

TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE COACALCO

“Implementación de la Metodología 3P para
Diseñar y Estandarizar las Etapas del Proceso
Productivo de Inyección de Poliuretano de la
Máquina IP9”

III. PROYECTO DE INVESTIGACIÓN
PARA OBTENER EL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

PRESENTA:

Karen Saraí Fernández Soto

201420683

Asesor:

Mtra. María de la Luz Dávila Flores

COACALCO DE BERRIOZABAL, MÉX. NOVIEMBRE, 2024

Agradecimientos

Dedico este trabajo principalmente a Dios, por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional y por todas las bendiciones que me ha brindado.

A mis padres: Cecilia Soto y Oscar Fernández, por siempre demostrarme su cariño y apoyo incondicional ante cualquier situación, corrigiendo mis fallas y celebrando mis triunfos, por ser ellos los motores de mis sueños, por los consejos, valores y principios que me han inculcado.

A mi hermana que tanto amo porque es mi mayor motivación para salir adelante y ser un buen ejemplo para ella, por siempre estar presente a lo largo de cada una de estas etapas.

A mis amigos de la carrera por todas las risas, desveladas y trabajos exitosos que tuvimos.

A todas aquellas personas que me han apoyado incondicionalmente y que han hecho que el trabajo sea exitoso.

Agradezco a nuestros maestros del Tecnológico de Estudios superiores de Coacalco por su tiempo, dedicación, apoyo, y por todo el conocimiento que me transmitieron para el desarrollo de mi formación académica.

INDICE

INTRODUCCIÓN	3
CAPÍTULO 1	5
JUSTIFICACION	6
OBJETIVO GENERAL.....	7
OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	7
1.1 ACERCA DE DIGA	7
1.2 MISIÓN, VISIÓN Y VALORES.....	8
1.3 PRODUCTOS	9
1.4 LAY-OUT.....	15
1.5 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL.....	0
1.6 ORGANIGRAMA DEPARTAMENTO	0
1.7 ALCANCES.....	0
1.8 LIMITACIONES	1
1.9 PROBLEMÁTICA ESPECÍFICA A RESOLVER	1
CAPÍTULO 2	3
2.1 METODOLOGÍA 3P.....	4
2.2 PASOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA 3P.....	4
CAPITULO 3	18
3.1 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE PROCESO.....	19
3.2 GANTT DE ACTIVIDADES.....	0
3.3 TOMA DE TIEMPOS SITUACIÓN ACTUAL.....	0
3.4 ANÁLISIS DE MOVIMIENTOS (DIAGRAMA DE SPAGHETTI).	6
CAPÍTULO 4	18
4.1 OPORTUNIDADES DE MEJORA	19
4.2 ESTANDARIZACIÓN PARA EL PROCESO DE REBABEO.....	26
CONCLUSIÓN.....	30
GLOSARIO DE TÉRMINOS TÉCNICOS.	31
REFERENCIAS.....	32

INTRODUCCIÓN

En este reporte de residencias profesionales realizado en la empresa Diga S.A. de C.V. surgió de una necesidad del cliente, se crea una nueva celda de trabajo de inyección de Poliuretano llamada Inyectora de Poliuretano 9, utilizando la metodología del 3P, con la cual se busca satisfacer las necesidades del cliente con el fin de desarrollar un proceso o diseño de un nuevo producto que cumpla con los requisitos del cliente de la manera más esbelta, con el menor número de residuos, el máximo valor agregado y generar el menor impacto medioambiental.

La creación de esta nueva celda de inyección de poliuretano utilizando la herramienta 3P busca satisfacer las necesidades del cliente desde el inicio el desarrollo de los productos con el fin de diseñar productos y procesos Lean que requieran menos recursos de tiempo, materiales, y de capital tendrá un gran impacto en su ejecución y beneficios de suma importancia.

Para la creación de esta nueva celda de trabajo tendrá un gran impacto y beneficios potenciales, como, por ejemplo, eliminar pasos del proceso o sustituir una etapa de proceso por otra que requiera menos tiempo ciclo, materiales, o coste, realizar un balance de actividades durante sus procesos con el objetivo de cumplir con el Takt time para mejorar la entrega a tiempo hacia los clientes. Obtener en el proceso un flujo pieza a pieza dentro de los procesos para detectar rápidamente un defecto presentado por la máquina. Eliminar los inventarios en cada estación de trabajo. Detectar áreas de oportunidad durante los procesos y así identificar las actividades que agregar y no agrega valor al producto.

La creación de este nuevo proyecto se realiza en DIGA S.A. de C.V. Tultitlan, se crea de una necesidad para la implementación de la nueva máquina de inyección de poliuretano 9 para el cliente NYX TESLA.

El objetivo principal es proporcionar un valor perfecto para el cliente, a través de un proceso de creación donde no existe el desperdicio, permitirá cumplir con el rate de

producción en la estación de trabajo, producción flujo pieza a pieza, así como estandarizar las actividades de cada trabajador y sus procesos.

Se determina el personal requerido para la estación de trabajo, distribución bajo el lay out definido. Finalmente se llevará acabo la capacitación con el personal de la celda de trabajo para dar a conocer sus actividades a desarrollar.

CAPÍTULO 1

GENERALIDADES

JUSTIFICACION

El presente informe, tiene como objetivo la creación de un nuevo proyecto surge de una necesidad del cliente, sin embargo son distintas etapas del desarrollo del producto con la necesidad del cliente NYX TESLA de introducir un nuevo producto en la maquina Inyectora de poliuretano 9 área de Inyección de poliuretano, se detectó que no se tiene estandarizados las etapas del proceso, debido a que la pieza lleva al momento de ser inyectada genera rebaba al contorno y por requerimiento del cliente la pieza tiene que llevar adhesivo en algunas partes de la pieza, esto conlleva a que se tengan que crear estaciones de trabajo para cada uno de estos procesos, una de rebabeo, aplicación de adhesivo e inspección y empaque.

La implementación de la metodología para este proyecto es de gran importancia para la planta DIGA, Tultitlan ya que es un proyecto nuevo y se necesita cumplir con la demanda que requiere el cliente, que es de 7,000 piezas semanales, se creara esta nueva celda de trabajo, creando un lay out eficiente, capaz de producir los requerimientos del cliente en cuanto a calidad, tiempos de entrega y volúmenes de producción conforme al takt time, identificando actividades que agregan valor, VA/VNA, calculando los inventarios en el proceso SWIP (STANDARD WORK IN PROCESS) y estableciendo el trabajo con un mejor aprovechamiento del espacio disponible, flujo de materiales y personas acorde al proceso. Proceso productivo más simple de seguir y controlar. Reducción o eliminación de distancias y tiempos dedicados al transporte y almacenamiento, por lo tanto, disminución o eliminación de tareas que no agregan valor y generan costos innecesarios.

Para desarrollar esta nueva celda de trabajo lo primero que se realizó fue una toma de tiempos en el área en cada una de las 3 estaciones de trabajo de esta manera se podrán detectar las actividades que nos llevan mayor tiempo y poderlas disminuir al mínimo; posteriormente se determinó el flujo en cada una de las áreas, las mesas de trabajo y racks y gente necesarias en cada proceso y el espacio necesario que ocuparán físicamente. Luego se realizó un estudio de tiempos en cada proceso para

así determinar la capacidad. Finalmente, con los datos obtenidos se desarrolló una nueva propuesta de distribución del área que favorece el flujo de los procesos y cumplir la entrega de material conforme al takt time del producto.

OBJETIVO GENERAL

Optimizar y estandarizar las etapas del proceso productivo de inyección de poliuretano, incluyendo los procesos de rebabeo, y aplicación de adhesivo para reducir desperdicios y asegurar la entrega del producto conforme al takt time del producto.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Optimizar Balanceo de líneas en el proceso de inyección, rebabeo, aplicación de adhesivo, inspección y empaque con el fin de estandarizar el flujo productivo y mejorar la eficiencia.
- Identificar y clasificar las actividades del proceso productivo en tres categorías: las que agregan valor, las que no agregan valor y las que no agregan valor, pero son necesarias, para facilitar la estandarización y la mejora continua del proceso.

1.1 ACERCA DE DIGA

Diga, S.A. de C.V. en 1971 inicio como una distribuidora de productos de espuma con adhesivo. En ese momento se importaban de Estados Unidos, pero la meta era poder fabricarlos en México. Cuando finalmente se pudo hacer la compra de maquinaria la satisfacción era muy grande.

Al paso de los años, y con el apoyo de todos sus equipos de colaboradores, DIGA ha logrado establecer políticas de calidad en manufactura, terminación de productos y tiempo de entrega, superando a su competencia con resultados óptimos.

Actualmente DIGA cuenta con dos Plantas una en Tultitlan en el estado de México, y la otra en Apodaca Nuevo León. Gracias a sus sistemas de excelencia en el trabajo fueron distinguidas con el certificado de la norma ISO/TS 16949



Fig. 1 Empresa DIGA

1.2 MISIÓN, VISIÓN Y VALORES

Misión

Somos una empresa innovadora, en constante desarrollo y mejora continua. Incrementamos nuestro liderazgo en el mercado cada día ya que producimos productos de la más alta calidad, bajo la norma internacional ISO/TS 16949, satisfaciendo siempre las necesidades del cliente al más bajo costo. Contamos con colaboradores de excelencia con el mejor desempeño y actitud de pertenencia.

Visión

Somos un grupo empresarial que eleva la calidad de vida de la comunidad a través de la generación de empleos estables, por lo que trabajamos para generar las más altas utilidades siempre enfocados en permanecer en el mercado, proporcionando productos y servicios de calidad al menor costo posible, superando la competencia logrando la satisfacción total del cliente.

Valores

Integridad:

Compromiso para producirnos en todo momento de forma recta e intachable, que nadie cuestione nuestra conducta por acciones indebidas. Que no se ejerzan actividades ilícitas en contra de cualquier colaborador y de la empresa. Que esta conducta se refleje fuera de las instalaciones, en beneficio de las familias y comunidades.

Lealtad:

Acato a las leyes que nos rigen como empresa y como ciudadanos. Para ello nos asesoramos con especialistas y establecemos los acuerdos necesarios, ya sean tácitos o explícitos.

Honestidad:

Significa conducirnos con la verdad y la justicia, otorgando a cada uno lo que le corresponde y respetando a todos.

Responsabilidad:

Cada uno tiene en DIGA diferentes tareas a las que se ha comprometido, y cumplirlas es una obligación ya sea legal o moral.

Respeto:

Cada persona merece un trato digno y afable, que distinga además su experiencia, conocimiento y autoridad. Establecer límites es una manera de asegurarlo y exigirlo. La puntualidad es también una forma de respeto: hacia los tiempos y el trabajo de los demás.

1.3 PRODUCTOS

- a) ROLLOS DE ADHESIVO PA/DIRECTO/A813/35/P009

Adhesivos que se utilizan como sellos permanentes y transitorios o partes que son expuestas medio ambiente extremo, excelente desempeño en Industria Automotriz y Refrigeración, su carga sugerida es de 500 grs. Por cada 1 pulgada cuadrada, alta adherencia instantánea (tack) y adhesión permanente (peel). Rango de temperatura 20 a 100 C.

Beneficios: Fácil de suajar (cortar), la transferencia a diferentes substratos se da con solo presionar uniformemente, el desprendimiento del papel es muy versátil debido al excelente siliconado que presenta.

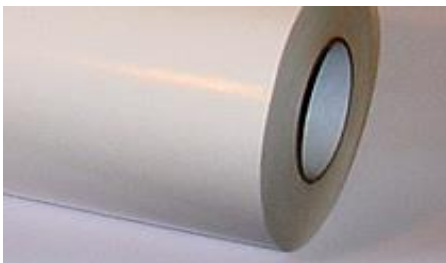


Fig. 2 Rollo adhesivo

b) 1.3.2 ROLLOS O PIEZAS DE FIELTRO CON ADHESIVO A817 INTERLON P009

Se utiliza como aislantes térmicoacusticos. La presencia de lana en espacios interiores puede mejorar la calidad del aire hasta un 80% ya que la fibra de la lana funciona como un filtro para las sustancias toxicas. La fibra de lana es capaz de absorber un 40% de humedad de su propio peso sin que pierda su efecto de aislante termo acustico, se utiliza como aislante para techos, suelos y vehículos por su resistencia al fuego.

Beneficios: Fácil de suajar (cortar), la lana no propaga fuego.



Fig. 3 Rollo de fieltro

c) ROLLOS DE PVC D471 CON ADHESIVO DIRECTO.

Este Polímero termo-plástico se caracteriza por ser dúctil, presenta una buena estabilidad dimensional, resistencia mecánica, resistencia ambiental, y al impacto lo que lo hace un excelente producto para la industria de la construcción como sellos de paso de aire, humedad y polvo así como antirruido.

Beneficios: Al ser un producto muy flexible tiene una excelente aplicación sobre superficies irregulares o para el sellado de curvas y radios; Las diferentes presentaciones determinan su uso como rollos auto adherible o piezas con forma específica de acuerdo con las necesidades del cliente.

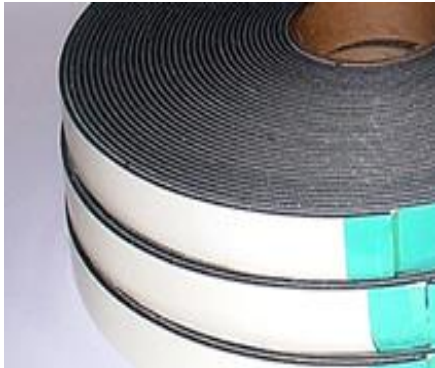


Fig. 4 Rollo pvc

d) ROLLOS DE POLIURETANO CON ADHESIVO

Estos productos son materiales plásticos porosos, muy versátiles en su uso, se clasifican por la densidad ya que es una propiedad comparativa para su composición, características como resistencia al impacto, permeabilidad al aire o al agua los clasifica como productos utilizados en la industria automotriz y de aires acondicionados, en la industria de la refrigeración se usan como selladores en la inyección de poliuretano líquido.

Beneficios: Fácil de suajar (cortar), anti ruido, barreras de calor, inyección de poliuretano permite obtener piezas de forma específica usando un molde.



Fig. 5 Rollo poliuretano

e) POLIETILENO BCO. 5LBS D501-0.8

Adhesivos que se utilizan como sellos permanentes y transitorios o partes que son expuestas al medio ambiente extremas, excelente desempeño para publicidad su carga sugerida es de 500 grs. Por cada 1 pulgada cuadrada, alta adherencia instantáneo (tack) y adhesión permanente (peel). Rango de temperatura -20 a 75C.

Beneficios: Fácil de suajar (cortar), la transferencia a diferentes substratos se da con solo presionar uniformemente, el desprendimiento del papel es muy versátil debido al excelente siliconado que presenta.



Fig. 6 Poliuretano

f) ROLLOS O PIEZAS DE POLIURETANO D022 CON ADHESIVO A817
INTERLON PAPEL P002

Estos productos son materiales plásticos porosos, muy versátiles en su uso, se clasifican por la densidad ya que es una propiedad comparativa para su

composición, características como resistencia al impacto, permeabilidad al aire o al agua los clasifica como productos utilizados en la industria automotriz y de aires acondicionados, en la industria de la refrigeración se usan como selladores en la inyección de poliuretano líquido.

Beneficios: Fácil de suajar (cortar), anti ruido, barreras de calor, inyección de poliuretano permite obtener piezas de forma específica usando un molde.



Fig. 7 Rollo poliuretano

g) ROLLOS O PIEZAS DE NEOPRENO CON ADHESIVO A817 PAPEL SILICONADO P014

Neopreno tipo de caucho sintético tiene como principales características la resistencia a agentes como el sol, ozono, clima, bajas y altas temperaturas, resistencia a solventes y agentes químicos. Estos productos son diseñados para su uso en la industria automotriz en aplicaciones internas de automóviles como antirruidos, sellos de paso de agua y para absorber la vibración. Su excelente resistencia a la defeción y la torsión les permite ser utilizados como aislantes y selladores de tubos. Además de ser un producto auto extingible.

Beneficios: Fácil de suajar (cortar), anti ruido, barreras de calor, Resistencia al medio ambiente Buena.



Fig. 8 Rollo neopreno

h) POLIETILENO BCO. 5LBS D501-0.8

Adhesivos que se utilizan como sellos permanentes y transitorios o partes que son expuestas al medio ambiente extremas, excelente desempeño para publicidad su carga sugerida es de 500 grs. Por cada 1 pulgada cuadrada, alta adherencia instantánea (tack) y adhesión permanente (peel). Rango de temperatura -20 a 75C.

Beneficios: Fácil de suajar (cortar), la transferencia a diferentes substratos se da con solo presionar uniformemente, el desprendimiento del papel es muy versátil debido al excelente siliconado que presenta.



Fig. 9 Polietileno

1.4 LAY-OUT

Correspondiente a la empresa DIGA, S.A. de C.V. Planta Tultitlan.

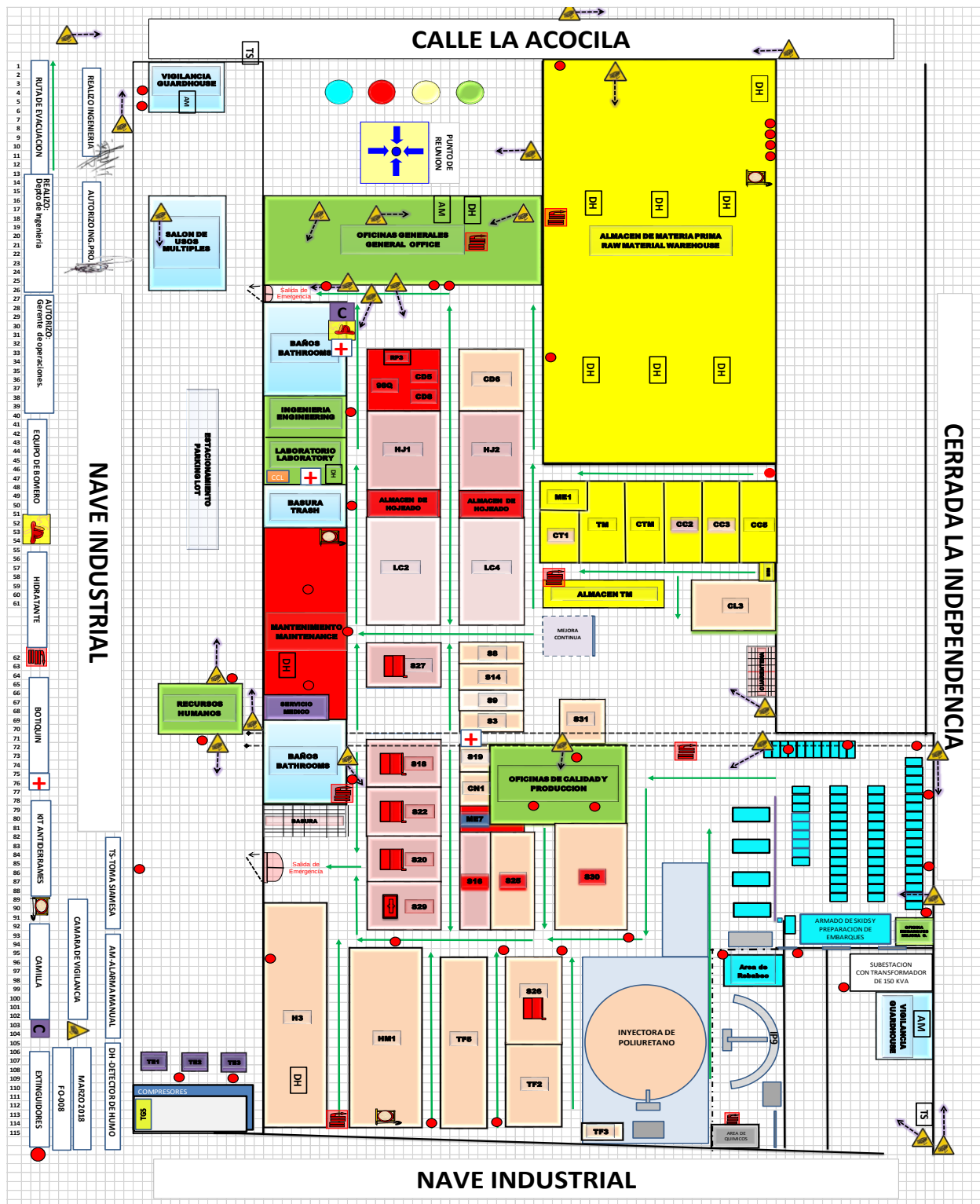
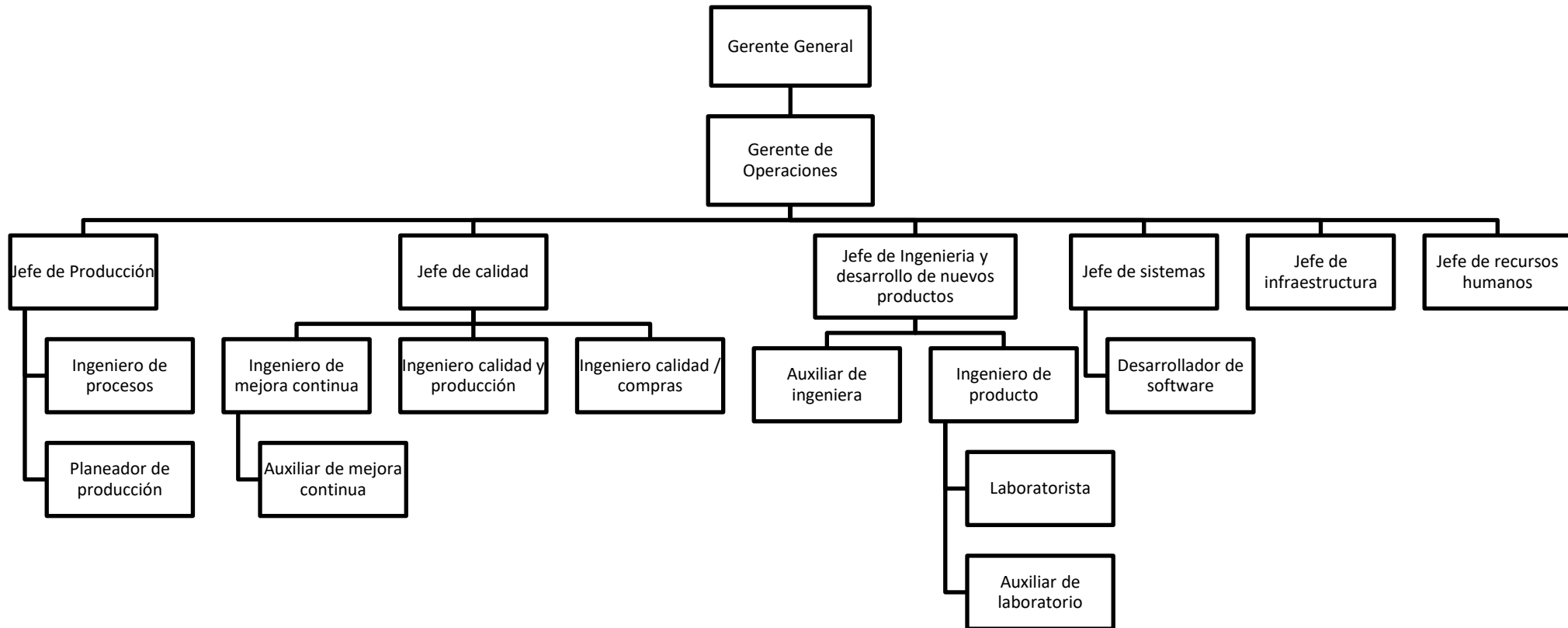
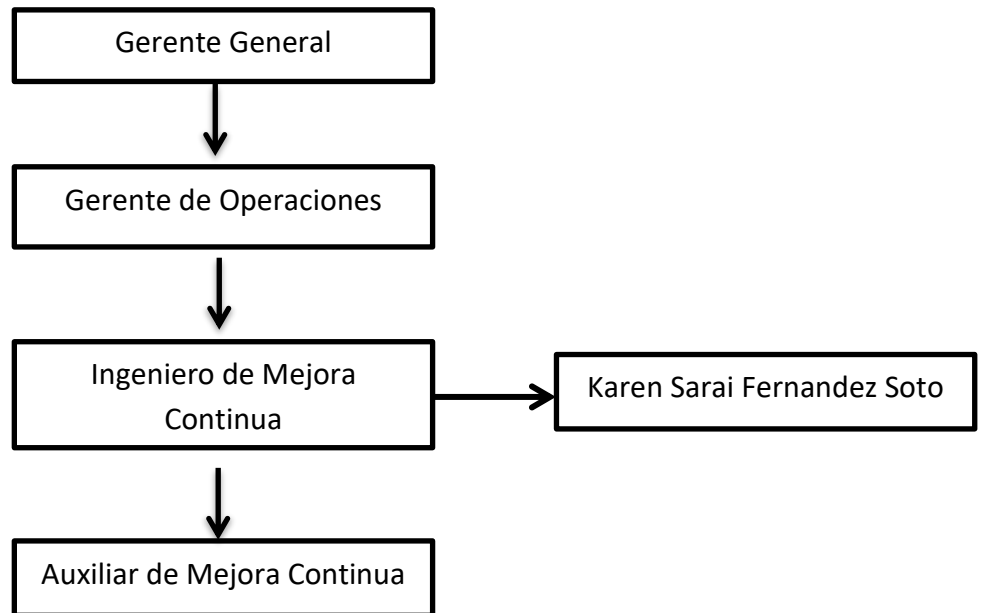


Fig. 10 Lay out Empresa DIGA

1.5 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL



1.6 ORGANIGRAMA DEPARTAMENTO



1.7 ALCANCES

Este proyecto origina un fuerte impacto en el proceso de inyección (IP9) para la planta Diga Tultitlan ya que

Departamento de producción: Se estandariza las actividades de tal manera que se pueda cumplir con el takt time para satisfacer la demanda del cliente, generando entregas a tiempo.

Departamento De Calidad: Con el manejo de flujo pieza a pieza consiguiendo mejor calidad identificado de manera inmediata el defecto que se presente en las piezas. Se identificará los defectos del producto con el manejo de material flujo pieza a pieza que se manejará

Departamento De Mejora Continua: Realizará un estudio ergonómico en el proceso de rebabeo con la finalidad de eliminar lecciones a largo plazo por parte de los operadores, terminando la rotación de estaciones de trabajo, así como identificares área de oportunidad en el mismo.

Operadores: Reducir las actividades y movimientos que no me agregan valor al proceso.

Aplicación de método de trabajo: Llevar acabo las oportunidades de mejora que se implementó en la planta Tultitlán a la planta de Monterrey en el mismo proceso.

1.8 LIMITACIONES

Recursos Humanos: Privacidad de datos internos de la empresa, así como instructivos de trabajo del proceso, organigrama de la planta, dimensiones de lay-out.

Operadores: No tener la disposición de llevar a cabo las actividades asignadas para cada operador afectando el flujo de material en el proceso

Equipo multidisciplinario: No cumplir con las actividades asignadas en cada una de las juntas de revisión de avance, así como la carga de trabajo que impidan la realización de juntas para la revisión de avances y/o autorizaciones por el STAF.

1.9 PROBLEMÁTICA ESPECÍFICA A RESOLVER

a) Antecedentes de la situación problemática

Desarrollo de nuevo de proyecto para inyección de poliuretano IP9



Fig. 11 Inyección Poliuretano

El siguiente proyecto se llevará a cabo en el área de Inyección IP9, en dicho proceso se elaborarán 2 números de parte (C24086 Izquierda y C24087 Derecha).

En el proceso se desarrollará creando una celda de manufactura capaz de producir los requerimientos del cliente en cuanto a calidad, tiempos de entrega y volúmenes de producción conforme al takt time, identificando actividades que agregan valor, VAVNA, calculando los inventarios en el proceso SWIP (STANDARD WORK IN PROCESS) y estableciendo el trabajo, con el fin de mejorar las entregas a tiempo, satisfaciendo la demanda del cliente en el proceso, facilitando la detección de problemas de calidad en el proceso.

b) Análisis de la situación problemática

En el área de inyección máquina IP9 se realiza el proceso de rebabeo para ambos números de parte, en la cual surge la necesidad para la creación de una nueva celda manufacturera, encontrar un balance de actividades durante el proceso y sus diferentes estaciones de trabajo, esto conlleva a que no se tenga un flujo pieza a pieza para detectar rápidamente problemas en cuanto a calidad, por otra parte se analizó el flujo de material en el cual no tenía secuencia de primeras entradas primeras salidas (FIFO), para lo cual es necesario realizar un Lay-Out del área de esta manera el proceso de rebabeo se agilizará en cuanto a movimientos y flujo de material.

CAPÍTULO 2

FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.1 METODOLOGÍA 3P

Para la creación de una nueva celda de manufactura para los procesos de rebabeo, aplicación de adhesivo e inspección y empaque en el área de inyección, se llevará a cabo el estudio de la metodología 3P. Indicando la implementación y los diferentes puntos que conlleva para llegar a su objetivo, enfocado a diseñar productos y procesos lean que requieran menos recursos de tiempo, materiales, y de capital.

Los beneficios potenciales al hacer la implementación de la metodología 3P se enfocada a eliminación constante de los residuos en la fase de diseño del producto y de los procesos, esta técnica tiene un gran impacto en la disminución de problemas de calidad en el producto, 3P de igual manera hace enfoque a disminuir los requerimientos que conllevan a la salida del producto.

Como objetivo de la implementación de la metodología en el proceso, es desarrollar el diseño o proceso de un producto nuevo, que cumpla a la demanda del cliente, así como los requisitos de la manera más esbelta, obteniendo un control de conservar el menor número de rechazos, el mayor valor agregado en el proceso, generando el menor impacto al medioambiente. (Tuesta, 2021)

Para llevar a cabo la implementación de la metodología 3P en el proceso se determinaron lo siguientes puntos para poder llegar a la solución del problema.

2.2 PASOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA 3P

a) Trabajo estándar

El trabajo estándar indica de manera precisa como debe realizarse el trabajo, es decir cada uno de las componentes del proceso, cada procedimiento requerido; gracias a esto, pueden determinarse los tiempos de procesamiento, las demoras en el proceso, con el fin de identificar los cuellos de botella que sin lugar a dudas

causan perdidas para las partes interesadas, incluso la atención al cliente puede verse quebrantada por estas circunstancias, es por esto que al implementarla a cabalidad y de manera idónea se brindará una solución integra.

Existen 4 elementos clave para el desarrollo de un Trabajo Estandarizado, los cuales son:

- Takt Time: es la velocidad a la cual los clientes demandan sus productos. El propósito del TAKT time es precisamente igualar la producción con la demanda.
- Tiempo ciclo: es el tiempo que hace falta para producir una pieza, mientras que el tiempo de takt es el ritmo al que el mercado nos demanda las piezas.
- Secuencia de trabajo: se refiere al orden en el cual un operador realiza un número de actividades dentro del Takt Time.
- SWIP (standard work in progress): es el mínimo inventario requerido para alcanzar la demanda del cliente y mantener el proceso trabajando de forma uniforme.

El trabajo estandarizado ofrece grandes beneficios:

- La estabilidad del proceso: Estabilidad significa repetitividad. Es necesario cumplir con productividad, calidad, costo, tiempo de espera, seguridad y los objetivos ambientales siempre.
- Takt time: Se referir al ritmo que un proceso productivo debería fabricar para ser capaz de satisfacer el ritmo de la demanda que marca el cliente.

Existe una fórmula para calcular el Takt Time:

$$Tack\ Time = \frac{\text{Tiempo de apertura (seg)}}{\text{Demanda del cliente (uds)}} \quad \text{FORMULA}$$

Existen costos e ineficiencias al producir por delante de la demanda, incluyendo:

- Almacenamiento y recuperación de los bienes terminados

- Compra prematura de materia prima
- Gasto prematuro en salarios
- El costo de perder oportunidades de producir otros bienes
- Costos de capital por exceso de capacidad

Se necesitan dos cantidades:

D = Demanda diaria promedio del cliente para un artículo.

W = Tiempo de trabajo total disponible por día, en segundos.

T = **W** / **D** en segundos = Tiempo Takt.

Takt Time = * Tiempo Neto Disponible por Día / Demanda del Cliente por Día
(Medina, s.f.)

Takt Time =	
Tiempo neto de operación*	
Demanda del cliente en el mismo periodo*	
* El Periodo debe de ser consistente (Ejemplo : Turno, día, semana)	
<u>Tiempo neto de operación (Por turno)</u>	
Turno = 480 minutos	480
Breaks - 2 de 15 minutos	-30
Limpiezas -1 de 5 minutos	-5
Tiempo neto de operación por turno	445
Número de turnos por día	3
<u>Demanda del cliente</u>	
Requerimientos mensuales (piezas)	4500
Número de días hábiles por mes	20
Demanda del cliente por día	4500/20 = 225
Takt time = (445*3) mins/día/(225 piezas/día) = 5.93 mins/pieza	

Ejemplo de Takt Time

Fig. 12 Fórmulas Takt Time

Tiempo Ciclo:

El tiempo de ciclo es el tiempo que hace falta para producir una pieza, mientras que el tiempo de takt es el ritmo al que el mercado nos demanda las piezas.

El tiempo de ciclo es el tiempo disponible partido por las unidades a producir:

$$\textit{Tiempo de ciclo} = \frac{\textit{Tiempo disponible}}{\textit{Unidades producidas}}$$

El tiempo de ciclo es el resultado nuestras decisiones. Nosotros hemos diseñado nuestro sistema productivo y a partir de ahí, sabemos a qué ritmo somos capaces de producir. Lo marca nuestro sistema productivo.

El tiempo de takt ha de ser mayor que el tiempo de ciclo para ser capaz de producir la demanda:

$$\textit{Takt time} > \textit{Tiempo de ciclo}$$

Si es menor, debemos de hacer cambios en las líneas de producción para aumentar los recursos, como duplicar estaciones de trabajo, horas extras,

aprovechar la capacidad sobrante de otros operarios... y de esta forma, la producción acaba siendo superior a la demanda. (Lauri, 2022)

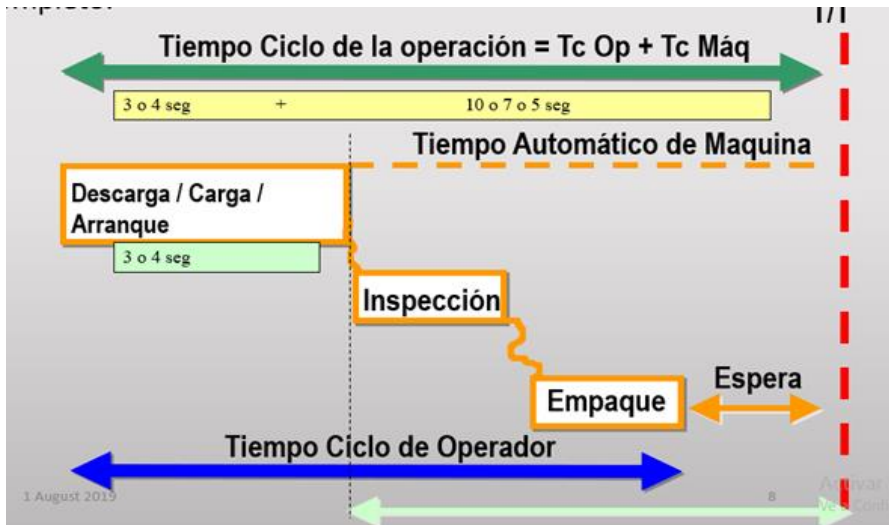


Fig. 13 Tiempo de ciclo

Secuencia de trabajo

Es la secuencia de pasos establecidos aginados a un solo operador balanceado a tiempo tack.

Inventario estándar en proceso (SWIP)

Es el stock mínimo necesario para la continuidad del proceso según la demanda, basada en el tiempo y la secuencia requerida, así como el tamaño de lote y el tiempo de espera.

Estas partes pueden ser trabajadas manualmente, procesadas en el interior de la máquina, secadas, curadas, o utilizadas para preparar las actividades, el WIP no incluye materia prima o producto terminado.

El control del trabajo en proceso (WIP) es una actividad que, en conjunto con otras, aporta positivamente en la consecución de este ideal.

El trabajo en proceso es parte fundamental del inventario, que consta de las unidades que habiendo ingresado e iniciado el proceso productivo, no se constituyen aún

terminado. De
WIP se

$$SWIP = \frac{\text{Cálculos} \quad \text{Tiempos ciclo de la operación}}{\text{Takt time}}$$

como producto
otro modo, el
conforma de

aquellas materias primas que han ingresado al proceso productivo pero que aún no están listos para la venta ya que no son aún producto terminado.

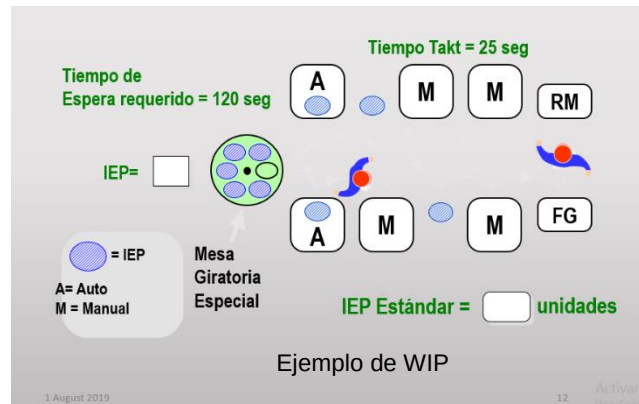


Fig. 14 Swip

b) Estudio de tiempos

Es una actividad que implica la técnica de establecer un estándar de tiempo permisible para realizar una tarea determinada, con base en la medición del contenido del trabajo del método prescrito, con la debida consideración de la fatiga y las demoras personales y los retrasos inevitables.

El estudio de movimientos se puede aplicar en dos formas, el estudio visual de los movimientos y el estudio de los micro movimientos. El primero se aplica más frecuentemente por su mayor simplicidad y menor costo, el segundo sólo resulta factible cuando se analizan labores de mucha actividad cuya duración y repetición son elevadas.

El estudio de tiempo y movimiento tiene como objetivo lo siguiente:

- Minimizar el tiempo requerido para la ejecución de trabajos.
- Conservar los recursos y minimizar los costes.
- Proporcionar un producto que sea cada vez más confiable y de alta calidad.
- Eliminar o reducir los movimientos ineficientes y acelerar los eficientes.

Generalmente se hace uso de dos tipos de cronómetros para la toma de tiempos, el ordinario y el de vuelta a cero, se lleva a cabo cuando una de las siguientes problemáticas.

- Se realiza una actividad u operación, nueva al proceso
- Se presentan demoras causadas por una actividad que retrase el proceso
- Se encuentran bajos rendimientos o tiempos muertos de alguna maquina o actividades.

c) Tabla de tiempos

Consiste en una tabla donde se coloca la hoja de observaciones, que pueda sostenerla con comodidad el analista, y en la que se asegura en la parte superior un reloj para tomar tiempos.

Formularios de estudio de tiempo

Es hoja de observaciones contiene una serie de datos como el nombre del producto, nombre de la pieza, número de parte, fecha, operario, nombre de la operación, nombre de la máquina, cantidad de observaciones registradas, tiempo promedio, tiempo normal, tiempo estándar, meta por hora, la meta por día y el nombre del observador.

Tabla electrónica de tiempos

La tabla electrónica de tiempos es una hoja que se realiza en Excel donde se inserta el tiempo del proceso y automáticamente ella calculará tiempo estándar, producción por hora, producción por turno y cantidad de operarios necesarios.

d) Diagrama de Espaguetti

Es muy importante tener a escala el área de trabajo para que la proporción de las distancias que se van a recorrer sean viables, la cual se inicia con la observación de los movimientos y posiciones recorridas que pertenecen al proceso y se va realizando el trazado en el diagrama, en este punto es muy importante marcar la dirección y el orden de la secuencia de sus pasos, así como el tiempo que está en cada una de las estaciones.

Con el diagrama de espagueti podremos ver como existen una serie de líneas dentro de nuestro que mapa que marca las posiciones que recorre el operario, muy importante aquí es marcar la dirección y el orden de secuencia de sus pasos, así como el tiempo que está en cada una de las estancias.

Una vez trazados los recorridos se realiza el análisis de cómo están colocados los objetos en el puesto de trabajo y efectuar una reorganización física para reducir tiempos y distancias, es recomendable comenzar con las actividades de mayor frecuencia y/o donde hay implicados muchos operarios para la realización de la actividad.

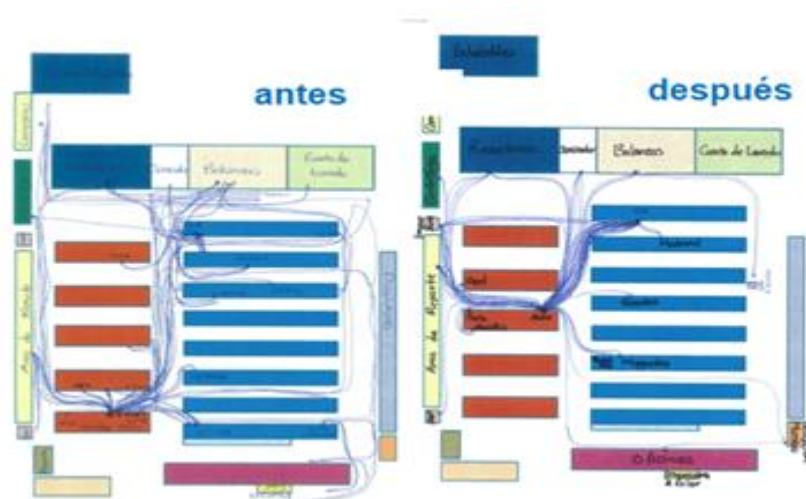


Fig. 15 Diagrama de Espagueti

El mapeo de espagueti es a menudo una herramienta muy útil para la visualización de los flujos de trabajo durante una implementación de las 5S.

e) Detección de desperdicios.

La filosofía Lean Manufacturing persigue la reducción de los desperdicios en los procesos en la búsqueda de un sistema de trabajo óptimo.

El objetivo de la metodología 7 mudas (Desperdicios) es eliminar las actividades que no agregan valor al producto para reducir costos aumentar la calidad y aumentar el nivel de servicio al cliente a continuación, se presentan cuáles son los 7 desperdicios que deben ser reducidos:

1. **SOBREPRODUCCIÓN:** El peor tipo de desperdicio es la sobre producción, y esta ocurre cuando la operación continúa después de que debió detenerse, causando que se generen inventarios que el cliente no necesita.
2. **ESPERAS:** Esto ocurre cuando los procesos finales de la cadena de valor se detienen porque no han recibido el material que se suponía deberían de tener y es aquí donde los recursos se pierden usándolos en actividades que no generan valor.
3. **TRANSPORTE:** Esto son movimientos innecesarios de materiales, WIP inventarios en proceso que son movidos de una operación a otra. El transporte debe ser minimizado por dos razones principalmente, una porque agrega tiempo de proceso y otra porque en el movimiento podemos dañar el producto.
4. **EXTRAPROCESO:** Aquí nos referimos a las operaciones que se agregan que no pertenecen al proceso ideal o definido previamente, como los re trabajos, reprocesos, manipulaciones y almacenajes. Lo anterior ocurre por

los defectos, los altos o bajos inventarios pre negociados, sobre producciones, información de ventas equivocada.

5. **INVENTARIO:** Este se refiere al extra inventario que no fue negociado con el cliente, aquí incluimos demasiada materia prima, demasiado WIP inventario en proceso y demasiado producto terminado. Los excesos de inventario también incluyen las partes que no han sido enviadas y las refacciones que nunca son usadas. Solo mantenga en la cadena de valor los materiales que el cliente vaya a usar.
6. **MOVIMIENTOS:** Este término se refiere a los pasos extras que los empleados o los equipos toman por un acomodo ineficiente de la planta, por defectos, re procesos, sobre producción, muy poco o inventario excedido tanto los movimientos adicionales como la transportación excedente toma tiempos adicionales de fabricación no agregando valor al producto o servicio.
7. **DEFECTOS:** Son aspectos que tus productos o servicios no están conformes a los requerimientos de nuestros clientes, estos causan insatisfacción y por ende perdida del mercado, además ocultan costos por garantías, devoluciones o disputas con los clientes por multas o sanciones.



Fig. 16 MUDA

i) 5'S

5S es una herramienta de gestión visual fundamental dentro de Lean Manufacturing, y utilizada habitualmente como punto de partida para introducir la mejora continua en la empresa. Su misión es optimizar el estado del entorno de trabajo, facilitar la labor de los empleados y potenciar su capacidad para la detección de problemas. Con su implementación conseguimos mejorar la productividad del proceso y aumentar la calidad.

Hay que tener en cuenta que esta es una actividad que depende de la participación de todo el personal de la empresa. Se debe concienciar a los diferentes empleados de que van a ser capaces de mejorar su ambiente de trabajo

El primer paso es realizar un “taller 5S piloto”, en una parte de la planta donde se hallan detectado problemas organizativos y de orden. Esta iniciativa estará compuesta por un grupo reducido de personas (de 3 a 5), formado por el/los operarios implicados en el proceso, el responsable de mejora continua y otros mandos intermedios que pudieran contribuir. Una vez designado este grupo, la implantación comienza por la primera “S” y avanza hasta completar la quinta mediante el siguiente proceso:

1ª S – CLASIFICACIÓN (SEIRI)

Consiste en identificar y clasificar los materiales indispensables para la ejecución del proceso. El resto, se considerará material innecesario y por lo tanto se eliminará o separará. A partir de ese momento, se realizará un inventario estándar de cada puesto de trabajo.

2ª S – ORGANIZACIÓN (SEITON)

En segundo lugar, se procede a ordenar los materiales indispensables, facilitando las tareas de encontrar, usar y reponer estos útiles.

Con ello se consigue eliminar tiempos no productivos asociados a la búsqueda de materiales y desplazamientos innecesarios.

3ª S – LIMPIEZA (SEISO)

Es indispensable localizar y eliminar la suciedad del puesto de trabajo, así como su correcto mantenimiento.

Disponer de un estándar adecuado de limpieza y organización repercute directamente en la motivación del personal, además de reducir en gran medida los accidentes y lesiones.

4ª S – ESTANDARIZAR (SEIKETSU)

El proceso de estandarizar trata de distinguir fácilmente una situación “normal” de una “anormal”, es decir, el personal debe ser capaz de discernir cuando las tres eses anteriores se están aplicando correctamente y cuando no.

Es imprescindible que todo el personal de planta disponga de la formación adecuada para identificar este tipo de situaciones.

5ª S – SEGUIR MEJORANDO (SHITSUKE)

Las 5S no tienen un fin definido. Es un ciclo que se repite continuamente y en el que se debe de disponer de una disciplina para mantener un puesto de trabajo ordenado y limpio.

El éxito en la implantación de las 5S, genera un espacio de trabajo mucho más agradable, se reducen stocks, accidentes y se aumenta la productividad y satisfacción del personal de la empresa. Por ello la prioridad es mantener esta disciplina de una forma rigurosa y constante.

j) Diagrama de Gantt

Un diagrama de Gantt es una herramienta útil para planificar proyectos. Al proporcionarte una vista general de las tareas programadas, todas las partes implicadas sabrán qué tareas tienen que completarse y en qué fecha.

Un diagrama de Gantt te muestra:

1. La fecha de inicio y finalización de un proyecto
2. Qué tareas hay dentro del proyecto

			Proyecto: ?										CLIENTE: ?											
Equipo de Trabajo: ?													PARTES: ?											
													PROYECTO: ?											
N°	Sub.	S.S.	ACTIVIDADES	OBJETIVO	RESPONSABLE	FECHA DE INICIO	FECHA FINAL TENTATIVA	FECHA FINAL	Estatus	%											Observaciones y/o Comentarios			
										10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%					
1.0									Asignar FECHA DE INICIO	1														
									Asignar FECHA DE INICIO	1														
									Asignar FECHA DE INICIO	1														
									Asignar FECHA DE INICIO	1														
									Asignar FECHA DE INICIO	1														
									Asignar FECHA DE INICIO	1														
									Asignar FECHA DE INICIO	1														
									Asignar FECHA DE INICIO	1														
									Asignar FECHA DE INICIO	1														
									Asignar FECHA DE INICIO	1														
									Asignar FECHA DE INICIO	1														
									Asignar FECHA DE INICIO	1														
									Asignar FECHA DE INICIO	1														
									Asignar FECHA DE INICIO	1														
									Asignar FECHA DE INICIO	1														
									Asignar FECHA DE INICIO	1														
									Asignar FECHA DE INICIO	1														
									Asignar FECHA DE INICIO	1														
									Asignar FECHA DE INICIO	1														
									Asignar FECHA DE INICIO	1														
									Asignar FECHA DE INICIO	1														
									Asignar FECHA DE INICIO	1														
									Asignar FECHA DE INICIO	1														
									Asignar FECHA DE INICIO	1														
									Asignar FECHA DE INICIO	1														
									Asignar FECHA DE INICIO	1														
									Asignar FECHA DE INICIO	1														
									Asignar FECHA DE INICIO	1														

Fig. 17 Formato de diagrama de Gantt

El Gantt nos ayuda a identificar cuál es el camino crítico de los trabajos que no deben sufrir retraso y por consiguiente necesitan estar controladas con mayor atención. Si llegara a ocurrir ese contratiempo que retrasara el proceso, esto afectaría en cadena al plazo del proyecto completo.

Bibliografía

- Cruelles Ruíz, J. A. (2012). *Productividad e incentivos*. Barcelona: marcombo.
- E. Meyers, F. (2010). *Estudio de tiempos y movimientos*. México: pearson educación.
- García Criollo, R. (2008). *Estudio del trabajo*. México: Mc Graw Gill.
- janania camilo, A. (2008). *Manual de tiempos y movimientos, Ingeniería de Métodos*. México: Limusa.
- Kjell, Z. (2008). *Manuel del Ingeniero Industrial*. Mc Graw Hill.
- Lauri, K. H. (16 de 11 de 2022). *MRP easy*. Obtenido de MRP easy: <https://www.mrpeasy.com/blog/es/tiempo-de-ciclo/#:~:text=El%20tiempo%20de%20ciclo%20es,una%20etapa%20de%20su%20producci%C3%B3n>.
- López Peralta , J. (2014). *Estudio del trabajo, una nueva visión*. México: Patria.
- Medina, J. (s.f.).
- Montero Montalvo, O. (2002). *Introducción al estudio del trabajo*. España: Limusa.
- Palacios Acero, L. C. (2009). *Ingeniería de métodos movimientos y tiempos*. 2008: ECOE.
- Tuesta, F. M. (11 de 10 de 2021). *esan*. Obtenido de esan: <https://www.esan.edu.pe/conexion-esan/proceso-3p-que-es-y-como-implementarlo-en-una-empresa-lean>
- V. Rick, E. (2007). *Ingeniería de métodos*. bogota: Limusa.

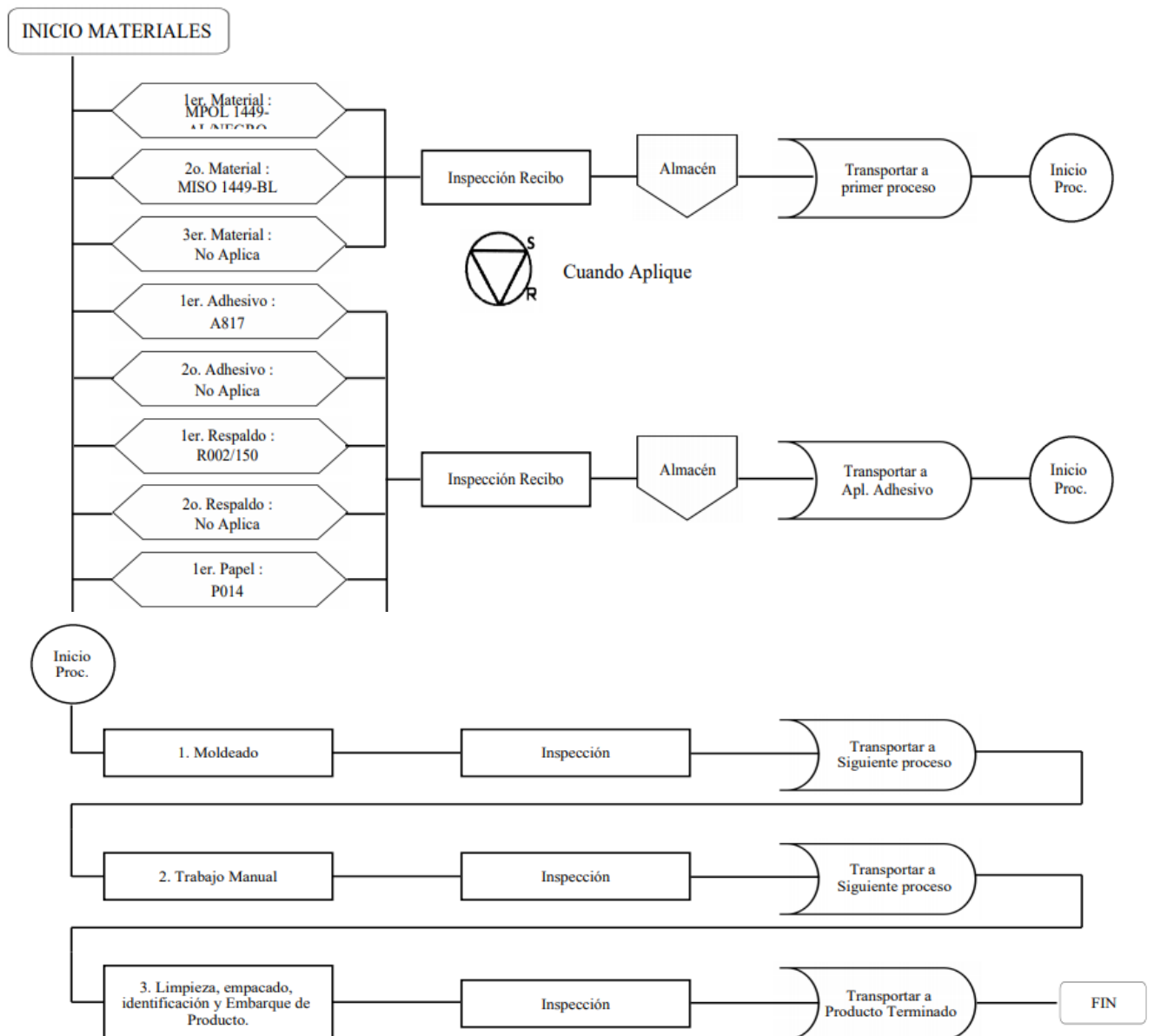
CAPITULO 3

DESARROLLO

3.1 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE PROCESO

Dando a conocer el área de Inyección para la nueva celda del cliente NYX, se llevará a cabo la instalación con las mejoras detectadas para cada uno de las problemáticas con la implementación de la metodología 3P.

Diagrama de flujo del proceso.



3.2 GANTT DE ACTIVIDADES

			Proyecto:Implementación de la metodología 3P Mejora para el Proceso de Inyección de Poliuretano IP9															CLIENTE: NYX		
			<u>Equipo de Trabajo: Sergio Ramos, Sarai Fernandez, Christian Mejia</u>															PARTES: C24086 - C24087		
																		PROYECTO:		
Nº	Sub.	S.S.	ACTIVIDADES	RESPONSABLE	FECHA DE INICIO	FECHA FINAL TENTATIVA	FECHA FINAL	Estatus	(%)										Observaciones y/o Comentarios	
									10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%		
1			Toma de tiempos en el proceso	Sarai Fernandez	04/11/2019	24/11/2019	11/11/2019	Actividad Completa	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%		
2			Diagrama de spaghetti	Sarai Fernandez	04/11/2019	24/11/2019	11/11/2019	Actividad Completa	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%		
3			Elaboracion y aprobacion de lay-out	Sarai Fernandez	04/11/2019	24/11/2019	11/11/2019	Actividad Completa	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%		
4			Realizar Analisis de impacto de las propuestas de lay out	Sarai Fernandez	18/11/2019	22/11/2019	22/11/2019	Actividad Completa	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%		
5			Realizar lista de requerimiento de la propuesta seleccionada	Sarai Fernandez	18/11/2019	27/11/2019	28/11/2019	Actividad Completa	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%		
6			Requisicion de materiales	Mantenimiento	09/12/2019	17/12/2019	10/12/2019	Actividad Completa	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%		
7			Asignacion de actividades	Sarai Fernandez	02/12/2012	09/12/2019	09/12/2019	Actividad Completa	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%		
8			Cotizacion de materiales para mesas y racks de la celda IP9	Mantenimiento	02/12/2019	06/12/2019	09/12/019	Actividad Completa	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%		
9			Requisicion de contenedores para piezas	Sarai Fernandez	02/12/2019	27/12/2019	10/01/2020	Actividad Completa	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%		
10			Presentar propuestas al STAFF y solicitar aprobacion	Sarai Fernandez	16/12/2019	25/12/2019	25/12/2019	Actividad Completa	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%		
11			Elaboracion de carro transportador de piezas - Inyección	Mantenimiento	11/12/2019	16/12/2019	16/12/2019	Actividad Completa	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%		

12		Elaboracion de 3 mesas de trabajo	Christian Mejia	16/12/2019	10/01/2020	10/01/2020	Actividad Completa	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%	
13		Elaboracion de flowracks para celda	Mantenimiento	07/01/2020	20/01/2020	10/01/2020	Actividad Completa	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%	
14		Elaboracion de conveyors	Mantenimiento	16/12/2019	03/01/2020	20/01/2020	Actividad Completa	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%	
15		Elaboracion de flowrack para maquina laser	Mantenimiento	20/01/2020	27/01/2020	05/02/2020	Actividad Completa	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%	
16		Realizar modificaciones a mesas de trabajo	Mantenimiento	10/02/2020	13/02/2020	13/02/2020	Actividad Completa	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%	
17		Instaalacion de maquina Láser	Mantenimiento	10/02/2020	17/02/2020	17/02/2020	Actividad Completa	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%	
18		Cambios de mejora en el area	Sarai Fernandez	24/02/2020	05/03/2020	05/03/2020	Actividad Completa	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%	
19		Delimitaciones en el area	Sarai Fernandez	24/02/2020	05/03/2020	05/03/2020	Actividad Completa	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%	
20		Modificacion en la mesa de aplicación de adhesivo	Mantenimiento	09/03/2020	16/03/2020	16/03/2020	Actividad Completa	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%	
21		Implementacion de 5' s en el area	Sarai Fernandez	09/03/2020	16/03/2020	16/03/2020	Actividad Completa	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%	
22		Distribucion en el area de trabajo con el nuevo concepto	Sarai Fernandez	16/03/03/20	20/03/2020	20/03/2020	Actividad Completa	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%	
23		Modificacion en el area retirando maquina laser	Mantenimiento	16/03/03/21	20/03/2020	20/03/2020	Actividad Completa	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%	
24		Distribucion en el area de trabajo con el nuevo concepto	Sarai Fernandez	20/03/03/20	26/03/2020	26/03/2020	Actividad Completa	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%	
25		Capacitacion a operadores para el nuevo flujo	Sarai Fernandez	30/03/2020	13/04/2020	30/04/2020	Actividad Completa	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%	
								Fecha:										08-may-20
								Líder de Proyecto:										Karen Sarai Fernandez Soto

Se realizó un Gantt de actividades de esta manera facilitaría el seguimiento progresivo de las actividades, determinando detalladamente las acciones necesarias para llevar a cabo el programa.

3.3 TOMA DE TIEMPOS SITUACIÓN ACTUAL

A continuación, se realiza la toma de tiempo de cada uno de los operadores en cada una de los procesos, de esta manera se balancea la carga de trabajo para cada operador, a su vez se minimizará y/o eliminara el tiempo improductivo es decir el tiempo que no agrega valor al proceso.

a) Toma de tiempos de la Pieza Derecha

Los tiempos obtenidos de cada operador para el número de parte Derecha C24086 se presentan en las siguientes tablas:

	Operador 1	
	Rebabeo RH	
Actividad	Cantidad de piezas	Tiempo por pieza
Rebabeo Derecha	10	2.11
	10	2.35
	10	2.47
	10	2.27
	10	2.25
	10	2.16
	10	2.27
	10	2.02
	10	2.17
	10	2.2
	10	2.15
	10	2.12
	10	2.12
	10	2.27
	10	2.25
Total	150	2.212

Tabla 1 Toma de tiempos

Toma de tiempos de Rebabeo por Láser

	Operador 2	
	Máquina Láser	
Actividad	Cantidad de piezas	Tiempo por pieza
Máquina Láser	8	30
	8	30
	8	30
	8	30
	8	30
	8	30
	8	30
	8	30
	8	30
Total	80	30

Tabla 2 Toma de tiempos

Toma de tiempos de Aplicación de adhesivo Pieza Derecha

	Operador 3	
	Aplicación de adhesivo RH	
Actividad	Cantidad de piezas	Tiempo por pieza
Aplicación de adhesivo	10	23.85
	10	14.87
	10	21.89
	10	23.59
	10	18.5
	10	17.52
	10	21.65
	10	23.67
	10	21.49
	10	19.67
	10	18.34
	10	21.45
	10	19.58
	10	14.75
	10	18.79
Total	150	19.974

Tabla 3 Toma de tiempos

Toma de tiempos de Inspección y Empaque

	Operador 3	
	Inspeccion y empaque	
Actividad	Cantidad de piezas	Tiempo por pieza
Inspeccion y empaque	16	47.54
	16	54.21
	16	52.35
	16	78
	16	56.56
	16	58.16
	16	49.43
	16	45.23
	16	42.34
	16	48.41
Total	160	53.223

Tabla 4 Toma de tiempos

En resumen, se presenta los siguientes datos en el cual se observa un tiempo ciclo de 104.94 seg. en el proceso de la pieza derecha:

Operador	Actividades	Tiempo Seg.
1	Rebabeo de la pieza	2.21
2	Rebabeo Láser	30
3	Aplicación de adhesivo	19.5
4	Inspeccion y empaque	53.23
Total		104.94

Tabla 5 Tiempo ciclo del proceso

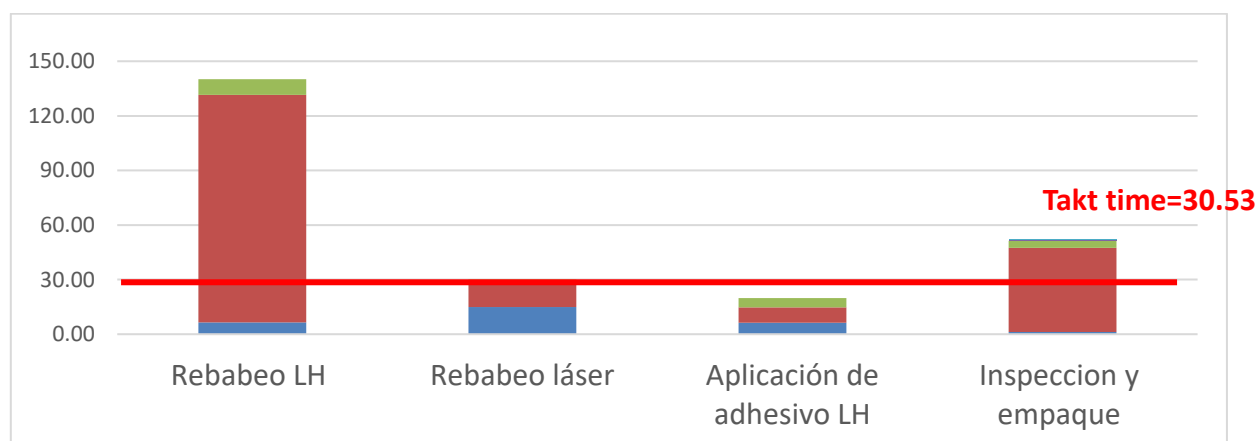


Fig. 18 Grafica tiempos de actividades

En la gráfica se muestra que no se tiene un balance de actividades de los operadores y no se está cubriendo con el takt time para cubrir la demanda del cliente

b) Toma de tiempos de la Pieza Izquierda C24087

	Operador 1	
	Rebabeo LH	
Actividad	Cantidad de piezas	Tiempo por pieza
Rebabeo Izquierda	10	1.4
	10	1.38
	10	1.43
	10	1.37
	10	1.47
	10	1.48
	10	1.37
	10	1.19
	10	1.42
	10	1.49
	10	1.47
	10	1.35
	10	1.49
	10	1.54
	10	1.45
Total	150	1.42

Tabla 6 Tabla de toma de tiempos

Toma de tiempos de rebabeo láser

	Operador 2	
	Máquina Láser	
Actividad	Cantidad de piezas	Tiempo por pieza
Máquina Láser	8	30
	8	30
	8	30
	8	30
	8	30
	8	30
	8	30
	8	30
	8	30
	8	30
Total	80	30

Tabla 7 Tabla de toma de tiempos

Toma de tiempos de Aplicación de adhesivo Pieza Izquierda

	Operador	
	Aplicación de adhesvio LH	
Actividad	Cantidad de piezas	Tiempo por pieza
Aplicación de adhesivo	10	22.85
	10	14.87
	10	21.89
	10	21.59
	10	18.5
	10	17.52
	10	19.65
	10	19.67
	10	18.49
	10	15.32
	10	17.58
	10	16.58
	10	19.58
	10	14.75
	10	18.79
Total	150	18.50866667

Tabla 8 Tabla de toma de tiempos

Toma de tiempos de Inspección y Empaque

	Operador 3	
	Inspeccion y empaque	
Actividad	Cantidad de piezas	Tiempo por pieza
Inspeccion y empaque	16	47.43
	16	54.45
	16	52.35
	16	57.56
	16	56.56
	16	58.16
	16	49.43
	16	45.23
	16	42.34
	16	48.41
Total	160	51.192

Tabla 9 Tabla de toma de tiempos

Operador	Actividades	Tiempo Seg.
1	Rebabeo de la pieza	1.42
2	Rebabeo Láser	30
3	Aplicación de adhesivo	18.5
4	Inspeccion y empaque	51.19
Total		101.11

Tabla 10 Tabla tiempo ciclo del proceso

En resumen, se presenta los siguientes datos en el cual se observa un tiempo ciclo de 101.11 seg. en el proceso de la pieza Izquierda:

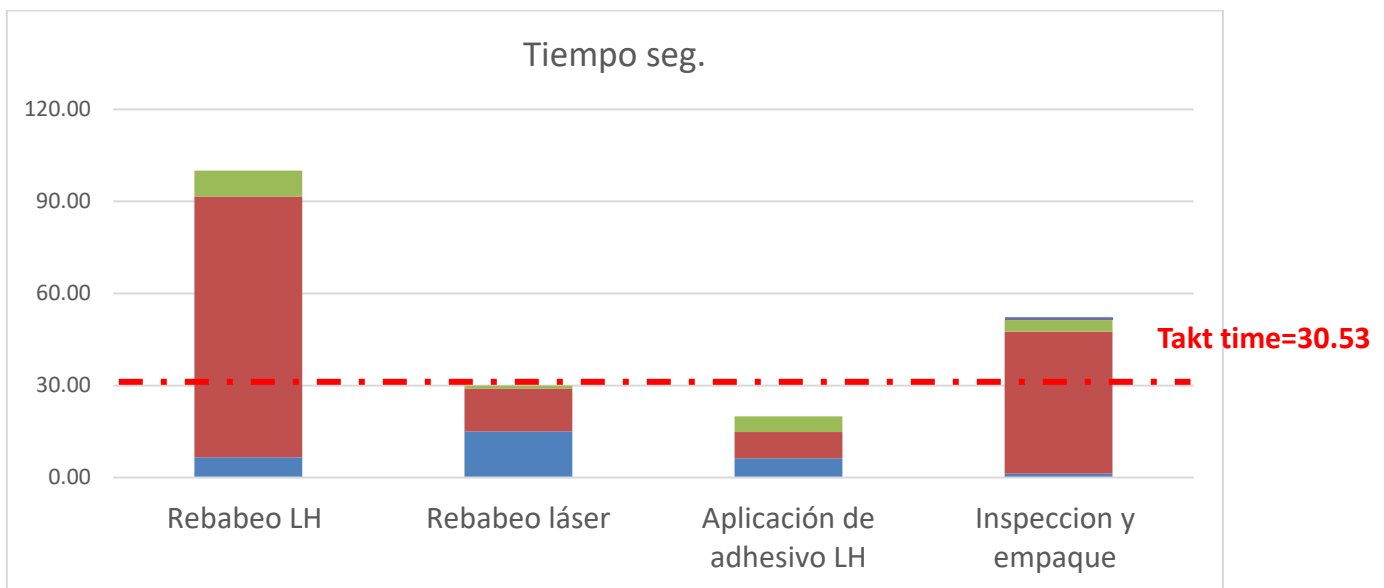


Fig. 19 Grafica tiempos de actividades

3.4 ANÁLISIS DE MOVIMIENTOS (DIAGRAMA DE SPAGHETTI).

En la situación actual del proceso de inyección y rebabeo, se realiza un análisis en el cual con ayuda de un diagrama de espagueti se visualizó las distancias recorridas de cada operador, registrando en una tabla las actividades de cada operador y cantidad de metros lineales que recorrería cada operador en dichas actividades.

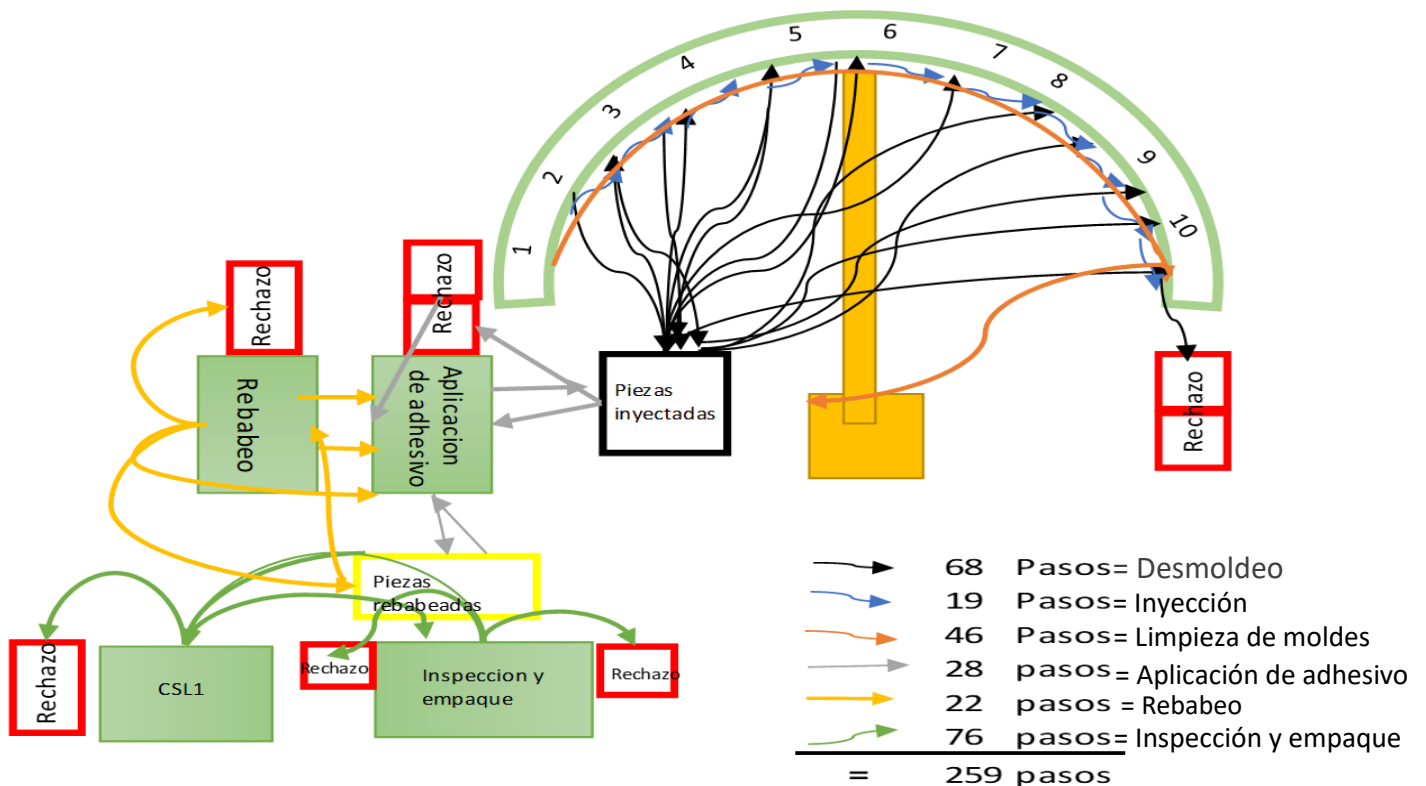


Fig. 20 Lay-Out IP9

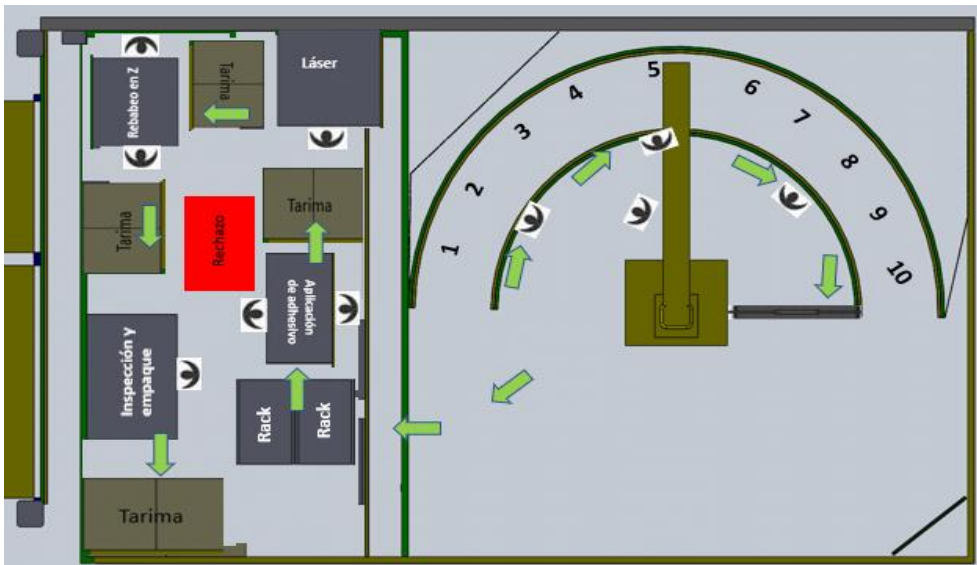
Movimientos	Metros
Desmoldeo	58
Inyeccion	19
Limpieza de moldes	46
Aplicacion de adhesivo	28
Rebabeo	22
Inspeccion y empaque	76
Total	249

Tabla 10 Tabla distancias recorridas del proceso

Como resultado del análisis que se realizó se pudo identificar las distancias recorridas por cada uno de los operadores, el trayecto recorrido por el operador es demasiado alto, a lo que se dedujo que se tenía que realizar un mejor Lay-Out del proceso.

Posteriormente se realiza 4 propuestas de Lay-Out que se presentan a continuación indicando las actividades que realizar cada una de las propuestas.

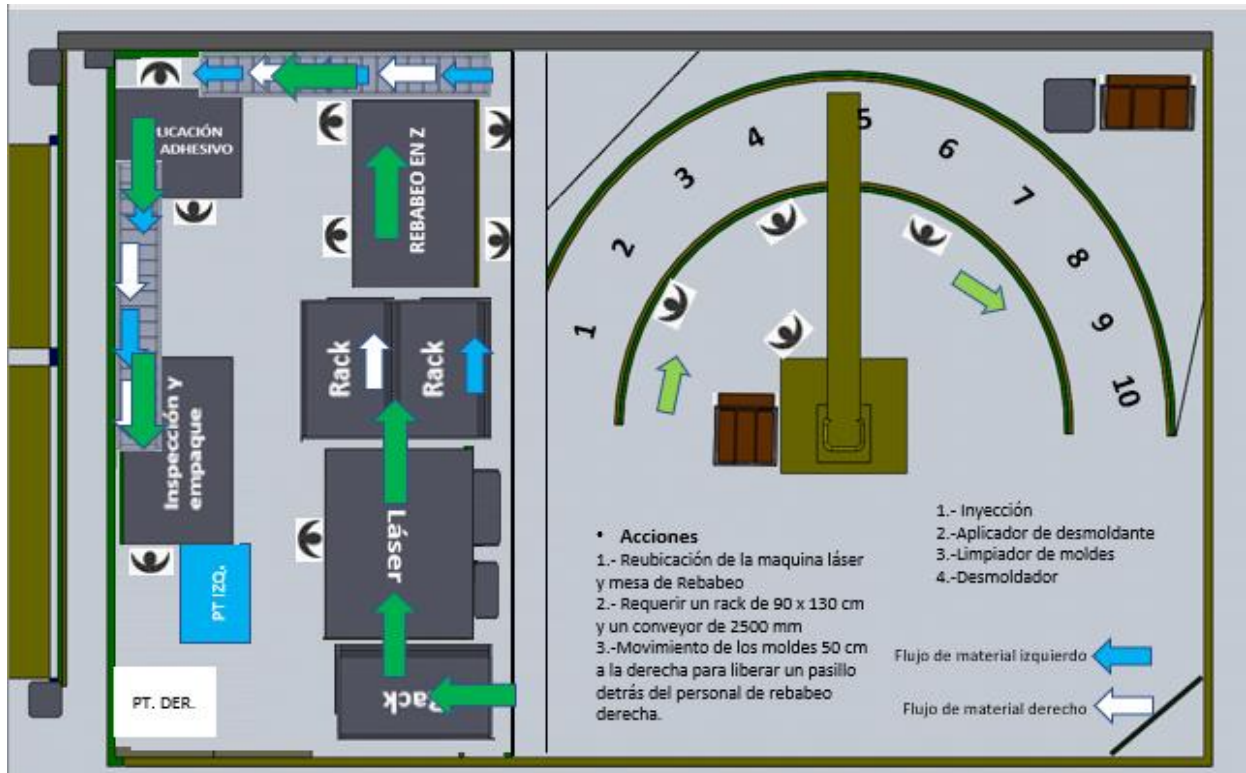
Propuesta 1.



Operador		Actividades - Inyección
Derecha C24086	1	Inyeccion de 14 moldes
	2	Desmoldear piezas y sopletea moldes
Izquierda C24087	3	Limpiar y aplicar desmoldante
	4	Colocar piezas en los racks

Operador		Actividades - Inyección
Derecha C24086	1	Tomar piezas del rack, aplica adhesivo y colocarla en tarima
	2	Tomar piezas de la tarima, colocarla en la maquina láser y colocar en tarima
Izquierda C24087	3	Tomar piezas de la tarima, rebabeear pieza y colocarla en la tarima
	4	Tomar pieza de la tarima, inspeccionar pieza y empaclarla

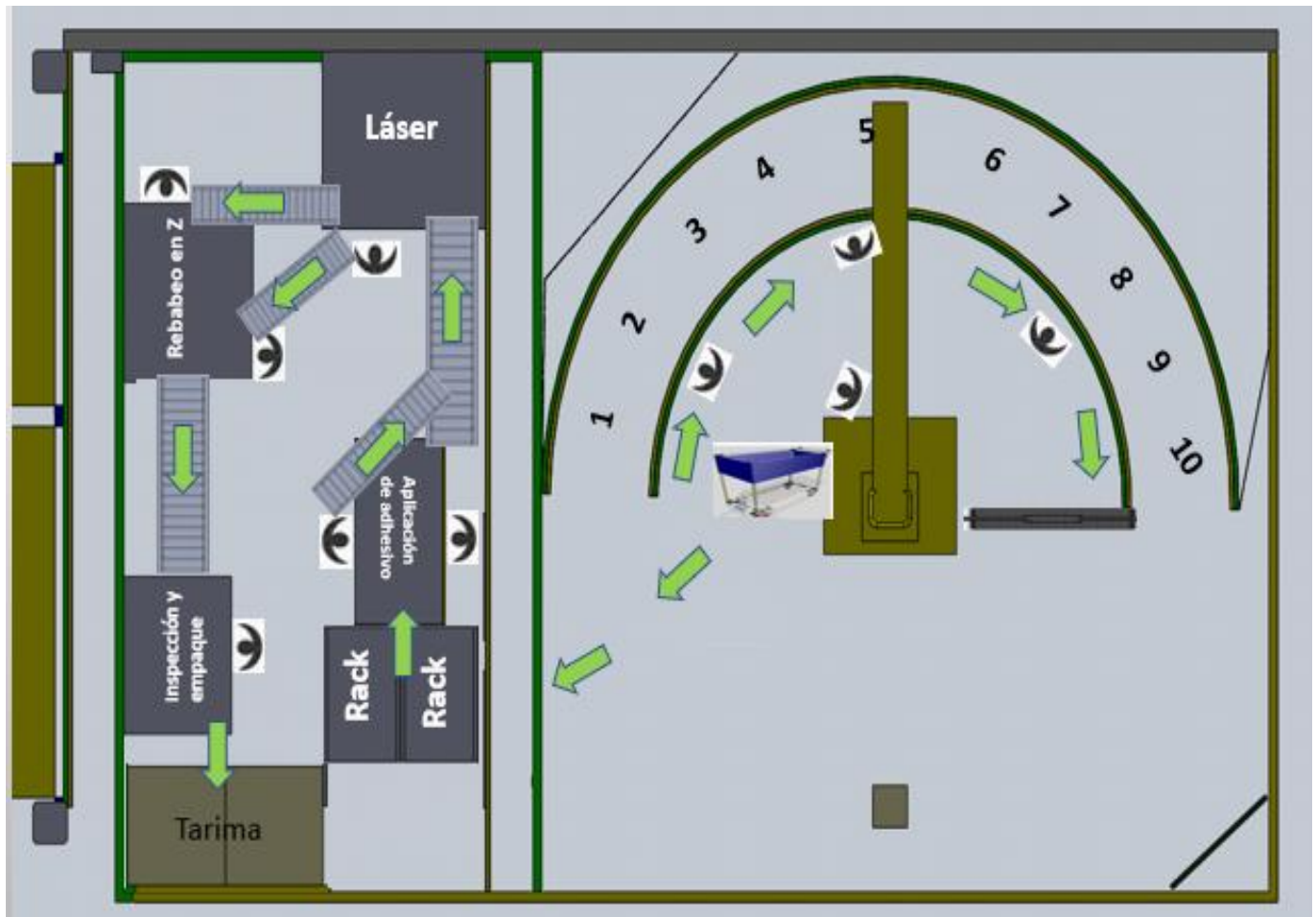
Propuesta 2.



Operador		Actividades - Inyección
Derecha C24086	1	Inyección de 14 moldes
	2	Desmoldar piezas y sopletear moldes
Izquierda C24087	3	Limpiar y aplicar desmoldante
	4	Colocar piezas en el carro de piezas para después llevarlas al rack

Operador		Actividades - Inyección
Derecha C24086	1	Tomar piezas del rack, colocar piezas en la máquina láser y colocarlas en el rack
	2	Tomar piezas del rack, rebabea pieza y la coloca en el conveyor.
Izquierda C24087	3	Tomar piezas del conveyor, aplicar adhesivo y colocarla en un siguiente conveyor
	4	Tomar pieza del conveyor, inspeccionar pieza y empaquetarla

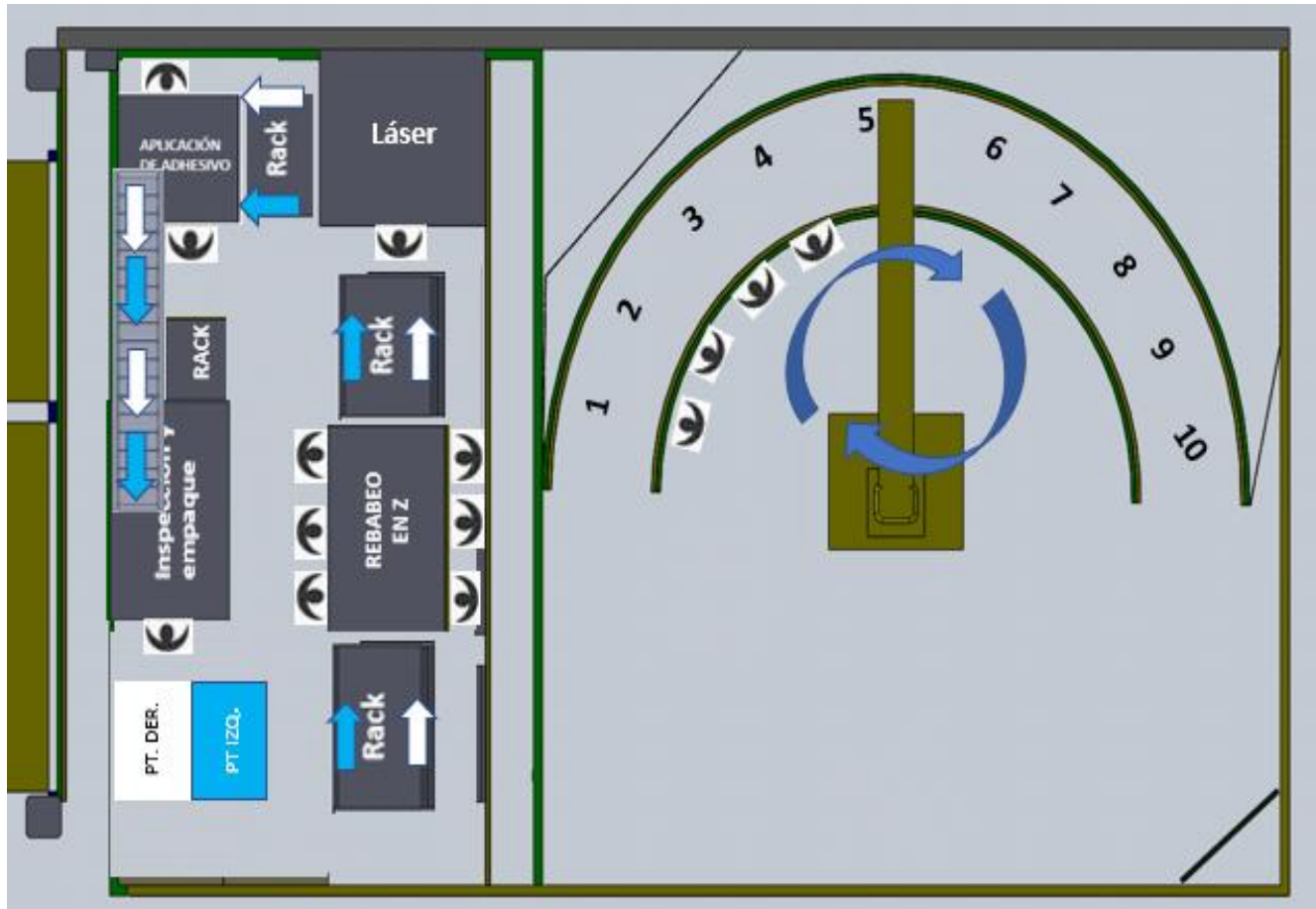
Propuesta 3



Operador		Actividades - Inyección
Derecha C24086	1	Inyección de 14 moldes
	2	Desmoldear piezas y colocarlas en un carro de piezas
Izquierda C24087	3	Limpiar y aplicar desmoldante
	4	Desmoldear piezas y colocarlas en un carro de piezas

Operador		Actividades - Inyección
Derecha C24086	1	Tomar piezas del rack, colocarle adhesivo y colocarla en el conveyor
	2	Tomar piezas del conveyor, colocar pieza en laser y colocarla en un siguiente conveyor
Izquierda C24087	3	Tomar piezas del conveyor, rebabeo pieza y colocarla en un siguiente conveyor
	4	Tomar pieza del conveyor, inspeccionar pieza y empaquetarla

Propuesta 4



Operador		Actividades - Inyección
Derecha C24086	1	Inyección de 7 moldes Desmoldea 1 pieza y la coloca en el carro
	2	Desmoldea 3 piezas las coloca en el carro de piezas, limpia 2 moldes
Izquierda C24087	3	Desmoldea 3 piezas y las coloca en el carro de piezas, limpia 2 moldes
	4	Limpia 3 moldes, sopletea moldes y lleva el carro de piezas al área de rebabeo

Operador		Actividades - Rebabeo, láser, aplicación de adhesivo y empaque
Derecha C24086	1	Tomar piezas del rack, rebabea pieza y la coloca en el rack
	2	Toma pieza del rack, coloca pieza en máquina láser y coloca en el siguiente rack
Izquierda C24087	3	Tomar piezas del rack, colocar adhesivo a la pieza y la coloca en un conveyor
	4	Tomar piezas del conveyor, inspecciona y empaqueta pieza.

Para llevar acabo propuesta que tuvo mayor impacto se realizó una lista de requerimientos para cada número de parte indicando al responsable para realizar cada actividad con un tiempo asignado y el requerimiento que se necesita para llevarla a cabo. Que a continuación se presentan:

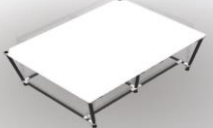
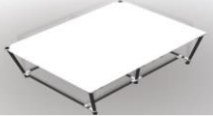
Requerimientos propuesta 4						
Proceso		Producto	Piezas	Fecha de entrega	Costo	Diseño
1	Inyección	Contenedores Cestas de polietileno de alta densidad Blanco	12	SEM 52	\$2.856,00	
		Contenedores Cestas de polietileno de alta densidad Azul	13	SEM 52	\$3.094,00	
		Carro transportador	1	SEM 50	\$1,470	
2	Rebabeo en Z	Flowrack	2	SEM 4 A 4	\$9,075.00	
		Workstation	1	SEM 51 A 1	\$1,835.00	
4	Aplicación de adhesivo	KLT BOX SHELF	1	SEM 2	\$2,736.00	
		KLT BOX SHELF	1	SEM 2	\$2,736.00	
		Workstation	1	SEM 51 A 1	\$1,635	
5	Inspección y empaque	Conveyor	1	SEM 51 A 1	\$4,000	
		Workstation	1	SEM 51 A 1	\$1,735	
			Total		\$25,222	

Tabla 10 Tabla Lista de requerimientos para la celda de trabajo

Por parte del departamento de Mejora Continua se realizó un Mock up (trazado en piso) de esta manera se determina que el espacio que se tenía establecido para llevar a cabo los procesos de la celda manufacturera de rebabeo, aplicación de adhesivo e inspección y empaque, con ayuda del departamento de seguridad e higiene, se determina las distancias entre pasillos y mesas de trabajo sean las adecuadas para la seguridad del trabajador.



Fig. 21 simulación en piso



Fig. 22 actual de los subprocessos

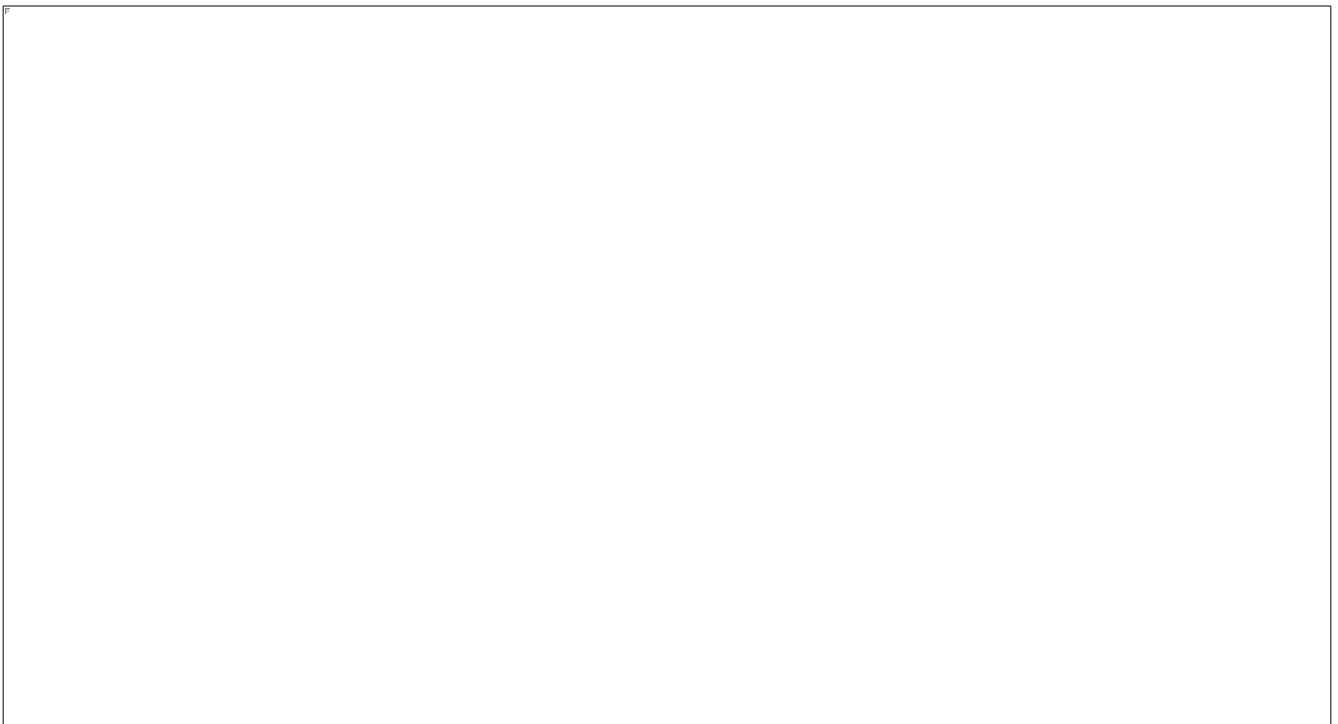
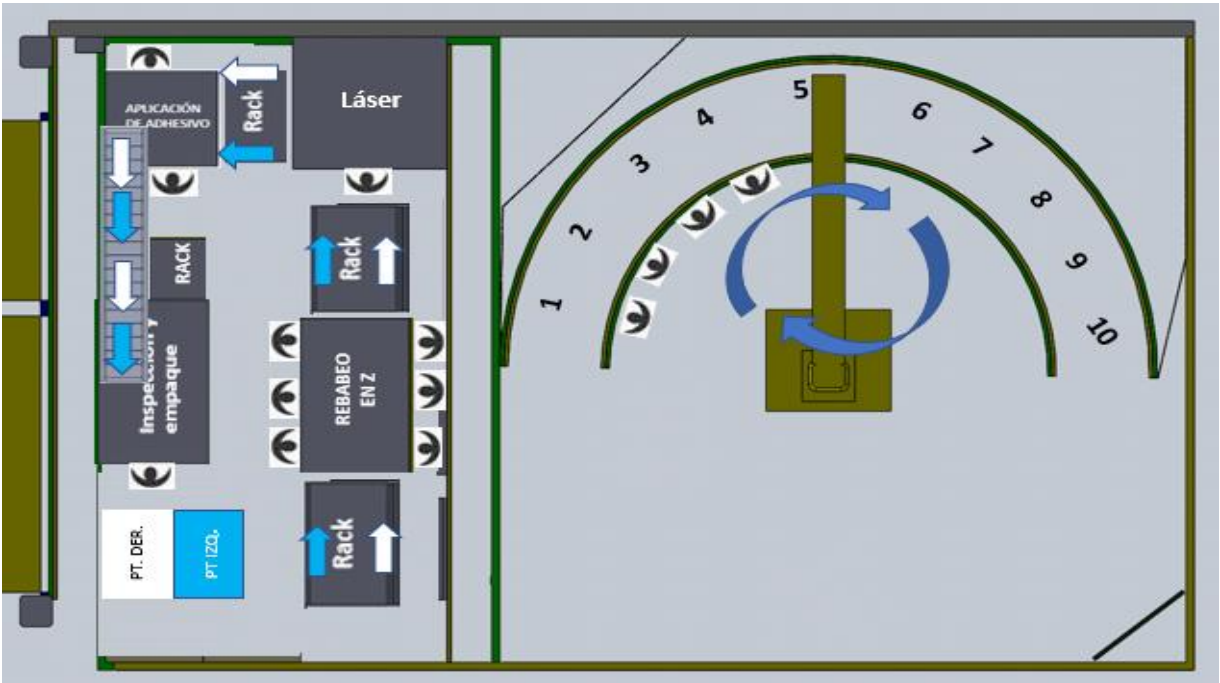
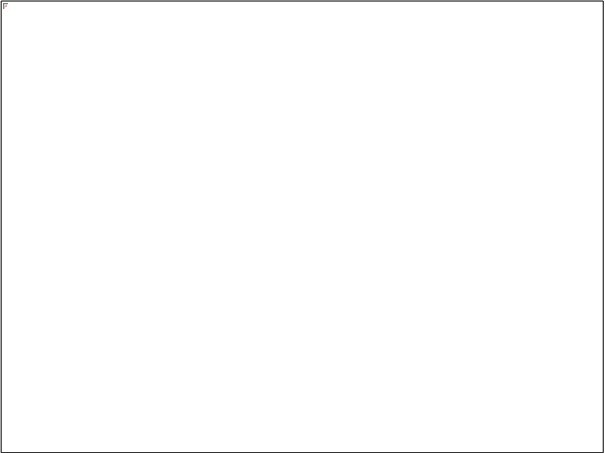


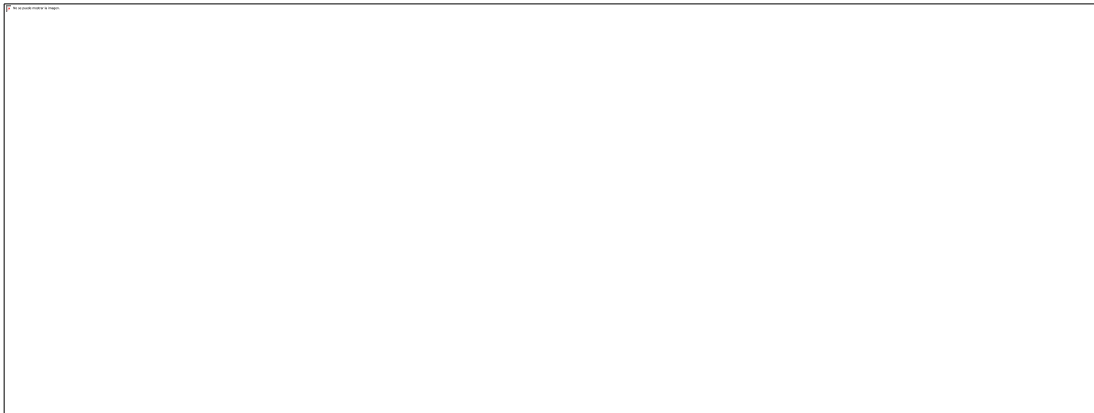
Fig. 23 actual de los subprocessos

Toma de tiempos



Operador		Actividades - Inyección
Derecha C24086 Izquierda C24087	1	Inyeccion de 7 moldes Desmoldea 1 piezas y las coloca en el carro
	2	Desmoldea 3 piezas las coloca en en carro de piezas, limpia 2 moldes
	3	Desmoldea 3 piezas y las coloca en en carro de piezas, limpia 2 moldes
	4	Limpia 3 moldes, sopletea moldes y lleva el carro de piezas al area de reababeo





Posteriormente se realizó la toma de tiempos con la propuesta que obtuvo mayor impacto mostrando los siguientes resultados:

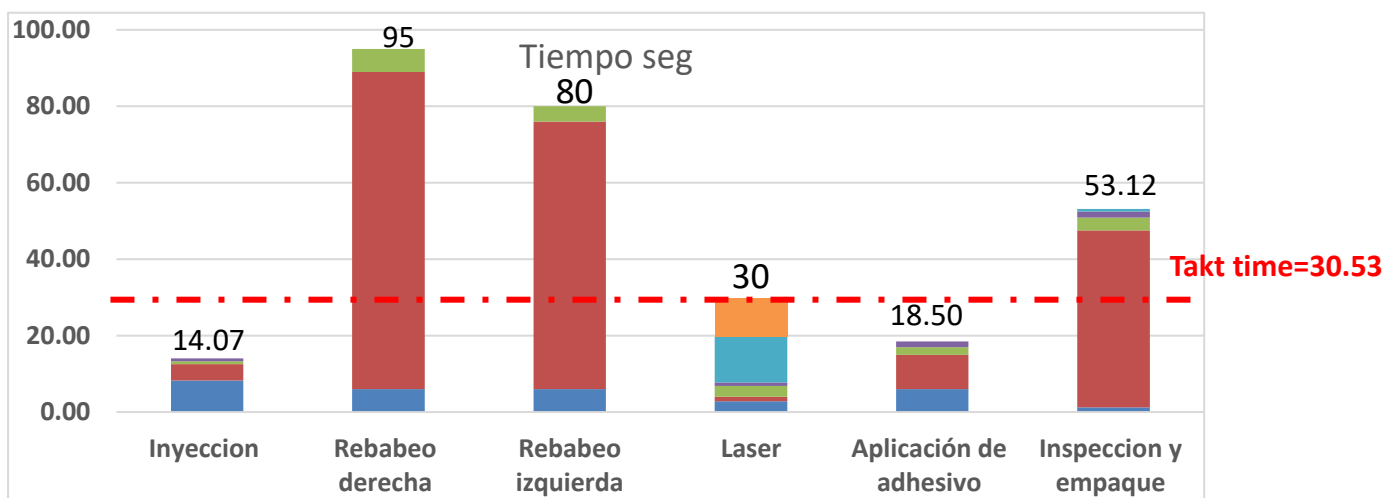


Fig. 24 Grafica tiempos de actividades

Se realizó la toma de tiempos en cada uno de los procesos de rebabeo, rebabeo láser, aplicación de adhesivo e inspección y empaque, los cuales se refleja en el gráfico de tal manera que nos indican las siguientes problemáticas durante el proceso:

- No se encuentran balanceadas las actividades en los procesos.
- Acumulamiento de material en las estaciones de trabajo.

En la gráfica se muestra que no se está cubriendo con el takt time para cubrir la demanda del cliente en cada uno de los procesos.

Celda de trabajo.

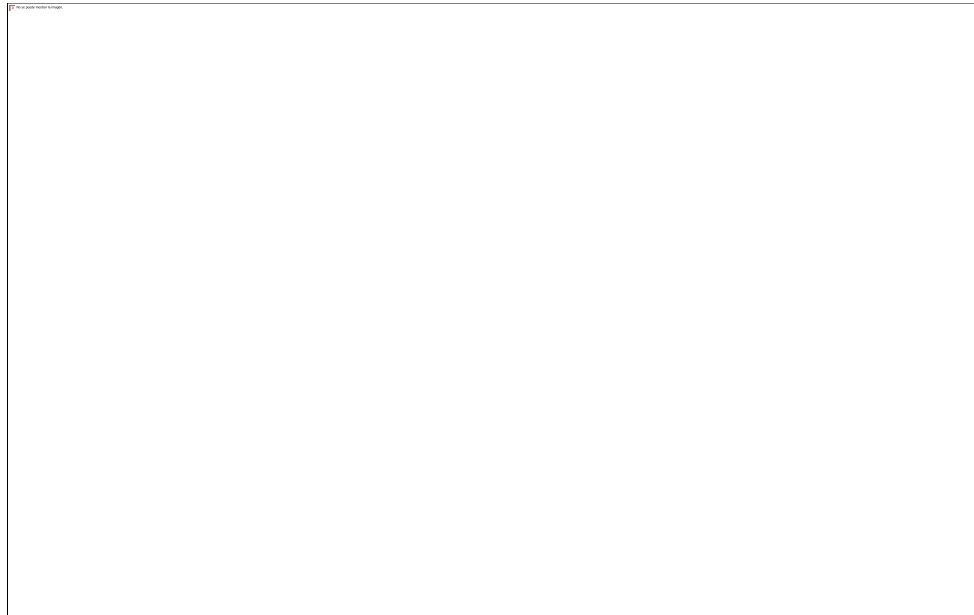


Fig. 25 Área de inyección

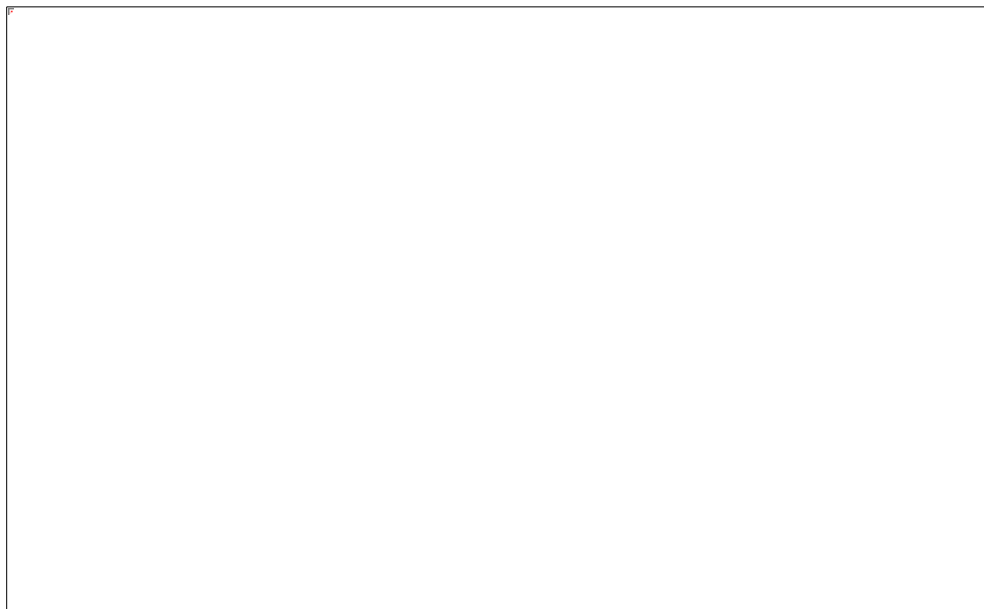


Fig. 26 Área de los subprocessos

CAPÍTULO 4

RESULTADOS

4.1 OPORTUNIDADES DE MEJORA

Se detectan oportunidades de mejora durante los procesos, parte desde los moldes de la inyección de las piezas, el rebabeo la aplicación de adhesivo y la inspección y empaque en el cual se realizaron nuevas tomas de tiempos para verificar que tan favorable es en la rebaba en la pieza.

El área de mantenimiento realiza en el proceso de inyección, una mejora para disminuir la rebaba en la pieza, se realizan pruebas colocando tiras de papel entre las tapas del molde, en diferentes puntos del cierre del mismo, para los ajustes de los moldes ajustándolos a posición 0, creando una instrucción de trabajo para estandarizar el método.

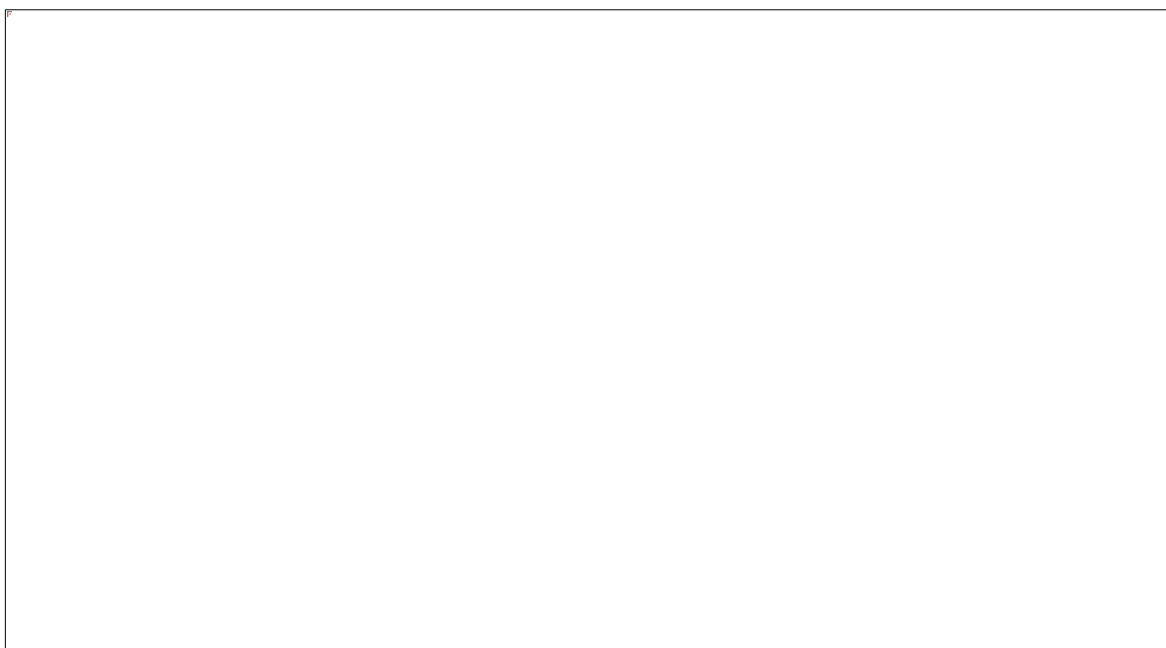


Fig. 27 Molde

Fig. 27 Molde de inyección

Toma de tiempos

Los nuevos tiempos obtenidos de cada operador en los procesos de rebabeo, aplicación de adhesivo e inspección y empaque para los dos números de parte se presentan en las siguientes tablas:

Tabla 11 Tiempos de la pieza izquierda C24086

Table with 1 column and 1 row. The cell contains a large empty rectangular area.

Tabla 12 Tiempos de la pieza izquierda C24087

Table with 1 column and 1 row. The cell contains a large empty rectangular area.

Tabla 13 Tiempos de aplicación y adhesivo

--

Tabla 13 Tiempos de inspección y empaque

Con los resultados obtenidos del proceso de rebabeo para ambos números de parte

--

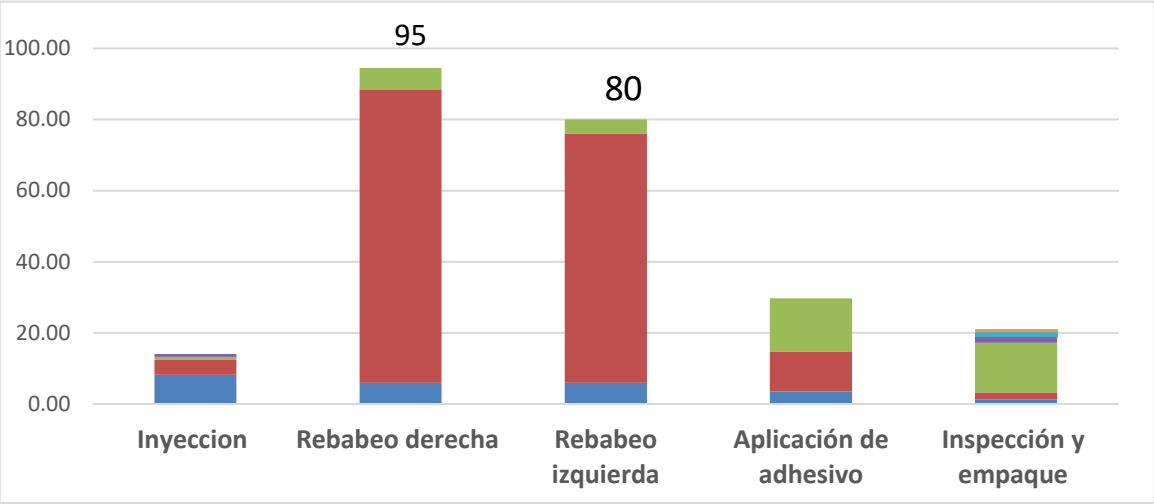
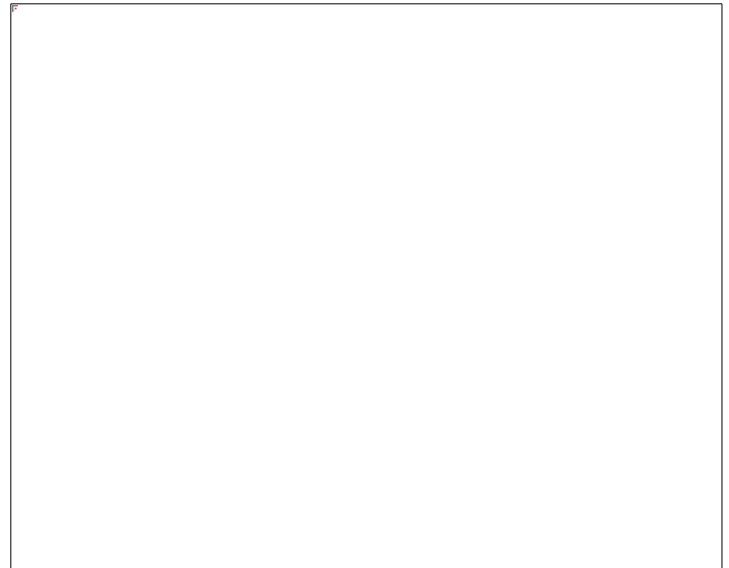


Fig. 28 Resultados



Fig. 29 Lay out IP9

Operador		Actividades - Inyección
Derecha C24086	1	Inyección de 7 moldes Desmoldea 1 pieza y las coloca en el carro
	2	Desmoldea 3 piezas las coloca en en carro de piezas, limpia 2 moldes
Izquierda C24087	3	Desmoldea 3 piezas y las coloca en en carro de piezas, limpia 2 moldes
	4	Limpia 3 moldes, sopletea moldes y lleva el carro de piezas al area de reababeo



Se muestra que la actividad de rebabeo y aplicación de adhesivo no se encuentra dentro del takt time por esa razón se balancean las actividades.

Indicamos las actividades para cada operador como se muestra en las tablas, implementando las oportunidades de mejora que se encontraron en la primera toma de tiempos.

Proceso Rebabeo de la pieza derecha: Se determino en el proceso del número de parte Derecha C24086 se llevará acabo con 3 personas de esta manera las actividades se encuentran balanceadas cumpliendo así con el takt time.

El SWIP es de 10 piezas por ciclo.

Proceso Rebabeo de la pieza Izquierda: Se determino en el proceso del número de parte Izquierda C24087 se llevará acabo con 2 personas de esta manera las actividades se encuentran balanceadas cumpliendo así con el takt time.

El SWIP es de 10 piezas por ciclo.

Proceso de Aplicación de adhesivo: Se llevará a cabo con 2 personas para estar dentro del takt time. El SWIP es de 8 piezas.

Proceso de Inspección y empaque: Se llevará a cabo con 1 personas para estar dentro del takt time. El SWIP es de 4 piezas por ciclo.

De esta manera de logra el flujo pieza a pieza durante el proceso

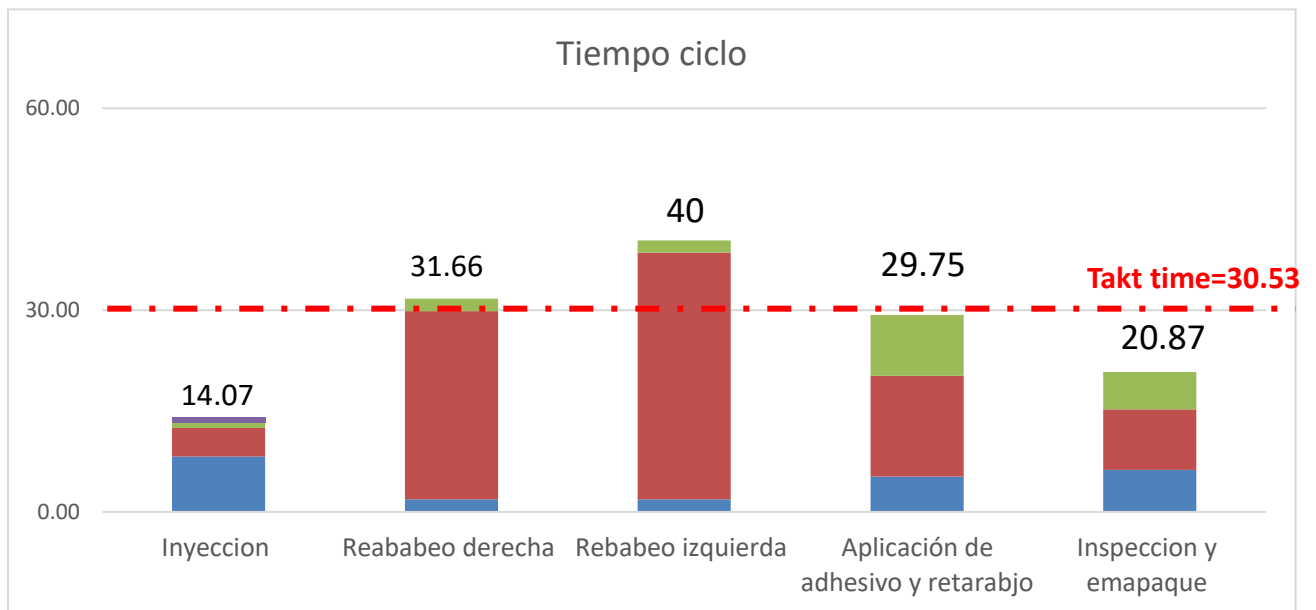


Fig. 30 Tiempo de ciclo

4.2 ESTANDARIZACIÓN PARA EL PROCESO DE REBABEO.

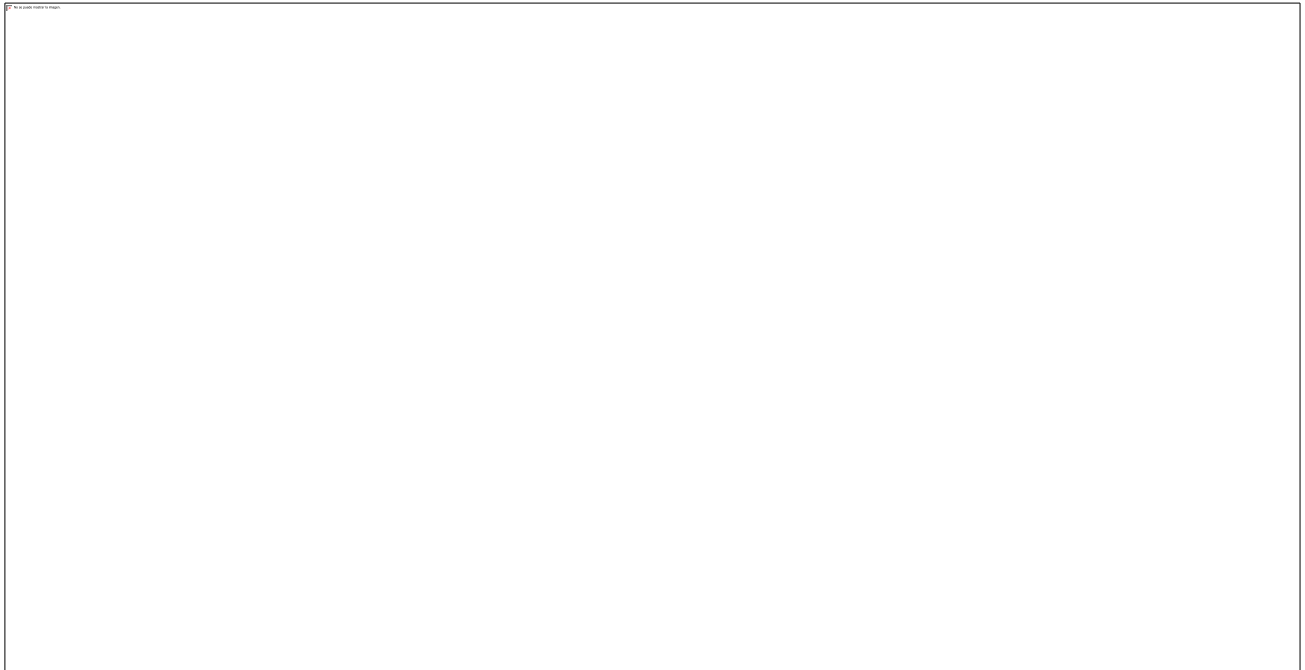


Fig. 31 Ayuda visual para el rebabeo C24087

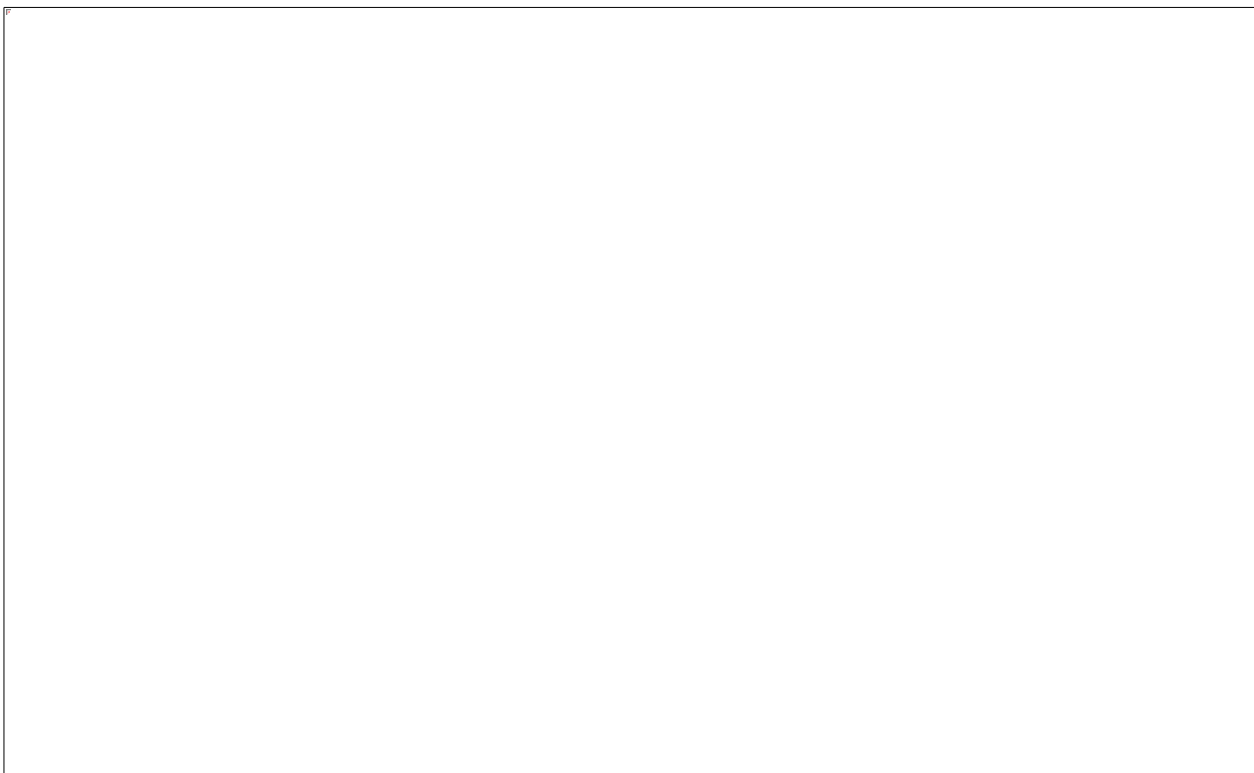


Fig. 32 Ayuda visual para el rebabeo C24086

Una vez determinadas las actividades para cada operador se realiza el trabajo estándar en cada uno de los procesos, y a su vez indicar como está determinado el proceso de rebabeo, aplicación de adhesivo e inspección y empaque para ambos números de parte esto como ayuda para que el operador pueda visualizar las actividades que le corresponden como se muestra a continuación:

- **Hojas de trabajo estándar**

Rebabeo derecha C24086



Fig. 33 Hoja de trabajo estándar 1

Rebabeo izquierda

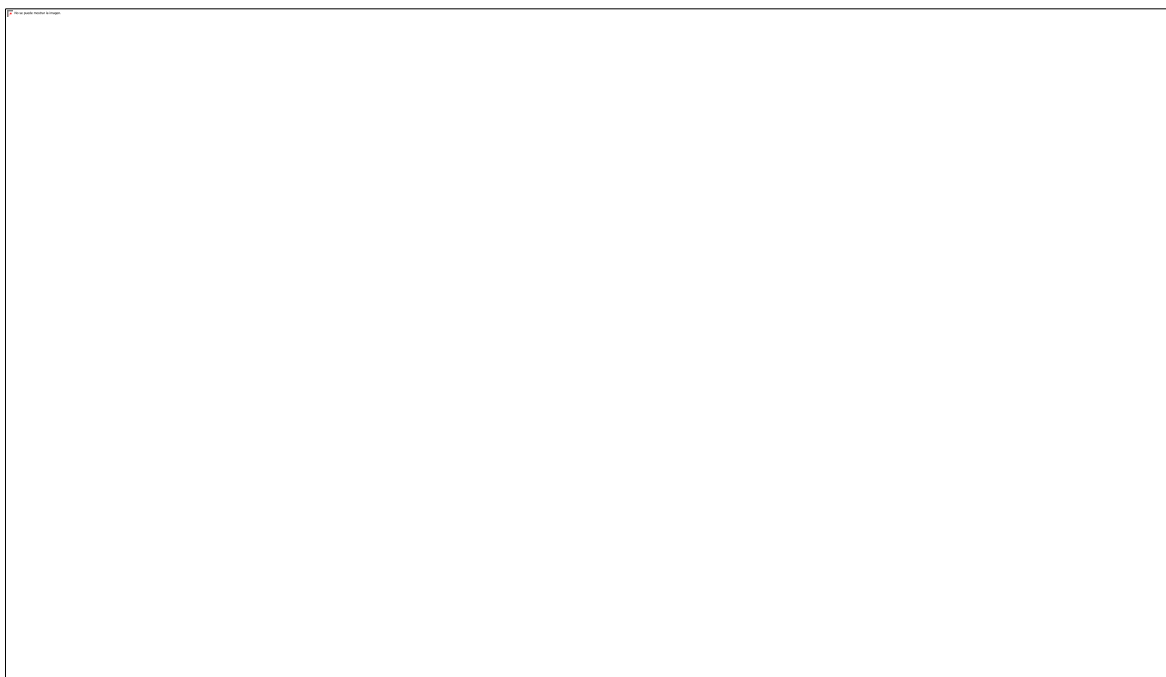


Fig. 34 Hoja de trabajo estándar 2

Aplicación de adhesivo

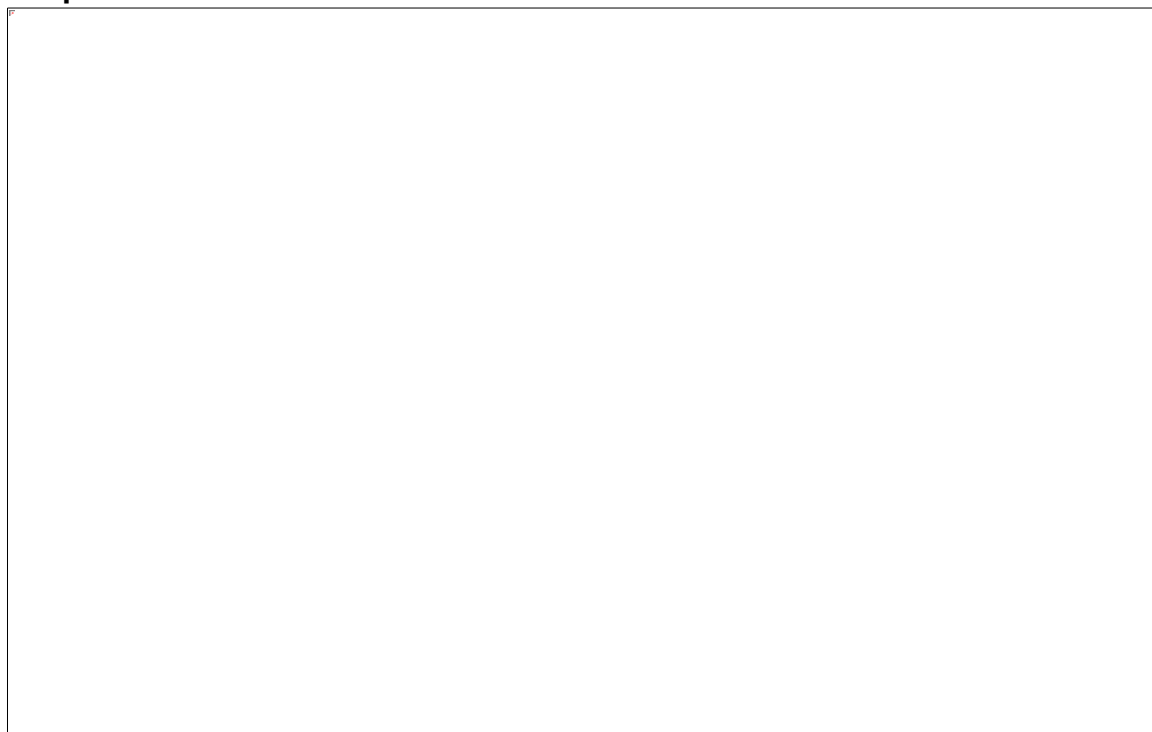


Fig. 35 Hoja de trabajo estándar 3

Inspección y empaque



Fig. 36 Hoja de trabajo estándar 4

CONCLUSIÓN.

La estandarización de trabajo es una técnica para la nueva celda de trabajo, una combinación de gente, procesos y materiales para llevar una secuencia de trabajo, con la finalidad de reducir los desperdicios que se presentan, realizando mejoras en el proceso producir lo necesario en tiempo; para esto se llevó a cabo a través de la implementación de la herramienta lean 3P.

Al analizar la problemática que se presentaba en el área de Inyección una de las problemáticas es no cumplir en las fechas acordadas para los clientes por esta razón se tenía que mandar los embarques incompletos generando problemas con el cliente, una vez detectado el problema se atacó de raíz mejorando la estación de rebabeo, así como la secuencia de trabajo de tal manera que las actividades que conforman el proceso fuesen realizadas dentro del tack time.

Una vez detectadas las oportunidades de mejora en el proceso se logró reducir los tiempos un 17% menos que el tack time requerido, de esta manera de logro el balance de actividades del proceso cumpliendo con las entregas a tiempo para ambos números de parte.

Se logró la eliminación de 1 proceso (maquina láser) con las mejoras en los moldes de inyección, de esta manera se disminuyen las distancias recorridas por los operadores durante el proceso reduciendo el exceso de movimientos y logrando más espacio en el área de trabajo.

Para la continuidad de la mejora se recomienda verificar con proveedores de moldes y de materia prima las condiciones de sus productos y solicitar un certificado de liberación en condiciones iguales a las actuales para evitar variaciones en los procesos y conseguir la menor variación posible en el producto final para lograr mantener la calidad del producto y proceso.

GLOSARIO DE TÉRMINOS TÉCNICOS.

Desperdicio: es el mal aprovechamiento que se realiza de alguna cosa o de alguien.

Fifo: es un acrónimo que significa "primero en entrar, primero en salir"

Lay-Out: Es un esquema de distribución de los elementos dentro un diseño

Mock up: Es un modelo a escala o tamaño real de un diseño o un dispositivo.

Proceso: Procesamiento o conjunto de operaciones a que se somete una cosa para elaborarla o transformarla.

Rate: Análisis de producción para el cumplimiento al volumen de la demanda del cliente

Rebaba: Son bordes elevados o exceso de material que se puede generar de distintas maneras durante el proceso de fabricación.

SWIP: Trabajo estándar en proceso

REFERENCIAS

- Cruelles Ruíz, J. A. (2012). *Productividad e incentivos*. Barcelona: marcombo.
- E. Meyers, F. (2010). *Estudio de tiempos y movimientos*. México: pearson educación.
- García Criollo, R. (2008). *Estudio del trabajo*. México: Mc Graw Gill.
- janania camilo, A. (2008). *Manual de tiempos y movimientos, Ingeniería de Métodos*. México: Limusa.
- Kjell, Z. (2008). *Manuel del Ingeniero Industrial*. Mc Graw Hill.
- López Peralta , J. (2014). *Estudio del trabajo, una nueva visión*. México: Patria.
- Montero Montalvo, O. (2002). *Introducción al estudio del trabajo*. España: Limusa.
- Palacios Acero, L. C. (2009). *Ingeniería de métodos movimientos y tiempos*. 2008: ECOE.
- V. Rick, E. (2007). *Ingeniería de métodos*. bogota: Limusa.