

DISMINUCIÓN DE PÉRDIDA DE RESINA EN PROCESO DE MOLDEO

REDUCED RESIN LOSS IN THE MOLDING PROCESS

Armando Lerma Flores¹, María Concepción Fuentes Morales²

¹Maestro en ciencias en Ingeniería Industrial, Instituto Tecnológico de Cd. Juárez, Ingeniería Industrial, armando.lermaf@gmail.com, (656) 1004227, Privada del Vallado núm. 6917, fraccionamiento Villas del Granero, cp. 32507.

²Maestro en ciencias en Ingeniería Industrial, Instituto Tecnológico de Cd. Juárez, Ciencias Básicas, maría.fm@itcj.edu.mx, (656)3397382, Prado de los cedros núm. 103, fraccionamiento Prados de San Lorenzo, cp. 32420.

Resumen -- El proceso de inyección de plásticos ha crecido en la industria debido a los beneficios técnicos y económicos obtenidos con referencia a otros procesos de transformación de materiales. En la actualidad, piezas con requerimientos específicos en el comportamiento mecánico, reducción de peso, resistencia al desgaste, aislamiento eléctrico, alta estabilidad dimensional y estabilidad química en presencia de medios agresivos, han encontrado en este proceso la mejor solución, desplazando a materiales tradicionales (bronce, aluminio, fundición de hierro gris o de acero, etc.) en aplicaciones industriales (Pulido, 2004). Este proyecto se realiza en una empresa dedicada a la fabricación de arneses y porta focos automotrices. En el área de moldeo existe una diferencia considerable entre las entradas y salidas de materia prima (resina) generando altos costos en desperdicio. Este proyecto se enfoca en minorizar estas pérdidas, identificando la fuente principal de la misma y en el desarrollo de un diseño de mantenimiento preventivo al herramental (TPM) obteniendo una mejora significativa en las condiciones del herramental al proporcionar un cavitaje mensual de 11%, logrando una reducción promedio del 20% de pérdida de resina mensualmente que representa un costo aproximado de \$5,000 USD.

Palabras Clave: Inyección, resina, Mantenimiento preventivo, reducción, pérdida.

Abstract --. The plastic injection process has grown in the industry due to the technical and economic benefits obtained with reference to other materials transformation processes. At present, pieces with specific requirements in mechanical behavior, weight reduction, wear resistance, electrical insulation, high dimensional stability and chemical stability in the presence of aggressive media, have found the best solution in this process, displacing traditional materials (bronze, aluminum, cast iron gray or steel, etc.) in industrial applications (Polished, 2004). This project is carried out in a company dedicated to the manufacture of automotive harnesses and light holders. In the molding area there is a considerable difference between the inputs and outputs of raw material (resin), generating high waste costs. This project focuses on reducing these losses, identifying the main source of the same and on the development of a preventive maintenance design for the tooling (TPM), obtaining a significant improvement in the conditions of the tooling by providing a monthly cavitation of 11%, achieving an average reduction of 20% in resin loss per month that represents approximate cost of \$5,000 USD.

Key words – Injection molding, resin, Preventive maintenance, reduction, loss.

INTRODUCCIÓN

El moldeo por inyección es una de las técnicas más comunes en el procesamiento de plásticos. Este proceso consiste en fundir el polímero para hacerlo fluir bajo presión y temperatura en un molde, en el cual la pieza solidifica y duplica su forma (García, 2012). El material, previamente calentado hasta alcanzar su punto de fusión, se introduce en el interior de un molde cerrado, a alta presión donde se enfría adquiriendo la forma deseada. La gran ventaja de este proceso es la posibilidad de fabricar piezas de geometrías complejas a altas velocidades de producción (Albarrán, 2014).

Esta empresa produce 2 productos para el ensamblaje de arneses automotrices, los cuales son terminales metálicas y conectores plásticos; este último se lleva a cabo por un proceso de moldeo por inyección. El área de moldeo presenta desperdicio de resina durante el proceso por el inadecuado manejo de material empleado en el proceso de purga, necesario para evitar contaminación del producto. Por otro lado, las condiciones de los moldes no es el adecuado ya que presentan un bajo cavitaje que provoca desperdicio de material, generando altos costos estimados anualmente superiores a \$300,000.00 dólares en pérdida de resina. Con el objetivo de reducir estos costos minimizando las pérdidas de resina es indispensable implementar controles. Mediante un diseño efectivo de mantenimiento preventivo al herramental (TPM) ayuda a prevenir o corregir averías y mantener en óptimas condiciones los activos y prolongar su vida útil y reducir costos (Tamiz, 2014).

DESARROLLO

Análisis de la situación actual.

La globalización implica que los sectores productivos cambien completamente sus estrategias de trabajo centrando sus esfuerzos en mejorar su calidad, productividad y plazos de entrega, con el objetivo de lograr competitividad tanto nacional como internacionalmente (Guarín & Páramo, 2002). Debido a la problemática presente en el área de moldeo por inyección es indispensable una solución rápida y efectiva, donde se obtenga resultados a corto plazo.

El proceso de moldeo por inyección es un claro ejemplo de la transformación de la materia mediante la inyección de plásticos. Este comienza con el secado de la resina (en caso de ser necesario), el material se transporta a la máquina moldeadora por medio de tubería, hasta llegar al sistema de alimentación de la máquina, el material entra al barril para ser fundido por medio de fricción y calentamiento del barril. Ya encontrándose en estado líquido es inyectado al molde donde fluye a través de los canales para llegar a la cavidad del molde. Una vez llenas las cavidades corre agua a través del

molde esto para descender su temperatura y las piezas puedan solidificarse; cuando las piezas estén solidas son expulsadas del molde.

Esta área cuenta con 33 moldeadoras, tres ensambladoras automáticas y dos selladoras ultrasónicas; este equipo es el inicio de la cadena de suministro para las otras áreas que se encargan de la construcción y ensamble del producto terminado.

Al detectarse una diferencia significativa en la resina entre lo que se tenía registrado en el sistema y lo que existía físicamente, el equipo de trabajo involucrado en el proceso con ayuda del diagrama de causa y efecto se identificaron las causas potenciales de la pérdida de resina (Fig.1), además se generó un diagrama de flujo del proceso determinando el manejo del material en cada paso de la secuencia (Fig. 2), monitoreando cada uno de estas actividades y detectar donde se encuentra la fuga de material y poder contrarrestarla rápidamente.

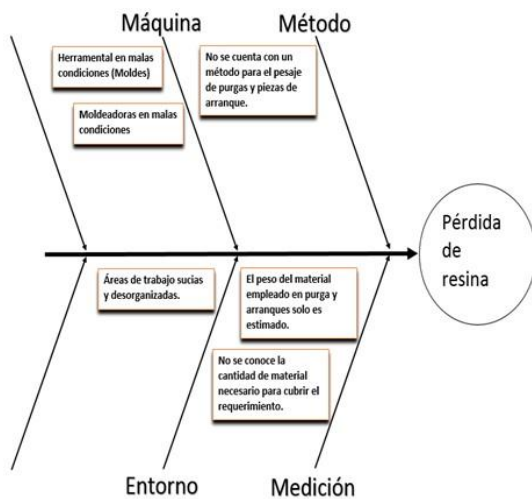


Figura 1. Diagrama de causa y efecto de las causas potenciales de la pérdida de resina.

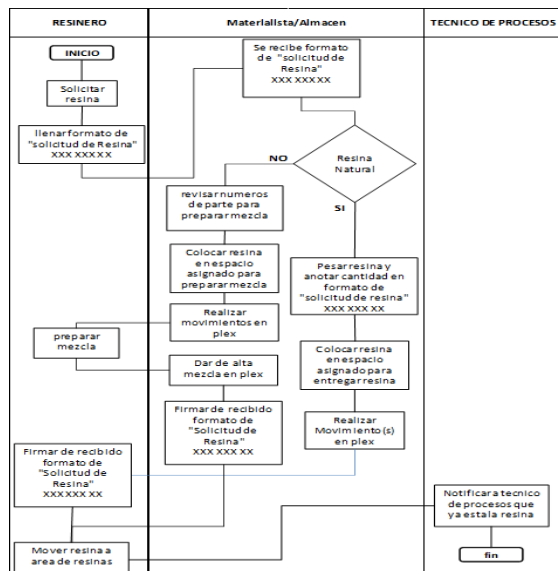


Figura 2. Diagrama de flujo del manejo de resina en proceso de moldeado por inyección.

Herramental en malas condiciones. El proceso de inyección de plásticos las condiciones de los moldes es un factor crítico para el proceso. De no encontrarse en condiciones óptimas, se generan las siguientes condiciones:

1. Al intentar iniciar la producción se deben realizar ajustes a prueba y error hasta conseguir que las piezas salgan correctamente.
2. Defectos en la pieza, tales como:

Piezas quemadas. - Esta condición se presenta cuando el sistema de enfriamiento se encuentra obstruido, la temperatura presente en la cavidad quema la pieza.

Tiro corto. - Cuando las resistencias no brindan al molde la temperatura necesaria, el material no puede fluir correctamente y trae como consecuencia que no llegue todo el material a las cavidades.

Rebaba. -La rebaba es material extra en los bordes de la pieza, se origina cuando el molde presenta desgaste o no sella correctamente.

Hundimiento. -Si la temperatura del molde no es la indicada, las piezas pueden presentar hundimiento. Esta condición altera la forma de la pieza.

Mal acabado. - Este defecto se atribuye a las superficies del molde, si no están correctamente pulidos o tienen alguna deformidad esta se presenta en la pieza.

Cuando el molde presenta defectos existe una alta probabilidad de que sea necesario decavitar el molde, esto implica obstruir los puntos de inyección con un poco de estaño para evitar que el material llegue a la cavidad dañada y produzca el defecto. Cuando se realiza este proceso continúa inyectándose material por todos los conductos del molde, esto produce desperdicio ya que la colada sale completa pero las piezas son menos (Fig. 3). Además, esta es una solución momentánea ya que el tapón colocado no está adherido permanentemente y se desprende en algún momento por lo que el problema aparece nuevamente.



Figura 3. Material de pérdida al decavitar

Diseño de plan de mantenimiento para herramental.

Para contrarrestar las malas condiciones de los moldes, en base a los datos obtenidos de un estudio MTTR se determinó un plan de mantenimiento para el herramental moldes (Fig.4), con la intención de disminuir el desperdicio ocasionado por la condición de los moldes.

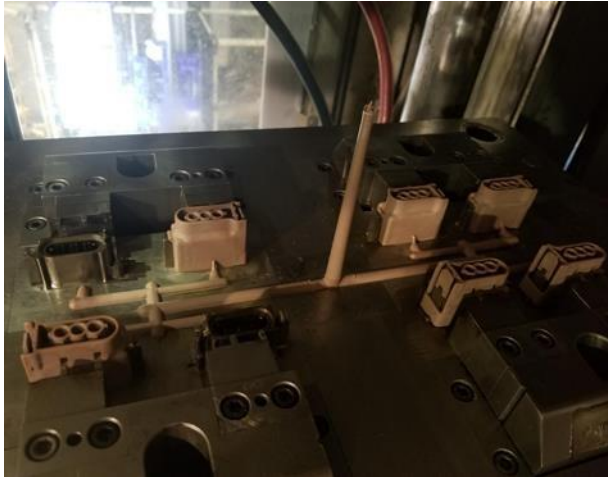


Figura 4. Molde decavitado por rebaba 6 cavidades.

Utilizando la técnica del mantenimiento productivo total (TPM), se desarrolló un plan de mantenimiento de acuerdo con el número de disparos que recibe el molde, los cuales son determinados por un contador instalado en el molde, véase Fig. 5.

Diariamente el departamento de producción registra el cavitage y el número de piezas producidas, con estos datos es fácil calcular el número de disparos que ha recibido el molde si es que este molde es de alta demanda y no es bajado regularmente, esta información es compartida al taller y se programa el mantenimiento preventivo.



Figura 5. Molde de inyección de plástico y contador de disparos.

Cuando un molde es llevado al taller debe estar identificado por una etiqueta para reparación (Fig. 6).

Figura 6. Etiqueta de reparación y liberación.

Y es colocado en el estante de moldes a reparación. Llegando el molde al taller, se genera una orden de trabajo donde se describe el tipo de trabajo que requiere el herramental; en él se describirá el trabajo realizado, el tiempo invertido y el técnico que realizó el trabajo.

Para la realización de un mantenimiento preventivo debe seguirse la lista de verificación de mantenimiento preventivo para moldes, con la realización de este formato se asegura de abarcar todos los puntos necesarios realizar correctamente el mantenimiento. Una vez abierto el molde, la metodología para realizar el mantenimiento es la siguiente:

1. Se verifica el estado del acero de las placas y cavidades, donde se revisa que no contengan suciedad, plástico, óxido y se encuentre en condiciones óptimas para su operación. También se verifica el estado de las cavidades, debe realizarse una limpieza profunda en ellas dado que en ellas se inyecta el plástico y cualquier rastro de suciedad, ralladuras o daño perjudica directamente al producto.
2. Revisión general del estado de las placas, estas deben encontrarse en buenas condiciones ya que se someten a presión y temperatura. Revisar que estén limpias y libres de fisuras.
3. La limpieza se realiza con removedores de resina, franelas y lijas.
4. Una vez que se realiza la limpieza, se hace una revisión general de todos los orificios roscados y la tornillería del molde.
5. Revisión de partes móviles, guías, bujes y resortes. Estos deben de y libre de cualquier obstrucción o daño.
6. Revisión de sistema eléctrico y de resistencias. Cada una de las resistencias debe encontrarse en buen estado y generen la corriente necesaria, posteriormente se revisa el estado de las termocuplas y alcancen la temperatura óptima.
7. Revisión y limpieza de sistema de enfriamiento. Se verifica que este sistema se encuentre en condiciones de operación. A continuación, se realiza un lavado con soluciones químicas que remuevan la suciedad sin deteriorar los conductos.
8. Revisión y limpieza de parte fija. Se inspecciona que los componentes de este lado del molde se encuentren en buen estado y realizar la limpieza necesaria.
9. Engrasar y dar acabados finales. Los elementos móviles o expuestos a fricción deben ser engrasados para prolongar su funcionalidad y por último se le da un acabado superficial al molde.

10. Llenado de lista de verificación. Una vez realizado el mantenimiento preventivo debe llenarse la lista de verificación. (Figura 7).

FEDERAL-MOGUL POWERTRAIN

CHECK LIST DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA MOLDES

No. MOLDE: _____ No. CAVIDADES ACTIVAS: _____
 No. PARTE: _____ FECHA: _____
 No. DE DISPAROS: _____

OBIGATORIO: Utilizar el equipo de protección personal (lentes, guantes, etc.)

No.	OK	Not OK	Not Applicable
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
13	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
14	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
15	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
16	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
17	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
18	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
19	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
20	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
21	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
22	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
23	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
24	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

NOTA: En caso de un "NOT OK" el molde no se validará, a excepción de que el producto sea crítico y se tenga la necesidad de producir con carácter de urgencia, con firma previa del supervisor del Tool Room y el departamento de procesos.

Tooling Engineer

Mold Maker

COMENTARIOS GENERALES:

J2-QA-4-008-007 Rev 11

Figura 7. Lista de verificación de mantenimiento preventivo.

Terminado la reparación o mantenimiento, el molde debe ser identificado con una etiqueta de liberación. y colocado en un estante de moldes en buen estado.

Se comparte la información de término del mantenimiento al departamento de planeación para que pueda ser considerado en el plan de producción.

Control del peso de purgas, piezas de arranque y ajuste.

El material considerado desperdicio se origina siempre que la producción va a iniciar o se ve interrumpida por algún paro de máquina.

En el proceso de inyección de plásticos la temperatura es un factor importante, al detenerse la maquinaria las temperaturas pueden sufrir un cambio ya sea en el material o en el herramental, por lo que es necesario realizar un proceso de purga por lo cual los técnicos de procesos deben cargar y vaciar el material que se encuentra en la unidad de inyección en repetidas ocasiones para asegurarse que el material se encuentre en condiciones óptimas para la producción, el material resultante de esto se le llama purga (Fig. 8).



Figura 8. Material considerado desperdicio (purga).

Además, los primeros cinco disparos deben de tirarse como desperdicio, el sexto disparo se revisa visualmente, si las piezas están aparentemente correctas se entregan a calidad para que valide y libere la producción, en caso contrario si presenta algún defecto, se deben de tirar todos los disparos que presentan algún tipo de defecto hasta que este se corrija. A cada uno de estos desperdicios se le colocó un contenedor (Fig. 9), para mantener el orden del área de trabajo y facilitar el control de este material.

Además, los primeros cinco disparos deben de tirarse como desperdicio, el sexto disparo se revisa visualmente, si las piezas están aparentemente correctas se entregan a calidad para que valide y libere la producción, en caso contrario si presenta algún defecto, se deben de tirar todos los disparos que presentan algún tipo de defecto hasta que este se corrija.

A cada uno de estos desperdicios se le colocó un contenedor (Fig. 9), para mantener el orden del área de trabajo y facilitar el control de este material.

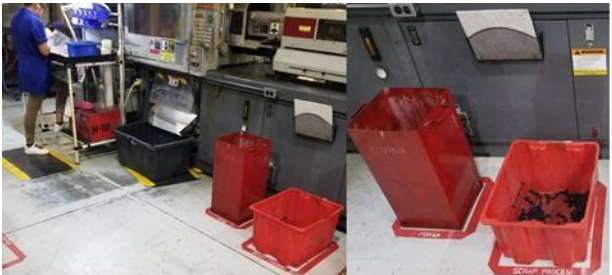


Figura 9. Implementación de contenedores para piezas desperdicio.

Abastecimiento de material.

Almacén al recibir material del proveedor registra el peso de la resina en el sistema PLEX utilizado para el control de inventarios, producción, órdenes de compra, entre otras funciones.

Para que quede su registro del material prima entregada y pueda ser comparada con la cantidad de materia en piezas producidas.

Figura 10. Ajuste de inventario en sistema PLEX.

Se implementó un formato donde se especifica fecha, turno, almacenista, número de parte, resinero y el peso del material que será entregado al área de trabajo; se registra el movimiento en PLEX para generar una etiqueta y una serie (Fig. 11).



Figura 11. Etiqueta de rastreo.

Al no tener procedimiento para la preparación de muestras se realizan cálculos de la cantidad de libras necesaria para cubrir la producción total de piezas. Al no tener procedimiento para la preparación de muestras se realizan cálculos de la cantidad de libras necesaria para cubrir la producción total de piezas adicionando un 10% destinado a piezas de arranque, ajuste y purga (Fig. 12).

Mezcla	Base	Colorante	% Base	% Color	BOM	Qty	%	Plan	BOM	Req Base	Req Color	Req Mezcla
						Cavidades	Purga	Part		+ Purga	+ Purga	+ Purga
ZRM-90415-02								ZCA-07002-02	0			
ZRM-90415-02								ZCA-07058-02	0			
ZRM-90415-02								ZCA-07067-02	0			
ZRM-90415-02								ZCA-07113-02	0			
ZRM-90415-02								ZCA-07138-02	0			
ZRM-90358-04								ZCB-07061-01	0			
ZRM-90415-02								ZCC-07075-02	0			
ZRM-90415-02								ZCC-07075-A7	0			
ZRM-90415-02								ZCC-07076-02	0			
ZRM-90415-02								ZCC-07076-A7	0			
ZRM-90415-02								ZCC-07078-02	0			
ZRM-90415-02								ZCC-07078-A7	0			
ZRM-90415-02	ZRM-90415-00	ZRM-90515-02	0.96	0.04	0.03006	4	10%	ZCC-07079-02	17000	540	23	540
ZRM-90415-02								ZCC-07079-A7	0			
ZRM-90358-04								ZCC-07081-01	0			
ZRM-90415-02								ZCC-07081-02	0			
ZRM-90415-02								ZCC-07081-A7	0			
ZRM-90415-02								ZCC-07082-02	0			
ZRM-90415-02								ZCC-07082-A7	0			
ZRM-90415-02								ZCC-07083-02	0			
ZRM-90415-02								ZCC-07083-A7	0			
ZRM-90415-02								ZCC-07085-02	0			
ZRM-90415-02								ZCC-07085-A7	0			
ZRM-90415-02								ZCC-07134-02	0			
ZRM-90415-02								ZCC-07134-A7	0			
ZRM-902105-02								ZCF-07008-01	0			
ZRM-902105-02	ZRM-902105-00	ZRM-902106-02	0.97	0.03	0.03352	8	10%	ZCF-07037-01	53000	1394	40	1394

Figura 12. Cálculos de la cantidad de libras.

DISCUSIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

Al implementarse el nuevo plan de mantenimiento del herramental, pudo verse un cambio radical. Los mantenimientos preventivos comenzaron a predominar, anteriormente el índice de mantenimientos correctivos tenía una mayor frecuencia sobre los preventivos; esto era porque el plan de mantenimiento empleado no era efectivo.

Con el plan de mantenimiento basado en la cantidad de disparos que recibe el molde, la tendencia de mantenimientos correctivos ha ido a la baja como lo muestra la figura 13 que presenta una tendencia decreciente, permanece paralela a los mantenimientos correctivos, comprobando su eficiencia.

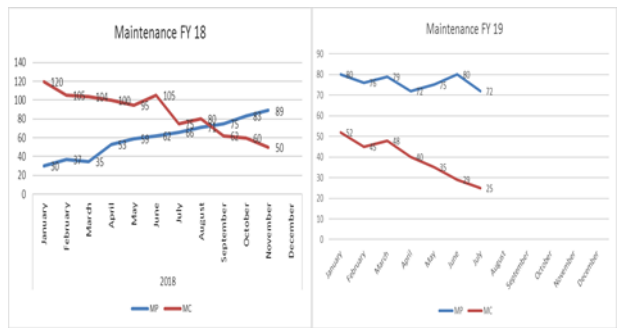


Figura 13. Frecuencia de mantenimientos preventivos y correctivos en 2018 y 2019.

Con los mantenimientos oportunos las condiciones del herramental mejoraron significativamente. En enero del 2019, el porcentaje del cavataje del molde estaba en 80%, al término de agosto el índice aumento a un 91% aproximadamente.

La programación de los mantenimientos preventivos además de contribuir a aumentar el cavataje, mejora la calidad del producto como se muestra en la Fig. 14, donde muestra la comparación entre el cavataje corriendo en óptimas condiciones (línea amarilla) contra las que corren con algún defecto funcional (línea azul). El aumento y disminución no significa que tenga una mejoría y luego empeore, el dato es tomado en base a la producción de la semana y no se corren

los mismos números de parte todas las semanas, por eso se presenta la variación.

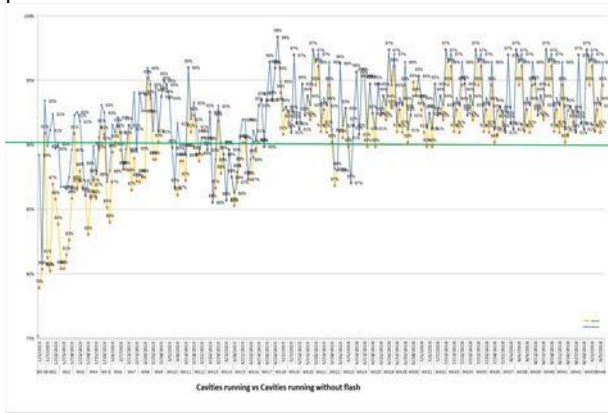


Figura 14. Cavitate corriendo contra cavitate con rebaba.

Con el pesaje de la purga se sabe exactamente el peso del material empleado en este proceso y su costo mediante un programa de cómputo.

Al medirse más acertadamente el consumo de la resina y reducir las pérdidas se disminuyó las existencias de material reserva, este era necesario debido a que la resina se consumía rápida e imprecisamente; ahora el consumo es estimado con anticipación y no es necesario tener material de reserva y con ello los inventarios disminuyen.

Con el pesaje de la purga se sabe exactamente el peso del material empleado en este proceso y su costo mediante un programa de cómputo.

Al medirse más acertadamente el consumo de la resina y reducir las pérdidas se disminuyó las existencias de material reserva, este era necesario debido a que la resina se consumía rápida e imprecisamente; ahora el consumo es estimado con anticipación y no es necesario tener material de reserva y con ello los inventarios disminuyen.

Con la mejora en la condición del herramental se obtuvo una reducción en la cantidad de desperdicio originada por el área de moldeo (Fig. 15).

Scrap reason	January	February	March	April	May	June	July	August	Sum	Average
04-Burbojas	10.9076	0	0	5.2096	0	0	0	0	16.1172	2.01465
05-Contaminación por Grasa	581.207	351.143	0	265.475	359.273	320.354	245.633	88.5717	2211.66	276.457
05-Fracturas	19.402	66.177	2.1505	147.275	2.45577	12.4688	0	1.40224	251.331	31.4164
20-Fuga	0	0.29139	4.73616	0	6.512	0	0	0	11.5396	1.44244
21-Golpes	615.129	889.404	1243.37	976.603	897.458	1445.36	683.5	1028.37	7779.2	972.399
22-Inserto Incorrecto	9.24568	41.3218	31.0273	29.3592	0.65853	3.5597	0	1.53657	116.709	14.5886
22-Inserto Quebrado	405.028	64.1355	94.9206	678.414	1007.64	278.863	34.5935	103.586	2667.18	333.398
25-Líneas de Flujo	0	35.025	82.8531	32.2764	26.3568	134.343	21.7748	75.141	407.77	50.9713
21-Mal Acabado	228.269	59.9659	31.66	0	0	129.651	8.8326	44.8991	503.277	62.9096
34-Material Dañado	519.34	255.544	1196.65	744.826	1048.04	1002.15	588.479	984.932	6334.96	791.87
40-Parte Quebrada	107.248	33.2108	31.7212	16.2232	118.516	0	333.103	34.0198	374.248	46.7811
41-Porosidad	53.4606	36.5655	18.3796	8.04916	64.144	0	22.1375	26.6681	229.404	28.6756
42-Queamado	21.73.92	82.1273	848.49	588.572	801.126	0	551.933	146.774	5932.08	741.51
43-Rayaduras	13.2694	10.7448	67.9063	47.0939	16.3497	0	106.381	0	261.745	32.7181
44-Resbaba	651.422	2673.94	1168.04	1095.57	1192.71	0	538.19	386.866	7696.76	962.095
45-Splay	0	33.8246	0	0	0.87417	9.69653	1.16501	7.80213	53.3224	6.6653
66-Tiro Corto	2881.11	1491.43	891.8	965.45	640.361	665.821	481.706	446.851	8464.52	1058.07
75-Base Dañada	641.946	121.53	22.8607	181.201	214.674	518.196	217.081	179.694	2097.18	262.148
76-Body Dañado	1189.66	69.5765	114.348	192.772	154.848	209.978	362.462	47.0814	1911.6	238.95
78 - Purga	0	0	0	0	14.4038	1.40224	1.46087	0	17.267	2.15837
83-Fisuras	31.2375	216.223	8.89568	15.2984	0	0	0	0	271.595	33.9493
Monthly scrap	1031.793	7271.3157	5756.3389	5908.6709	6561.4382	4731.7969	3562.4249	3604.2157	47609.5	5951.1944
Percentage	21.281044	15.272335	12.091793	12.580338	13.781728	9.93877149	7.4825967	7.5703748	100.0000	

Figura 15. Desperdicio mensual 2019 (\$USD).

En el año 2019 se produjeron \$47609.5 USD. Siendo en enero \$10131.79 USD, en febrero \$7271.32, marzo \$5756.83, abril \$5989.67, Mayo \$6561.40, junio \$4731.79, julio \$3562.42 y en agosto \$3604.21. USD. Correspondiente en porcentaje como lo muestra la figura 16.

Month	Percentage
January	21.28%
February	15.27%
March	12.09%
April	12.58%
May	13.78%
June	9.93%
July	7.48%
August	7.57%

Figura 16. Porcentaje mensual de desperdicio (Enero - Agosto).

El área de moldeo tuvo una mejoría en el control de desperdicios, debido a los controles implementados. Estas acciones tomadas, de enero a marzo tuvimos un aumento de pérdida del 9%, 8% y 3% respectivamente, de abril a agosto se obtuvo una mejora del 29%, 36%, 31%, 29% y 30% respectivamente. Resultando una tendencia decreciente a partir del segundo cuarto del año y para el tercer cuarto un leve crecimiento (Fig.17).

Al darle seguimiento a las 5S's, es sencillo detectar alguna anomalía respecto a material contaminado, no identificado o desperdicio fuera de su respectivo contenedor.

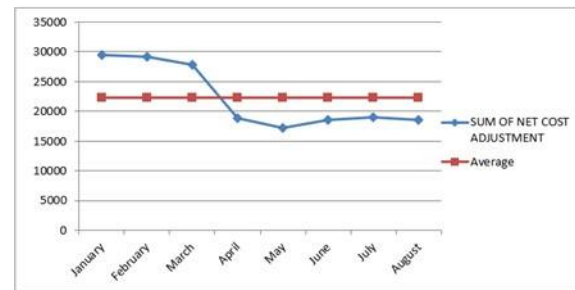


Figura 17. Pérdida de resina mensual.

CONCLUSIONES

Gracias al esfuerzo y trabajo de un equipo multidisciplinario integrado por los departamentos de mantenimiento, planeación, producción y almacén fue posible conseguir mejoras en el objetivo de reducción de la pérdida de resina. Se obtuvo en promedio una reducción del 20% de pérdida mensual la cual implicaba un costo aproximado de \$5,000 USD.

Con la implementación del TPM ha resultado una mejora significativa en las condiciones del herramental; el cavitate mensual aumento aproximadamente un 11% en los primeros 8 meses del 2019.

Buscar no solo producir masa, si no producir con calidad. El mantener la una buena calidad en el producto trae consigo beneficios hablando en cuestión de tiempo, trabajo y económica. El desperdicio producido por el área de moldeo tuvo una mejora promedio de 35%, que equivale a un costo de \$6527.57 USD.

Se recomienda dar un seguimiento adecuado a lo implementado para mantener buenos resultados en los objetivos de la empresa, aunado a una cultura de mejora continua para conseguir resultados cada vez más satisfactorios. Involucrar a la gente que se encuentra en las áreas de producción en los planes de mejora, ya que ellos son la base del éxito de toda empresa y son lo que se interactúan con el material todos los días.

BIBLIOGRAFÍA

[1] Albarrán, J.M. (2014). PFC: Diseño y fabricación de un molde para inyección en plástico. Madrid: Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ICAI). Universidad Pontificia Comillas.

[2] Barbosa, E., Garcia S., Dzul L. (enero, 2013). Propuesta de metodología Lean Seis Sigma en empresas PyMEs: un enfoque participativo con la academia. Revista I+D Tecnológico, 1(2), 10-20.

[3] Bautista, J., Bautista, A., Rosas, S. (2010). Metodología para la implementación de la manufactura esbelta en los procesos productivos para la mejora continua. Tesis licenciatura. Instituto Politécnico Nacional. Recuperada de https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/8572/2/725_tesis_Febrero_2011_1149902756.pdf?sequence=1&isAllowed=y

[4] Carrillo, Jorge, & Hinojosa, Raúl. (2001). Cableando el norte de México: la evolución de la industria maquiladora de arneses. Región y sociedad, 13(21), 79-114. Recuperado en 01 de abril de 2019, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-39252001000100003&lng=es&tlng=es.

[5] García, S.M. (2012). Diseño de un molde de inyección y elaboración de diagramas de moldeo para la empresa Unión Plástico. Informe Final de Cursos de Cooperación. Universidad Simón Bolívar (Venezuela), 2012-05-21.

[6] González, F. (enero-junio, 2007). Manufactura esbelta (Lean manufacturing). Principales herramientas. Revista Panorama Administrativo, 1(2), 85-112.

[7] Guarín, A. & G.J. Páramo (2002). Estudio del estado del arte de moldes de inyección en Colombia. Revista Universidad EAFIT, 38 (128), 53-66.

[8] Wikipedia. (10 de octubre de 2018). Federal Mogul. Recuperado el 4 de marzo de 2019, de Wikipedia: <https://en.wikipedia.org/wiki/Federal-Mogul>

[9] Pulido, A.M. (2004). ¿Cómo calcular la cantidad de cavidades en moldes, equilibrando aspectos técnicos y económicos? Recuperado de Tecnología del plástico www.plastico.com_imprimir_Como-calculer...aspectos-tecnicos-y-economicos_3031016 [2016/06/24]

[10] Molina, J. (s.f.). Mantenimiento y seguridad industrial. Universidad nacional de San Luis, 1-11.

Molina, J. (s.f.). Mantenimiento y seguridad industrial. Universidad nacional de San Luis, 1-11.

[11] Lefcovich, M. (s.f.). TPM-Mantenimiento Productivo Total Un passo más hacia la excelencia empresarial. Manuscrito inédito.

[12] Reyes Aguilar, P. (2002). Manufactura Delgada (Lean) y Seis Sigma en empresas mexicanas: experiencias y reflexiones. Contaduría y Administración, (205), 51-69.

[13] Tamariz, M. (2014). "DISEÑO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO PARA LOS EQUIPOS MÓVILES Y FIJOS DE LA EMPRESA DE MIRASOL.S.A." (Tesis licenciatura, Universidad de Cuenca). Recuperada de http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/5080/1/TE_SIS.pdf

ROLES DE CONTRIBUCIÓN

ROL DE CONTRIBUCIÓN	AUTOR(ES)
Conceptualización	Armando Lerma Flores
Curación de datos	María Concepción Fuentes Morales
Metodología	Armando Lerma Flores (principal), María Concepción Fuentes Morales (apoya)
Administración del proyecto	María Concepción Fuentes Morales
Recursos	Armando Lerma Flores (principal), María Concepción Fuentes Morales (apoya)
Software	Armando Lerma Flores (principal), María Concepción Fuentes Morales (apoya)
Supervisión	María Concepción Fuentes Morales (principal), Armando Lerma Flores (apoya)
Validación	María Concepción Fuentes Morales (principal), Armando Lerma Flores (apoya)
Visualización	María Concepción Fuentes Morales (principal), Armando Lerma Flores (apoya)
Redacción	Armando Lerma Flores (principal), María Concepción Fuentes Morales (apoya)
Redacción	Armando Lerma Flores (principal), María Concepción Fuentes Morales (apoya)



Esta obra está bajo una licencia internacional Creative Commons Atribución 4.0.