciones, los monopolios se instalan en Estados Unidos entre 1880 y 1890, la producción en masa, aumentando el número de asalariados en las industrias; se hace entonces necesario evitar el desperdicio y economizar en la mano de obra, dividiendo el trabajo entre quienes piensan y quienes ejecutan. Los primeros fijan estándares de producción, describen los cargos, fijan funciones, estudian métodos de administración y normas de trabajo.

Los segundos operan. Inicialmente los autores clásicos pretendieron desarrollar una ciencia en la administración, cuyos principios, en sustituciones de las leyes científicas, pudiesen aplicarse para resolver los problemas de la organización.

### **La administración científica**

El enfoque típico de la escuela de la administración científica es el énfasis en las tareas. Los principales métodos científicos aplicables a los problemas de la administración son la observación y la medición. Su preocupación inicial fue tratar el fantasma del desperdicio y de las pérdidas por las empresas estadounidenses y elevar los niveles de productividad, mediante la aplicación de métodos y técnicas de la ingeniería industrial.

### **La obra de Taylor**

Frederick Winslow Taylor (1856-1915) fundador de la administración científica, nació en Filadelfia, Estados Unidos. Procedía de una familia de cuáqueros de principios rígidos; fue educado dentro de una mentalidad de disciplina, devoción al trabajo y al ahorro.

En sus primeros estudios tuvo contacto directo con los problemas sociales y empresariales derivados de la revolución industrial. Inició su vida profesional como obrero en 1878 en la Midvale Steel Co., pasando después a ser capataz, supervisor, jefe de taller e ingeniero, en 1885, después de formarse en el MIT.

En esa época estaba de moda el sistema de pago por pieza. Los patrones buscaban ganar el máximo, a la hora de fijar el precio de la tarea y los obreros, a su vez, reducían a un tercio el ritmo de producción de las máquinas. Buscando equilibrar, de tal modo, el pago por pieza determinado por los primeros. Esto llevó a Taylor a estudiar el problema de la producción en sus mínimos detalles pues, gracias a su progreso en la compañía no quería decepcionar a sus patrones, ni decepcionar a sus compañeros de trabajo. Estos últimos esperaban que el entonces jefe de taller no los tratase duramente en la planeación de trabajo por pieza.

Se puede decir que tiene dos periodos:

### **Primer periodo de Taylor**

En esencia lo que Taylor expresa es:

- El objetivo de una buena administración es pagar salarios altos y tener bajos costos unitarios de producción.
- Para lograr ese objetivo debe aplicar métodos científicos de investigación y experimentación a su problema global, con el fin de formular principios y establecer procesos estandarizados que permitan el control de las operaciones de producción.
- Los empleados deben ser dispuestos científicamente en servicios o puestos de trabajo en donde los materiales y las condiciones laborales sean seleccionados con criterios científicos, para que de esta manera las normas puedan cumplirse.
- Los empleados pueden ser entrenados científicamente para perfeccionar sus actitudes, con el fin de realizar un servicio o tarea, de modo que la producción se cumpla.
- Debe cultivarse una atmósfera de íntima y cordial cooperación entre la administración y los trabajadores, para garantizar la continuidad de ambiente psicológico que posibilite la aplicación de los otros principios de él.

### **Segundo periodo de Taylor**

- Taylor aseguraba que las industrias de su época padecían males que podrían agruparse en tres factores.
- Holgazanería sistemáticamente por parte de los obreros quienes reducían deliberadamente la producción a casi un tercio de la que sería normal, para evitar que la gerencia redujese las tarifas de los salarios.

- Desconocimiento de la gerencia en cuanto a las rutinas de trabajo y del tiempo necesario para su realización.
- Falta de uniformidad en las técnicas y de las metas de trabajo.

### **La administración como ciencia**

Para Taylor, la organización y la administración deben estudiarse y tratarse científica y no empíricamente. La improvisación debe ceder lugar a la planeación y al empirismo a la ciencia.

Más que en términos de uno u otro de sus elementos, su obra debe evaluarse principalmente por la importancia de la aplicación de una metodología sistemática en el análisis y en la solución de los problemas de la organización, aplicando un criterio de abajo hacia arriba.

La administración científica constituye una combinación global que puede reducirse así:

- Ciencia en vez de empirismo.
- Armonía en vez de discordia.
- Cooperación, no individualismo.
- Rendimiento máximo en vez de producción producida.
- Desarrollo de cada hombre en el sentido de alcanzar mayor eficiencia y prosperidad.

Para Taylor los elementos de aplicación de la administración científica son:

- Estudio de tiempo y estándares de producción.
- Supervisión funcional.
- Estandarización de herramientas e instrumentos.
- Planeación de tareas.
- El principio de excepción.
- Utilización de la regla del cálculo y de instrumentos destinados a economizar tiempo.
- Guías de instrucciones de servicios.
- La clasificación de los productos y del material utilizado en la mano factura.
- La idea de tarea asociada a incentivos de producción por su ejecución eficiente.
- Diseño de la rutina de trabajo.

## **La Organización Racional del Trabajo. (ORT)**

Taylor comprobó que, en todos los oficios, los obreros aprendían la manera de ejecutar las tareas de su trabajo observando a sus compañeros vecinos. Ese intento de sustituir métodos empíricos y rudimentarios por métodos científicos, en todos los oficios, recibió el nombre de organización racional del trabajo.

Los principales aspectos de la organización racional del trabajo son:

- Análisis del trabajo y estudio de los tiempos y movimientos.
- Estudio de la fatiga humana.
- División del trabajo y especialización del obrero.
- Diseño de cargos y tareas.
- Incentivos salarios y pérdidas por producción.
- Concepto de los homines economicus.
- Condiciones ambientales de trabajo.
- Estandarización de métodos y de máquinas.
- Supervisión funcional (Chiavenato, 2006).

### **Análisis del trabajo y estudio de tiempo y movimientos**

Para Taylor y sus seguidores, el instrumento básico para racionalizar el trabajo de los obreros era el estudio de tiempo y movimiento. Por ello comprobó que el trabajador puede efectuar mejor y más económicamente mediante el análisis del trabajo, de la división y subdivisión de todos los movimientos necesarios para la ejecución de cada operación de una tarea. El estudio de tiempo y movimiento, además de permitir la realización de los métodos de trabajo del obrero y la aplicación de los tiempos estándares para la ejecución de las operaciones y tareas, trabajo otras ventajas:

- Eliminar los movimientos inútiles y sustituirlos por otros más eficaces.
- Volver más racional la selección y entrenamiento del personal.
- Mejorar la eficacia del obrero y, en consecuencia, el rendimiento en la producción.
- Distribuir uniformemente el trabajo para que no haya períodos de falta o exceso de trabajo.
- Tener una base uniforme de salario equitativo por aumento de la producción.
- Calcular, con más precisión, el costo unitario y, por consiguiente, el precio de venta de los productos.

Los objetivos de Taylor eran más o menos los siguientes:

- Eliminación de todos los desperdicios de esfuerzo humano.
- Adaptación de los obreros a la propia tarea.
- Entrenamiento de los obreros para que respondan a las exigencias de sus respectivos trabajos.
- Mayor especialización de las actividades.
- Establecimientos de normas y detalladas de comportamiento en el trabajo.

Frank B. Gilbreth (1868-1924) fue otro ingeniero norteamericano que acompañó a Taylor en su interés por el esfuerzo humano como medio de aumentar la productividad.

### **Estudio de la fatiga humana**

Para Gilbreth, el estudio de los movimientos de realizar una triple finalidad:

- Evitar los movimientos inútiles en la ejecución de una tarea.
- Ejecutar los más económicos posibles desde el punto de vista fisiológico en, los movimientos inútiles.
- Dar a ese movimiento seleccionado una secuencia apropiada (principio de economía de movimiento).

El estudio de los movimientos se basa en la anatomía y en la fisiología humana, sobre los efectos de la fatiga en la productividad del obrero, verificando que la fatiga presidencial predispone al trabajador a:

- Disminución de la productividad.
- Pérdida de tiempo.
- Aumento de rotación de personal.
- Enfermedades.
- Accidentes.
- Disminución de la capacidad de esfuerzo.

Con esto la administración científica pretendía racionalizar todos los movimientos, eliminando aquellos que producen fatiga y que están o no indirectamente relacionado con la tarea que el trabajador ejecuta.

### **División del trabajo y especialización del obrero**

El análisis del trabajador y estudio de tiempo y movimientos crearon condiciones para una total reestructuración de las operaciones industriales, eliminando los movimientos innecesarios y economizar energía y tiempo. A partir de ahí, el obrero perdió su libertad e iniciativa para establecer su manera de trabajar y pasó a ser confinado a la ejecución automática y repetitiva de una

operación o tarea manual, simple y estandarizada durante toda su jornada de trabajo.

### **Diseño de cargas y tareas**

El primer intento de definir y establecer racionalmente los cargos y tareas se ve empeñado por las personas, se dio con la administración científica. En este aspecto Taylor fue pionero. La tarea constituye las menores unidades posibles dentro de la división del trabajo, en una organización.

Si un cargo es complejo, está constituido por una variedad de tareas diferentes que su ocupante debe realizar mientras trabaja.

El diseño de cargos es el proceso mediante el cual estos se crean proyectándolos y combinándolos con otros cargos, para la ejecución de tareas mayores.

El énfasis en las tareas condujo a los ingenieros norteamericanos a simplificar los cargos con el fin de mantener la máxima especialización de cada trabajo; cada obrero debería ejecutar una tarea cíclicamente para aumentar su eficiencia. Para cada tarea hay un método apropiado ya que se diseñan para que el trabajador los ejecute en forma automatizada: este debe hacer, no pensar ni decidir, igualmente, la simplicidad permite el control y seguimiento visual por parte del supervisor.

Líneas de producción: en vez del obrero ejecutar una tarea compleja alrededor de la materia prima, esta pasa por una línea móvil de producción, en la cual cada obrero especializado efectúa secuencialmente su tarea específica.

El método de trabajo, es decir, la manera de ejecutar la tarea específica, cada obrero es entrenado para desempeñar las actividades rutinarias del cargo, y en caso de ocurrir un imprevisto, él debe acudir a su supervisor. El flujo secuencial de trabajo y también el tiempo de su duración se establece previamente.

La simplificación en el diseño de los cargos manuales les permite obtener las siguientes ventajas:

- Admisión de empleos con calificación mínima y salarios menores, reduciéndoles costo de producción.
- Minimización de los costos de entrenamiento.
- Reducción de la posibilidad de errores en la producción, con lo que se disminuye desperdicios y devoluciones.
- Facilidad para la supervisión, permitiendo que cada supervisor pueda controlar un número mayor de subordinados.
- Aumento de la eficiencia del trabajo, lo que permite tener una productividad mayor.

## **Incentivos salariales y premios por producción**

Una vez analizado el trabajo, racionalizadas las tareas y estandarizado el tiempo para su ejecución, una vez seleccionado científicamente el obrero y entrando de acuerdo con el método preestablecido, sólo restaba que este colaborase con la empresa y trabajarse dentro de los estándares de tiempos previstos. Para alcanzar la colaboración del obrero. Taylor y sus seguidores desarrollaron los planes de incentivos salariales y de premios por producción.

## **Condiciones de trabajo**

Taylor y sus seguidores verificaron que la eficiencia depende no solamente del método de trabajo y de incentivos salariales sino también de un conjunto de condiciones que garanticen el bienestar físico del trabajador y disminuya la fatiga del trabajador.

Las condiciones de trabajo que más preocuparon a los ingenieros de la administración científica fueron las siguientes:

- La adecuación de instrumentos y herramientas de trabajo y de equipos producción al fin de minimizar el esfuerzo del operador y la pérdida de tiempo en la ejecución de la carrera.
- La distribución física de las máquinas y equipos para racionalizar el flujo de la producción.
- El mejoramiento del ambiente físico del trabajo, de manera que el ruido, la ventilación, la iluminación, el confort general en el trabajo reduzca la eficiencia del trabajador.
- La provisión de instrumentos y equipos éste para cargos específicos, como transportadores, ordenadores, contadores y otro elemento para reducir movimientos innecesarios.

## **Estandarización**

La organización nacional de trabajo no se preocupó solamente por el análisis del trabajo, el estudio de tiempos y movimientos, de la fatiga del obrero y de los planes de incentivos salariales; fue más allá, pasó a preocuparse además de la estandarización de los métodos y proceso de trabajo y de la estandarización de máquinas y equipos, herramientas e instrumentos de trabajo, materias primas componentes, con el fin de reducir la variabilidad y la diversidad en el proceso productivo y por consiguiente, eliminar el desperdicio y aumentar la eficiencia.

Un estándar o patrón es una unidad de medida adoptada y aceptada comúnmente como criterio. Los patrones o estándares representan el desempeño deseado y están siempre relacionados con el resultado que se desea alcanzar. La estandarización es la aplicación de los patrones en una organización o sociedad, lo que significa la aplicación de métodos científicos para obtener uniformidad y reducir costos. Con la administración científica, la estandarización se convierte en una preocupación constante en la obtención de la eficiencia; además, puede conducir a la simplificación, en la medida en que la uniformidad obtenida reduzca la variabilidad si las excepciones que complican las actividades.

## **Supervisión funcional**

Esto es justamente la existencia de diversos supervisores, cada cual especializado en determinadas áreas y con autoridad funcional sobre los mismos subordinados, esa autoridad funcional es relativa y parcial. Para Taylor, el tipo de organización por excelencia es la organización funcional.

Según Taylor las características más sobresalientes y visible de la administración funcional consiste en el hecho en que cada obrero, en vez de estar en contacto directo con la administración en un único punto, es decir, por intermedio de su jefe de grupo recibe orientación y órdenes diarias de otros supervisores a cargo, cada uno de los cuales desempeñan su propia función particular.

La supervisión funcional es exactamente la aplicación de la división del trabajo y de la especialización, a nivel de los supervisores y jefes. La administración funcional deja también previstas las decisiones para la máxima utilización del principio de la división del trabajo, reduciendo al mínimo las funciones que cada empleado debe ejecutar. Tiende, por tanto, a producir alta eficiencia funcional en cada uno de los empleados y en el conjunto de estos.

La supervisión funcional presupone una autoridad relativa dividida y distribuida por zonas tal concepción trajo muchos ataques a su creador, pues se argumentaba que un empleado no puede subordinarse a dos o más superiores. Dada la dirección de los problemas administrativos y empresariales habrían de tomar una creciente complejidad de las empresas.

## **Principios de la administración científica**

La preocupación por racionalizar, estandarizar y establecer normas de conductas al administrador condujo a la mayoría de los ingenieros de la administración científica a pensar que estos principios podrían aplicarse a todas situaciones posibles de la empresa un principio es una afirmación válida de una determinada situación prevista; es una visión anticipada de lo que debería hacerse cuando ocurra aquella determinada situación.

A partir de esta idea creó una nueva doctrina de la administración.

Dentro de sus principales aportes a la administración se encuentran los 14 principios administrativos.

**División del Trabajo:** el cual tiene por objeto "producir más y mejor con el mismo esfuerzo" y tiene como consecuencia, la especialización de las funciones y la separación de poderes.

**Autoridad:** esto es, "el derecho a mandar y poder de hacerse obedecer".

**Disciplina:** la define como "la obediencia, la asiduidad, la actividad, la conducta, los signos exteriores de respeto". Señala como los medios de establecerla y mantenerla: a) los buenos jefes en todos los grados; b) las convenciones las más claras y equitativas que sea posible y c) las sanciones penales juiciosamente aplicadas.

**Unidad de Mando:** "para una acción cualquiera, un agente no debe recibir órdenes más que de un solo jefe". Considera la dualidad de mando como fuente de perpetuo conflicto.

**Unidad de Decisión:** estos son "un solo programa para un conjunto de operaciones que tiendan al mismo objeto". Fayol advierte que no debe confundirse este principio con el anterior, ya que la unidad de mando se refiere al funcionamiento del personal y la unidad de dirección al cuerpo social de la empresa.

**Subordinación del Interés Particular al interés General:** Se refiere a que en una institución el interés de una persona, grupo o departamento no debe primar en contra del interés de la empresa.

**Remuneración del personal:** señala "que la remuneración debe ser equitativa, y en la medida de lo posible dar satisfacción a la vez, al personal y a la empresa, al patrono y al empleado.

**Centralización:** considera este principio como de orden natural, ya que en todo organismo "del cerebro o de la dirección deben partir las órdenes que ponen en movimiento todas las partes del organismo.

**Jerarquía:** "es la serie de jefes que va de la autoridad suprema a los agentes inferiores". La jerarquía no debe violarse, salvo los casos excepcionales en que se hace necesario el contacto directo para el éxito de una operación, siempre con la autorización de los jefes directos, utilizado para ello la conocida pasarela ideada por Fayol.

**Orden:** Fayol distingue el orden material, para el cual aplica la popular fórmula de "un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar", y el orden social, para el cual es preciso que haya "un lugar para cada agente y que cada agente esté en el lugar asignado".

**Equidad:** "es la combinación de la benevolencia con la justicia".

**Estabilidad del Personal:** el autor destaca la importancia en la permanencia del personal, principalmente el de los puestos directivos, para la buena marcha de la empresa.

**Iniciativa:** establece que debe fomentarse la iniciativa de los empleados. Fayol considera superior al jefe que sabe estimular iniciativa.

**Unión del personal:** considera que, para aplicar efectivamente este principio, se hace necesario la unidad de mando, evitando el peligro de la división, ya que esto acarrea perjuicio para la empresa. Estima que la armonía y la unión del personal es uno de los aspectos más importantes de toda institución (Chiavenato, 2006).

## **10.6. Desarrollo, estado actual y evolución del moldeo por inyección**

El moldeo por inyección consiste básicamente en fundir un material plástico en condiciones adecuadas e introducirlo a presión en las cavidades de un molde, donde se enfría hasta una temperatura a la que las piezas puedan ser extraídas

sin deformarse. El gran desarrollo que las máquinas de inyección han sufrido en los últimos años se ha visto influenciado no sólo por el creciente número de materiales y tipo de estos, sino también por la demanda creciente de artículos de plástico. Muchos de los materiales corrientes como PS, PA, PVC, PMMA, etc., se desarrollaron en la década de los años 30. El moldeo por inyección se aplica normalmente a resinas termoplásticas si bien, con ciertas modificaciones, se puede aplicar a materiales termoestables y a elastómeros sintéticos.

En el moldeo por inyección un polímero en estado líquido y caliente, no newtoniano, fluye a través de conductos o canales de geometría compleja, las paredes de los cuales están mucho más frías que el propio polímero, y llena un molde que también tiene las paredes frías. El modelado del proceso es muy complejo, aunque existen algunos programas comerciales ampliamente extendidos como el MOLDFLOW, que han contribuido al estado actual de desarrollo de esta técnica. El moldeo por inyección es, quizás, el método de transformación más característico de la industria de plásticos, y de hecho las máquinas de inyección modernas son un ejemplo de máquinas ideadas y fabricadas con vistas a la producción masiva de piezas. El proceso puede dividirse en dos fases; en la primera tiene lugar la fusión del material y en la segunda la inyección de este en el molde. La manera de realizar estas dos fases es lo que distingue unas máquinas de otras (Tecnologías de Polímeros, M. Beltrán y A. Marcilla, Pág. 170).

### **10.7. Máquinas de husillo**

Las máquinas de husillo proporcionan un calentamiento uniforme del material, así como un mezclado homogéneo. En estas máquinas la inyección del material se realiza desde la cámara de plastificación, que está provista de un husillo similar al de las máquinas de extrusión. El calentamiento del material se produce por tanto de forma similar a como ocurre en las máquinas de extrusión: la rotación del tornillo transforma parte de la energía mecánica en calor por fricción, y además las paredes calientes del cilindro contribuyen a aumentar la temperatura por conducción. La eficiencia en la transmisión de calor de estas máquinas resulta muy elevada frente a las máquinas con pistón. Sin embargo, aquí, a diferencia de lo que ocurre en las máquinas de extrusión, el tornillo además se mueve axialmente para realizar la inyección. El funcionamiento de estas máquinas en cuanto al transporte de sólidos, plastificación y transporte del fundido es análogo a lo que se estudió en el proceso de extrusión. En la actualidad son, con diferencia, las más utilizadas, por lo que a partir de ahora nos referiremos a ellas como “máquinas convencionales”.

**(Ver Anexo 7: máquina de inyección de tornillo/husillo)**

En estas máquinas conforme el tornillo gira la máquina produce material fundido que se va acumulando en la parte anterior del mismo. Para alojar este material fundido dentro del cilindro, el tornillo debe retroceder lentamente mientras gira. Una vez que hay suficiente cantidad de material fundido

acumulada delante del tornillo, se detiene el giro y se realiza un movimiento axial hacia adelante, con lo que se realiza la inyección del material fundido. Al igual que en las máquinas de extrusión, el diseño del tornillo viene determinado por las características del polímero con que se ha de trabajar y por las condiciones del proceso. Las variaciones de diseño se consiguen modificando el paso de hélice, la profundidad del canal y la longitud del tornillo.

*(Ver Anexo 8: Secuencia de movimientos de una máquina de inyección convencional)*

Un tornillo con movimiento axial, que actúa como pistón de inyección, tiene que vencer una gran resistencia para realizar la inyección. Por eso en ocasiones se emplean máquinas que presentan un tornillo de extrusión en la cámara de plastificación y un cilindro de inyección (Tecnologías de Polímeros, M. Beltrán y A. Marcilla, Pág. 177-179).

### **10.8. El ciclo de inyección**

Un ciclo de inyección en una máquina convencional puede considerarse constituido por los tiempos y movimientos siguientes:

- a) **Tiempo de cierre del molde**, durante el cual actúa el sistema de cierre, la máquina ejecuta el movimiento necesario y cierra el molde.
- b) **Tiempo de avance de la unidad de inyección**, durante el cual la unidad de inyección, que hasta ese momento se encuentra separada del molde, avanza hasta que la boquilla se posa sobre el bebedero del molde (punto de entrada al molde).
- c) **Tiempo de llenado o de inyección**, en el que el pistón o el husillo avanza realizando la inyección del material. En este tiempo el molde se llena con el polímero inyectado. El tiempo necesario para realizar la inyección depende del polímero empleado, de la temperatura que éste alcanza, de la velocidad de avance del husillo, del tamaño del molde y de los canales que ponen en comunicación el molde con el cilindro de inyección.
- d) **Tiempo de compactación (o tiempo de moldeo o de mantenimiento)**, durante el cual el molde permanece cerrado y el polímero comienza a enfriarse en el molde. Cuando el material comienza a enfriarse se contrae, por lo que para mantener la presión en el molde durante este periodo se suele introducir lentamente algo más de material dentro de la cavidad de moldeo, lo que compensa la contracción. Este periodo puede variar entre unos segundos y varios minutos. El peso final de la pieza, su estabilidad dimensional y las tensiones internas que pudieran aparecer dependen de cómo se realice esta etapa, que finaliza en el momento en el que el material que ocupa la entrada del molde solidifica, de modo que ya no es necesario mantener la unidad de inyección en posición avanzada para seguir manteniendo la presión.

- e) **Tiempo de retroceso de la unidad de inyección.** Cuando la entrada a la cavidad solidifica la unidad de inyección retrocede y comienza el movimiento rotatorio del husillo para plastificar el material para la siguiente etapa, simultaneándose con la fase de enfriamiento, apertura del molde y extracción de la pieza y acelerando así el tiempo total de ciclo.
- f) **Tiempo de enfriamiento,** necesario para enfriar el polímero que ocupa las cavidades del molde. Generalmente se toma este tiempo desde que acaba la etapa de compactación hasta que se abre el molde, sin embargo, realmente el enfriamiento del material comienza tan pronto como el polímero toca las paredes frías del molde y finaliza cuando se extrae la pieza, por lo que el enfriamiento tiene lugar también durante las etapas de llenado y compactación.
- g) **Tiempo de apertura del molde,** durante el cual se abre el molde. Este tiempo viene a ser aproximadamente constante para cada máquina.
- h) **Tiempo de extracción de la pieza,** durante el cual se sacan las piezas moldeadas de las cavidades de moldeo.
- i) **Tiempo con el molde abierto,** que generalmente es muy corto, pero que en ocasiones puede ser considerable, por ejemplo, si es preciso colocar inserciones metálicas en el molde (Tecnologías de Polímeros, M. Beltrán y A. Marcilla, Pág. 180).

*(Ver Anexo 9: Duración relativa de las diferentes etapas del ciclo de inyección en una máquina convencional)*

## **10.9. Características básicas de las máquinas de inyección**

Con respecto a la máquina debemos considerar las siguientes características básicas que son las primeras consideraciones que se realizan a la hora de definir una máquina de inyección, como son capacidad de inyección, capacidad de plastificación, presión de inyección máxima, fuerza de cierre máxima y velocidad de inyección máxima.

### **Capacidad de inyección**

Se entiende por capacidad de inyección la cantidad máxima de material que una máquina es capaz de inyectar de una sola vez en un molde a una presión determinada. La capacidad de inyección proporciona una idea de las posibilidades de la máquina considerada.

En una situación real la capacidad de inyección viene determinada por el diámetro y la carrera del pistón o husillo de inyección, así como por el tipo de molde utilizado, la temperatura que alcanza el polímero fundido, la presión a que se inyecta y otras variables. Cuando se emplea un molde que es difícil de llenar, la capacidad real de inyección de la máquina es siempre algo menor que la indicada por el fabricante.

## **Capacidad de plastificación**

La capacidad de plastificación es otro dato muy importante para evaluar las posibilidades de una máquina de inyección, sin embargo, no es fácil expresar numéricamente este concepto. Se puede definir, aunque ambiguamente, como la cantidad máxima de material que la máquina es capaz de plastificar por unidad de tiempo. Para comprender mejor este criterio es preciso aclarar que por "plastificar" un polímero debe entenderse el calentar éste lo suficiente para que alcance una temperatura a la que pueda ser inyectado y esta aclaración mantiene la ambigüedad de la definición anterior. Evidentemente, la capacidad de plastificación depende de la eficacia de calefacción de la cámara de plastificación y de las propiedades térmicas del polímero que se calienta.

## **Presión de inyección**

La presión de inyección es una característica mejor definida. Se entiende por presión de inyección la medida en la cara delantera "a" del pistón de inyección o husillo. Como el husillo está actuado por un pistón hidráulico al que es solidario, la fuerza en ambas caras "A" y "a" será la misma, y si  $p$  es la presión de la línea hidráulica y  $P$  la presión de inyección se cumplirá.

**(Ver Anexo 10:** Posición en la que se determina la presión de inyección,  $P$ , y la presión del sistema hidráulico,  $p$ , que actúa sobre el tornillo)

## **Velocidad de inyección**

La velocidad de inyección es el caudal de material que sale de la máquina durante el periodo de inyección; se expresa generalmente en  $\text{cm}^3/\text{s}$  y es una medida de la rapidez con que puede llenarse un molde dado. La velocidad de inyección viene principalmente determinada por la velocidad de avance del pistón o husillo y también se puede expresar como el número de veces por unidad de tiempo que el tornillo puede efectuar su recorrido completo de ida y vuelta cuando la máquina funciona en vacío, es decir, sin molde y sin material de moldeo. Naturalmente, esta característica de la máquina sólo depende de las demás características con que ha sido construida y en especial del tipo de sistema hidráulico utilizado.

En una situación real (con material y molde en la máquina) la velocidad de inyección del material en el molde dependerá de otros factores como la presión de inyección, la temperatura de la cámara de calefacción, las características del material utilizado y el camino que debe recorrer el polímero fundido hasta llegar a las cavidades de moldeo, principalmente.

## **Fuerza de cierre**

La fuerza de cierre es aquella que mantiene unidas las dos mitades del molde mientras en la cavidad de moldeo se desarrolla la máxima presión como

consecuencia de su llenado. Como ya se ha mencionado, la presión en la cavidad de moldeo es mucho menor que la presión de inyección, si bien se desarrolla una fuerza que tiende a separar las dos mitades del molde y que viene dada por el producto de la presión en la cavidad de moldeo por el área proyectada de ésta. Esta fuerza interna del molde puede ser muy grande y necesita ser contrarrestada por una fuerza de cierre que en todo momento sea superior a ella para asegurar así que el molde se mantiene cerrado durante la inyección. Cuanto mayor es la fuerza disponible para mantener cerrado el molde tanto mayor es el área transversal de la pieza que puede moldearse, a igualdad de las demás condiciones. Las máquinas de inyección convencionales empleadas hoy en día son capaces de desarrollar fuerzas de cierre de más de 1000 toneladas (Tecnologías de Polímeros, M. Beltrán y A. Marcilla, Pág. 182-186).

## **11. Variables que intervienen en el proceso**

### **Temperatura de inyección**

Es la temperatura a la que se calienta el material para introducirlo en el interior del molde. La temperatura del material aumenta gradualmente desde que entra por la tolva hasta que se encuentra preparado para ser inyectado. Esta temperatura es función del tipo de material, y no debe ser superior a la temperatura a la que comienza a descomponerse, pero debe ser suficientemente elevada para permitir que el material fluya correctamente. La fusión y homogeneización del material a lo largo de la cámara de plastificación se lleva a cabo por los mismos mecanismos que se describieron para las extrusoras.

### **Temperatura del molde**

Es la temperatura a la que se encuentra la superficie de la cavidad de moldeo. Debe ser lo suficientemente baja para enfriar el material fundido y conseguir que solidifique. Esta temperatura varía a lo largo del molde y depende de varios parámetros (temperatura del fluido refrigerante, temperatura del material, características térmicas del molde, etc.), pero a efectos prácticos se evalúa como el valor medio a lo largo de toda la cavidad. La velocidad a la que se enfría el plástico es un factor muy importante puesto que va a condicionar la morfología del material, y por tanto sus propiedades físicas, mecánicas, ópticas, etc.

### **Presión inicial o de llenado**

Es la presión que se aplica inicialmente al material fundido y que se desarrolla como consecuencia del movimiento hacia adelante del tornillo. Esta presión obliga a que el material fundido fluya hacia adelante, produciendo el llenado inicial del molde. En una situación ideal la presión inicial debe ser lo mayor posible, de modo que el llenado se produzca lo más rápidamente posible.

### **Presión de mantenimiento o compactación (holding pressure)**

Es la presión que se aplica al final de la inyección del material, cuando el molde se encuentra casi completamente lleno. Se llama presión de mantenimiento o compactación, puesto que es la presión que se aplica durante la etapa de compactación, cuando algunas partes del material han comenzado a enfriarse y contraerse y obliga a que el molde se acabe de llenar y se obtenga una pieza con una densidad uniforme.

### **Presión posterior o de retroceso (back pressure)**

Es la presión que se aplica al tornillo mientras retrocede, una vez finalizada la etapa de compactación. Una vez que el molde está completamente lleno el tornillo comienza a girar para plastificar más material para el siguiente ciclo. Este material comienza a alojarse delante del tornillo, obligando a que el tornillo retroceda, sin embargo, no se permite que el tornillo retroceda libremente si no que se aplica una cierta presión posterior para conseguir que el material se mezcle y homogenice adecuadamente.

### **Tiempo de inyección inicial**

El tiempo necesario para realizar la inyección depende de numerosos factores, como de cuanto material se está inyectado, su viscosidad, las características del molde y el porcentaje de la capacidad de inyección que se está empleando. En la mayoría de las máquinas el tiempo de inyección se divide en dos: el tiempo de inyección inicial y el tiempo de mantenimiento. El tiempo de inyección inicial es el tiempo necesario para que el tornillo realice el recorrido hacia adelante, obligando a que el material se introduzca dentro del molde. Normalmente este tiempo no es superior a 2 segundos, y rara vez excede los 3 segundos.

### **Tiempo de mantenimiento o compactación**

El tiempo de mantenimiento o tiempo de compactación es el tiempo que, después de realizar la inyección inicial del material, el tornillo permanece en posición avanzada, para mantener la presión del material dentro del molde. Este tiempo se prolonga hasta que la entrada a la cavidad de moldeo solidifica. A partir de ese instante la cavidad de moldeo queda aislada del resto del sistema mientras continúa enfriándose por lo que prolongar el tiempo que el pistón permanece en posición avanzada carecería de sentido. Para una pieza de 1.5 mm de espesor el tiempo de mantenimiento no suele exceder de 6 segundos.

## **Tiempo de enfriamiento**

Es una de las variables más importantes para conseguir una pieza de buena calidad. Es el tiempo que la pieza requiere para enfriarse hasta que ha solidificado y además ha adquirido la rigidez suficiente para poder ser extraída del molde sin que se deforme. Las partes más externas de las piezas se enfrían a velocidad más rápidas. El tiempo de enfriamiento debe ser suficiente para que un espesor considerable de la pieza (al menos el 95% de la pieza) se encuentre frío para evitar que la pieza se deforme. Lógicamente cuanto mayor sea el espesor de la pieza que se está moldeando mayor será el tiempo de enfriamiento requerido. Como media una pieza de 1.5 mm de espesor requiere de 9 a 12 segundos para solidificar y adquirir suficiente resistencia para poder ser extraída del molde sin deformaciones (Tecnologías de Polímeros, M. Beltrán y A. Marcilla, Pág. 186-189).

### **11.1. Componentes de la máquina de inyección**

#### **Unidad de inyección**

La unidad de inyección consta de un sistema de alimentación (tolva), y del sistema cilindro-tornillo, todos ellos de características muy similares a los de las máquinas de extrusión que se estudiaron anteriormente. Sin embargo, en el proceso de extrusión el material sale de la máquina por la boquilla, que tiene un diseño condicionado por la geometría de la pieza, mientras que en el proceso de inyección el diseño de esa parte de la máquina (tobera) se realiza teniendo en cuenta exclusivamente las características térmicas y de flujo del material. Otra diferencia clara con las máquinas de extrusión reside en el movimiento hacia adelante que realizan los tornillos de las máquinas de inyección. Para evitar el retroceso del material durante la inyección estas máquinas están dotadas de válvulas o sistemas que impiden el retorno del material a la unidad de inyección. En este tema se abordarán aquellas partes de la unidad de inyección diferentes de las que se estudiaron en el tema de extrusión, esto es; la válvula de no retorno y la tobera.

#### **Válvulas de no retorno**

Las válvulas de no retorno de tipo anillo son las más utilizadas, y están constituidas por un anillo que debe deslizarse sobre el cilindro con muy poca holgura sobre éste. Mientras el tornillo gira la válvula se encuentra abierta y el material que está siendo plastificado fluye a través del espacio entre el extremo del tornillo y el anillo. Cuando el tornillo realiza su movimiento hacia adelante para inyectar el material en el molde, la válvula se cierra, de modo que el tornillo queda apoyado sobre el asiento del anillo, lo que impide el retroceso de material.

Este tipo de válvulas sufre un gran desgaste por lo que deben reemplazarse con frecuencia y aumentan las pérdidas de presión en la cámara de

plastificación. Además, pueden crear zonas donde el material pudiera quedar estancado, por lo que en el caso de emplear materiales muy sensibles térmicamente se suele evitar el empleo de estos mecanismos, para no provocar la degradación del material. Hay otros tipos de mecanismos de no retorno que se utilizan frecuentemente, como las válvulas de asiento de bola, aunque aparecen continuamente en el mercado nuevos tipos de sistemas de no-retorno.

### **La tobera**

La tobera es la pieza situada en el extremo del cilindro de inyección y que da salida al material fundido hacia los canales del molde. El diseño de la tobera depende mucho del tipo de polímero con que se trabaje y del diseño del molde, y el diámetro del taladro suele oscilar entre 3 y 8 mm dependiendo del peso de la pieza inyectada. La tobera debe poder intercambiarse con facilidad, para poder emplear la más adecuada dependiendo del tipo de polímero y de las piezas moldeadas. Debe, además, mantener correctamente la temperatura del polímero, y evitar el goteo de material que impediría un buen asiento entre tobera y bebedero (la zona del molde sobre la que se apoya la tobera se conoce como bebedero), y por supuesto debe tener un diseño tal que evite caídas de presión innecesarias.

### **La unidad de cierre**

Un cierre perfecto del molde tiene una gran importancia sobre la calidad de la pieza moldeada y puede hacer innecesarias operaciones secundarias de eliminación de rebabas de los artículos producidos. Al escoger las condiciones del proceso debe darse la debida consideración a la fuerza de cierre que, según lo que llevamos comentado, debe ser superior a la fuerza de apertura.

Los sistemas de cierre constan generalmente de dos platos o placas fijas unidas por unas robustas columnas de alineación, generalmente cuatro. Entre los dos platos fijos hay uno móvil que desliza por las columnas de alineación. A un lado de un plato fijo va situada la unidad de inyección y al otro lado del otro plato fijo va situada la unidad de cierre, que desplaza al plato móvil. El molde se coloca entre el plato móvil y el plato fijo situado al lado de la unidad de inyección.

**(Ver Anexo 11: Esquema de sistema de cierre hidráulico)**

## **11.2. Moldes de inyección**

**(Ver Anexo 12: Representación esquemática de un molde)**

El bebedero es la parte del molde sobre la que se apoya la tobera y el polímero fundido que ocupa el bebedero cuando termina el moldeo, recibe el nombre de mazarote. Estos canales se denominan canales de alimentación y el polímero

que los llena después de terminar cada ciclo de moldeo se conoce como ramificaciones. Mazarote y ramificaciones suelen ir unidos a las piezas moldeadas y reciben en conjunto la denominación de recortes pues han de ser separados de las piezas moldeadas en una operación posterior de recorte.

Los canales de alimentación acaban en una sección más estrecha que comunica con la cavidad de moldeo, a la que se llama entrada a la cavidad o simplemente entrada (gate). Según el tamaño de la pieza que se moldea, la cavidad puede tener una sola o varias entradas convenientemente distribuidas. Después de lo expuesto el concepto de cavidad de moldeo no necesita ningún otro comentario. Un molde de inyección puede tener una o varias cavidades de moldeo.

Un molde está constituido al menos por dos mitades, una mitad positiva y la otra negativa, que juntas forman la cavidad de moldeo. Estas mitades se unen por presión cuando se cierra el molde, tocándose entre sí en una superficie plana a la que se suele llamar plano de partición del molde. Cuando se representa una sección del molde, la superficie de partición puede quedar reducida en el dibujo a una sola línea que recibe el nombre de línea de partición. El plan de partición es perpendicular a la dirección en que actúa la fuerza de cierre. Se llama área transversal de las cavidades o "área proyectada de las cavidades" a la proyección de las cavidades de moldeo sobre el plano de partición. El producto de la presión del polímero dentro de la cavidad por el área transversal de ésta (proyectada de este modo) será la fuerza que tienda a separar las dos mitades del molde. El área transversal de la pieza depende de la posición en que se coloque en el molde la cavidad de moldeo.

En los moldes de inyección es muy importante que la temperatura de la pieza sea lo más uniforme posible durante el enfriamiento. Por ello el molde contiene una serie de canales de refrigeración por los que circula el líquido de refrigeración, generalmente agua. Estos canales deben estar diseñados de modo que permitan el enfriamiento de la pieza a velocidad adecuada y de manera uniforme.

La calidad y propiedades finales de las piezas moldeadas dependen en gran medida de las condiciones físicas del polímero que llena la cavidad en el momento en que solidifica el mazarote. Por ello, en los moldes de múltiples cavidades se requiere que todas ellas comiencen a llenarse a la vez y acaben al mismo tiempo. Esto se puede conseguir haciendo que el material recorra siempre el mismo camino para llenar todas las cavidades, lo que se conoce como flujo equilibrado, pero presenta los inconvenientes de que se pierde una cantidad de material considerable en los recortes y de que el molde debe ser bastante grande. Otra posibilidad es modificar el diámetro y la longitud de la entrada a las cavidades para compensar las diferentes caídas de presión debidas al flujo del material, lo que se conoce como flujo compensado. Con el flujo compensado se consigue disponer las cavidades lo más juntas posible y con canales lo más cortos posible.

En un molde convencional los canales de alimentación que conducen desde la tobera y el bebedero hasta las cavidades de moldeo quedan llenos de polímero fundido al terminar cada etapa de inyección. Este polímero se enfría a la vez que las piezas moldeadas y se extrae con ellas del molde, frecuentemente unido a las propias piezas, por lo que es preciso realizar una operación posterior para separarlos y otra operación para triturar estos recortes y poder aprovecharlos de nuevo en otro ciclo. El moldeo con canales calientes se realiza con un tipo de molde de inyección que incluye en su diseño un sistema que mantiene los canales de alimentación a una temperatura más alta que las cavidades de moldeo. De este modo el polímero que ocupa los canales alimentación permanece siempre en estado fundido y preparado para la próxima inyección. El principal objeto del uso de canales calientes es eliminar del molde de inyección el sistema de alimentación a las cavidades y con ello evitar la formación de "recortes" y la necesidad de una operación de acabado en las piezas moldeadas y de trituración del material para volver a utilizarlo. Esto significa que el control de la temperatura debe ser muy riguroso, tanto en el molde como en las toberas, que el área de contacto entre las toberas secundarias y el molde ha de mantenerse en el mínimo y que el ciclo de moldeo ha de ser rigurosamente constante. Se suelen rebajar determinadas zonas del molde para disminuir el área de contacto de las toberas y se aísla el sistema de canales del resto del molde. Estos moldes resultan caros y por ello, sólo se usan para producciones muy grandes que permiten amortizar el coste de estos. La técnica de moldeo con canales aislados elimina prácticamente estos inconvenientes. En esta técnica los canales son de gran diámetro (como mínimo 12.5 mm). Cuando se inyecta el material plástico la capa en contacto con el metal frío solidifica. Esta capa actúa como aislante térmico por lo que el polímero que fluye por el centro del canal permanece fundido inyección tras inyección. Estos moldes permiten economizar los costes de construcción, no necesitan de un control riguroso de la temperatura y suprimen la necesidad de eliminar recortes (Tecnologías de Polímeros, M. Beltrán y A. Marcilla, Pág. 198-202).

### **11.3. Plásticos**

Los plásticos son materiales polímeros orgánicos que pueden deformarse hasta conseguir una forma deseada por medio de extrusión, moldeo, hilado, etc. Los plásticos se caracterizan por una alta relación resistencia/densidad, unas propiedades excelentes para el aislamiento térmico y eléctrico y una buena resistencia a los ácidos, álcalis y disolventes.

Los productos finales son sólidos, aunque en alguna etapa de su procesamiento son fluidos bastante fáciles de formar por aplicación de calor y presión. En forma final, los plásticos consisten de largas cadenas de moléculas o polímeros, que se obtienen a partir de bloques de moléculas o monómeros; por medio de catalizadores, calor y presión.

El cruce de eslabones de dos o más polímeros, proceso análogo a la aleación de los metales, es conocido como polimerización, aunque no todos los polímeros son plásticos.

**Los tres tipos básicos de plásticos son:**

- Resinas termoplásticas que pueden reprocesarse algunas veces sin ocasionar un cambio en su composición química.
- Resinas termo fijas las que no se pueden reprocesar debido a que se ocasionaría un cambio en su composición química.
- Elastómeros, pueden ser termoplásticos o termo fijos, y tienen la capacidad de experimentar una gran cantidad de deformación elástica a temperatura ambiente.

**Plásticos más utilizados**

Nombre	Uso principal	Abreviatura	No. De identificación
Tereftalato de Polietileno	Producción de botellas para bebidas. A través de su reciclado se obtiene principalmente fibras para relleno de bolsas de dormir, alfombras, cuerdas y almohadas.	PET o PETE	1
Polietileno de alta Densidad	Se utiliza en envases de leche, detergente, aceite para motor, etc. El HDPE tras reciclarse se utiliza para macetas, contenedores de basura y botellas de detergente.	PEAD o HDPE	2
Policloruro de vinilo o Vinilo	Botellas de champú, envases de aceite de cocina, artículos de servicio para casas de comida rápida, etc. El PVC puede ser reciclado como	PVC o V	3

	tubos de drenaje e irrigación.		
Polietileno de baja Densidad	Bolsas de supermercado, de pan, plástico para envolver. El LDPE puede ser reciclado como bolsas de supermercado nuevamente.	PEBD o LDPE	4
Polipropileno	Se utiliza en la mayoría de recipientes para yogurt, sorbetes, tapas de botella, etc. El PP tras el reciclado se utiliza como viguetas de plástico, peldaños para registros de drenaje, cajas de baterías para autos.	PP	5
Poliestireno	Tazas desechables de bebidas calientes y bandejas de carne. El PS puede reciclarse en viguetas de plástico, cajas de cintas para casetes y macetas.	PS	6
Otros	Botellas de cátsup para exprimir, platos para hornos de microondas, etc. Estos plásticos no se reciclan porque no se sabe con certeza qué tipo de resinas contienen.	Otros	7

(El código de identificación es adoptado en México el 25 de Noviembre de 1999 en la NMX-E-232- SCFI-1999 basado en la identificación de Europa y países de América)

## **Estructura molecular**

Las características físicas de un polímero no sólo dependen del peso molecular y de la forma, sino que también dependen de las diferencias en la estructura de las cadenas moleculares. Las técnicas modernas de síntesis de polímeros permiten un gran control sobre varias posibilidades estructurales entre ellas las lineales, ramificadas, entrecruzadas, reticuladas y también varias configuraciones isométricas.

Los plásticos son materiales compuestos principalmente de polímeros de orígenes naturales y modificados o de polímeros hechos artificialmente que a veces contienen aditivos como fibras, cargas, pigmentos y otros similares que mejoran más aún sus propiedades. Entre los plásticos encontramos los termoplásticos, los termoestables y los elastómeros.

## **La polimerización**

Es el proceso mediante el cual pequeñas moléculas de una sola unidad (conocidas como monómeros) o de unas cuantas unidades (oligómeros) se unen químicamente para crear moléculas gigantes. Por lo común, la polimerización comienza con la producción de largas cadenas en las cuales los átomos están fuertemente unidos mediante un enlace covalente. Los plásticos se utilizan en una increíble cantidad de aplicaciones como: enseres domésticos, elementos estructurales, materiales biomédicos, solo por mencionar algunos. Los plásticos también se usan para fabricar componentes electrónicos debido a su capacidad aislante y a su constante dieléctrica baja.

Están diseñados para dar una mejor resistencia o un mayor rendimiento a temperaturas elevadas teniendo como característica su elevado costo. Algunos de los polímeros de ingeniería pueden funcionar a temperaturas tan altas como 350 °C; otros, usualmente como fibras, tienen resistencias superiores a las del acero.

## **Cristalización y deformación**

La cristalinidad, es importante en los polímeros, ya que afecta sus propiedades mecánicas y ópticas. La cristalinidad se presenta durante el procesamiento de los polímeros como resultado de cambios en la temperatura y de esfuerzos aplicados; alentar la cristalización del polímero también ayuda a incrementar su densidad, resistencia al ataque químico y propiedades mecánicas, incluso a temperaturas más elevadas, debido a la fuerte unión existente entre las cadenas. Además la deformación endereza y alinea las cadenas, produciendo una orientación preferente.

## **Efecto de la temperatura sobre los termoplásticos**

Las propiedades de los termoplásticos cambian en función de la temperatura. Es necesario saber la forma en que ocurren estos cambios, ya que pueden ayudarnos a:

- a) El diseño de mejores componentes.
- b) Guiar el tipo de técnicas de procesamiento que deban utilizarse.

Se pueden observar varias temperaturas y estructuras críticas, las cuales una vez que se hayan enfriado por debajo de la temperatura de fusión, los materiales termoplásticos pueden ser amorfos o cristalinos. Con mayor frecuencia los termoplásticos de ingeniería están formados por regiones amorfas y cristalinas. La cristalinidad de los materiales termoplásticos puede introducirse por temperatura (enfriamiento lento) o mediante aplicación de esfuerzos que desenreden cadenas.

### **Temperatura de degradación**

A temperaturas muy altas pueden destruirse los enlaces covalentes entre los átomos dentro de la cadena lineal y el polímero puede quemarse o carbonizarse. En los polímeros termoplásticos, la descomposición se presenta en estado líquido esta sería la temperatura de degradación.

Algunos materiales agregados a los termoplásticos como, por ejemplo, la piedra caliza, el talco, la alúmina, etc. Actúan como estabilizadores térmicos, es decir, estabilizadores de calor. Absorben el calor protegiendo la matriz polimérica.

La exposición a otras formas de productos químicos o energías por ejemplo, oxígeno, radiación ultravioleta y ataques por bacterias también hace que el polímero se degrade o se envejezca lentamente, incluso a bajas temperaturas.

### **Estado vítreo**

Puesto que las propiedades mecánicas de los polímeros dependen de los cambios de temperatura. La temperatura de fusión y/o de Transición Vítreo de un polímero se determina como en el caso de los materiales cerámicos.

Algunos de los factores que influyen en la Temperatura de Transición Vítreo es cuando a bajas temperaturas las vibraciones de los átomos tienen pequeñas amplitudes y son relativamente independientes. Al aumentar la temperatura, las vibraciones incrementan su magnitud y se coordinan hasta el punto en que se producen movimientos de traslación de cadenas que, a elevada temperatura, implica a muchos átomos en cadena.

A temperatura de fusión el movimiento de las cadenas tiene tanta energía que es capaz de romper gran número de enlaces secundarios y generar una estructura molecular altamente desordenada.

El valor de temperatura de fusión de un polímero cristalino o semi-cristalino dependen de los elementos estructurales que modifican la capacidad de las cadenas para formar enlaces de van der Waals y/o de hidrógeno.

La temperatura de transición vítreo también depende de la estructura de los componentes, la cual influye en la capacidad de las cadenas moleculares para vibrar y rotar a medida de que la temperatura aumenta. Probablemente la flexibilidad de las cadenas ejerce la mayor influencia. Cuanto más rígida sea una cadena, la probabilidad que experimente un movimiento de rotación cuando la temperatura aumenta es menor.

Por debajo de la Temperatura de Transición Vítrea  $T_g$  el polímero amorfo lineal se hace duro, frágil y como el vidrio. Nuevamente no se trata de una temperatura fija, sino de un rango de temperaturas. Cuando el polímero se enfría por debajo de la temperatura de transición vítrea, ciertas propiedades, como la densidad o el módulo de elasticidad, cambian a una velocidad diferente.

### **Propiedades de los plásticos que pueden ser favorables**

1. Peso ligero.
2. Alta resistencia química y a la humedad.
3. Lata resistencia al choque y a la vibración.
4. Transparentes o translúcido.
5. Tienden a absorber la vibración y el sonido.
6. Alta resistencia a la abrasión y al uso.
7. Pre lubricados.
8. Con frecuencia, fáciles de fabricar.
9. Pueden tener color uniforme.
10. Con frecuencia el costo es menor por parte terminada.

### **Propiedades de los plásticos que pueden ser desfavorables**

1. Baja resistencia.
2. Alta expansión térmica.
3. Más susceptibles a la rotura por fatiga, flujo a temperaturas bajas y deformación bajo carga.
4. Baja resistencia al calor, tanto a la degradación térmica como a la distorsión por calor.
5. Más propensos a volverse quebradizos a bajas temperaturas.
6. Suaves.
7. Menos dúctiles.
8. Cambios dimensionales debido a la absorción de humedad y solventes.
9. Flamables.
10. Algunas variedades son degradadas por la radiación ultravioleta.

### **Propiedades que pueden ser favorables o desfavorables**

1. Son flexibles. Aun las variedades rígidas, tienen mayor resiliencia (capacidad de sufrir una deformación y regresar a su forma original) que los metales.
2. No conducen la electricidad.
3. Son aislantes térmicos.
4. Son formados a través de la aplicación de calor y presión.

### **Propiedades mecánicas**

Para los plásticos, hay tres tipos de curvas de esfuerzo-deformación. A temperatura ambiente el polietileno, polipropileno, policarbonato, acetal y nylon (con 2.5% de humedad) ceden en forma gradual, por ejemplo el nylon seco cede abruptamente; los acrílicos y estirenos, por lo común se fracturan antes del punto de cadencia.

### **Tensión, compresión y flexión**

Respecto a estos parámetros, se puede comentar lo siguiente. Las curvas de esfuerzo de formación para tensión y compresión, son idénticas para deformaciones pequeñas. El módulo de flexión, generalmente es igual al módulo para la tensión. Para deformaciones relativamente grandes, el esfuerzo a la compresión es mayor que a la tensión.

### **Envejecimiento**

Las condiciones que causan el envejecimiento de los plásticos son las deformaciones bajo cargas cíclicas o continuas durante mucho tiempo; altas temperaturas y la exposición prolongada en ambientes oxidantes. Las consecuencias del envejecimiento se manifiestan de dos formas: experimentan una deformación gradual o paulatina bajo una carga constante; disminuye la fuerza requerida para producir una deformación constante. Estas consecuencias del envejecimiento se conocen como “deformación bajo carga” y “relajación”, respectivamente. Para propósitos de diseño, se puede asumir que los módulos de deformación y relajación son iguales, siendo estos definidos como el esfuerzo ( $F/A$ ), dividido entre la deformación en el tiempo  $t$  ( $Lt/Lo$ ). El tiempo  $t$ , es función del metal específico.

### **Rellenos**

Los materiales de relleno se adicionan a los polímeros para incrementar las resistencias a la tracción, a la compresión y a la abrasión, la tenacidad, la estabilidad dimensional y térmica y otras propiedades. Como relleno se utiliza aserrín, sílice, arena, vidrio, arcilla, talco, caliza e incluso polímeros sintéticos, todos ellos totalmente pulverizados. Los tamaños de las partículas van de 10 nm a dimensiones macroscópicas. El coste del producto final disminuye porque estos materiales baratos substituyen una parte del volumen de los polímeros más caros.

### **Degradación de los polímeros**

Los materiales poliméricos también experimentan deterioro mediante interacciones con el medio ambiente. Sin embargo, para referirse a estas interacciones no deseadas, se utiliza el término de degradación en vez de corrosión ya que los procesos son distintos. La degradación polimérica implica fenómenos físicos y químicos, mientras que las reacciones de la corrosión metálica suelen ser electroquímicas. Además, en la degradación de los polímeros tiene lugar gran variedad de reacciones y consecuencias adversas.

Los polímeros se deterioran por hinchamiento y por disolución. La ruptura de enlaces covalentes, ya sea por energía térmica, por reacciones químicas, y también por radicación, generalmente va acompañada de una disminución de la integridad mecánica. Debido a la complejidad química de los polímeros, los mecanismos de su degradación no se conocen lo suficiente.

### **Degradación por efectos térmicos**

La degradación térmica consiste en la escisión de cadenas moleculares a elevadas temperaturas. Una consecuencia de esto es que algunos polímeros experimentan reacciones químicas que producen especies gaseosas. Estas reacciones se evidencian por la pérdida del peso del material; la estabilidad térmica de los polímeros es una medida de su resistencia a esta descomposición. La estabilidad térmica se relaciona principalmente con la magnitud de las energías de enlace de los diferentes componentes de un polímero: las energías más elevadas corresponden a los materiales más estables térmicamente.

### **Degradación por exposición a la intemperie**

La mayoría de los materiales poliméricos en servicio están expuestos al exterior. El deterioro resultante se denomina degradación por exposición a la intemperie que a menudo resulta una combinación de varios procesos distintos. En estas condiciones el deterioro es principalmente consecuencia de la oxidación iniciada por la radiación ultravioleta del sol. Algunos polímeros absorben agua y disminuyen su dureza y tenacidad. La resistencia a la degradación por exposición a la intemperie de los polímeros es dispar.

### **Propiedad térmica**

Por propiedad térmica se entiende a la respuesta de un material al ser calentado. A medida que un sólido absorbe energía en forma de calor, su temperatura y sus dimensiones aumentan. La energía puede transportarse a las regiones más frías de la muestra si existe un gradiente de temperatura y, finalmente, la muestra puede fundirse. La capacidad calorífica, la dilatación térmica y la conductividad térmica son propiedades muy importantes en la utilización práctica de los polímeros.

### **Capacidad calorífica**

Cuando se calienta un material sólido, este tiene un aumento de temperatura, indicando con ello que absorbe energía. La capacidad calorífica es una propiedad que indica la capacidad de un material de absorber calor de su entorno; representa la cantidad de energía necesaria para aumentar la temperatura en una unidad.

En estos materiales la transferencia de calor se realiza por vibración, traslación y rotación de moléculas. La magnitud de las conductividades térmicas depende del grado de cristalinidad; un polímero con un alto grado de cristalinidad y una estructura ordenada tendrá una conductividad mayor que el material amorfo equivalente.

### **Esfuerzos resultantes de gradientes de temperaturas**

Cuando un cuerpo es calentado o enfriado, la distribución de temperatura dependerá de su tamaño y forma, de la conductividad térmica del material y de la velocidad del cambio de temperatura. Como el resultado de los gradientes de temperatura en el interior del cuerpo, debidos frecuentemente a calentamientos o enfriamientos en los que la temperatura externa cambia más rápida que la interna, se producen tensiones térmicas; los cambios dimensionales diferenciales restringen la dilatación o contracción libres de elementos de volumen adyacentes dentro de la pieza (Inyección de plásticos, Mink Spe, Walter, Pág. 200-210).

### **11.4. Manufactura esbelta**

La manufactura esbelta son varias herramientas que ayudan a eliminar todas las operaciones que no le agregan valor al producto, servicio y a los procesos, aumentando el valor de cada actividad realizada y eliminando lo que no se requiere. Reducir desperdicios y mejorar las operaciones. La manufactura esbelta nació en Japón y fue concebida por los grandes gurús del Sistema de Producción Toyota: William Edward Deming, Taiichi Ohno, Shigeo Shingo, Eijy Toyota entre algunos.

El sistema de manufactura esbelta se ha definido como una filosofía de excelencia de manufactura, basada en:

- La eliminación planeada de todo tipo de desperdicio
- Mejora continua: Kaizen
- La mejora consistente de productividad y calidad

### **Objetivos de la manufactura esbelta**

Los principales objetivos de la manufactura esbelta es implantar una filosofía de mejora continua que le permita a las compañías reducir sus costos, mejorar los procesos y eliminar los desperdicios para aumentar la satisfacción de los clientes y mantener el margen de utilidad.

Manufactura esbelta proporciona a las compañías herramientas para sobrevivir en un mercado global que exige calidad más alta, entrega más rápida a más bajo precio y en la cantidad requerida. Específicamente, manufactura esbelta:

- Reduce la cadena de desperdicios dramáticamente
- Reduce el inventario y el espacio en el piso de producción

- Crea sistemas de producción más robustos
- Crea sistemas de entrega de materiales apropiados
- Mejora las distribuciones de planta para aumentar la flexibilidad

## **Beneficios**

La implantación de manufactura esbelta es importante en diferentes áreas, ya que se emplean diferentes herramientas, por lo que beneficia a la empresa y sus empleados. Algunos de los beneficios que genera son:

- Reducción de 50% en costos de producción
- Reducción de inventarios
- Reducción del tiempo de entrega (lead time)
- Mejor calidad
- Menos mano de obra
- Mayor eficiencia de equipo
- Disminución de los desperdicios
- Sobreproducción
- Tiempo de espera (los retrasos)
- Transporte
- El proceso
- Inventarios
- Movimientos
- Mala calidad

Una definición de manufactura esbelta

Una planta de manufactura esbelta se caracteriza por...

- Producción integrada de una sola pieza (es decir, un flujo continuo de trabajo) con inventarios mínimos en cada etapa del proceso de producción.
- Capacidad de producción en lotes pequeños que esté sincronizado con la programación de embarque.
- Prevención de defectos en lugar de inspección y re-trabajo al crear calidad en el proceso e implementar procedimientos de retroalimentación con tiempo real.
- Planeación de producción impulsada por la demanda del cliente o “Jalar” y no para satisfacer la carga de la máquina o flujos de trabajo inflexibles en el piso de producción.
- Organizaciones de trabajo basadas en el equipo con operadores y habilidades múltiples autorizadas a tomar decisiones y mejorar las operaciones con poco personal indirecto.

- Participación activa de los trabajadores en la depuración y solución de problemas para mejorar la calidad y eliminar desechos.
- Integración cercana de todo el flujo de valor desde materia prima hasta producto terminado a través de las relaciones orientadas a la cooperación con los proveedores y distribuidores.

### **Pensamiento esbelto**

La parte fundamental en el proceso de desarrollo de una estrategia esbelta es la que respecta al personal, ya que muchas veces implica cambios radicales en la manera de trabajar, algo que por naturaleza causa desconfianza y temor. Lo que descubrieron los japoneses es, que más que una técnica, se trata de un buen régimen de relaciones humanas. En el pasado se ha desperdiciado la inteligencia y creatividad del trabajador, a quien se le contrata como si fuera una máquina. Es muy común que, cuando un empleado de los niveles bajos del organigrama se presenta con una idea o propuesta, se le critique e incluso se le calle. A veces los directores no comprenden que, cada vez que le ‘apagan el foquito’ a un trabajador, están desperdiciando dinero. El concepto de manufactura esbelta implica la anulación de los mandos y su reemplazo por el liderazgo. La palabra líder es la clave.

### **Concientización Cultural**

La implementación exitosa de los principios de manufactura esbelta requiere de una concientización profunda en toda la organización. Mayor responsabilidad y autoridad de los trabajadores, disciplina en el proceso y una búsqueda constante de la mejora continua son elementos críticos para lograr los objetivos a largo plazo de la compañía. Frecuentemente las organizaciones no se dan cuenta de todo el potencial de la manufactura esbelta debido a que padecen del síndrome de raíces poco profundas.

Estructura de raíces profundas

Una organización de manufactura con...

- Personal y procesos de autorización en el núcleo.
- Administración como sistema de soporte para manufactura.
- Sólida ingeniería de producción que integra la participación del piso de producción.
- Una visión de que los problemas son oportunidades para el equipo y donde busca la causa raíz.
- Un enfoque en toda la planta en la eliminación de desechos.

Las Estructuras de raíces profundas se caracterizan por...

- Cultura: Un mejoramiento continuo de la compañía.
- Planeación: Establecer objetivos, luchar por conseguirlos.
- Enfoque: Eliminar desechos, minimizar costo total.
- Integración: Toda la organización relacionada con el sistema de producción.
- Problemas: Exponerlos y encontrar soluciones permanentes.
- Estructura de raíces poco profundas.

Una organización de manufactura con...

- Pocos procesos de autorización para energizar a las personas.
- Administración como un director de las operaciones de manufactura.
- Una visión de que ingeniería de producción tiene como objetivo incrementar la eficiencia de la mano de obra.
- Una visión de que los problemas son obstáculos para el progreso y se busca asignar la culpa.
- Enfoque en toda la planta en el resultado.

Las Estructuras de raíces poco profundas se caracterizan por...

- Cultura: Maximizar los resultados y las utilidades.
- Planeación: "En qué debemos trabajar el día de hoy".
- Enfoque: Trabajo sobre estrategias individuales o de departamento.
- Integración: Iniciativa de manufactura, no en toda la compañía.
- Problemas: Soluciones rápidas y quién es responsable.

### **Los 5 Principios del Pensamiento Esbelto**

1. Define el Valor desde el punto de vista del cliente: La mayoría de los clientes quieren comprar una solución, no un producto o servicio.

2. Identifica tu corriente de Valor: Eliminar desperdicios encontrando pasos que no agregan valor, algunos son inevitables y otros son eliminados inmediatamente.

3. Crea Flujo:

Haz que todo el proceso fluya suave y directamente de un paso que agregue valor a otro, desde la materia prima hasta el consumidor.

4. Produzca el "Jale" del Cliente:

Una vez hecho el flujo, serán capaces de producir por órdenes de los clientes en vez de producir basado en pronósticos de ventas a largo plazo.

5. Persiga la perfección: Una vez que una empresa consigue los primeros cuatro pasos, se vuelve claro para aquellos que están involucrados, que añadir eficiencia siempre es posible.

## 11.5. Los 7 desperdicios

En todos los procesos y en todas las áreas existen desperdicios, por lo que debemos de trabajar conjuntamente a promover la mejora continua, enfocando nuestros esfuerzos, a la identificación y eliminación de desperdicios.

Para entender claramente el concepto desperdicio, se debe comprender el concepto de valor agregado.

Valor agregado:

- Son todos los procesos, operaciones o actividades productivas que cambian la forma, ajuste o función del producto para cumplir con las especificaciones/expectativas del cliente.
- Es todo aquello que el cliente está dispuesto a pagar.
- Después de revisar el concepto de valor agregado, debemos conocer y enseñarnos a identificar-eliminar desperdicios.

Desperdicio:

- Es todo aquel elemento que no agrega valor al producto, adicionando únicamente costos y/o tiempo.
- Es todo aquello que el cliente no está dispuesto a pagar.
- Un desperdicio es el sintoma del problema, no es la causa raíz.

1. La identificación y entendimiento del desperdicio son elementos clave para definir la causa raíz.

2. Para eliminar desperdicios, debemos de ser capaces de identificar los desperdicios.

**1. Desperdicio por movimientos:** Es cuando en los procesos de producción y áreas de servicio, los operarios tienen que realizar movimientos excesivos para tomar partes productivas, herramientas, o realizar desplazamientos excesivos para poder efectuar su operación.

- Configuración y organización de las áreas de trabajo deficiente.
- Contenido de labor mal balanceado.
- Fabrica visual no implantada.
- Estandarización del trabajo no realizada.

**2. Desperdicio por transportación:** Excesivo movimiento de transportación de material, entre estaciones de trabajo, áreas de producción, bodegas, etc.

- Grandes distancias entre operaciones o estaciones de trabajo.
- Grandes distancias entre bodegas-terminales.
- Los surtidores de material no tienen rutas, ni programas de surtido.

- Bodegas en las áreas productivas o fuera de ellas.
- Recorridos excesivos entre los puntos de recibo de material y los puntos de uso.
- Control y manejo de exceso de inventario.

**3. Desperdicio por Corrección:** Todo aquel re-trabajo, reparación o corrección realizada al producto por problemas de calidad; así mismo la sobre inspección como efecto de la contención de problemas en lugar de su eliminación.

- Escasa o lenta retroalimentación de problemas de calidad.
- Inspección excesiva, en el recibo de material, en la estación de trabajo o fuera de las estaciones de trabajo.
- Las reparaciones son vistas como un proceso aceptable dentro de los procesos.
- Dispositivos a prueba de error poco efectivos.
- No se tiene una estandarización del trabajo realizado, provocando una variabilidad excesiva en el proceso.
- Mantenimiento poco efectivo al equipo y/o herramienta.

**4. Desperdicio por inventario:** Exceso de materiales productivos y materiales industriales.

- Mentalidad de producción en masa, baches o exceso de subensambles entre estaciones de trabajo.
- Entrega/embarques ineficientes de materiales, sub ensambles o ensambles internamente y externamente.
- Programas de producción no están coordinados entre procesos.
- No se utiliza la fábrica visual para controlar el proceso, ejemplo: máximos y mínimos; marcado de estaciones, flujo de proceso, etc.

**5. Desperdicio por Espera:** Tiempos muertos entre operaciones y/o estaciones de trabajo.

- Espera para recibir soporte por problemas de equipo, información y/o materiales.
- Baja efectividad del equipo (OEE) y paros excesivos de equipo (vehículos industriales, maquinaria, etc.).
- Contenidos de labor desbalanceados.
- Juntas indisciplinadas.

**6. Desperdicio por sobre-procesamiento:** Hacer más de lo requerido por las especificaciones/programación del producto.

- Los estándares de producción son desconocidos o no son claros para los operadores. Ejemplos: poner más sello del requerido, dar puntos o cordones de soldadura donde no son requeridos, pintar áreas que no son

necesarias, ensamblar componentes no requeridos, sobre inspeccionar características no relevantes para el cliente, etc.

- La programación de producción es desconocida o no es clara para los operarios. Ejemplo: surten más material del requerido, almacenan material donde no es requerido, pintan áreas no necesarias, ocupan más equipo del requerido (dollies).
- No se tienen ayudas visuales como soporte a los operarios.
- Uso diario del concepto "más es, mejor".

**7. Desperdicio por sobre-producción:** Hacer más de lo requerido por el siguiente proceso. Entregar más pronto de lo requerido por el siguiente proceso. Hacerlo más rápido de lo requerido por el siguiente proceso.

- Pérdidas por operaciones o equipos "cuello de botella".
- Se produce por lotes y no por secuencia.
- Se descarga/surte por "críticos" y no por requerimientos.
- Búsqueda de sub ensambles, materiales no almacenados o perdidos.
- Exceso de subensambles como indisciplina al no cumplimiento del "bell to bell".

## 11.6. Las 5'S

Este concepto se refiere a la creación y mantenimiento de áreas de trabajo más limpias, más organizadas y más seguras, es decir, se trata de imprimirle mayor "calidad de vida" al trabajo. Las 5'S provienen de términos japoneses que diariamente ponemos en práctica en nuestra vida cotidiana y no son parte exclusiva de una "cultura japonesa" ajena a nosotros, es más, todos los seres humanos, o casi todos, tenemos tendencia a practicar o hemos practicado las 5'S, aunque no nos demos cuenta.

Las 5'S son:

Clasificar, organizar o arreglar apropiadamente: Seiri.

Ordenar: Seiton.

Limpieza: Seiso.

Estandarizar: Seiketsu.

Disciplina: Shitsuke.

Objetivos de las 5'S:

El objetivo central de las 5'S es lograr el funcionamiento más eficiente y uniforme de las personas en los centros de trabajo.

Beneficios de las 5'S:

La implantación de una estrategia de 5'S es importante en diferentes áreas, por ejemplo, permite eliminar despilfarros y por otro lado permite mejorar las

condiciones de seguridad industrial, beneficiando así a la empresa y sus empleados. Algunos de los beneficios que genera la estrategias de las 5'S son:

- Mayores niveles de seguridad que redundan en una mayor motivación de los empleados.
- Mayor calidad.
- Tiempos de respuesta más cortos.
- Aumenta la vida útil de los equipos.
- Genera cultura organizacional.
- Reducción en las pérdidas y mermas por producciones con defectos.

### **Clasificar (seiri)**

Clasificar consiste en retirar del área o estación de trabajo todos aquellos elementos que no son necesarios para realizar la labor, ya sea en áreas de producción o en áreas administrativas. Una forma efectiva de identificar estos elementos que habrán de ser eliminados es el llamado "etiquetado en rojo". En efecto una tarjeta roja (de expulsión) es colocada a cada artículo que se considera no necesario para la operación. Enseguida, estos artículos son llevados a un área de almacenamiento transitorio. Más tarde, si se confirmó que eran innecesarios, estos se dividirán en dos clases, los que son utilizables para otra operación y los inútiles que serán descartados. Este paso de ordenamiento es una manera excelente de liberar espacios de piso desechando cosas tales como: herramientas rotas, aditamentos o herramientas obsoletas, recortes y excesos de materia prima. Este paso también ayuda a eliminar la mentalidad de "por si acaso".

Clasificar consiste en:

- Separar en el sitio de trabajo las cosas que realmente sirven de las que no sirven.
- Clasificar lo necesario de lo innecesario para el trabajo rutinario.
- Mantener lo que necesitamos y eliminar lo excesivo.
- Separa los elementos empleados de acuerdo a su naturaleza, uso, seguridad y frecuencia de utilización con el objeto de facilitar la agilidad en el trabajo.
- Organizar las herramientas en sitios donde los cambios se puedan realizar en el menor tiempo posible.
- Eliminar elementos que afectan el funcionamiento de los equipos y que pueden producir averías.
- Eliminar información innecesaria y que nos pueden conducir a errores de interpretación o de actuación.

Beneficios de clasificar:

Al clasificar se preparan los lugares de trabajo para que estos sean más seguros y productivos. El primer y más directo impacto está relacionado con la seguridad. Ante la presencia de elementos innecesarios, el ambiente de trabajo

es tenso, impide la visión completa de las áreas de trabajo, dificulta observar el funcionamiento de los equipos y máquinas, las salidas de emergencia quedan obstaculizadas haciendo todo esto que el área de trabajo sea más insegura. Clasificar permite:

- Liberar espacio útil en planta y oficinas.
- Reducir los tiempos de acceso al material, documentos, herramientas y otros elementos.
- Mejorar el control visual de inventarios de repuesto y elementos de producción, carpetas con información, planos, etc.
- Eliminar las pérdidas de productos o elementos que se deterioran por permanecer un largo tiempo expuesto en un ambiente no adecuado para ellos; por ejemplo, material de empaque, etiquetas, envases plásticos, cajas de cartón y otros.
- Facilitar control visual de las materias primas que se van agotando y que requieren para un proceso en un turno, etc.
- Preparar las áreas de trabajo para el desarrollo de acciones de mantenimiento autónomo, ya que se puede apreciar con facilidad los escapes, fugas y contaminaciones existentes en los equipos y que frecuentemente quedan ocultas por los elementos innecesarios que se encuentran cerca de los equipos.

### **Ordenar (seiton)**

Consiste en organizar los elementos que hemos clasificado como necesarios de modo que se puedan encontrar con facilidad. Ordenar en mantenimiento tiene que ver con la mejora de la visualización de los elementos de las máquinas e instalaciones industriales. Algunas estrategias para este proceso de "todo en su lugar" son: pintura de pisos delimitando claramente áreas de trabajo y ubicaciones, tablas con siluetas, así como estantería modular y/o gabinetes para tener en su lugar cosas como un bote de basura, una escoba, trapeador, cubeta, etc., es decir, "Un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar." El ordenar permite:

- Disponer de un sitio adecuado para cada elemento utilizado en el trabajo de rutina para facilitar su acceso y retorno al lugar.
- Disponer de sitios identificados para ubicar elementos que se emplean con poca frecuencia.
- Disponer de lugares para ubicar el material o elementos que no se usarán en el futuro.
- En el caso de maquinaria, facilitar la identificación visual de los elementos de los equipos, sistemas de seguridad, alarmas, controles, sentidos de giro, etc.
- Lograr que el equipo tenga protecciones visuales para facilitar su inspección autónoma y control de limpieza.

- Identificar y marcar todos los sistemas auxiliares del proceso como tuberías, aire comprimido, combustibles.
- Incrementar el conocimiento de los equipos por parte de los operadores de producción.

Beneficios de ordenar:

- Beneficios para el trabajador.
- Facilita el acceso rápido a elementos que se requieren para el trabajo.
- Se mejora la información en el sitio de trabajo para evitar errores y acciones de riesgo potencial.
- El aseo y limpieza se pueden realizar con mayor facilidad y seguridad.
- La presentación y estética de la planta se mejora, comunica orden, responsabilidad y compromiso con el trabajo.
- Se libera espacio.
- El ambiente de trabajo es más agradable.
- La seguridad se incrementa debido a la demarcación de todos los sitios de la planta y a la utilización de protecciones transparentes especialmente los de alto riesgo.

Beneficios organizativos:

- La empresa puede contar con sistemas simples de control visual de materiales y materias primas en stock de proceso.
- Eliminación de pérdidas por errores.
- Mayor cumplimiento de las órdenes de trabajo.
- El estado de los equipos se mejora y se evitan averías.
- Se conserva y utiliza el conocimiento que posee la empresa.
- Mejora de la productividad global de la planta.

## **Limpieza (seiso)**

Limpieza significa eliminar el polvo y suciedad de todos los elementos de una fábrica. Desde el punto de vista del TPM implica inspeccionar el equipo durante el proceso de limpieza. Se identifican problemas de escapes, averías, fallos o cualquier tipo de fuga (defecto). Limpieza incluye, además de la actividad de limpiar las áreas de trabajo y los equipos, el diseño de aplicaciones que permitan evitar o al menos disminuir la suciedad y hacer más seguros los ambientes de trabajo.

Para aplicar la limpieza se debe:

- Integrar la limpieza como parte del trabajo diario.
- Asumir la limpieza como una actividad de mantenimiento autónomo: "la limpieza es inspección".
- Se debe abolir la distinción entre operario de proceso, operario de limpieza y técnico de mantenimiento.

- El trabajo de limpieza como inspección genera conocimiento sobre el equipo. No se trata de una actividad simple que se pueda delegar en personas de menor calificación.
- No se trata únicamente de eliminar la suciedad. Se debe elevar la acción de limpieza a la búsqueda de las fuentes de contaminación con el objeto de eliminar sus causas primarias.

Beneficios de la limpieza:

- Reduce el riesgo potencial de que se produzcan accidentes.
- Mejora el bienestar físico y mental del trabajador.
- Se incrementa la vida útil del equipo al evitar su deterioro por contaminación y suciedad.
- Las averías se pueden identificar más fácilmente cuando el equipo se encuentra en estado óptimo de limpieza.
- La limpieza conduce a un aumento significativo de la Efectividad Global del Equipo (OEE).
- Se reducen los despilfarros de materiales y energía debido a la eliminación de fugas y escapes.
- La calidad del producto se mejora y se evitan las pérdidas por suciedad y contaminación del producto y empaque.

### **Estandarizar (seiketsu)**

El estandarizar pretende mantener el estado de limpieza y organización alcanzado con la aplicación de las primeras 3's. El estandarizar sólo se obtiene cuando se trabajan continuamente los tres principios anteriores. En esta etapa o fase de aplicación (que debe ser permanente), son los trabajadores quienes adelantan programas y diseñan mecanismos que les permitan beneficiarse a sí mismos. Para generar esta cultura se pueden utilizar diferentes herramientas, una de ellas es la localización de fotografías del sitio de trabajo en condiciones óptimas para que pueda ser visto por todos los empleados y así recordarles que ese es el estado en el que debería permanecer, otra es el desarrollo de unas normas en las cuales se especifique lo que debe hacer cada empleado con respecto a su área de trabajo.

La estandarización pretende:

- Mantener el estado de limpieza alcanzado con las tres primeras s.
- Enseñar al operario a realizar normas con el apoyo de la dirección y un adecuado entrenamiento.
- Las normas deben contener los elementos necesarios para realizar el trabajo de limpieza, tiempo empleado, medidas de seguridad a tener en cuenta y procedimiento a seguir en caso de identificar algo anormal.
- En lo posible se deben emplear fotografías de cómo se debe mantener el equipo y las zonas de cuidado.
- El empleo de los estándares se debe auditar para verificar su cumplimiento.

- Las normas de limpieza, lubricación y aprietes son la base del mantenimiento autónomo (Jishu Hozen).

Beneficios de estandarizar:

- Se guarda el conocimiento producido durante años de trabajo.
- Se mejora el bienestar del personal al crear un hábito de conservar impecable el sitio de trabajo en forma permanente.
- Los operarios aprenden a conocer con detenimiento el equipo.
- Se evitan errores en la limpieza que puedan conducir a accidentes o riesgos laborales innecesarios.
- La dirección se compromete más en el mantenimiento de las áreas de trabajo al intervenir en la aprobación y promoción de los estándares.
- Se prepara el personal para asumir mayores responsabilidades en la gestión del puesto de trabajo.
- Los tiempos de intervención se mejoran y se incrementa la productividad de la planta.

### **Disciplina (shitsuke)**

Significa evitar que se rompan los procedimientos ya establecidos. Sólo si se implanta la disciplina y el cumplimiento de las normas y procedimientos ya adoptados se podrá disfrutar de los beneficios que ellos brindan. La disciplina es el canal entre las 5'S y el mejoramiento continuo. Implica control periódico, visitas sorpresa, autocontrol de los empleados, respeto por sí mismo, por los demás y por una mejor calidad de vida laboral, además:

- El respeto de las normas y estándares establecidos para conservar el sitio de trabajo impecable.
- Realizar un control personal y el respeto por las normas que regulan el funcionamiento de una organización.
- Promover el hábito de auto controlar o reflexionar sobre el nivel de cumplimiento de las normas establecidas.
- Comprender la importancia del respeto por los demás y por las normas en las que el trabajador seguramente ha participado directa o indirectamente en su elaboración.
- Mejorar el respeto de su propio ser y de los demás.

Beneficios de disciplinar:

- Se crea una cultura de sensibilidad, respeto y cuidado de los recursos de la empresa.
- La disciplina es una forma de cambiar hábitos.
- Se siguen los estándares establecidos y existe una mayor sensibilización y respeto entre personas.
- La moral en el trabajo se incrementa.

- El cliente se sentirá más satisfecho ya que los niveles de calidad serán superiores debido a que se han respetado íntegramente los procedimientos y normas establecidas.
- El sitio de trabajo será un lugar donde realmente sea atractivo llegar cada día.

### **11.7. Sistema de producción justo a tiempo (JUST IN TIME – JIT)**

Tuvo su origen en la empresa automotriz Toyota y por tal razón es conocida mundialmente como Sistema de Producción Toyota. Dicho sistema se orienta a la eliminación de todo tipo de actividades que no agregan valor, y al logro de un sistema de producción ágil y suficientemente flexible que dé cabida a las fluctuaciones en los pedidos de los clientes.

Los fenómenos que suponen una desventaja en la vida cotidiana de las empresas y que impiden su funcionamiento eficaz y al mínimo coste son los que se enumeran a continuación:

- Almacenes elevados;
- Plazos excesivos;
- Retrasos;
- Falta de agilidad, de rapidez de reacción;
- Emplazamiento inadecuado de los equipos, recorridos demasiados largos;
- Tiempo excesivo en los cambios de herramientas;
- Proveedores no fiables (plazos, calidad);
- Averías;
- Problemas de calidad;
- Montones de desechos, desorden;

Estos errores son el producto de:

1. La distribución inadecuada de las máquinas y los recorridos demasiados largos.
2. La duración de los cambios de herramienta.
3. Las averías.
4. Los problemas de calidad.
5. Las dificultades con los suministradores.

De tal forma se puede decir que las causas principales que provocan la baja performance en las empresas son:

1. Situación inapropiada de las máquinas y longitud de los trayectos.
2. Duración de los cambios de herramientas.
3. Fiabilidad insuficiente de los equipos.
4. Falta de calidad suficiente.
5. Dificultades debidas a los proveedores.

Por lo tanto la práctica del *justo a tiempo* implica la supresión de tales anomalías.

Este sistema está sustentado por herramientas y conceptos tales como tiempo takt, kanban, celdas en formas de U, autonomación y reducción de estructuras.

Hacer factible el *justo a tiempo* implica llevar de forma continua actividades de mejora que ayuden a eliminar los mudas (desperdicios) en el lugar de trabajo.

Ahora bien, aplicar el *justo a tiempo* implica comprar o producir sólo lo que se necesita y cuando se necesita, pero para ello es menester se cumplan las siguientes condiciones:

1. Producir lo que la clientela desea y cuando lo desea y no producir para constituir almacenes de productos terminados o intermedios.
2. Tener plazos muy cortos de fabricación y gran flexibilidad para poder responder a los deseos de la clientela.
3. Saber fabricar –cuando es necesario- sólo cantidades muy pequeñas de un tipo dado de pieza. Es preciso para ello apartarse de la fabricación por lotes importantes y de la noción de "cantidad económica", lo que impone cambios rápidos de herramientas y una distribución en planta de las fábricas que permita el encadenamiento de las operaciones relativas a una misma pieza o un mismo producto.
4. No producir o comprar más que estrictamente las cantidades inmediatamente necesarias.
5. Evitar las esperas y las pérdidas de tiempo, lo que impone, en particular, la renuncia a un almacén centralizado así como a la utilización de medios de manutención comunes a varios puestos de trabajo y que, por ello, podrían no estar disponibles en el momento en que un obrero los necesitara.
6. Aportar los materiales, las piezas y los productos al lugar en que son necesarios, en lugar de almacenarlos en depósitos donde no sirven a nadie ni pueden utilizarse.
7. Conseguir una alta fiabilidad de los equipos. Para que una máquina pueda no producir una pieza más que cuando resulte necesaria para la etapa siguiente del proceso de fabricación, es preciso que la máquina no se averíe en ese preciso momento.
8. Gestionar la calidad de la producción. Si las piezas llegan en el momento oportuno y en el número deseado, pero no son de buena calidad, lo único que puede hacerse es rechazarlas y detener la producción de las fases siguientes del proceso.
9. Adquirir únicamente productos y materiales de calidad garantizada, para que no detengan la producción.
10. Disponer de un personal polivalente, capaz de adaptarse con rapidez y que comprenda los nuevos objetivos de la empresa.

Entre las ventajas de la aplicación del Sistema Justo a Tiempo se tienen:

- Reducción del 75 al 95% en plazos y stocks
- Incremento de un 15 a un 35% en la productividad global.

- Reducción del 25 al 50% de la superficie utilizada.
- Disminución del 75 al 95% de los tiempos de cambios de herramientas.
- Reducción del 75 al 95% de los tiempos de parada de las máquinas por averías o incidencias.
- Disminución del 75 al 95% del número de defectos.

### **11.8. Sistema KAISEN**

Kaizen es lo opuesto a la complacencia. Kaizen es un sistema enfocado en la mejora continua de toda la empresa y sus componentes, de manera armónica y proactiva.

El Kaizen surgió en el Japón como resultado de sus imperiosas necesidades de superarse a sí misma de forma tal de poder alcanzar a las potencias industriales de occidente y así ganar el sustento para una gran población que vive en un país de escaso tamaño y recursos. Hoy el mundo en su conjunto tiene la necesidad imperiosa de mejorar día a día.

No es necesario utilizar costosas tecnologías, ni sistemas complejos de administración para implementar métodos que permitan mejorar de forma continua los niveles de eficiencia y efectividad en el uso de los recursos.

Dentro de esa nueva visión, la necesidad de satisfacer plenamente a los consumidores y usuarios de productos y servicios, la creatividad puesta al servicio de la innovación, y el producir bienes de óptima calidad y al coste que fija el mercado, son los objetivos a lograr.

Estos objetivos no son algo que pueda lograrse de una vez, por un lado requiere concientización y esfuerzo constante para lograrlos, pero por otro lado, necesita de una disciplina y ética de trabajo que lleven a empresas, líderes y trabajadores a superarse día a día en la búsqueda de nuevos y mejores niveles de performance que los mantengan en capacidad de competir.

El Kaizen no sólo debe ser comprendido por los empresarios y trabajadores, sino también por los gobernantes, educadores, estudiantes y formadores de opinión. El Estado no sólo debe mejorarse asimismo, sino que además debe fomentar y capacitar a sus ciudadanos para lograr la mejora continua como única alternativa posible en un mundo en la cual no hay alternativas.

### **11.9. Distribución de planta**

La distribución en planta (layout en inglés) es la mejora más importante que se puede hacer en una fábrica mediante el cambio físico de la planta, ya sea para una fábrica existente o todavía en planos, y se refiere a la óptima disposición de las máquinas, los equipos y los departamentos de servicio, para lograr la mayor coordinación y eficiencia posible en una planta.

La distribución de planta es un importante prerrequisito para una operación eficiente y también resuelve cantidad de problemas comunes a todas las empresas. Una vez que se ha decidido la localización de la planta, la siguiente tarea importante antes de la gestión de la empresa, es planificar el diseño de las instalaciones industriales de la planta.

El ubicar en su justo sitio máquinas, herramientas y accesorios; el dar entrada y salida racionales a las materias y productos antes, durante y después de subproceso en planta, pasando desde los almacenes de materias a los departamentos de depósito, embalaje y expedición, y el lograr, en definitiva, que las operaciones propias de la actividad industriales produzcan con mínimos movimientos de materiales y de hombres, exige unos conocimientos técnicos y una preparación de vital importancia para la empresa.

### **Principios de la distribución en planta según R. Muther**

Los principios de distribución en planta según Muther, se han convertido en un símbolo de optimización de espacios para la industria.

Muther fue un pensador que vio la necesidad de establecer una industria que produjera al 100%, eliminando cualquier desperdicio en todos los sentidos; para Muther implantar una metodología de distribución era tan importante como la industria en sí.

Muther formuló esto 6 principios:

#### **Principio de la integración de conjunto**

En este principio dice que la mejor distribución es aquella que integra a los que operan, el equipo y/o maquinaria, todas las actividades, así como también cualquier otro factor involucrado, tratando que resulte un mayor compromiso entre las partes.

No debe de excluirse nada referente a la producción en la industria, debe incluirse todo lo que comprende el proceso de fabricación de un bien; si excluimos algunas de estas partes o factores estamos destruyendo el proceso de fabricación.

#### **Principio de la mínima distancia recorrida**

La mejor distribución es la que permite que la distancia a recorrer por el material entre las operaciones sea las más corta posible.

Siempre se debe de tomar en cuenta la distancia que se recorre en cada operación, y se debe de seleccionar la más corta, cómoda y segura. Es erróneo pensar que las operaciones no deben de tener un orden.

### **Principio de la circulación o flujo de materiales**

Una de las mejores distribuciones es aquella que ordena las áreas de trabajo de modo que cada operación o proceso esté en el mismo orden o secuencia en que se tratan, elaboran, o montan los materiales.

Como ya se ha dicho, la primera operación empieza en la integración de material a la industria y termina con el embalaje del producto.

### **Principio del espacio cúbico**

La economía se obtiene utilizando de un modo efectivo todo el espacio disponible, tanto en vertical como en horizontal.

Para este método se utiliza la idea de almacenamiento de estantes, lo que quiere decir que se optimizará el espacio entre horizontal y vertical.

### **Principio de la satisfacción y de la seguridad**

Será siempre más efectiva la distribución que haga el trabajo más satisfactorio y seguro para los operarios, los materiales y la maquinaria.

Como todo tiene que estar ordenado, estando todo bajo control, el área de producción debe de estar segura y sin riesgos para que los operarios estén en nivel de confort, y lleguen a una satisfacción que brinde confianza en la producción de bienes.

### **Principio de la flexibilidad**

Siempre será más efectiva la distribución que pueda ser ajustada o reordenada con menos costes o inconvenientes.

Se debe de evaluar la distribución, de modo que esta no produzca costes innecesarios y que sea muy útil, fluida para la producción, como, por ejemplo, se debe de evitar gastar en divisiones de paredes costosas y difíciles de destruir, debido a que los procesos pueden cambiar por muchos motivos.

### **Factores a tener en cuenta en la distribución de la planta**

El diseño de una planta es muy importante, pero la importancia de un diseño puede variar enormemente de una industria a otra.

La posibilidad de conseguir la mejor distribución posible es directamente proporcional a los siguientes factores:

### **El peso, volumen o movilidad del producto**

Si el producto final es bastante pesado o difícil de manejar, implicando equipos de manipulación de materiales costosos o una gran cantidad de mano de obra, la consideración importante será mover el producto lo menos posible.

### **Complejidad del producto final**

Si el producto está compuesto por un gran número de componentes y piezas, hay que intentar reducir el espacio, en la medida de lo posible, de la manipulación del movimiento de estas piezas de taller a taller, de máquina a máquina o de un punto de montaje a otro.

### **La longitud del proceso en relación con el tiempo de manipulación**

Si el tiempo de manipulación del material representa una proporción apreciable del tiempo total de fabricación, cualquier reducción en el tiempo de manipulación del producto puede dar lugar a una gran mejora de la productividad de la unidad industrial.

### **La medida en que el proceso tiende hacia la producción en masa**

Con se utilizan máquinas automáticas en las industrias para producir en masa, el volumen de producción aumenta. En vista de la alta producción, un mayor porcentaje de mano de obra manual se dedicará al transporte de la producción, a menos que el diseño sea bueno.

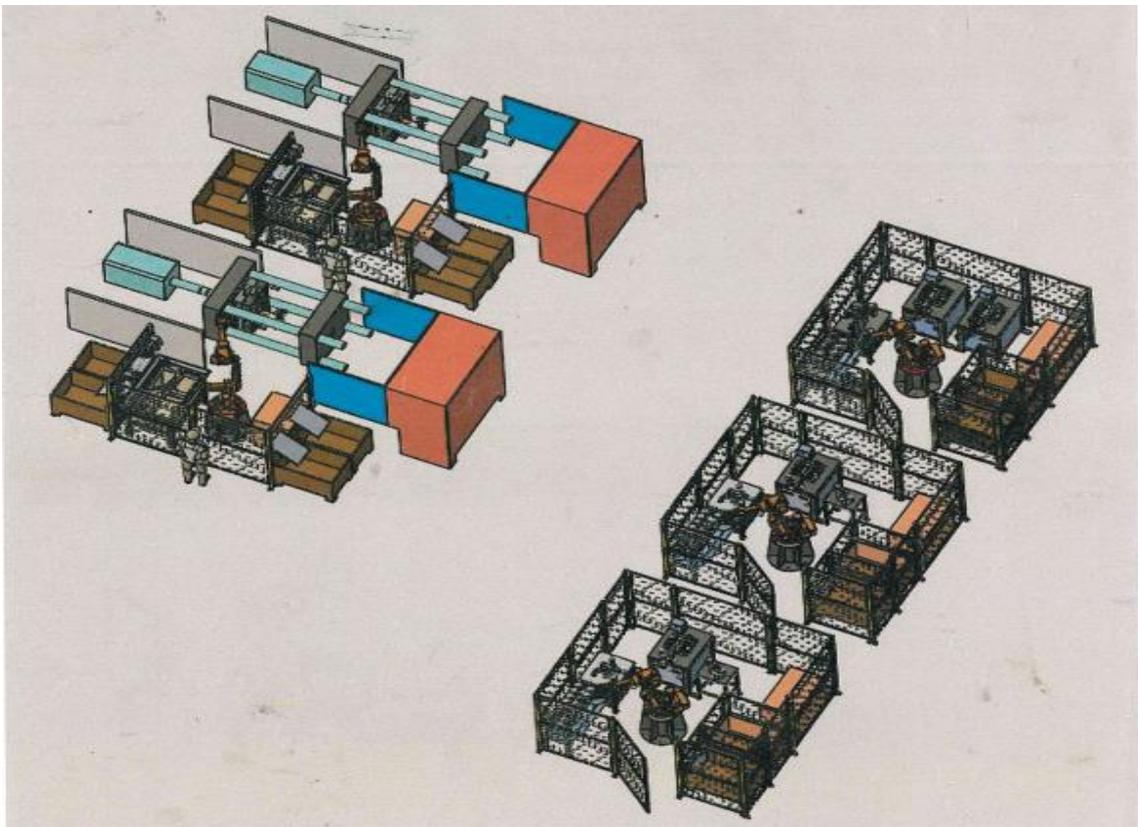
## CAPÍTULO 4: DESARROLLO

### 12. PROCEDIMIENTO Y DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS.

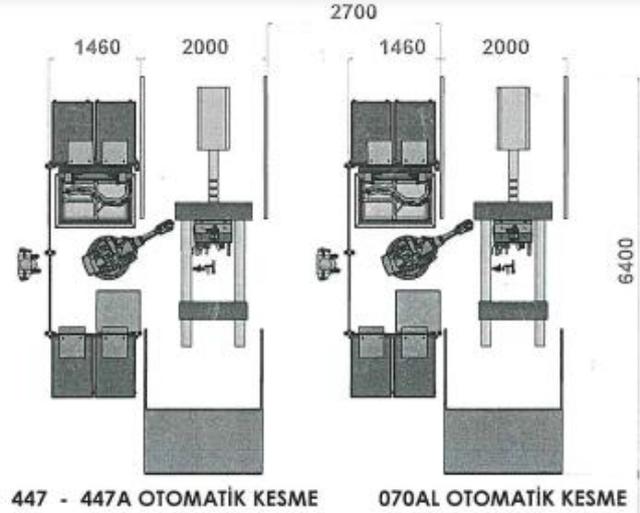
A continuación, presento las actividades que se realizaron en el área de inyección de plástico en la cual me encuentro como supervisor de producción, dichas actividades se realizaron con la finalidad de garantizar el óptimo y correcto arranque del proyecto **VW EA211 1.5L NAR**, así como de la producción y el proceso en general, este proyecto está conformado por 3 tubos de plástico **05E 122 447 J**, **05E 122 447 A** y **04E 121 070 AL** que se elaboran en dicha área, estos tubos enseguida pasan a un sub ensamble donde se les colocan diferentes referencias de mangueras y conectores plásticos con sus respectivas abrazaderas, ya como producto final su destino es **Volkswagen, Silao, Guanajuato** y **Volkswagen Chattanooga, Tennessee**.

#### 12.1. Realización de lay-out en área, ubicación e instalación de maquinaria.

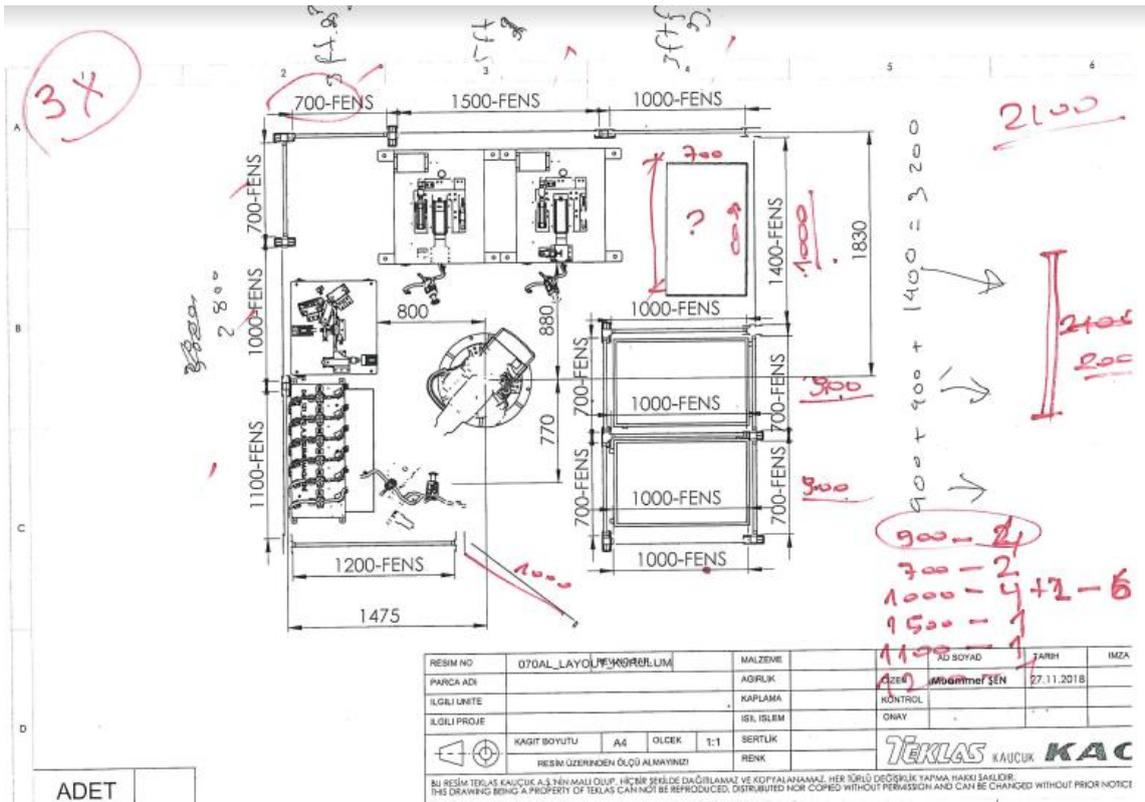
Dibujo técnico de 2 máquinas de inyección y 3 celdas robóticas que conforman el área de este proyecto:



ELİNİZDEKİ WİT ENJEKSİYON MAKİNELERİN  
ÖLÇÜSÜNE GÖRE KURULUM YAPILACAKTIR.

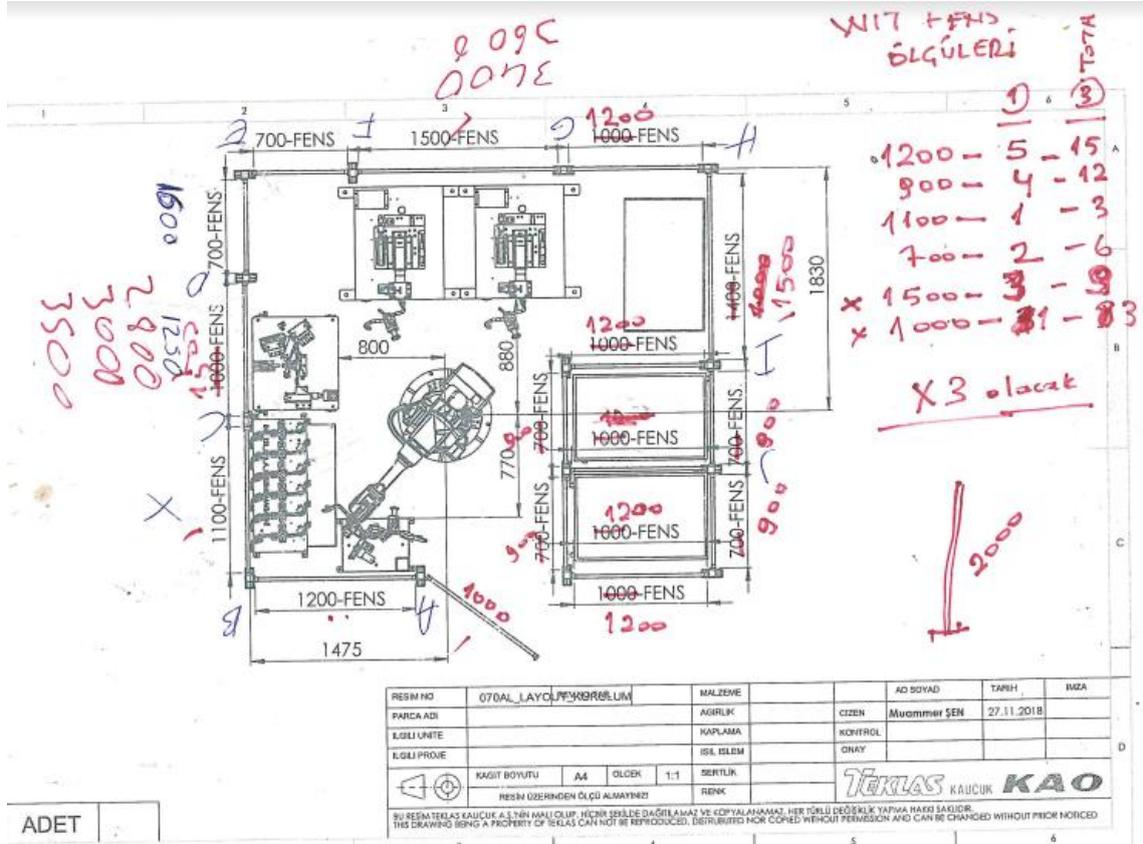


Dibujo técnico de celda robótica 04E 121 070 AL:

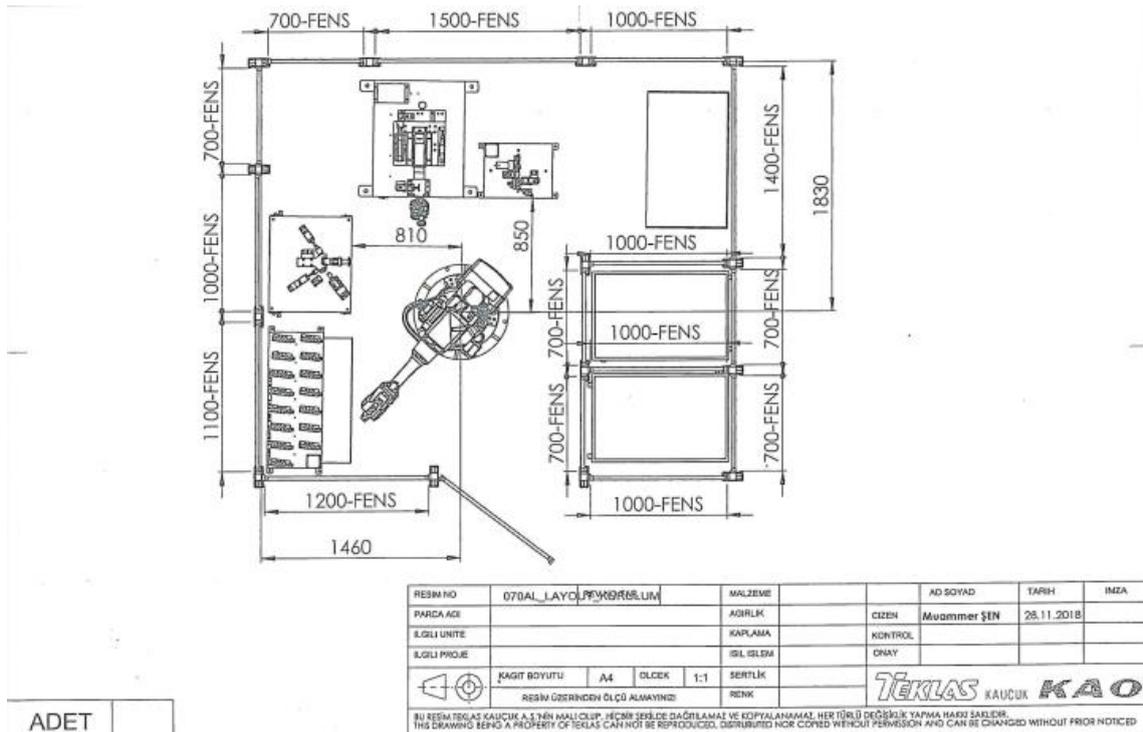


ADET

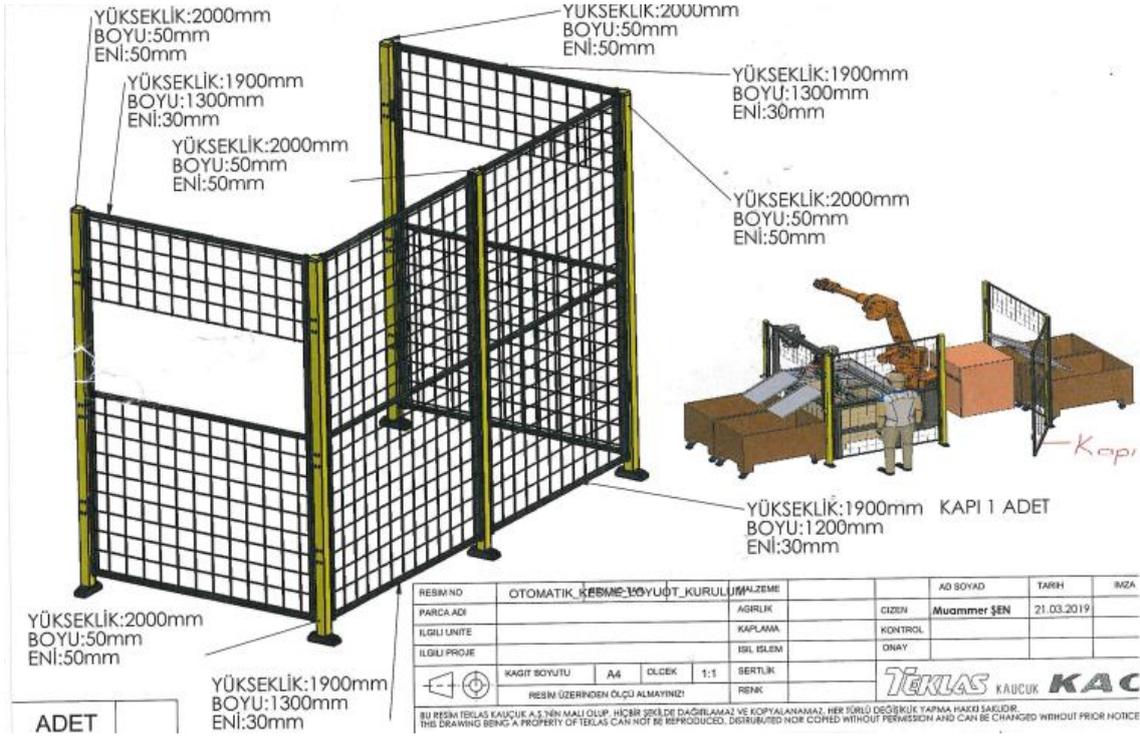
Dibujo técnico de celda robótica 05E 122 447 A:



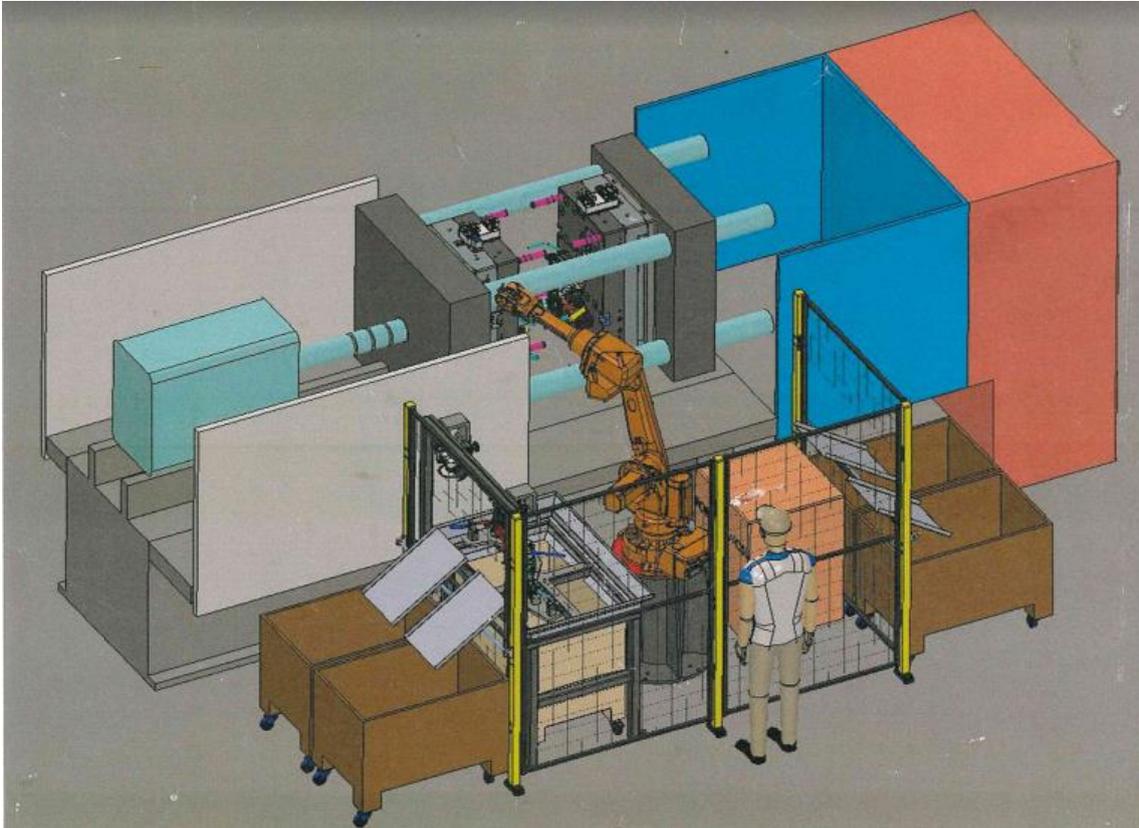
Dibujo técnico de celda robótica 05E 122 447 J:



## Dibujo técnico de guardas de protección de celdas robóticas:



## Dibujo técnico de máquina de inyección y celda robótica:





Yasen Tabakov (supervisor de inyección de plástico planta Bulgaria), Luis Cisneros (operador inyección de plástico planta México), Juan Liévano (operador inyección de plástico planta México), Juan Macías (supervisor de inyección de plástico planta México):

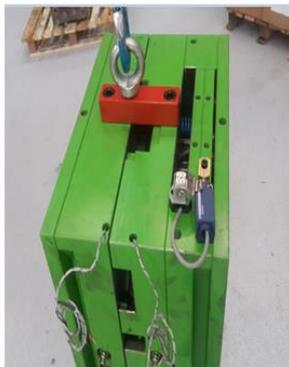


Bayram Akar, Ibrahim Kelkit (supervisores de producción de moldes planta Turquía), Juan Macías (supervisor de inyección de plástico planta México):

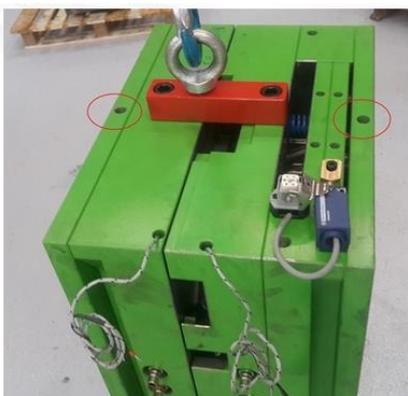


### 12.3. Montaje e instalación de moldes (conexiones eléctricas, hidráulicas, neumáticas y de enfriamiento).

Grúa para montaje y desmontaje de moldes:



Para no abrir el molde durante el transporte del molde tiene un seguro. Hay un switch y una conexión de termopar para la temperatura del molde.



Hay orificios para pernos de argolla en los lados fijos del molde.

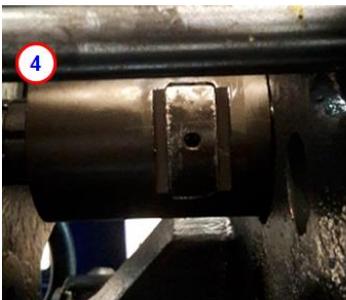
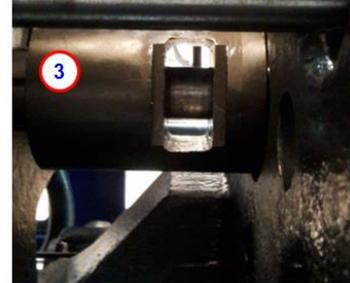
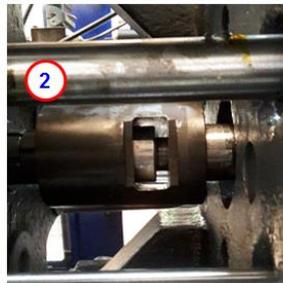


Hay soportes de molde disponibles.



Las juntas de molde son adecuadas, pero no hay placa de aislamiento térmico.

El ancho del molde es como en las imágenes de la máquina de inyección HAITIAN 2500.



Después de conectar el molde fijo con los zapatos, se abre el tornillo de banco. El expulsor se conecta al molde como en la Imagen 1 y el tornillo de banco se cierra manualmente. Se fija al centro como en la Imagen 2. La distancia del empujador se ajusta manualmente como en la Imagen 3 y el pasador se fija como se ve en la Imagen 4. Nota: Se requiere un dibujo técnico del pin expulsor.

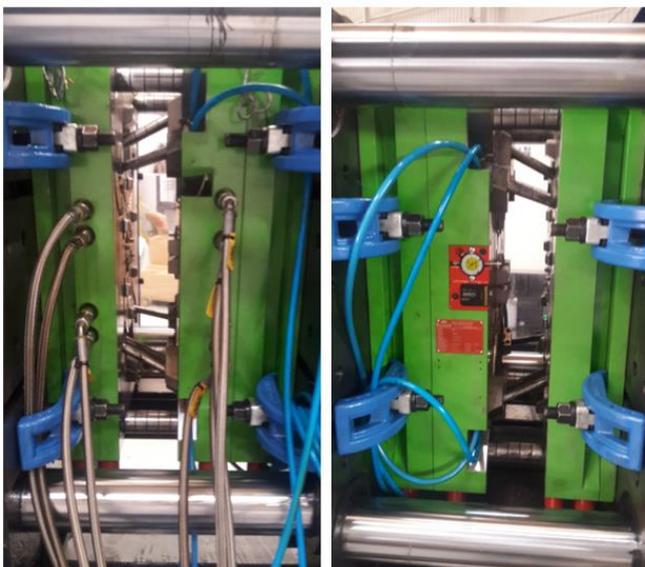


**IEKLAS**

Después de realizar las conexiones de agua del molde, el primer proceso de cierre se debe hacer manualmente, se debe verificar el centrado de los núcleos, luego se debe cerrar el molde. En la posición del molde entrando en los pasadores de la bocina, las velocidades de cierre y apertura del molde deben ajustarse a la velocidad adecuada.



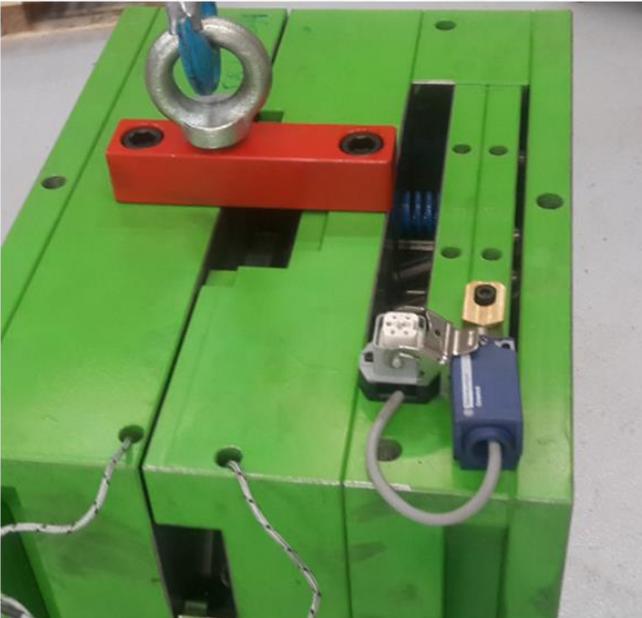
Antes de la primera impresión, se debe rociar el agente de desmoldeo en el molde y la impresión debe comenzar de esta manera. Los pasadores de cuerno, el núcleo y los cojinetes del núcleo del molde deben limpiarse periódicamente y engrasarse con aceite apropiado.



Los cruces rápidos de agua no se definen como entrada-salida.



Hay manguera de aire y registro de aire en las conexiones de agua del molde.



La placa de expulsión tiene conexión de limit switch de seguridad de expulsor y termopar.



El compresor y el contador están disponibles en el molde



93,2



88,4



92,9



95,9

Temperaturas del núcleo del molde



25,8



31,4

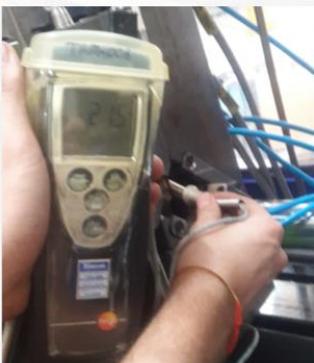


27,1



22,4

Las temperaturas del núcleo del molde son las que se muestran en las imágenes. temperaturas centrales



21,5



70,1



21,6



21,9

Las temperaturas centrales son como en las imágenes.



88,8

88,0

82,5

80.9

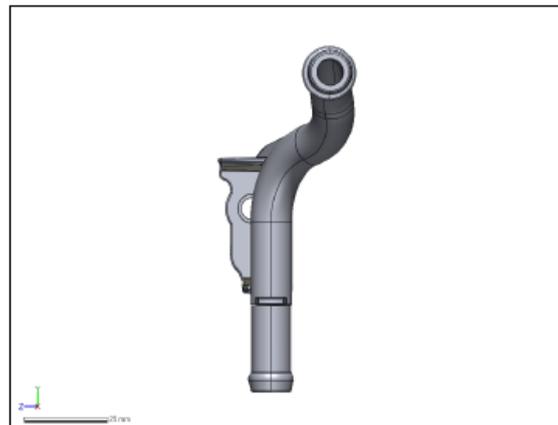
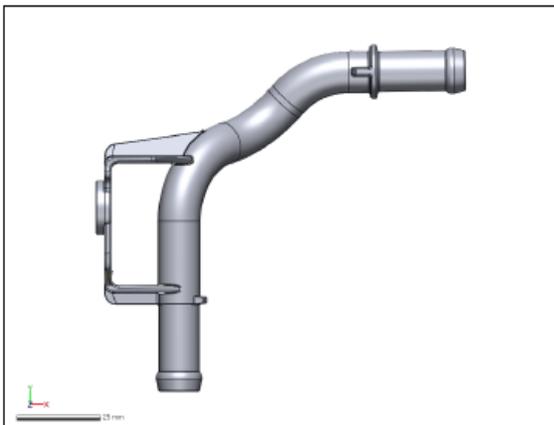
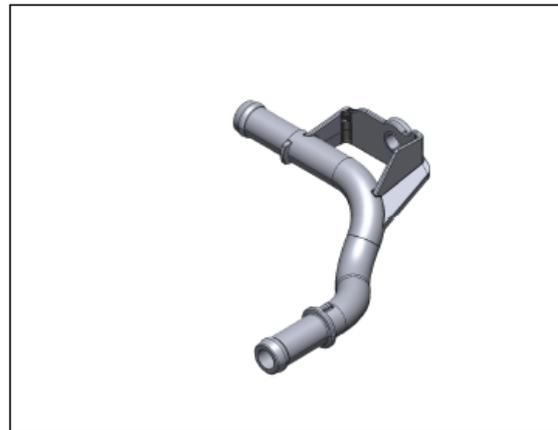
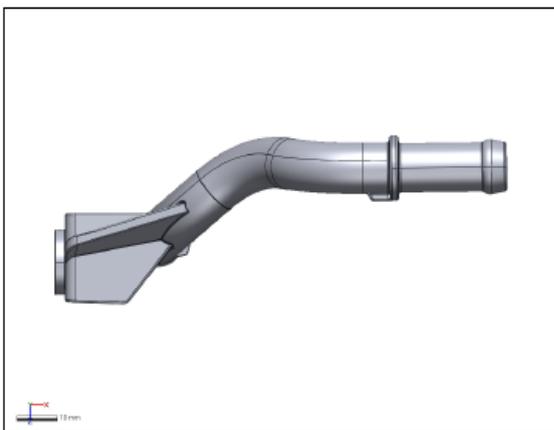
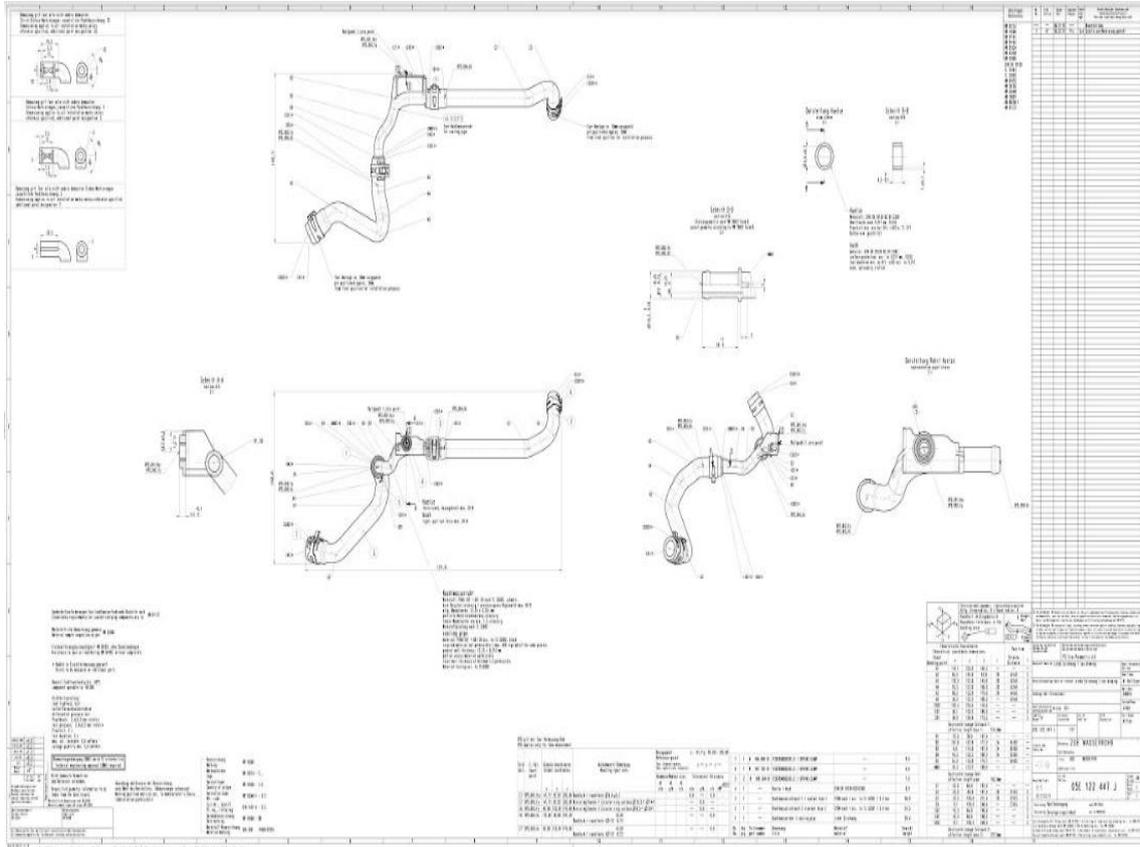
No hay conexión de agua en estos partidos.



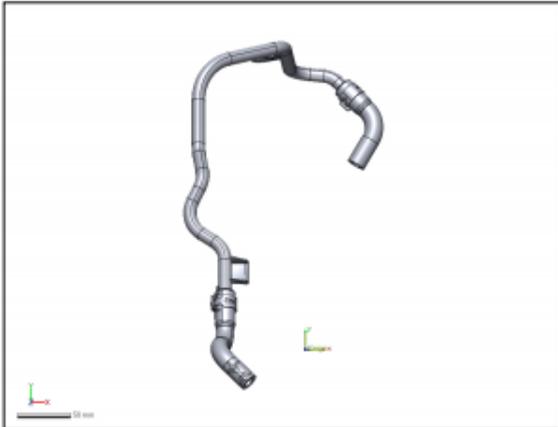
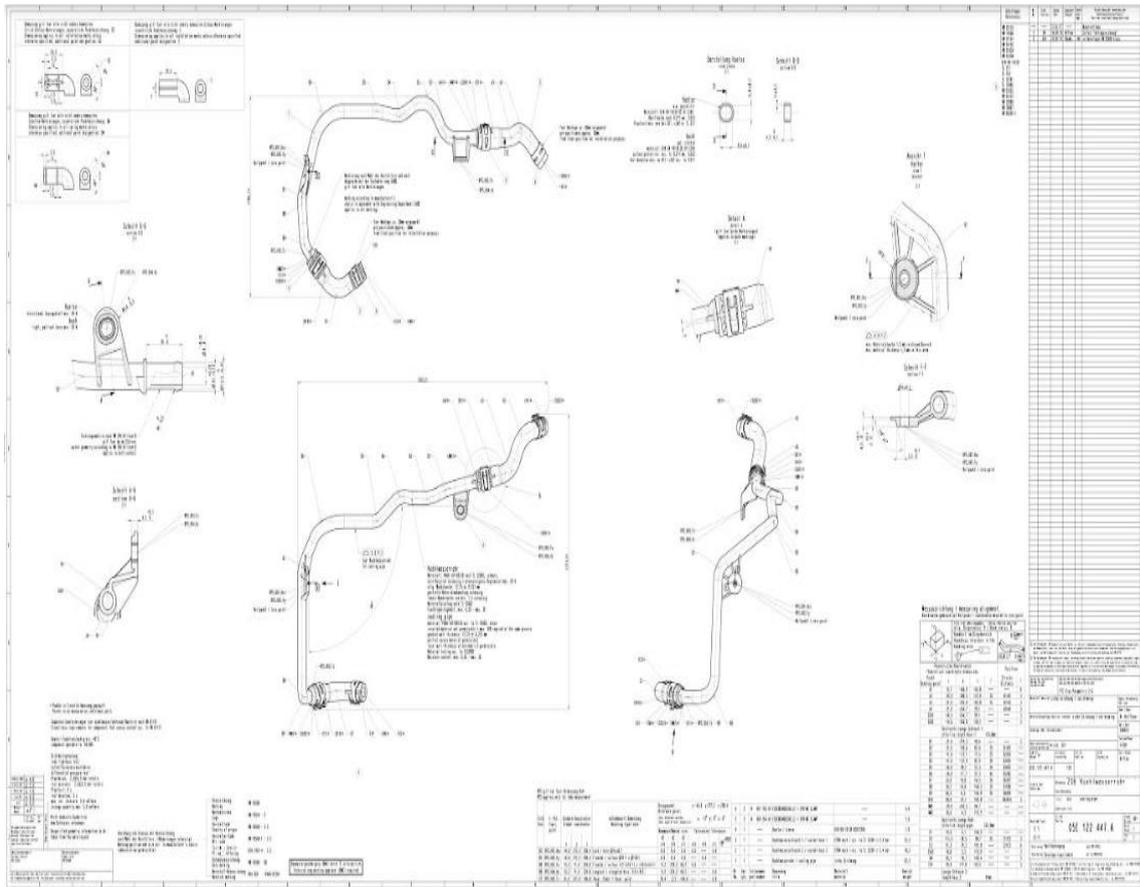
Materiales usados; Des moldante, grasa en aerosol y grasa para altas temperaturas

## 12.4. Comienzo de pruebas y pilotajes de los tubos de plástico.

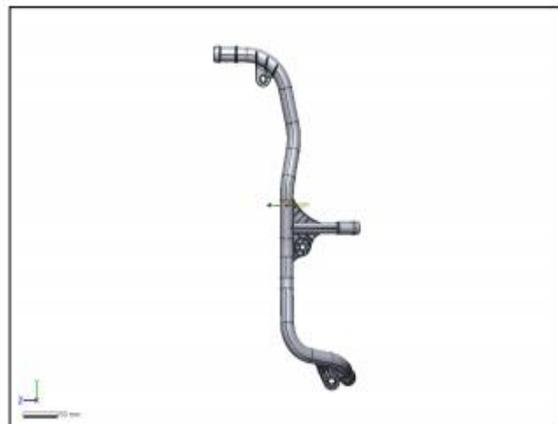
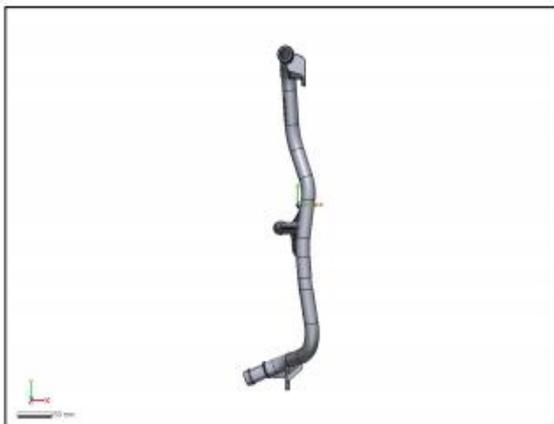
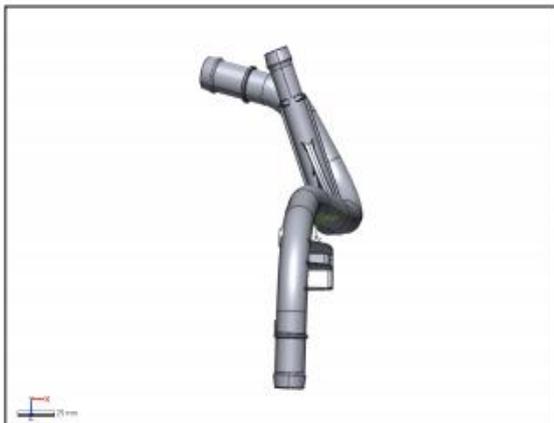
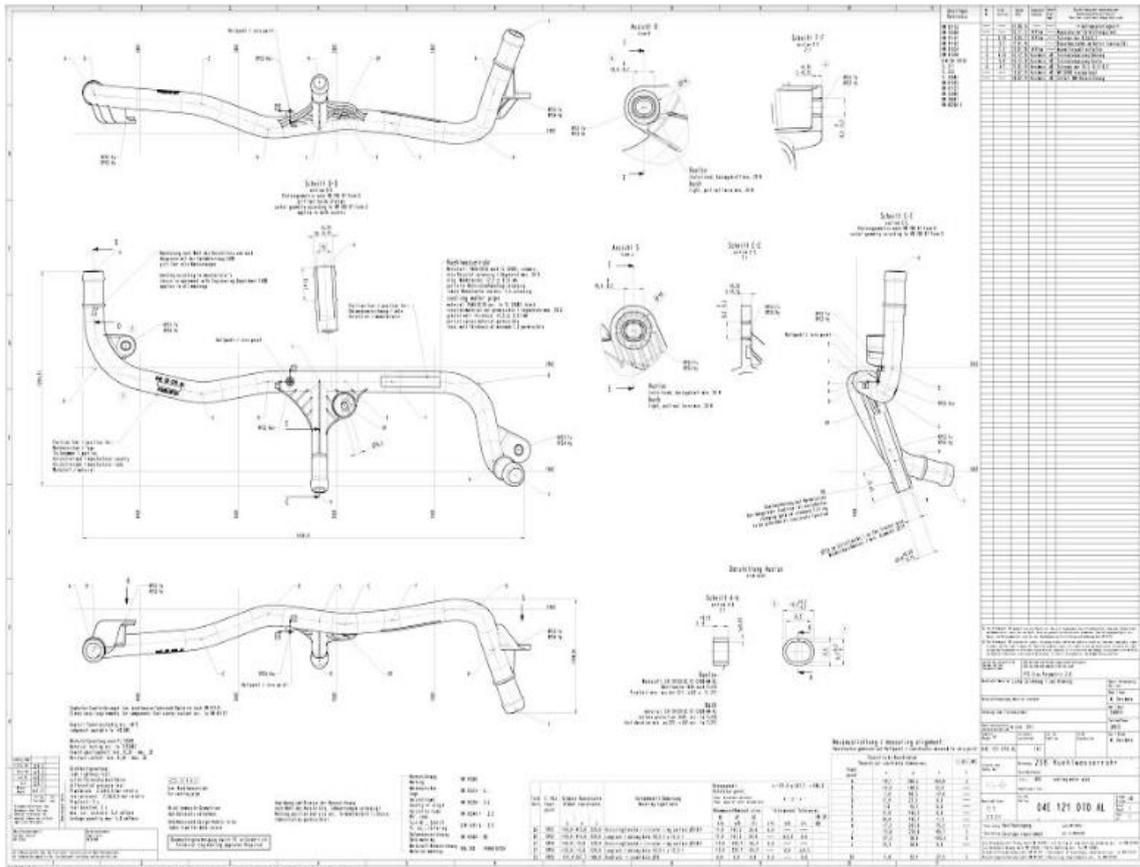
### Dibujo técnico y simulación 3D de tubo de plástico 05E 122 447 J:



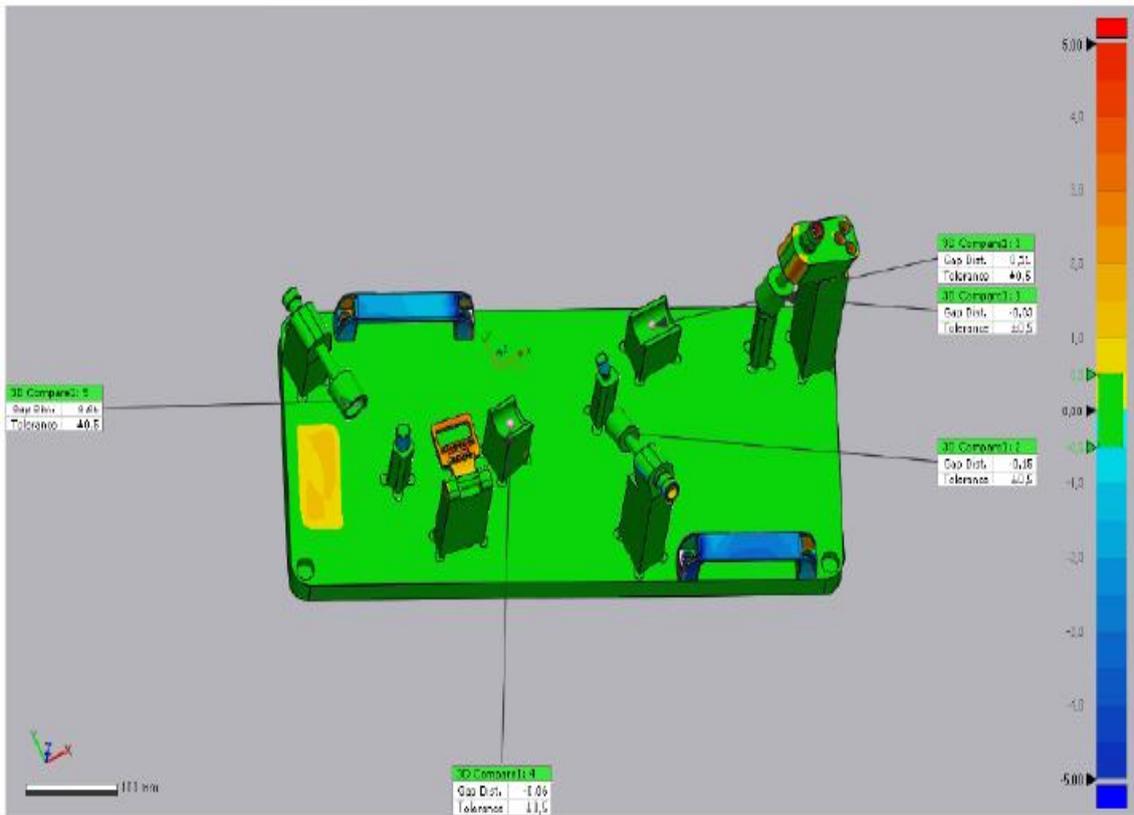
# Dibujo técnico y simulación 3D de tubo de plástico 05E 122 447 A:



# Dibujo técnico y simulación 3D de tubo de plástico 04E 121 070 AL:

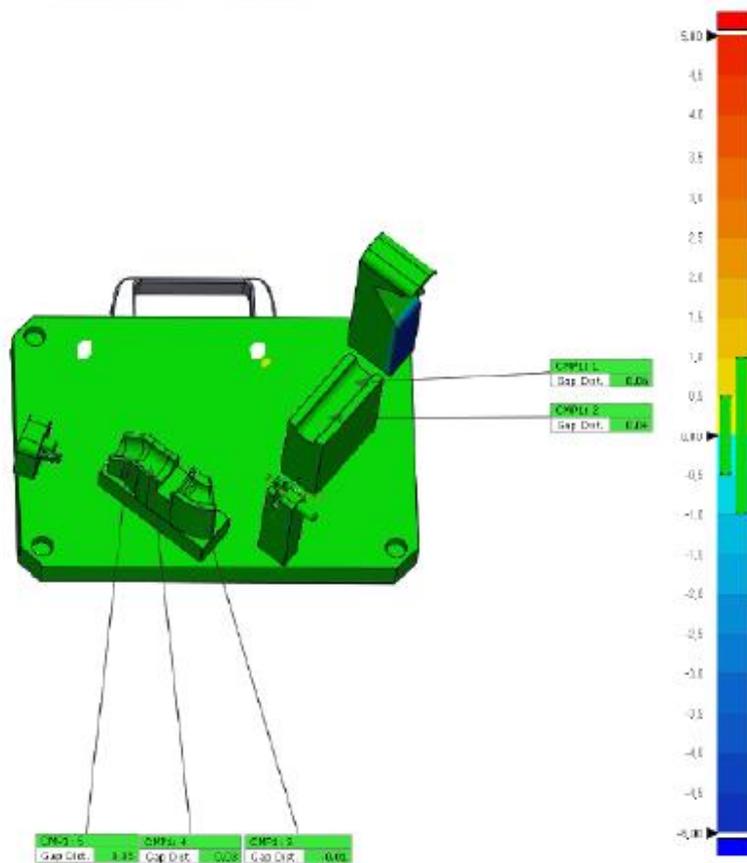


## Escantillón y simulación 3D para tubo de plástico 04E 121 070 AL:



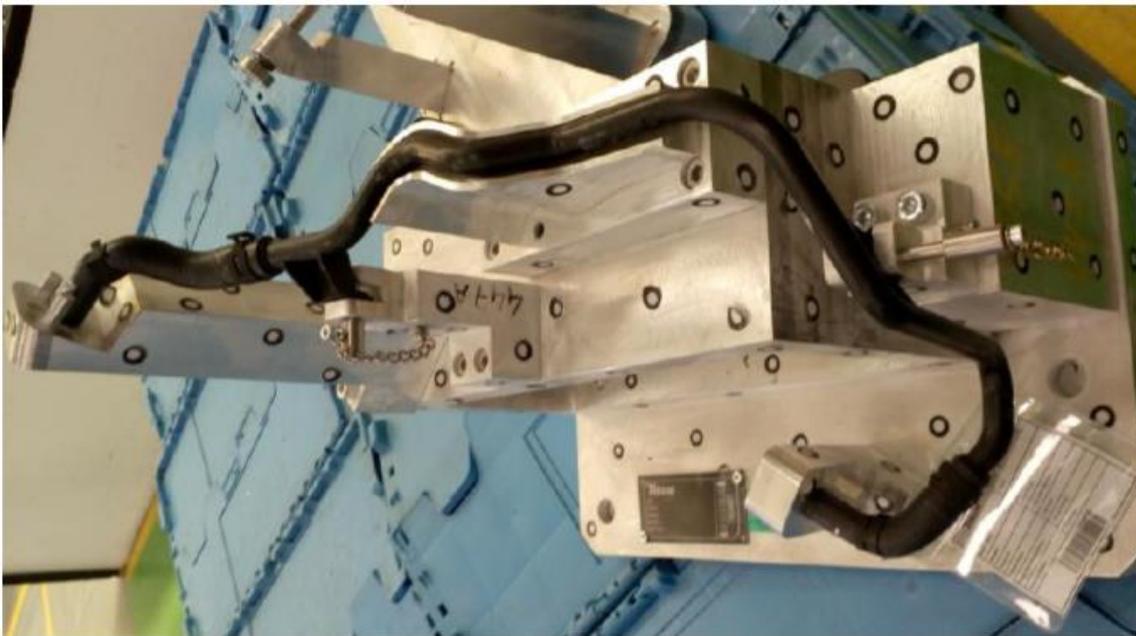
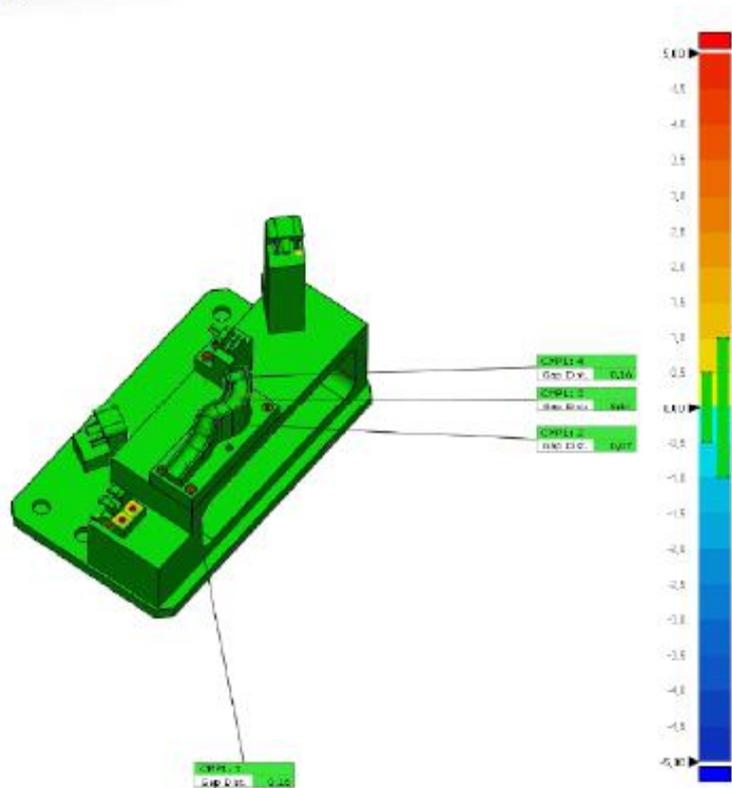
## Escantillón y simulación 3D para tubo de plástico 05E 122 447 J:

- Control Fixtures
  - 05E 122 447



## Escantillón y simulación 3D para tubo de plástico 05E 122 447 A:

- Control Fixtures
  - 05E 122 447 A



## 12.5. Realización de hojas de operación estándar (secuencia de operaciones y de proceso).

### Hoja de operación estándar para funcionamiento de máquina de inyección:

INSTRUCCIÓN DE TRABAJO						
Client	Numero de pieza	Fecha de dibujo	Proyecto	Operacion de trabajo	Componentes	Equipos y maquinas usadas
VW	80E 122 447 A; 80E 122 447 J	25.02.2019	NAR	WIT PROCESS	H07806	Máquina de WIT
<p><b>PROCESO NORMAL</b></p> <p>1-Para iniciar el proceso, siga los pasos del 1 al 15.</p> <p>2-Levante los botones de emergencia(FOTOS 1 -2)</p> <p>3-Presiona el boton azul de reset (Foto 3)</p> <p>4-Presiona el boton de alarmas y luego presiona el boton de validar alarmas en pantalla de la maquina de inyeccion./(Foto 4-5)</p> <p>5- Presiona boton blanco para encender unidad hidraulica de maquina WIT(Foto 5)</p> <p>6- Presionar botones en pantalla para encender sistema hidraulico y temperaturas de la maquina de inyeccion.(Foto 7, 8)</p> <p>7- Presionar boton para carga de material en tolva de maquina de inyeccion.(Foto 9)</p> <p>8-Presionar boton de semiautomatico y luego presionar boton de carga de material.(Foto 10 , 11)</p> <p>9-Verificar que todos los elementos del sistema neumatico e hidraulico esten apagados.(Foto 12,13)</p> <p>10-Encender HOT RUNNER para purgar material en cinco ocasiones. (Foto 14)</p> <p>11-Girar selector de izquierda a derecha para seleccionar DRY RUN y realizamos 5 ciclos de prueba en seco. (Foto 15)</p> <p>12-Presionar boton verde AUTOMATICO para comenzar ciclos de forma normal.</p>						

### Hoja de operación estándar para parámetros de máquina de inyección:

INSTRUCCIÓN DE TRABAJO						
Client	Numero de pieza	Fecha de dibujo	Proyecto	Operacion de trabajo	Componentes	Equipos y maquinas usadas
VW	09E 122 447 A; 09E 122 447 J	25.02.2019	NAR	WIT PROCESS	I07886	Máquina de WIT
<p><b>1</b> Cerrar el molde</p> <p><b>2v</b> F 20 kN ±10 v 250 mm/s ±10 s 200 mm ±10</p> <p><b>3</b> P 0 ±10 t 6 ±10</p> <p><b>4</b> v 200 mm/s ±10 P 100 bar ±10 s 60 mm ±10 t 20 s</p> <p><b>5</b> Nominal 275 C ±20 Real 275 C ±00 ED 0 ±10</p> <p><b>6</b> C1-270 C4-285 C2-275 C5-290 ±20 C C3-280 C6-295</p> <p><b>8</b> Precion Posterior; inyeccion</p> <p>Temperaturas del Cilindro</p> <p>Temperaturas del Cilindro</p> <p><b>6</b> T tiempo de inyeccion es 20 s, ±1.2 s</p>						
<p>1-Después de comenzar la inyección, cada dato debe ser como se muestra en las imágenes 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6</p> <p>2-Después de cada inyección exitosa, la máquina indicará que debe inyectarse, el operador debe presionar el botón en la pantalla(Foto 8)</p> <p>3-el robot soltará los productos después de terminar el proceso de corte en dos cajas seperadas.(Foto 9)</p>						

Hoja de operación estándar para proceso en celda robótica de tubo de plástico 04E 121 070 AL:

INSTRUCCION DE TRABAJO							
Cliente	Numero de pieza	Fecha de dibujo	Proyecto	Operacion de trabajo	Componentes	Equipos y maquinas usadas	
Volkswagen	04E 121 070 AL	28.02.2019	SAZ11 1.5 NAR	WIT PROCES	04E121 070 AL WIT 1.0272	Máquina de WIT	



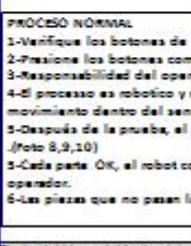
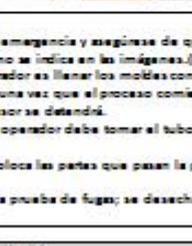
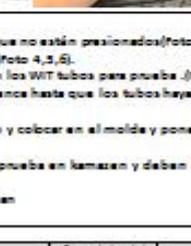
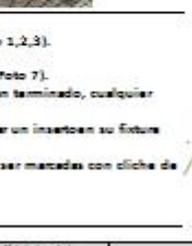


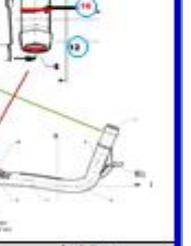






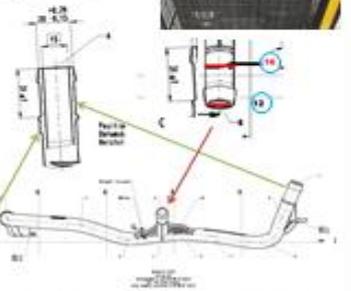




**PROCESO NORMAL**

- 1-Verifique los botones de emergencia y asegúrese de que no están presionados (foto 1,2,3).
- 2-Fixe los botones como se indica en las imágenes. (foto 4,5,6).
- 3-Responsabilidad del operador es llenar los moldes con los WIT tubos para prueba. (foto 7).
- 4-El proceso es robotico y una vez que el proceso comienza hasta que los tubos hayan terminado, cualquier movimiento dentro del sensor se detendrá.
- 5-Después de la prueba, el operador debe tomar el tubo y colocar en el molde y poner un inserto en su fixture. (foto 8,9,10)
- 6-Cada parte OK, el robot coloca las partes que pasan la prueba en tamazen y deben ser marcadas con cliché de operador.
- 6-Las piezas que no pasan la prueba de fugas; se desechen

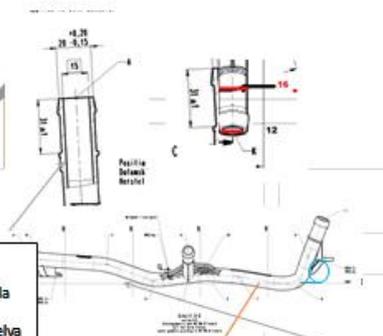


Revisión de control de las características importantes del producto	Frecuencia de control	Método de control	Preparado por	Aprobado por
Verificar la presión de máquina	Inicio de la producción	Rec Rabbit	Preparado por Pinar BUCURBILI	Aprobado por Arçan Şirur
			Controlado por Bülent KEMEKCI	Fecha 1/22/2021

Hoja de operación estándar para proceso de lijado de tubo de plástico 04E 121 070 AL:

INSTRUCCION DE TRABAJO							
Cliente	Numero de pieza	Fecha de dibujo	Proyecto	Operacion de trabajo	Componentes	Equipos y maquinas usadas	
Volkswagen	04E 121 070 AL	25.02.2019	SAZ11 1.5 NAR	RGWORK	X01065 - S2/VI PRODUCTO	Manual	



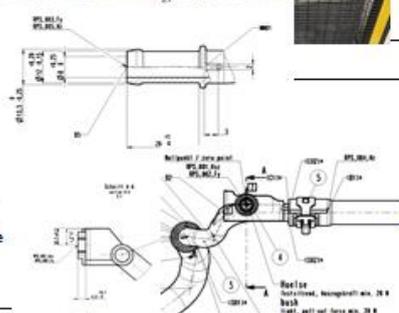



**PROCESO**

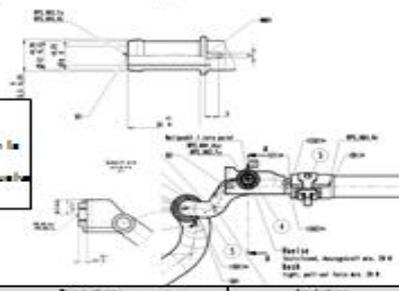
- 1-Para retrabajar la punta del tubo, utilice la fibra Scotch determinado especifico como X01065.
- 2-Cubra firmemente la punta como se muestra en la foto y aplique la fibra Scotch 3 veces como se muestra en la foto 2.
- 3-Después del proceso, asegúrese de que el exceso de material se haya retrabajado con la punta del dedo o vuelva a retrabajar el primer paso.

Revisión de control de las características importantes del producto	Frecuencia de control	Método de control	Preparado por	Aprobado por
Verificar la presión de máquina	Inicio de la producción	Rec Rabbit	Preparado por Pinar BUKDARLI	Aprobado por Arçan Şirur
			Controlado por Bülent KEMEKCI	Fecha 1/22/2021

## Hoja de operación estándar para proceso en celda robótica de tubo de plástico 05E 122 447 J:

INSTRUCCION DE TRABAJO						
Client	Numero de pieza	Fecha de dibujo	Proyecto	Operación de trabajo	Componentes	Equipos y máquinas usadas
Volkswagen	05E 122 447 J	02.12.2019	SAZ11 1.5 HAR	WIT PROCESS	INSERT HT7201, WIT 00070	Máquina de WIT
						
<p><b>PROCESO NORMAL</b></p> <p>1-Verifique los botones de emergencia y asegúrese de que no estén presionados.(Foto 1,2,3).                  2-Presione los botones como se indica en las imágenes.(Foto 4,5,6).                  3-Responsabilidad del operador es llenar los moldes con los WIT tubos para prueba .(Foto 7).                  4-El proceso es robótico y una vez que el proceso comience hasta que los tubos hayan terminado, cualquier movimiento dentro del sensor se detendrá.                  5-Después de la prueba, el operador debe tomar el tubo y colocar en el molde y poner un inserto en su fixture .(Foto 8,9,10)                  5-Cada parte OK, el robot coloca las partes que pasan la prueba en kamazen y deben ser marcadas con cliché de operador.                  6-Las piezas que no pasan la prueba de fugas; se desechan</p>						
						
Plan de control de las características importantes del producto			Frecuencia de control	Método de control	Preparado por	Aprobado por
Verificar la presión de máquina			Inicio de la producción	Red Rabbit	Pavel UGOLJOU	Arcan Sirgu
Verificar las verificaciones del tubo WIT según dibujo técnico			Cada media hora	Caliper	Controlado por	Fecha
					Rural DOLJICI	23.05.2020
<small>Documentos de referencia: Modelo 001 para la aprobación de un artículo de primera producción; Instrucciones para la realización manual; Usuario.</small>						

## Hoja de operación estándar para proceso de lijado de tubo de plástico 05E 122 447 J:

INSTRUCCION DE TRABAJO						
Client	Numero de pieza	Fecha de dibujo	Proyecto	Operación de trabajo	Componentes	Equipos y máquinas usadas
Volkswagen	05E 122 447 J	02.12.2019	SAZ11 1.5 HAR	WIT PROCESS	WIT 00070	Máquina
						
<p><b>PROCESO</b></p> <p>1-Para retabajar la punta del tubo, utilice la fibra Scotch determinada específico como X01065.                  2-Cubre firmemente la punta como se muestra en la foto y aplique la fibra Scotch 3 veces como se muestra en la foto 2.                  3-Después del proceso, asegúrese de que el exceso de material se haya retabajado con la punta del dedo o vuelva a retabajar el primer paso.</p>						
						
Plan de control de las características importantes del producto			Frecuencia de control	Método de control	Preparado por	Aprobado por
Verificar la presión de máquina			Inicio de la producción	Red Rabbit	Pavel UGOLJOU	Arcan Sirgu
Verificar las verificaciones del tubo WIT según dibujo técnico			Cada media hora	Caliper	Controlado por	Fecha
					Rural DOLJICI	23.05.2020
<small>Documentos de referencia: Modelo 001 para la aprobación de un artículo de primera producción; Instrucciones para la realización manual; Usuario.</small>						

## Hoja de operación estándar para proceso en celda robótica de tubo de plástico 05E 122 447 A:

INSTRUCCION DE TRABAJO						
Client	Numero de pieza	Fecha de dibujo	Operacion de trabajo	Componentes	Equipos y materiales usados	
Volkswagen	05E 122 447 A	25.02.2019	SA211 1.9 NAR	WIT PROCESS	HT290 INSERT_V00074 WIT	Máquina de WIT
<p><b>PROCESO NORMAL</b></p> <p>1-Verifique los botones de emergencia y asegúrese de que no estén presionados (Foto 1,2,3).                  2-Presione los botones como se indica en las imágenes. (Foto 4,5,6).                  3-Responsabilidad del operador es llenar los moldes con los WIT tubos para prueba. (Foto 7).                  4-El proceso es robotico y una vez que el proceso comience hasta que los tubos hayan terminado, cualquier movimiento dentro del sensor se detendrá.                  5-Después de la prueba, el operador debe tomar el tubo y colocar en el molde y poner un inserto en su fixture. (Foto 8,9,10).                  5-Cada parte OK, el robot coloca las partes que pasan la prueba en kamazen y deben ser marcadas con cliché de operador.                  6-Las piezas que no pasan la prueba de fugas; se desechan</p>						
Plan de control de las características importantes del producto			Frecuencia de control	Método de control	Preparado por	Aprobado por
Verificar la presión de máquina			Inicio de la producción	Red Rabbit		

## Hoja de operación estándar para proceso de lijado de tubo de plástico 05E 122 447 A:

INSTRUCCION DE TRABAJO						
Client	Numero de pieza	Fecha de dibujo	Operacion de trabajo	Componentes	Equipos y materiales usados	
Volkswagen	05E 122 447 A	25.02.2019	SA211 1.9 NAR	RETRABAJADO	NO 002 8816 PRODUCTO	Manual
<p><b>PROCESO</b></p> <p>1-Para retrabajar la punta del tubo, utilice la fibra Scotch determinado especifico como X01065.                  2-Cubra firmemente la punta como se muestra en la foto y aplique la fibra Scotch 3 veces como se muestra en la foto 2.                  3-Después del proceso, asegúrese de que el exceso de material se haya retrabajado con la punta del dedo o vuelva a retrabajar el primer paso.</p>						
Plan de control de las características importantes del producto			Frecuencia de control	Método de control	Preparado por	Aprobado por
Verificar la presión de máquina			Inicio de la producción	Red Rabbit	Franz UEBELING	Carsten Beyer
Verificar las verificaciones del tubo WIT según el manual			Cada hora	Calibrar	Eugen BUCHNER	Red Rabbit





## 12.7. Inicio de producción de forma normal en base al plan de trabajo que asigne el área de planeación.

En Teklas Automotive a nivel global se trabaja mediante un software o sistema llamado BERG, este sistema muestra todo lo referente a la empresa en general, requerimientos del cliente, planeación, producción, inventarios, órdenes de compra, materiales en tránsito, calidad, nuevos proyectos, logística, mantenimiento, compras, recursos humanos, ventas, almacén, etc.

Yo como supervisor de producción del área de inyección de plástico tengo que revisar diariamente y principalmente al inicio de la semana el plan de trabajo del día y de toda la semana, el área de planeación conforme a los requerimientos del cliente se encarga de actualizar el plan de trabajo para producción, a continuación se muestra la ventana donde aparecen los requerimientos del área a mi cargo, esta ventana muestra el ítem o código de identificación del producto o referencia, una breve descripción, la máquina en la que se produce, el stock existente en almacén, el stock existente en producción, la cantidad requerida para cumplir el plan de esa semana al igual como el plan de trabajo de las próximas 6 semanas.

Plant 1 - Kupplung Last MRP Work Time: 18.11 13:20

Customer	Component Stock	Item	Item Description	Diameter	Machine	Stock Qty	Product Stock	Ticket Remaining Qty	Calculate Qty	AVG 6 Weeks	Balance	Next1	Next2	Next3	Next4	Next5	Next6
VOLKSWAGEN		Q18508	NW16 / SQ012229 IH KLUPP/MON/TEKLAS (YB)	16	Quick Mac	3600	0	3410	4430	4620	2910	7440	6600	5010	4710	2640	1320
VOLKSWAGEN		Q18360	NW16- 3K0122291BN KLUPP./MON/TEKLAS (YB)	16	Quick Mac	0	526	2880	4095	1741	2090	4080	3490	1200	960	480	240
VOLKSWAGEN		Q18514	NW26/SQ0122291T KLUPP./MON/TEKLAS(YB)			1218	0	1960	3920	3178	1120	3840	4150	4200	4320	2080	480
YURTDISMUSTERI		Q00979	4G0 121 140 S ThermoHoh-MON.	20	Manual Machine	0	0	1900	3761	1861	1538	1645	3960	3016	850	0	144
VOLKSWAGEN		Q18506	NW16 SQ0122291BB KLUPP/MON/TEKLAS (YB)	16	Quick Mac	150	457	0	2965	3115	1710	3795	4005	3900	4395	2100	495
VOLKSWAGEN		Q01626	5K0 121 113 ThermoSTAT-MON.	20	Quick Mac	0	0	1460	2641	1181	723	2457	2550	972	579	24	480
VOLKSWAGEN		Q14855	NW16/SQ0122291E KLUPP/MON/TEKLAS(YB)	16	Quick Mac	196	0	1300	1844	740	360	705	1080	960	600	720	0
VOLKSWAGEN		Q21807	NW26 / SQ0122291BQ KLUPP/MON/TEKLAS (YB)	26	Quick Mac	0	1037	1675	1778	1140	1245	2985	2995	480	480	180	120
VOLKSWAGEN		Q19013	NW16-01 3K0122291B KLUPP/MON(YB)	16	Quick Mac	0	799	1003	1504	1300	723	2400	2445	1300	660	180	480
ALDI		Q01212	80A 122 293 EM NW26 Kupplung MON.			1669	0	1108	1476	750	1476	1000	1500	1000	1000	0	0
VOLKSWAGEN		Q00623	SQ0122291DG KLUPPLUNG MONTALLI NW26	26	Quick Mac	2443	613	1635	1125	841	1125	2625	2275	150	0	0	0
VOLKSWAGEN		Q18516	NW26/7M0122291KLUPP/MON/TEKLAS (YB)			5083	3092	1960	1120	3136	1120	3840	4050	4050	4320	2080	480
VOLKSWAGEN		Q19027	NW26-45P 1K0122291BE KLUPP/MON(YB)	16	Quick Mac	4260	1156	1879	924	3223	924	4380	4440	2960	4800	2160	600
YURTDISMUSTERI		Q01839	80A 122 293 HF - NW32 KLUPPLUNG - MON.	32	Quick Mac	1476	548	550	720	840	720	1440	1440	2160	0	0	0
ALDI		Q01211	80A 122 293 GB NW 16 Kupplung MON.	16	Quick Mac	3886	0	1172	698	1146	698	1580	2260	1650	1220	0	0
VOLKSWAGEN		Q16136	NW26/SQ0122291AK THERM. KLUPP/TEKLAS (YB)	26	Quick Mac	0	1589	478	616	616	95	700	750	1000	600	650	0
VOLKSWAGEN		Q00513	SQ0122291DF KLUPPLUNG MONTALLI (NW26)	26	Quick Mac	0	1580	378	591	591	50	550	750	1000	600	650	0
VOLKSWAGEN		Q18520	NW16/SQ0122291AB CIFT SIF.KLUPP(YB)	16	Quick Mac	2297	2121	0	240	440	240	480	480	720	720	0	240
		V00074	OSE 122 447 A W-WITB			0	0	0	200	200	0	0	0	0	525	0	0
ALDI		Q00242	NW16_8W0122291B Y-Ring mont. kupp.(YB)	16	Quick Mac	2325	2080	400	46	387	46	525	825	675	300	0	0
VOLKSWAGEN		Q00391	SQ0122291DA KLUPPLUNG MON (YB)	26	Quick Mac	932	548	339	45	243	45	180	180	560	480	60	0
		V00075	OSE 122 447 W-WITB			0	0	0	0	24	0	0	0	0	0	0	0
ALDI		Q00984	80A 122 293 D5 - NW26 KLUPPLUNG-MON.			1577	0	0	0	385	0	492	805	735	245	0	0
ALDI		Q01093	80A 121 087 J-T-Farja verHilf MON.			2232	339	350	0	380	0	150	840	720	240	0	0
VOLKSWAGEN		Q19495	NW26/SQ0122291BD KLUPP/MON/TEKLAS (YB)	26	Manual Machine	6760	0	100	0	25	0	0	0	0	0	0	0
VOLKSWAGEN		Q00823	SQ0 122 291 EB Kupplung Montaj	16	Quick Mac	7251	2614	457	0	211	0	0	0	0	0	0	0
VOLKSWAGEN		Q16852	NW16 SQ0122291AJ KLUPP/ MON / TEKLAS (YB)	16	Quick Mac	9877	1689	100	0	13	0	0	0	0	0	0	0

## Proyecto VW EA211 1.5L TSI EVO NAR:

TEKLAS MEXICO PROJECTS

VW EA211



1.5L TSI EVO NAR

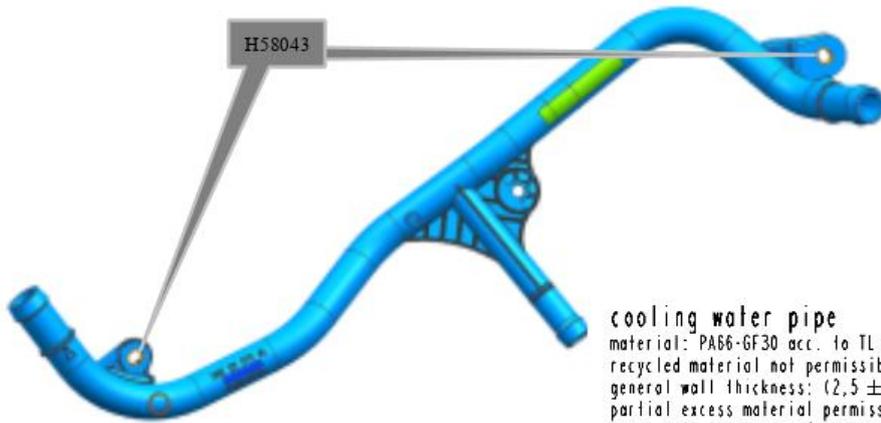
5 Parts

SOPMexico : CW40, 2020

Turnover : 0.38 Mil. USD

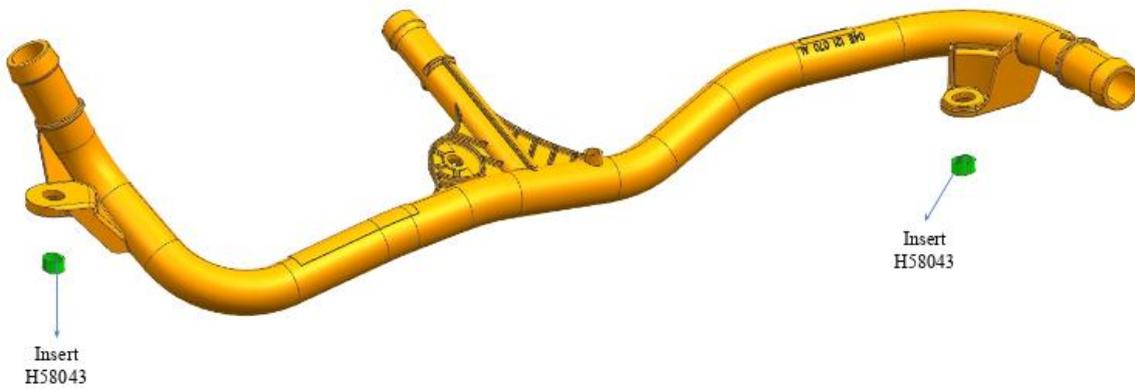
A continuación se muestra la referencia (tubo de plástico) **O4E 121 070 AL** ya con el inserto metálico (H58043) que lleva en sus extremos ya como producto terminado:

04E 121 070 AL–Cooling Water Pipe(147 g)|ZD 28.02.2019| Vol:292.147



**cooling water pipe**  
 material: PA66-GF30 acc. to TL 52682, black  
 recycled material not permissible / regenerate max. 20 %  
 general wall thickness: (2,5 ± 0,5) mm  
 partial excess material permissible  
 local wall thickness of minimum 1,5 permissible

Teklas Code	VW Code	Description	Supplier
H58043	-	Hulse (DIN EN 10139-DC01C490 MA-RL)	MAKYAY

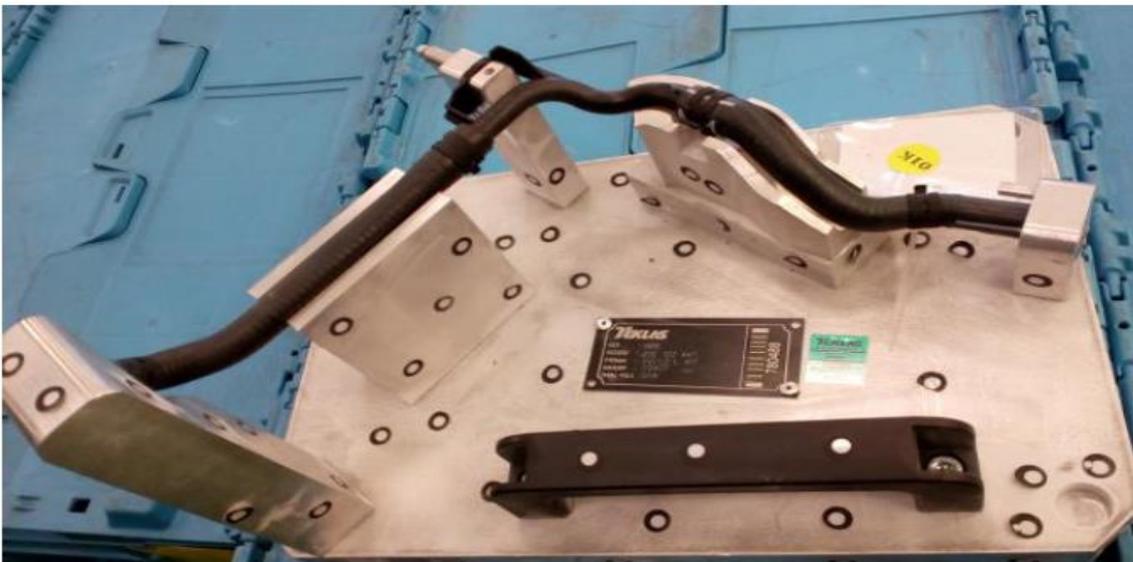
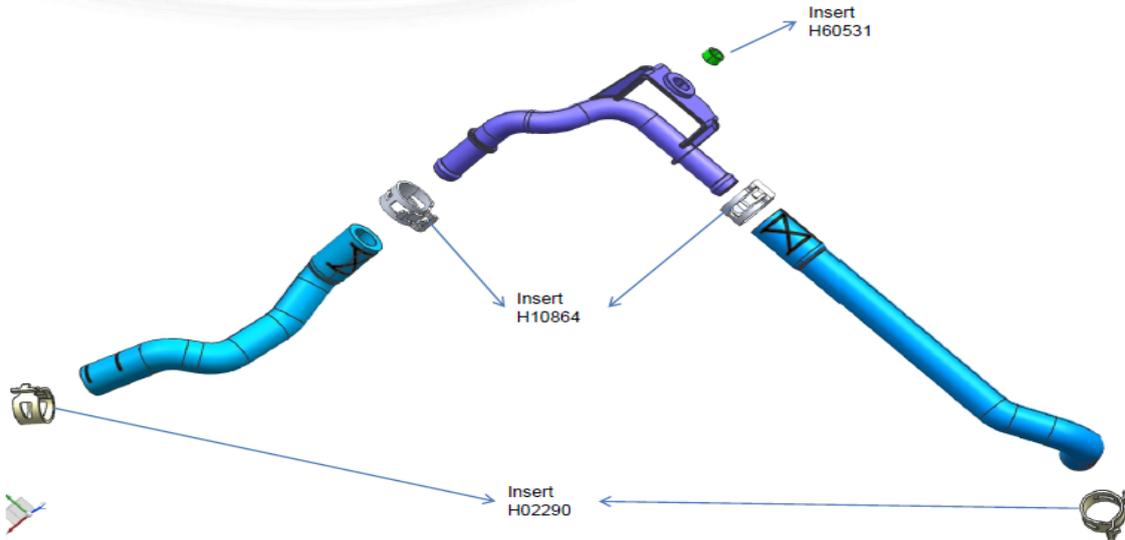


A continuación se muestra la referencia **O5E 122 447 J** ya con el tubo plástico (V00075), inserto metálico (H77391), mangueras (H66821) (H69701), abrazaderas (H02290) (H16168) (H10864) ya como producto terminado:

05E 122 447 J – Water Pipe (131 g) | ZD 06.12.2018 | Volume:292.147

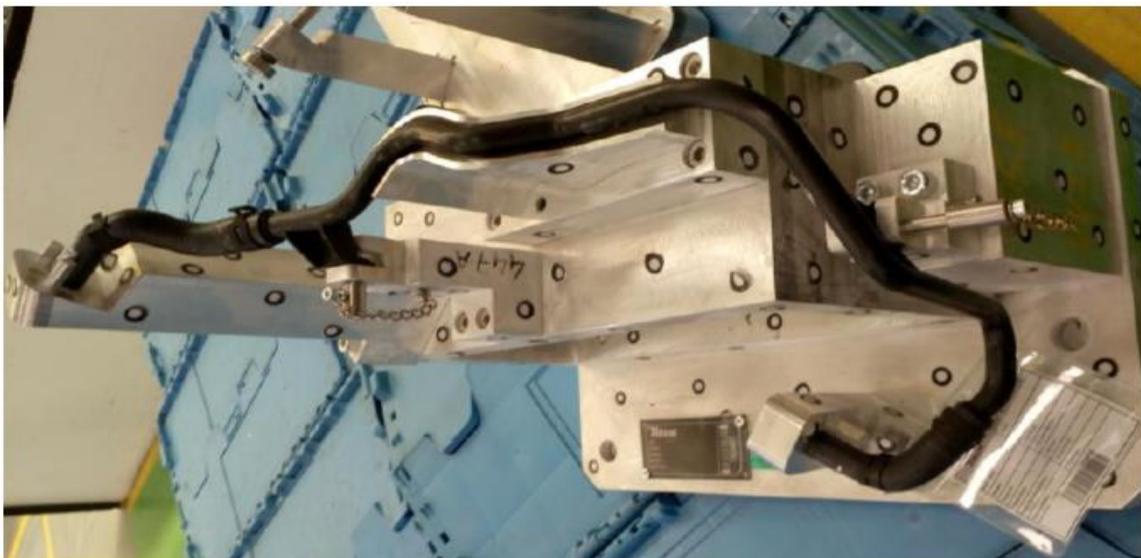
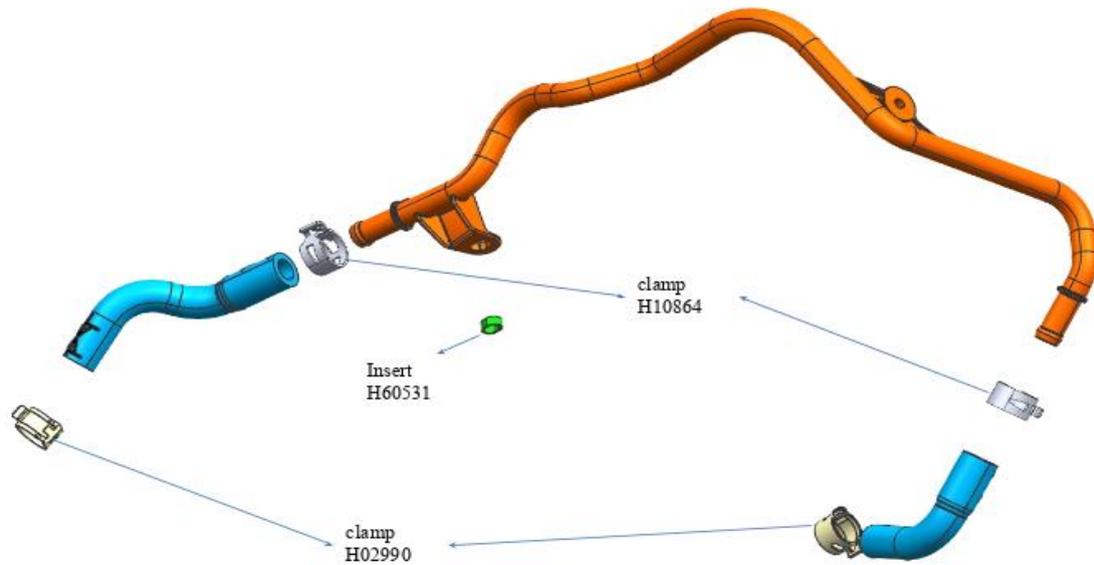
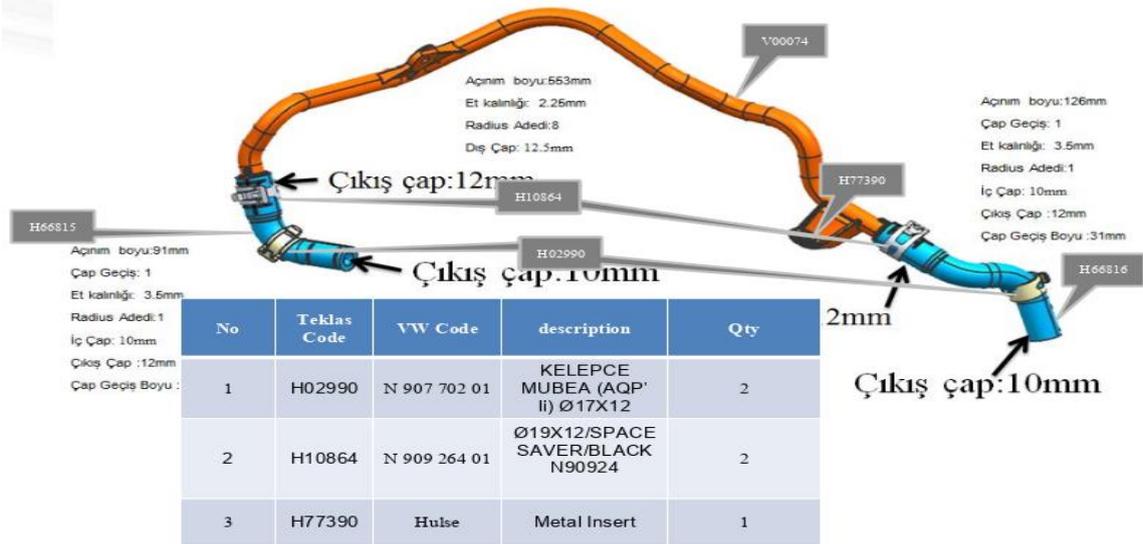
Çıkış çap:12mm  
H77391  
V00075  
Çıkış çap:12mm  
Çıkış çap:16mm  
H16168  
H66821  
Çıkış çap:10mm  
H02990  
Açınım boyu:162.41mm  
Et kalınlığı: 2.25mm  
Radius Adedi: 3  
İç Çap: 12.5mm  
H10864  
Açınım boyu:227mm  
Çap Geçiş: 1  
Et kalınlığı: 3.5mm  
Radius Adedi: 2  
İç Çap: 10mm  
Çıkış Çap: 12mm  
Çap Geçiş Boyu :27mm  
Açınım boyu:214.489mm  
Çap Geçiş: 1  
Et kalınlığı: 3.5mm  
Radius Adedi: 4  
İç Çap: 12mm

No	Teklas Code	VW Code	description	Qty
1	H02990	N 907 702 01	KELEPCE MUBEA	1
2	H16168	N 906 869 01	KELEPCE MUBEA yeni (AQP' li) Ø23X12	1
3	H10864	N 909 264 01	19X12/SPACE SAVER/BLAC KN9092	2
4	H77391	Insert	H77391	1



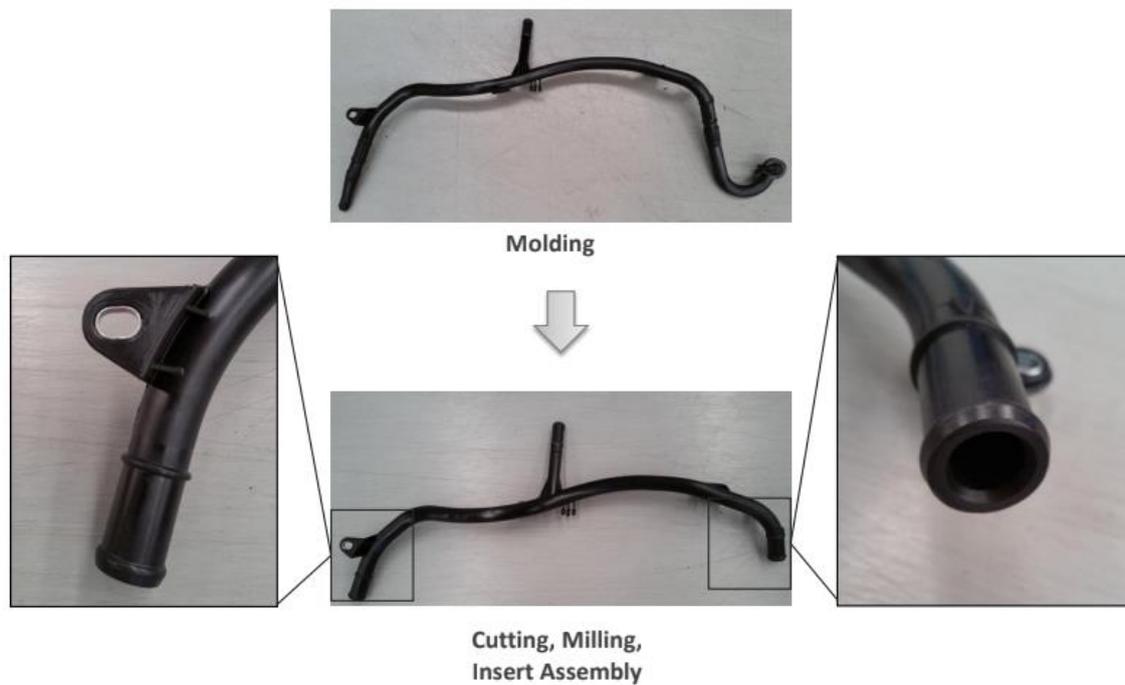
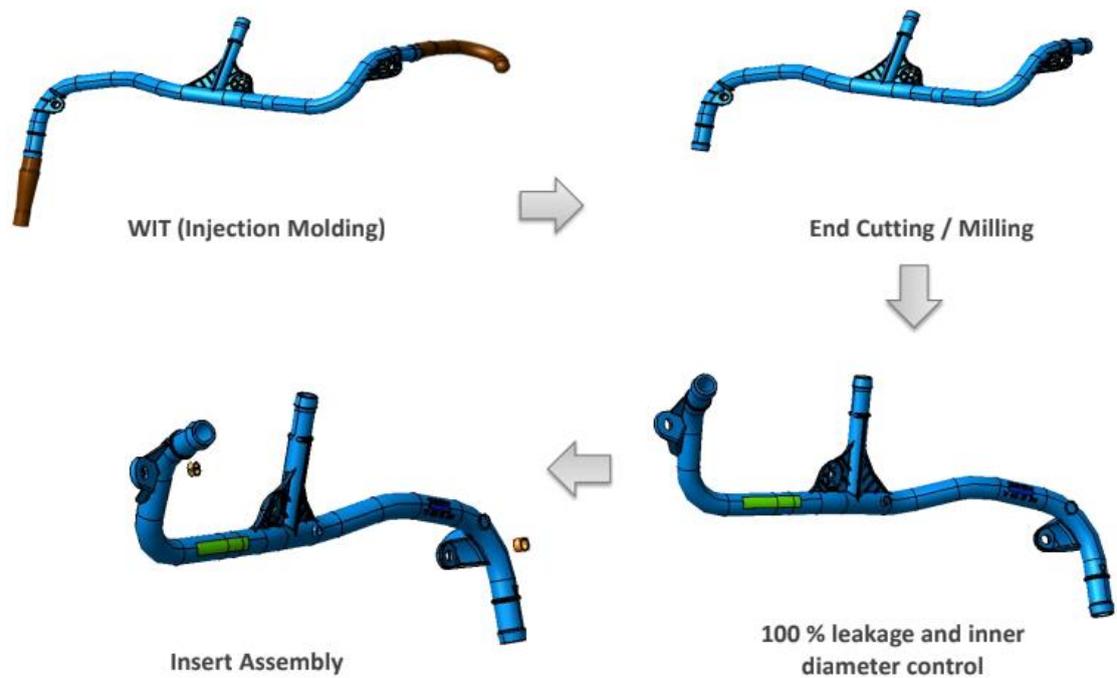
A continuación se muestra la referencia **O5E 122 447 A** ya con el tubo plástico (V00074), inserto metálico (H77390), mangueras (H66815) (H66816), abrazaderas (H10864) (H02990) ya como producto terminado:

05E 122 447 A – Coolant Pipe (129g) | ZD 25.02.2019 | Volumen:292.147



## Proceso por el cual pasa un tubo de plástico:

- a) Moldeo de inyección
- b) Corte final y fresado
- c) Ensamble de insertos
- d) Prueba de fuga y un control de diámetro interno.



**Sitio de producción:** moldeo por inyección (WIT) y ensamble de operaciones adicionales.

## Production Site



**Moldeo por inyección:** herramienta de moldeo (molde) y semi-parte moldeada.

## Injection Molding (WIT)



Molding Tool



Molded semi-part

**Operaciones adicionales en celda robótica:** corte final, fresado (formado de espiga) y prueba de fuga y control de diámetro interior.

### Additional Operations on Robotic Cell



End cutting



Milling (Spigot forming)



Inner dia. and Leakage Control

### Capacidad de prueba-Laboratorio de material

#### Testing capacity- Material LAB.



## Capacidad de prueba- Laboratorio de prueba de rendimiento

Testing capacity- Performance Testing LAB.



## Capacidad de prueba- Laboratorio de prueba de rendimiento

Testing capacity- Performance Testing LAB.

- Cooling System Test Machines, 5 pcs
- Charhe Air Lines Test Machines, 4 pcs
- Brake Hoses Endurance Test Machines, 4 pcs
- Climatic Chambers, 3 pcs
- Others (Burst , Vacuum, Yarn abrasion, Sleeve abrasion, Permeability, )

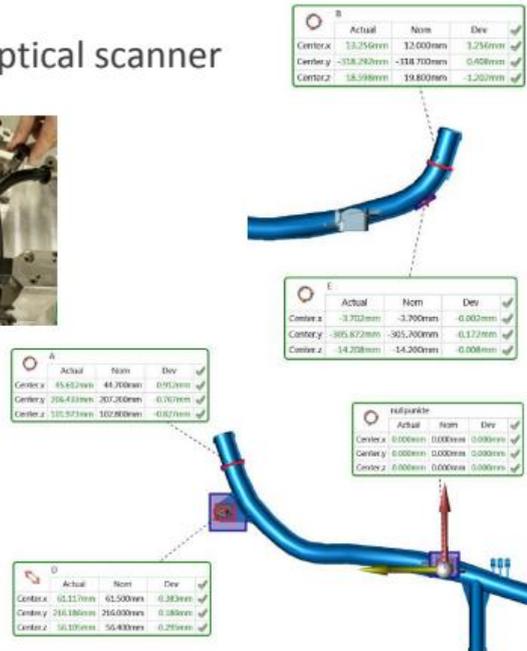


**Control y medición:** escantillón de control de tubería y medición 3D con CMM y escáner óptico.

## Control and Measuring

TEKLAS

- Pipe control gage
- 3D measuring with CMM and optical scanner

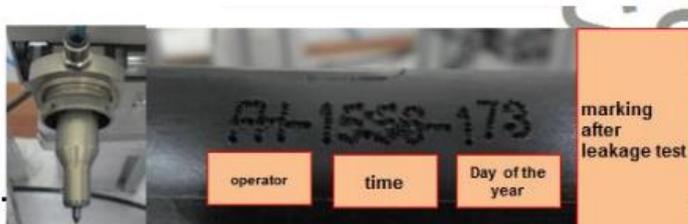


**Prueba de fuga:** prueba con Ateq según especificación del dibujo.

## Leakage test

TEKLA

- Test with Ateq according specification on the drawing



COUPLING A	1	
FILL TIME	7s	
STABILISATION TIME	3s	
TEST TIME	5s	10s
DUMP TIME	1,2	
PRESS UNIT	bar	bar
MAX FILL	3	
FILL	2,54	2,5 +/- 0,5
MIN FILL	2	
LEAK UNIT	Pa/s	ccm/min
REJECT CALCULATION		
VOLUME UNIT	cm3	ml
VOLUME		95
TEST FAIL	89	5
REF FAIL		

## 12.8. Cronograma de actividades 2020

Actividades	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
1. Realización de layout en área, ubicación e instalación de maquinaria.	X				
2. Selección y capacitación de personal operativo (máquinas de inyección, celdas robóticas, moldes, etc.) operación y manejo, seguridad y riesgos, equipo de protección personal, mantenimiento preventivo, predictivo, TPM, etc.	X				
3. Montaje e instalación de moldes (conexiones eléctricas, hidráulicas, neumáticas y de enfriamiento).	X				
4. Revisión de sistemas de seguridad (foto celdas, cortinas, sensores, paros de emergencia).		X			
5. Comienzo de pruebas y pilotajes de los tubos de plástico y conectores rápidos hasta lograr estandarizar los diferentes parámetros.		X			
6. Realización de hojas de operación estándar (secuencia de operaciones y de proceso).		X			
7. Análisis de			X		

operación y proceso, estudio de tiempos y movimientos (tomar tiempos de ciclo de cada máquina y celdas robóticas, piezas por minuto, por hora, por turno).					
8. Optimización de operaciones, establecer mecanismos de medición cuantitativa de productividad y del impacto que tienen en su ejecución.			<b>X</b>		
9. Propuestas de mejoras en el proceso y en el procedimiento.			<b>X</b>		
10. Implementación de mejoras en el proceso y en el procedimiento.			<b>X</b>		
11. Implementación de kaisenes y pokayokes.				<b>X</b>	
12. Eliminar los tiempos muertos dentro del proceso (movimientos innecesarios del operador, de las máquinas y de las celdas robóticas).				<b>X</b>	
13. Estudio de ergonomía (equipo de protección personal, posturas y movimientos del operador, utilización de tapetes anti fatiga).				<b>X</b>	
14. Implementación de registro y seguimiento al cumplimiento de la productividad.					<b>X</b>
15. Inicio de producción de					<b>X</b>

forma normal en base al plan de trabajo que asigne el área de planeación.					
---	--	--	--	--	--

## CAPÍTULO 5: RESULTADOS

### 13. RESULTADOS

A continuación, se muestra el proceso completo de moldeo por inyección de los tubos **05E 122 447 J**, **05E 122 447 A** y **04E 121 070 AL**, dicho proceso es el mismo para los 3 modelos de tubo sólo que en diferente máquina de inyección.



Esta es la materia prima que se usa para la fabricación de los tubos de plástico, se trata de una poliamida (plástico con fibra de vidrio), la poliamida que se utiliza viene en costales de 25 kg. de pequeños pellets (resina).



Después estos pellets (resina) de poliamida se vacían a unas tolas de almacenaje, la capacidad de una tola es de 200 kg.

Enseguida esta resina pasa a otras tolvas o estación que se llama secadores de compuesto, en estas tolvas se le retira el 99% de humedad que pueda tener la resina para tener un mejor proceso de inyección, este proceso dura entre 4 a 6 horas para poder retirarle la humedad al material, cada tolva tiene una capacidad de 200 kg.

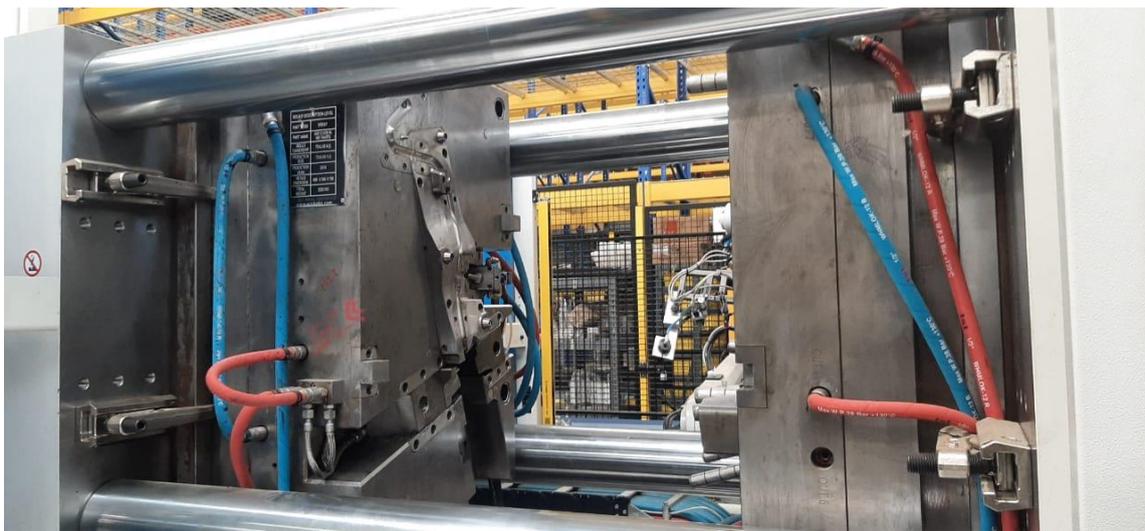


Ya que la resina paso por el proceso de secado y se le retiro la humedad, pasa a otra tolva más pequeña por medio de unas tuberías de absorción, esta tolva ya se encuentra en la unidad de inyección de la máquina, la capacidad de esta tolva es de 25 kg.

Ya en la tolva de la unidad de inyección comienza el proceso de llenado por medio de un husillo que derrite la resina, este husillo está rodeado por resistencias que calientan todo el barril a una temperatura de 290° C.



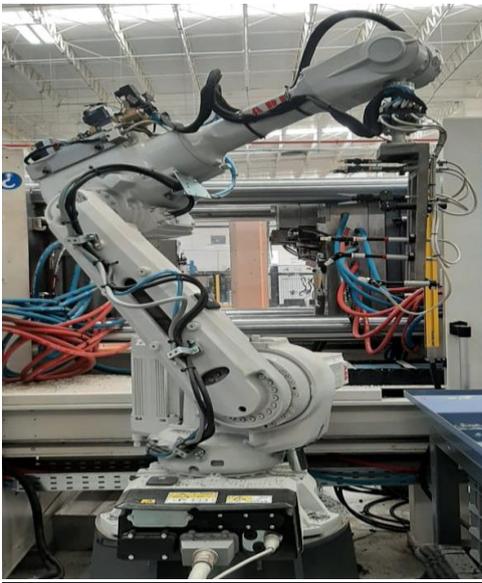
Esta es la unidad de cierre donde se encuentra el molde para el moldeo del tubo de plástico, dicho molde es calentado internamente por medio de unas resistencias a 300° C.



Al igual lleva un recirculamiento de agua en ciertas zonas del molde que es controlado por medio de un termo regulador a 70° C, esto nos ayuda a tener un control de temperatura óptimo en todas las partes del molde.



Por cuestiones de confidencialidad no se muestra el proceso completo de moldeo del tubo de plástico, ya cuando la máquina termina el ciclo de inyección así es como queda el tubo de plástico, en los extremos queda rebaba que posteriormente se muestra como se corta.



Después de que el ciclo de moldeo finaliza, el molde abre y este brazo robótico entra por el tubo completo, por medio de una ventosa toma el tubo y lo coloca en un fixture.

En este fixture es colocado el tubo de plástico completo, aun con la rebaba en los extremos, ya cuando es cortada la rebaba esta cae en una caja que se encuentra en la parte inferior del fixture.



Posteriormente el brazo robótico cambia de herramienta, deja la ventosa y toma este disco de corte para cortar los extremos (rebaba) sobrante del tubo de plástico.



Después de terminar de cortar la rebaba sobrante del tubo vuelve a tomar la ventosa para tomar el tubo ya cortado y pasarlo a un contenedor de producto semi terminado.

En estos contenedores o cajas es donde va cayendo el tubo semi terminado para ser trasladado al siguiente proceso (fresado, control de diámetro, prueba de fuga y marcado).



El tubo plástico semiterminado es colocado en estos fixture para su posterior proceso de fresado.

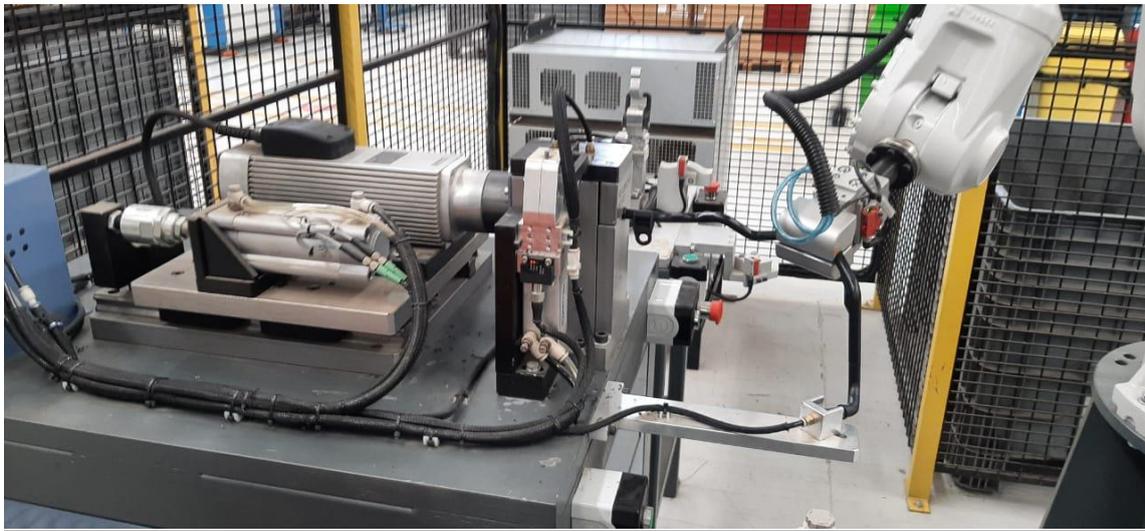


Así es la apariencia de los extremos del tubo semiterminado antes del proceso de fresado.



El brazo robótico toma el tubo semiterminado del fixture para realizar el proceso de fresado de los extremos.

Después de que el brazo robótico toma el tubo semi terminado lo lleva a al proceso de fresado donde un pequeño torno desbasta y realiza un acabado determinado en los extremos del tubo.



Así es como queda el acabado después de realizar el proceso de fresado o desbaste en el tubo semiterminado.



Después de haber terminado el proceso de fresado pasa al proceso de control de diámetro, donde entra una cuerda de un determinado diámetro por un extremo del tubo y tiene que salir por el otro extremo, si esta cuerda no sale inmediatamente el brazo robótico envía este tubo a **SCRAP**, pero si esta cuerda si sale el tubo esta **OK** y pasará al siguiente proceso de prueba de fuga.



Si el tubo semiterminado esta **OK** en el proceso de control de diámetro, el brazo robótico deja el tubo en un determinado recipiente para el siguiente proceso de prueba de fuga.

Aquí es donde caen los tubos que pasan **OK** el proceso de control de diámetro, ya el proceso de prueba de fuga se hace de forma manual por medio de un operador.



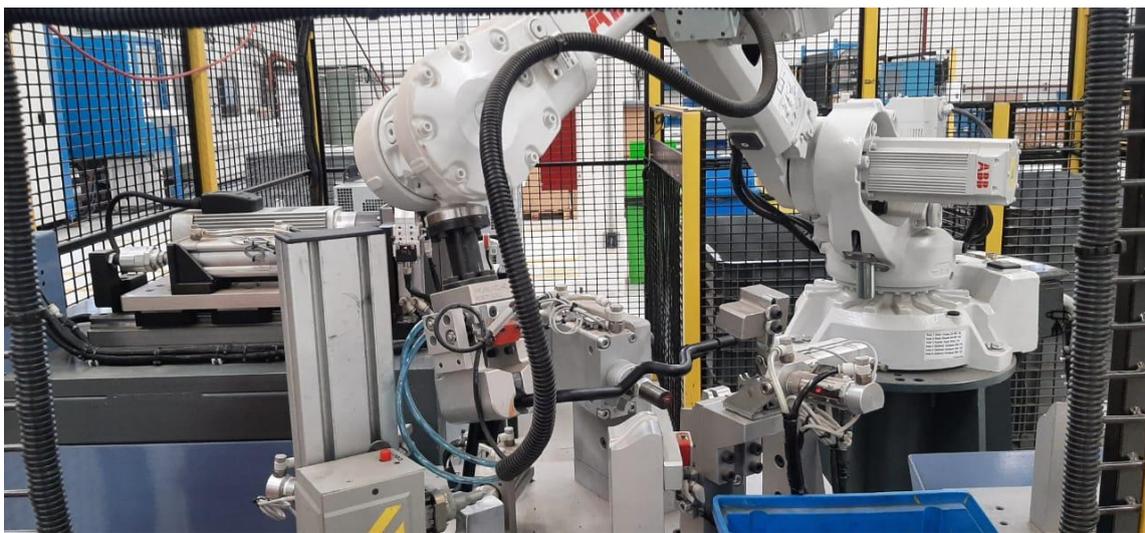
El operador toma el tubo semi terminado del recipiente de la imagen anterior y lo coloca en este fixture donde se realizará el proceso de prueba de fuga, al igual en este proceso se ensambla un inserto metálico.

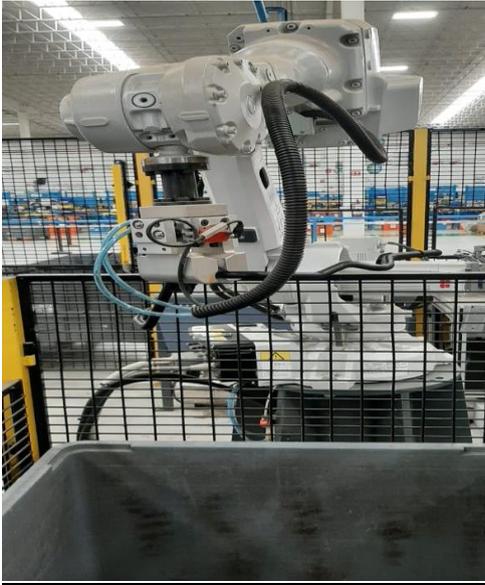


En esta imagen se muestra el proceso de prueba de fuga, el cual consiste en dos pistones que sellan los extremos del tubo, uno de los pistones dispara aire comprimido dentro del tubo por 5 segundos, después pasan otros 5 segundos de estabilización y enseguida pasan otros 5 segundos de prueba, en los últimos 5 segundos existe una pérdida de aire comprimido, si la pérdida de aire está dentro de los parámetros que designa el cliente, este tubo esta **OK** y pasa al siguiente proceso, si no está dentro el brazo robótico inmediatamente lo envía al contenedor de **SCRAP**.



Si el tubo semi terminado pasa **OK** el proceso de prueba de fuga, pasa al siguiente proceso de marcado, donde el brazo robótico lleva el tubo hacia donde se encuentra una marcadora laser la cual tatúa la fecha (día/mes/año) y el número de empleado del operador en turno que estaba trabajando esa celda robótica.





Si el tubo de plástico paso **OK** todos los anteriores procesos el brazo robótico lo soltara en un contenedor o caja de tubos terminados **OK**.



En esta imagen se muestran dos contenedores o cajas, el contenedor del lado izquierdo es donde el brazo robótico deja los tubos **NG** o **SCRAP**, este contenedor tiene una guarda cerrada con candado para que no se abra por cualquier persona y no se mezclen los tubos, sólo personal de calidad puede abrir este candado, en el contenedor del lado derecho es donde el brazo robótico deja los tubos **OK**, estos tubos ya están terminados para su posterior proceso en el área de ensamble o producción final donde se le colocaran otros componentes (mangueras de caucho y abrazaderas metálicas).

## **CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES**

### **14. CONCLUSIONES DEL PROYECTO**

Los plásticos se han convertido en uno de los principales materiales para la fabricación de variedad de artículos, característica clave para entrar en un gran número de mercados y aplicaciones, sin disminuir el dinamismo que siempre ha poseído este sector.

Entre los diferentes procesos de transformación (inyección, extrusión, soplado y vacío, principalmente) destaca el proceso de inyección, gracias a ciclos rápidos de producción y constantes productos terminados a la salida de máquina, permitiendo que los materiales poliméricos estén reemplazando a otros materiales como metales, maderas y vidrios, resolviendo necesidades tecnológicas.

Desde hace ya muchos años la industria del plástico se ha visto involucrada en un crecimiento continuo y es de tal importancia en la actualidad que cada vez más productos son elaborados con este material.

Durante un proceso de inyección de un producto plástico, es de gran importancia definir las diferentes áreas potenciales que pueden causar un problema, esto con el fin de analizar e identificar la causa raíz de los problemas que se presenten, durante el proceso de inyección. Por lo tanto el método de causa-efecto, nos ayuda a analizar las causas y los efectos de un problema y dar soluciones de manera óptima en beneficio de la producción de una pieza.

#### **Método**

Se identificaron los pasos más importantes para la correcta realización de las operaciones de montaje y puesta a punto del molde, yendo desde la parte de seguridad personal hasta los parámetros más importantes para la producción de piezas.

Es fundamental establecer y apegarse a un método para procesar un producto plástico, ya que conociendo y aplicando el método, se garantiza el logro de objetivos establecidos.

#### **Maquinaria y equipos**

El proceso de inyección, requiere que la maquinaria y equipos a utilizar, estén en perfectas condiciones, para esto el mantenimiento preventivo de estos equipos debe estar llevado de manera correcta y sistemática, para descartar problemas durante la ejecución del proceso.

Para proceder tanto al montaje y ajuste del en la máquina, se procedió a conocer el funcionamiento de cada uno además de tener a la mano los

manuales de operación y mantenimiento de los distintos equipos, con la finalidad de llevar a cabo la puesta a punto de manera correcta y cuidar las indicaciones determinados por cada uno de los fabricantes de los distintos equipos.

Cada uno de los equipos utilizados juega un papel importante en el proceso de transformación del plástico y bajo este proceso se realizó la puesta a punto de los distintos equipos periféricos de control del proceso.

Es importante mantener los equipos (tanto maquinaria y periféricos) funcionales, por consecuente se deben utilizar planes de control de mantenimiento, lo cual es indispensable para asegurar la función, calidad y costo de las piezas fabricadas.

## **Instalaciones**

Otro aspecto importante para el control del proceso de transformación de plásticos en cualquiera de sus variantes, son las instalaciones en las que se realiza la producción y/o puesta a punto de un proceso, ya que de esto dependerá también la calidad de las piezas fabricadas.

Para la producción en masa de un producto es necesario tener un control de todos los requerimientos de las máquinas de inyección, tales como consumo energético, tipo de piso necesario para el montaje de las mismas y hasta el consumo de agua para enfriamiento del proceso.

En la parte de instalaciones requeridas para la puesta en marcha del presente proyecto no se encontraron deficiencias, ya que la nave donde se encuentra ubicada la empresa Teklas Automotive México cuenta con los equipos e instalaciones necesarias para desarrollar este proyecto.

Conocer los requerimientos de la máquina es indispensable para determinar que instalaciones se requieren y poder garantizar la perfecta operación de los equipos y periféricos utilizados en una instalación.

## **Medio ambiente**

Independientemente de los parámetros de control del ciclo de producción, el medio ambiente juega un papel importante en la producción de una pieza, pues los cambios de temperatura durante un día de labores influyen directamente en el proceso, ya que por ejemplo el tiempo de enfriamiento va a ser menor si el clima es frío, pero aumentará dependiendo el clima en el que se haga la producción, en casos muy particulares, se trabaja bajo ambientes controlados, ya que es requerimiento de producción hacer las piezas bajo cierta normatividad.

La absorción de humedad, la iluminación en la maquinaria, la absorción de vibraciones producidos por los equipos y la emisión de ruidos son los factores más importantes que se deben tomar y por lo tanto analizar las condiciones

ambientales, en que se realiza un proceso productivo es un factor influyente en la calidad de un producto plástico.

### **Mano de obra**

El montaje y puesta a punto un molde de inyección, así como la colocación de los parámetros y manejo de los equipos en general, se efectuaron bajo la supervisión de personal capacitado bajo los aspectos de manipulación, conocimiento del entorno y funcionamiento de las máquinas a utilizar, ya que en caso de fallas se debe ejecutar un procedimiento para la contención y arreglo de la falla.

Debido a que al momento de efectuar cualquier ajuste en torno a la máquina se debe hacer un historial de modificaciones para solucionar cualquier problema de manera más rápida ya que debido a que las condiciones de operación y seguridad son variantes dependiendo el personal que efectúa dichas modificaciones.

Dentro del desarrollo del proyecto, la mano de obra juega un papel importante debido al nivel técnico requerido para la correcta manipulación de los equipos y el molde, consecuentemente se requirió el apoyo de 4 operadores para apoyar con las tareas de montaje, manipulación y puesta en marcha de los distintos equipos periféricos que se utilizaron, se capacitaron en el uso de las máquinas, mostrándoles el principio básico de funcionamiento, las características técnicas que tienen y el mantenimiento que se debe dar a los mismos.

Es importante contar con personal capacitado para la puesta en marcha de un proceso de transformación, ya que cada proceso es distinto y se debe documentar cada uno de los cambios con la finalidad de optimizar y disminuir los tiempos de puesta a punto e inicio de producción.

Otro aspecto fundamental es la seguridad del operador, ya que el proceso presenta riesgos y por lo tanto el personal operador, debe contar con todo su equipo de seguridad determinado para la operación.

Es fundamental identificar y establecer cada variable y parámetros (presión, temperatura, humedad, velocidad, tiempo, etc.) que intervienen en la producción de un producto plástico y de que de ellos depende la calidad, costo y entrega de un producto al cliente.

Hacer las cosas bien, paso a paso, validando cada uno de ellos da como resultado un trabajo bien hecho, rápido, barato y gratificante.

## **CAPÍTULO 7: COMPETENCIAS DESARROLLADAS**

### **15. COMPETENCIAS DESARROLLADAS Y/O APLICADAS**

- Capacidad de análisis de información
- Manejo de sistemas de la comunicación
- Habilidades sociales, interactuar en ambientes cerrados y hostiles
- Capacidad de operar rentablemente un proyecto competitivo de cambios y oportunidades
- Solución de problemas
- Orientación a objetivos
- Apego a normas y estándares
- Capacidad de aprendizaje
- Comunicación efectiva
- Trabajo en equipo
- Actitud de servicio
- Compromiso – cumplimiento de tareas
- Enfoque a resultados
- Integridad
- Inteligencia emocional
- Valores en general (respeto por las personas)
- Trabajo bajo presión
- Superación personal
- Búsqueda de la mejora continúa

## **CAPÍTULO 8: FUENTES DE INFORMACIÓN**

### **16. FUENTES DE INFORMACIÓN**

- Chiavenato, I. (2006). Introducción a la teoría general de la administración. Distrito Federal: McGraw-Hill. Recuperado el 16 de junio de 2016
- Chiavenato, I. (2006). (Introducción a la teoría general de la administración) Distrito Federal: McGraw-Hill.
- Gutiérrez Garza, Gustavo. Justo a Tiempo y Calidad Total, Principios y Aplicaciones. Quinta edición. Ediciones Castillo S. A. de C. V., Monterrey, Nuevo León, México, 2000
- K. Hodson William. Maynard, Manual del Ingeniero Industrial. Tomo II. Cuarta edición. Mac Graw Hill, México, Septiembre de 2001
- (Julio del 2018) Competidores globales de Teklas Automotive satisfechos con Aguascalientes <https://mexicoindustrialmaps.com/en/article/teklas-automotive-global-competitors-pleased-with-aguascalientes>

- Ing. Pablo Vargas (09 de enero del 2017) Que es el moldeo por inyección de plástico <https://www.privarsa.com.mx/moldeo-por-inyeccion-de-plastico/>
- Eduardo Baño Martí (14/07/2020) Beneficios y problemáticas del proceso de inyección de plástico <https://www.interempresas.net/Plastico/Articulos/308676-Beneficios-y-problematicas-del-proceso-de-la-inyeccion-de-plastico.html>
- Dae Aguilar Alexandre (14/07/2006) Curso manual de inyección de plástico <http://ppi.com.mx/Servicios/que-es-la-inyeccion-de-plasticos.html>
- Martin Plastics (18 de octubre del 2019) Inyección de plásticos: guía de procesos, ejemplos y costos <http://martinsplastics.net/inyeccion-de-plastico/>
- Área de producción <http://www.educacion-integral.com/conocimientos/empresa/producci%C3%B3n-y-log%C3%ADstica/%C3%A1rea-de-producci%C3%B3n.html>
- (30 Octubre 2020) Departamento de producción de una empresa: Estructura y funciones <https://leanmanufacturing10.com/departamento-de-produccion-de-una-empresa-estructura-y-funciones>
- Antón Jáuregui Área de producción de una empresa: funciones y objetivos <https://www.lifeder.com/area-produccion-empresa/>
- Redacción horizontum (28 de noviembre del 2019) ¿Para qué sirve el área de producción de un negocio o empresa? <https://www.horizontum.mx/para-que-sirve-el-area-de-produccion-de-un-negocio-o-una-empresa>

## CAPÍTULO 9: ANEXOS

### 17. ANEXOS



Anexo 1: Líneas de calefacción-refrigeración



**Anexo 2:** Líneas de refrigeración-calefacción



**Anexo 3:** Líneas AC



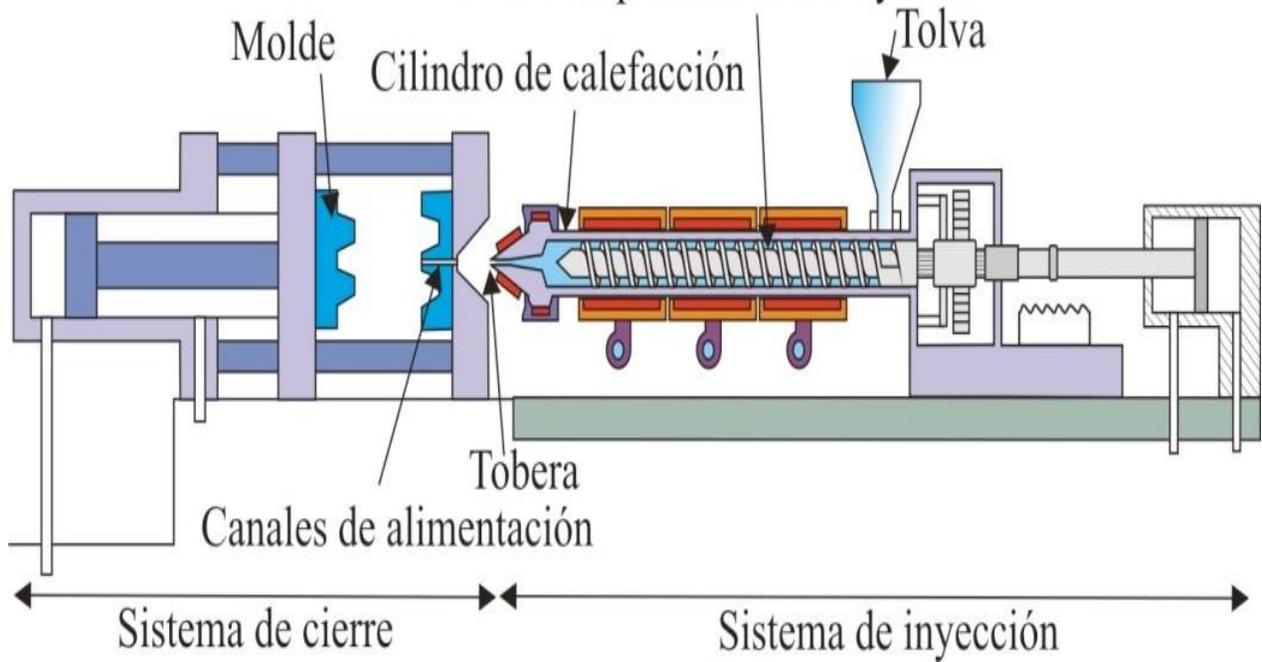
**Anexo 4:** Líneas de motores eléctricos e híbridos



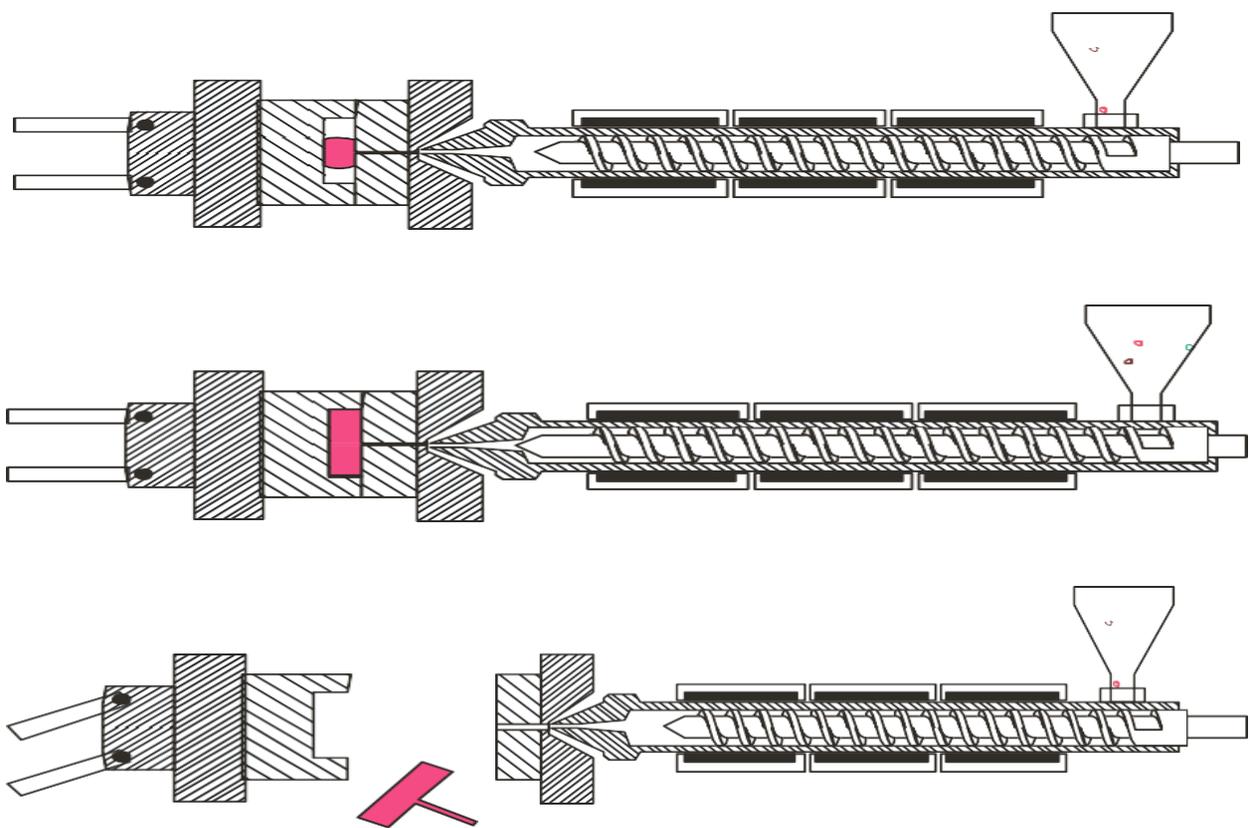
**Anexo 5:** Sistemas de líneas de aire



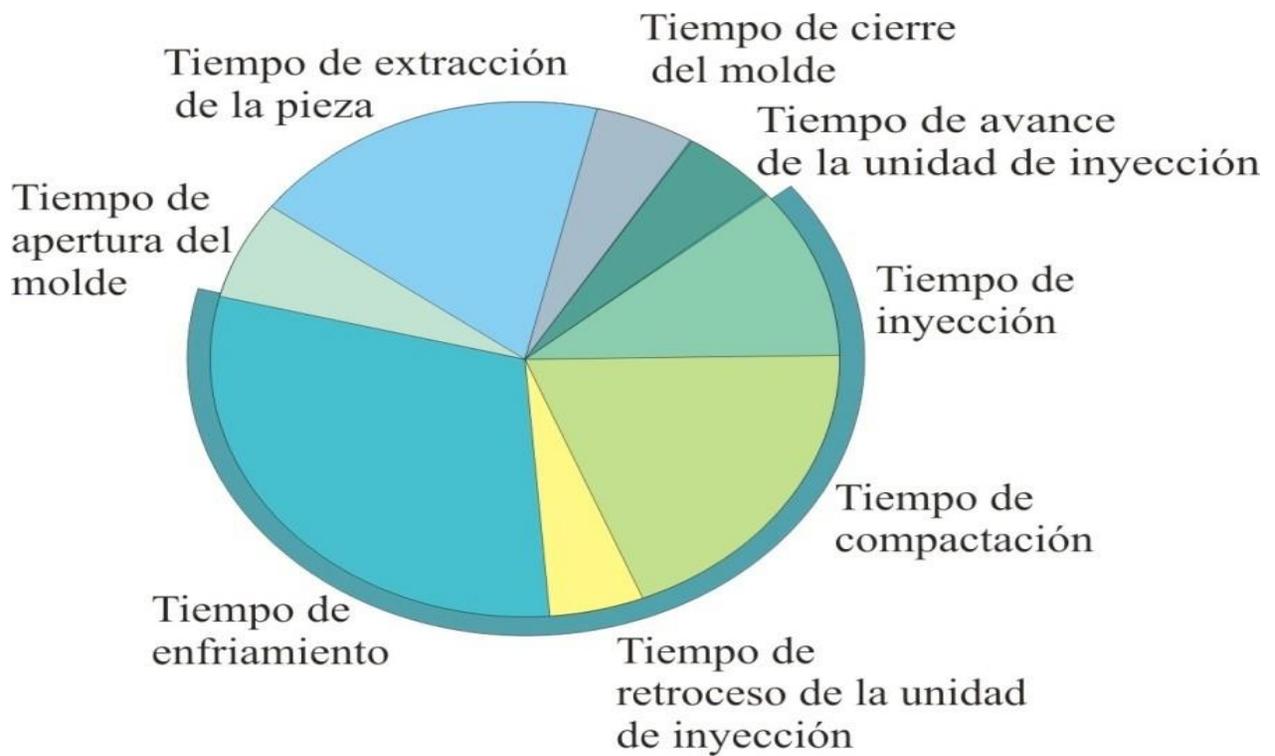
**Anexo 6:** Sistemas de líneas de aire para la automatización de almacenes  
Tornillo de plastificación/inyección



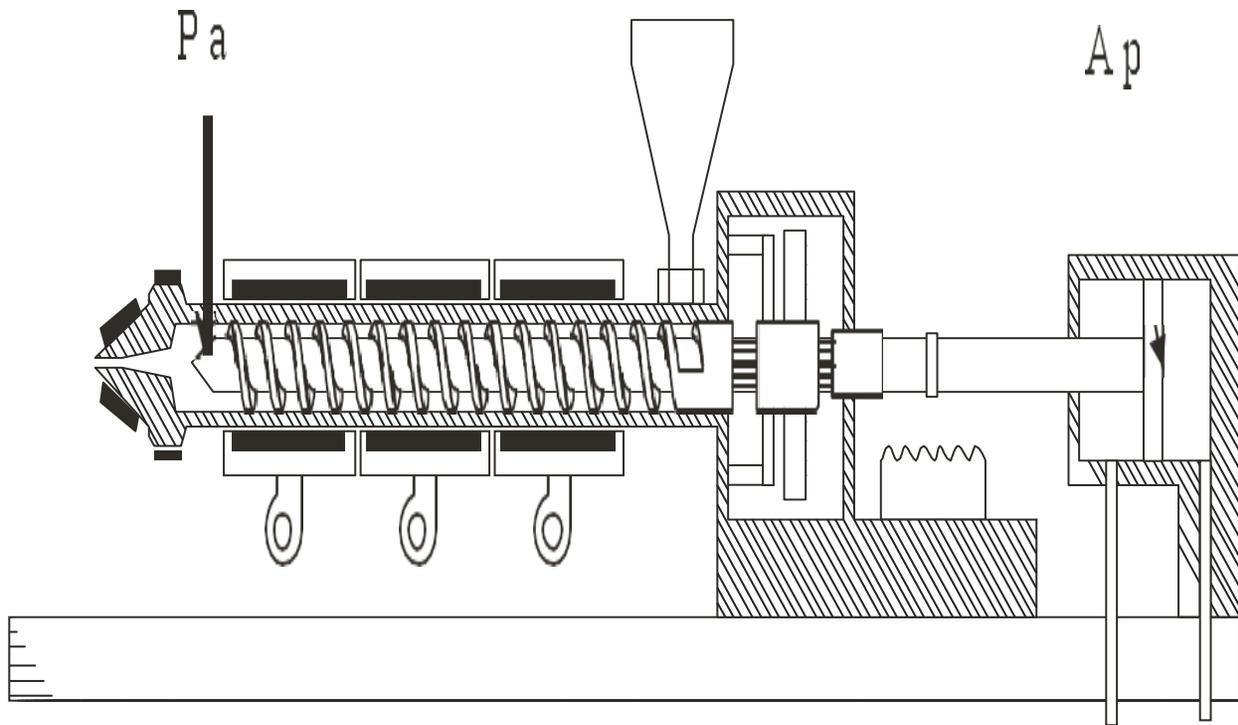
**Anexo 7:** Máquina de inyección de tornillo (husillo)



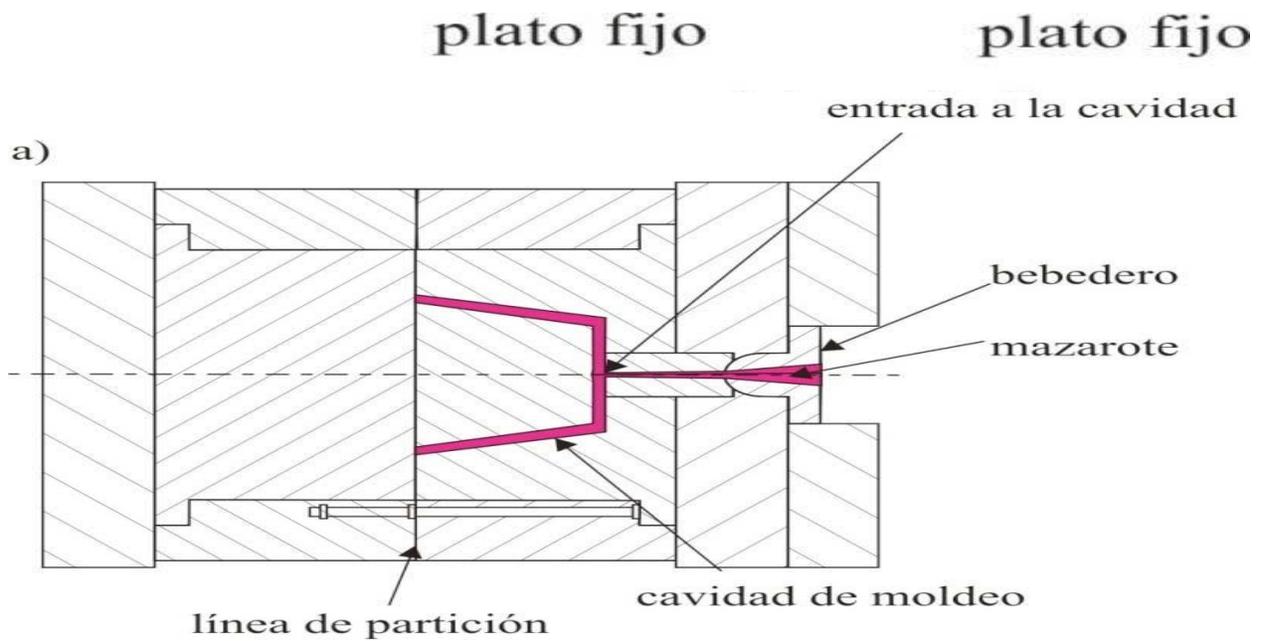
**Anexo 8:** Secuencia de movimientos de una máquina de inyección convencional.



**Anexo 9:** Duración relativa de las diferentes etapas del ciclo de inyección en una máquina convencional

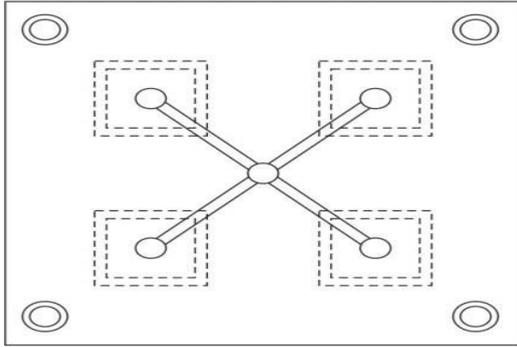


**Anexo 10:** Posición en la que se determina la presión de inyección,  $P$ , y la presión del sistema hidráulico,  $p$ , que actúa sobre el tornillo

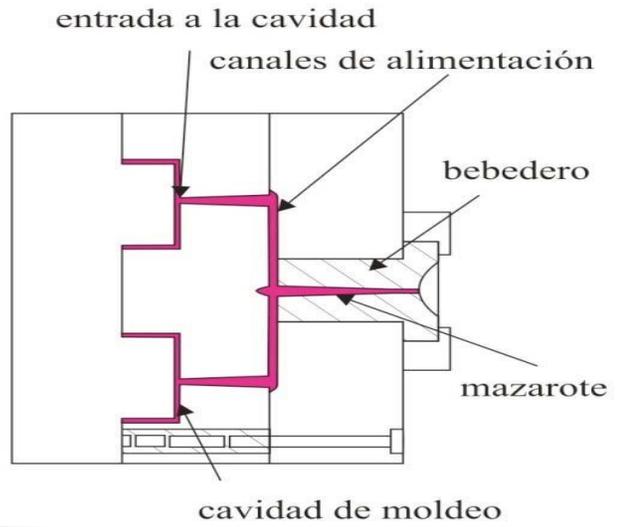


**Anexo 11:** Esquema de sistema de cierre hidráulico

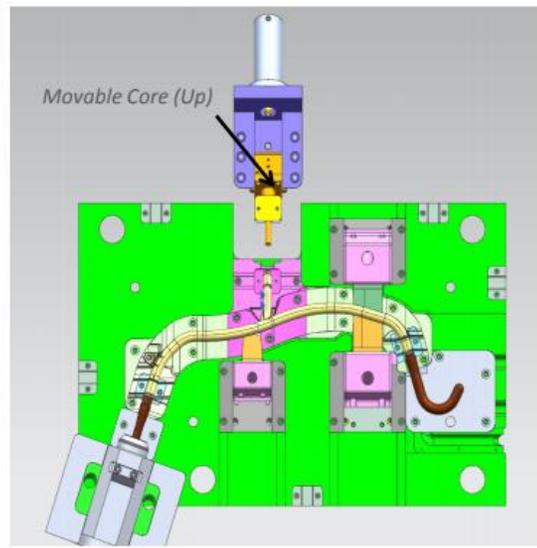
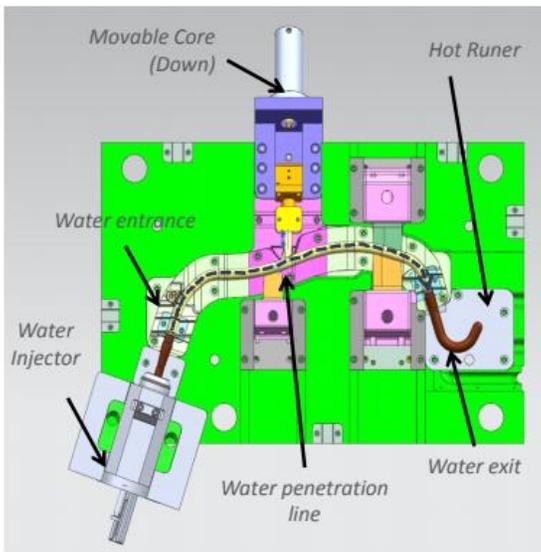
b)



c)



### Injection Molding Tools



**Anexo 12:** Representación esquemática de un molde