



Reporte Final de Estadía.

José de Jesús Aguirre Luna.

**Optimización del proceso de inyección mediante
la técnica SMED en una empresa de autopartes.**



Universidad tecnológica del centro de Veracruz.

Programa Educativo:
Ingeniería en Mantenimiento industrial

Reporte para obtener título de
Ingeniero en Mantenimiento industrial

Proyecto de estadía realizado en la empresa:
Novem Car Interior Design México S.A de C.V.

Nombre del proyecto:
Diseño de SMED para moldes de inyección.

Presenta
José de Jesús Aguirre Luna

Cuitláhuac, Ver., a 15 de abril de 2018.



Universidad tecnológica del centro de Veracruz.

Programa Educativo:

Ingeniería en Mantenimiento industrial

Nombre del Asesor Industrial:

Ing. Erick Alejandro Isidro Mora

Nombre del Asesor Académico:

Ing. Sergio Vázquez Rosas

Jefe de Carrera:

Ing. Gonzalo Malagón González

Nombre del Alumno:

T.S.U. José de Jesús Aguirre Luna



Contenido

AGRADECIMIENTOS.....	1
RESUMEN.	2
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN.....	4
1.1 <i>Estado del Arte.....</i>	7
1.2 <i>Planteamiento del Problema.....</i>	12
1.3 <i>Objetivo.....</i>	15
1.3.1 <i>Objetivos Específicos.....</i>	15
1.3 <i>Hipótesis.....</i>	16
1.4 <i>Justificación del Proyecto.....</i>	17
1.6 <i>Limitaciones y Alcances.....</i>	21
1.7 <i>Novem Car Interior Design México S.A de C.V.....</i>	22
CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA.....	25
CAPÍTULO 3. DESARROLLO DEL PROYECTO.....	26
CAPÍTULO 4. RESULTADOS Y CONCLUSIONES.....	35
4.1 <i>Resultados.....</i>	35
4.2 <i>Trabajos Futuros.....</i>	39
4.3 <i>Recomendaciones.....</i>	40
Bibliografía	46

Tabla de ilustraciones

Ilustración 1 23 Personas trabajando para una actividad de 6.3 segundos. Equipos de Alto Desempeño.....	4
Ilustración 2 Avance del plástico como material alternativo (Kunststoffe) al pasar de los años.....	6
Ilustración 3 Datos de IHS Global muestran que las ventas de autos en norteamérica	7
Ilustración 4 Tiempo mínimo de cambio (min).....	13
Ilustración 5 Causas potenciales que generan tiempos excesivos.....	14
Ilustración 6 Diagrama de Pareto, expresa las principales causas.....	16
Ilustración 7 Gráfica con los cambios reportados por máquina.....	17
Ilustración 8 Diagrama de flujo del proceso general.....	20
Ilustración 9 Ubicación de la planta de Novem en Querétaro.....	22
Ilustración 10 Gama de materiales en Novem.....	23
Ilustración 11 Roles y responsabilidades.	28
Ilustración 12 Cálculo de tiempo de producción en máquina.	29
Ilustración 13 Kit de herramientas exclusivo para el área de inyección.	31
Ilustración 14 Área piloto en inyección de madera.....	34
Ilustración 15 Área piloto de inyección de aluminio.....	34
Ilustración 16 Gráfica comparativa de tiempos (Min) Dic vs Abr.	35
Ilustración 17 Tiempos obtenidos en corridas diferentes	36
Ilustración 18 Costos por tiempos no productivos	36
Ilustración 19 Ilustración 18 Costos por tiempos no productivos en corridas de prueba.....	37
Ilustración 20 Resumen del histórico de cambios.	38
Ilustración 21 Propuesta para industrialización.	39
Ilustración 22 Pizarrón de seguimiento a cambios.	40

AGRADECIMIENTOS.

A dios, por ponerme en el camino a estas maravillosas personas:

A mi madre, que día a día me ha demostrado el amor que nos tiene a mí y a mi hermano, sacrificando muchas cosas por darnos la mejor herencia que un padre le puede dar a sus hijos: la preparación, educación a base de valores y sobre todo el amor que nos demuestra día a día. Aun estando a distancia, ella siendo padre y madre nunca ha quitado el dedo del renglón y por ello estamos hoy aquí; quiero denotar su lucha incansable, sus consejos y su carácter para poder vernos como buenas personas, buenos hijos, buenos profesionistas y en mi caso esposo y buen padre.

A mis hijos, los dos angelitos por los cuales lucho día a día contra las dificultades que se presentan en mi proceso de formación. Mis hijos Sofía y Alonso quienes me demuestran su amor con cualquier acción que ellos realizan, sin nada a cambio; son quienes me llenan de energía para seguir, quienes me motivan para intentar ser una excelente persona, quienes me empujan más haya que cualquier combustible o fuerza física para alcanza mis objetivos y querer sobresalir, y seguir preparándome.

A mi Familia, Sin duda alguna la mejor familia que me dios me pudo dar, ellos sin duda alguna forman parte de mi carácter y corazón, siempre les estaré agradecido por el apoyo incondicional que me han brindado, sus bromas y carisma me han levantado el ánimo siempre.

A la familia Sánchez Bruno, quien fue parte impórtate de mi infancia y juventud, ellos estuvieron siempre cuando los necesite y nunca me dieron la espalda, Bertha quien me brindo su amistad y confianza siempre estuvo para escucharme, Ale que me dio su amistad incondicional y mi "Cuais" Rafael que fungió como un padre y amigo, me enseñó el valor de la humildad y el trabajo. A ellos quiero agradecerles por estar conmigo apoyarme y permitir formar parte de su familia.

RESUMEN.

Este trabajo se realizó para poder reducir el excesivo tiempo en los cambios de moldes de inyección tanto de aluminio como de madera, cada uno de estos en sus respectivas áreas piloto que se implementaron dentro de puntos estratégicos fueron de gran ayuda para detectar otras áreas de oportunidad para inyección en general.

En cualquiera que sea su caso fue fundamental el trabajo en equipo entre los ingenieros de proceso, montadores ingenieros y personal de producción en general ya que su experiencia, conocimiento, entusiasmo e ingenio que ellos mismos aportaron al proyecto, compartiendo ideas y puntos vista muy buenos y que ayudaron a esclarecer una situación muy compleja al equipo.

Sabíamos que todo iba para el mismo fin ya que lo que buscamos desde un principio era el reducir los tiempos de cambio para aumentar la productividad en inyección y mejorar las condiciones físicas y laborales de los trabajadores del área, esto también con un panorama claro en cuanto a pérdidas económicas con respecto a las maquinas en paro por motivos de cambios, quitando a esto tareas como mantenimiento, limpieza u horas no productivas que también afectan de manera considerable la producción esperada, también nos dimos a la tarea de mejorar la seguridad del personal, la ergonomía de los operadores y las instalaciones físicas del área, en actividades a largo plazo buscando mantener siempre un estándar para el beneficio de todos y de la empresa y propiciar los mejores medios y condiciones dentro del área de trabajo.

En un principio fue fácil deducir que el tiempo elevado para los cambios, era por la mala organización del personal, las herramientas y la rotación del personal excesiva, que afectaban directamente la ejecución de uno o varios cambios a lo largo de los turnos, por lo cual nos enfocamos en estos puntos para comenzar a armar un plan de acción que nos ayudara a obtener menos tiempo al realizar los cambios y pudiésemos detectar áreas de oportunidad para así tomar acciones. Con la ayuda del diagrama de Pareto identificamos la causa principal que hacía que los cambios tardaran de mas

además de lo antes mencionado, también la mala planeación del programa de producción y junto con problemas de temperatura de un molde aporó en gran medida a los cambios tardados ya que de un momento a otro se tenía que realizar un cambio provocando incertidumbre en el personal responsable de los cambios presentándose diferentes situaciones y generando condiciones inseguras. Obteniendo al fin un resultado preliminar positivo enfocándonos el método que se había propuesto y las condiciones que se mejoraron hacia el personal y también las que se mejorarán en un futuro con respecto a la industrialización de cada máquina.

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN.

El sistema SMED fue creado en la Toyota por Shigeo Shingo en el año de 1977 fue originalmente desarrollado para disminuir los tiempos de cambio de herramental. Se le conoce a la metodología por sus siglas en ingles “Single Minute Exchange of Die”, esta teoría y un conjunto de técnicas que permite ejecutar cambios de modelo en cifras de un sólo dígito de minuto, es decir máximo nueve minutos, es importante mencionar que posiblemente no se puedan lograr tiempos de cambio menores a diez minutos en cualquier tipo de proceso, pero este sistema ayuda a reducir considerablemente los tiempos de preparación en casi todos los casos y con esto trayendo beneficios notorios.

Pit Stop. → Cada integrante del equipo sabe qué actividad le corresponde, la hace bien y a tiempo a la primera vez.

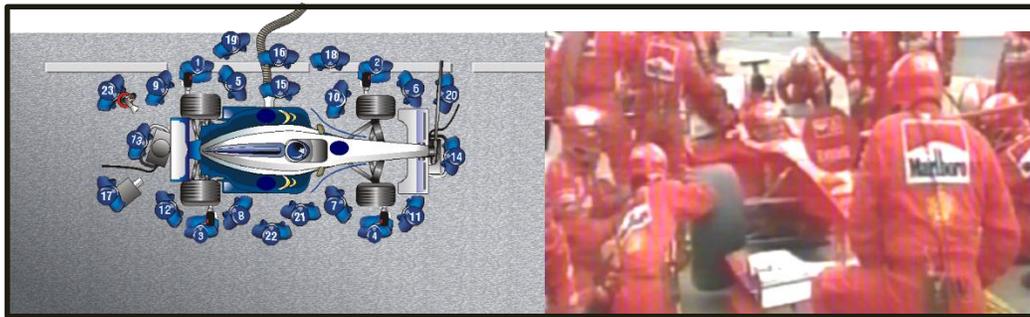


Ilustración 1 Personas trabajando para una actividad de 6.3 segundos. Equipos de Alto Desempeño.

Este es un ejemplo muy bueno acerca de los cambios rápidos enfocados en el sistema SMED; cada persona hace lo que le corresponde en un tiempo cronometrado y sin errores para evitar retrasos y por ende generar pérdidas en cualquiera que sea el contexto.

Con esto partimos en la interrogante ¿Por qué aplicar el SMED en la industria?

Muy sencillo, respondiendo a la pregunta; un mundo globalizado exige a las empresas un ambiente de alto rendimiento por lo tanto en la actualidad una compañía que no

realiza innovaciones no es competente ante las potencias locales, nacionales o internacionales, por ello, muchas empresas han apostado por tener centros de investigación, convenios con universidades, han invertido en infraestructura y por ende mejorado las condiciones en las que opera cada compañía con respecto a sus necesidades. Hoy por hoy la industria se ha visto en la necesidad de mejorar sus procesos, con vistas a optimizar recursos, mejorar la logística, reducir tiempos tener equipos multidisciplinarios y muchos de estos factores o los desarrollan o ya cuentan con ellos si no se ven en la necesidad de invertir.

Con el paso del tiempo hemos podido observar muchos cambios en diferentes ámbitos, como el social, político, pero el que en realidad nos corresponde es el industrial, este ha sufrido modificaciones muy severas que lo han llevado a aplicar un nivel de ingeniería por encima de todo para poder subsistir y/o competir.

La ingeniería como el diseño de situaciones para la coordinación de la utilidad de hombres, máquinas y materiales al fin de lograr los resultados de una manera óptima (Lehrer, 1954), la estadística para tener un control del proceso o las variables que se presenten, la contabilidad enfocada al recurso monetario de una compañía o grupo y entre otros.

para brindar las mejores condiciones para la parte operativa y técnica con respecto a maquinaria, la alta productividad y la optimización de tiempos y recursos se han apostado por muchas pruebas, cambios de materiales e investigación por ejemplo, los materiales plásticos, en tema, han tenido un gran crecimiento lo que ha permitido que este material reemplace muchos materiales ya establecidos y en cincuenta años los materiales plásticos se han convertido en los materiales con un desarrollo de proporción gigante, superando incluso a la industria del acero.



Ilustración 2 Avance del plástico como material alternativo (Kunststoffe) al pasar de los años.

En un futuro no muy lejano la inyección tendrá un crecimiento mayor al que ha tenido los últimos años y un punto crítico es la forma en la cual se realiza el cambio de las diferentes piezas o una gama completa de productos y el tiempo que se requiere para ello dependiendo de la demanda que se tenga y los procesos que se involucren.

Este trabajo se realizó con el fin de documentar los trabajos con relación a el diseño de un sistema S.M.E.D. con el fin de optimizar los tiempos en el área de inyección específicamente al realizar los cambios de molde en las maquinas por un cambio no previsto o planeado, dicho sistema nos ayudara a conseguir tiempos mínimos en los cambios, con un método elaborado y estandarizado para también aumentar la productividad del área disminuyendo perdidas por cambio de herramental, tiempos muertos, eliminando cuellos de botella sin afectar el flujo del proceso y también la calidad del producto.

1.1 Estado del Arte.

El sector automotriz hoy en día se consolida como una industria muy sólida entre las que destacan en la economía global ya que fabrica productos, fomenta el desarrollo económico y atiende a sus clientes de manera personal. Por lo tanto ha hecho inversiones tan cuantiosas que tiene asegurada su sostenibilidad.

14,093
autos de lujos se vendieron en Mexico entre enero y marzo
-45%
Cayeron la exportaciones a Europa en el trimestre.
11%
Crecieron las exportaciones automotrices a Brasil.

Ilustración 3 Datos de IHS Global muestran que las ventas de autos en Norteamérica.

“En la época del robot, manejar el propio auto será un símbolo de estatus. En la época del auto compartido tener un auto en la cochera de la casa será en sí mismo un símbolo.”

Dino Rozenberg.

Lo anterior nos relata la importancia dentro de la industria automotriz y el crecimiento que esta ha tenido en México actualmente, el sector automotriz representa el 6% del PIB nacional y el 18% de la producción de manufactura. Se estima que la industria automotriz Mexicana continuará creciendo en el futuro. Los pronósticos indican que la producción alcanzará 4 millones de unidades en 2018 y 5 millones en 2021.

Las empresas de la industria de vehículos ligeros tienen un total de 18 complejos de producción localizados en 11 estados de México, en donde se realizan actividades que van desde ensamblado y blindaje, hasta fundición y estampado de vehículos y motores. Actualmente, más de 48 modelos de autos y camiones ligeros son producidos en México.

Con respecto a esto es importante denotar la rentabilidad que una empresa del sector automotriz y su desempeño contra diversos competidores tanto dentro del país como con empresas en otros países.

Centrándonos en la productividad de las empresas del sector automotriz, es muy importante ya que permite competir y aparecer en el mapa países y lugares pese a adversidades sociales, permiten la generación de empleo y el intercambio cultural (Huber Káiser, 2018).

Hablando directamente de productividad nos centramos en el desperdicio del tiempo y su importancia que tiene en su relación con la cantidad de piezas, autos, componentes y/o accesorios con razón del tiempo, y así mismo las pérdidas por una innumerable lista de causas que no solo se provoca en la industria automotriz. Los tiempos muertos por cambios son una realidad en diferentes empresas lo que provoca directamente un decremento en la productividad en un determinado lapso, es momento de hablar del sistema SMED, el cual es el punto principal en esta labor de implementación.

Como tal esta teoría junto con un conjunto de técnicas que hacen posible ejecutar cambios de modelo en cifras de un sólo dígito de minuto, es decir máximo "9 min". Es importante señalar que puede no ser posible alcanzar el rango de menos de diez minutos para todo tipo de preparaciones de máquinas, pero el SMED reduce dramáticamente los tiempos de cambio y preparación en casi todos los casos. La reducción de los tiempos de estas operaciones beneficia considerablemente a las empresas.

El sistema SMED nació por la necesidad de lograr la producción JIT (just in time), uno de las piedras angulares del sistema Toyota de fabricación y fue desarrollado para acortar los tiempos de la preparación de máquinas, intentando hacer lotes de menor tamaño (Esto significa que pueden satisfacer las necesidades de los clientes con productos de alta calidad y bajo costo, con rápidas entregas sin los costos de stocks excesivos).

Hoy en día se tienen varias aplicaciones del SMED en la industria obteniendo resultados buenos con respecto al tiempo que tardan en realizar un ajuste por cambio del herramental a trabajar.

Cuando de cambio de herramientas o tiempos de preparación se trata, no sólo cuenta el efecto que ello tiene en los costos vinculados con dichas tareas específicas, los tiempos muertos de producción, el tamaño de los lotes, los excesos de inventarios de productos en procesos y productos terminados, los plazos de entrega y tiempo del ciclo, sino también el prestar mejores servicios, aumentar la cantidad de operaciones y mejorar la utilización de la capacidad productiva. Tanto si se trata de mejorar los tiempos de preparación de un avión en las escalas técnicas o entre un vuelo y otro, cómo en el caso de los tiempos de preparación y acondicionamiento de un quirófano entre una cirugía y la siguiente, el tiempo es una variable esencial, la cual debe ser gestionada con suma atención dada la fundamental trascendencia que ella tiene tanto para la satisfacción de los clientes / consumidores, como en la rentabilidad del negocio. En contra de los pensamientos tradicionales el Ingeniero japonés Shigeo Shingo señaló que tradicional y erróneamente, las políticas de las empresas en cambios de herramientas, se han dirigido hacia la mejora de la habilidad de los operarios y pocos han llevado a cabo estrategias de mejora del propio método de cambio. El éxito de este sistema comenzó en Toyota, consiguiendo una reducción del tiempo de cambios de matrices de un periodo de una hora y cuarenta minutos a tres minutos. Su necesidad surge cuando el mercado demanda una mayor variedad de producto y los lotes de fabricación deben ser menores; en este caso para mantener un nivel adecuado de competitividad, o se disminuye el tiempo de cambio o se siguen haciendo lotes grandes y se aumenta el tamaño de los almacenes de producto

terminado, con el consiguiente incremento de los costos. Esta técnica está ampliamente validada y su implantación es rápida y altamente efectiva en la mayor parte de las máquinas e instalaciones industriales. En el pasado, muchas empresas lograron vivir por décadas fabricando siempre el mismo artículo, en el mercado actual, hoy por hoy, demanda productos con un nivel de complejidad cada vez mayor, y se ve caracterizado por lotes pequeños de producción, menor tiempo de respuesta y reducción de costos. Es aquí donde SMED juega un papel muy importante, ya que permite hacer ajustes y cambios de herramientas en tiempos que en el pasado se antojaban imposibles. Los clientes tienden a hacer sus pedidos ya no en grandes cantidades de una misma parte, sino con variedad y diversidad. Asimismo, el tiempo total desde la confirmación del pedido hasta su entrega debe ser cada vez más corto.

Tales resultados obtenidos en otras aplicaciones según a la necesidad de una planta productiva nos permite disminuir el tiempo que se pierde en las máquinas e instalaciones debido al cambio de utillaje necesario para pasar de producir un tipo de producto a otro. Algunos de los beneficios que aporta esta herramienta son:

- Reducir el tiempo de preparación y pasarlo a tiempo productivo.
- Reducir el tamaño del inventario.
- Reducir el tamaño de los lotes de producción.

El SMED nace de la mano de la multinacional japonesa Toyota. Sakichi Toyoda (Japón, 1867-1913), fundador de Toyota, que comenzó su camino industrial en el taller de telas de su madre. En 1938, Sakichi Toyoda, tras visitar la planta de Ford en EE. UU., funda la primera planta de Toyoda (posteriormente, su hijo Kiichiro Toyoda le cambiaría el nombre a Toyota, para facilitar su pronunciación), de fabricación de automóviles a gran escala. Durante la posguerra, la industria americana estaba en cabeza, y la industria japonesa debía al menos alcanzarla o de lo contrario no sobreviviría. El gran reto entonces consistió en producir múltiples modelos con un bajo volumen de demanda. Taiichi Ohno, ingeniero de Toyota (desde sus orígenes textiles), junto a Shingeo Shingo, consultor y entrenador de Toyota Motors, consiguieron reducir

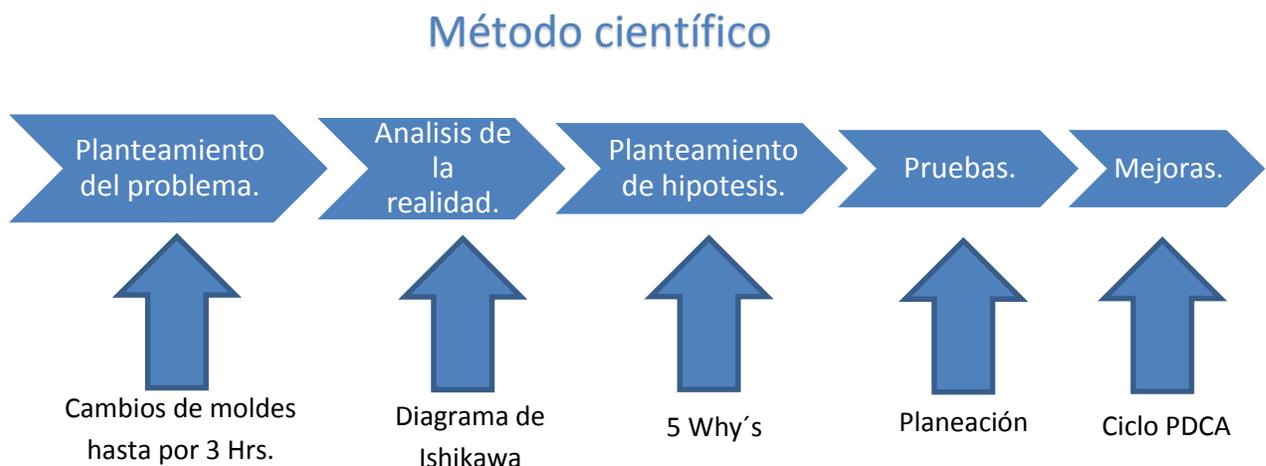
el tiempo de cambio de la matriz de las prensas utilizadas para realizar las carrocerías adaptándose así a los nuevos requerimientos del mercado.

Teniendo como finalidad la reducción de los tiempos de cambio de configuración de máquinas, como uno de los puntos más importantes en el camino de las empresas hacia la configuración de producción JIT y Lean, estructuras de producción en pequeños lotes en función de la demanda del mercado y con entrega rápida, asegurando el control operacional interno eliminando todos los costos que no agregan valor al producto o al proceso.

1.2 Planteamiento del Problema.

Los cambios de molde en el área de inyección son muy recurrentes debido al nivel de producción planeado conforme avanza la semana y a los requerimientos por proyecto, los cambios se han convertido en un procedimiento complejo en donde intervienen la capacitación del personal, herramientas, parámetros de ajuste y seguridad, lo cual se vuelve un tema crítico al momento de realizar poco más 20 cambios por semana en esta área, sin contar los cambios que no se tenían planeados y que por alguna razón se tienden a realizar de un momento a otro, por lo tanto la capacidad de respuesta de montadores supervisores y encargados del área tienen que ser las óptimas para realizar el cambio lo más rápido posible, sin afectar la productividad en ese momento, sin dejar a un lado la seguridad del personal y de los bienes físicos que se ven incluidos en ese lapso.

Estructurando lo anterior se puede mostrar en el siguiente diagrama las fases para atacar esta condición y las herramientas y/o medios que utilizaremos; según el método científico:



Se especifica en cada una de los apartados los puntos a tratar dentro del análisis correspondiente a la fase del proyecto.

Se estima que a medida que avance el tiempo podamos obtener más variables, información y aspectos fundamentales en el área de inyección para determinar las acciones correctivas necesarias.

Se realizó un estudio preliminar para obtener la situación actual en cuanto al tiempo que se lleva realizar el cambio de un molde de inyección, el cual se expresa en la siguiente tabla que presenta la condición inicial:

Actividad	Tiempo (Min)
paro de maquina (Cierre de molde y desclampeo)	20
Traslado de molde a su área	20
Traslado de molde nuevo a la maquina	
Montaje e instalación	80
Calentamiento en maquina	25
Ajuste de parámetros.	
Tiempo total	145

Ilustración 4 Tiempo mínimo de cambio (min).

En efecto el tiempo total que tardo el cambio de un molde fue de 145 minutos, el equivalente a 2 horas 25 minutos. Arrojando un resultado alarmante ya que durante ese tiempo la maquina se mantuvo en paro y su operador realizando actividades no productivas.

Las conclusiones con que nos ayudaran a tomar acciones sobre esta condición son las siguientes:

- El personal encargado del ajuste llega a presentar incertidumbre en algún punto del cambio ya que se presentan condiciones diferentes.
- El personal encargado del ajuste corre riesgos por no tomar las medidas preventivas al realizar el traslado del molde, puede sufrir accidentes o desencadenar condiciones inseguras para sus compañeros y maquinaria.
- Adicional a los tiempos mostrados anteriormente se perdieron 17.4 minutos en obtener herramienta para montar el molde (Datos para los clamps).
- El personal encargado de los cambios no cuenta con la herramienta necesaria lo que genera tiempos adicionales.

- Los ajustadores comentan no recibir capacitación específica al momento de realizar los cambios.
- En una jornada laboral (8 horas) se llevan a cabo entre 8 u 10 cambios de moldes.
- El cambio de los moldes de mayor tamaño es mayor con respecto a los pequeños, los pequeños, no tienen tanto problema al ser montados ya que su tamaño facilita la maniobra y el tiempo de espera para el pre calentamiento es menor.
- No existe un estándar para estos cambios.

Se realizó un diagrama de Ishikawa para visualizar los puntos que podrían intervenir en este problema.

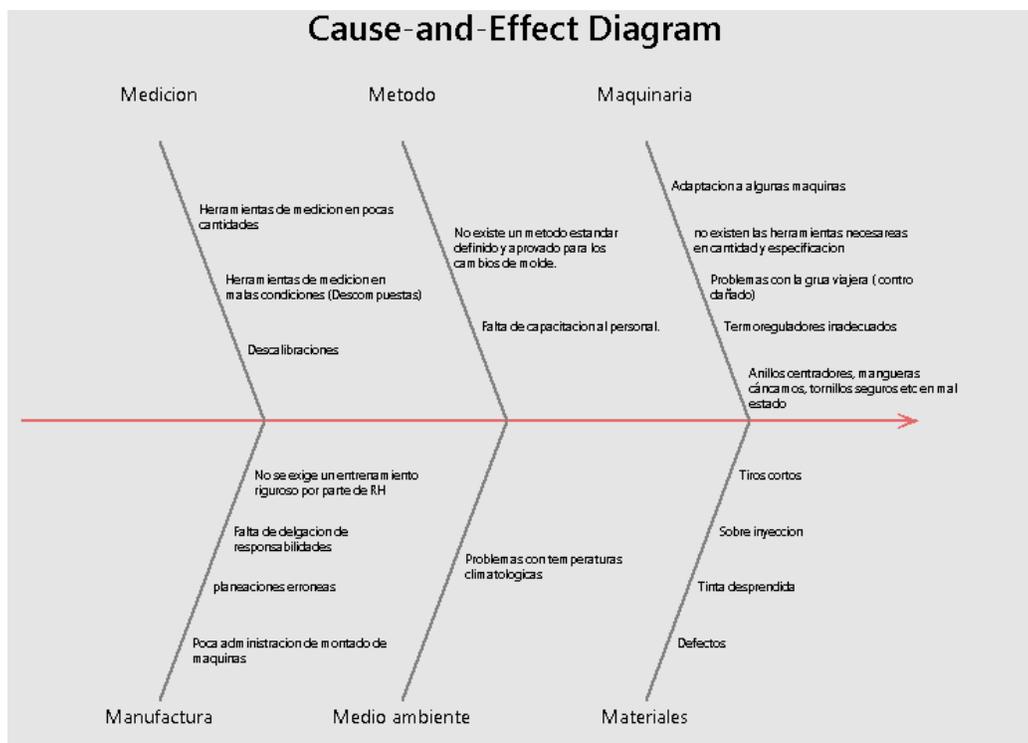


Ilustración 5 Causas potenciales que generan tiempos excesivos.

1.3 Objetivo.

Diseñar un método que elimine el tiempo excesivo por cambios de moldes por medio del sistema SMED (Single-Minute Exchange of Die) según a las necesidades de producción en el área de inyección, aumentando significativamente la productividad y disminuyendo las pérdidas monetarias a causa del tiempo muerto por cambio.

1.3.1 Objetivos Específicos.

- Establecer un método de precalentamiento de moldes para agilizar el cambio
- Delegar responsabilidades y tareas.
- Seleccionar un área estratégica que nos permita el fácil traslado de los moldes sin afectar el flujo del proceso y la seguridad del personal.

1.3 Hipótesis.

Desde un principio se pensaba que la causa raíz de la demora al cambiar un molde lo ocasionaba el alto índice de incertidumbre al haber un cambio que presentara condiciones diferentes a otros, además, la rotación del personal y la falta de liderazgo para encarar tal número de cambios por turno, era considerable y a esto traía como consecuencia mucho tiempo para realizarlo, teniendo en cuenta que las condiciones de temperatura son directamente proporcionales a las dimensiones de los moldes, habría que preparar los moldes más grandes con tiempo.

Posterior al análisis inicial tomamos todas las posibles causas que retrasaban los cambios y fuimos armando una base de datos para poder utilizar alguna herramienta que nos arrojara visiblemente la causa principal, le dimos seguimiento a esto tomando tiempos con cronómetros especiales para obtener los tiempos en diferentes escenarios y tomando las actividades ya diferidas (internas y externas) en cuenta y obtener un panorama más amplio.

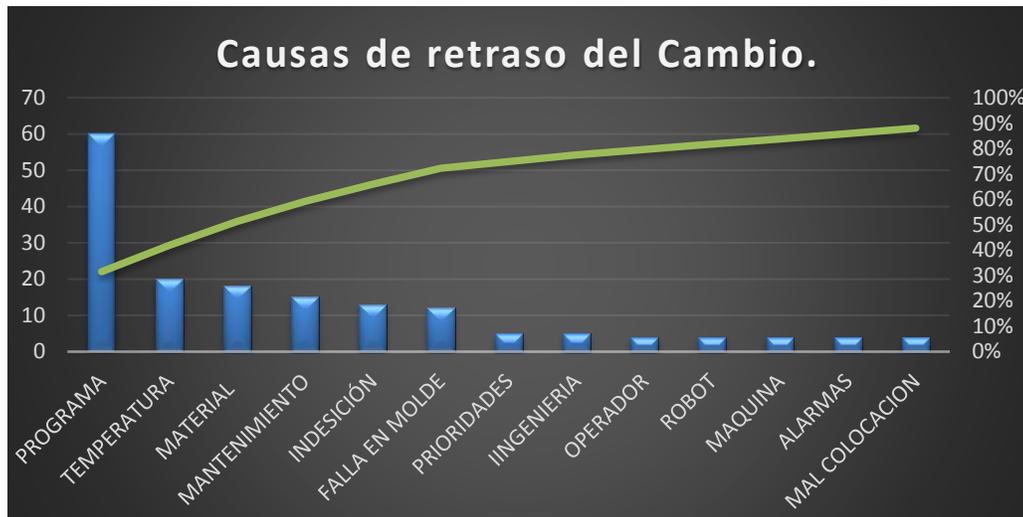


Ilustración 6 Diagrama de Pareto, expresa las principales causas.

Con esto llegamos a la conclusión de que el 20% de los retrasos se deben a cambios no planeados (Véase Anexo 1).

1.4 Justificación del Proyecto.

En piso productivo principalmente en el área de inyección se observó un tiempo excesivo al momento de realizar los cambios en moldes de las maquinas inyectoras, lo cual esto a la larga se traduce en grandes pérdidas económicas a la empresa, si tomamos en cuenta el número de cambios al día por el tiempo que se tardan en realizar un cambio ya sea al esperar que el molde cuente con la temperatura adecuada para su montaje y le agregamos la cantidad de SCRAP (piezas defectuosas).

Se presenta a continuación el número de cambios por cada semana en cada máquina, para esto podemos poner énfasis en la maquina con mayor número de caminos, véase gráfico:

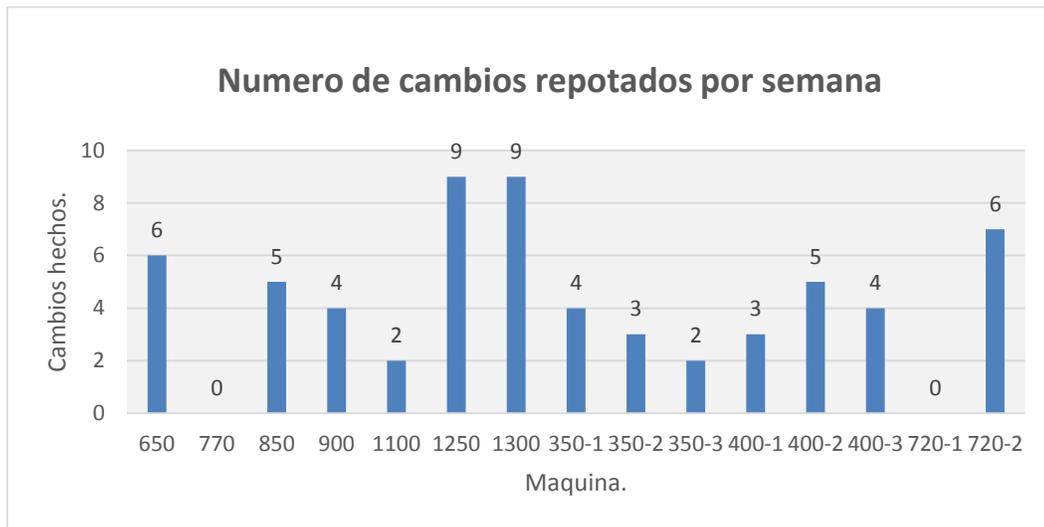


Ilustración 7 Grafica con los cambios reportados por máquina.

Poniendo como ejemplo a la maquina 1250 para madera y la 720/2 para aluminio, se obtienen las siguientes cifras, expresadas en minutos y posteriormente, lo que cuesta tenerlas en espera durante un tiempo promedio.

Además propicia a incrementar los tiempos muertos y generar cuellos de botella lo que significa como tal problema en la productividad y afectaciones a otras áreas dependientes a la de inyección.

Tomando un tiempo mínimo de 145 minutos con respecto a las actividades realizadas durante el cambio de molde:

Actividad	Tiempo (Min)
paro de maquina (Cierre de molde y desclampeo)	20
Traslado de molde a su área	20
Traslado de molde nuevo a la maquina	
Montaje e instalación	80
Calentamiento en maquina	25
Ajuste de parámetros.	
Tiempo total	145

1305 min / 60 min = 21.75 hrs.
 Rate: 44 Sets. (88 Pzas/h.)
 88 Pzas X 21.75 h = 1914 Pzas/Sem

Paro semanal Madera vs Alu.	
Mercedes Benz Puerta FOT	BMW Puerta G01
Maquina 1250	Maquina 720-2
9 x 145 min. = 1305 min.	6 x 145 min. = 870 min.
1305 min = 21.75 hrs.	870 min = 14.5 hrs.

870 min / 60 min = 14.5 hrs.
 Rate 40 Sets. (80 Pzas/h.)
 80 Pzas X 14.5 h = 1160 Pzas/Sem

Como tal un Set corresponde a una puerta izquierda y una puerta derecha. Ya que el molde de inyección cuenta con dos cavidades, una por cada una, dando un total por semana de 1914 piezas de puertas FOT DE BMW .

Relación de costo por semana.

Cuanto nos cuesta realizar un cambio con una duración 145 minutos (2:25 min) de entre seis y nueve cambios en dos variantes, (aluminio y madera) en dos máquinas durante una semana, mientras el precio de la puerta de Mercedes Benz (madera) es de € 2.36 y la de BMW (aluminio) es de 2.77.

$$\text{Cantidad de piezas/h} \times \text{Costo unitario} = \$$$

Puerta FOT MB = € 2.36 c/u.

Puerta BMW = € 2.77 c/u.

1914 Pzs./Sem X € 2.36 = € 4,517.04.

1160 Pzs./Sem X € 2.77 = € 3,213.20.

En una semana por nueve cambios correspondientes a la maquina 1250, donde se establecieron las corridas para las piezas de Mercedes Benz, específicamente puertas, nos arrojó 21.75 horas por cambios de molde, tomando que el tiempo mínimo fue de 145 minutos por cambio. Teniendo pérdidas potenciales de entre 3,213.2 a 4,517.04 euros por semana dando un total entre estas dos piezas de 7,730.24 euros en una semana.

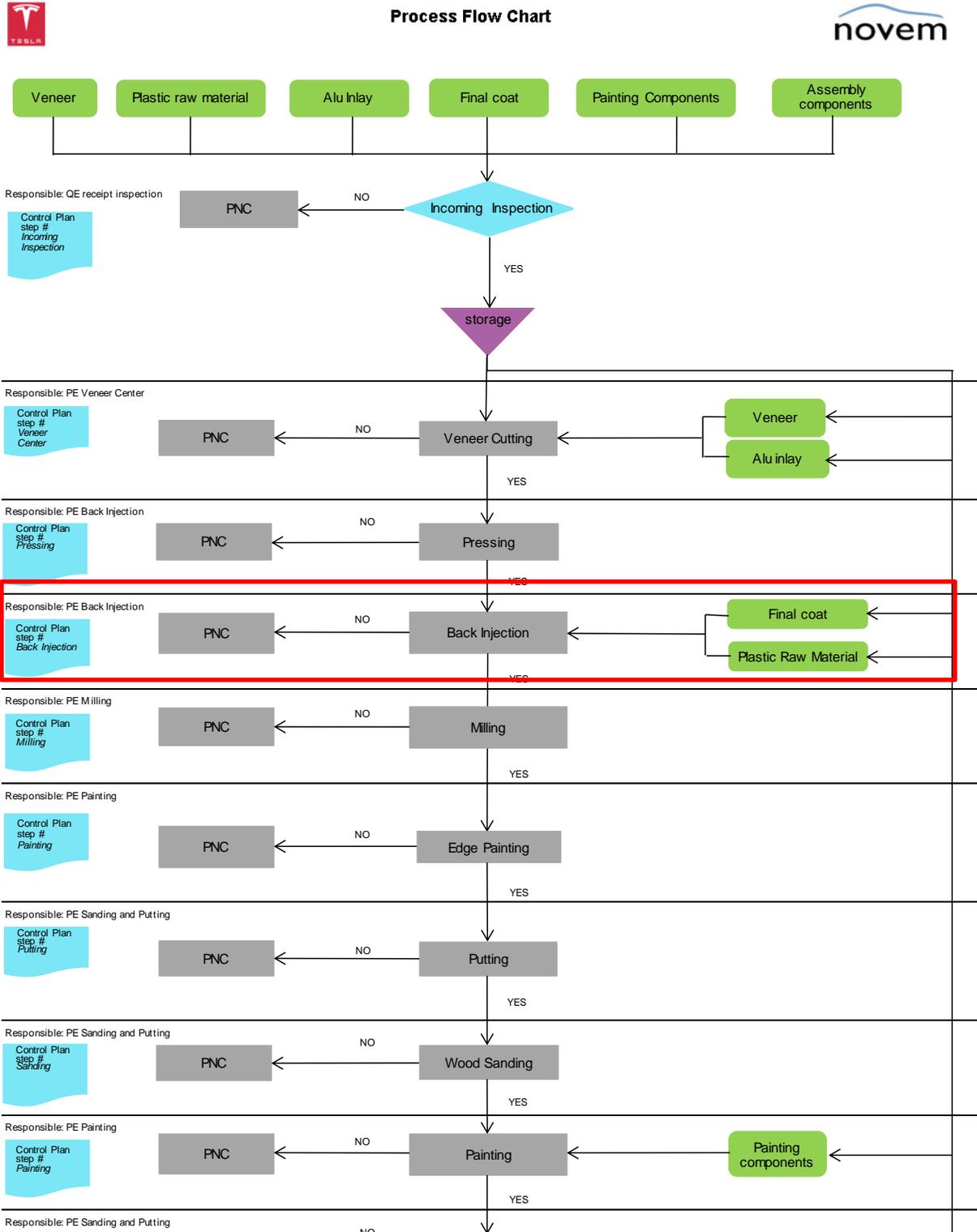


Ilustración 8 Diagrama de flujo del proceso general.

1.6 Limitaciones y Alcances.

Este proyecto está pensado principalmente al área de inyección por los problemas que genera el cambio molde en ordenes de producción cambiantes y al ser un área clave para pasar a la culminación del proceso en cualesquiera que sean las partes a producir, material o superficie y para ello se pretende adecuar un método incluyendo al personal responsable del ajuste (Montadores) dándole las herramientas necesarias, equipo de protección y capacitación, además incluir a supervisores para que funjan como líderes en este equipo, de esta forma lograr un trabajo eficiente al momento del cambio y preparación de los moldes.

1.7 Novem Car Interior Design México S.A de C.V.

Novem Car Interior Design es una empresa alemana con sede en la ciudad de Vorbach Alemania. Novem en sus diferentes plantas alrededor del mundo manufactura partes de interiores para autos de las principales armadoras del mundo y las más prestigiadas en cuanto a calidad y lujo refiere.



En México la planta de Novem Car se encuentra en la ciudad de Querétaro, específicamente en el Parque industrial Querétaro al norte de la ciudad, esta planta del grupo se destaca por ser la planta con el volumen de producción más grande de todo el grupo, por encima de las plantas ubicadas en Europa incluida la matriz, Vorbach.

Se ubica específicamente en Calle Jurica # 113, Parque Industrial Querétaro, Delegación Santa Rosa Jáuregui C.P. 76220 Querétaro (Foto de la izquierda).

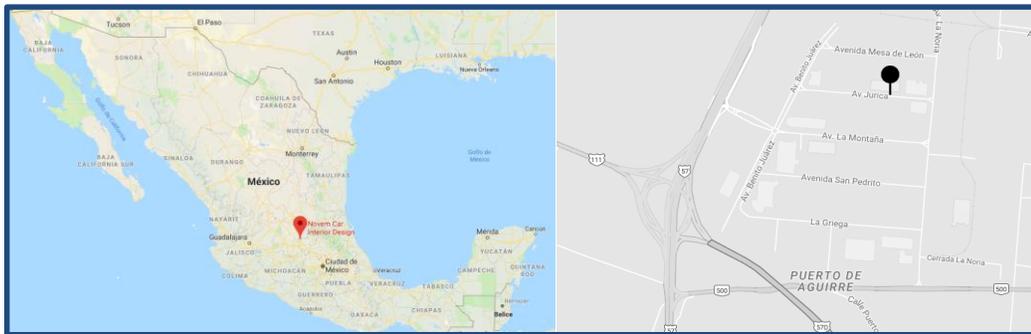


Ilustración 9 Ubicación de la planta de Novem en Querétaro.

Novem se clasifica como una de las empresas más grandes e innovadoras del parque industrial Querétaro. Según los volúmenes de producción, la planta requiere de infraestructura de vanguardia y con la mayor tecnología para de esta forma ser líder mundial en el mercado de piezas para interiores del sector automotriz, para esto, se

requiere de personal altamente capacitado y capaz de cumplir sus estándares de producción sin afectar la calidad, por ello el número de empleados, tecnología, vanguardia e instalaciones hacen que Novem se catalogue como una empresa grande y con más de 2000 empleados alrededor del mundo y en crecimiento constante.

Basta mencionar que cuenta con un prestigio a nivel internacional que lo hace trabajar solo para los mejores, algunos de los clientes, por mencionar algunos ejemplos son, Mercedes Benz, AUDI, BMW, GMC, TOYOTA, HONDA, Alfa Romero.

Principales productos:

Los principales materiales que se utilizan para la fabricación de piezas de alta calidad son Madera, Aluminio, Carbón, Sintético de alta calidad y Piel (Vea de izquierda a derecha).



Ilustración 10 Gama de materiales en Novem.

Es importante mencionar que en Novem Car planta Querétaro solo se trabaja con los primeros cuatro materiales Madera, Aluminio, Carbón y Sintéticos de alta calidad. Realizando diferentes partes con distintos acabados o superficies derivados de los materiales enlistados. Referente a las partes se manejan diferentes diseños como puertas, consolas partes del tablero, incrustaciones del volante y accesorios fijos en la parte del conductor entre otros.

Historia: “Taking tradition into the future”.

Llevando la tradición al futuro, es el lema que representa a Novem los 70 años de éxito, desde su fundación en 1947 se hizo hincapié en la producción de elementos de acabado de madera de alta calidad para el segmento Premium de la industria automotriz; comenzó con volantes de madera gradualmente se expandió para incluir líneas de cintura, consolas centrales, paneles de instrumentos y revestimiento de

puertas. Lo que contrajo una serie importante de cambios trayendo crecimiento y expansión alrededor del mundo. En Europa Novem cuenta con plantas en diferentes países, comenzando con tres plantas en Alemania, Kulmbach, Eschenbach y Vorbach, en Italia se encuentra ubicada en la ciudad de Bérgamo, en Republica Checa se ubica la planta de Pilsen y por último en la ciudad de Zalec, Eslovenia. En América existen cuatro plantas, dos en estados unidos en las ciudades de Detroit y Atlanta, en Honduras la planta especialista en madera, ubicada en Tegucigalpa y en México en la ciudad de Querétaro. Por ultimo en China se ubica otra planta más en la ciudad de Langfang.

Premios:

Entre los premios más destacados están los recientes:

BMW Innovation Award y el Daimler Supplier Award 2015.



CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA.

Para esto se escogieron acciones correctivas que aportaron a mejorar las condiciones físicas del área, mejorando paso a paso las condiciones y el método además en conjunto con los ingenieros de proceso, que prepararon las capacitaciones.

1. Establecer reglas para la realización de un cambio de molde en el Área.
2. Delegar Responsabilidades para el cambio de molde correspondiente.
3. Calculo de piezas hora.
4. Proporcionar herramienta.
5. Instalación de anillos centradores.
6. área piloto madera.
7. Área piloto Aluminio.

CAPÍTULO 3. DESARROLLO DEL PROYECTO.

Se realizó el cálculo de tiempos mediante el estudio de tiempos y movimientos, como tal se comenzó tomando el tiempo ciclo de las máquinas y comenzar a tener un registro ordenado por maquina en cuanto a su tiempo ciclo por máquina, esto ayudo además a obtener los rates de producción que más adelante nos servirán para calcular los tiempos necesarios con respecto al tiempo de preparación del molde.

Como tal se define al estudio de tiempos como el procedimiento utilizado para medir el tiempo requerido por un trabajador calificado, quien trabajando a un nivel normal de desempeño realiza una tarea dada conforme a un método especificado, con la debida consideración de la fatiga, las demoras personales y los retrasos inevitables. (Maynard, 2006) Implementamos posteriormente cuatro reglas necesarias para el cambio de molde.

Las cuatro Reglas para la realización de un cambio de molde son un conjunto de requerimientos para asegurar que se tengan las bases para realizar el cambio del molde, con esto estamos ya, atacando los malos hábitos que se toman al realizar algún cambio o ajuste, para esto, se establecieron junto al ingeniero de proceso correspondiente para asegurarnos de que el procedimiento se realice como se acordó. A continuación enlistamos las 4 reglas:

Un cambio de molde no podrá ser iniciado si no se han asegurado del cumplimiento de los 4 factores siguientes.

1.- MATERIAL:

El material para realizar la inyección debe estar listo y ubicado antes de programar el cambio. Esta actividad la realizará la persona encargada de los materiales al hacer el inventario, al inicio de turno, y entregarlo al supervisor.

2.- MOLDE:

El montador se debe asegurar de que el molde esté disponible y probado antes de iniciar el cambio.

3.- MÁQUINA:

El supervisor deberá asegurarse que la máquina está en condiciones para arrancar una vez realizado el cambio de molde.

4.- PERSONAL:

El supervisor deberá coordinar al personal que opera la máquina para que esté disponible y pendiente del arranque de un nuevo producto, o en su defecto deberá mandar a alguien para suplirlo.

+1.- PROGRAMACIÓN:

- Todo cambio de molde que se ejecute deberá ser programado en la junta diaria de programación de cambios donde se revisaran los cuatro puntos anteriores. Todo cambio solicitado, no programado deberá notificarse al jefe de montadores.

2. Roles y responsabilidades en un cambio de molde:

PLANEACIÓN Y PROGRAMACIÓN DE LOS CAMBIOS

Responsable	Actividad	Hora limite para realizar la actividad.		
		1er turno	2do Turno	3er turno
Materialista	Hacer inventario de materiales (madera, aluminio, fibra de carbon) tanto en inyeccion como en venner center.	8 hrs	16 hrs	00 hrs
Supervisor	Revisar su plan de produccion y de acuerdo a los materiales disponibles asegurarse de que cambios se pueden realizar durante el dia completo. Y anotarlos en el pizarron (solo primer turno anota en el pizarron el plan de todo el dia).	8:30 hrs	16:30 hrs	00:30 hrs
Montador	Revisar el pizarron y asegurarse que la máquina y molde están disponibles para hacer los cambios programados.	9:00 hrs	17:00 hrs	01:30 hrs
Resinero	Revisar el pizarrón y verificar que la resina está disponible	9:00 hrs	17:00 hrs	01:30 hrs
Materialista / Supervisor / Montador / Planeador	Presentarse en la junta diaria de programacion de cambios con toda su informacion revisada.	10:45 hrs	N/A	N/A

RESPONSABILIDADES DURANTE EL CAMBIO DE MOLDE

Responsable	Actividad
Operador de inyeccion	Llenado de check list de producto que inicia su corrida.
	Traer carros que se usaran en la siguiente corrida.
	Limpiar molde y aplicar protector.
	Asegurarse que se tiene el material de la corrida siguiente.
Operador de prensa	Regresar materiales sobrantes
	Cambiar el fixture por el de la nueva corrida.
Materialista	Garantizar que se llevar la documentacion y los materiales durante el cambio de molde.
Materialista	Despejar área de material, carritos, etc.
	Cerrar paso a material.
	Colocar nueva resina.
Montador	Colocar etiqueta al molde que baja de acuerdo al status en el que se encuentra el molde (Roja o verde).

Ilustración 11 Roles y responsabilidades.

Los montadores y supervisores cuentan con tarjeta de acceso para realizar el ajuste correspondiente a la maquina en operación, no cualquier persona puede realizar modificaciones.

Ninguna persona que no esté en las tablas anteriores no podrán realizar alguna maniobra por seguridad de este mismo y también para evitar retrasos.

3. Cálculo de las piezas por hora en máquina de inyección.

Este cálculo es muy importante debido a que solo conociendo esta información podremos saber la hora más aproximada de terminación de nuestra corrida actual. Conociendo el tiempo en que termina nuestra producción nos permitirá preparar adecuadamente el molde que se montará. Tanto montador, materialista y operador tendrán un horario claro y estarán muy pendientes para realizar sus funciones en un cambio de molde.

Cálculo de pzas / hr en máquinas de inyección	
Formula para calcular piezas por hora.	
3600 / TC x Cav. = Piezas por Hora	
Donde:	
3600 segundos/hr = 60 minutos x 60 segundos	
TC = Tiempo ciclo de la máquina	
CAV. = Numero de cavidades del molde.	

Ilustración 12 Cálculo de tiempo de producción.

Retomando el ejemplo anterior con respecto a las puertas de Mercedes Benz y BMW los cálculos correspondientes son los siguientes:

Mercedes Benz	BMW
$3600 \text{ s} / 81 \text{ s} \times 2 = 89 \text{ pz/h}$	$3600 \text{ s} / 45 \text{ s} \times 2 = 160 \text{ pz/h}$
TC= 81 s.	TC=45 s.

El tiempo ciclo de inyección de las puertas antes mencionadas es, en el caso de Mercedes de 81 segundos y el molde tiene dos cavidades de inyección lo cual por ciclo nos da, dos piezas. Caso distinto al de BMW, con el tiempo ciclo más corto de 45 segundos y con dos cavidades, por ciclo obtenemos también dos piezas. Llevando a cabo las operaciones, 3600 segundos equivalentes a una hora son divididos entre el tiempo ciclo de la máquina y multiplicado por dos en este caso, el resultado nos dirá la cantidad de piezas que se producen en una hora.

Si tengo que producir 300 puertas de Mercedes Benz y según al cálculo de piezas por hora es de 89 piezas. ¿Cuánto tiempo tardara para terminar mi orden de producción? Para saber habrá que multiplicar la cantidad de piezas de mi orden en este caso 300 por 1 hora entre las 89 piezas que obtuvimos en un principio o dividir directamente las piezas a producir por las piezas/hora obtenidas anteriormente.

$$300 \times 1 \text{ hr} / 89 \text{ pz/h} = 3.3 \text{ hrs.}$$

Tenemos tres horas para terminar nuestra orden de 300 piezas, lo cual este tiempo se utilizara para pre calentar el molde a montar y tener listo lo necesario.

4. Se llevó a cabo la compra de herramientas para poder realizar los cambios de molde, además se implementó un formato para poder hacer saber a los responsables del área y a los capitanes que ellos debían responder por el material nuevo como responsable para tener un control y cuidado de la herramienta (Véase anexo 4).

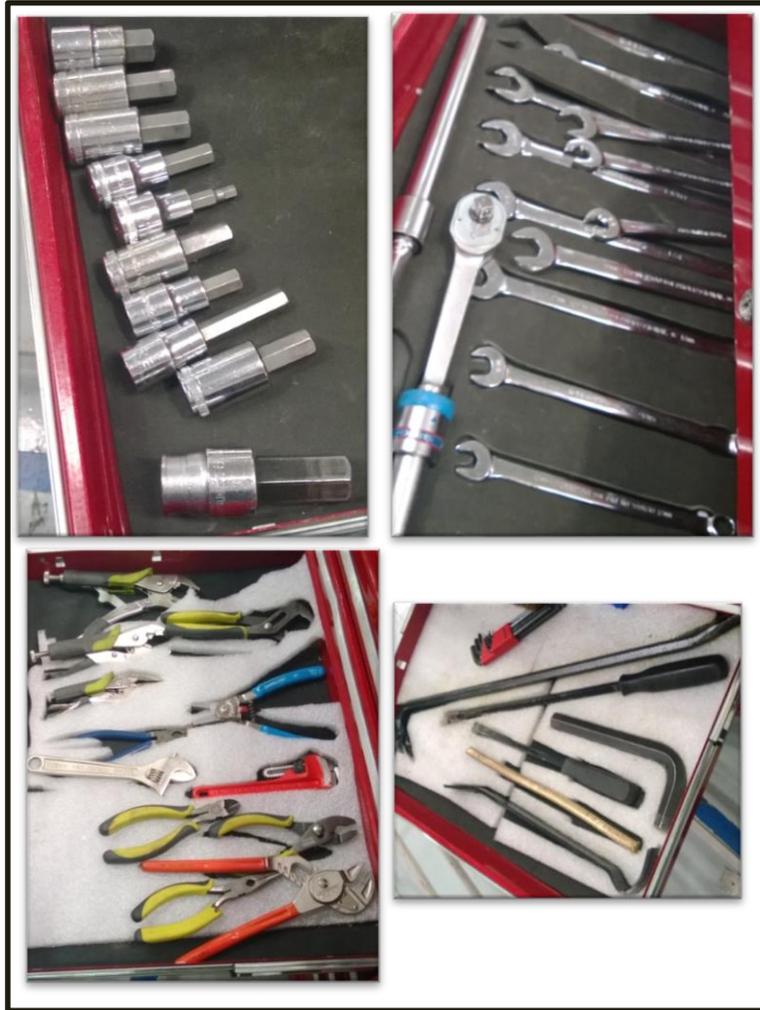


Ilustración 13 Kit de herramientas exclusivo para el área de inyección.

Véase anexo 5 lista de toda la herramienta requerida para el personal, además el formato de control para el cuidado y conservación de la misma.

5. Anillos centradores.

Los anillos sirven para ubicar el molde de una manera muy rápida, se tienen en la industria de la inyección diferentes métodos para centrar y localizar el molde durante el proceso de montaje. Realizamos un levantamiento en el cual incluimos todos los moldes con más utilización y claramente los más grandes ya que estos presentaban condiciones distintas y más complejas que los pequeños.

Se descubrió que los anillos centradores no estaban instalados de una manera fija (véase anexo 6), ya que ellos los colocaban con grasa y esto solo traía más problemas puesto que se desprendían constantemente y generaban bastantes retrasos.



Se observan anillos centradores dañados que podrían ser un factor que generaría algún retraso.



Se realizó el maquinado de anillos centradores con el fin de obtener las mejores condiciones en el equipo. Eliminar escusas.



Zona de referencia para el buen
centrado al momento de montar el
molde.

Se logró que poco a poco se fueran instalando los anillos centradores en los moldes para que su instalación fuese más rápida y sencilla.

6. Área piloto Madera.

Esta se ubicó en la parte frontal de la maquina 1100, la estrategia fue, ponerla cerca de una de las maquinas con más afluencia de cambios, por lo tanto el traslado no se vería afectado con respecto al tiempo.



Ilustración 14 Área piloto en inyección madera.

7. Área piloto Aluminio.

En Aluminio se hizo algo similar, pese a que el área de aluminio es una de las más críticas el volumen de producción es más controlable con respecto al de inyección de madera. Se realizaron las primeras corridas en el área de inyección aluminio al igual que en madera, con pre calentadores electrónicos que estaban en desuso en el área de mantenimiento de moldes; estos con el fin de realizar pruebas antes de liberar un molde y validarlo a producción.



Ilustración 15 Área piloto de inyección aluminio.

CAPÍTULO 4. RESULTADOS Y CONCLUSIONES.

En efecto se redujo entre el 80 y el 90 % del tiempo que se tomaba por un cambio molde (15 y 25 minutos), presentando una variación en el tiempo por el cambio correspondiente al 63 % (53 minutos) obteniendo resultados positivos en las primeras corridas y pruebas trayendo con esto un método de cambio más versátil y sin procedimientos confusos.

En general los resultados obtenidos fueron buenos y podremos darle seguimiento al sistema SMED propuesto y también al control del plan de producción para evitar cambios no planificados.

4.1 Resultados.

Con respecto al primer estudio en diciembre del año pasado se pudo reducir el tiempo en tres máquinas de cuatro posibles, estas con el mayor número de cambios a la semana.

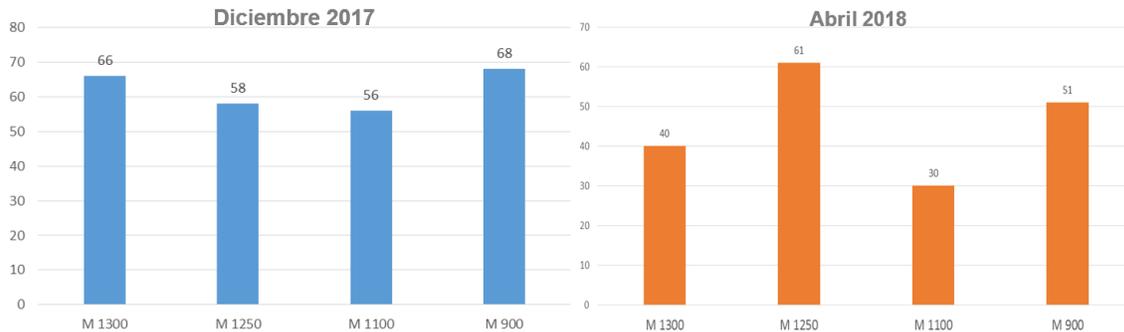


Ilustración 16 Grafica comparativa de tiempos (Min) Dic vs Abr.

En las grafica se aprecia una disminución del 77% sobre el tiempo total de las tres máquinas en las que se redujo el tiempo de operación.

Tiempos:

Los tiempos obtenidos con respecto de la condición inicial de tiempo mínima (145 min) fueron los siguientes resultados:

Condicion inicial		Prueba 1	Prueba 2	Prueba final.
145 min.		53 min	25 min	15 min

Ilustración 17 Tiempos obtenidos en corridas diferentes.

En base a estos resultados, se calculó el costo anual por preparación de los equipos, horas no productivas, que afectan directamente a la productividad de la planta.

Costo.

En el factor costo, se realizó el cálculo anual tomando de referencia los tiempos que se obtuvieron durante la prueba y el periodo en donde se obtuvieron los primeros resultados. Teniendo como referencia el valor mínimo de la condición anterior, tiempo de cambio por ciento cuarenta y cinco minutos equivalente a dos horas veinticinco minutos comparado contra el resultado de las corridas de prueba (53, 25 y 15 minutos).

Para el caso de las puertas de madera de Mercedes Benz se obtuvieron las siguientes cifras.

Condicion inicial	
Puertas mercedes Benz	
C/U	EUR 2.36
Semanal	EUR 4,517.04
Mensual	EUR 18,068.16
Anual	EUR 216,817.92

Ilustración 18 Costos por tiempos no productivos.

Se realizó el cálculo semanal, mensual y anual en base a los rates de producción, un cálculo correspondiente al producto del número de piezas a la semana que se producen por el precio unitario de cada pieza, dicha condición inicial teniendo un costo anual por 216, 817.92 euros.

Al realizar las corridas de pruebas para tomar el tiempo que se redujo fue el siguiente, con relación a lo que cuestan estos cambios en el año.

Prueba 1 (53 min)			Prueba 2 (25 min)			Prueba 3 (15 min)		
Puertas mercedes Benz			Puertas mercedes Benz			Puertas mercedes Benz		
C/U	EUR	2.36	C/U	EUR	2.36	C/U	EUR	2.36
Semanal	EUR	1,651.06	Semanal	EUR	778.80	Semanal	EUR	467.28
Mensual	EUR	6,604.22	Mensual	EUR	3,115.20	Mensual	EUR	1,869.12
Anual	EUR	79,250.69	Anual	EUR	37,382.40	Anual	EUR	22,429.44

Ilustración 19 Ilustración 18 Costos por tiempos no productivos en corridas de prueba.

Obteniendo ahorros hasta del 90 % equivalentes a 194, 388.48 euros.

Para el caso de BMW fue el mismo caso, aquí se pudo observar la variante de cambios en la maquina 720 / 2 correspondiente a inyección aluminio, ya que esta, presento un número menor de cambios a la semana.

Condicion inicial		
Puertas BMW		
C/U	EUR	2.77
Semanal	EUR	5,301.78
Mensual	EUR	21,207.12
Anual	EUR	254,485.44

Aquí se puede observar una diferencia obviamente entre costo unitario y la relación de cambios por lapso.

Al realizar las corridas de pruebas para tomar el tiempo que se redujo fue el siguiente, similar al ejercicio de Mercedes Benz, ahora con el precio de las puertas de BMW se obtuvieron las siguientes cifras:

Prueba 1 (25 min)			Prueba 2 (25 min)			Prueba 3 (25 min)		
Puertas BMW			Puertas BMW			Puertas BMW		
C/U	EUR	2.77	C/U	EUR	2.77	C/U	EUR	2.77
Semanal	EUR	1,174.48	Semanal	EUR	554.00	Semanal	EUR	332.40
Mensual	EUR	4,697.92	Mensual	EUR	2,216.00	Mensual	EUR	1,329.60
Anual	EUR	56,375.04	Anual	EUR	26,592.00	Anual	EUR	15,955.20

Aquí los valores fueron diferentes ya que se presentó una variable con respecto al número de cambios por semana que realiza la maquina en donde se corre dicha pieza,

dicho numero corresponde a 6 cambios a la semana 3 menos que la maquina pero que sin duda se obtuvieron cifras importantes al cabo del año productivo.

Obteniendo un ahorro por encima del 93 % equivalentes a 238, 530.24 euros la cifra que nos dejó el haber realizado estas tres corridas para poder tomar el tiempo no productivo y en base a esto trabajar en estandarizar el método.

Histórico semana 19 a semana 22.

Resumen:

Check lis SMED en Inyeccion CW		
Check list cambios realizados done in CW	65	100%
llenado correcto de toda la informacion.	54 of 65	83%
Informacion completa con el tiempo	62 of 65	97%
cambios realizados menores que 40 minutos	42 of 62	68%
Hora promedio de cambios medios CW (h : min : s)		12:17:00 a. m.
Hora promedio de cambios completos CW (h : min : s)		12:45:01 a. m.
Cambio con mayor tiempo reportado (h : min : s)		03:00:00
Cambio con menor tiempo reportado (h : min : s)		00:15:00

Ilustración 20 Resumen del histórico de cambios.

Ver anexo 3.

En resumen, se obtuvieron números positivos con respecto al tiempo por cambio de molde obteniendo un tiempo record de cambio de 15 minutos, demostrando que si buscamos las condiciones apropiadas y la herramienta necesaria podremos tener el mínimo de tiempo además de obtener también un tiempo máximo de 3 horas; en el histórico (anexo 3) Aparecen las causas por las cuales se obtuvieron dichos tiempos, además del control de estos cambios.

4.2 Trabajos Futuros.

Inclusión del departamento de mantenimiento de moldes en el área de inyección, esto por el conocimiento técnico con el que ellos cuentan con relación a los moldes de inyección. Podrán aportar un soporte integro al área y con esto formar un equipo más integro.

En las próximas fechas se prevén trabajos de industrialización para el área de inyección, cuyo objetivo es mejorar las condiciones del área de trabajo, teniendo un área con más ordenada y agregando lo necesario para mejorar condiciones de ergonomía, según gemba walks realizados por gerentes de producción y gerentes de área.

Dentro de estas actividades incluyen la modificación de las plataformas, agregar tapetes anti fatiga, modificación de Lay-out, además de aditamentos a las estaciones de trabajo y el mejorar el espacio físico en el que los trabajadores se desempeñan.



Ilustración 21 Propuesta para industrialización.

4.3 Recomendaciones.

Para tener un control sobre los cambios realizados durante tiempo productivo se instaló estratégicamente un pizarrón para poder tener un histórico más adelante. El objetivo es tener un registro en el área tangible que nos proporcione información sobre los cambios que van en la semana, además de tener un control documentado en archivo.

Nuestro objetivo sigue siendo un tiempo promedio de configuración de 30 minutos o menos.

¿Cómo podemos obtenerlo?

Desarrollar un líder para el equipo de técnicos.

Desarrollo de talento interno (nuevos miembros).

La auditoría cambia para garantizar la información correcta.

Continuar entrenando al equipo en temas técnicos.

Seguir trabajando en la promoción de las ideas de los operadores buscando la mejora continua.

CAMBIO DE MOLDE									
FECHA	18/10/17		SUPERVISOR		Ricardo		TURNO		12:00
AREA	MAQUINA	MOLDE QUE BAJA	MOLDE QUE SUBE	QUIEN REALIZA EL CAMBIO	HORA DE CAMBIO	DURACION DEL CAMBIO	MATERIAL	OBSERVACIONES	
	1100	20 PT MGL	20500000	MEMO	08:00	11:30		Jueves segunda hora de C.C. en P.M.	
	1250	05000000	05000000	MEMO	11:00	12:30		Cambio de molde para el turno de la mañana	
	770	77000000	77000000	MEMO				Solo se tomará un cambio	
	720-1	72000000	72000000	MEMO				2 horas de cambio	
	P.900	90000000	90000000	MEMO				Solo de mañana y tarde de mañana	
	P.1300	13000000	13000000	MEMO				Solo de mañana y tarde de mañana	
	850	85000000	85000000	MEMO				Solo de mañana y tarde de mañana	
	650	65000000	65000000	MEMO				Solo de mañana y tarde de mañana	

Ilustración 22 Pizarrón de seguimiento a cambios.

ANEXOS

Anexo 1

CAUSAS DEL INCREMENTO EN EL TIEMPO DE CAMBIO								
Area	Reason	Description	Clasif.	Sem 49	Sem 50	Sem 51	Acum. (min)	%
PLANEACION	CAMBIOS NO PROGRAMADOS	CAMBIO NO PROGRAMADO	PROGRAMA	26	17	17	60	31%
PRODUCCION	CAMBIOS NO PROGRAMADOS	FALLA EN TEMPERATURAS / SIN PRECALENTAR.	TEMPERATURA	14	3	3	20	42%
PLANEACION	CAMBIOS NO PROGRAMADOS	FALTA DE MATERIAL	MATERIAL	4	7	7	18	51%
MANTENIMIENTO	MANTENIMIENTO	MANTENIMIENTO	MANTENIMIENTO	5	5	5	15	59%
PRODUCCION	CAMBIOS NO PROGRAMADOS	INDESICIÓN	INDESICIÓN	3	5	5	13	66%
MOLDES	MOLDES	FALLA EN MOLDE	FALLA EN MOLDE	6	3	3	12	72%
PRODUCCION	CAMBIOS NO PROGRAMADOS	PRIORIDAD DE CAMBIO EN OTRA MÁQUINA	PRIORIDADES	3	1	1	5	75%
INGENIERIA	PRUEBAS (FALTA DE ANILLOS, MATERIAL, MOLDE NO DISPONIBLE).	MATERIAL INCORRECTO / FALTA DE ANILLOS	IINGENIERIA	3	1	1	5	77%
PRODUCCION	SUPERVISOR	FALTA DE OPERADOR	OPERADOR	2	2	2	4	80%
PROCESS EXPERT	PROCESS EXPERT	FALLA EN PROGRAMA (ROBOT, TIRO CORTO)	ROBOT	2	1	1	4	82%
PROCESS EXPERT	PROCESS EXPERT	FALTA DE PROGRAMA EN MÁQUINA	MAQUINA	2	1	1	4	84%
PROCESS EXPERT	MONTADOR	ALARMAS EN TERMORREGULADOR	ALARMAS	2	1	1	4	86%
MOLDES	MONTADOR	MOLDE DE PRENSA MAL COLOCADO	MAL COLOCACION	2	2	2	4	88%
PRODUCCION	CAMBIOS NO PROGRAMADOS	RESINA.	RESINA.	1	1	1	3	90%
PRODUCCION	SUPERVISOR	TRASLADO DEL MOLDE	TRASLADO	1	1	1	3	91%
PROCESS EXPERT	MANTENIMIENTO	ALARMA EN PUERTAS, ESCANER BATTENFELD	SCANNER	1	1	1	3	93%
PLANEACION	CAMBIOS NO PROGRAMADOS	FALTA DE MATERIAL PRENSADO	PRENSA		1	1	2	94%
PRODUCCION	CAMBIOS NO PROGRAMADOS	FALTA DE PRECALENTADOR	PRECALENTADOR		1	1	2	95%
PRODUCCION	SUPERVISOR	TEMPERATURA BAJA EN PRENSA	TEMP. BAJA		1	1	2	96%
PROCESS EXPERT	PROCESS EXPERT	FALTA DE ARNES PARA LA COLADA	F/ARNES		1	1	2	97%
PROCESS EXPERT	MONTADOR (CAPACITACIÓN)	PROBLEMAS CON PIGMENTADOR	PIGMENTADOR		1	1	2	98%
MOLDES	MONTADOR	MONTACARGAS MAL ESTACIONADO	B. MONTACARGAS		1	1	2	98%
PLANTA	APAGON DE ENERGIA ELECTRICA	PROBLEMAS AL RESTABLECER MÁQUINA Y TERMORREGULAD	ENERGIA		1	1	2	100%
MOLDES	MONTADOR	MONTACARGAS SIN GAS	FALTA GAS		0	0	0	100%
							Total:	191

Anexo 2

Machine	Number of changes in the week
650	6
770	0
850	5
900	4
1100	2
1250	9
1300	9
350-1	4
350-2	3
350-3	2
400-1	3
400-2	5
400-3	4
720-1	0
720-2	7

Anexo 3

Machine	CHANGE TYPE		Mold that went down	Mold that went up	Warming time	Scheduled	Last good piece time	First good piece time	Montador	Total time of change of mold	Explanation	
	Half	Complete										
400-2		X		IP Center Upper	NO	X	14:10:00	14:25:00	Miguel	00:15:00	Paro de maquina por mantenimiento	
1250		X	BFS LL OFF	BFS Q5 ALU LL	NO		15:00:00	13:30:00	14:10:00	Miguel	00:40:00	Cambio no programado
850		X	Consola Q5 DER	Consola Q5 LL	NO		11:00:00	11:25:00	11:53:00	Miguel	00:28:00	
350-1		X	IP Center D2UG	Driver LHD Q5	NO	X	17:00:00	17:35:00	Pablo	00:35:00		
1300		X	Puertas Q5 HGL	Puertas Q5 OFF	NO	X	14:55:00	15:20:00	Pablo	00:25:00	Falla de maquina, se apaga completamente de pronto y se reinicia	
850		X	FOT BR167 OFF	BFS RL HGL	NO	X	11:40:00	12:15:00	Pablo	00:35:00	Aceite y calefaccion no funcionan correctamente 15min alarma	
700-2	X		IP Center Upper		NO	X	07:37:00		Miguel	#####	Se baja molde por mantenimiento preventivo duracion de cambio 15min	
400-2		X	Center Upper K2XX	Center Lower K2XX	NO	X	02:27:00	03:00:00	Jose Trejo	00:33:00		
350-1		X	Driver LH Q5	Driver D2UG	NO		14:00:00	18:25:00	Roberto	00:32:00		
350-2		X	FS LL HGL G05	FS LL BR167	NO		11:30:00	16:25:00	Roberto	00:28:00	No se montaba molde por falta de anillos centradores, Guillermo Cabrera sustituye quitandoselos al molde de Consola D2UG, no se hace el arranque por falta de programa en la maquina.	
850		X	Consola LL Q5 ALU	Puertas F15 ALU	NO		16:00:00	16:20:00	Pablo	00:45:00		
400-3		X	Puertas	Driver HUD	NO		15:00:00	14:10:00	14:45:00	Pablo	00:35:00	Falta de material. Se realiza artes el cambio
720-2		X	Puertas F15 ALU	Puertas TOYOTA	NO		13:00:00	13:00:00	13:45:00	Pablo	00:45:00	Problemas de stauil de neoy, 20min
720-2		X	Puertas TOYOTA	BFS IQ F15 ALU	NO	X	23:05:00	00:30:00	Jose Trejo	01:25:00	Maquina en mantenimiento por 47min y traslado de molde	
650		X	Puertas Q5 ALU	Consola IQ G01 ALU	NO		05:00:00	05:18:00	Jose Trejo	#####	El cambio se realizo en 32min, fuga de agua en stauil de maquina	
		X	BFS LL ALU G05	BFS LL HGL G05	NO	X	07:00:00		Miguel	#####		
1100		X	Q5 FS LHD HGL	Q5 Consola LHD HGL	NO	X	08:00:00	10:00:00	Miguel	02:00:00	Se alargo el tiempo de cambio por bomba apagada, se avisa a mantenimiento	
1250		X	BFS LL HGL G05	FOT HGL BR167	NO	X	22:10:00	22:55:00	Jose Trejo	00:45:00	No se encontro programa 10min de trasporacion	
1300		X	Puertas Q5 OFF	Consola BR205 OFF	NO		03:31:00	04:06:00	05:00:00	Jose Trejo	00:54:00	Problemas con cables de colada caliente y temperaturas de molde
850		X	BFS DER HGL F15	BFS IQ HGL F15	NO		21:30:00	21:31:00	22:15:00	Roberto	00:44:00	No se precalienta molde por atraso de cambios de molde y falta de moldadores
1250		X	FOT HGL BR167	ROLLO HGL BR167	NO	X	23:30:00	00:15:00	Guillermo	00:45:00	En espera de cambio de molde 30min, traslado de molde 20min porque se termina gas para montecargas.	
850		X	C.C HGL F15	Puertas OFF F16	NO		14:00:00	14:30:00	15:35:00	Martin	01:05:00	Maquina no arranca por falta de cubeta y temperaturas de prensa
900		X	Pasajero IQ Q5	BFS IQ ALU BR167	NO	X	09:10:00	09:35:00	Miguel/Martin	00:25:00	Pruebas, cambio no programado	
1250		X	MKO ALU G05	BFS LL ALU G05	NO		12:00:00	12:30:00	13:00:00	Miguel/Martin	00:30:00	No se precaliento molde por prioridad en otras maquinas
350-3		X	Driver D2UG	IP Center D2UG	NO		10:00:00	09:50:00	10:21:00	Miguel	00:31:00	
1300		X	BR205 OFF MKO	BFS LL HGL Q5	2 HRS		14:00:00	13:10:00	14:10:00	Pablo	01:00:00	Problemas con cables malconectados a la maquina 15min, falla de termomogulador 10min
650		X	Pasajero Der G01	Puertas ALU Q5	NO	X	04:30:00	05:00:00	Guillermo/ Jose Trejo	00:30:00	Se entrega primer pieza a las 5:00am pero se queda maquina parada por fuga de aceite parte movil del molde	
900		X	Consola ALU F15	Puertas F16 ALU	NO		02:00:00	04:40:00	05:20:00	Fabian	00:40:00	Grúa ocupada en maquina 1300, 10min, retraso por cumplimiento de orden de produccion
1300		X	BFS LH HGL Q5	Consola RH HGL Q5	NO	X	04:00:00	04:27:00	Fabian/Guillermo	00:27:00		
400-1		X	Pasajero K2XX	Lower K2XX	85 MIN		21:00:00	01:40:00	02:15:00	Guillermo/ Jose Trejo	00:35:00	
650		X	Puertas F16 OFF	Puertas F15 OFF	NO		19:00:00	01:00:00	01:50:00	Fabian/Manuel	00:50:00	Espera de grua por cambio en maquina 1100 molde de prensa frio
1100		X	Consola HGL Q5	Driver Der HGL Q5	NO	X	11:58:00	12:01:00	Jose Trejo	00:03:00	Problemas con fuga de agua, arranque 12:56am	
400-2		X	Center Lower K2XX	Center Upper K2XX	NO		20:30:00	23:12:00	23:43:00	Fabian	00:31:00	Se alarga corrida
1250		X	BFS	ROLLO HGL BR167	NO	X	22:00:00	22:32:00	Fabian	00:32:00	No programado. En espera de mantenimiento	
350-1		X	Driver D2UG	Consola Delantera	NO	X	21:31:00	21:59:00	Jose Manuel	00:28:00	Cambio no programado	
350-2		X	FS LH BR167	Consola Tras D2UG	NO	X	20:50:00	21:24:00	Jose Manuel	00:34:00	Cambio no programado	
400-3		X	Driver K2XX	Puertas Frontales K2XX	NO	X	19:48:00	20:20:00		00:32:00	Paro programado, Cambio no programado	
900		X	Pasajero ALU BR167	Consola ALU F15	NO	X	16:19:00	16:59:00	Roberto	00:31:00	Se deja la maquina parada por falta de aluminio	
1250		X	BFS ALU LL G05	BFS BR167 LL	NO		15:00:00	17:50:00	18:25:00	Miguel/Pablo	00:35:00	Molde de pruebas, problemas por temperaturas 5min
850		X	Consola G01	Pasajero G01 Der	NO		14:00:00	15:45:00	16:07:00	Francisco Javier	00:22:00	No se precaliento molde porque no era necesario
720-2		X	Puertas Traseras TOYOTA	Pasajero IQ	NO		15:00:00	14:00:00	15:20:00	Francisco Javier	01:20:00	40min por ajuste, problemas con neoy, puertas, fuelles no se precaliento molde porque no era necesario, se adelanta cambio porque se terminan antes las pruebas
850		X	Puertas F15 ALU	Consola Q5 LL ALU	NO	X	07:30:00	08:02:00	Pablo	00:32:00		
		X	BFS LL ALU F15	Puertas Tras TOYOTA	2 HRS		11:00:00	11:00:00	11:30:00	Pablo/Martin	00:30:00	Pruebas Javier Trejo TOYOTA
400-3		X	Driver HUD	Driver	NO	X	07:35:00	08:30:00	Miguel/Martin	00:55:00	Problemas de tiro corto	
1250		X	MKO HGL BR167	Puertas ALU G05	2.20 HRS		12:00:00	14:00:00	14:27:00	Pablo/Martin	03:00:00	Falta de material, pruebas
1250		X	Puertas ALU G05	Consola HGL BR167	NO		18:00:00	16:15:00	16:40:00	Fabian/Manuel	00:25:00	Se adelanta por falta de puertas de G05
1250		X	ROLLO BR167	C.C HGL	2 HRS	X	08:07:00	08:38:00	Martin/Miguel	00:31:00		
850		X	FS LL HGL BR	MKO HGL F15	NO	X	21:27:00	22:04:00	Jose Manuel	00:37:00		
1300		X	BFS LH HGL Q5	FS LL HGL Q5	NO	X	04:30:00	05:10:00	Fabian/Guillermo	00:40:00	Se baja BFS LH Q5 por daño en filter asi que se leba al taller, espera de decision de molde para montar, se realiza cambio en maquina 1250, posteriormente se realiza cambio en maq. 1300 se avisa a supervisor 4:00am	
1300		X	BFS RH HGL	BFS LH HGL	NO		21:30:00	00:30:00	Jose/Fabian	01:20:00	Espera de mantenimiento ya que al molde le faltaban mangueras y habia una suelta, espera de molde, se hace cambio en maquina 400W3, traen el molde a las 11:50pm, se monta frio, espera de calentamiento	
1300		X	Consola Q5	BFS RH HGL Q5	NO		15:00:00	14:34:00	15:57:00	Roberto/Martin	01:23:00	32min de cambio de molde y 48min de calentamiento de molde
350-1		X	Driver SGW K2XX	Driver LH ALU	NO	X	01:39:00	02:13:00	Jose Manuel	00:34:00		
900		X	Puertas F16 OFF	Pasajero Q5 IQ	NO		13:00:00	13:10:00	14:10:00	Francisco Javier	01:00:00	Falla de maquina por temperaturas, un ames y resistencia 1 a 4
720-2		X	Pasajero F15	Puertas F15 ALU	NO		16:00:00	19:10:00	20:55:00	Jose Trejo	01:45:00	Se alarga la corrida hasta terminar material
400-3		X	Puertas DEL K2XX	IP Center 31XXN	NO	X	23:20:00	23:47:00	Guillermo/ Jose Trejo	00:27:00		
400-1		X	IP Center Lower K2XX	IP Driver HUD	NO	X	18:00:00	18:33:00	Pablo/Roberto	00:33:00		
400-2		X	IP Center 31XXN	Center Upper K2XX	NO	X	03:40:00	05:05:00	Jose Trejo/Fabian	01:25:00	Emplastamiento de cañon, problemas con pigmentador	
400-2		X	IP Center Upper	IP Center 31XXN	NO	X	06:50:00	07:22:00	Pablo/Miguel	00:32:00	Falla de material	
350-3		X	IP Center D2UG	IP Passenger D2UG	NO		23:00:00	05:07:00	05:34:00	Guillermo/ Jose Trejo	00:27:00	No se precalienta molde porque viene de taller, montador libera pieza por falta de operador, se deja maquina con pieza ok, ordenada y limpia
350-2		X	Consola con APA D2UG	FS LL HGL G05	NO	X	16:18:00	16:59:00	Roberto	00:32:00	Molde de pruebas G05	
720-2		X	BFS LH	BFS RH	NO	X	09:32:00	10:00:00	Martin/Pablo	00:28:00	Cambio no programado, por lo cual no se precaliento molde	
400-1		X	Driver HUD K2XX	Pasajero K2XX	NO		04:00:00	14:15:00	15:50:00	Miguel/ Jose Manuel	01:35:00	Se termina cambio de modelo, ajuste, cambio de pigmento y se avisa a mantenimiento, para revisar fuelles zona #3 y #4, se entrega temperaturas apagadas
720-2		X	Puertas ALU F15	MKO LH G01	2 HRS		09:00:00	15:29:00	16:00:00	Roberto/Fabian	00:31:00	Paro por mantenimiento 50min, manguera de agua stauil dañada
1300		X	FS LL HGL Q5	FS RL OFF Q5	NO	X	14:45:00	15:02:00	Roberto/Fabian	00:17:00	Cambio no programado, se cambia para inyectar 3 ordenes de Driver OFF	
1300		X	Driver LH OFF	Pasajero LH HGL	NO	X	17:03:00	17:43:00	Jose Manuel	00:40:00	Se sube molde en dos partes+H3F12-Q69	

Anexo 4



RESPONSABILIDAD SOBRE HERRAMIENTA POR CAPITANES				
ITEM	DESCRIPCIÓN	PRECIO UNITARIO M/N	CANTIDAD REQUERIDA	CANTIDAD ENTREGADA
1	Juego de Llaves Allen de Bola	\$326.00	1	1
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				

Reglamento definido por los principales de la herramienta que firman este documento como responsables:

Se entrega herramienta completa a los capitan de línea de inyección
Los cuales se responsabilizan independientemente cada uno por la herramienta adquirida
Los cuales responden por:
Uso adecuado de herramienta
Inventario trimestral por parte de P.E así como Coordinador de Supervisores del área
En caso de extravío o pérdida los capitanes y usuarios se responsabilizan en el pago de dicha herramienta

Firma de Usuarios

Fabian Santos García.

Benjamin Santos Martinez Gallegos.

Firma de capitanes

Jose Manuel Gallegos Pacheco.

Enrique Antonio Campos Mejia.

Roberto Vega Aguilón.

Firma Experto del Proceso

Victor Hugo Salazar.

Firma de Supervisores

Ricardo Gonzalez.

Antonio Lopez

Juan Luis Gómez Torres.

Firma Gerente de Producción

Carlos Madrazo.

Firma del Coordinador del Área

Jorge Barrón.

Anexo 5

		Herramientas Inyección 						
Recuerda poner una <input checked="" type="checkbox"/> para demostrar que recibiste la herramienta nombrada		1ero	2do.	3ero.	1ero	2do.	3ero.	1ero
Juego	Llave española 20mm							
	Llave española 22mm							
	Llave española 15mm							
	Llave española 7/8							
	Llave española 13/16							
	Llave española 21mm							
	Llave española 12mm							
	Llave española 5/8							
	Llave española 9/15							
	Llave española 19mm							
	Llave española 3/8							
	Llave española 13mm							
	Llave española 3/4							
	Llave española 36mm							
	Llave española 1							
	Llave española 15/16							
1	Moto Tool							
3	Cancamos M20							
2	Pistolas de aire							
1	Cancamos M30							
1	Martillo sin mango							
1	Espatula de bronce							
1	Control de Grua							
1	Par Guantes							
1	Llave 22mm							
1	Martillo							
2	Matracas con aumento							
2	Dados 12							
1	Pinzas							
1	Dado 19mm							
1	Dado 14mm							
1	Dado 10mm							
1	Dado 17mm							
1	Dado 6mm							
1	Llaves Allen							
1	Pinza para seguros Chanellock							
1	Charola con 3 pinzas de presion							
1	Juego de 5 pinzas Evolv							
1	Llave Stillson 8"							
1	Perico de 8" Craftsman							
1	Charola 4 Limas Nicholson							
1	Juego de 8 desarmadores							
1	Juego de 4 Barras ABP-6064							
1	Lampara Mini Magnalite Negra							
1	Moto Tool Tipo Lapiz							
1	Flexometro 3 Mts x 1/2"							
1	Extension King 4121-11G							
1	Matraca King 1/2							
	Recibio							
	Entrego							

Anexo 6.

Moldes INYECCIÓN	
<i>Molde</i>	<i>Anillos</i>
BFS/FS LL OPEN PORE	SI
BFS/FS LL ALUMINIO	SI
BFS/FS RL OPEN PORE	SI
BFS/FS RL HIGH GLOSS	SI
BFS/FS RL ALUMINIO	SI
BFS/FS LL HIGH GLOSS	SI
MIKO Li/Re ALUMINIO	NO
MIKO Li/Re HIGH GLOSS	
MIKO OPEN PORE (1/2 Molde)	SI
TVVO HIGH GLOSS	SI
TVVO HIGH GLOSS	SI
TVVO OPEN PORE (1/2 Molde)	NO
TVVO ALUMINIO (1/2 Molde)	NO
BLENDE FS LL (PMMA)	SI/NO
BLENDE FS RL (PMMA)	
BLENDE BFS RL (PMMA)	SI
BLENDE BFS LL (PMMA)	SI
REAR DOOR	SI
CENTER TRAY	SI
FRONT DOOR	SI
IP CENTER UPPER	SI/NO
IP PASSENGER	NO
IP DRIVER HUD	NO
IP DRIVER	SI
IP CENTER LOWER	NO
PUERTAS DELANTERAS (FAT LI/RE) ALU BR205	SI
PUERTAS TRASERAS (FOT LI/RE) ALU BR205	NO
MIKO SHW HGL BR205	SI
MIKO SHW OPEN PORE BR205	SI
BFS LL BR205	SI
FS LL BR205	SI
PUERTAS F-16 OPEN PORE	SI
PUERTAS F-16 HGL	SI
PUERTAS F-16 ALUMINIO	SI
STEERING WHEEL GM	SI
PUERTAS F-15 ALUMINIO LL-RL	SI
IP CENTER ALUMINIO 31XXN	SI

Bibliografía

- ambassy, U. (2014). - Mexico City, Auto - Industry Factsheet.
- Asociación Mexicana de la Industria Automotriz (AMIA). (2014).
- B., M. H. (1960). Manual de ingeniería de la producción 3era Edición,. Mexico: Reverte.
- CIDEM. (Noviembre de 1995). beneficios de implementación del sistema SMED. Ciudad de Mexico, Mexico.
- IHS Markit. (2014). Obtenido de <https://ihsmarkit.com/research-analysis/mexican-lightvehicle-sales-and-production-decline-in-march-exports-grow.html>
- Manufactura. (2010). General Motors, hacia otros rumbos. *Manufactura*, 62.
- Maynard, H. (2006). *MANUAL DEL INGENIERO INDUSTRIAL(VOL. I) (5ª ED.)*. Mexico: MCGRAW-HILL / INTERAMERICANA DE MEXICO.
- meetings, A. (s.f.). *Automotive meetings*. Obtenido de <http://mexico.automotivemeetings.com/index.php/es/industria-automotriz-en-mexico>
- Rebolledo, C., Jimenez, R., Pedro, & Juan. (1996). *Tecnología mecánica y metrotecnia*. . Madrid.
- Roberto, G. C. (1998). *Estudio del trabajo - Medicion del trabajo 2nd ED*. Mexico: MCGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. de C.V.,.
- Rozenberg, D. (2014). Automotriz, autos de lujo llegaron para quedarse. *Manufactura*., 65-68.
- Shingo, S. (1990). *Una revolución en la producción: El sistema SMED*. Madrid: TGP Hoshin.
- Susaki, & Kiyoshi. (2000). *Competitividad en fabricación: Técnicas para la mejora continua*. Madrid: TGP Hoshin.