



TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO

**"MEJORAMIENTO DEL FLUJO DE PROCESO A TRAVÉS DE CONTROL
Y ESTANDARIZACIÓN DEL ÁREA WIP (WORK IN PROGRESS)
IMPLEMENTACIÓN DE HERRAMIENTAS LEAN EN INYECCIÓN"**

TITULACIÓN INTEGRAL INFORME DE RESIDENCIA PROFESIONAL

PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO INDUSTRIAL

PRESENTA: NOÉ EDMUNDO BONILLA GARCÍA

ASESOR: RODOLFO ELEAZAR PÉREZ LOAIZA

Apizaco, Tlax., Octubre de 2024

Apizaco, Tlax. 29/noviembre/2023

Asunto: Liberación de Proyecto para Titulación integral

MARTÍN ROJAS RAMÍREZ
JEFE DE LA DIVISION DE ESTUDIOS PROFESIONALES
PRESENTE

Por este medio le informo que ha sido liberado el siguiente proyecto para la Titulación integral:

Nombre del Egresado:	NOÉ EDMUNDO BONILLA GARCÍA
Carrera:	INGENIERÍA INDUSTRIAL
No. De control:	17370525
Nombre del proyecto:	"MEJORAMIENTO DEL FLUJO DE PROCESO A TRAVÉS DE CONTROL Y ESTANDARIZACIÓN DEL ÁREA WIP (WORK IN PROGRESS) IMPLEMENTACIÓN DE HERRAMIENTAS LEAN EN INYECCIÓN"
Producto:	TITULACIÓN INTEGRAL INFORME DE RESIDENCIA PROFESIONAL

Agradezco de antemano su valioso apoyo en esta importante actividad para la formación profesional de nuestros egresados.

ATENTAMENTE

EXCELENCIA EN EDUCACIÓN TECNOLÓGICA ®
Pensar para Servir, Servir para Triunfar®



CRISANTO TENOPALA HERNÁNDEZ
JEFE DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA
TECNOLOGÍO NACIONAL
DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO
DEPARTAMENTO DE
INGENIERÍA INDUSTRIAL



RODOLFO ELEAZAR PÉREZ LOAIZA
ASESOR INTERNO

c.c.p._ Div. Est. Prof. (interesado)
c.c.p._ Archivo



AV. Instituto Tecnológico No. 438, San Andrés Bahuahualtepec, Municipio de Tlaxiaco, Tlax. 90400 Tel. (241) 4772000 Fax. 442
e-mail: industrial@apizaco.tecnm.mx tecnm.mx | apizaco.tecnm.mx



2023
Francisco
VILLA



EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de Apizaco
División de Estudios Profesionales

Apizaco, Tlax., 14/marzo/2024
No. OFICIO: DEP-CT/308/2024

ASUNTO: AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN

NOE EDMUNDO BONILLA GARCIA
EGRESADO DE LA CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
CON NÚMERO DE CONTROL: 17370525
P R E S E N T E

Por este medio, me permito informar a usted que por aprobación de la comisión revisora asignada para valorar el trabajo que mediante la opción **TITULACIÓN INTEGRAL INFORME DE RESIDENCIA PROFESIONAL** cuyo tema es: **"MEJORAMIENTO DEL FLUJO DE PROCESO A TRAVÉS DE CONTROL Y ESTANDARIZACIÓN DEL ÁREA WIP (WORK IN PROGRESS) IMPLEMENTACIÓN DE HERRAMIENTAS LEAN EN INYECCIÓN"**, conforme a lo establecido en el procedimiento para la obtención del Título Profesional en el Instituto Tecnológico, la División de Estudios Profesionales a mi cargo le otorga:

AUTORIZACIÓN DE IMPRESION

Debiendo entregar **3** empastados del mismo, apropiadamente encuadernados, a la brevedad, para presentar su acto de recepción profesional.

Sin otro particular por el momento, le envió un cordial saludo.

ATENTAMENTE

*Excelencia en Educación Tecnológica»
Pensar para Servir, Servir para Triunfar»*


MARTÍN ROJAS RAMÍREZ
JEFE DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES



c.p. archivo



Av. Instituto Tecnológico No. 418, San Andrés Ahuashuatepec, Municipio de Tzompantepec,
Tlaxcala, Mex. C.P. 90491 Tel. (241) 4172010 Ext. 304, e-mail:
dep_titulacion@apizaco.tecnm.mx



Internal

Agradecimientos:

Gracias, padres por todo su apoyo durante mi estancia en la universidad, esa ayuda y amor en los momentos difíciles, gracias por nunca dejarme solo ni un momento yo sé que todo este esfuerzo ya tiene sus frutos y que este “árbol” que han cuidado durante 24 años seguirá dando, los recompensaré de vuelta.

Al ingeniero María Inés por su apoyo durante mi estancia en el Instituto, por ser clave en mi desarrollo personal dentro y fuera de la universidad, agradezco su respaldo, orientación y confianza.

A mi asesor por guiarme durante mis residencias, gracias por esas lecciones gracias por la honestidad y respeto ante la elaboración de este proyecto.

Agradezco a mi novia Michelle Flores, mi hermano Guillermo Villanueva, y a mis amigos Fabiola Rugerio, Iris Gallardo, Hugo Herrera, Oscar Flores, ustedes han sido personas claves en mi desarrollo como persona, gracias por sus consejos y recomendaciones esto no habría sucedido de esta manera sin ayuda de ustedes, me toca seguir esforzándome, el camino no es fácil pero no se puede saber si uno es capaz sin tener adversidades.

A mis compañeros y amigos que conocí en Grammer, gracias por el apoyo y enseñanzas, nuestras pláticas, los consejos, esas salidas, espero volverlos a ver, recordar y vivir nuevos momentos.

Este proyecto ha sido un viaje de aprendizaje y crecimiento en todo sentido. Estoy orgulloso de las herramientas obtenidas, feliz de poder ver en práctica la teoría que nos enseñaban en la universidad en un ambiente real, dejar los miedos que representaba estar en una empresa por primera vez y confiar en uno mismo, siempre es difícil el sobresalir en cualquier rama laboral, pero con pasión, una cultura de mejora continua y la constancia, formará un gran ingeniero y más allá de eso formará una gran persona.

Mirando hacia el futuro me comprometo a seguir mejorando en cada aspecto tanto laboral como personal y poder convertirme en una persona que trascienda.

Índice.

PROYECTO DE RESIDENCIA PROFESIONAL.....	1
1. Generalidades del proyecto.....	6
1.1 Introducción	6
1.2 Descripción de la empresa.....	6
1.2.2 Misión y visión	6
1.2.3 Ubicación	6
1.2.4 Política de Calidad	7
1.2.5 Productos de GRAMMER AUTOMOTIVE PUEBLA.....	8
1.3 Descripción del área de trabajo	9
1. 4 Problemas a resolver	10
1.5 Objetivos (General y Específicos).....	10
1.5.1 Objetivo General	10
1.5.2 Objetivo Especifico.....	10
1.6 Justificación	11
2. Marco teórico.....	12
3. Antecedentes.....	14
3.1 KPI's para seguimiento.....	14
3.1.1 Tiempo Muerto (Downtime)	15
3.1.2. Scrap (Desecho o Rechazo)	16
3.1.3 Relación con el cálculo del OEE	16
¿Cómo se implementaron los KPI's en el área de inyección?	17
3.2 5's en área de inyección y su impulso al desarrollo del WIP.....	22
3.3 Mejoramiento de la productividad en Inyección a través de la selección estratégica de resinas para el desarrollo del área WIP	25

3.4 Propuesta para organización de moldes en el área de inyección para mejorar la eficiencia operativa y digitalización de Lay Out.	27
3.4.1 ¿Por qué darle seguimiento a la propuesta?	39
4. Desarrollo “Optimización del flujo de proceso a través de control y estandarización del área WIP (work in progress) en inyección”	40
5. Resultados	48
Registro de datos WIP de Inyección	57
6. Conclusión	59
7. Recomendaciones	60
8. Competencias desarrolladas	61
9. Fuentes de información	62
10. Anexos	64

1.Generalidades del proyecto

1.1 Introducción:

GRAMMER AG está especializada en el desarrollo y la fabricación de componentes y sistemas para interiores de automóviles, así como asientos de conductor y pasajero para vehículos todoterreno, camiones, autobuses y trenes.

En el segmento Automotriz, suministramos reposacabezas, reposabrazos, consolas centrales y componentes interiores de alta calidad a fabricantes de automóviles de renombre y proveedores de sistemas de la industria automotriz. Nuestros componentes interiores convencen por su comodidad, diseño y seguridad. Debido a los productos innovadores, competitivos y de alta calidad, los principales fabricantes de automóviles y proveedores de sistemas valoran a GRAMMER Automotive como fuente de inspiración e ideas en el área del diseño de interiores.

1.2 Descripción de la empresa

El sitio oficial de (Grammer, 2021) nos las define a la empresa como:

Grammer Automotive Puebla S.A de C.V.

El lugar donde se llevará a cabo el proyecto es en la empresa GRAMMER AUTOMOTIVE PUEBLA S.A DE C.V; empresa especializada en el desarrollo y manufactura de componentes y sistemas para interiores de vehículos ligeros, así como asientos para conductor y del pasajero para automóviles, camiones, autobuses y tractores.

1.2.2 Misión y visión

Para la misión y visión el sitio oficial de (Grammer, 2021) nos las define como:

MISIÓN: “Fortalecer nuestra posición como innovador. Producir productos de alta calidad, seguridad, ergonómicos, cómodos y valiosos para nuestros clientes.”

VISIÓN: “Ser líder y marcar la tendencia en el mercado mundial de asientos “OFF-ROAD”. Ser un participante líder en el mercado mundial de componentes interiores automotrices, y asientos para: pasajeros, vehículos comerciales y ferrocarriles.”

1.2.3 Ubicación

GRAMMER AUTOMOTIVE PUEBLA, se encuentra localizada en, Mena-Cd. Industrial Xicohtencatl No. 107, 90434 José María Morelos y Pavón, Tlaxcala.



Figura 1.1 Ubicación de GRAMMER AUTOMOTIVE PUEBLA S.A DE C.V. (Google Maps, 2023)



Figura 1.2. GRAMMER AUTOMOTIVE PUEBLA S.A DE C.V. (Google Maps, 2023)

1.2.4 Política de Calidad

El sitio oficial de (Grammer, 2021) muestra la política de calidad de la siguiente manera:

Grammer Automotive Puebla rige su política de calidad bajo los siguientes puntos:

- Queremos cliente satisfechos, los clientes internos son tan importantes como los clientes externos.
- Estamos comprometidos con la calidad, la gerencia debe tomar el liderazgo en nuestros esfuerzos hacia la calidad.

- Cumplimos con todos los requerimientos concernientes a la seguridad del producto, utilizando tecnología de punta.
- Implementamos mejora continua y consideramos nuestros incumplimientos.
- Impartimos el conocimiento necesario.

1.2.5 Productos de GRAMMER AUTOMOTIVE PUEBLA.

Dentro de Grammer Automotive Puebla se fabrican diferentes modelos, tipos y variedad de productos para distintos clientes cada uno con su proceso y materiales específicos de acuerdo a los criterios del cliente, dentro de la planta se cuenta con más de 30 artículos diferentes y con diferentes versiones de cada uno de ellos, dentro de los cuales se encuentran los siguientes productos:

Productos fabricados y ensamblados en Grammer Automotive Puebla.

Componentes para interiores

Como uno de los principales fabricantes de componentes interiores y sistemas operativos de alta calidad para las industrias automotriz y de consumo, nuestros productos de vanguardia establecen continuamente nuevos estándares a través de nuestras soluciones no convencionales, diseño innovador y funcionalidad de productos.

Center consoles

Estructura de la consola carcasas plásticas de la consola del Audi Q5 estructura general y base para ensamblar diferentes componentes compuesta de (PC+ABS) inyectada en Grammer.

Armrest

Descansabrazos inyectado en Grammer con plástico (PC+ABS) y cubierta de piel o vinil costurada en Grammer planta 2.

Headrests

Cabecera delantera de camioneta BMW X6 espumada con foam inyectado en Grammer y cubierta de piel o vinil costurada en Grammer 2.

Tractor seat

Los asientos Grammer han estado a la vanguardia de las mejoras de los asientos para tractores modernos, desde el aislamiento de las vibraciones de todo el cuerpo (WBV) hasta los múltiples ajustes de suspensión del asiento, pasando por los soportes lumbares de 5 posiciones, por nombrar sólo algunos. Todos ellos han

sido fundamentales para la rentabilidad general de operaciones pequeñas y grandes al reducir el tiempo de inactividad de la máquina. Estas mejoras ayudan a reducir el dolor lumbar y, por lo tanto, a mantener al conductor cómodo y con el máximo rendimiento operativo.

Speaker grills En proyectos



Figura 1.3. Productos GRAMMER (Grammer., 2023)

1.3 Descripción del área de trabajo

Como practicante de GPS o mejora continua, generalmente en un entorno de trabajo, se dedica a una serie de tareas y actividades con el objetivo de identificar, analizar y eliminar ineficiencias, desperdicios y problemas en los procesos empresariales o de producción. Nuestro objetivo principal es ayudar a la organización a mejorar su eficiencia, calidad y productividad.

Desarrollamos propuestas concretas de mejora basadas en el análisis de datos y el conocimiento de los procesos. Estas propuestas suelen incluir recomendaciones para optimizar la eficiencia, reducir costos o mejorar la calidad.

Trabajamos en estrecha colaboración con los equipos responsables de los procesos para implementar las mejoras propuestas. Esto puede implicar la modificación de procedimientos, la capacitación del personal y la supervisión de la implementación.

1. 4 Problemas a resolver

Desorganización en el Área WIP: La falta de un sistema de organización estandarizado en el área de trabajo en proceso (WIP) ha resultado en una disposición caótica de materiales en proceso. Esto ha generado confusión entre los operadores de inyección y ensamblaje, ya que no pueden identificar de manera eficiente la ubicación de los materiales necesarios para llevar a cabo sus tareas.

Tiempo muerto y confusión: La desorganización en el área WIP ha dado lugar a tiempos muertos significativos. Los operadores se ven obligados a buscar los materiales requeridos, lo que retrasa el proceso de producción. Además, la falta de estandarización en la ubicación de los materiales crea confusión, lo que afecta la fluidez del proceso.

Almacenamiento no estandarizado: La ausencia de estándares en el almacenamiento de materiales en el área WIP ha generado incertidumbre en el área de ensamble. Los operadores no tienen claridad sobre la cantidad de racks necesarios para recoger los materiales, lo que puede dar como resultado la sobrecarga o la falta de material en la línea de ensamblaje.

Impacto en la productividad: Estos problemas se traducen en una disminución en la productividad en nuestra línea de producción. Los tiempos muertos, la confusión operativa y la falta de estandarización en el almacenamiento de materiales tienen un impacto negativo en la eficiencia y en la capacidad de respuesta de nuestra operación a las demandas del cliente.

Necesidad de solución:

Para mantener y mejorar nuestra competitividad en el mercado, es imperativo abordar estos desafíos en el área WIP. Buscamos soluciones que permitan establecer un sistema de organización estandarizado, optimizar la disposición de los materiales y minimizar los tiempos muertos, todo ello sin comprometer la calidad ni la seguridad de nuestros procesos de producción.

1.5 Objetivos (General y Específicos).

1.5.1 Objetivo General

Aumentar la productividad de líneas de ensamble y operaciones en inyección a partir de la organización y control del área WIP (work in progress) situada en el área de inyección evitando los tiempos muertos, y movimientos innecesarios.

1.5.2 Objetivo Especifico

- Organizar piezas que salgan de inyección, en un empaque estándar analizando sus tamaños y especificaciones de las piezas.

- Recopilar y comparar las piezas producidas antes y después de la implementación del WIP.
- Mejorar sistema de seguimiento a diferentes indicadores de desempeño
- Reducir tiempos muertos en recorridos o movimientos innecesarios por parte de operadores de inyección y ensamble

1.6 Justificación:

El reacomodo del área WIP de inyección y su combinación con el cambio de layout en una planta industrial es sustentada por varios motivos clave:

Mejora de la Eficiencia Operativa: La reorganización del área WIP y el rediseño del layout, buscan reducir cuellos de botella, minimizar tiempos de espera y optimizar el flujo de trabajo. Estas mejoras se traducen en una mayor eficiencia operativa, lo que a su vez aumenta la capacidad de producción y reduce los costos asociados a retrasos y tiempos muertos.

Optimización de recursos: La disposición estratégica de las estaciones de trabajo en el área WIP y la reconfiguración del layout permiten una mejor utilización de recursos como la mano de obra, equipos y materiales.

Mejora la calidad del producto: La optimización del flujo de trabajo y la reducción de movimientos innecesarios en el área WIP disminuyen la posibilidad de errores y defectos en la producción. La combinación con el cambio de layout facilita la implementación de controles de calidad más efectivos y permite una supervisión más cercana de los procesos, lo que finalmente conduce a una mejora en la calidad del producto final.

2. Marco teórico:

El marco teórico de este proyecto se basa en diversos conceptos y metodologías, como:

Moldeo por inyección: es un proceso de conformado utilizando moldes. Los materiales como las resinas sintéticas (plásticos) se calientan y se funden, y luego se envían al molde, donde se enfrían para formar la forma diseñada.

Molde: es aquella cavidad que da forma a una pieza de material en estado líquido, ya sea plástico o metal. (cuando es este caso, se suele llamar matriz). En general, se recurre a la ayuda de presión y temperatura para manejar el material y forzarlo a entrar y alcanzar toda la superficie de la cavidad.

Indicadores clave de desempeño (KPIs): Se emplearán KPIs para medir y evaluar el rendimiento de la producción, calidad y tiempos muertos, con el fin de identificar áreas de mejora y tomar acciones correctivas.

Lean Manufacturing: Se aplicarán conceptos y herramientas del Lean Manufacturing, como la metodología SMED, para reducir los tiempos de cambio de molde y mejorar la eficiencia en el área de inyección de moldes.

Productividad: Cortes (2021) define la productividad como: “La productividad laboral es el valor de los bienes y servicios producidos en un período de tiempo, dividido por las horas de trabajo utilizadas para producirlos. La productividad laboral mide la producción producida por unidad de mano de obra, generalmente reportada como producción por hora trabajada o producción por persona empleada.

¿Cómo se mide la productividad?

La productividad laboral mide la eficiencia de las personas en un país u organización. Para calcularlo, divide el valor total de los bienes y servicios producidos por el número total de horas trabajadas.

Si se calcula la productividad de una organización, se considera que el valor total de los bienes y servicios es su valor monetario, es decir, la cantidad a la que se pueden vender. Esta cantidad no equivale necesariamente al costo de los bienes vendidos. Pues una parte de la cantidad producida podría almacenarse en el inventario final, en lugar de venderse.

A continuación, te presentamos la fórmula más común para calcular la productividad laboral, por lo tanto, el cálculo para una empresa es:

$$\text{Valor monetario de bienes y servicios producidos} \div \text{Número total de horas trabajadas} = \text{Productividad laboral.}^{24}$$

Gestión del inventario: Se implementará una gestión adecuada del inventario, estableciendo estándares de pack requeridos por línea, con el objetivo de optimizar la organización y la fluidez de la producción.

KPIs (Key Performance Indicators): Son indicadores clave de desempeño que se utilizan para medir y evaluar el rendimiento de un proceso o área específica. En el contexto del proyecto, se utilizarán KPIs para medir la producción, calidad, tiempos muertos y otros aspectos relevantes. Estos indicadores permiten identificar áreas de mejora, tomar decisiones informadas y realizar acciones correctivas para mejorar el desempeño y la eficiencia.

WIP (Work in Process): Se refiere al trabajo en proceso o productos que se encuentran en diferentes etapas de producción. En el proyecto, se organizará el área de WIP para identificar los moldes y organizarlos según la demanda requerida. Esto permitirá una gestión más eficiente del flujo de trabajo y una asignación adecuada de recursos.

OEE (Overall Equipment Effectiveness): Es un indicador utilizado para medir la eficiencia global de una máquina o equipo. El OEE proporciona una visión integral del desempeño de la máquina, teniendo en cuenta la disponibilidad, el rendimiento y la calidad. Permite identificar las áreas donde se puede mejorar la eficiencia y optimizar el uso de los recursos.

Scrap: Se refiere al material o producto que se considera defectuoso o no cumple con los estándares de calidad establecidos. En el contexto de las máquinas inyectoras, el scrap se refiere a las piezas o productos que se generan y no son aceptables para su uso o venta. La reducción del scrap es importante para evitar desperdicios y mejorar la eficiencia en la producción.

Downtime: en palabras simples, hace referencia a períodos en los que un sistema no está disponible; y su traducción al español puede ser tiempo de parada o tiempo de interrupción, entre otras.

Standard Pack: Hace referencia al estándar de pack requerido por línea de producción. Es la cantidad y configuración específica de productos que se deben empaquetar y tener disponibles para mantener la fluidez y productividad del proceso de fabricación.

Lay out: El término "layout" (escrito en inglés) se refiere a la disposición o diseño espacial de elementos, objetos o componentes en un espacio determinado. En español, se traduce como "distribución" o "disposición". El layout se utiliza en una variedad de contextos para planificar y organizar de manera eficiente el espacio y los recursos disponibles, con el objetivo de lograr una funcionalidad óptima, un flujo de trabajo eficiente y una presentación visual atractiva.

Rate o tasa de producción: es el número de unidades de salida por unidad de tiempo que la empresa pretende fabricar o proporcionar al mercado para atender a la demanda que tiene o que estima va a tener.

5S: son un sistema de gestión que promueve un entorno de trabajo más ordenado y eficiente mediante cinco principios clave:

- **Selección (Seiri):** Identificar y eliminar elementos innecesarios en el lugar de trabajo.
- **Orden (Seiton):** Asignar ubicaciones específicas para cada elemento esencial y mantenerlos en su lugar designado.
- **Limpieza (Seiso):** Mantener el área de trabajo limpia y libre de desorden.
- **Normalización (Seiketsu):** Establecer estándares y procedimientos para mantener las tres primeras S de manera constante.
- **Disciplina (Shitsuke):** Comprometerse a seguir y mejorar constantemente los estándares establecidos.

Estas prácticas ayudan a optimizar la eficiencia, la seguridad y la calidad en el lugar de trabajo.

3. Antecedentes

3.1 KPI's para seguimiento

Se ha implementado por parte del área de mejora continua, un sistema de gestión del desempeño denominado "Area Performance Management" con el objetivo de obtener una visión general y completa de los diferentes aspectos que impactan en el rendimiento del área. Este sistema se enfoca en diversos puntos clave, como el ausentismo del personal, las entregas, los tiempos muertos, el scrap y el OEE (Overall Equipment Effectiveness).

El sistema de "Area Performance Management" se integra con los KPIs previamente mencionados por máquina, lo que permite obtener información detallada y específica sobre el desempeño individual de cada una. Esta información se combina y analiza de manera conjunta para obtener una imagen más amplia y comprensiva del rendimiento general del área.

El sistema proporciona datos en tiempo real y de manera periódica, lo que permite realizar un seguimiento constante y una evaluación precisa de los indicadores clave. Esto facilita la identificación de áreas de mejora, la toma de decisiones basadas en datos y la implementación de acciones correctivas de manera oportuna.

El seguimiento de KPI's sirve como pilar para los siguientes proyectos en inyección y poder visualizar mejor las situaciones en tiempo real.

La información generada a través del sistema de "Area Performance Management" se presenta de manera clara y fácil de analizar, lo que ayuda a los responsables del área a comprender rápidamente la situación actual, detectar tendencias y tomar medidas proactivas. Además, al contar con una visión integral del desempeño del área, se pueden establecer metas y objetivos realistas, y monitorear el progreso hacia su consecución.

Las personas que están ayudando a llenar estos datos son mantenimiento con información de tiempos muertos, mejora continua y líderes de producción en área de inyección



Figura 3.1 Pizarron con diferentes indicadores como, calidad, tiempo muerto y producción (AREA PERFORMANCE MANAGMENT, GPS Grammer, 2023)

3.1.1 Tiempo Muerto (Downtime)

El Tiempo Muerto se refiere al tiempo en el que una máquina o equipo no está funcionando y no está produciendo productos de calidad. Puede deberse a diversas razones, como mantenimiento planificado o no planificado, ajustes en la máquina, averías, cambios de turno, entre otros. El cálculo del Tiempo Muerto se realiza sumando la duración de todos los períodos en los que la máquina está inactiva.

Cálculo de Tiempo Muerto:

El Tiempo Muerto se calcula sumando el tiempo de inactividad de la máquina debido a todas las causas. Puede medirse en minutos u horas. La fórmula sería:

$$\text{Tiempo muerto} = \text{Suma de todos los periodos de inactividad}$$

3.1.2. Scrap (Desecho o Rechazo)

El Scrap es la cantidad de productos defectuosos o no conformes que se generan durante un proceso de fabricación. Puede deberse a problemas en el proceso, materiales de baja calidad, ajustes incorrectos, entre otros. El cálculo del Scrap implica medir la cantidad de productos defectuosos en relación con la producción total.

Cálculo de Scrap:

El Scrap se calcula dividiendo la cantidad de productos defectuosos entre la producción total y multiplicando por 100 para obtener un porcentaje. La fórmula sería:

$$\text{Scrap\%} = \left(\frac{\text{Cantidad de productos defectuosos}}{\text{Producción total}} \right) * 100$$

3.1.3 Relación con el cálculo del OEE

El OEE (Eficiencia Global del Equipo) es un indicador que mide la eficiencia general de un proceso de producción y se calcula multiplicando tres factores: Disponibilidad, Rendimiento y Calidad.

$$\text{OEE} = \text{Disponibilidad} * \text{Rendimiento} * \text{Calidad}$$

-Disponibilidad: Relacionada con el Tiempo Muerto. Se calcula dividiendo el tiempo de funcionamiento real entre el tiempo programado. Cuanto más cercano a 1, mejor.

-Rendimiento: Relacionado con la velocidad de producción. Se calcula dividiendo la velocidad de producción real entre la velocidad teórica. También se expresa como un valor entre 0 y 1.

-Calidad: Relacionada con el Scrap. Se calcula dividiendo la cantidad de productos buenos entre la producción total.

Estos tres factores se multiplican para obtener el OEE, que proporciona una visión completa de la eficiencia del proceso.

El Tiempo Muerto y el Scrap son KPIs cruciales para evaluar la eficiencia y calidad de un proceso de producción. Contribuyen al cálculo del OEE, que proporciona una imagen más amplia de la eficiencia general y la calidad del proceso. Monitorear y mejorar estos indicadores puede ayudar a optimizar la operación y a tomar decisiones informadas para aumentar la productividad y la calidad en un entorno industrial.

Para la ingeniería, el término OEE (Overall Equipment Effectiveness) se refiere a Así mismo a la par se implementó otra herramienta más relacionada a encontrar áreas de oportunidad en inyección esta fue el uso del OEE, una medida utilizada para evaluar el rendimiento general de una máquina o equipo de producción. El OEE es un indicador clave de desempeño (KPI) que permite medir la eficiencia de un proceso de fabricación en función de tres factores principales:

1. Disponibilidad (Availability): Representa el tiempo en el que el equipo está en condiciones de producir en comparación con el tiempo total programado. Incluye el tiempo de paradas planificadas (mantenimiento, cambios de turno, etc.) y el tiempo de paradas no planificadas (averías, falta de materiales, etc.).
2. Rendimiento (Performance): Indica la velocidad a la que el equipo está produciendo en comparación con su capacidad máxima. Se evalúa en función de la tasa de producción real en relación con la tasa de producción teórica o estándar.
3. Calidad (Quality): Mide la cantidad de productos buenos o conformes producidos en comparación con el total de productos fabricados. Incluye las unidades que cumplen con las especificaciones y que no requieren retrabajo ni reproceso.

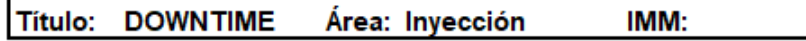
La fórmula para calcular el OEE es la siguiente: $OEE = (Disponibilidad) \times (Rendimiento) \times (Calidad)$

El OEE se expresa como un porcentaje, donde un OEE del 100% indica que el equipo está operando a su máxima eficiencia, produciendo productos de calidad sin tiempo de inactividad ni reducción en el rendimiento.

Esta métrica es ampliamente utilizada en la gestión de la producción y la mejora continua de procesos para identificar áreas de mejora y optimizar la eficiencia de la maquinaria y la productividad global del sistema de fabricación.

¿Cómo se implementaron los KPI's en el área de inyección?

Creamos diferentes formatos para establecer una métrica del OEE por cada máquina, teniendo como último formato el que tenemos a continuación.

[illegible]

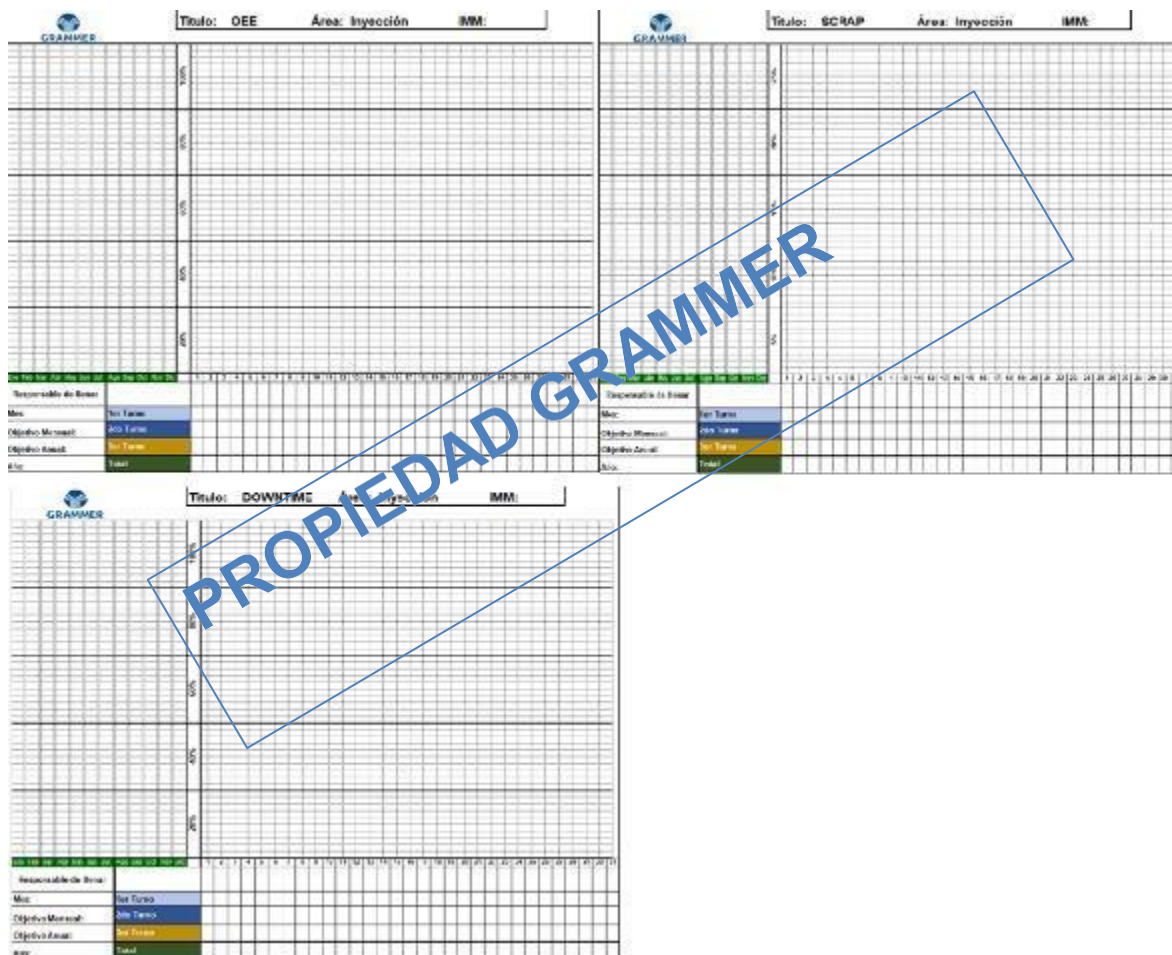


Figura 3.3. KPI's de Inyección implementados por GPS (KPI'S Inyección, GPS- Grammer, 2023)

Estas tablas se postean en tableros de marcha, al lado o cerca de las máquinas y con ayuda de operadores, shift leaders (Líderes de nave, puesto debajo de supervisor de producción), ingenieros de inyección y personal de mejora continua (GPS) se llenan cada uno de estos. Se llenan con ayuda de otro formato que se tiene en su película de producción (un documento que tiene que llenar cada operador donde se registra piezas producidas, scrap y tiempo en el que la máquina estuvo detenida por cada hora de su turno).

PELICULA DE PRODUCCION

Lider:

Operador:

Ajustador:

Producción h/m	Producción										Cambio de molde		Pausa Programada		Ajustes		TM Mantenimiento		TM Calidad		TM Logística		TM Ingeniería		TM Prod / Organización		Tiempo muerto (minutos)		Código Tiempo Muerto		Scrap		Código Scrap	
7:00																																		
7:30																																		
8:00																																		
8:30																																		
9:00																																		
9:30																																		
10:00																																		
10:30																																		
11:00																																		
11:30																																		
12:00																																		
12:30																																		
13:00																																		
13:30																																		
14:00																																		
14:30																																		
15:00																																		
	Total piezas producidas										Total Tiempo Muerto										Total Scrap													

TIEMPO TOTAL PRODUCIDO = _____ min. PIEZAS PLANEADAS = _____

DISPONIBILIDAD = $\frac{\text{Tiempo total} - \text{Tiempo Muerto}}{\text{Tiempo Total}}$ = _____

EFICIENCIA = $\frac{\text{Pzs Producidas}}{\text{Piezas planeadas}}$ = _____

CALIDAD = $\frac{\text{Piezas buenas}}{\text{Total pzs producidas}}$ = _____

OEE = Disponibilidad X Eficiencia X Calidad = _____

Lider: Carlos
 Operador: Gilberto
 Ajustador: Saul

Producción h/m	Producción	Cambio de molde	Pausa Programada	Ajustes	TM Mantenimiento	TM Calidad	TM Logística	TM Ingeniería	TM Prod / Organización	Tiempo muerto (minutos)	Código Tiempo Muerto	Scrap	Código Scrap																	
15:30	0																													
16:00																														
16:30	30																													
17:00																														
17:30	60																													
18:00																														
18:30	60																													
19:00																														
19:30	60																													
20:00																														
20:30	60																													
21:00																														
21:30	60																													
22:00																														
22:30	30																													
	Total piezas producidas: 360										Total Tiempo Muerto: 90										Total Scrap: 70									

TIEMPO TOTAL PRODUCIDO = 360 min. PIEZAS PLANEADAS = 502

DISPONIBILIDAD = $\frac{\text{Tiempo total} - \text{Tiempo Muerto}}{\text{Tiempo Total}}$ = 0.8

EFICIENCIA = $\frac{\text{Pzs Producidas}}{\text{Piezas planeadas}}$ = 0.71

CALIDAD = $\frac{\text{Piezas buenas}}{\text{Total pzs producidas}}$ = 0.8

OEE = Disponibilidad X Eficiencia X Calidad = 0.45

Figura 5. Formato digital y llenado en físico (Película de producción, Grammer., 2023)

TIEMPO TOTAL PRODUCIDO = 420 min	PIEZAS PLANEADAS =	TIEMPO TOTAL PRODUCIDO = 360 min	PIEZAS PLANEADAS = 502	TIEMPO TOTAL PRODUCIDO = 450 min	PIEZAS PLANEADAS = 569
DISPONIBILIDAD = Tiempo total - Tiempo Muerto / Tiempo Total =		DISPONIBILIDAD = Tiempo total - Tiempo Muerto / Tiempo Total =		DISPONIBILIDAD = Tiempo total - Tiempo Muerto / Tiempo Total =	
EFICIENCIA = Pzs Producidas / Piezas planeadas =		EFICIENCIA = Pzs Producidas / Piezas planeadas =	0.8	EFICIENCIA = Pzs Producidas / Piezas planeadas =	0.8
CALIDAD = Piezas buenas / Total pzs producidas =		CALIDAD = Piezas buenas / Total pzs producidas =	0.8	CALIDAD = Piezas buenas / Total pzs producidas =	0.8
OEE = Disponibilidad X Eficiencia X Calidad =		OEE = Disponibilidad X Eficiencia X Calidad =	0.45	OEE = Disponibilidad X Eficiencia X Calidad =	0.45

Figura 3.4 Formulas en la película de producción-formato llenado durante producción (Formulas OEE, Raúl Alonzo, 2023)

Aquí se resumen piezas totales producidas, scrap y tiempos muertos, lo que se busca es que cada operador haga este cálculo por su cuenta y sea este proceso algo autónomo, aunque viendo el progreso del llenado y los errores que se cometían, se decide sólo recabar tiempos muertos, piezas scrap, piezas producidas y dejando el cálculo a un grupo multidisciplinario mencionado con anterioridad.

TIEMPO TOTAL PRODUCIDO =	PIEZAS min PLANEADAS =	TIEMPO TOTAL PRODUCIDO =	PIEZAS min PLANEADAS =	TIEMPO TOTAL PRODUCIDO =	PIEZAS min PLANEADAS =
DISPONIBILIDAD = Tiempo total - Tiempo Muerto / Tiempo Total =		DISPONIBILIDAD = Tiempo total - Tiempo Muerto / Tiempo Total =		DISPONIBILIDAD = Tiempo total - Tiempo Muerto / Tiempo Total =	
EFICIENCIA = Pzs Producidas / Piezas planeadas =		EFICIENCIA = Pzs Producidas / Piezas planeadas =		EFICIENCIA = Pzs Producidas / Piezas planeadas =	
CALIDAD = Piezas buenas / Total pzs producidas =		CALIDAD = Piezas buenas / Total pzs producidas =		CALIDAD = Piezas buenas / Total pzs producidas =	
OEE = Disponibilidad X Eficiencia X Calidad =		OEE = Disponibilidad X Eficiencia X Calidad =		OEE = Disponibilidad X Eficiencia X Calidad =	

Figura 3.5 Formulas en la película de producción-formato digital (Formulas OEE, Raúl Alonzo, 2023)

Se dio un entrenamiento o capacitación a los operadores de los 3 turnos, sobre como llenar el apartado en el formato, tener los totales de los tiempos muertos, piezas malas, y el rate de producción.

Teniendo estos datos, se postean en los tableros que están colocados por maquina en las gráficas mostradas anteriormente donde se puede ver la variación de cada uno de los KPI's seleccionados. Estos nos ayudan separar las diferentes razones de tiempo muerto por categorías como máquina, robot, secadores, ingeniería organización, molde, logística / materiales, SMED.

Dependiendo el tipo de problema y su repetibilidad en los KPI's posteados por máquinas nos apoya a identificar causa raíz, se asignan responsables y se entabla una comunicación con las diferentes áreas involucradas para poder organizar mejor los recursos empleados en la máquina y optimizar eficiencia y productividad, lo que puede generar avoidances que es poder evitar gastos a futuros que no están planificados como lo pueden ser la compra de refacciones, nuevos insertos para moldes, mantenimientos correctivos, accidentes, desperdicio de materiales como resinas entre muchos otros.



Figura 3.6 Capacitación llenado de formato KPI's Inyección (Capacitación, GPS, 2023)

La importancia de los KPIs (Indicadores Clave de Desempeño) en el contexto de la mejora continua de nuestros procesos de fabricación. Utilizar KPIs específicos a nivel de máquina nos proporciona una visión detallada y precisa de los aspectos críticos que pueden estar afectando nuestro rendimiento.

Uno de los factores cruciales que hemos identificado es el cambio de molde, que puede tener un impacto significativo en la productividad. Como resultado, hemos priorizado estos KPIs críticos y hemos reunido un equipo multidisciplinario que abarca varias áreas funcionales de la organización. Esta colaboración interdepartamental ha sido esencial para abordar de manera integral los desafíos relacionados con los KPIs y el cambio de molde.

Esta alineación es fundamental para implementar mejoras efectivas y lograr una mayor eficiencia en nuestra operación.

En la actualidad, llevamos a cabo reuniones matutinas en las que se fomenta un diálogo armonioso entre distintos departamentos. Durante estas reuniones, se establecen prioridades para abordar las causas fundamentales de los problemas que afectan a varias máquinas. Hemos identificado diversos desafíos, como tiempos de inactividad prolongados debido a conexiones defectuosas, problemas para encontrar la resina adecuada para ciertas piezas, la necesidad de configurar moldes nuevos sin parámetros establecidos previamente, y la incorrecta identificación de moldes, lo que resulta en operaciones repetidas y la búsqueda del molde correcto.

3.2 5's en área de inyección y su impulso al desarrollo del WIP.

Las 5S son un conjunto de principios y prácticas de gestión que se originaron en Japón y se utilizan ampliamente en entornos de trabajo para mejorar la eficiencia, la organización, la calidad y la seguridad. Las 5S provienen de las palabras

japonesas que representan cada uno de los cinco principios:

1. Seiri (Clasificación): Esta etapa implica separar lo necesario de lo innecesario en un área de trabajo. Eliminar elementos no esenciales reduce el desorden y facilita la identificación de los elementos esenciales. En resumen, se trata de clasificar y eliminar lo que no se necesita.

2. Seiton (Organización): Organizar implica asignar un lugar para cada cosa y asegurarse de que cada cosa esté en su lugar. Esto mejora la eficiencia, ya que las herramientas y los materiales se encuentran fácilmente cuando se necesitan. En resumen, se trata de organizar y sistematizar.

3. Seiso (Limpieza): La limpieza no se refiere solo a la ausencia de suciedad, sino a mantener un lugar de trabajo limpio y ordenado en todo momento. La limpieza regular previene la acumulación de desorden y garantiza un entorno de trabajo seguro y saludable. En resumen, se trata de limpiar y mantener.

4. Seiketsu (Normalización): La normalización implica la creación de estándares y procedimientos para mantener las prácticas de las tres primeras S (Clasificación, Organización y Limpieza) en el tiempo. Esto asegura que las mejoras realizadas sean sostenibles y que se conviertan en parte de la cultura organizacional. En resumen, se trata de estandarizar y sistematizar las prácticas de 5S.

5. Shitsuke (Disciplina): La disciplina es fundamental para mantener los estándares y prácticas establecidos en las cuatro etapas anteriores. Significa que todos en la organización deben comprometerse a seguir las reglas y procedimientos de 5S de manera consistente. En resumen, se trata de mantener y mejorar constantemente.

Las 5S son una herramienta efectiva para mejorar la organización, la eficiencia y la calidad en entornos de trabajo, y se aplican en una variedad de industrias y sectores para promover un ambiente de trabajo más ordenado, seguro y productivo.

implementamos la metodología 5S en el área de inyección como primer punto clave. Hemos logrado un progreso significativo en las fases de Seleccionar, Organizar y Limpiar.

En la etapa de Selección implicó identificar y separar los elementos esenciales de los no esenciales en el área. Mediante una evaluación minuciosa, nos deshicimos de los elementos innecesarios y nos enfocamos en mantener únicamente aquellos que son fundamentales para nuestras operaciones diarias.

En la etapa de Organización, nos dedicamos a establecer un sistema claro y eficiente para el manejo de herramientas, equipos y materiales. Mediante la implementación de un enfoque lógico y estructurado, hemos logrado maximizar la accesibilidad y la eficiencia en la recuperación de los elementos necesarios para el trabajo.

Asimismo, hemos llevado a cabo una labor rigurosa de Limpieza en toda el área. Esto implica mantener un entorno limpio y ordenado, eliminando cualquier tipo de suciedad, desorden o contaminante que pueda afectar la calidad y seguridad de nuestras operaciones.



Figura 3.7 Colaboración de diferentes áreas para realizar 5's en Inyección (5'S, GPS, 2023)

La implementación de la metodología 5S (Clasificación, Organización, Limpieza, Normalización y Disciplina) en el área de inyección tiene varios beneficios significativos para la eficiencia y la calidad del trabajo en proceso (WIP)

1. Clasificación (Seiri): La primera etapa de 5S implica la clasificación, es decir, eliminamos lo que no es necesario. Al aplicar esta fase al WIP, gracias a esto identificamos y eliminamos racks o estantes innecesarios que puedan estar ocupando espacio valioso. Esto reduce el desorden y facilita la identificación de las piezas que realmente se necesitan.

2. Organización (Seiton): Organizamos los racks necesarios de manera eficiente en el área de inyección significa que los trabajadores pueden encontrar rápidamente lo que necesitan, reduciendo los tiempos de búsqueda y aumentando la productividad. Esto también evita la pérdida de piezas y reduce el riesgo de daño.

3. Limpieza (Seiso): Mantener un área de trabajo limpia y ordenada es esencial para la seguridad y la calidad del producto. La limpieza regular del área de inyección ayuda a prevenir la contaminación de las piezas y reduce la posibilidad de errores debido a la suciedad o los desechos.

Nos queda la tarea de estandarizar por completo el área de inyección y mantenerla así, pero estamos felices los avances realizados hasta el momento, se demuestra nuestro compromiso con la mejora continua y la búsqueda de la excelencia en nuestro entorno de trabajo. Continuaremos trabajando diligentemente para completar el proceso de Estandarización y Sostenibilidad, asegurándonos de que los estándares establecidos se mantengan a largo plazo y se conviertan en parte integral de nuestras prácticas diarias.

la implementación de 5S en el área de inyección ayuda a mejorar la eficiencia, la calidad y la seguridad al reducir el desorden, optimizar la organización y promover prácticas de limpieza y mantenimiento regulares. Esto conduce a un flujo de trabajo más suave y a una mejor gestión del WIP, lo que, a su vez, puede aumentar la productividad y reducir los errores en la producción de piezas.

3.3 Mejoramiento de la productividad en Inyección a través de la selección estratégica de resinas para el desarrollo del área WIP

Debido a que la operación de encontrar y colocar la resina correcta para un molde y pieza específicos resulta una de las actividades que a veces toma tiempo de más y que afecta directamente a la producción de las máquinas hemos decidido introducir visual managements o recursos visuales en la sección de resinas, con el propósito de mejorar la organización y prevenir confusiones con otros materiales.

Esta medida busca facilitar el proceso inicial de inyección de las piezas de plástico sin obstaculizar su fluidez.



Figura 3.8 Área de resinas con indentificaciones realizadas por GPS (Resin Identifications, Autoría propia., 2023)



Figura 3.9 Identificaciones para resinas (Resin Identifications, Autoría propia., 2023)

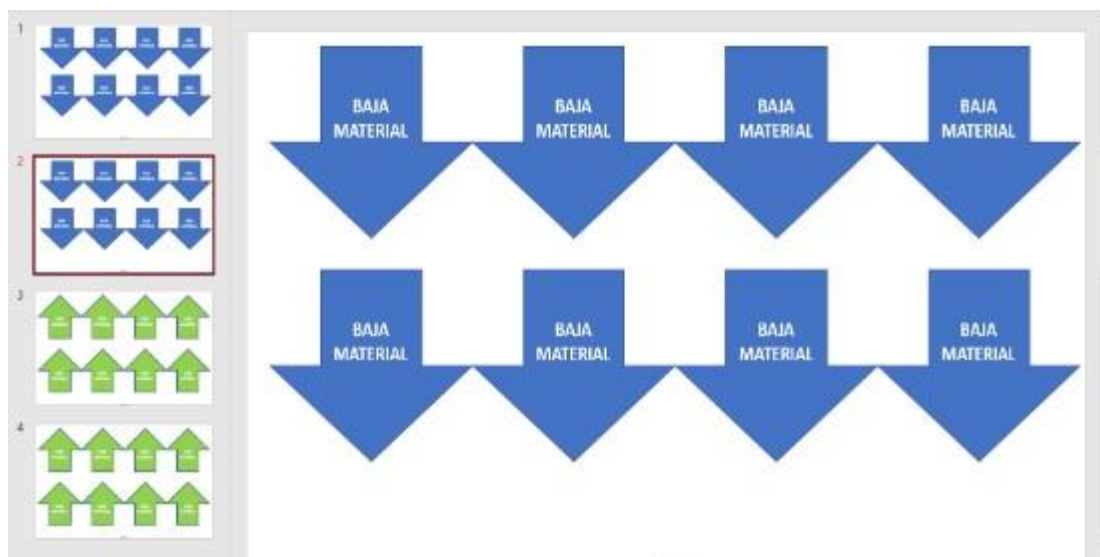


Figura 3.10 Flechas para diferenciar la subida o bajada de resinas (Resin Identifications, Autoría propia., 2023)

Se especifica en la manguera si sube el material (resina) o baja el material, se colocan identificaciones arriba de cada caja y evitar confusiones teniendo colores diferentes, destacando el tipo de resina, su número de parte, el secador en el que va para que se redirija hacia la máquina. Esto reduce tiempos muertos que se puedan presentar en los cambios de resina y hace fácil su anticipación.

Reducción de errores: Al saber exactamente qué resina se utiliza para cada pieza, se minimiza la posibilidad de errores en la producción. Esto significa menos piezas defectuosas que requieran retrabajo o eliminación, lo que a su vez reduce la presión sobre el Área WIP.

Planificación de producción más precisa: Con la clasificación adecuada de resinas, es posible tener una visión más precisa de los materiales disponibles y planificar la producción de manera más eficiente. Esto ayuda a evitar la acumulación innecesaria de piezas en el Área WIP y a reducir los tiempos de espera.

3.4 Propuesta para organización de moldes en el área de inyección para mejorar la eficiencia operativa y digitalización de Lay Out.

Esta actividad en la que se ha trabajado es a petición de gerencia de planta, para poder agilizar el movimiento y flujo de moldes hacia las máquinas inyectoras (ayudando directamente al SMED o cambio de molde que se tiene actualmente), liberar espacio y mantener una organización

La colocación de los moldes cerca de las máquinas se justifica desde una perspectiva de ingeniería por varias razones fundamentales que contribuyen a mejorar la eficiencia y la productividad del proceso de fabricación. A continuación, se presentan algunos argumentos que respaldan esta decisión:

Reducción del tiempo de configuración: Al tener los moldes ubicados cerca de las máquinas, se minimiza el tiempo necesario para preparar la máquina antes de iniciar la producción. Al estar al alcance inmediato del operador, no es necesario invertir tiempo adicional en desplazamientos largos o en buscar y transportar los moldes desde áreas de almacenamiento distantes. Esto permite una configuración rápida y eficiente, lo que se traduce en una mayor disponibilidad de la máquina para la producción y, por lo tanto, una menor inactividad.

Optimización del flujo de trabajo: Colocar los moldes cerca de las máquinas permite establecer un flujo de trabajo más fluido y secuencial. Al tener los moldes a mano, los operadores pueden seguir un proceso de producción continuo sin interrupciones significativas. Esto reduce los cuellos de botella y los tiempos muertos, lo que aumenta la eficiencia general del sistema. Además, al minimizar la distancia y los obstáculos entre las máquinas y los moldes, se facilita la logística interna y se evitan

posibles accidentes o daños durante el transporte de los moldes.

Existe ahorro de espacio y optimización del almacenamiento: Al situar los moldes cerca de las máquinas, se reduce la necesidad de contar con grandes áreas de almacenamiento dedicadas exclusivamente a los moldes. Esto permite utilizar el espacio disponible de manera más eficiente, ya que no se requieren estanterías o áreas de almacenamiento adicionales. Además, al tener los moldes al alcance inmediato, se facilita el control de inventario y la gestión de la producción, lo que ayuda a minimizar los tiempos de espera y garantizar una programación de producción más efectiva.

Con ayuda del practicante Oscar Flores Ramírez del área de Ingeniería identificamos moldes y después de haber sacado medidas de racks, se prosiguió a digitalizarlos en el Lay Out.

Dicha propuesta para el futuro movimiento de los moldes, y colocación de nueva maquinaria junto con racks de almacenamiento la dirige gerencia de planta, involucrando a diferentes áreas, desde ingeniería, inyección, ingeniería de proyectos.

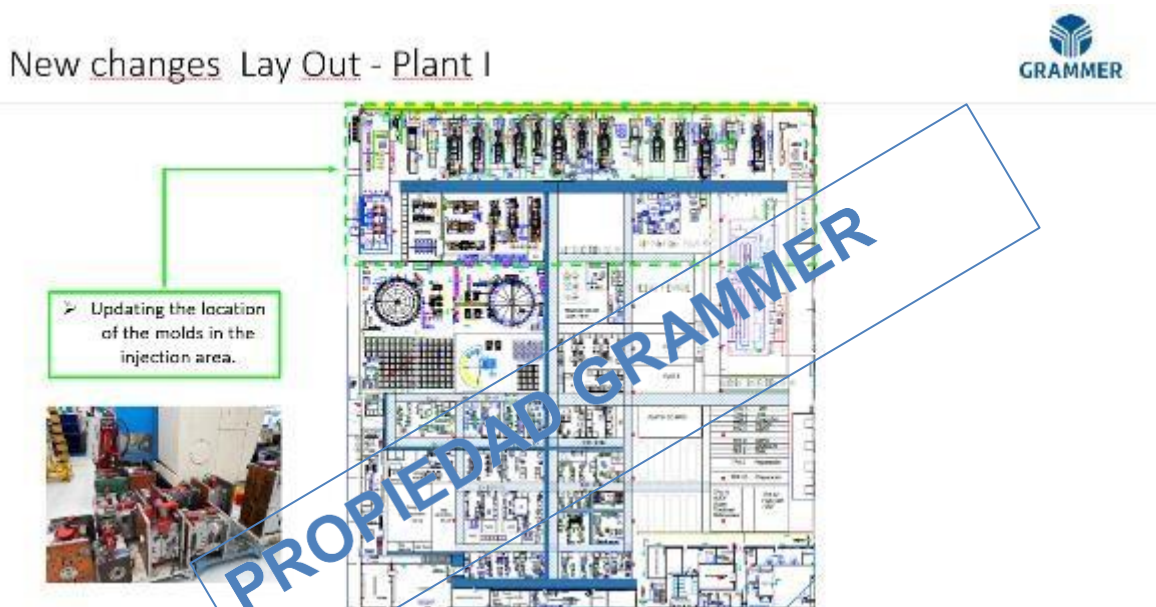


Figura 3.4.1 Actualización de ubicación para moldes, (Presentación: Actualización de Layout de inyección, Oscar Ramirez y Noé Edmundo., 2023)

Localizamos moldes para su posterior actualización en su colocación.

New changes - Layout/Injection Area - Plant I

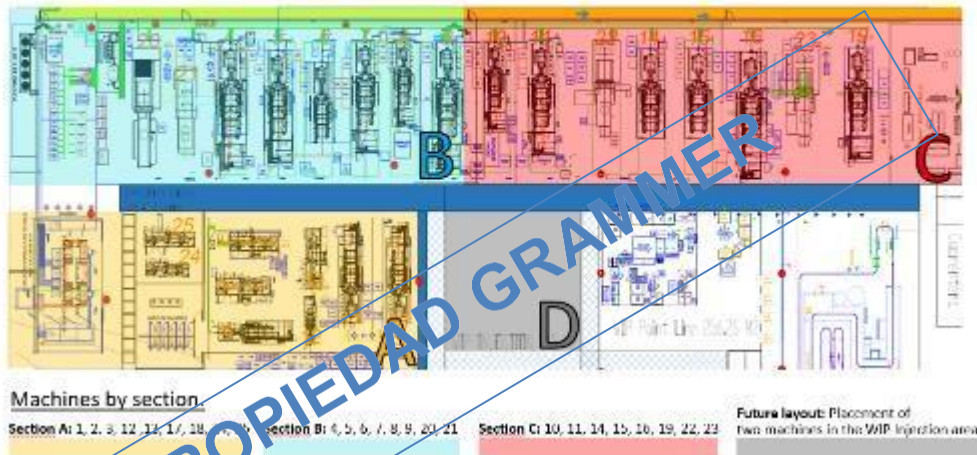


Figura 3.4.2 Áreas de inyección divididas alfabéticamente, (Presentación: Actualización de Layout de inyección, Oscar Ramirez y Noé Edmundo., 2023)

En la figura 3.4.2 Se visualiza la división de las máquinas inyectoras en las diferentes secciones

New changes - Layout/Injection Area - Plant I

Section A

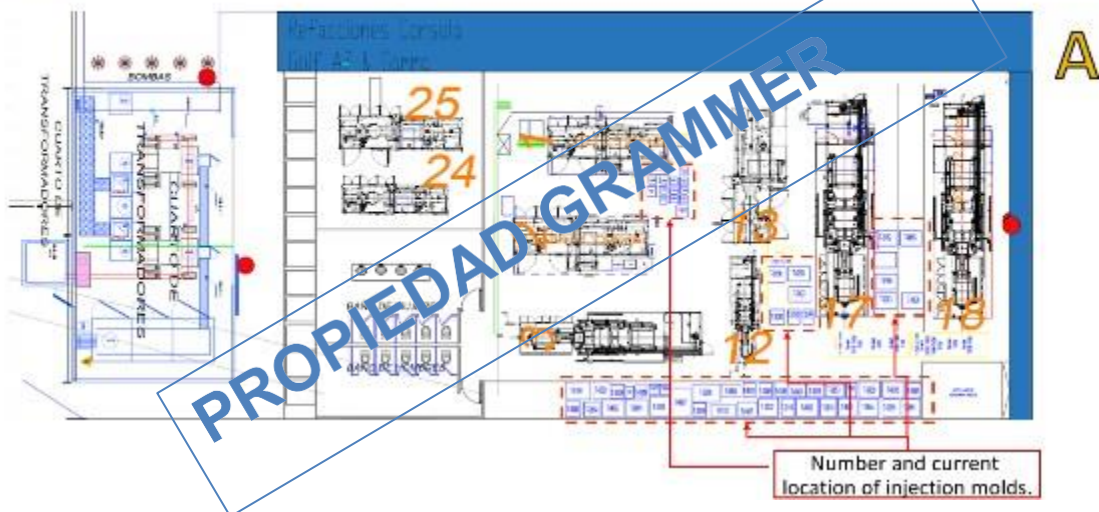


Figura 3.4.3 Actualización de ubicación para moldes, (Presentación: Actualización de Layout de inyección, Oscar Ramirez y Noé Edmundo., 2023)

Figura 3.4.3 Se plasma número y colocación actual de los moldes.

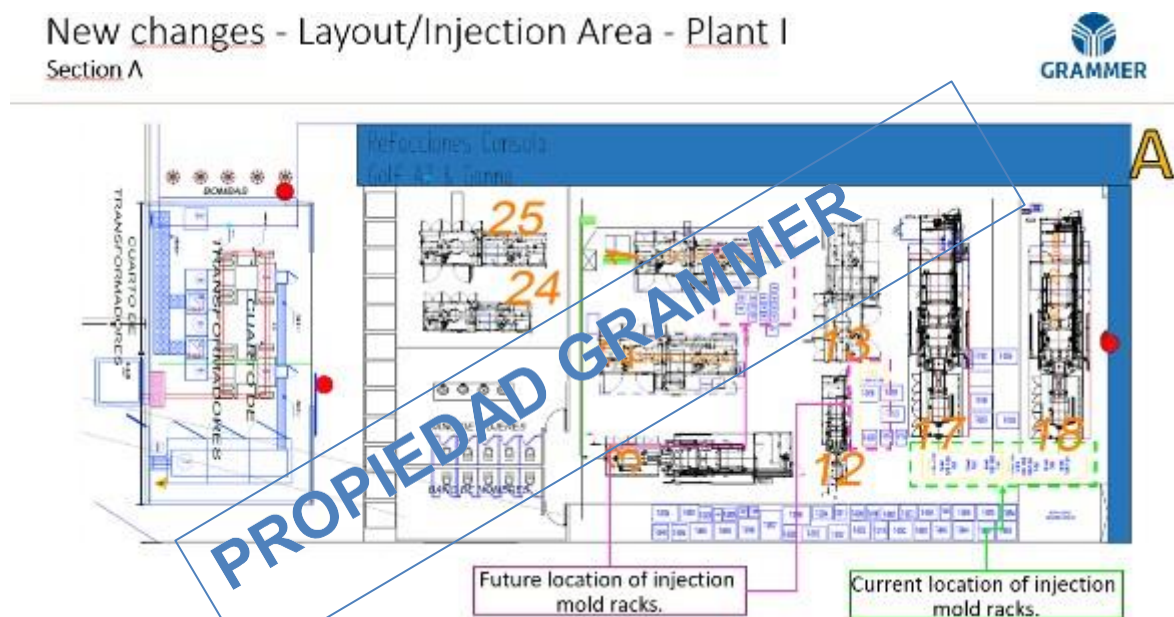


Figura 3.4.4 ubicación actual y propuesta para moldes, (Presentación: Actualización de Layout de inyección, Oscar Ramirez y Noé Edmundo., 2023)

En la figura 3.4.4 se visualizan los futuros racks de moldes de inyección de color morado y en verde la ubicación actual.

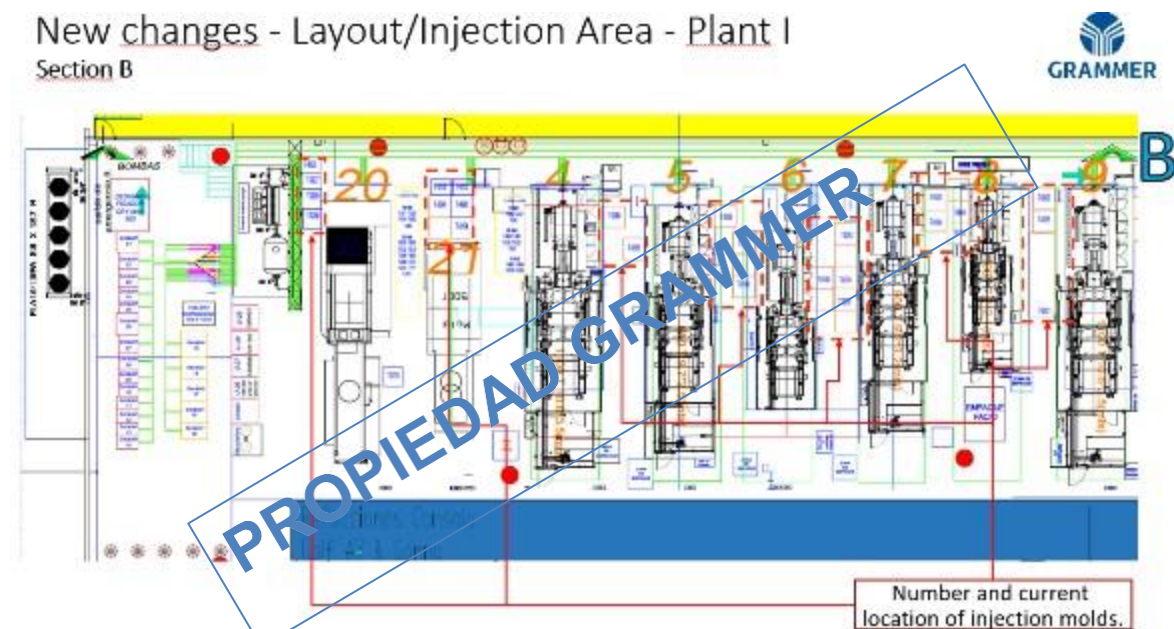


Figura 3.4.5 Número de moldes y colocación actual, (Presentación: Actualización de Layout de inyección, Oscar Ramirez y Noé Edmundo., 2023)

New changes - Layout/Injection Area - Plant I Section B

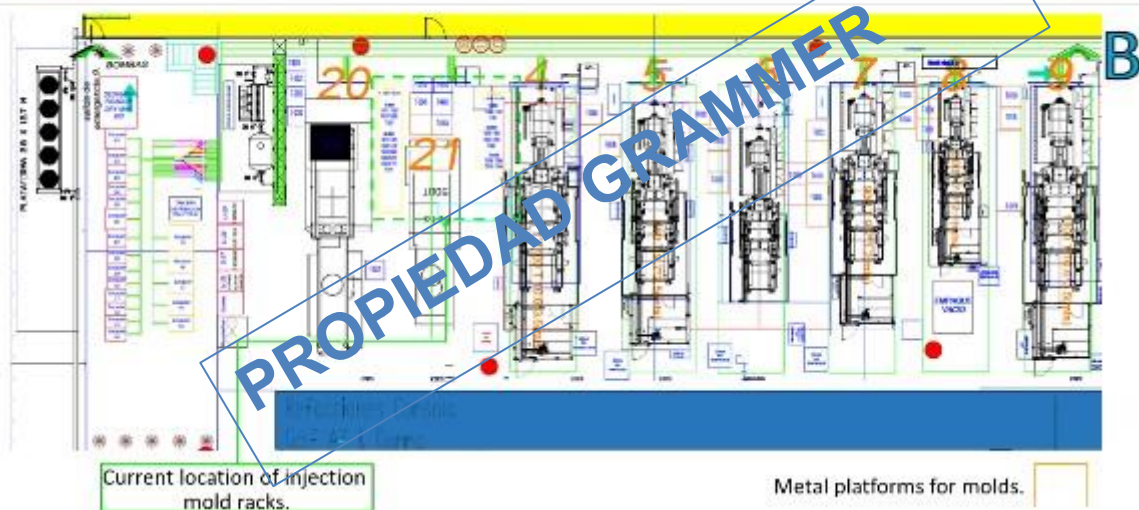


Figura 3.4.6 Ubicación actual de racks, (Presentación: Actualización de Layout de inyección, Oscar Ramirez y Noé Edmundo., 2023)

En la figura 3.4.6: Se plasma la locación actual de los racks donde se suben los moldes de inyección.

En la figura 3.4.7: Se plasma el número de moldes y colocación actual de estos actualmente.

New changes - Layout/Injection Area - Plant I Section C

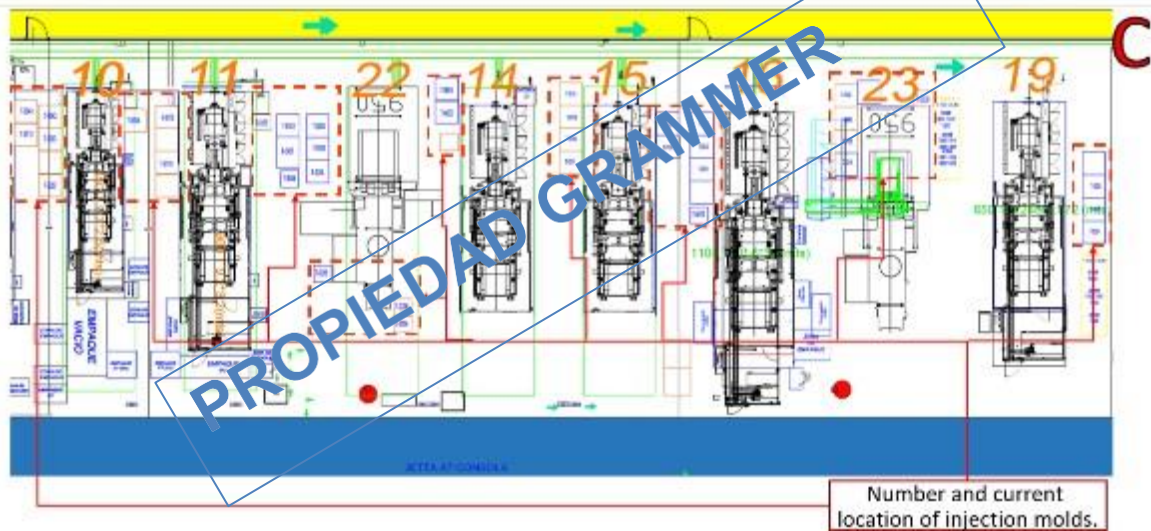


Figura 3.4.7 Número de moldes y colocación actual, (Presentación: Actualización de Layout de inyección, Oscar Ramirez y Noé Edmundo., 2023)

En la imagen de abajo, figura 3.4.7 se ven los cambios futuros en la colocación del molde Carrier (23 toneladas) molde más grande y pesado hasta al momento por lo que es un molde importante a considerar, dicho molde pertenece al proyecto o pre-serie AU436.

New changes - Layout/Injection Area - Plant I Section C

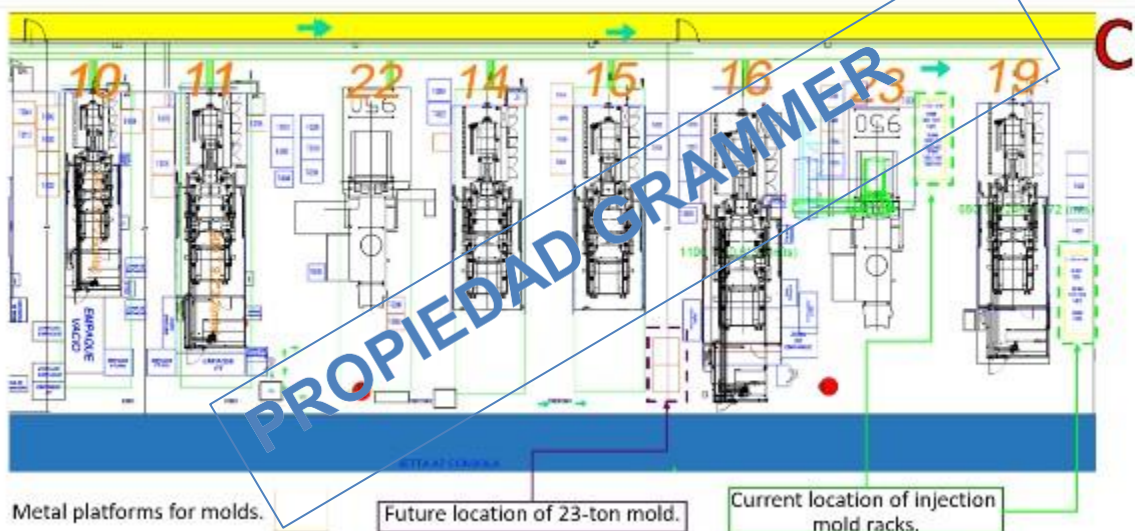


Figura 3.4.7 Cambios futuros en máquinas inyectoras, (Presentación: Actualización de Layout de inyección, Oscar Ramirez y Noé Edmundo., 2023)

Propuesta:

Los cambios que se proponen se centran en clasificar los moldes según su uso y tamaño, dividiéndolos en tres categorías principales: serie, preserie y refacciones.

Ya hemos clasificado varios moldes por su tipo de uso, preguntando con cambia moldes para la identificación de aquellos moldes que son refacciones y apoyándome de documentos oficiales donde se tiene el registro de cada uno de los moldes de inyección, con su información general, como su número de molde, maquina en la que corre, e identificar los que son serie y preserie, esto con la finalidad de identificarlos ya en el área como tal y no sólo en documentos, esto ayuda a tener un mejor control y con ayuda de ingenieros, poder organizarlos de tal manera que se les pueda dar un seguimiento más eficiente

Listado de moldes de inyección (documento oficial para apoyarme a realizar la identificación en piso)

STATUS	Job#	Tool Number Internal	Construct. Type Tool No SAP ZVZ	Customer	Drawing
Serie		T-0126	D101275	AUDI	
Spare part		T-0127	D101491	AUDI	
Spare part		T-0128	D101506	AUDI	
Serie		T-0129	D101421	AUDI	
Serie		T-0131	D101622	AUDI	
Serie		T-0132	D101270	AUDI	
Serie		T-0133	D101265	AUDI	
Spare part		T-0134	D101491	AUDI	
Spare part		T-0135	D101506	AUDI	
Serie		T-0146	D101422	AUDI	

Figura 3.4.8 Listado general de los moldes de inyección / información limitada por confidencialidad (FOI 62 Matriz_Injection Molds spec Tetla plant., Edgar García, 2023)



Moldes con información:

- Número de molde en sistema
- Máquina inyectora en la que corren
- Ubicación

Figura 3.4.9. Moldes con número de molde en sistema, máquina inyectora en la que corren y ubicación

(Moldes con información, Autoría propia., 2023)

Esto permitirá mantenerlos organizados, evitando que interfieran con los moldes de serie y preserie.

Además, se puedes establecer un sistema de etiquetado claro y mantener un inventario actualizado para facilitar la identificación y localización de las refacciones cuando sea necesario.

Los moldes se catalogan:

Serie: Estos son los moldes que se utilizan de forma regular y continua en la producción. Representan los productos finales que se fabrican de manera constante y tienen una demanda estable. Estos moldes deben estar ubicados en áreas de fácil acceso y en proximidad a las máquinas de inyección correspondientes. Organizarlos en orden de frecuencia de uso o en función de las líneas de producción específicas puede ser beneficioso para optimizar los tiempos de cambio y la eficiencia operativa.



Figura 3.4.10 Rack identificado como serie en su totalidad (Autoría propia., 2023)

Preserie: Los moldes de preserie son aquellos utilizados para realizar pruebas y experimentos en la fase de desarrollo de nuevos proyectos. Estos moldes pueden ser más variables en términos de frecuencia de uso, ya que se emplean de manera intermitente durante proyectos específicos. Al organizarlos, es importante designar un área específica para los moldes de preserie, donde puedan almacenarse de manera segura y fácilmente accesible cuando sea necesario.

Se puede considerar la posibilidad de etiquetarlos claramente y mantener un registro actualizado de los proyectos asociados a cada molde para un seguimiento más eficiente.

Refacciones: Las refacciones son moldes utilizados esporádicamente y pueden pasar largos periodos de tiempo sin ser necesarios. Estos moldes se almacenan principalmente para casos en los que se necesiten piezas a petición del cliente por reemplazar piezas viejas o en mal estado en caso de requerirlas. Para estos moldes, es recomendable asignar un área de almacenamiento dedicada y separada del área principal de producción.



Figura 3.4.11 Molde de refacción clasificado como refacción

(Autoría propia., 2023)

Figura 3. Rack identificado como rack de refacciones en su totalidad.

(Autoría propia., 2023)

la reorganización y clasificación de los moldes según su uso y tamaño contribuirá a varios aspectos, como la mejora de la eficiencia operativa al reducir los tiempos de búsqueda y cambio de moldes, la minimización del riesgo de pérdida o daño de moldes, y la optimización del flujo de trabajo al tener un lay out más estructurado y organizado.

Este enfoque puede ayudarnos a mejorar la planificación y la coordinación de proyectos de preserie y a garantizar una gestión más efectiva de las refacciones.

Dentro de esto cabe mencionar al SMED (Single Minute Exchange of Die, o cambio de matriz en menos de 10 minutos). Donde Shigeo Shingo menciona en su libro *A revolution in manufacturing: the SMED system* los puntos de referencia. Los "puntos de referencia" los cuales son elementos físicos o visuales que se utilizan en el proceso de cambio rápido de herramientas (SMED) para garantizar la correcta colocación y alineación de las herramientas, componentes o piezas en una máquina o equipo.

Estos puntos de referencia son fundamentales para lograr un cambio de herramienta rápido y preciso, ya que permiten eliminar la necesidad de mediciones y ajustes extensos después de cambiar las herramientas. Aquí hay más información sobre los puntos de referencia y su importancia:

Aspecto	Descripción
Reducción del tiempo de alineación	Al establecer puntos de referencia claros y consistentes, se reduce la necesidad de alinear y ajustar manualmente las herramientas o componentes después de un cambio. Esto ahorra tiempo valioso durante el proceso de puesta en marcha.
Consistencia	Los puntos de referencia proporcionan un marco de referencia constante para la posición y alineación de las herramientas y componentes. Esto garantiza que el proceso de cambio de herramientas sea consistente en cada ciclo de producción, lo que reduce la variabilidad y mejora la calidad del producto.
Mejora de la precisión	Los puntos de referencia precisos aseguran que las herramientas o componentes estén colocados exactamente en la posición correcta cada vez que se realiza un cambio. Esto es especialmente crucial en industrias donde la precisión es esencial, como la manufactura de componentes electrónicos o productos de alta tecnología.
Reducción de errores humanos	Al eliminar la necesidad de mediciones y ajustes manuales, se reduce la posibilidad de errores humanos durante el proceso de cambio de herramientas. Esto ayuda a prevenir defectos de producción y reduce la necesidad de retrabajo.
Rapidez y Eficiencia:	La existencia de puntos de referencia simplifica y agiliza el proceso de cambio de herramientas, lo que resulta en una mayor eficiencia y una reducción del tiempo de inactividad. Los operadores pueden cambiar las herramientas de manera más rápida y confiable.
Diseño del punto de referencia	Los puntos de referencia pueden ser elementos físicos, como marcas en la máquina o componentes, o incluso

	elementos visuales, como líneas o etiquetas. Estos elementos deben ser fáciles de identificar y utilizar, y su diseño debe tener en cuenta la ergonomía y la comodidad del operador.
Estandarización	La estandarización de los puntos de referencia en toda la planta o línea de producción asegura que todos los operadores utilicen los mismos puntos de referencia, lo que reduce la variabilidad y mejora la coherencia en el proceso de cambio de herramientas.

Estos puntos de referencia son una parte fundamental del sistema SMED y juegan un papel clave en la reducción de los tiempos de cambio de herramientas. Establecer puntos de referencia precisos y efectivos permite a las empresas lograr una mayor eficiencia, reducir el tiempo de inactividad y mejorar la calidad del producto en sus procesos de manufactura.

Es imperativo optimizar la gestión de moldes para garantizar una transición suave entre la producción de diferentes piezas o series. Sin una organización adecuada de los moldes, se correría el riesgo de aumentar los tiempos muertos, lo que a su vez disminuiría la productividad y aumentaría los costos operativos.

La organización de moldes también implica la implementación de un sistema estructurado que aborde varios aspectos clave:

Identificación y Clasificación: Se deben identificar claramente todos los moldes disponibles en la instalación. Luego, se clasificarán de acuerdo con su uso y la serie de producción a la que están destinados. Esto permitirá una fácil localización y asignación de moldes cuando sea necesario.

Almacenamiento y Disposición: Los moldes se almacenarán de manera ordenada y eficiente, utilizando un sistema de etiquetado y codificación. Además, se establecerá una disposición lógica que minimice los desplazamientos y tiempos de espera durante los cambios de moldes.

Programación y Planificación: Se desarrollará un calendario de producción que tenga en cuenta la disponibilidad de moldes y la secuencia de producción planificada. Esto permitirá una asignación óptima de moldes para minimizar las interrupciones en la producción.

Mantenimiento Preventivo: Se implementará un programa de mantenimiento

preventivo para garantizar que los moldes estén en condiciones óptimas de funcionamiento en todo momento. Esto reducirá el tiempo de inactividad debido a reparaciones no programadas.

Capacitación del Personal: Se proporcionará capacitación al personal para que comprenda la importancia de la organización de moldes y sepan cómo utilizar el sistema establecido de manera eficiente.

3.4.1 ¿Por qué darle seguimiento a la propuesta?

La implementación de esta organización de moldes no solo reducirá el SMED, sino que también mejorará la eficiencia general de la producción. Además, al minimizar los tiempos muertos y aumentar la productividad, se logrará una reducción de costos operativos y una mayor capacidad de respuesta a las demandas del mercado. En última instancia, esta iniciativa contribuirá al éxito sostenible de la empresa en la industria de la inyección de plástico.

Reducción de tiempos de cambio de moldes: Una organización efectiva de los moldes significa que están disponibles y listos para su uso de manera rápida y eficiente. Esto reduce los tiempos de cambio de moldes en las máquinas inyectoras, lo que a su vez disminuye los tiempos de inactividad. **Menos tiempo de inactividad significa que las piezas pueden moverse más rápidamente a través del proceso de inyección y hacia el área WIP.**

Mejora en la planificación de producción: Al tener una organización clara de los moldes, es más fácil planificar la producción y programar los cambios de moldes de manera más efectiva. Esto permite una producción más fluida y una gestión más eficiente de los recursos en el Área WIP.

Reducción de errores y pérdida de moldes: Una organización adecuada también reduce el riesgo de errores, como la pérdida de moldes. Los moldes organizados son menos propensos a extraviarse o a ser mal almacenados, lo que podría causar retrasos y problemas en el Área WIP.

Mayor capacidad de respuesta a la demanda: Cuando los moldes se pueden cambiar rápidamente, la empresa puede responder de manera más eficaz a cambios en la demanda del mercado. Esto evita la acumulación excesiva de piezas en el Área WIP y facilita la adaptación a las necesidades de producción.

4. Desarrollo “Optimización del flujo de proceso a través de control y estandarización del área WIP (work in progress) en inyección”

4.1 Antecedentes y problema a resolver:

Históricamente, nos hemos enfrentado a desafíos en la gestión del inventario en el área WIP, particularmente en relación con el almacenamiento de piezas de diferentes tipos para diversos clientes, como BMW y Mercedes. La falta de un estándar en los racks de almacenamiento, que presentan dimensiones y estantes variables, generó dificultades para determinar una medida promedio que guiara el flujo de piezas hacia las líneas de ensamblaje.

Este problema condujo a la posibilidad de que las piezas quedaran varadas en las líneas de producción una vez que ingresaban, dado que no era viable devolver este material debido a cuestiones de calidad. Esto resultaba en la ocupación innecesaria de espacio en las líneas de ensamblaje, lo que a su vez podía obstaculizar ciertas operaciones de ensamblaje, impactando negativamente en la eficiencia general del proceso.



Figura 4.1 Área antes de implementación WIP (Grammer., 2023)



Figura 4.2 Racks antes de la implementación WIP (Grammer., 2023)

En el transcurso de este proyecto de mejora de WIP, identificamos y abordamos diversas áreas de ineficiencia en la distribución y manejo de piezas en el área de almacenamiento. Mi enfoque se centró en optimizar el flujo de trabajo y maximizar el espacio disponible para lograr una operación más fluida y organizada.

La observación inicial reveló que las piezas estaban dispuestas de manera desordenada en los racks, lo que resultaba en una utilización ineficiente del espacio y en la confusión de los operadores debido a la falta de estándares en el posicionamiento. Además, la variabilidad en la disposición de las piezas de diferentes colores, según el proyecto, dificultaba el seguimiento y generaba errores en la selección para la línea de ensamblaje.

Otra problemática detectada fue la tendencia a almacenar piezas en exceso en los estantes, lo que llevaba a la acumulación en la línea de producción y dificultaba el flujo de operaciones. La práctica de regresar estantes a medias al WIP generaba congestión y disminuía la eficiencia general.

Para resolver estas deficiencias, se implementó un sistema de almacenamiento más eficiente. Esto implicó la creación de lotes más pequeños y uniformes de piezas según su tamaño y la capacidad de las cajas de almacenamiento. Con base en este enfoque, los operadores pudieron conocer de manera precisa la cantidad de piezas por lote, eliminando la necesidad de cálculos adicionales y minimizando los errores.

En un constante esfuerzo por mejorar nuestras operaciones y aumentar la eficiencia

en el área de Trabajo en Proceso (WIP), hemos llevado a cabo un análisis exhaustivo de nuestros procesos de almacenamiento y distribución de piezas. En este contexto, hemos identificado una oportunidad clave para optimizar la gestión de inventario y agilizar las operaciones de ensamblaje, centrándonos en la implementación de cajas estandarizadas de 40 cm de ancho por 70 cm de largo.

El WIP del área de inyección mide 15.30 mts largo * 14 mts ancho, tiene un área de 215 m2

Solución Propuesta:

Para abordar eficazmente estos desafíos y optimizar nuestros procesos, proponemos la implementación de cajas estandarizadas de 40 cm de ancho por 70 cm de largo en el área WIP. Estas cajas han sido seleccionadas por dos razones principales: primero, se aprovecha la disponibilidad de cajas ya existentes en la planta que actualmente no se utilizan, lo que representa una oportunidad valiosa de optimización de recursos. Segundo, la uniformidad en las dimensiones de almacenamiento ofrece ventajas significativas para la gestión del inventario y las operaciones de ensamblaje.

Ventajas clave:

1. Optimización del espacio y almacenamiento eficiente: La estandarización de las cajas de almacenamiento permite un uso más eficiente del espacio en las líneas de ensamblaje. Las cajas de 70cm x 40 cm, se adaptan a múltiples tipos de piezas, lo que maximiza el espacio y reduce la ocupación innecesaria de áreas de trabajo.
2. Facilidad en la contabilidad y ordenamiento: La uniformidad en las dimensiones de las cajas simplifica en gran medida la contabilidad y el seguimiento de inventario. La gestión de piezas de diferentes tipos se vuelve más sistemática y ordenada, lo que facilita el control de stocks y la planificación de reabastecimiento.
3. Flexibilidad y ajuste a la demanda real: La implementación de estas cajas permite una mayor agilidad en la respuesta a la demanda fluctuante. En lugar de comprometerse con racks completos de piezas que podrían no ser necesarios, se puede seleccionar un número apropiado de cajas según la demanda real, reduciendo el riesgo de acumulación innecesaria de inventario.
4. Reducción de residuos y pérdidas: Al ajustar la cantidad de piezas por caja según la demanda, reducimos el riesgo de exceso de inventario y desperdicio. Esto contribuye a la eficiencia general de las operaciones y alineación con los principios de gestión Lean.

La implementación de cajas estandarizadas de 40 cm de ancho por 70 cm de largo en el área WIP representa una estrategia inteligente y efectiva para superar los desafíos previos en la gestión del inventario y las operaciones de ensamblaje. Esta

medida no solo optimiza la utilización de recursos y el espacio en las líneas de ensamblaje, sino que también mejora la contabilidad de inventario y la flexibilidad para responder a la demanda real. Estamos comprometidos a implementar esta solución de manera integral, con el objetivo de elevar la eficiencia operativa y la calidad en todas nuestras actividades en el área WIP.

En el contexto del entorno de trabajo en proceso (WIP), es fundamental destacar la precisión y eficacia en la gestión del espacio y el almacenamiento de componentes. Con un área de WIP de 215 metros cuadrados, hemos implementado una cuidadosa estrategia de disposición. Las dimensiones de las cajas, que miden 70cm x 40 cm, permiten una acomodación óptima de hasta 37 cajas a lo largo del área de WIP, con un espacio vertical que puede albergar hasta 6 cajas adicionales.



Figura 4.3 Imagen WIP pasillo (WIP inyección, Autoría propia., 2023)

No obstante, reconocemos que no todas las piezas producidas mediante el proceso de inyección cumplen con las medidas estándar de almacenamiento. Entre estas piezas, se incluyen elementos como las consolas centrales de Jetta A7, la Jumbo Box, el Oberteil A7 Dual, y otros componentes que, debido a sus dimensiones únicas, requieren un enfoque distinto en términos de alojamiento.

Para asegurar la integridad de las piezas y garantizar un almacenamiento eficiente, hemos colaborado estrechamente con nuestros operadores para establecer una disposición específica para cada tipo de componente. Esto incluye la asignación de cantidades de llenado que optimizan el espacio en las cajas, considerando tanto la comodidad en la manipulación como la preservación de la calidad de las piezas.

Es importante destacar que el proceso de almacenamiento va más allá de la capacidad de las cajas. Llevamos a cabo una identificación de piezas por tamaño y resina de cada componente, así como si el acabado de la pieza es espejo debido al molde con acabado pulido o alto brillo, estas piezas son una excepción que no tomamos en cuenta para el almacenamiento dentro de los cambios del WIP pues son las piezas que más cuidado deben tener



Figura 4.4. pieza con acabado espejo como ejemplo sacado de scrap (Switch panel bezel, Autoría propia., 2023)

evaluando si se requieren medidas adicionales de protección, como el uso de bolsas individuales o separaciones especializadas. Esta medida busca prevenir cualquier roce o daño que pudiera afectar la calidad de las piezas, especialmente en casos donde los materiales son especialmente sensibles a las condiciones ambientales.

4.2 Muestra a desarrollar:

Sólo tomaré en cuenta 3 piezas para la realización de este proyecto las cuales son Cupholder WL, Cupholder Liner y Retainers

Tomamos en cuenta el material y la naturaleza de cada componente. Por ejemplo, las piezas elaboradas con resina SEVRENE, un elastómero polimérico altamente elástico y viscoso, requieren un manejo especial debido a su susceptibilidad a la deformación en condiciones inapropiadas.

T-0176	5000299	FCA		WL	Cup Holder Liner WL	450 IMM 10	1464932-C	2	47.7	49.14	SEVRENE 3582-80A- 8958
--------	---------	-----	---	----	------------------------	---------------	-----------	---	------	-------	---------------------------

Figura 4.5 Cupholder Liner información general (FOI 62 Matriz_Injection Molds spec Tetla plant., Edgar García, 2023)

Otra de las variables con respecto a los materiales de la pieza se encuentra los cupholder de stellantis que están hechos de polyfort con un acabado granulado lo que la diferencia del resto puesto que estos tienen un plástico resistente, pero con un texturizado diferente al resto y que le da un toque especial al acabado y que el cliente puede apreciar.



Figura 4.6 Cupholder WL (FOI 62 Matriz_Injection Molds spec Tetla plant., Edgar García, 2023)

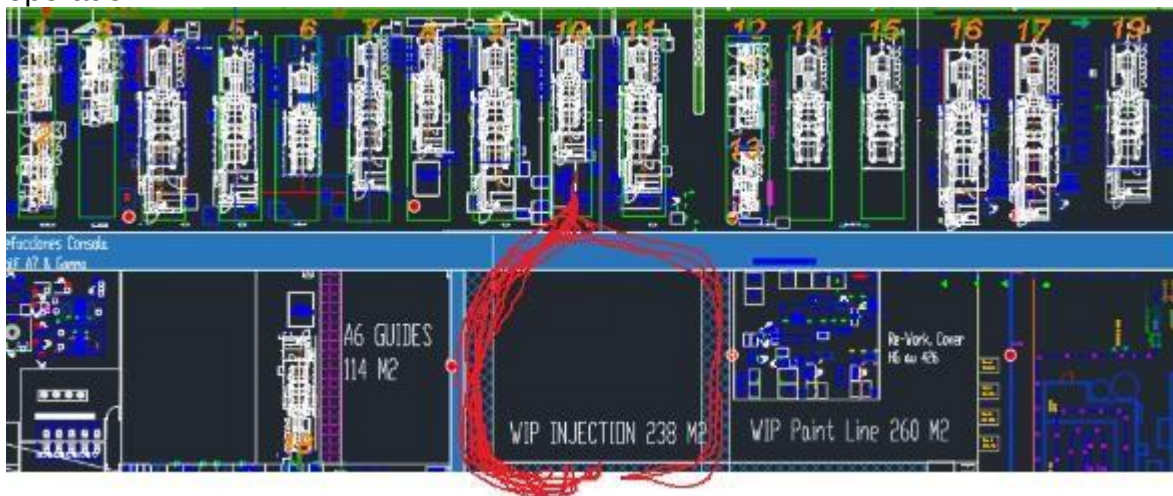
La variabilidad en los materiales también se refleja en el almacenamiento de componentes como los diferentes cupholders liners de Stellantis, que están fabricados con resina Grivory. Dada su alta resistencia térmica y estructura resistente, estas piezas pueden ser almacenadas sin protecciones adicionales, lo que simplifica el proceso de gestión.

T-0173	5000299	FCA		WL/WS	Retainer LH RR Retainer RH RR	450 IMM 10	1442475-C/IZQ. 1442474-C/DER.	4.4	58	79.02	GRIVORY
--------	---------	-----	---	-------	----------------------------------	---------------	----------------------------------	-----	----	-------	---------

Figura 4.7 Retainers infomación general (FOI 62 Matriz_Injection Molds spec Tetla plant., Edgar García, 2023)

En resumen, nuestra estrategia de almacenamiento en el área de WIP se basa en un enfoque altamente individualizado para cada componente, asegurando tanto su preservación como su eficiente uso del espacio disponible. Nuestra dedicación a la

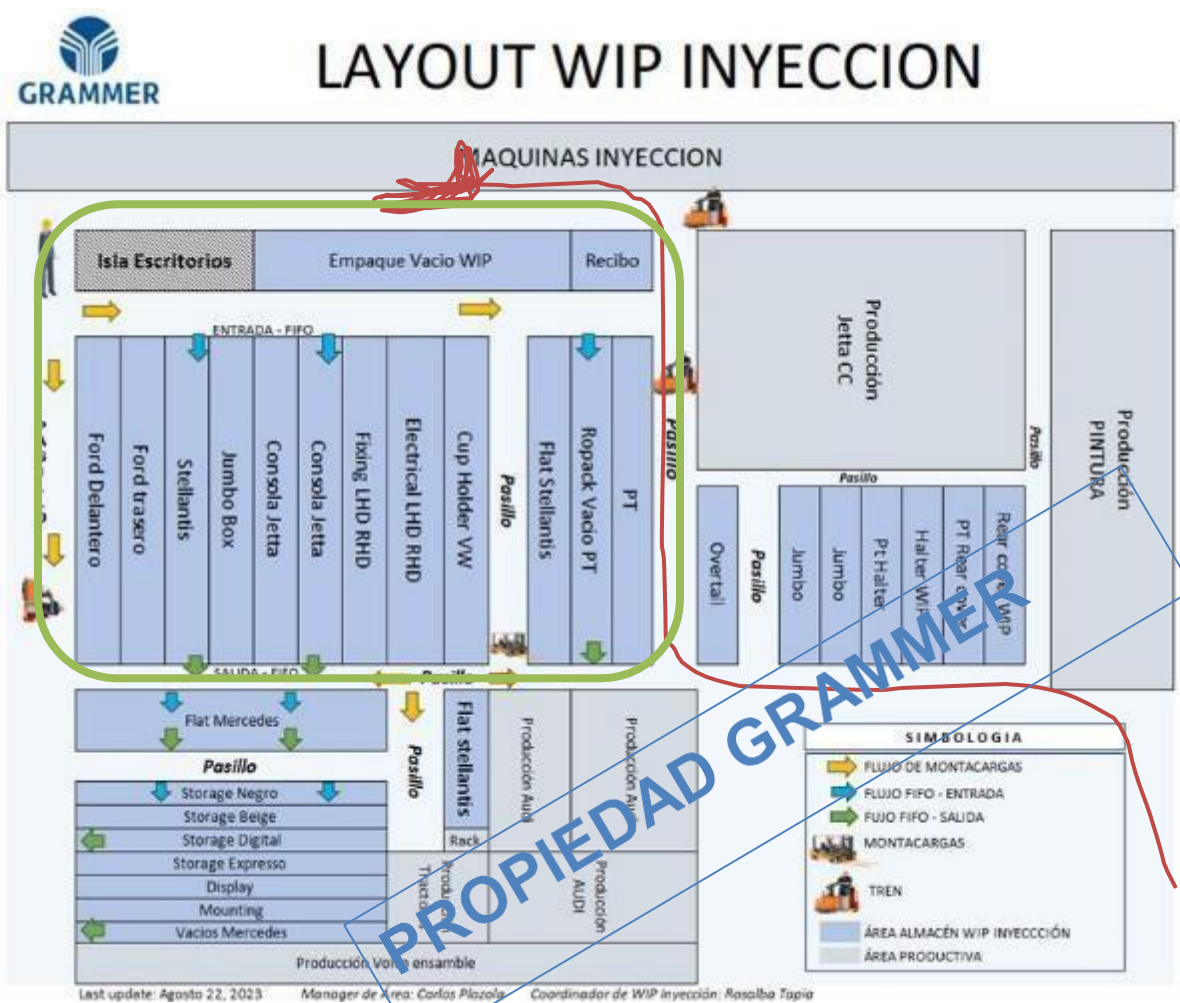
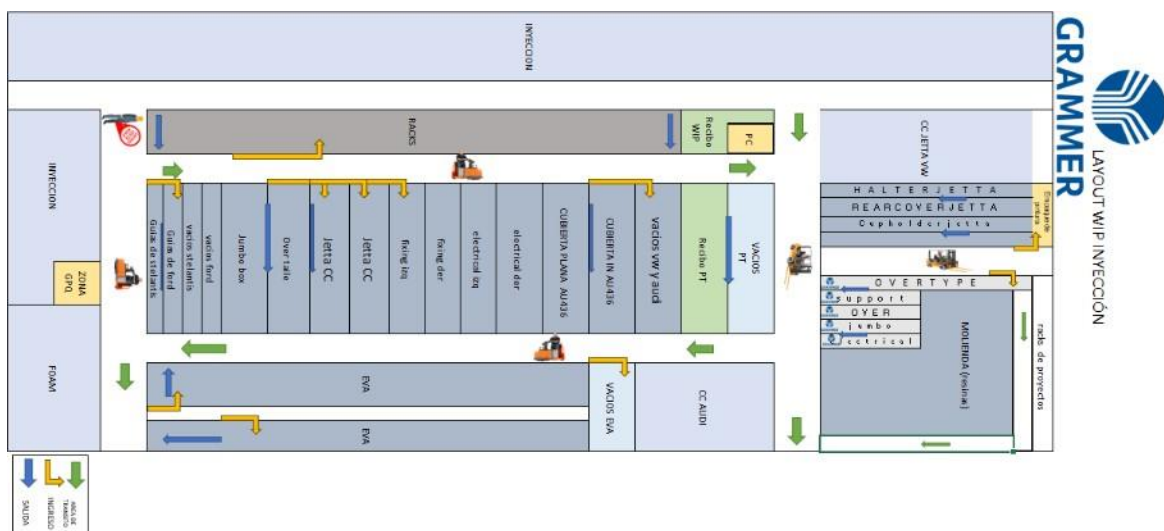
Antes, se dedicaba aproximadamente 2 minutos a colocar las piezas en el WIP y asegurarnos de que estuvieran ordenadas. Además, en muchas de nuestras máquinas, se producen piezas cada minuto, lo que, en el caso de los cupholder WL, creaba un cuello de botella en el proceso de retrabajo llevado a cabo por el operador.



Antes no se tenía un Lay Out dedicado al área del WIP de Inyección por lo que se dio a la tarea de crear uno, dicho Lay Out lo creo Almacén y ha tenido varias versiones a lo largo de este año, debido a los progresos y el dominio del WIP, que ha tomado estos últimos meses.



Internal



Como se ve en la figura 4.9 el diagrama de espaguetti los recorridos que hace el operador son menores lo que implica que no haya tiempos muertos, debido a razones de recolección o compilación de material en área WIP, esto se debe a que el operador ya no necesita dejar su material en el WIP; ahora Almacén encarga directamente del control de estas piezas y las organizan en el WIP. Esta transición ha resultado más fácil para ellos debido a la organización actual que se ha establecido.

Después de implementar un control y estandarización, estableciendo los flujos de montacargas, trenes, el haber asignado un lugar en específico para cada tipo de pieza inyectada en el lugar de almacenamiento en proceso WIP (área resaltada en rectángulo verde), y haber empezado a poner en práctica el principio FIFO y cómo puede ayudar a mejorar el flujo de trabajo en un lugar donde se almacenan piezas inyectadas.

Tener un orden de Ingreso nos ayudó, el haber etiquetado piezas de manera única, apoya a que ahora se almacenan en el área de espera. Cada pieza o lote se coloca en un lugar específico según su orden de ingreso, el seleccionar las piezas que estén en la parte frontal o superior de la pila, es decir, las que ingresaron primero, estas piezas se retiran y se envían al ensamble. Posteriormente y a medida que se retiran piezas del almacenamiento, el espacio vacío se llena con nuevas piezas que ingresan. Esto crea una rotación continua de inventario, donde las piezas más antiguas se utilizan antes que las más nuevas.

Las ventajas de utilizar el principio FIFO en un lugar de almacenamiento de piezas inyectadas son las siguientes:

Mejora del Flujo de Trabajo: Facilita un flujo de trabajo más suave y predecible, ya que las piezas se retiran en el orden en que se necesitan, evitando cuellos de botella y retrasos en el proceso de ensamble.

Mayor Control de Inventario: FIFO ayuda a mantener un mejor control sobre el inventario y garantiza una gestión más eficiente de los recursos.

5. Resultados

La adopción de un sistema pull en lugar del anterior sistema push permitió una mejor sincronización entre el WIP y la línea de ensamble. Al contar con información precisa sobre la cantidad de piezas necesarias en la línea, se evitó la sobreproducción y se aseguró que los materiales fluyeran de manera constante y conforme a la demanda.

Un sistema “push” (también llamado “make-to-stock”) significa que una empresa produce bienes en función de una previsión de la demanda. Suele utilizarse para producir bienes con escasa probabilidad de fluctuaciones imprevisibles de la

demanda, por ejemplo, alimentos, productos farmacéuticos, productos químicos domésticos, etc.

El sistema pull es una estrategia de fabricación ajustada en la que los bienes se producen en función de la demanda real y no de las previsiones. En este tipo de sistema, las empresas sólo mantienen el inventario y producen lo necesario para responder a los pedidos de los clientes existentes.

La principal diferencia entre los sistemas “push” y “pull” es que en un sistema “push”, la producción dicta la cantidad de producto que se “empujará” al mercado, mientras que en un sistema “pull”, la demanda actual “tira” de los bienes, es decir, dicta cuándo y cuánto producir.

Lo que también diferencia a los sistemas push y pull es la cantidad de inventario WIP permitido, los costes de inventario, la disponibilidad de los productos y la posibilidad de personalizarlos.

El estándar de piezas tipo de pieza por caja se indica en esta misma caja, su almacenamiento cambia conforme al plan de producción, y/o especificaciones del cliente o demanda.



Figura 5.1 Standard pack de pieza en empaque (etiqueta SAP, SAP Grammer, 2023)

Finalmente se coloca al empaque la etiqueta SAP con el número de parte, la cantidad de piezas correctos y el número de lote de la resina (Fig.06), adicionalmente se agrega una peca de color verde que diga OK validando que el material cumple con los requerimientos de calidad.

Después de que se haya tenido la mejora implementada y el nuevo empaque, se habla con calidad para que ellos aprueben el empaque y se checa que ninguna

pieza pueda sufrir algún daño o cambio durante su empaque y traslado, finalmente se aprueba el empaque ingeniería es la encargada de realizar las hojas de operación.

No.	Instrucciones de Proceso:	Ayudas Visuales / Información Adicional
1	Toma tu empaque y verifica que se encuentre en buenas condiciones, limpio y libre de otras etiquetas (Fig. 01) , una vez que inspeccionaste tus piezas coloca la etiqueta de trazabilidad en la parte inferior (Fig. 02) .	 
2	Después de inspeccionar tus piezas formalas en filas de 5 piezas, (Fig. 03)	
3	Repite el mismo proceso y colocalas como se muestra en la (Fig. 04) , hasta formar 9 filas y obtener un total de 45 piezas por empaque (Fig. 05)	  
4	Finalmente colocale a tu empaque la etiqueta SAP con el número de parte, la cantidad de piezas correctos y el número de lote de la resina (Fig. 06) , adicionalmente agregale una peca de color verde que diga OK validando que el material cumple con los requerimientos de calidad.	 

Figura 5.2 Hoja de operación con el empaque estandarizado seleccionado, (Ingeniería, Edgar García, 2023)



Figura 5.3 WIP después de su implementación (WIP Actual., Grammer, 2023)



Figura 5.4 WIP después de su implementación 2nd image (WIP Actual., Grammer, 2023)

Cada fila del WIP está organizada para que las diferentes piezas que salen de las máquinas inyectoras tengan un mismo lugar y se eviten confusiones con los operadores lo que genera tiempo muerto.

En términos de diseño del espacio, se reorganizaron las piezas y los estantes en columnas estratégicamente ubicadas. Esta disposición optimizó la utilización del espacio disponible y facilitó el acceso de los operadores a las piezas necesarias.

Tras la efectiva implementación del sistema WIP en el área de inyección, los operadores ya no se ven en la necesidad de realizar desplazamientos hasta dicho sector para obtener su material, lo que solía implicar una pérdida de tiempo estimada entre 5 y 15 minutos por operario. Esta situación se tornaba especialmente crítica en los casos en que la operación de la línea de producción quedaba bajo la responsabilidad de una única persona, ya que cualquier demora podía resultar en una interrupción total de la producción.

Gracias a esto se pudieron aumentar los objetivos de producción desde 2 piezas más por persona en Armrest WL74, el debe son 6 personas en la estación lo que implica que sean 12 piezas más por hora o 90 más por turno considerando la comida, en la línea Frame el rate se quedó igual, sin embargo la productividad subió un 5% con respecto al promedio de piezas ensambladas por turno esto quiere decir que se ensamblan aproximadamente 3 piezas más por hora, esto se corrobora con los cálculos y con los mismos operadores

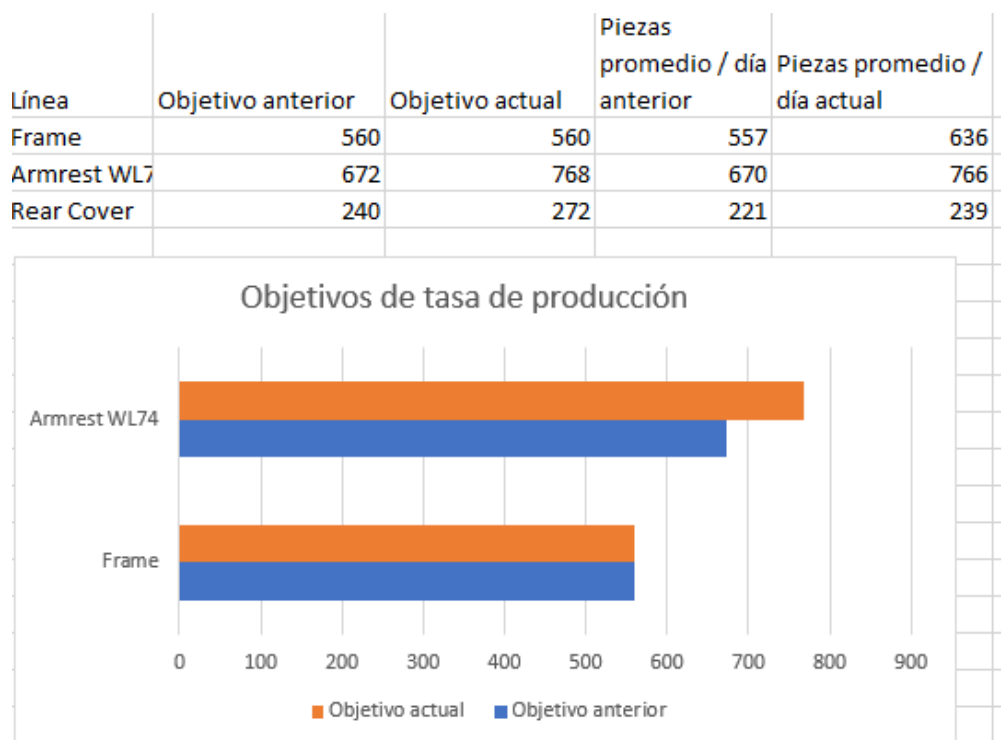


Figura 5.5 Grafica de mejora en productividad líneas Frame y Armrest WL74 (Autoría propia., 2023)

Los resultados fueron notables: se observó una mejora significativa tanto en el flujo de trabajo como en la gestión del WIP. La disminución de la acumulación de piezas en la línea de producción redujo los cuellos de botella, lo que a su vez aumentó la productividad y la eficiencia general del proceso.

Los análisis y gráficas realizados han arrojado resultados alentadores, especialmente en condiciones óptimas con la presencia de todos sus operadores para las líneas. (Gráfica promediando 2 semanas, antes y después del WIP, en el caso del después se realizó la observación después de un mes de la implementación para tener datos más concretos).

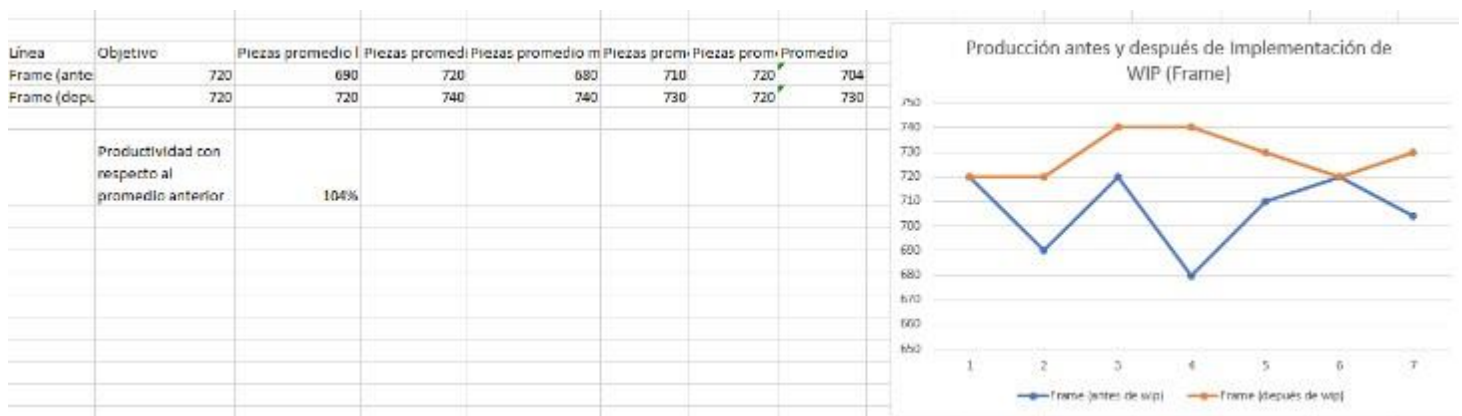


Figura 5.6 Gráfica de mejora en productividad línea FRAME (Autoría propia., 2023)

La caja de “retainers” contiene 340 piezas, con un solo vale de material almacén les surte todo el material necesario para el turno, el tiempo que un operador utilizaba para buscar su material era de 3 a 5 minutos aproximadamente, dependiendo la ubicación en la que se encontrara, aunque no era mucho esto representaba un tiempo muerto y que ahora se ve plasmado con un casi 4% más de productividad puesto que en promedio los operadores logran ensamblar 3 piezas / hora más con respecto a la situación inicial cuando no estaba implementada la mejora de WIP (Gráfica promediando 2 semanas, antes y después del WIP, en el caso del después se realizó la observación después de un mes de la implementación para tener datos más concretos).



Figura 5.7 Cajas con retainers y pieza ensamblada (Producción Grammer., 2023)

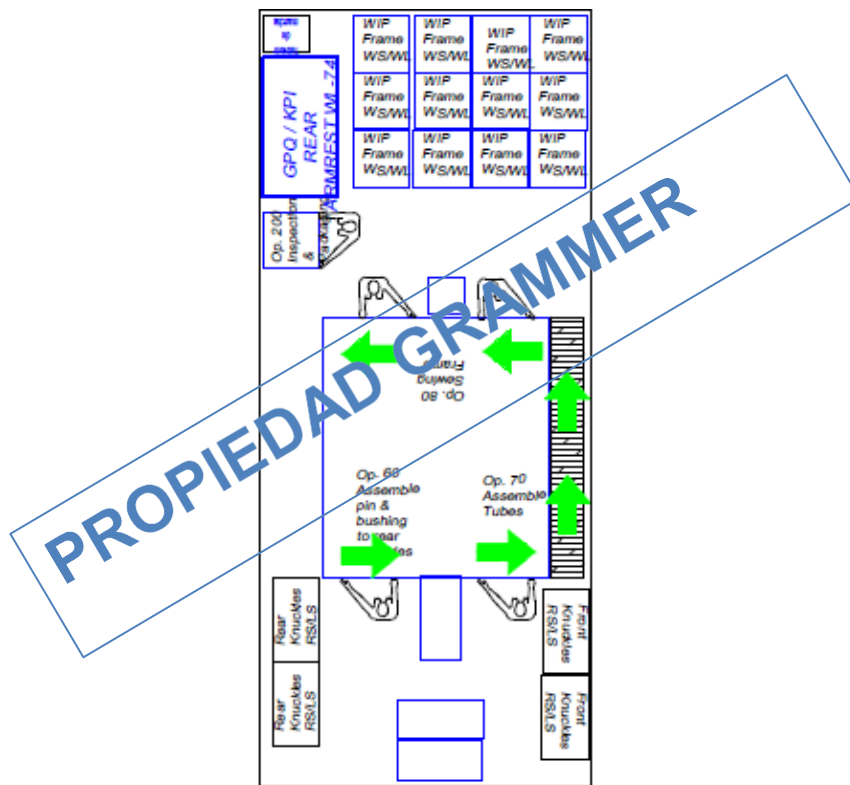


Figura 5.7.1 Lay Out Stellantis WL, FRAME (Producción Grammer., 2023)



Figura 5.8 Formato digital y llenado en físico (Película de producción, Grammer., 2023)

En el caso particular de la línea Armrest WL74 traen 2 materiales del WIP, son el Cupholder WL (dependiendo el plan de producción se determina el color a ensamblar) y el Cup Holder Liner WL que es la parte suave del cupholder. En la mejor situación en la que se encuentran 6 operadores, almacén los surte de 4 cajas de Cup Holder Liner WS y 4 cajas con Cupholder WL, estos los terminan de ensamblar en un tiempo de 2 horas por lo que tienen que pedir 4 veces su material para alcanzar su objetivo. Esto para no sobrecargar el espacio de la línea teniendo por temas de organización, seguridad y limpieza.



Figura 5.9 Rear Armrest WL-74 ensamblado (Producción, Grammer., 2023)

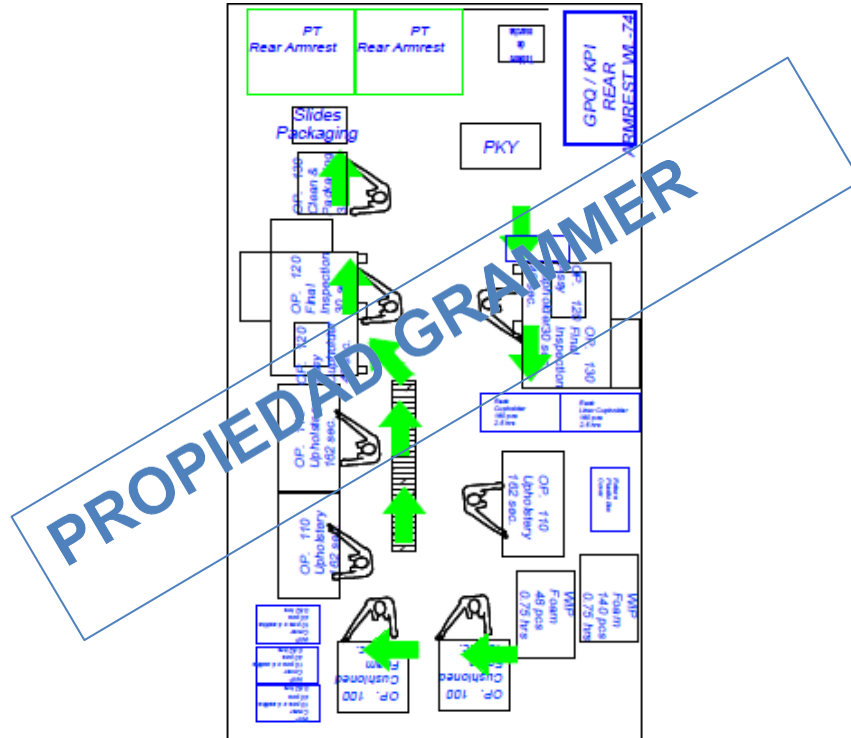


Figura 5.9.1 Lay Out Stellantis WL, Armrest (Producción Grammer., 2023)

No obstante, es importante destacar que, en muchas ocasiones, el logro de los objetivos de producción se ve limitado por otros factores externos, tales como la falta de empaque, problemas en el suministro de material proveniente del almacén, contratiempos en el proceso de inyección, contingencias operativas, entre otros. A pesar de estos desafíos, se ha constatado un cambio significativo en la producción, con un incremento en piezas por hora. Este aumento se manifiesta de manera evidente al concluir cada turno en comparación con los niveles de producción anteriores a la implementación del sistema WIP, ya que ahora con el WIP organizado los operadores no van por su material si no que ahora se lo pasa almacén, reduciendo tiempos muertos lo que incrementa la productividad.

Continuamos trabajando activamente en la identificación y abordaje de los factores que obstaculizan el cumplimiento de nuestros objetivos de producción. No obstante, es innegable que la implementación del sistema WIP ha representado un éxito indiscutible hasta la fecha.

¿Cómo funciona?

Se ha adoptado un método más eficiente para acceder al material necesario. Ahora, en lugar de que el operador se desplace físicamente al WIP, ellos solicitan vales de material en área de almacén, generalmente toman varios de estos vales para

optimizar su tiempo sin tener que realizar visitas recurrentes al almacén. Estos vales contienen información, como el número de parte requerido, su nombre o descripción, la cantidad necesaria y la ubicación (PVB), que hace referencia a la posición de la línea de producción.

NOTA DE REQUERIMIENTO DE MATERIAL				
No DE PARTE	DESCRIPCION	CANTIDAD	PVB	UBICACIÓN MP

Figura 5.10 Formato digital y llenado en físico (Película de producción, Grammer., 2023)

Una vez que los operadores han colocado estos vales en un organizador o estante designado, el personal del almacén los recoge para su procesamiento. Sin embargo, esta acción no se realiza de manera inmediata; en su lugar, se aprovechan las rutas del tren de remolque (tugger train) para consolidar estas solicitudes. Por lo tanto, los operadores anticipan sus necesidades y envían los vales con anticipación, evitando así tiempos muertos y asegurando una gestión más eficaz del inventario.

El equipo de Almacén cuenta con un formato que ha sido meticulosamente elaborado asumiendo la responsabilidad de supervisar y administrar integralmente la organización del área WIP de inyección.

Registro de datos WIP de Inyección.

cliente	Numero	IMM	Modelo	Des	QTY	use day	Coverage (DOH)	GN	D	C.A Mercedes	V	SE ENCUENTRA EN	OBSERVACIONES
AUDI	1347884-A	IMM 02 / IMM01	T-0118	ELEMENTO GUIA	0	242	0.0	0	0	0	0	0	0
	1327764-A	IMM 02	T-0119	CUBIERTA P.PU.ATLASBEIGE CE3	0	23	0.0	0	0	0	0	0	0
	1351690-A	IMM 02	T-0119	CUBIERTA P.PU.MAGMAROT P70	0	26	0.0	0	0	0	0	0	0
	1303706-A	IMM 02	T-0119	CUBIERTA P.PU.FELSGRAU MG6	0	16	0.0	0	0	0	0	0	0
	1300336-A	IMM 02	T-0119	CUBIERTA P.PU.SOL 4PK	0	537	0.0	0	0	0	0	0	0
	1351688-A	IMM 02	T-0119	CUBIERTA P.PU.CRIOLLOBRAUN JN5	0	5	0.0	0	0	0	0	0	0
	1327516-A	IMM 02	T-0119	CUBIERTA P.PU.ROTORGRAU LV8	0	53	0.0	0	0	0	0	0	0
	1303706-A	IMM 02	T-0119	CUBIERTA P.PU.NOUGATERAUN BP5	0	N/A	VALUE1	0	0	0	0	0	0
	1334404-A	IMM 02	T-0119	CUBIERTA P.PU.GRANITGRAU DS2	0	N/A	VALUE1	0	0	0	0	0	0
	1330928-A	IMM 02	T-0119	CUBIERTA P.PU.KAPIERAU 22R	0	107	0.0	0	0	0	0	0	0
	1327763-A	IMM 02	T-0120	PULSADOR ATLASBEIGE CE3	0	23	0.0	0	0	0	0	0	0
	1309702-A	IMM 02	T-0120	PULSADOR FELSGRAU MG6	0	16	0.0	0	0	0	0	0	0
	1351687-A	IMM 02	T-0120	PULSADOR MAGMAROT P70	0	N/A	VALUE1	0	0	0	0	0	0
	1327514-A	IMM 02	T-0120	PULSADOR ROTOGRAU LV8	0	36	0.0	0	0	0	0	0	0
	1351686-A	IMM 02	T-0120	PULSADOR CRIOLLOBRAUN JN5	0	N/A	VALUE1	0	0	0	0	0	0
	1354403-A	IMM 02	T-0120	PULSADOR GRANITGRAU DS2	0	N/A	VALUE1	0	0	0	0	0	0
	1300336-A	IMM 02	T-0120	PULSADOR SOL 4PK	0	423	0.0	0	0	0	0	0	0
	1309704-A	IMM 02	T-0120	PULSADOR NOUGATERAUN BP5	0	N/A	VALUE1	0	0	0	0	0	0
	1330926-A	IMM 02	T-0120	PULSADOR KAPIERAU 22R	0	43	0.0	0	0	0	0	0	0
	1343386-A	IMM 02	T-0121	PULSADOR ATLASBEIGE CE3	0	107	0.0	0	0	0	0	0	0
	1443551-A	IMM 02	T-0121	PULSADOR KAPIERAU 22R	0	34	0.0	0	0	0	0	0	0
	1343387-A	IMM 02	T-0121	PULSADOR FELSGRAU MG6	0	68	0.0	0	0	0	0	0	0
	1343396-A	IMM 02	T-0121	PULSADOR MAGMAROT P70	0	37	0.0	0	0	0	0	0	0
	1343389-A	IMM 02	T-0121	PULSADOR ROTOGRAU LV8	0	7	0.0	0	0	0	0	0	0
	1343395-A	IMM 02	T-0121	PULSADOR NOUGATERAUN SE0	0	N/A	VALUE1	0	0	0	0	0	0
	1361728-A	IMM 02	T-0121	PULSADOR GRANITGRAU DS2	0	N/A	VALUE1	0	0	0	0	0	0
	1343384-A	IMM 02	T-0121	PULSADOR SOL 4PK	0	44	0.0	0	0	0	0	0	0
	1343389-A	IMM 02	T-0121	PULSADOR CRIOLLOBRAUN JN5	0	4	0.0	0	0	0	0	0	0
	1343399-A	IMM 02	T-0122	CUBIERTA P.PU.ATLASBEIGE CE3	0	80	0.0	0	0	0	0	0	0
	1349400-A	IMM 02	T-0122	CUBIERTA P.PU.FELSGRAU MG6	0	71	0.0	0	0	0	0	0	0
	1349403-A	IMM 02	T-0122	CUBIERTA P.PU.MAGMAROT P70	0	38	0.0	0	0	0	0	0	0
	1349401-A	IMM 02	T-0122	CUBIERTA P.PU.ROTORGRAU LV8	0	N/A	VALUE1	0	0	0	0	0	0
	1343396-A	IMM 02	T-0122	CUBIERTA P.PU.NOUGATERAUN E50	0	N/A	VALUE1	0	0	0	0	0	0
	1349402-A	IMM 02	T-0122	CUBIERTA P.PU.CRIOLLOBRAUN JN5	0	4	0.0	0	0	0	0	0	0
	1449550-A	IMM 02	T-0122	CUBIERTA P.PU.KAPIERAU 22R	0	89	0.0	0	0	0	0	0	0
	1361729-A	IMM 02	T-0122	CUBIERTA P.PU.GRANITGRAU DS2	0	N/A	VALUE1	0	0	0	0	0	0
	1349397-A	IMM 02	T-0122	CUBIERTA P.PU.SOL 4PK	0	536	0.0	0	0	0	0	0	0
	1349404-A	IMM03	T-0123	CUBIERTA INFERIOR SOL 4PK	0	571	0.0	0	0	0	0	0	0
	1349406-A	IMM03	T-0123	CUBIERTA INFERIOR NOUGATERAUN SE0	0	N/A	VALUE1	0	0	0	0	0	0
	1349407-A	IMM03	T-0123	CUBIERTA INFERIOR ATLASBEIGE CE3	0	107	0.0	0	0	0	0	0	0
	1349409-A	IMM03	T-0123	CUBIERTA INFERIOR FELSGRAU MG6	0	72	0.0	0	0	0	0	0	0
	1349410-A	IMM03	T-0123	CUBIERTA INFERIOR ROTOGRAU LV8	0	11	0.0	0	0	0	0	0	0
	1349411-A	IMM03	T-0123	CUBIERTA INFERIOR CRIOLLOBRAUN JN5	0	N/A	VALUE1	0	0	0	0	0	0
	1349412-A	IMM03	T-0123	CUBIERTA INFERIOR MAGMAROT P70	0	38	0.0	0	0	0	0	0	0
	1361730-A	IMM03	T-0123	CUBIERTA INFERIOR GRANITGRAU DS2	0	N/A	VALUE1	0	0	0	0	0	0
	1347880-B	IMM15	T-0124	ARMAZON	0	714	0.0	0	0	0	0	0	0
	1349118-A	IMM03	T-0125	CUBIERTA INFERIOR MAGMAROT P70	2152	760	2.0	0	300	0	26	CARRITOS CAJAS VERDES	
	135123-A	IMM18	T-0126	CUBIERTA INFERIOR SOL 4PK	400	805	0.0	0	600	0	30	CARRITOS CAJAS VERDES	
	135161-A	IMM18	T-0129	ANGULO DE SOPORTE P.AUTO.CIZ.	1260	630	2.0	120	105	0	0	GRAMMER METAL / CARRITOS	material junto a la maquina 1el la estacion de retrabajo
	1351583-A	IMM01	T-0131	EQUILIBRADOR	0	5714	0.0	0	0	0	0	GRAMMER METAL / CARRITOS	
	1314408-A	IMM01	T-0132	ENGAGING PAUL RS.	0	750	0.0	0	0	0	0	0	0
	1314407-A	IMM01	T-0132	ENGAGING PAUL LS.	8805	750	11.7	0	0	0	0	0	0
	1314404-B	IMM08	T-0133	INSERTO	823	768	1.1	280	0	0	25	GRAMMER METAL CAJAS VERDES	
	1328600-R	IMM08	T-0146	DEFINITOR ALI4/20/25 AUTO.CNF	240	376	0.6	176	100	0	0	GRAMMER METAL / CARRITOS	

Figura 5.11 Registro de datos WIP de Inyección. (WIP Almacén Grammer, 2023).

En cada columna de este documento, se detalla información de suma importancia para el departamento de Almacén, que abarca los siguientes aspectos:

Cliente principal: En la primera columna, se identifica al cliente principal, en este caso, AUDI, cuyo trabajo es una parte fundamental de nuestro compromiso.

Número de parte en el sistema de GRAMMER: La segunda columna contiene el número de parte específico según el sistema GRAMMER, lo que facilita un seguimiento preciso de los componentes.

IMM o máquina de inyección: La tercera columna detalla la máquina de inyección utilizada en la producción,

Número de molde: en la 4ta columna se encuentra el número de molde correspondiente al sistema GRAMMER, (información proporcionada por área de inyección)

Descripción de la pieza: En la 5ta columna, se proporciona una breve descripción que permite identificar de manera clara la pieza que estamos manufacturando.

Cantidad total: en 6ta columna se muestra la cantidad total de componentes producidos, lo que resulta esencial para el control de inventario.

Uso diario y cobertura: La 7ma y 8va columna resalta el uso diario de componentes, proporcionando una visión del porcentaje de cobertura en función de la demanda. También especifica dónde se encuentran almacenados, incluyendo detalles como el tipo de empaque, como, por ejemplo, "caja verde grande" o "caja pequeña café", para una fácil ubicación.

Ubicación y tipo de empaque: de la 9na a la 13va columna se especifica el tipo de empaque en el que se encuentra, si son cajas grammer metal, dollys, caja verde, caja café y cuantas piezas se encuentra distribuidas en cada uno de los contenedores si es el caso.

Observaciones: En la última columna, se incluyen observaciones importantes. Aquí se registran eventos excepcionales, cambios en la ubicación de los materiales o cualquier comentario que aporte un valor significativo a la gestión de estas piezas específicas.

Este documento representa un esfuerzo dedicado a garantizar un control y seguimiento precisos de nuestros productos y demuestra nuestro compromiso continuo con la excelencia en la gestión y la satisfacción del cliente.

6. Conclusión:

Logramos organizar piezas que salgan de inyección, en un empaque estándar analizando sus tamaños y especificaciones de las piezas, así mismo recopilamos las piezas producidas y al comparar las antes y después de la implementación del WIP se observó una mejoría en términos de disminución de tiempos muertos por parte de los operadores de ensamble y de inyección.

Mejoramos el sistema de seguimiento a diferentes indicadores de desempeño, se tienen juntas matutinas que toman en cuenta cada uno de los indicadores, y se buscan soluciones rápidas en dado caso que se pueda, si no es así se ve la manera de terminar con dicho punto de mejora lo antes posible y envolviendo a más áreas.

Como ya es sabido se logró reducir significativamente los tiempos improductivos en los desplazamientos y acciones innecesarias realizados por los operadores en los procesos de inyección y ensamblaje. Esta reducción de los tiempos no productivos ha generado un aumento considerable en la eficiencia de nuestras líneas de ensamblaje, al mismo tiempo que ha contribuido de manera significativa a la reducción de posibles cuellos de botella en las estaciones de inyección.

Desde el inicio, nuestro objetivo fue mejorar la calidad, eficiencia y rentabilidad en diferentes áreas relacionadas con la inyección de plástico, y con entusiasmo, podemos afirmar que hemos logrado grandes avances en este sentido.

La estandarización y la aplicación de técnicas avanzadas de control de calidad han sido clave para mantener una producción consistente.

Se ha demostrado un enfoque metódico en la gestión de componentes, destacando la importancia de una planificación y organización efectivas para optimizar el rendimiento. A través de una estrategia de identificación de resinas, hemos garantizado una gestión precisa y libre de confusiones, asegurando que cada componente se almacene según sus características únicas.

La reducción de recorridos y tiempos muertos por operadores tanto de inyección y ensamble generó un impacto directo en procesos de dichas áreas aumentando la eficiencia del operador y aumentando la productividad de diferentes líneas y estaciones de inyección.

La implementación de los principios de las 5'S en esta área de inyección es esencial para mantener un ambiente ordenado, eficiente y seguro. A pesar de que durante mi estancia no se logró llegar a las 5s como tal por diferentes variables que llevarían más trabajo aterrizar y trabajar esta metodología sigue vigente.

En paralelo, establecimos una medición de los indicadores clave de rendimiento (KPIs) para evaluar el desempeño de manera cuantitativa y cualitativa. Los tiempos muertos, la productividad y el desperdicio (scrap) han sido monitorizados de manera

continua, permitiéndonos identificar oportunidades de mejora y tomar decisiones informadas para optimizar la producción y minimizar las pérdidas.

La digitalización ha jugado un papel trascendental en la evolución de nuestra estrategia. Mediante el uso de herramientas como AutoCAD, hemos logrado crear diseños de layout precisos y escalables que capturan la disposición óptima de los componentes en el WIP.

La experiencia personal que tuve fue satisfactoria, al principio me costó mucho darme cuenta de cómo funcionaban muchas operaciones, muchas herramientas que veíamos en la universidad, pero al verlas poco a poco siendo implementadas por otros ingenieros, participar en las juntas y sobre todo verme envuelto en las actividades fue donde realmente aprendí y le agradezco a cada uno de los ingenieros que aman enseñar, y que me abrieron sus puertas y aprender de ellos.

7. Recomendaciones:

Lo que puede mejorarse en un futuro cercano en términos del WIP de inyección...

Gestión de inventarios en tiempo real: La digitalización puede extenderse a la implementación de sistemas de gestión de inventario en tiempo real. Esto permitiría un monitoreo constante de las existencias, una programación de producción más precisa y una reducción de los tiempos muertos debido a la falta de componentes.

Planificación avanzada de la producción: Integrar el área de producción con el área de almacenamiento puede mejorar la planificación de la producción. Puedes desarrollar un sistema de programación que vincule la disponibilidad de componentes en el WIP con los planes de producción, lo que podría resultar en una producción más eficiente y una reducción de los costos.

Integración con tecnología de IoT: La Internet de las cosas (IoT) puede ser utilizada para rastrear y monitorear de manera más precisa las condiciones de almacenamiento, como la temperatura y la humedad, para asegurar que los componentes se mantengan en condiciones óptimas.

En términos de la propuesta de la catalogación de moldes para mejorar el SMED...

Identificación y Clasificación: Se deben identificar claramente todos los moldes disponibles en la instalación. Luego, se clasificarán de acuerdo con su uso y la serie de producción a la que están destinados. Esto permitirá una fácil localización y asignación de moldes cuando sea necesario.

Almacenamiento y disposición: Los moldes se almacenarán de manera ordenada y eficiente, utilizando un sistema de etiquetado y codificación. Además, se establecerá una disposición lógica que minimice los desplazamientos y tiempos de espera durante los cambios de moldes.

8. Competencias desarrolladas:

Una de las mayores lecciones aprendidas durante este proyecto ha sido la importancia de fomentar una cultura de mejora continua. A través de la colaboración y el intercambio de ideas entre todos los miembros del equipo, hemos logrado identificar áreas de oportunidad y aplicar soluciones innovadoras. La perseverancia y el trabajo en equipo han sido fundamentales para alcanzar nuestras metas y mantenernos enfocados en el éxito a largo plazo.

He tenido la oportunidad de aprender cómo se hace un producto desde el principio hasta el final. He visto cómo se planifica todo, se recibe el material y herramental necesarios para los diferentes productos. he observado cómo se elaboran las piezas de plástico usando diferentes máquinas inyectoras ver cómo se aseguran de que las máquinas estén configuradas de manera correcta y cómo se controlan cosas como la temperatura y los materiales que se usan. También he aprendido sobre cómo se revisan las piezas para asegurarse de que estén bien hechas antes de continuar con serie.

Mi visión sobre el flujo de trabajo también se ha expandido al considerar cómo estas piezas avanzan a través del Work in Progress (WIP), pasando por etapas de ensamblaje y experimentando diversas operaciones que contribuyen a su transformación final, como se ensamblan con diferentes componentes, como los son grapas, bumpers, soportes metálicos, fue grandioso ver como todo esto va tomando forma de un descansabrazos, una cabecera, una consola. Otra parte importante fue entender cómo se actualizan las hojas de instrucciones de operaciones, destacando una comunicación precisa y detallada para garantizar la calidad constante y la eficiencia en cada paso.

Finalmente, he internalizado la relevancia del embalaje y la distribución, donde los productos listos para su envío se preparan meticulosamente para llegar a los clientes finales o para continuar a través de la cadena de suministro. En este proceso, he comprendido cómo el ingeniero industrial desempeña un papel fundamental al abordar las áreas de mejora y resolver desafíos que puedan surgir.

9. Fuentes de información:

Andreu, I. (2023). Lean Manufacturing: ¿qué es y cuáles son sus principios? APD España. <https://www.apd.es/lean-manufacturing-que-es/>

Betancourt, D. (2022, November 21). Takt Time: Qué es, como se calcula + Ejemplo detallado. Ingenio Empresa. <https://www.ingenioempresa.com/takt-time/>

Berganzo, J., & Berganzo, J. (2023). Definición del OEE. Sistemas OEE - Technology to Improve. <https://www.sistemasoe.com/definicion-oe/>

Cristofani F. (2022). Capacidad de producción ¿qué es y cómo se calcula? Atlas Consultora. <https://www.atlasconsultora.com/calcular-capacidad-productiva/>

Engen Capital | El financiamiento más fácil. Punto. (n.d.). Engen Capital. <http://engencapital.com/blog/analisis/como-funciona-una-inyectora-de-plastico>

FreshBooks. (2023, March 27). *What is FIFO Method: definition and example*. <https://www.freshbooks.com/hub/accounting/what-is-fifo#:~:text=FIFO%20stands%20for%20%E2%80%9CFirst%2DIn,ones%20used%20in%20the%20calculation.>

García, D. (2014). PackML – El estándar para la automatización de las máquinas de Packaging - infoPLC. [www.infopl.net. https://www.infopl.net/noticias/item/1098-packml-%E2%80%93-el-estandar-para-la-automatizacion-de-las-maquinas-de-packaging](https://www.infopl.net/noticias/item/1098-packml-%E2%80%93-el-estandar-para-la-automatizacion-de-las-maquinas-de-packaging)

Gil, J. F. M. (2015). Control de trabajo en proceso (WIP) para el aumento de la productividad. Gestipolis. <https://www.gestipolis.com/control-trabajo-proceso-wip-aumento-productividad/>

GRAMMER AG | GRAMMER AG. (2023, August 14). GRAMMER AG. <https://www.grammer.com/en/>

Layout en empresa: ¿Qué es y para qué sirve? - Higo.io: Maximiza el flujo de efectivo de tu empresa. (2022, May 10). Higo.io: Maximiza El Flujo De Efectivo De Tu Empresa. <https://higo.io/glosario-contable/l/layout-en-empresa-que-es-y-para-que-sirve/>

Moldes de inyección. Proceso y Productos - Gestión De Compras. (2021, September 9). Gestión De Compras. <https://www.gestiondecompras.com/es/productos/moldes-matrices-y-utilidades/moldes-de-inyeccion/#:~:text=orificio%20del%20bebedero.->

[.Molde,alimentaci%C3%B3n%20y%20cavidad%20del%20molde.](#)

Pursell, S. (2023, January 20). Todo sobre los KPI: definición, tipos y ejemplos. Hubspot. Retrieved August 14, 2023, from <https://blog.hubspot.es/marketing/que-es-un-kpi>

Shingo, S. (1985). A revolution in manufacturing: the SMED system.<https://www.amazon.com/Revolution-Manufacturing-SMED-System/dp/0915299038>

¿Qué es la gestión de inventarios? | IBM. (n.d.). <https://www.ibm.com/mx-es/topics/inventory-management>

Anónimo. (2022, June 14). Tipos de resinas plásticas. Usos y aplicaciones - Imagia Global. Imagia Global. <https://imagiaglobal.com/tipos-de-resinas-plasticas/>

Kuuse, M. (2023, June 14). Sistema Push vs. sistema Pull en la gestión de la fabricación. Blog Para Fabricantes Y Distribuidores. <https://manufacturing-software-blog.mrpeasy.com/es/sistema-push-vs-sistema-pull/#:~:text=los%20clientes%20existentes.-,La%20principal%20diferencia%20entre%20los%20sistemas%20%E2%80%9Cpush%E2%80%9D%20y%20%E2%80%9Cpull,dicta%20cu%C3%A1ndo%20y%20cu%C3%A1nto%20producir.>

¿Qué es el moldeo por inyección? | Moldeo por inyección | Introducción al Maquinado | KEYENCE México. (n.d.). <https://www.keyence.com.mx/ss/products/measure-sys/machining/injection-molding/about.jsp#:~:text=El%20moldeo%20por%20inyecci%C3%B3n%20es,para%20formar%20la%20forma%20dise%C3%B1ada.>

10. Anexos:

Instrucción de Operación e Inspección								
Número de Parte	Iniciado por	Ingeniería	Edgar García	Empaque	Elaborado por:	15/05/2023	A. Flores	
		Calidad	Angel Flores			Fecha		Calidad
	Instrucción de Operación e Inspección	Cupholder WL			Elaborado por:	15/05/2023	E. García	
					Fecha		Ingeniería	
1463232-B 1463233-B 1463234-B 1463235-B	Fecha de Elaboración	1/21/2020		Aprobado por:	15/05/2023	A. Zenteno		
Desc. Del Producto		Prototipo		Descripción del Proceso de Manufactura				
WL	Pilota	No. de Operación		Instrucción de Operación e Inspección				
	Proxario	60						
	Serie	X						
Instrucciones de Proceso:				Ayudas Visuales / Información Adicional				
1	Toma tu empaque y verifica que se encuentre en buenas condiciones, limpio y libre de otras etiquetas (Fig. 01), una vez que inspeccionaste tus piezas coloca la etiqueta de trazabilidad en la parte inferior (Fig. 02).			 				
2	Después de inspeccionar tus piezas formales en filas de 5 piezas, (Fig. 03)			  				
3	Repite el mismo proceso y colocalas con se muestra en la (Fig. 04), hasta formar 3 filas y obtener un total de 45 piezas por empaque (Fig. 05)							
4	Finalmente, colocale a tu empaque la etiqueta SAP con el número de parte, la cantidad de piezas correctas y el número de lote de la resina (Fig. 06), adicionalmente agregale una peca de color verde que diga OK validando que el material cumple con los requerimientos de calidad.			 				
Instrucción de Inspección								
Proceso de Inspección		Tipo de Inspección		Frecuencia		Acciones a tomar si no es aceptada		
FOAC 189		VISUAL 100 %		AL INICIO DE TURNO, CAMBIO DE MOLDE, PARO NO PROGRAMADO Y CAMBIO DE LOTE DE		PLAN DE REACCIÓN FOAC 180		
Revisión	Fecha	Departamento		Comentarios				
0	21/01/20	Ingeniería / calidad		Primera emisión				
1	30/09/20	Ingeniería / calidad		Se actualiza norma de empaque de cajas plásticas a dallyz				
2	25/03/21	Ingeniería / calidad		Actualización				
3	15/03/22	Ingeniería / calidad		Se actualiza norma de empaque en formación de las piezas en las dallyz				
4	22/02/23	Ingeniería / calidad		Se actualiza información técnica				
5	15/05/23	Ingeniería / calidad		Se genera nueva norma de empaque				

Figura Anexo 1 Hoja de operación con el empaque estandarizado seleccionado, (Ingeniería, Edgar García, 2023)



Figura Anexo 2 Lay Out Inyección, (Ingeniería, Grammer 2023)

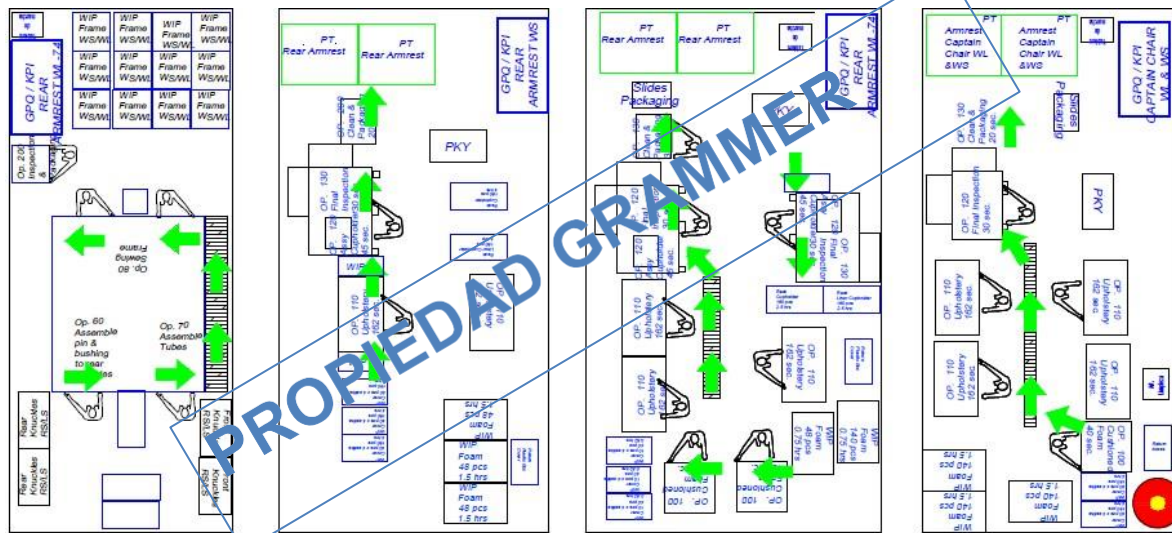


Figura A.2 Layout completo de STELLANTIS. (J. Cuapio, 2021)