



UNIVERSIDAD  
PRIVADA  
DEL NORTE

# **FACULTAD DE INGENIERÍA**

Carrera de Ingeniería Industrial

“IMPLEMENTACIÓN DE HERRAMIENTAS DE MEJORA CONTINUA PARA REDUCIR EL TIEMPO DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE MOLDE PARA VIDRIO EN EL ÁREA DE MATRICERA EN LA EMPRESA AGP PERÚ SAC 2018.”

Trabajo de suficiencia profesional para optar el título profesional de:

**Ingeniero Industrial**

Autor:

Luis Paulino Campos Gonzales

Asesor:

Ing. Dr. Mg. Lic. Carlos Bueno

Lima - Perú

2018

## DEDICATORIA

Dedico a Dios quien permitió culminar favorablemente mi tesis, en seguida a mis padres, profesores, compañeros de trabajo, compañeros de estudio y esposa e hijo. Cada uno de ellos fue un gran apoyo a lo largo de mi carrera.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por la fortaleza que me dio a lo largo de la carrera. A todos los docentes de la carrera de ingeniería industrial. Así mismo también agradezco al dueño de la empresa por su apoyo incondicional y al equipo de ingeniería desarrollo de producto.

## Tabla de contenidos

Dedicatoria .....	2
Agradecimiento.....	3
Índice de Tablas .....	5
Índice de Figuras .....	6
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN .....	8
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	13
CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA .....	34
CAPÍTULO IV. RESULTADOS.....	72
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES .....	77
CAPÍTULO VI. RECOMENDACIONES.....	78
REFERENCIAS .....	79
ANEXOS.....	81

## Índice de Tablas

Tabla Nº 1 Conceptos del círculo de Deming .....	16
Tabla nº 2 diagrama de Gantt .....	47
Tabla nº 3 Tiempo de fabricación de molde para curvar vidrios (modelo de medición) .....	48
Tabla nº 4 Etapas priorizadas en el proceso de fabricación de molde... ..	49
Tabla nº 5 Descripción de causa que impacta en el proceso con altos tiempos en fabricación .....	50
Tabla nº 6 Análisis de las posibles causas para tomar decisiones.....	50
Tabla nº 7 Criterio de calificación con el Equipo de conocedores de la empresa AGP PERÚ .....	51
Tabla nº 8 tamaño de muestra con cronometro por observación .....	52
Tabla nº 9 estandarización de tiempo para la fabricación de molde para curvar vidrio .....	53
Tabla nº 10 Medición de tiempo en la fabricación de molde para curvar vidrios en el mes de julio (48 moldes fabricados).....	54
Tabla nº 11 Diagrama Analítico de Proceso (D.A.P) .....	55
Tabla nº 12 Explicando la identificación del problema .....	56
Tabla nº 13 cuadro de planifican de la mejora 5W+1H.....	57
Tabla nº 14 Descripción de actividades para ejecución.....	57
Tabla nº 15 Procedimiento general para fabricar molde de curvar vidrio y la capacitación .....	58
Tabla nº 16 Procedimiento de fabricación de molde.....	59
Tabla nº 17 tamaño de muestra con cronometro por observación .....	60
Tabla nº 18 Estandarización de tiempo para la fabricación de molde para curvar vidrio .....	62
Tabla nº 19 Medición de tiempo después de la implementación .....	62
Tabla nº 20 diagnóstico analítico de procesos (D.A.P).....	64
Tabla nº 21 Moldes fabricados en 2018.....	73
Tabla nº 22 Costo que se implementó y beneficio .....	74
Tabla nº 23 Rentabilidad financiera .....	75

## Índice de Figuras

Figura nº 1 Estructura Organizacional de sus clientes .....	10
Figura nº 2 Cronometro .....	19
Figura nº 3 Tiempo total de operación .....	22
Figura nº 4 Procedimiento sistemático de métodos y medición de trabajo .....	24
Figura nº 5 Soporte de servicios .....	26
Figura nº 6 Equipo de GOM copiando superficie de físico en digital .....	27
Figura nº 7 Reporte de metrología .....	27
Figura nº 8 GOM digitaliza objetos no tiene limites .....	29
Figura nº 9 Clientes potenciales de AGP PERÚ SAC. ....	36
Figura nº 10 Normas balísticas para vidrios blindados .....	37
Figura nº 11 Organigrama de la empresa A GP PERÚ SAC. ....	38
Figura nº 12 Mapa estratégico de la empresa AGP PERÚ SAC. ....	39
Figura nº 13 Organigrama de matricera del área de fabricación de molde .....	39
Figura nº 14 Herramientas y Equipos .....	41
Figura nº 15 Actividades que se realizan en el proceso de fabricación de molde para curvar vidrio .....	42
Figura nº 16 Fabricación de molde .....	42
Figura nº 17 Flujograma de proceso de fabricación de vidrio blindado .....	43
Figura nº 18 Flujograma de proceso de fabricación de molde para curvar vidrio .....	44
Figura nº 19 Moldes fabricados el año 2017 .....	45
Figura nº 20 Moldes fabricados el año 2018 hasta 30 octubre .....	45
Figura nº 21 Clientes que se incrementaron .....	46
Figura nº 22 Pedidos que se incrementaron .....	46
Figura nº 23 Pareto las causas que reclamaron los clientes .....	48
Figura nº 24 Diagrama de Ishikawa .....	49
Figura nº 25 Grafico de tiempo de fabricación de molde .....	54
Figura nº 26 Estructura desarrollada para aplicación en el proceso .....	56
Figura nº 27 Grafico de tiempo de fabricación de molde .....	63
Figura nº 28 Escaneando la superficie del vidrio patrón .....	66
Figura nº 29 Analizando la superficie .....	68
Figura nº 30 Diseño de molde en tres dimensiones (3D) .....	68
Figura nº 31 Reflexión de pieza .....	70
Figura nº 32 Ensamblando el molde según el diseño .....	70
Figura nº 33 Lugar donde se almacena el molde .....	70
Figura nº 34 Medición de distorsión óptica del parabrisas .....	71

Figura nº 35 Comparación de tiempo en horas en fabricación de molde .....	73
Figura nº 36 Indicador de eficiencia 62.5% .....	74

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

Yo Luis Campos Gonzales, trabajo en el área de ingeniería en la empresa AGP PERU SAC. Me desempeño como Ingeniero de producto, soy responsable de realizar Factibilidad de desarrollo (Ingeniería inversa) coordino también la fabricación de molde para curvar vidrio de todo el desarrollo que me asignan. Asimismo, también, realizo desarrollo de producto. Llevo laborando desde marzo del 2008 hasta la actualidad.

AGP PERU SAC, es una empresa transnacional dedicada a la fabricación de vidrios originales y blindados para el sector automotriz, Militar, Marítimo y Arquitectónico.

Hoy en día, AGP es el líder mundial en la fabricación de vidrio siempre innovador con nueva tecnología que satisface la necesidad del cliente, desde hace 50 años tiene la participación en el mercado de seguridad, en la actualidad dispone con cuatro plantas de producción tres en Sudamérica Perú, Colombia, Brasil y uno en Europa Bélgica. Así mismo también tiene oficinas comerciales en los 5 continentes.

La complejidad y variedad de proceso de la industria (AGP GLASS PERU), requieren del empleo técnico avanzado para solucionar diversos problemas y ser competitivos en el mercado.

En el área de matricera la fabricación de moldes para curvar vidrios, el proceso es muy empírico, las informaciones técnicas no se encuentran documentadas, dependemos mucho de las experiencias de los operarios, los tiempos de fabricaciones son muy lentas, el perfil de la superficie forjada no es uniforme ocasiona distorsión perimetral de los vidrios curvados ocasionando el 5% de rechazo del producto terminado.

Por eso se decidió mejorar la fabricación de molde para curvar vidrio en el área de matricera con la herramienta de mejora continua, se analizó cada uno de las actividades para reducir el tiempo de fabricación de molde, en la actualidad contamos con un equipo GOM Scan 2017 que lo están usando para realizar metrología de todo el prototipo. Así mismo también contamos con CNC de corte por agua flow waterjet. Con la ayuda del equipo GOM Scan 2017 se obtendrá los diseños, superficies. Con el Software Rhinoceros se diseñará en 3D digital los moldes de curvar vidrios. Con AutoCAD se desarrollará los planos luego se enviará a maquinar.

Tendremos que armar un plan estratégico con el encargado de dicha área, con la finalidad de adquirir conocimientos prácticos, técnicos de todos los operarios luego lo analizaremos con mucha cautela realizando muchos análisis técnicos para que la documentación sea muy robusto que sirva como fuentes confiables para futuros trabajos. De esta manera podemos

controlar el proceso de fabricación de molde. Así mismo también evitaremos cuello de botella en dicha área. Luego Implementaremos los diseños para cada herramientas y manuales de procedimientos estándares, El flujo de fabricación de herramental y diseño de los planos nos va a permitir mejorar los problemas que tiene el área, analizar detalladamente los procesos que no agregan valor para ser eliminado, de igual manera la teoría de restricciones nos va a ayudar a determinar los cuellos de botella y engranar todas las actividades, las cuales pueden ser físicas o políticas, que impidan el flujo de la producción.

El análisis planteado tiene que tratar todos los aspectos susceptibles de mejora, por lo cual, el ciclo de Deming abarca cuatro herramientas que sincronizan, sistematizan y organizan de una manera macro todo el sistema productivo. Asimismo, nos previene la eliminación de riesgos potenciales y solución de problemas de forma eficiente. (AGP, 2015).

## 1.1. Antecedentes

AGP – American Glass Products es líder global en la producción de vidrios especiales de alta tecnología, incluyendo líneas de laminado avanzado, templado y blindado, que brindan productos que cumplen con las más altas especificaciones técnicas.

Con 50 años de experiencia, AGP ha desarrollado un amplio portafolio de productos dirigidos a los mercados del Automóvil, la Arquitectura, la Industria Naval, el Transporte Masivo y la Industria Militar. Podemos adaptar soluciones que se ajusten a sus necesidades y que al mismo tiempo mantengan los niveles más altos de calidad y desempeño en la industria.

Nuestra presencia internacional nos permite responder de manera rápida a los requerimientos de nuestros clientes, con tiempos de entrega competitivos y apoyo técnico en sus instalaciones. Nuestro objetivo es complacer a nuestros clientes con las últimas tecnologías en protección y confort aplicadas a muchas líneas de productos en todo el mundo.

La innovación continua y la transformación rápida han sido temas frecuentes durante nuestra historia, que proviene de la década de 1960 cuando produjimos por primera vez composiciones en vidrio laminado.

La empresa ha consolidado su reputación principalmente como un innovador en productos laminados. Como consecuencia de nuestra inversión en investigación y desarrollo, AGP comenzó a ofrecer a finales de la década de los ochenta nuevos niveles de soluciones en vidrios blindados.

Hoy en día, AGP es el líder global en la manufactura de vidrios blindados y vidrios especiales complejos para aplicaciones automotrices. AGP cuenta con 4 plantas de producción con más de 1000 empleados que atienden a clientes en más de 50 países.

Los clientes de AGP son nuestro enfoque principal y los motivadores claves de nuestro desempeño, por lo tanto, propendemos por el mejor alineamiento dentro de la empresa a fin de mantener nuestros valores y legado. Desde nuestra Junta Directiva, el CEO y en todas nuestras plantas de fabricación y unidades comerciales, la meta es la de ofrecer el mejor servicio, a tiempo, con un alto nivel de precisión. Adicionalmente, creemos que estar en cercanía a nuestros clientes garantiza que respondemos a sus requerimientos y alerta a los desarrollos del mercado, asegurando por lo tanto que AGP sea el mejor aliado posible.

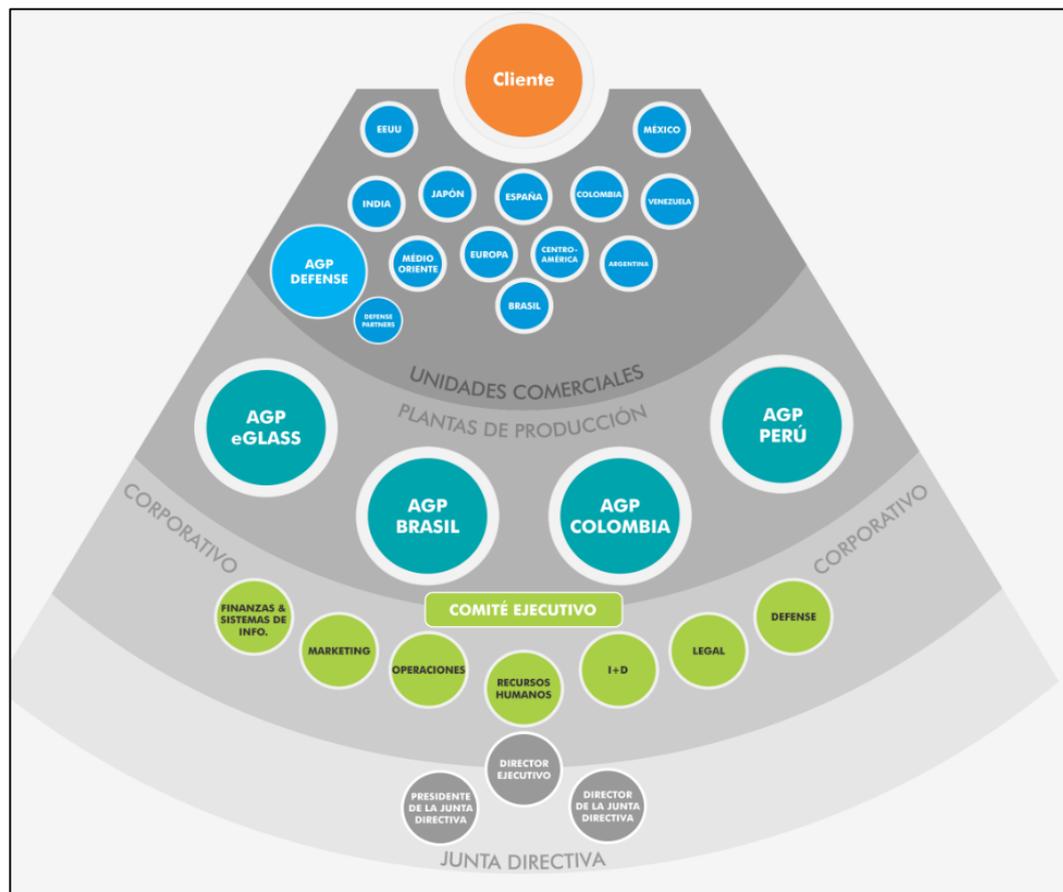


Figura nº 1 Estructura Organizacional de sus clientes

Fuente: AGP Perú

Juha Karisola empleado de la empresa Glastory realizo “remodelación de los parabrisas de los autobuses con tecnología moderna” tenían problemas en el curvado por que los moldes no ayudaban a curvar los vidrios presentaban distorsión perimetral, por ello presentaron una atención especial al calentamiento, el funcionamiento del molde y los controles. La

capacidad de curvado de un horno en serie puede mejorarse integrando soportes de vidrio, dispositivos de accionamiento y técnicas relacionadas con el molde, y mejorando el control del calentamiento, también nos informa la importancia de la tecnología de molde, además mantiene la competitividad con nuevos diseños y tecnologías. (Karisola, 2016)

## **1.2. Justificación**

### **1.2.1. Justificación Práctica**

Esta implementación se realizó por que existe la necesidad de reducir tiempo de fabricación de molde. Para mantener a la empresa AGP Glass Perú en una competitividad de acorde al mercado transnacional.

Con el equipo GOM SCAN 2017 generaremos nube de puntos tridimensionales, creación y edición de mallas poligonales, desarrollo de productos verdaderamente precisa con mayor volumen de medición extensible, sirve para el análisis de datos de medición tridimensionales para el control de calidad y metrología.

A partir de ello se diseñará el molde de curva vidrio, mejorará la calidad de los moldes los perfiles serán continuos esto nos permite evitar la distorsión perimetral del vidrio. Así mismo también se adicionara procedimientos de fabricación de molde para curvar vidrio.

### **1.2.2. Justificación Cuantitativa**

Esta investigación es importante porque nos Permitirá incrementar la disponibilidad de reducción de tiempo de fabricación de 17 horas a 6 horas con una eficiencia 65% con posibles ganancias seria al año S/11068.00. En la empresa generando un impacto positivo en la rentabilidad de la empresa.

### **1.2.3. Justificación Académica**

Sea considerado algunas herramientas de mejora continua que nos permite identificar qué actividad mejorar y como se va a mejorar.

Con Ishikawa se analizó problemas y sus soluciones. Nos permite a tomar decisiones para mejorar el tiempo de fabricación de molde.

Gráfico de Pareto. Donde nos marca claramente que actividad demanda mucho tiempo que no agrega valor.

Herramienta de planificación estructura PDCA. Con esta herramienta se cronograma actividades desarrolladas para la implementación de nuevo método en la línea de producción de fabricación de molde para curvar vidrio. Para la mejora del proceso y consecuente reducción de tiempo.

#### **1.2.4. Objetivo**

##### **1.2.4.1. Objetivo General**

Implementar herramientas de mejora continua para reducir tiempos de fabricación en el proceso de elaboración de moldes para curvar vidrios en la Empresa AGP Perú SAC, Cercado de Lima, Lima-2018.

##### **1.2.4.2. Objetivo Específico**

- Realizar un análisis del proceso de fabricación de moldes y determinar el tiempo actual de fabricación.
- Aplicar las herramientas de mejora en el proceso de fabricación de moldes y evaluar la mejora en el tiempo de fabricación
- Realizar un análisis costo – beneficio de la implementación de herramientas de mejora continua en el proceso de fabricación de moldes (VAN/TIR).

## CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

Herramienta de mejora continua es un concepto del siglo XX que pretende mejorar los productos, servicios y procesos.

Los conceptos que se detallan a continuación, ayudaron al desarrollo del proyecto en todas las etapas de la metodología PHVA, aquí se describen: metodologías, herramientas utilizadas, entre otros.

Postula que es una actitud general que debe ser la base para asegurar la estabilización del proceso y la posibilidad de mejora. Cuando hay crecimiento y desarrollo en una organización o comunidad, es necesaria la identificación de todos los procesos y el análisis mensurable de cada paso llevado a cabo. Algunas de las herramientas utilizadas incluyen las acciones correctivas, preventivas y el análisis de la satisfacción en los miembros o clientes. Se trata de la forma más efectiva de mejora de la calidad y la eficiencia en las organizaciones. En el caso de empresas, los sistemas de gestión de calidad, normas ISO y sistemas de evaluación ambiental, se utilizan para conseguir calidad total.

### 2.1. Herramientas de mejora continua que se utilizo

1. Análisis de la causa raíz (Ishikawa)
2. El ciclo PDCA
3. Estandarización del trabajo

#### 2.1.1. Definición.

El mejoramiento continuo es el conjunto de todas las acciones diarias que permiten que los procesos y la empresa sean más competitivos en la satisfacción del cliente.

Para que se produzca el cambio cultural requerido es necesario que las personas estén convencidas de los beneficios que les brinda la mejora, también que la Alta Dirección motive a todas las personas, les brinde procedimientos y técnicas, así como el poder de decidir y actuar para poder realizar los cambios que se requieran. (Walton, 2004)

#### 2.1.2. Diagrama IshiKawa.

La finalidad de esta herramienta es ayudar a los equipos de mejora a detectar los diferentes tipos de causas que influyen en un problema; se seleccionan los principales y se jerarquizan. Un diagrama bien detallado tomará la forma de una espina de pescado, de allí su otro nombre. Las principales características que

presenta son que el problema se coloca en el lado derecho del diagrama y para cada efecto surgirán diversas categorías de causas principales que podrán ser resumidas en las llamadas 4 M, que son: máquina, material, método y medida. (Asaka, 1992)

Los pasos para la elaboración del diagrama de Ishikawa:

1. Definición del problema: Se coloca en el cuadro que representa la cabeza del pescado.
2. Determinación de los conjuntos de causas: De la línea en la que se colocó el recuadro del problema, salen flechas referidas a la mano de obra, los métodos, los materiales y la maquinaria.
3. Participación de los integrantes del grupo en una sesión de lluvia de ideas: Cada persona debe indicar exactamente a qué conjunto de causas pertenece la idea que propuso. El esquema final de la sesión de lluvia de ideas debe reflejarlas agrupadas para facilitar el análisis.
4. Revisión de ideas: Se identifica la “espina” con las causas de mayor frecuencia y se priorizan de acuerdo a su recurrencia. Para ello, se puede utilizar el diagrama de Pareto que distingue a las que tienen mayor criticidad.

Las ventajas de usar esta herramienta se listan a continuación (Asaka 1992:149):

- Ayuda a mantener la discusión centrada en el tema y a enfocar la atención de los participantes en el problema.
- Los miembros del grupo, al participar en la construcción de un diagrama causa-efecto, observan cosas nuevas y aprenden unos de otros.
- Los diagramas detallados son material técnico útil para hacer y revisar estándares técnicos, estándares operativos, estándares de inspección y otras referencias estándares.

### **Diagrama de Pareto**

El diagrama facilita el estudio de las fallas en las industrias o empresas comerciales, nos muestra gráficamente los problemas primarios y secundarios, es decir, que hay muchos problemas sin importancia frente a unos pocos.

El principio de este diagrama enfatiza el concepto de lo vital contra lo trivial, es decir, el 20% de las variables causan el 80% de los efectos, lo que significa que existen unas cuantas variables vitales y muchas variables triviales. (Besterfield, 2009)

### **El DAP (Diagrama de actividades de proceso)**

El DAP, es la representación gráfica de la secuencia de todas las operaciones, transporte, inspecciones, demoras y los almacenamientos que ocurren durante un proceso o procedimiento. Comprende toda la información que se considera deseable para el análisis tal como tiempo necesario y distancia recorrida (W. Niebel, 2014)

Las acciones correctivas actualizan el proceso de diseño incorporando un paso concreto. El diseñador mecánico lleva a cabo una verificación acerca de la interferencia en el software de diseño antes de crear los dibujos que garanticen que las piezas van a encajar. (Lemos, 2015)

#### **2.1.3. Los 5 por qué.**

Esta herramienta nos permite averiguar la causa raíz del problema y preguntarnos “por qué” hasta llegar a la última causa. Este proceso consta de cinco preguntas que consiguen llegar a la causa raíz del problema.

A continuación, vamos a ver un ejemplo de una pieza utilizada en un ensamblaje y que no encajaba. Las cuestiones a preguntas serían las siguientes:

- ¿Por qué no encaja en el perfil?
- ¿Por qué era la pieza demasiado grande?
- ¿Por qué el dibujo era incorrecto?
- ¿Por qué el supervisor no se dio cuenta?

Las acciones correctivas actualizan el proceso de diseño incorporando un paso concreto. El diseñador mecánico lleva a cabo una verificación acerca de la interferencia en el software de diseño antes de crear los dibujos que garanticen que las piezas van a encajar. (Lemos, 2015)

#### **2.1.4. Círculo de Deming (PDCA)**

El ciclo de Edwards Deming, también conocido como círculo de planificar, hacer, verificar, actuar (PDCA). Espiral de mejora continua, es una estrategia de mejora continua de dichas actividades de la calidad en cuatro pasos, basada en un concepto ideado por Walter.

Los resultados de la implementación de este ciclo permiten a las empresas una mejora integral de la competitividad, de los productos y servicios, mejorando continuamente la calidad, reduciendo los costos, optimizando la productividad, reduciendo los precios, incrementando la participación del mercado y aumentando la rentabilidad de la empresa también de la organización. (Edwards, 1989).

Tabla N° 1

*Conceptos del círculo de Deming*

Denominación		Concepto
En Inglés	En Español	
Plan	Planificar	Se establecen las actividades del proceso, necesarias para obtener el resultado esperado
Do	Hacer	Se realizan los cambios para implantar la mejora propuesta. Generalmente conviene hacer una prueba piloto para probar el funcionamiento antes de realizar los cambios a gran escala.
Check	Controlar ó Verificar	Pasado un periodo previsto de antemano, los datos de control son recopilados y analizados, comparándolos con los requisitos especificados inicialmente, para saber si se han cumplido y, en su caso, evaluar si se ha producido la mejora esperada.
Act	Actuar	A partir de los resultados conseguidos en la fase anterior se procede a recopilar lo aprendido y a ponerlo en marcha

*Fuente: Edward Deming, 1989*

**Planificar.** Se establecen las actividades del proceso, necesarias para obtener el resultado esperado. Al basar las acciones en el resultado esperado, la exactitud y cumplimiento de las especificaciones a lograr se convierten también en un elemento a mejorar. Cuando sea posible conviene realizar pruebas de preproducción o pruebas para probar los posibles efectos.

- Recopilar datos para profundizar en el conocimiento del proceso.
- Detallar las especificaciones de los resultados esperados.
- Definir las actividades necesarias para lograr el producto o servicio, verificando los requisitos especificados.
- Establecer los objetivos y procesos necesarios para conseguir resultados necesarios de acuerdo con los requerimientos del cliente y las políticas organizacionales.

**Herramientas de planificación.** Estas herramientas pueden servir para dos cosas:

- ❖ Para facilitar y estandarizar la metodología de planificación de proyectos, actividades y tareas.
- ❖ Para ayudar a diseñar productos, procesos y servicios según los requisitos y funciones previstas en el futuro.

Algunas herramientas de planificación usaremos en nuestra implementación:

- ✓ AMFE = Análisis Modal de Fallos y Efectos
- ✓ Diagrama de Gantt = Planificación y seguimiento de actividades y proyectos.
- ✓ Método de diseño intuitivo Poka-yoke =Diseño a prueba de errores.

- ✓ Lluvia de ideas. = Participación de todas las partes interesadas.

**Hacer.** Se realizan los cambios para implantar la mejora propuesta. Generalmente conviene hacer una prueba piloto para probar el funcionamiento antes de realizar los cambios a gran escala.

**Controlar ó Verificar.** Pasado un periodo previsto de antemano, los datos de control son recopilados y analizados, comparándolos con los requisitos especificados inicialmente, para saber si se han cumplido y, en su caso, evaluar si se ha producido la mejora esperada.

- Monitorear la implementación y evaluar el plan de ejecución documentando las conclusiones.

**Herramientas de evaluación.** Las herramientas de evaluación sirven para controlar el estado actual de un proyecto, proceso, producto o servicio con el objetivo de tener una visión detallada de su estado, evaluarlo o buscar formas de mejorarlo posteriormente.

Algunas herramientas de evaluación usaremos en nuestra implementación:

- Diagrama de correlación = Representación gráfica que muestra la relación de una variable con respecto a otra.
- Diagrama de Ishikawa = Estudio para localizar las causas de los problemas.
- Cuadro de mando = Modelo de gestión, con un soporte de información periódica para la dirección de los procesos de la empresa.
- Check list = Listas de Control.

**Actuar.** A partir de los resultados conseguidos en la fase anterior se procede a recopilar lo aprendido y a ponerlo en marcha. También suelen aparecer recomendaciones y observaciones que suelen servir para volver al paso inicial de Planificar y así el círculo nunca dejará de fluir.

**Herramientas de mejora.** Las herramientas de mejora continua están pensadas para buscar puntos débiles a los procesos, productos y servicios actuales. Del mismo modo, algunas de ellas se centran en señalar cuáles son las áreas de mejora más prioritarias o que más beneficios pueden aportar a nuestro trabajo, de forma que podamos ahorrar tiempo y realizar cambios sólo en las áreas más críticas. (Edwards, 1989)

## 2.2. Estudio de tiempo

“El estudio de tiempos fue iniciado por Taylor se utilice para determinar lo tiempos estándar para que una persona competente realice el trabajo a marcha normal” Palacios, (Palacio, 2014)

El estudio de tiempo es una técnica de medición de trabajo empleada para registrar los tiempos y ritmo de trabajo correspondientes a los elementos de una tarea definida, efectuada en condiciones determinadas, y para analizar los datos a fin de averiguar el tiempo requerido para efectuar la tarea según una norma de ejecución pre establecida. (Kanawaty, 2010)

Para el desarrollo de un centro de trabajo eficiente es imperativo determinar los estándares de tiempo de todos los procesos en la línea de producción, para establecer el tiempo estándar es necesario el empleo de registros históricos, apreciaciones previas y procedimientos de medición de trabajo.

Las técnicas de medición del trabajo, ya sean el estudio de tiempos con cronómetro, sistema de tiempo predeterminado, información estándar, fórmulas de tiempos o estudio de muestreo de actividades simbolizan una mejor manera para la determinación de tiempos estándar de una manera más precisa. Estos procedimientos toman en cuenta los suplementos y holguras por cansancio o demora personales que ocurren en el proceso de producción.

Estos estándares de tiempos son de gran exactitud y tiene como principal objetivo elevar la eficiencia del equipo y del operario. Si no se realiza un correcto estándar ocasionan costos elevados, quejas por parte del personal operativo y fallas en toda la línea de producción. (W. Niebel, 2014)

El analista de estudio de tiempos debe asegurarse de emplear la técnica apropiada, anotando con exactitud, los tiempos tomados examinando con imparcialidad el desempeño del trabajador. (W. Niebel, 2014)

**OPERARIO CALIFICADO:** para que un trabajador sea un obrero calificado, es necesario que tenga un buen tiempo de experiencia realizando una actividad determinada, este tiempo de aprendizaje puede variar dependiendo del trabajador y el tipo de actividad a realizar, por ejemplo, operadores de máquinas como inyectoras, sopladoras, torno, etc., requieren un mayor tiempo de aprendizaje para especializarse, por este motivo no se debe caer en el error de medir el tiempo estándar a un operario que lleve poco tiempo en la empresa, en cambio medir el tiempo estándar a un operario habituado al proceso, nos dará un tiempo estándar más preciso. (Freivalds y Niebel, 2014, p.119)

**RITMO NORMAL:** es el ritmo de trabajo empleado en la realización de una actividad, el cual debe de ser regular y constante.

**TAREA ESPECÍFICA:** Es el detalle de las actividades a realizarse, la misma debe incluir:

1. El método establecido del proceso
2. Las especificaciones técnicas del material
3. Los instrumentos y maquinaria que se empleará
4. El posicionamiento de entrada y salida del material
5. Requerimientos de calidad y seguridad en el área.

El tiempo estándar es apropiado solo para este grupo de condiciones, si alguna de estas condiciones cambia el tiempo estándar también sufrirá cambios.

El estándar de tiempo es una de las mayores fuentes de información en el área de manufactura de cualquier compañía, esta data provee solución a los siguientes problemas. (Freivalds y Niebel, 2014, p.122)

### 2.2.1. Definición

La medición del trabajo es un método investigativo basado en la aplicación de diversas técnicas para determinar el contenido de una tarea definida fijando el tiempo que un trabajador calificado invierte en llevarla a cabo con arreglo a una norma de rendimiento preestablecida. (Roberto, 2014)

El estudio de tiempos es el complemento necesario del estudio de métodos y movimientos. Consiste en determinar el tiempo que requiere un operario normal y bajo condiciones ambientales normales, para desarrollar un trabajo o tarea. (Palacio, 2014)

### 2.2.2. Estudio de tiempo con cronometro.

Consiste en determinar el tiempo para realizar un trabajo específico por una persona calificada, trabajando a una marcha normal. Se utiliza para medir el trabajo, y su resultado es el tiempo en minutos que necesitara una persona adecuada para la tarea, e instruida sobre el método especificado para ejecutar dicha tarea si trabajo a una marcha normal. A esto se le llama tiempo normal para la operación. (Palacios, 2014, p.187).



Figura nº 2 Cronometro  
Fuente: Kjell, 2005,

Se trata de medir, con cronometro, el tiempo empleado en la operación que un trabajador ejecuta, durante un cierto número de repeticiones consecutivas ajustado por la calificación o ritmo de trabajo.

$$Tiempo Normal = \frac{\text{Velocidad de trabajo} \times \text{Tiempo observado}}{\text{Velocidad e tiempo normal}}$$

### **La medición del trabajo**

Es la parte cuantitativa del estudio del trabajo, que indica el resultado de esfuerzo físico desarrollado en función del tiempo permitiendo a un operador para terminar una tarea específica, siguiendo a un ritmo normal un método predeterminado” (Garcia,2014,p.179).

Para Kanawaty (2006), la medición del trabajo es un método investigativo basado en la aplicación de diversas técnicas para determinar el contenido de una tarea, definida por el tiempo que un trabajador calificado invierte en llevarla a cabo en condiciones normales es decir considerando un rendimiento preestablecido. Tiene como objetivos: Incrementar la eficiencia del trabajo y proporcionar estándares de tiempo que servirán de información a otros sistemas de la empresa, como el de costos de programación de la producción.

Por lo tanto se desprende que el objetivo inmediato de la medición del trabajo es determinar el tiempo estándar, o sea, medir la cantidad de trabajo humano necesario para producir un artículo en términos de un tipo o patrón que es el tiempo.

### **Tiempo Estándar**

Es el patrón que mide el tiempo requerido para terminar una unidad de trabajo, mediante el empleo de un método y equipo estándar, por un trabajador que posee la habilidad requerida, que desarrolla una velocidad normal que pueda mantener día tras día, sin mostrar síntomas de fatiga. (García, 2014, p.179).

### **Suplementos**

Los suplementos corresponden a todo tiempo que se concede al trabajador con el objeto de compensar los retrasos, las demoras y elementos contingentes que se representan en la tarea. Los suplementos a concederse son mayormente por necesidades personales o básicas y por descanso o fatiga.

### **2.2.3. Alcance de los métodos y estándares.**

La Ingeniería de método incluye el diseño. La creación la selección de los mejores métodos de fabricación, procesos herramientas, equipos y habilidades, para manufacturar un

producto con base en las especificaciones desarrollado por el área de Ingeniería de producto. Cuando el mejor método coincide con las mejores habilidades disponibles, se presenta una eficiente relación trabajador y máquina. Una vez establecido el método en su totalidad, se debe determinar un tiempo estándar para fabricar el producto.

El procedimiento completo incluye la definición del problema; dividir el trabajo en operaciones; analizar cada operación con el fin de determinar los procedimientos de fabricación más económicos para la cantidad que se desee producir, considerando la seguridad del operador y su interés en el trabajo; aplicar los valores de los tiempos apropiados, y posteriormente dar seguimiento al proceso con el fin de garantizar que el método propuesto se halla puesto en operación. (W. Niebel, 2014)

#### **2.2.4. Ingeniería de métodos**

Muy a menudo, los términos de análisis de operaciones, diseño de trabajo, simplificación del trabajo. Ingeniería de método y reingeniería corporativa se utiliza como sinónimos. En la mayoría de casos, todos ellos se refieren a una técnica para aumentar la producción por unidad de tiempo o reducir el costo por unidad de producción: en otras palabras, a la mejora de la productividad. Sin embargo, la Ingeniería de métodos, en la forma en que se define en este libro, implica el análisis en dos tiempos diferentes.

Durante la historia de un producto. Primero, el ingeniero de métodos es responsable del diseño y desarrollo de varios centros de trabajo donde el producto será fabricado. Segundo, ese ingeniero debe estudiar continuamente estos centros de trabajo con el fin de encontrar una mejor forma de fabricar el producto. La automatización de la información puede proporcionar enormes recompensas en todas estas áreas. A medida que el estudio de métodos adicionales durante la vida del producto. (W. Niebel, 2014)

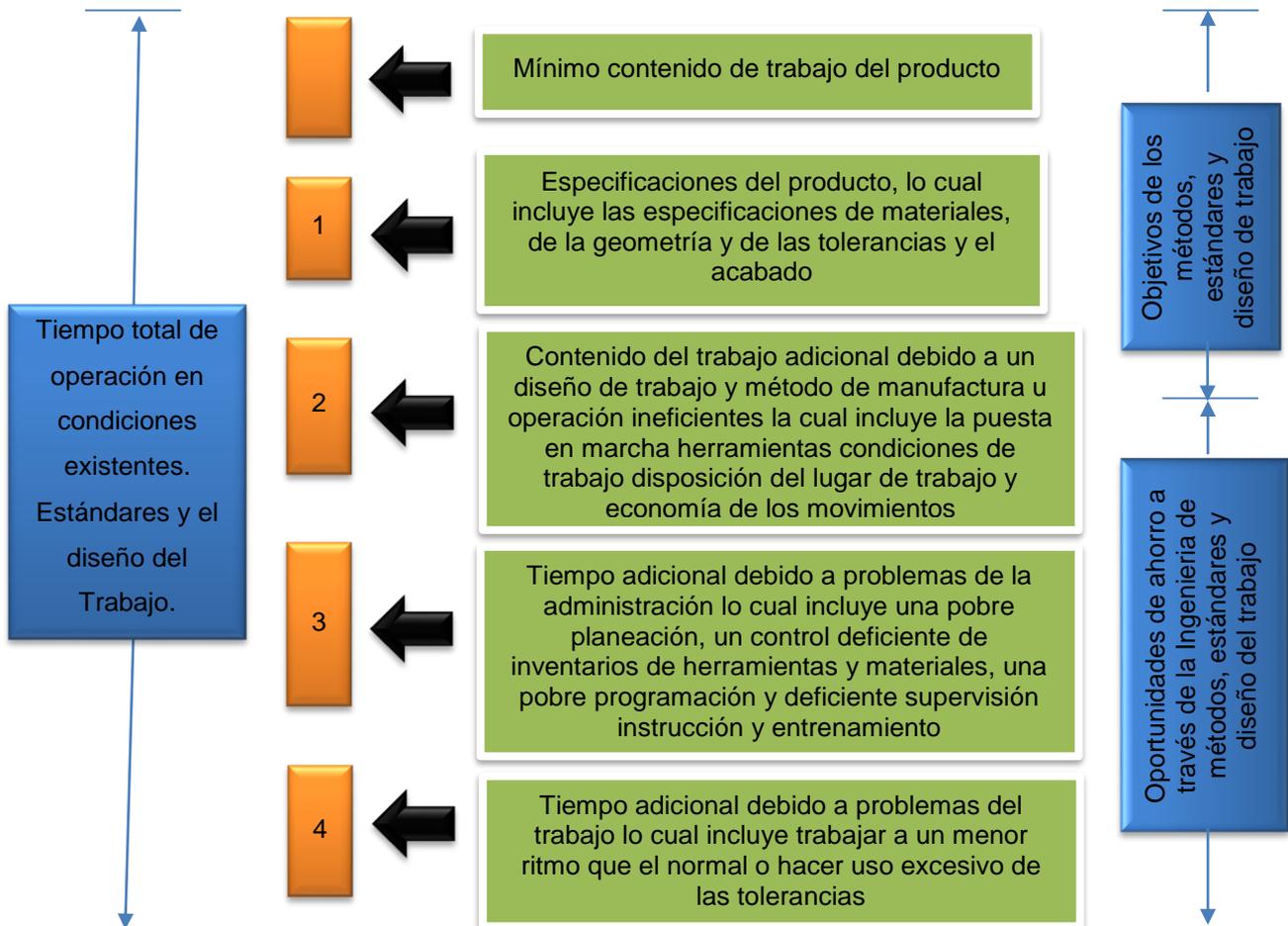


Figura nº 3 Tiempo total de operación

Fuente: Ingeniería Industrial de Niebel - 2014

La Ingeniería de métodos implica la utilización de la capacidad tecnológica. Debido a la principalmente a la Ingeniería de métodos, la mejora en la productividad nunca termina. El diferencial de productividad que resulta de la innovación tecnológica puede ser de tal magnitud que los países desarrollados siempre podrán mantenerse su competitividad respecto a los países bajos sueldos. Por lo tanto, la investigación y desarrollo (R&D por sus siglas en inglés) que lleva a una nueva tecnología es fundamental en la Ingeniería de métodos. Los 10 países con la mayor inversión de R&D por empleado, de acuerdo con el reporte de índice mundial de innovación de 2012, son Israel, Finlandia, Suecia, Japón, Corea del Sur, Dinamarca, Suiza, Alemania, Estados Unidos y Austria. Estos países se encuentran entre los líderes en productividad. Siempre enciendo mantengan la importancia que otorga a la investigación y desarrollo, la Ingeniería de métodos a través de la innovación tecnológica será fundamental para conservar su capacidad para ofrecer bienes y servicios de alto nivel.

Los ingenieros de métodos utilizan un procedimiento sistemático para desarrollar un centro de trabajo, fabricar un producto ofrecer un servicio.

Por lo general los proyectos seleccionados representan ya sea nuevos productos o productos existentes que tienen un alto costo de manufactura y una baja ganancia. También los productos que actual mente experimentan dificultades para conservar la calidad y tienen problemas para ser competitivos son proyectos aptos para aplicar ingeniería de métodos.

Esta tarea incluye diagramas y especificaciones, cantidades requeridas, requerimiento de entrega y proyecciones de la vida anticipada del producto o servicio. Una vez que ha recabado toda la información relevante, almacénela en forma ordenada para su estudio de análisis. En esta etapa, el desarrollo de la graficas de proceso es de mucha utilidad.

Análisis de datos. Utilice los principales métodos de análisis de operaciones para decidir que alternativa dará como resultado el mejor producto o servicio. De los diseños, tolerancias y especificaciones los materiales, los procesos de manufactura, la configuración y las herramientas, las condiciones de trabajo de materiales, la distribución de planta y el diseño del trabajo.

La Ingeniería de métodos es el análisis sistemático a fondo de todas las operaciones directas e indirectas con el fin de implementar mejoras que permitan que el trabajo se desarrolle fácilmente, en términos de salud y seguridad del trabajador; y permite que se realice en menos tiempo con una menor inversión por utilidad para obtener mayor rentabilidad. (W. Niebel, 2014)

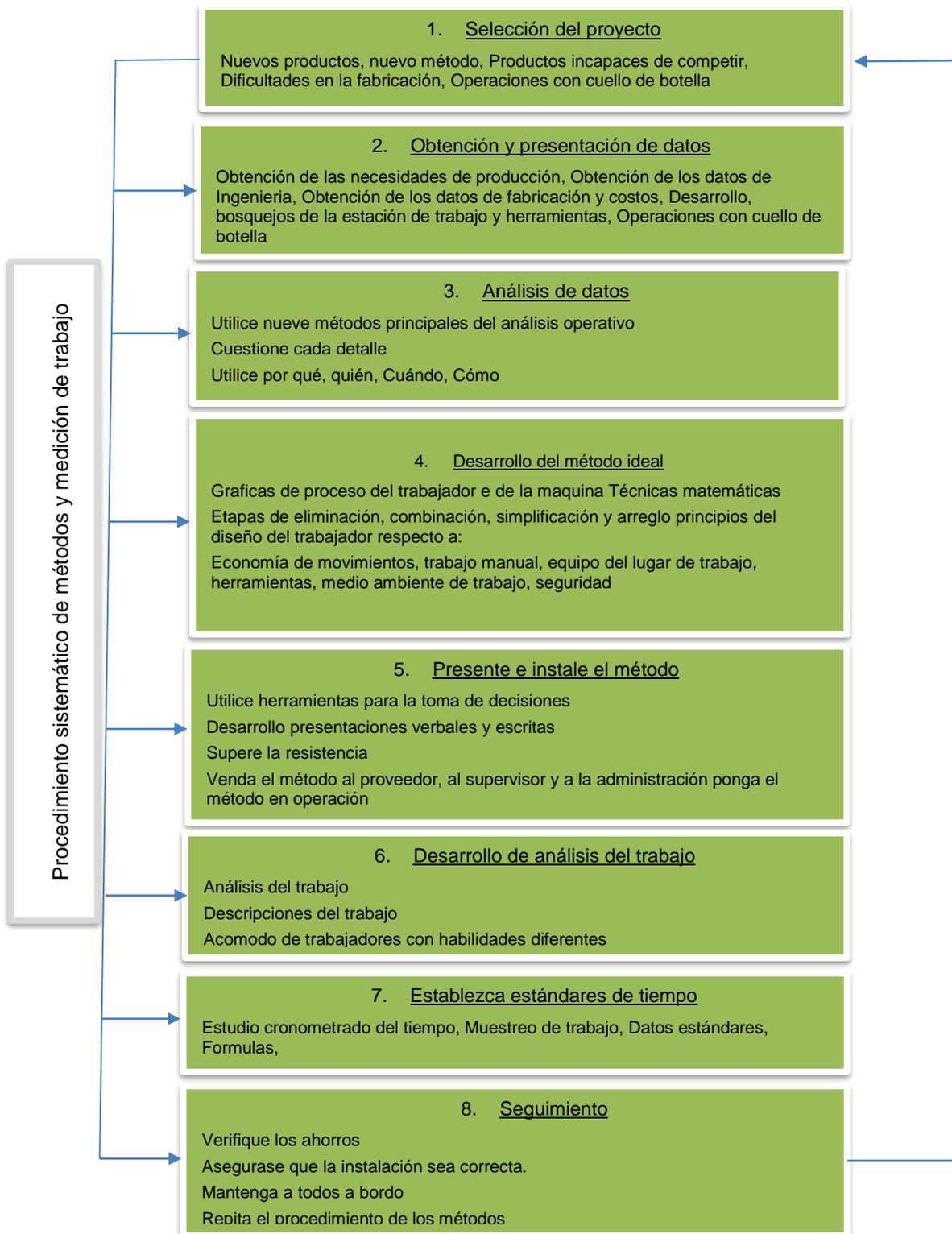


Figura nº 4 Procedimiento sistemático de métodos y medición de trabajo

Fuente: Ingeniería Industrial de Niebel - 2014

### **2.2.5. El trabajo de Taylor**

Frederick de Taylor es considerado generalmente el fundador del estudio moderno de tiempo en Estados Unidos. Sin embargo, en Europa se realizaron estudios de tiempos muchos años antes de la Época de Taylor.

Taylor comenzó su trabajo acerca del estudio de tiempo en 1881, mientras era socio de Midvale Steel Company, en Filadelfia. A pesar de que nació en el seno de una familia acomodada, desdeñó sus orígenes y comenzó a trabajar como aprendiz. Después de 12 años de trabajo desarrolló un sistema basado en la “tarea” Taylor propuso que el trabajo de cada empleado fuera planeado por la Gerencia al menos con un día de anticipación. Los empleados recibirán instrucciones escritas que describían sus tareas a detalle y especificaban los medios para realizarlas.

Cada tarea debía tener un tiempo estándar determinado mediante estudios de tiempos realizados por expertos. En el proceso de asignación de tiempos, Taylor propuso dividir la tarea en pequeños fragmentos de esfuerzo conocido como “elementos”. Los expertos median el tiempo de dichos fragmentos en forma individual y utilizaban colectivamente los valores para determinar el tiempo permitido para cada tarea.

## **2.3. Aceros inoxidables**

Los aceros inoxidables son aleaciones específicamente compuesto de carbono (C), hierro (Fe), cromo (Cr) y otros compuestos que ayudan a mejorar algunas propiedades de ductilidad, resistencia a la fluencia y al impacto, corrosión, etc. Y estos son el níquel (Ni), titanio (Ti), cobre (Cu), azufre (S), magnesio (Mn), niobio (Nb), y molibdeno (Mo). Son también conocidos como inoxidables porque en presencia de oxígeno forman una película superficial de óxido rica en cromo que protege al metal de la corrosión e que impide que las superficies se rayen.

La principal característica que tienen es su alta resistencia a la corrosión:

### **2.3.1. Ventajas del acero inoxidable (AISI 304)**

- Se le puede limpiar fácilmente
- Acabados superficiales y formas variables
- Baja rugosidad superficial
- Alta resistencia a la corrosión
- Presenta una gran durabilidad
- Relación costo - beneficio favorable
- Facilidad de fabricación
- Alta resistencia con bajo peso

- Es un material reciclable
- Bajo costo de mantenimiento
- Facilidad de conformado y de unión
- Buena apariencia y soldabilidad
- Amplio rango de propiedades mecánicas
- Resistencia a variaciones de temperatura (Ferneto, 2017)

## 2.4. Software Gom Scan 2017

GOM desarrolla, produce y distribuye software, máquinas y sistemas para uso industrial y tecnología de medición de coordenadas 3D automatizada y pruebas 3D basadas en los últimos resultados de investigación y tecnologías innovadoras.

Con más de 60 sitios y una red de empleados de más de 1,000 especialistas en metrología, GOM garantiza un profundo asesoramiento, así como soporte profesional y servicio a los operadores en el sitio en sus idiomas locales.

GOM ha estado desarrollando tecnología de medición en Braunschweig desde 1990. En la respectiva investigación y desarrollo.

Departamentos, más de 100 ingenieros, matemáticos y científicos dan forma a la tecnología de medición del presente y el futuro.

En la actualidad, más de 10,000 instalaciones de sistemas mejoran la calidad del producto y aceleran el desarrollo y la fabricación de productos.

Procesos para empresas internacionales en las industrias automotriz, aeroespacial y de bienes de consumo, sus proveedores y muchos institutos de investigación y universidades en Europa, América del Norte, América del Sur, Hacia, Oceanía y África podemos observar en la figura n° 5.



Figura n° 5 Soporte de servicios

Fuente: de Software GOM

El software es preciso, flexible, asequible escáner 3D móvil para una amplia gama de aplicaciones puede escanear cualquier sólido en digital 3d en escala 1/1.

Podemos visualizar en la figura n°6. (Gom, S.F.)

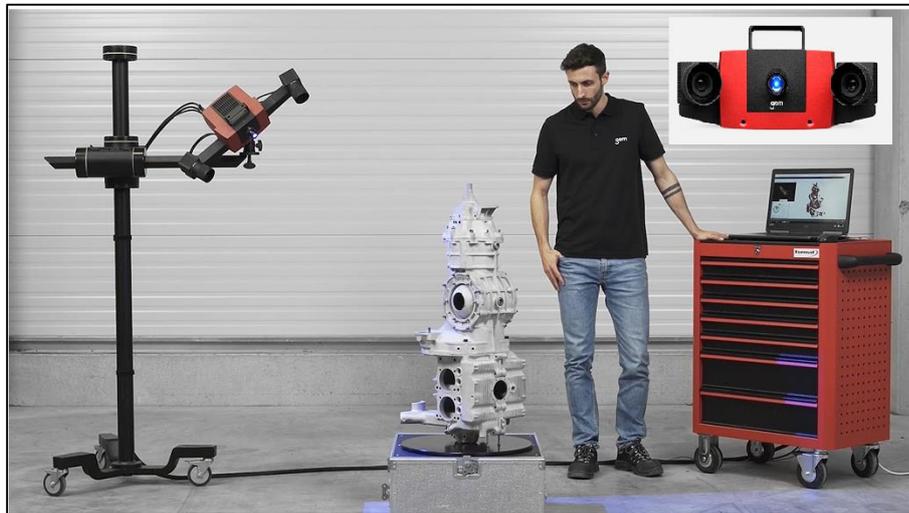


Figura n° 6 Equipo de GOM copiando superficie de físico en digital

Fuente: de Software GOM

También realiza metrología industrial.

Los sistemas se utilizan en salas de medición y en entornos de planta de producción. Es una máquina de medición 3D óptica completa para un control de calidad eficiente en los procesos de producción y fabricación. Diferentes modelos están disponibles para diferentes tamaños de partes y aplicaciones.

Podemos visualizar en la figura 7.

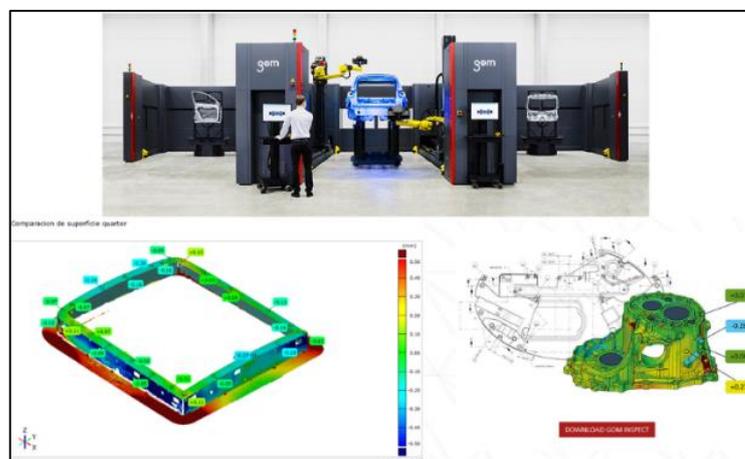


Figura n° 7 Reporte de metrología

Fuente: de Software GOM

#### **Características del equipo:**

- Fuente de alimentación: CA 110/230 voltios, 50-60 Hz
- Peso aproximado. 4 kg
- Ajuste de distancia: punteros láser
- Temperatura de funcionamiento: 5 ° C a 40 ° C (sin condensación)
- Longitud del cable: 10 m

#### **Característica de la cámara:**

- Resolución: 5 o 12 megapíxeles
- Conexión: Gigabit Ethernet
- Velocidad de escaneo: aprox. 1 segundo

#### **Computadora:**

- Estacionario: estación de trabajo
- Móvil: computadora portátil
- Sistema operativo: Windows 10
- También tiene la posibilidad incorporar un sensor táctil en un proceso complejo  
Medición 3D
- Medición en áreas de difícil acceso
- Comparación directamente con CAD
- Medida de primitivas
- Medición rápida de puntos individuales
- Alineación en línea

Ofrece una malla de polígono de campo completo que describe la superficie de un objeto con velocidad, precisión y las coordenadas 3D en línea de la sonda táctil. Permite verificaciones de geometría 3D automatizadas y de campo completo en todas las etapas de proceso de producción, constituyendo así un elemento clave de la estrategia de producción.

#### **Las Aplicaciones**

- La cámara Kinect de Microsoft fue la primera aplicación comercial de consumo. Utiliza un patrón de luz estructurada infrarroja para generar la nube de puntos 3D de la imagen.
- Ropa hecha a medida.
- Medida de la precisión de la forma para control de producción (hojas de una turbina).
- Ingeniería inversa (obtención de datos CAD de objetos existentes).

- Medidas de volumen (Volumen de una cámara de combustión en los motores).
  - Documentación de objetos de patrimonio cultural.
  - Medidas de la forma del cuerpo.
  - Inspecciones de ciencia forense.
  - Estructura, relieve y rugosidad del pavimento de las carreteras.
- (Associates, 2012)

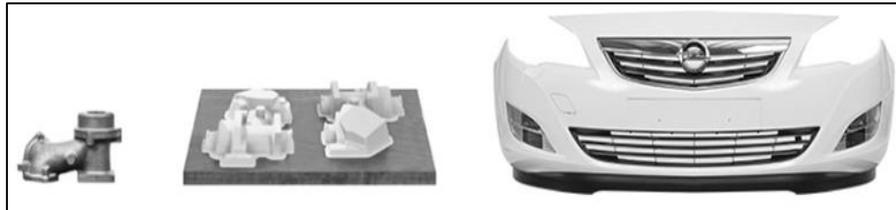


Figura nº 8 GOM digitaliza objetos no tiene limites

Fuente: Objetivo de GOM

## 2.5. Programa Rhinoceros

Es una herramienta de software para modelado en tres dimensiones basado en un modelo matemático muy utilizado en la computación gráfica para generar y representar curvas y superficies (NURBS). Es un software de diseño asistido por computadora creado por Robert McNeel, originalmente como un agregado para AutoCAD de Autodesk. El programa es comúnmente usado para el diseño industrial, la arquitectura, el diseño naval, el diseño de joyas, el diseño automotriz, CAD/CAM, prototipos rápidos, ingeniería inversa, así como en la industria del diseño gráfico y multimedia.

Rhino 3D se ha ido popularizando en las diferentes industrias, por su diversidad, funciones multidisciplinarias y el relativo bajo costo. Las vastas opciones para importación y exportación en el programa es una razón del crecimiento de su uso. La gran variedad de formatos con los que puede operar, le permite actuar como una herramienta de conversión, permitiendo romper las barreras de compatibilidad entre programas durante el desarrollo del diseño.

Con esta herramienta se analizará la complejidad de la superficie de los parabrisas. Así mismo también se diseñará los moldes de curvar.

Ilimitadas. Herramientas de modelado 3D de forma libre, que solo se encuentran en productos que cuestan de 20 a 50 veces más. Con Rhinoceros se puede modelar cualquier forma imaginable.

Precisión. Necesaria para el diseño, los prototipos, la ingeniería, el análisis y la fabricación de cualquier producto, desde aviación hasta joyería.

Compatibilidad. Con la mayoría de programas de diseño, dibujo, CAM, ingeniería, prototipo, análisis, renderizado, animación e ilustración. Así mismo lee y repara complicadas mallas y archivos IGES.

Accesible. Es tan fácil de aprender y de utilizar que se puede dedicar al diseño y la visualización sin tener que preocuparse por el software.

Rápido, incluso en un ordenador portátil común. No se necesita ningún hardware especial.

Plataforma. De desarrollo para cientos de productos 3D especializados.

Bajo coste. Hardware común. Curva de aprendizaje corta. Precio asequible. Sin cuotas de mantenimiento.

### **2.5.1. Fabricación digital e impresión 3D**

El proyecto de desarrollo de Rhinoceros comenzó hace casi 20 años con el objetivo de ofrecer a los diseñadores navales herramientas para la creación de modelos informáticos que pudieran utilizarse para manejar el equipo de fabricación que se controlaba digitalmente en los astilleros.

Continuamos pensando que los diseños solo son útiles una vez ya están fabricados y en las manos de los consumidores. Hoy en día, debido a que los precios de la tecnología de impresión 3D y fabricación digital están bajando rápidamente, cada vez más diseñadores tienen acceso directo a equipos de fabricación digital 3D.

Aunque no somos expertos en todos los procesos de fabricación y construcción existentes, hemos centrado nuestros esfuerzos en asegurarnos de que los modelos de Rhinoceros sean suficientemente precisos y accesibles para hacer realidad todos los procesos de un diseño.

#### **Mallas**

Disponer de herramientas potentes de importación, exportación, creación y edición de mallas es fundamental en todas las fases del diseño, por ejemplo:

Transferencia de datos 3D capturados a través de la digitalización y el escaneado en Rhinoceros como modelos de mallas.

Intercambio de datos de mallas con muchas, aplicaciones, como Sketchup y Modo.

Exportación de mallas para análisis y renderizado.

Exportación a mallas para prototipo y fabricación.

Conversión de NURBS a mallas para visualización y renderizado.

Todas estas herramientas son nuevas o bien han sido mejoradas. Además, ahora se permiten las mallas de doble precisión para representar y visualizar con exactitud terrenos como, por ejemplo, la topografía en 3D de una gran ciudad.

### 2.5.2. Captura 3D

La captura de datos 3D datos existentes suele ser uno de los primeros pasos de un proyecto de diseño. Rhinoceros siempre ha tenido compatibilidad directa con hardware de digitalización 3D y con datos de nubes de puntos escaneados en 3D. Ahora Rhinoceros 6 admite:

Nubes de puntos grandes. Los escáneres 3D ahora son más rápidos y más económicos, por lo que ahora son más comunes los archivos de escaneado grandes. La versión de Rhinoceros de 64 bits y la compatibilidad mejorada con coprocesadores gráficos permite trabajar con archivos grandes de nubes de puntos.

### 2.5.3. Análisis

La realización del diseño requiere modelos 3D de alta calidad en todas las fases del diseño, la presentación, el análisis y la fabricación. Rhinoceros 6 incluye 9 herramientas nuevas y mejoras para garantizar que los modelos 3D utilizados en el proceso sean de la mayor calidad posible.

Análisis de punto, longitud, distancia, ángulo, radio, cuadro delimitador, dirección normal, área, centroides de área, momentos de área, volumen, centroides (William., 2001)

## 2.6. El valor actual neto VAN

Presentamos la organización en su conjunto y las áreas de interés, describiendo las actividades realizadas.

Es un procedimiento mediante el cual permite calcular el valor presente de un determinado número de flujos de caja futuros (ingresos y egresos) originados por una inversión. (LOPEZ Dumrauf, 2006)

Para que un proyecto sea viable el VAN debe ser positivo.

La fórmula es la siguiente:

$I_0$ =Inversión inicial

$FC_n$ =Flujo efectivo

$r$ =Tasa de descuento

$n$ =Periodo de tiempo

La regla de decisión es aceptar el proyecto si el VAN mayor cero.

Si  $VAN > 0$  El proyecto es rentable

Si  $VAN < 0$  el proyecto no es rentable.

$$VAN = -I_0 + \sum_{n=0}^n \frac{FCn}{(1-r)^n}$$

### 2.6.1. La tasa interna de retorno o tasa interna de rentabilidad TIR.

Debido a que la TIR es una medida de rentabilidad relativa de la inversión, la confrontamos con la tasa de interés que representa el costo de oportunidad del capital para saber si un proyecto debe ser elegible. (LOPEZ Dumrauf, 2006)

La fórmula es la siguiente:

Si  $TIR \geq r \rightarrow$  Se aceptará el proyecto. La razón es que el proyecto da una rentabilidad mayor que la rentabilidad mínima requerida (el coste de oportunidad).

Si  $TIR \leq r \rightarrow$  Se rechazará el proyecto. La razón es que el proyecto da una rentabilidad menor que la rentabilidad mínima requerida.

$$TIR = \sum_{n=0}^n \frac{FCn}{(1-r)^n} - I_0 = 0$$

### 2.6.2. El costo-beneficio B/C.

Es una lógica o razonamiento basado en el principio de obtener los mayores y mejores resultados al menor esfuerzo invertido, tanto por eficiencia técnica como por motivación humana. Se supone que todos los hechos y actos pueden evaluarse bajo esta lógica, aquellos dónde los beneficios superan el costo son exitosos, caso contrario fracasan. (L. Blank, 2006.)

$B/C > 1$  indica que los beneficios superan los costes, por consiguiente, el proyecto debe ser considerado.

$B/C=1$  Aquí no hay ganancias, pues los beneficios son iguales a los costes.

$B/C < 1$ , muestra que los costes son mayores que los beneficios, no se debe considerar.

Periodo de recuperación de inversión PRI.

Es un instrumento que permite medir el plazo de tiempo que se requiere para que los flujos netos de efectivo de una inversión recuperen su costo o inversión inicial. (L. Blank, 2006.)

Para calcular el PRI se usa la siguiente fórmula:

$$\text{PRI} = a + \frac{(b - c)}{d}$$

Dónde:

a = Año inmediato anterior en que se recupera la inversión.

b = Inversión Inicial.

c = Flujo de Efectivo Acumulado del año inmediato anterior en el que se recupera la inversión.

d = Flujo de efectivo del año en el que se recupera la inversión.

## CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA

Un 03 de marzo de 2008 postule a la empresa AGP PERÚ SAC. El ministerio de trabajo me envió, para postular al área de ingeniería como dibujante. Me programaron varias entrevistas, los resultados fueron satisfactorio para mi persona llegando a contratarme como dibujante. Asumí con mucha responsabilidad las actividades encomendadas, después de 4 años empecé a estudiar ingeniería industrial hasta culminarlo, realice muchas mejoras en el área donde trabajo, por eso me ascendieron a ingeniero de producto en el área de ingeniería a continuación se explicará el rubro de la empresa la diferencia a nuestra competencia la mejora que se realizó en el área de matricera, se trabajó juntamente con el supervisor del área y sus colaboradores.

Desde 1965, la empresa AGP PERU SAC fue fundada en Perú por el descendiente de una familia alemana con gran tradición fabricante de vidrio. La principal motivación de la fundación en el Perú fue la implantación de varias ensambladoras automotrices. Sin embargo, durante los años ochenta, la empresa sufrió un viraje en el enfoque de su producción.

Las grandes productoras de cristal flotado del mundo como PPG, Pilkington y Saint Gobain iniciaron la producción de vidrio automotriz a gran escala, lo que afectó a la compañía. Eso, sumado a que el gobierno militar provocó la salida de las automotrices en el país, motivó a AGP PERU SAC a ingresar en otros segmentos de negocio relacionados que resultaban de mayor valor agregado: el vidrio blindado. Hoy, es una empresa que se ha expandido, que se ha internacionalizado, que ha consolidado su posición comercial en países muy competitivos.

La innovación continua y la transformación rápida han sido temas frecuentes durante la historia de la empresa. Ha consolidado su reputación principalmente como un innovador en productos laminados. Como consecuencia de inversión en investigación y desarrollo.

Hoy en día, AGP PERU SAC es el líder global en la manufactura de vidrios blindados y vidrios especiales complejos para aplicaciones automotrices. AGP PERU SAC cuenta con 3 plantas de producción con más de 1000 empleados que atienden a clientes en más de 50 países.

El área de matricera donde se fabrica los moldes para curvar vidrios, se encuentra muy empírico débil por esa razón se implementó a analizar con la herramienta de mejora continua con el objetivo de mejorar la calidad de molde y reducir el costo de fabricación, aumentando la capacidad de fabricación.

### 3.1. Organización.

AGP PERU SAC (American Glass Products) es el líder mundial en la producción e innovación de cristales de seguridad con tecnología de punta y exigentes estándares de calidad para un amplio portafolio de aplicaciones. AGP PERU SAC cuenta con un extenso rango de productos para aplicaciones en la industria automotriz (Templado y laminado con curvas complejas, antirrobo y atraco además de su especialidad: Vidrio Blindado) arquitectónica, aplicaciones en barcos y botes, trenes, además de vidrios blindados para instalaciones y vehículos militares.

AGP PERU SAC por más de 45 años ha invertido esfuerzos en investigación y desarrollo lo que le ha permitido crear líneas de producto que no sólo satisfacen las necesidades de sus clientes a nivel de calidad, además permite proteger el valor más sagrado: la vida.

AGP PERU SAC cuenta con presencia en los 5 continentes y con oficinas comerciales ubicadas estratégicamente alrededor del mundo (México, América Central, Venezuela, Argentina, Europa, España, India, Medio Oriente, Japón), además de 3 plantas de producción (Brasil, Colombia y Perú) que permiten atender las necesidades de los clientes con excelentes tiempos de respuesta y atención técnica inmediata.

#### 3.1.1. Visión. Misión y Valores.

- **Visión:** Salvamos vidas a través de productos con diseños innovadores siempre pensando en su bienestar.
- **Misión:** ser una empresa de clase mundial en el sector de vidrio, enfocada en productos con alto valor agregado, soportados por un recurso humano comprometido y de primer nivel.
- **Valores:** AGP PERU SAC ser mejores en la industria del vidrio especializado, ofreciendo oportunidades de crecimiento para nuestra gente, clientes y accionistas, con valores de transparencia, humildad, pasión, compromiso, innovación, velocidad.

#### 3.1.2. Principales Clientes

AGP es orgullosamente proveedor oficial de Ensambladoras de equipo original (OEM) en Europa, América, e India; entre otras Mercedes Benz, AUDI AG, Volkswagen, Toyota, TATA India y Jeep, así mismo, es proveedor de series de acristalamiento BRG para vehículos Hummer usados en conflictos bélicos como la guerra del golfo pérsico.



Figura nº 9 Clientes potenciales de AGP PERÚ SAC.

Fuente: AGP PERÚ SAC

### 3.1.3. Principales competidores

Sus competidores con mayor fuerza en el mercado son: PPG Pilkington, Saintgobain que además de producir casi el 50% de los productos que AGP GLASS produce, también entran en el mercado de fabricación de vidrios para el uso casero como aliados de la marca PIREX que a su vez fabrica productos para la rama de la medicina y su uso en laboratorios de investigación, a esto se le suman 2 competidores potenciales que son VIVEX y CARLITE, que hace 2 años aproximadamente iniciaron la fabricación de vidrios para uso marítimo y automotriz, siendo sus principales clientes: FIAT y SAMSUNG.

### 3.1.4. Ventajas respecto a la competencia.

**Investigación.** Equipo dedicado a la investigación y desarrollo, mantenimiento continuo, Equipo de validación de alta tecnología.

**Durabilidad.** La mejor durabilidad en vidrios blindados, alta estabilidad y confiabilidad en el mantenimiento y uso, disponibilidad de colores, estética en vidrio blindado bordes pulido Premium.

**Garantía.** Experiencia en AGP SAC. Perú, líder mundial, Innovación continua, contamos con certificaciones balísticas noma Europea “CEN-B6”, y ICONTEC ISO 9001:2000 y muchos más normas y certificaciones

Norma balística para diferentes calibres.



Figura nº 10 Normas balísticas para vidrios blindados

Fuente: AGP PERÚ SAC

### 3.1.5. Organigrama estructural AGP

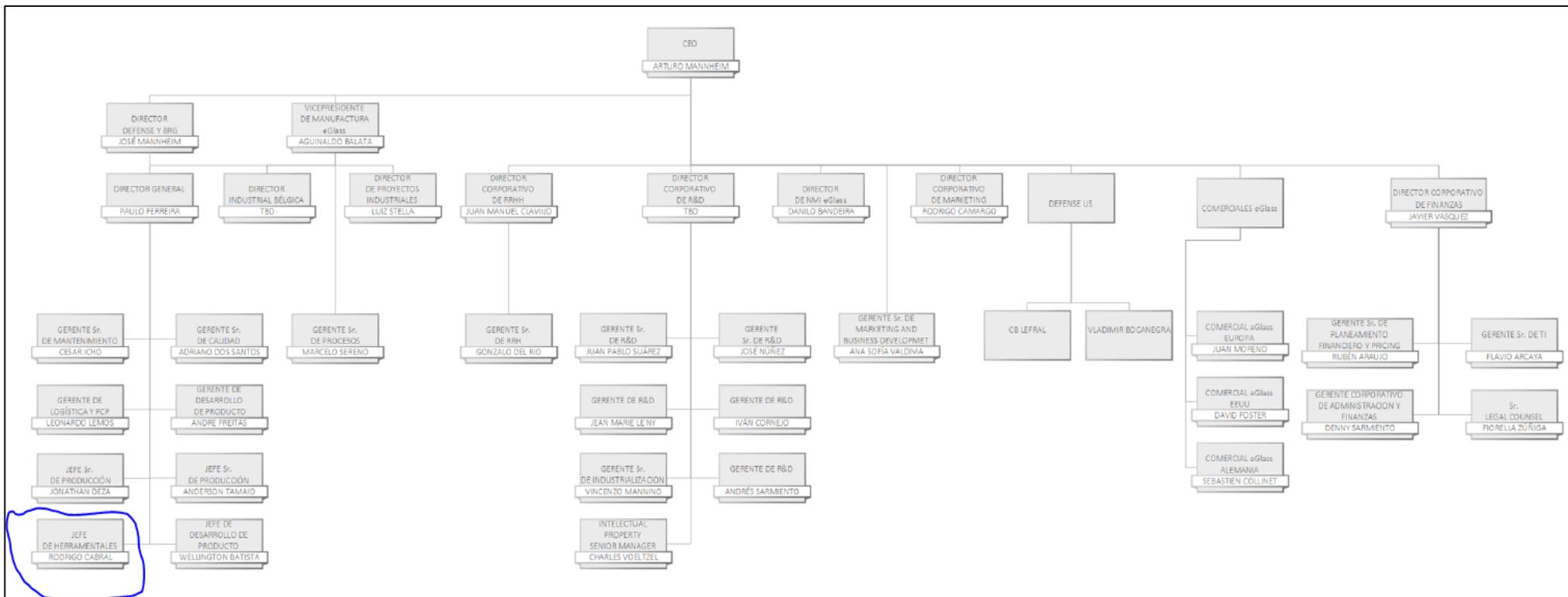


Figura nº 11 Organigrama de la empresa AGP PERÚ SAC.

Fuente: AGP PERÚ SAC

### 3.1.6. Mapa estratégico de producción de la empresa AGP PERÚ SAC.

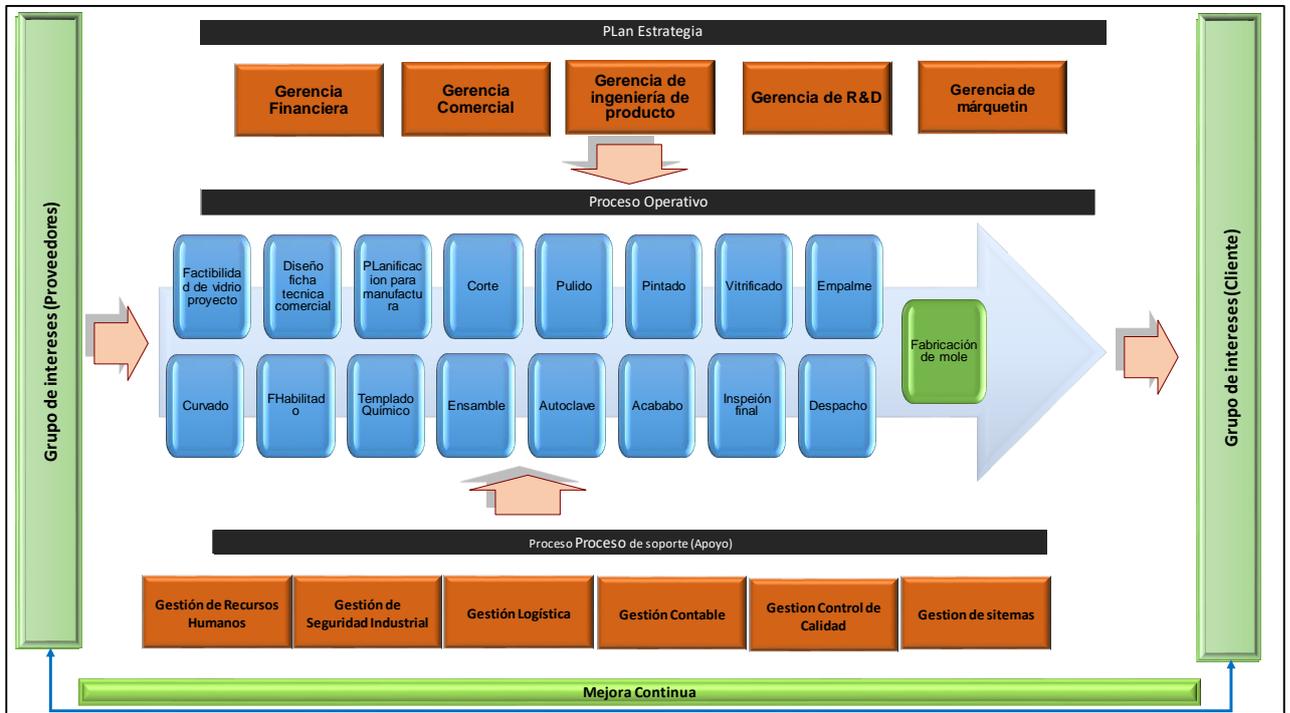


Figura nº 12 Mapa estratégico de la empresa AGP PERÚ SAC.

Fuente: AGP PERÚ SAC-2018

### 3.1.7. Organigrama del área de matricera de la empresa AGP PERÚ SAC.

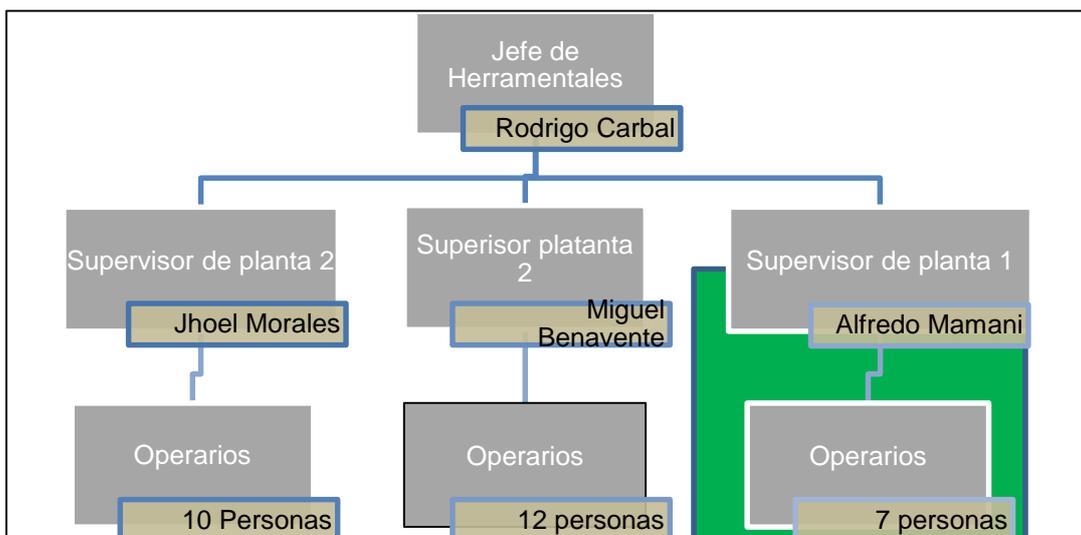


Figura nº 13 Organigrama de matricera del área de fabricación de molde

Fuente: AGP PERÚ SAC-2018

### **3.1.8. Descripción de fabricación de molde para curvar vidrios en el área de matricera en la empresa AGP PERÚ SAC 2018**

El área de matricera es un taller donde se fabrica moldes para curvar vidrios, también realizan mantenimiento de los moldes.

Los materiales son de acero inoxidable 304 de platina con un espesor de 8mm, Ancho de 50.8 mm y longitud de 6.00 m.

El personal que labora se encuentra con los equipos de protección individual son aquellos trajes o complementos Como Casco, calzado, guantes, protección ocular, manguitos, delantal, chaqueta y pantalón. Que permiten que las tareas laborales se hagan de forma segura. Los implementos mencionados deben haber pasado los controles de seguridad.

El área de trabajo mide:

- Ancho 10.0 m
- Largo 15.0 m
- Tiene 4 mesas de trabajo

Equipos y herramientas que se usan

- ❖ Corta fierro
- ❖ Regla metálica
- ❖ Flexómetro
- ❖ Yunke
- ❖ Lija de 40
- ❖ Esmerilados, mezclado y pulido lineal
- ❖ Cortadora de metal eléctrico
- ❖ Soldadora eléctrica con electrodo
- ❖ Taladro de prensa



Figura nº 14 Herramientas y Equipos

Fuente: - AGP PERU SAC

**Los moldes que se fabrican es un promedio de 72 unidades al mes y al año sería 864 unidades.**

### **3.1.9. Explicaremos como se fabrica el molde en la actualidad sin la implementación**

1. Se usan los materiales de las siguientes medidas platina de fierro 1" x 1/4" x 6 m, ángulo platina de fierro 1" x 1/4" x 6m, varilla cuadrada fe 3/8" (para el caso de laminados), platina inox 1" x 3/16" x 6 m, ángulo platina de fierro 1 1/2" x 1/4" x 6mt, varilla cuadrada fe 3/8" (para el caso de blindados)
2. Herramientas y equipos que se usa es. Soldadura, esmeril de mano, lima bastarda, comba, yunke.
3. Limpiar el parabrisas con alcohol, cubrir todo el perímetro del parabrisas con cinta masking tape de 2".
4. Medir largo y ancho del parabrisas y cortar 4 platinas con las medidas tomadas.
5. Moldear cada lado de la platina de acuerdo a la curva del vidrio con comba y yunke.
6. Unir las partes curvas mediante soldadura, protegiendo el vidrio (vidrio templado) con tela de asbesto, una chispa de soldadura puedo ocasionar la fragmentación de este.
7. Cortar 3 varillas cuadradas de platina de fierro 3/8", para utilizarlas como amarre (rigidizar), soldar una al centro y los dos restantes a los extremos.

8. Soldar los soportes de forma perpendicular a la base de manera uniforme, dependiendo del nivel de fabricación del molde.
9. Ensamblar la corona sobre la base, esmerilar la superficie, revisar contra el vidrio y llenar los datos de levantamiento en la hoja de vida
10. Entregar molde a la línea de producción según corresponda.

Fabricación del molde actual.

### 3.1.10. Actividades en el proceso tradicional.

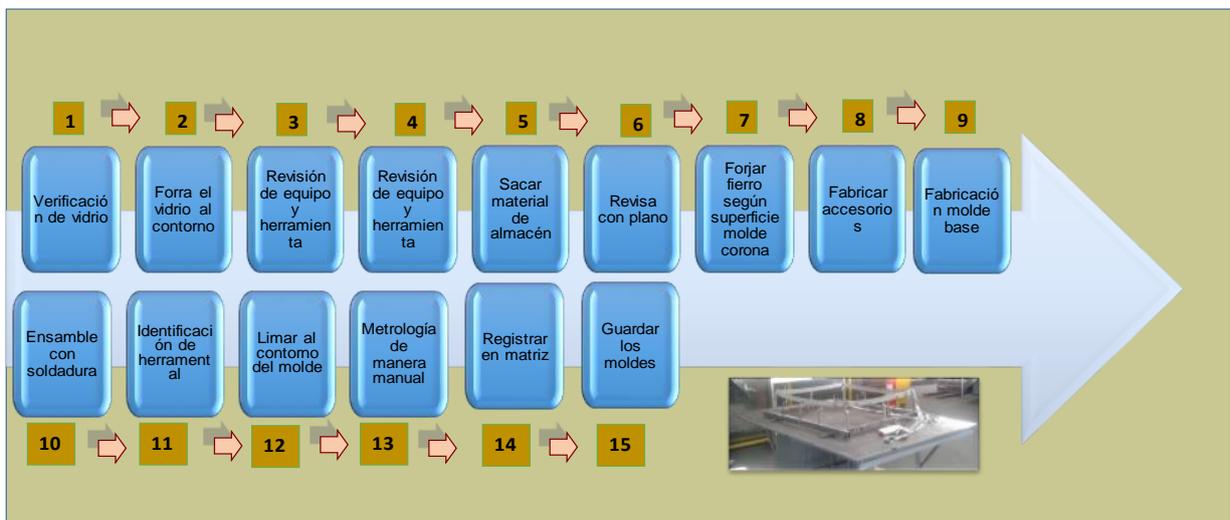


Figura nº 15 Actividades que se realizan en el proceso de fabricación de molde para curvar vidrio

Fuente: Elaboración propia

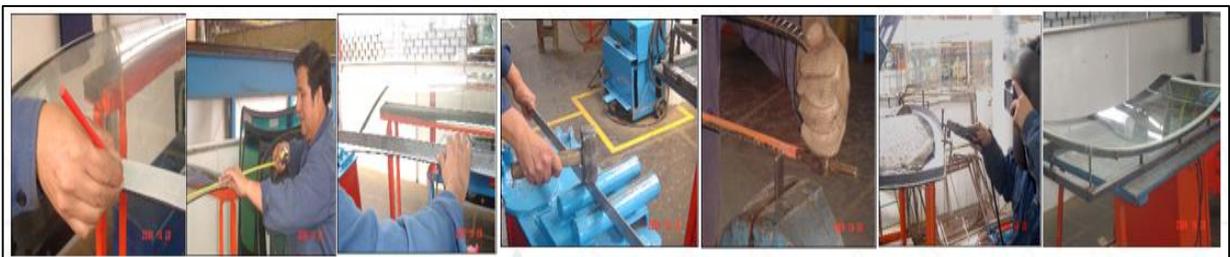


Figura nº 16 Fabricación de molde

Fuente: matricera – AGP PERU SAC

Según lo mencionado nuestra área de matricera en la fabricación de molde no se puede controlar el proceso de fabricación molde para curvar vidrio. Por ello se tomó la decisión la gerencia en mejorar el tiempo de fabricación de molde y otros puntos más que se analizara con Ishikawa.

### 3.1.11. Flujograma de manufactura de AGP PERÚ SAC

A continuación, podemos visualizar en la figura 14 el flujograma de procesos indicara donde indica taller de matricera se realizó la mejora.

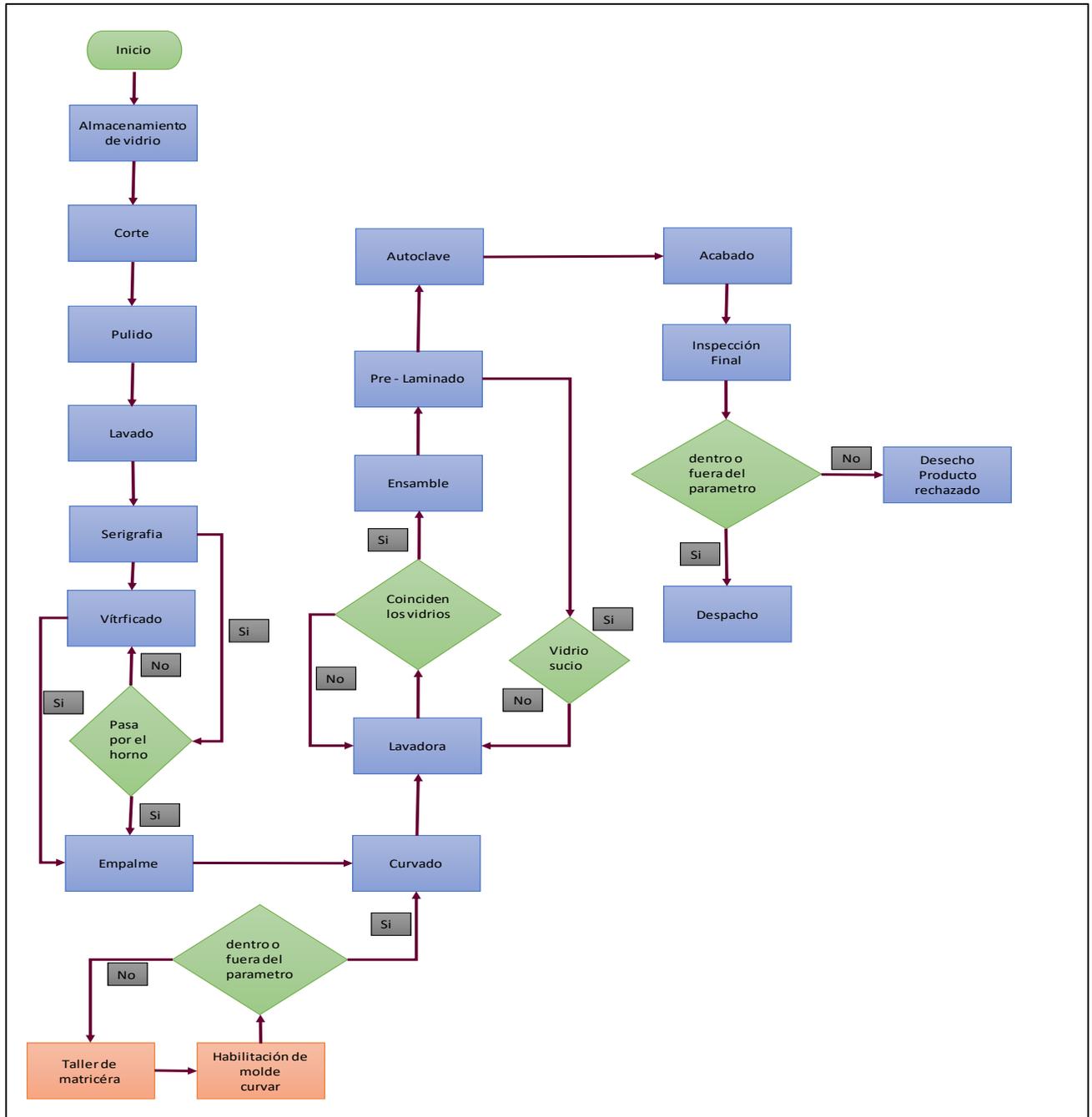


Figura n° 17 Flujograma de proceso de fabricación de vidrio blindado

Fuente: Elaboración propia

Debido que AGP PERÚ SAC. Incrementó pedidos tiene la necesidad de reducir tiempo de fabricación de molde, para no retrasar la fecha de compromiso pactada con el cliente y evitar pagar penalidades.

### 3.1.12. Flujograma del área de matricera

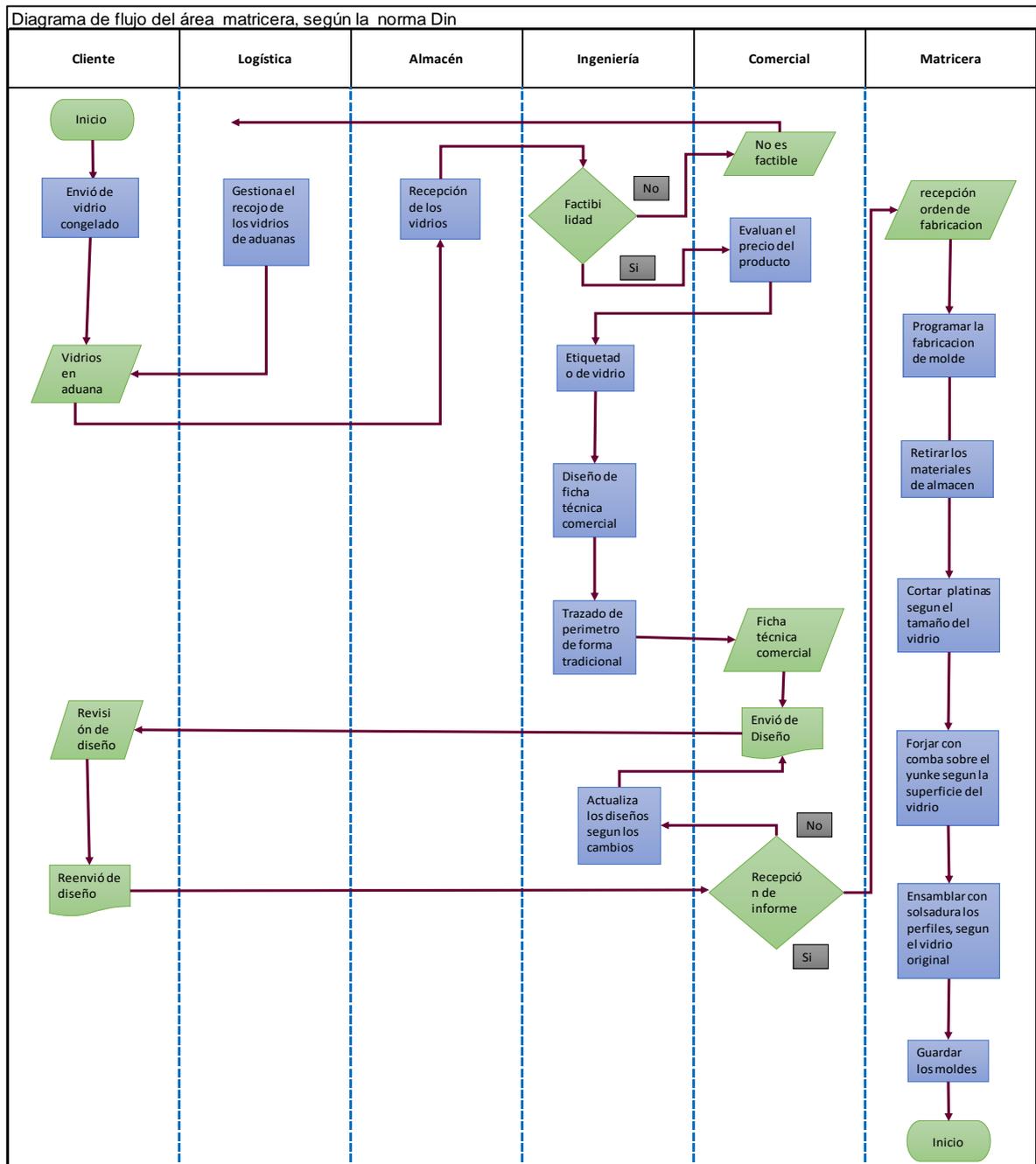


Figura nº 18 Flujograma de proceso de fabricación de molde para curvar vidrio

Fuente: Elaboración propia

### 3.1.13. Moldes fabricados 2017 en la empresa AGP PERU SAC.

A continuación, podemos observar en el gráfico la producción de fabricación de molde de molde de todo el año. Obtenidos de los 2 turnos. Del año 2017 y año 2018 hasta 30 de Setiembre.

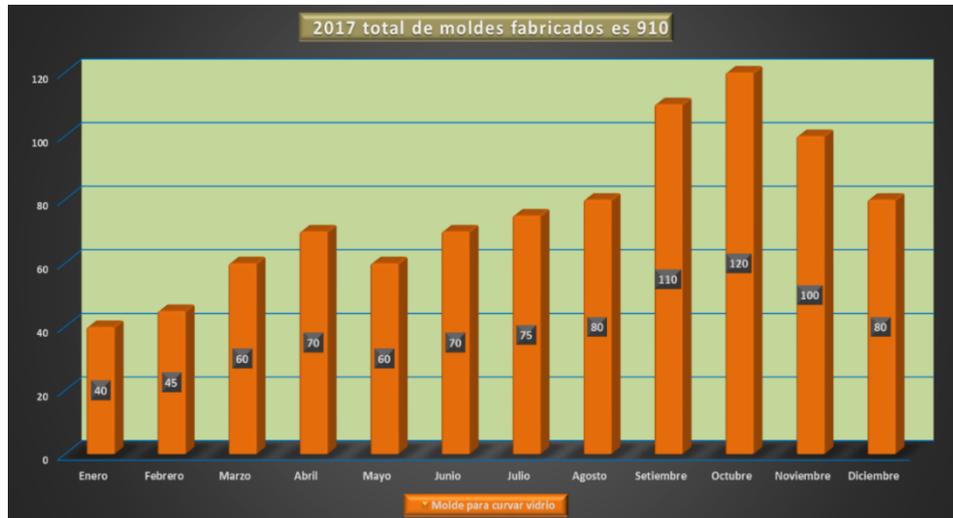


Figura nº 19 Moldes fabricados el año 2017

Fuente: Elaboración propia

### 3.1.14. Moldes fabricados 2018 en la empresa AGP PERU SAC.

Del mes de agosto hacia adelante ya se implementó la mejora explicaremos más adelante de qué manera se mejoró la fabricación de molde para curvar vidrio.



Figura nº 20 Moldes fabricados el año 2018 hasta 30 octubre

Fuente: Elaboración propia

### 3.1.15. Proyecciones de AGP PERÚ SAC. Hacia el futuro con licitaciones ganadas

La empresa logro a ganar licitación hasta 2020 a parte de los clientes que maneja

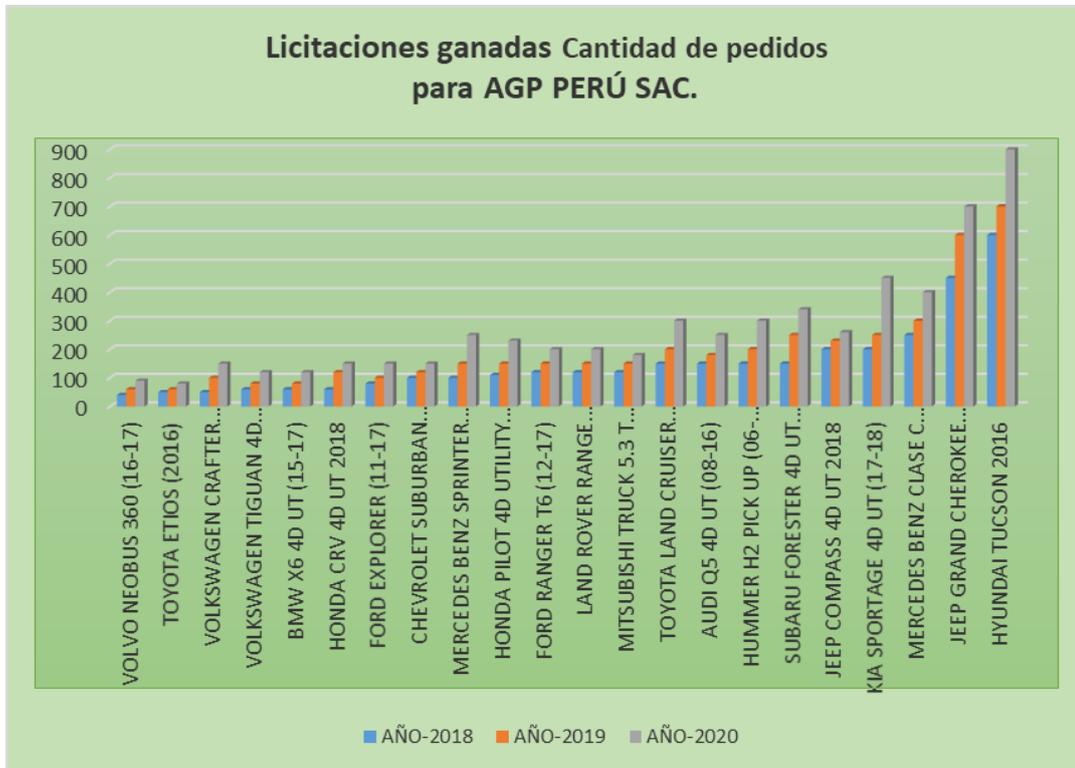


Figura nº 21 Clientes que se incrementaron

Fuente: Elaboración propia



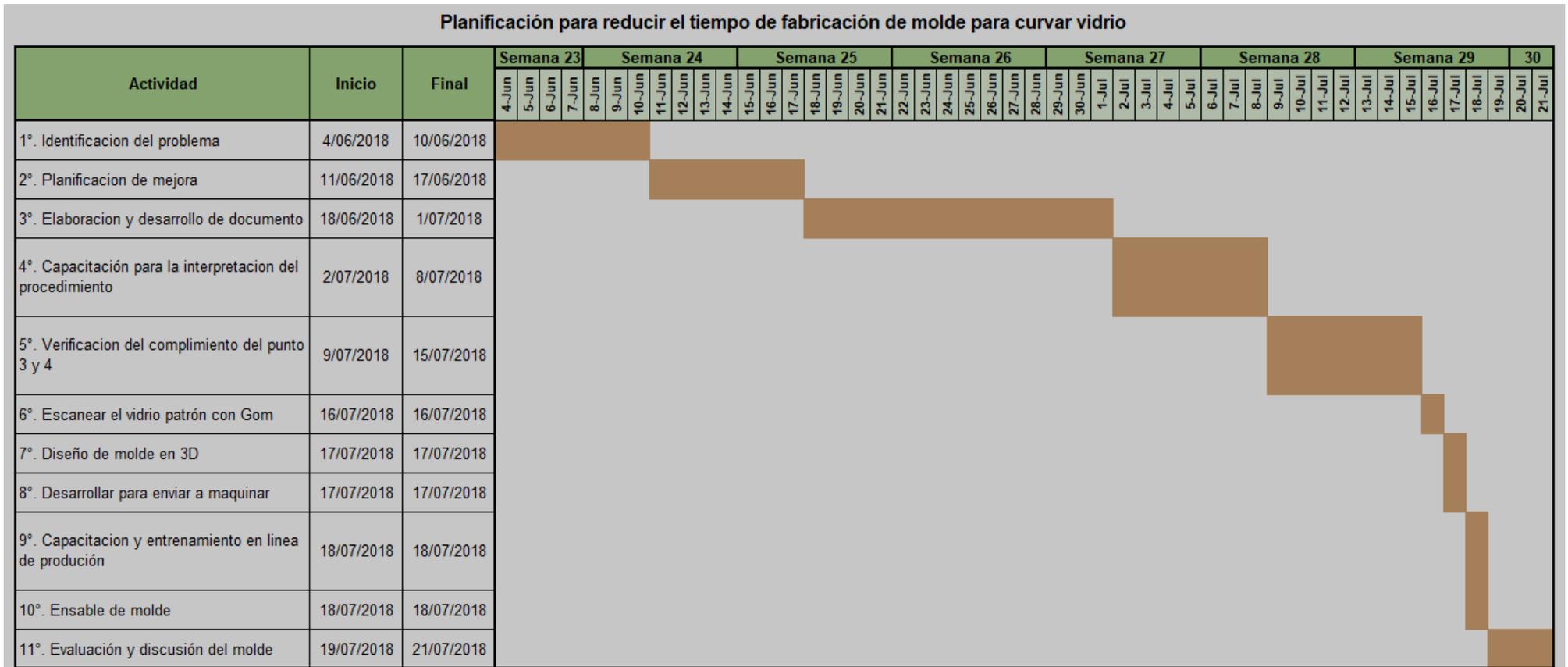
Figura nº 22 Pedidos que se incrementaron

Fuente: Elaboración propia

### 3.1.16. Planificación para reducir el tiempo de fabricación de molde para curvar vidrio en la empresa AGP PERÚ SAC

Tabla nº 2

Diagrama de Gantt



Fuente: Elaboración propia

### 3.1.17. Determinando con Pareto que actividad de va mejorar.

#### OBJETIVO 1. (Diagnostico)

En la tabla 3, se muestra un modelo de la realización o toma de tiempos en el proceso de fabricación de molde para curvar de vidrios. Esta medición se realizó de forma observacional usando cronometro en cada una de dichas etapas.

Tabla nº 3

*Tiempo de fabricación de molde para curvar vidrios (modelo de medición)*

Etapa de procesos	Frecuencia (tiempo de fabricacion de molde en minuto)	% Acumulado	Frecuencia Acumulado	80-20
Forjado con comba y yunque	360	35%	360	80%
Fabricar accesorios	150	50%	510	80%
Fabricar molde base	150	65%	660	80%
Ensamble con soldadura	150	79%	810	80%
Sacar material de almacén	60	85%	870	80%
Identificación de herramental	30	88%	900	80%
Limar al contorno del molde	30	91%	930	80%
Revisa con plano	20	93%	950	80%
Revisión de equipo y herramienta	15	94%	965	80%
Metrología de manera manual	15	96%	980	80%
Forra el vidrio al contorno	10	97%	990	80%
Revisión de materiales	10	98%	1000	80%
Guardar los moldes	10	99%	1010	80%
Verificación de vidrio	8	99.5%	1018	80%
Registrar en matriz	5	100%	1023	80%

Fuente: Elaboración propia

Podemos visualizar en diagrama de Pareto. Donde nos marca claramente que actividad demanda mucho tiempo que no agrega valor.

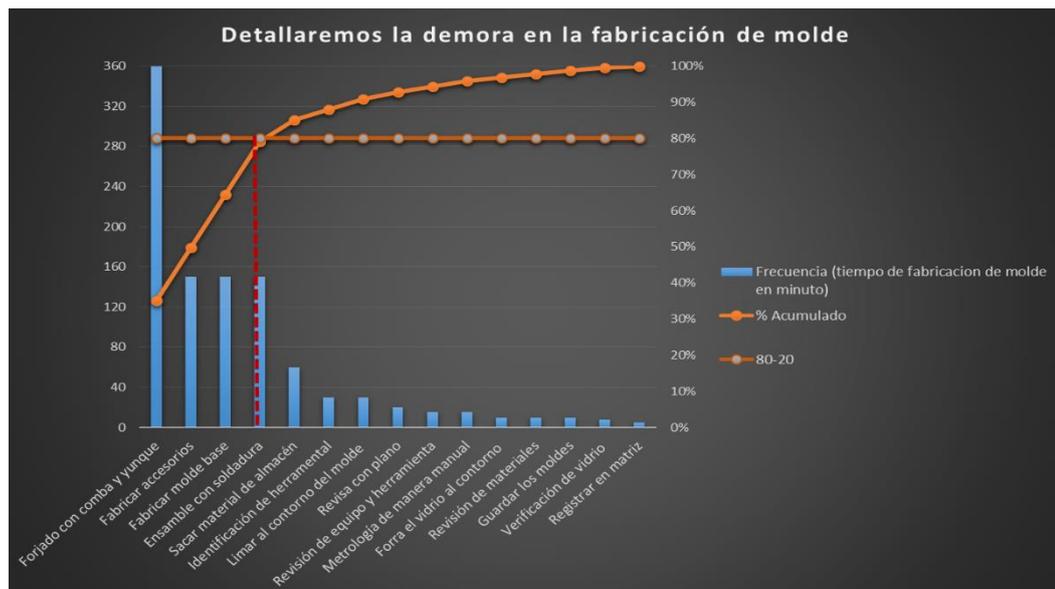


Figura nº 23 Pareto las causas que reclamaron los clientes

Fuente: Elaboración propia

En el gráfico, se observa que el 80% que se demora en la fabricación de molde se encuentra en el 20% de las causas que es como se muestra en la figura n° 2, pues debemos enfocarnos en atacar dichas causas para reducir el tiempo de fabricación de molde para curvar vidrio.

Tabla n° 4

*Etapas priorizadas en el proceso de fabricación de molde...*

Etapas del proceso de fabricación de molde	Impacto en el proceso
Forjado con comba y yunque	Registran altos tiempos en el proceso, debido a que son operaciones y <b>no están estandarizadas</b> , siendo susceptibles de mejorar.
Fabricación de accesorios	
Fabricación de molde base	
Ensamble con soldadura	

Nota: Donde demanda mucho tiempo en la etapa de fabricación de molde

Fuente: Elaboración propia

### 3.2. Analizando con Ishikawa

Diagnóstico de la causa raíz nos apoyaremos de analizar con la herramienta diagrama de Ishikawa. Nos permitirá a tomar decisiones para mejorar el tiempo de fabricación de molde.

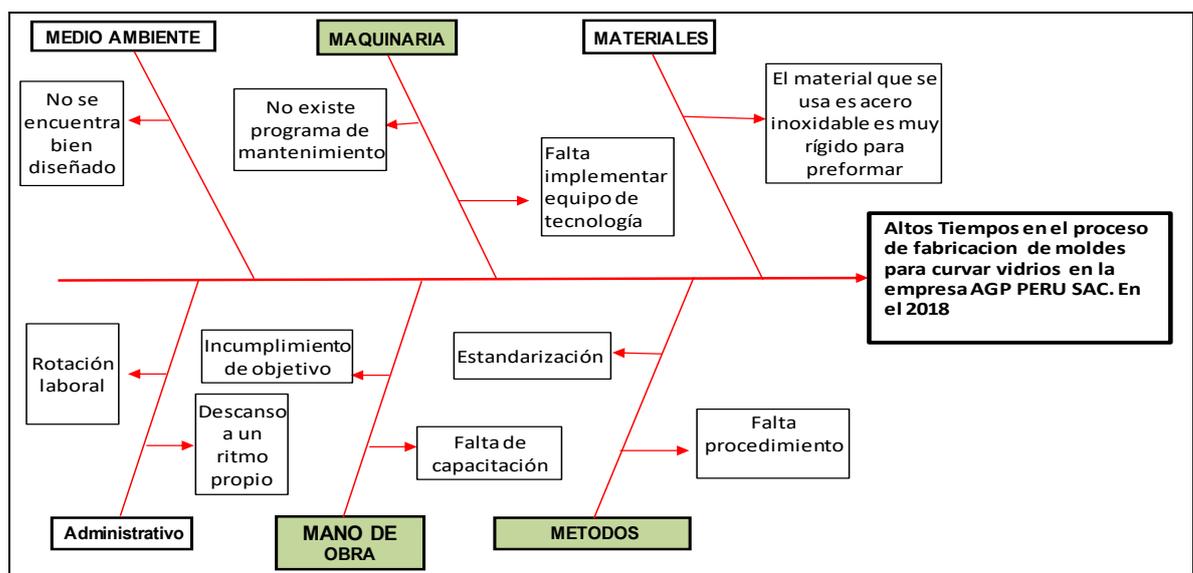


Figura n° 24 Diagrama de Ishikawa

Fuente: Elaboración propia

Tabla nº 5

*Descripción de causa que impacta en el proceso con altos tiempos en fabricación*

Descripción causa	Impacto de las causas (proceso)	Altos tiempos en el proceso de fabricación de molde para curvar vidrios en la empresa AGP PERÚ SAC. En el 2018
<b>Método:</b> Falta de procedimiento	No tiene claro la fabricación los colaboradores	
<b>Método:</b> Falta de estandarización	Los moldes son fabricados diferentes formas y en diere rentes tiempos	
<b>Mano de obra:</b> Falta de capacitación	Les falta conocimiento técnico	
<b>Maquinaria:</b> Falta implementar equipo de tecnología	Les falta una tecnología para escanear el vidrio y ser diseñado desde 3D el molde para curvar vidrio	
<b>Materiales:</b> El material que se usa es acero inoxidable es muy rígido para preformar	El tiempo de ejecución de operación es muy extenso y no agrega valor	

Fuente: Elaboración propia

Se calificó con los expertos del área de proceso de producto, calidad, producción, ingeniería de producto para tomar decisiones. Se concluyó a implementar podemos visualizar en el anexo 1:

1. Procedimiento de fabricación de molde para curvar vidrio
2. Estandarización de fabricación de molde.
3. Capacitación a los trabajadores para interpretar los diseños.
4. Implementar equipo GOM SCAN 2017 y Rhinoceros.
5. Diseñar el molde en 3D.

Tabla nº 6

*Análisis de las posibles causas para tomar decisiones*

Causa	Criterios					Totales	Totales
	Factor	Causa Directa	Solución	Factible	Medible	Bajo Costo	
<b>Método</b>							
Falta procedimiento	3	3	2	3	2	3	16
Estandarización	3	3	2	3	3	3	17
<b>Mano de Obra</b>							
Falta de Capacitación	3	3	2	3	3	2	16
Incumplimiento de Objetivo	3	3	2	3	3	3	17
<b>Administrativo</b>							
Descanso a un ritmo propio	2	2	1	2	3	3	13
Rotación laboral	3	2	2	2	2	3	14
<b>Materiales</b>							
El material que se usa es acero inoxidable es muy rígido para preformar	3	3	3	3	3	1	16
<b>Maquinaria</b>							
Falta implementar equipos	3	3	3	3	3	1	16
No existe programa de mantenimiento	3	3	2	3	3	2	16
<b>Medio Ambiente</b>							
NO se encuentra bien diseñado	3	3	2	3	2	2	15
Refaccionar la infraestructura	2	2	1	2	2	2	11

Fuente: Elaboración propia

### 3.2.1. Criterios que se tomó para clasificar las causas

Tabla nº 7

Criterio de calificación con el Equipo de concedores de la empresa AGP PERÚ

Factor	Descripción	Causa Directa	Descripción	Medible	Descripción
1	Bajo Impacto	1	No Afecta al proceso	1	No se puede medir
2	Impacto moderado	2	Afecta indirectamente al proceso	2	No tan confiable
3	Alto Impacto	3	Afecta directamente al proceso	3	Si se puede medir

Solución	Descripción	Factible	Descripción	Bajo Costo	Factible
1	No tiene Solución	1	No es factible	1	El costo es demasiado alto
2	Solución moderado	2	Facible moderado	2	Costo no es muy alto
3	Si tiene solución	3	Si es factible	3	No tiene costo

Fuente: Elaboración propia

### 3.3. Medición de tiempo en la fabricación de molde sin implementación.

Estimando un parámetro determinado con el nivel de confianza deseado. Y Reducir costos o aumentar la rapidez del estudio.

$$n = \left( \frac{40 \sqrt{n' \sum x^2 - \sum(x)^2}}{\sum(x)} \right) 2$$

El nivel de confianza indica la probabilidad de que los resultados de nuestra investigación sean ciertos: un 95,5 % de confianza es lo mismo que decir que nos podemos equivocar con una probabilidad del 4,5%.

Dónde:

n = el tamaño de la muestra.

n' = Numero de observaciones del estudio preliminar.

$\sum$  = Suma de valores.

X = Valor de las observaciones.

### 3.3.1. Tamaño de muestra sin implementación.

Tabla nº 8

*Tamaño de muestra con cronometro por observación*

N° Observado	x	x2
1	10.00	100
2	9.20	84.64
3	9.30	86.49
4	9.00	81
5	8.00	64
6	8.50	72.25
7	8.50	72.25
8	8.70	75.69
9	8.20	67.24
10	9.10	82.81
Total	88.50	786.37

Fuente: Elaboración propia

$$\sum x = 88.50$$

$$\sum x^2 = 786.37$$

Remplazando a la fórmula para calcular el tamaño de la muestra.

$$n = \left( \frac{40 \sqrt{10(786.37) - (88.50)^2}}{88.50} \right) 2$$

1

$$n = 6$$

Por lo tanto, a las 10 observaciones iniciales se le debe sumar otras 6

### 3.3.2. Calculo de factor de valoración

Se utiliza para ajustar el tiempo observado a niveles normales.

La valoración es importante para compensar el tiempo de una actividad realizara ya sea lento o rápido para no cometer graves errores al momento de calcular el rendimiento.

Descripción del desempeño.

120%=Acelerado

110%=Óptimo

100%=Normal

90%=Lento

85%= Muy lento

Para el caso exclusivo de la actividad fabricación de molde para curvar vidrio como estrategia se consideró el factor de valoración 85%, por que los operarios al momento que se medía el tiempo con cronometro por observación la operación es muy lento.

### 3.3.3. Tiempos suplementarios

Es el tiempo que se considera al trabajador con el objetivo de compensar los retrasos, las demoras y elementos contingentes que se presentan en la tarea.

Para este estudio en específico hemos considerado:

Fatiga básica 9%

Demoras evitables 4%

Fuerza muscular 2%

ΣSuplemento=15%

### 3.3.4. Hallando tiempo estándar sin la mejora

$$T_s = \text{Tiempo promedio} * \text{valoración \%} (1 + \text{Suplemento \%})$$

$$T_s = 1047.95 * 85 \% (1 + 15 \%)$$

$$T_s = 1024.37 \text{ minutos}$$

Adjunto el tiempo estándar desarrollado sin la mejora en la fabricación de molde para curvar vidrio en el área de matricera.

Tabla nº 9

*Estandarización de tiempo para la fabricación de molde para curvar vidrio*

Item	Operaciones	Cronometraje (Tiempo Observado)													Tiempo Promedio	Validación	Suplemento	Tiempo estándar
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T15	T16				
1	Verificación de vidrio	11.00	10.20	10.30	10.00	10.25	10.20	9.70	9.80	10.30	10.20	10.30	10.15	10.10	10.19	85%	15%	9.96
2	Forra el vidrio al contorno	11	11.80	11.70	12.00	11.75	11.80	12.30	12.20	11.70	11.80	11.70	11.85	11.90	11.81	85%	15%	11.54
3	Revisión de materiales	11	10.20	10.30	10.00	10.25	10.20	9.70	9.80	10.30	10.20	10.30	10.15	10.10	10.19	85%	15%	9.96
4	Revisión de equipo y herramienta	15	15.80	15.70	16.00	15.75	15.80	16.30	16.20	15.70	15.80	15.70	15.85	15.90	15.81	85%	15%	15.45
5	Sacar material de almacén	63.00	62.20	62.30	62.00	62.25	62.20	61.70	61.80	62.30	62.20	62.30	62.15	62.10	62.19	85%	15%	60.79
6	Revisa con plano	22.00	22.80	22.70	23.00	22.75	22.80	23.30	23.20	22.70	22.80	22.70	22.85	22.90	22.81	85%	15%	22.29
7	Forjar fierro según superficie molde corona	368.00	367.20	366.50	365.50	364.75	363.95	362.65	361.45	360.75	359.95	359.25	358.40	359.85	362.94	85%	15%	354.77
8	Fabricar accesorios	153.00	153.80	153.70	154.00	153.75	153.80	154.30	154.20	153.70	153.80	153.70	153.85	153.90	153.81	85%	15%	150.35
9	Fabricación molde base	150.00	149.20	149.30	149.00	149.25	149.20	148.70	148.80	149.30	149.20	149.30	149.15	149.10	149.19	85%	15%	145.84
10	Ensamble con soldadura	152.50	153.30	153.20	153.50	153.25	153.30	153.80	153.70	153.20	153.30	153.20	153.35	153.40	153.31	85%	15%	149.86
11	Identificación de herramental	31.85	31.05	31.15	30.85	31.10	31.05	30.55	30.65	31.15	31.05	31.15	31.00	30.95	31.04	85%	15%	30.34
12	Limar al contorno del molde	31.85	32.65	32.55	32.85	32.60	32.65	33.15	33.05	32.55	32.65	32.55	32.70	32.75	32.66	85%	15%	31.92
13	Metrología de manera manual	16.2	15.40	15.50	15.20	15.45	15.40	14.90	15.00	15.50	15.40	15.50	15.35	15.30	15.39	85%	15%	15.05
14	Registrar en matriz	5	5.80	5.70	6.00	5.75	5.80	6.30	6.20	5.70	5.80	5.70	5.85	5.90	5.81	85%	15%	5.68
15	Guardar los moldes	10	10.80	10.70	11.00	10.75	10.80	11.30	11.20	10.70	10.80	10.70	10.85	10.90	10.81	85%	15%	10.56
Total															1047.95	85%	15%	1024.37

Fuente: Elaboración propia

A continuación, en la tabla n° 10 representa la medición de tiempo que se realizó del mes de enero a julio el tiempo estándar es de 1024 minutos que nos demora en fabricar un molde sin la implementación.

Tabla n° 10

*Medición de tiempo en la fabricación de molde para curvar vidrios en el mes de julio  
(48 moldes fabricados)*

Fabricación de molde en Julio													
N° de molde	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Promedio de tiempo en minuto
Tiempo (minuto)	1020	1025	1023	1030	1000	1050	1015	1009	1000	1015	1030	1015	1024
N° de molde	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Tiempo (minuto)	1015	1020	1030	1020	1029	1030	1015	1090	1000	1015	1000	1080	
N° de molde	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Tiempo (minuto)	1020	1020	1030	1020	1029	1030	1015	1090	1000	1015	1000	1080	
N° de molde	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	
Tiempo (minuto)	1018	1030	1025	1012	1035	1012	1050	1020	1018	1010	1020	1020	
N° de molde	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	
Tiempo (minuto)	1010	1014	1020	1030	1018	1015	1040	1013	1030	1025	1020	1010	

Fuente: Elaboración propia

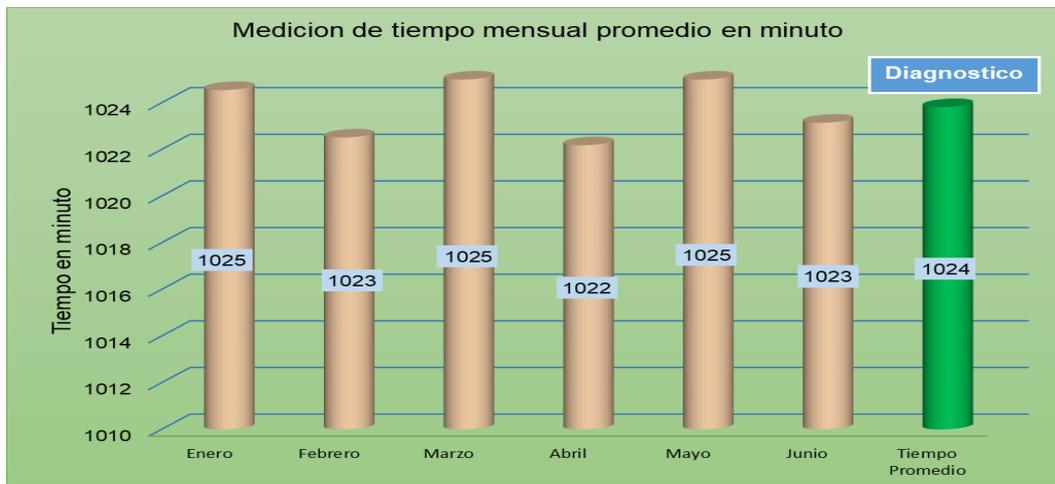


Figura n° 25 Grafico de tiempo de fabricación de molde

Fuente: Elaboración propia

### 3.3.5. Diagrama Analítico de Proceso (D.A.P)

A continuación, se presentará Diagrama Analítico de Proceso (D.A.P) del área de matricera taller fabricación de molde antes de aplicación de herramientas de mejora.

Tabla nº 11

Diagrama Analítico de Proceso (D.A.P)

Cursograma analítico				Operario	Material	Equipo		
Diagrama Num. 1	Hoja Num. 1 de 1			Resumen				
Objeto/Proceso:				Actividad	Actual	Propuesta	Economía	
Molde de curvar vidrios				Operación	11			
				Transporte	2			
Actividad:				Inspeccion	3			
Fabricación de molde curvar vidrio				Almacenamiento	1			
				Distancia (m)	608			
<b>Método :</b> Actual / Propuesto				Tiempo (hora-hombre)				
<b>Lugar:</b> AGP PERÚ SAC.				Costos: Local	S/356			
Operario : Maximo Laguna		Ficha Num. 1		Mano de obra: Horas	S/462			
				Materiales: Acero inoxidable	S/400			
<b>Compuesto por:</b> Luis Campos		Fecha: 11-10-18		Totales: soles	S/1,218			
<b>Aprobado por:</b> Alfredo Mamar		Fecha: 11-10-18		Símbolo				
Descripcion	Persona	Distancia (m)	Tiempo (min)	●	➡	D	▼	Observaciones
Verificación de vidrio	1		8	●	➡	D	▼	
Forra el vidrio al contorno	1	0	10	●	➡	D	▼	
Revisión de materiales	1		10	●	➡	D	▼	
Revisión de equipo y herramienta	1		15	●	➡	D	▼	
Sacar material de almacén	1	600	60	●	➡	D	▼	
Revisa con plano	1		20	●	➡	D	▼	
Forjar fierro según superficie molde corona	1		361	●	➡	D	▼	
Fabricar accesorios	1		150	●	➡	D	▼	
Fabricación molde base	1		150	●	➡	D	▼	
Ensamble con soldadura	1		150	●	➡	D	▼	
Identificación de herramental	1		30	●	➡	D	▼	
Limar al contorno del molde	1		30	●	➡	D	▼	
Metrología de manera manual	1		15	●	➡	D	▼	
Registrar en matriz	1		5	●	➡	D	▼	
Guardar los moldes	1	8	10	●	➡	D	▼	
<b>Total</b>	<b>1</b>	<b>608</b>	<b>1024</b>	<b>10</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la tabla nº 11 Hay 16 actividades y el tiempo que se invierte es de 1024 minutos = 17.07 horas que se realiza en la fabricación de molde para curvar vidrios

**Objetivo 2 Aplicar las herramientas de mejora seleccionadas en el proceso de fabricación de moldes y evaluar la mejora en el tiempo de fabricación.**

### 3.4. Estructura PDCA.

A continuación, se representa el cronograma de actividades desarrolladas para la implementación del nuevo método en las líneas de producción de moldes para el doblado de vidrio. Para la mejora del proceso y consecuente reducción de tiempos en el proceso de fabricación de moldes para curvar vidrios se ha elaborado una estructura basada en el ciclo de mejora continua PDCA para identificar las diversas herramientas que se aplicaron en el proceso estudiado.

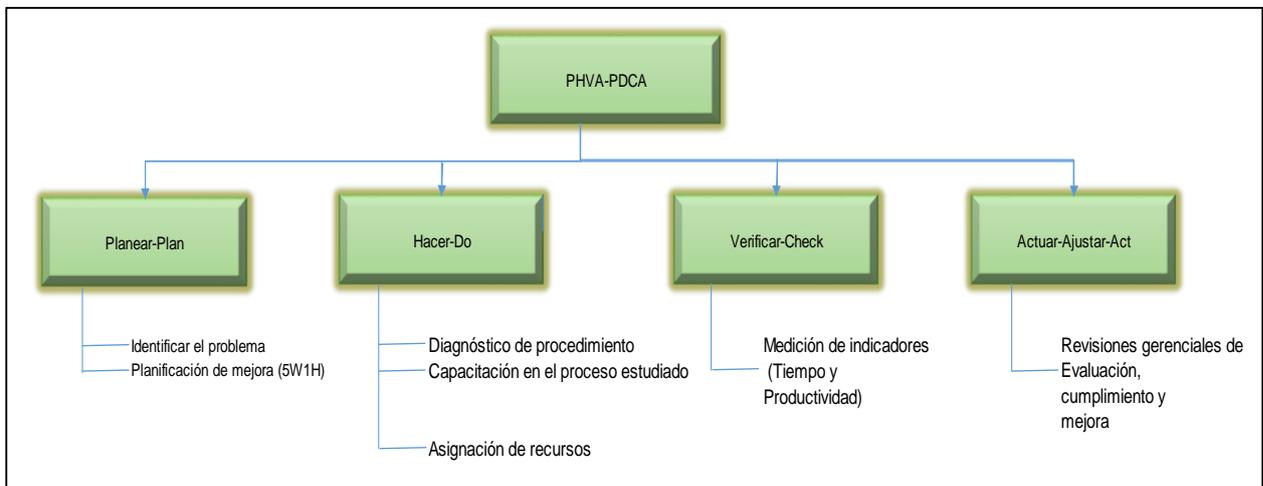


Figura nº 26 Estructura desarrollada para aplicación en el proceso

Fuente: Elaboración propia

#### 3.4.1. Planear - plan

Tabla nº 12

Explicando la identificación del problema

Descripción de actividad	Detalle de implementación
Identificación del Problema	Está contemplado realizar de forma continua la aplicación del diagrama Ishikawa para la determinación de las causas de los problemas que se puedan presentar en el proceso. Asimismo, para el caso del diagnóstico, se realizó el análisis correspondiente mediante criterios de priorización para abordar las causas más relevantes.
Planificación de la Mejora	Se elaboró la planificación de la mejora aplicando la metodología 5W+1H, logrando establecer una forma de trabajo ordenada.

Fuente: Elaboración propia

### 3.4.2. Planificando la mejora con 5W+1H

Tabla nº 13

Cuadro de planifican de la mejora 5W+1H

ÍTEM	WHAT ¿Qué se quiere mejorar?	WHY ¿Por qué se quiere mejorar?	WHO ¿Quién lo va a mejorar? (Responsable)	WHEN ¿Cuándo se quiere mejorar?	WHERE ¿Dónde se va a mejorar?	HOW ¿Cómo lo van a mejorar?
1	Falta de procedimiento	Porque se requiere estandarizar las operaciones del proceso de fabricación	Bachiller Luis Campos en coordinación con el Jefe del área de matricera	Jul-18	En el proceso de fabricación de molde en el área de (matricera)	1. Elaboración y desarrollo de procedimiento 2. Capacitación para la interpretación del procedimiento del trabajo 3. Verificación del cumplimiento del punto 1 y 2
2	Falta de capacitación	Para lograr interiorizar la correcta operación en el proceso.	Bachiller Luis Campos en coordinación con el Jefe del área de matricera	Jul-18	En el proceso de fabricación de molde en el área de (matricera)	1. Capacitación y entrenamiento en línea de producción
3	Falta equipo para escanear el vidrio patrón	No tenemos equipo para copiar la superficie del vidrio patrón	Bachiller Luis Campos en coordinación con el Jefe del área de matricera y el equipo de R&D	Jul-18	En el área de metrología	1. Escanear el vidrio patrón ó muestra que nos envía el cliente en 3D
4	Alta rigidez de material para preformar según la superficie del vidrio	Por qué el molde actual de curvar vidrio es de acero inox el tiempo de ejecución de operación es muy extenso y no agrega valor	Bachiller Luis Campos en coordinación con el Jefe del área de matricera	Jul-18	En el área de ingeniería de producto	1. Diseñando el molde para curvar vidrio en 3D 2. Desarrollar los diseños para enviar a maquinar

Fuente: Elaboración propia

### 3.4.3. EJECUCIÓN (P)

Tabla nº 14

Descripción de actividades para ejecución

Descripción de actividad	Detalle de implementación
Desarrollo de procesamiento de trabajo para estandarizar las operaciones	Se elabora un procedimiento general para la línea de fabricación de molde para curvar y se capacitó al personal involucrado para lograr normalizar / estandarizar la forma en como se viene realizando el trabajo.
Asignación de recursos	Para el desarrollo de esta aplicación la gerencia dispuso S/48000 que cubre todos los costos de dicha implementación

Fuente: Elaboración propia

### 3.4.4. Implementación de la capacitación

Cada turno se capacitará en un salón con que cuenta la empresa, con toda la información necesaria del *software* que tendrá cada computadora esta capacitación será a través de un equipo de video, equipo de proyección de imagen, presentaciones de la persona responsable de implementar el nuevo método.

A nivel del equipo se impartirán cursos de habilidades del uso eficiente del equipo de computación, en donde se cimentarán las bases en conceptos del programa de control de defectos.

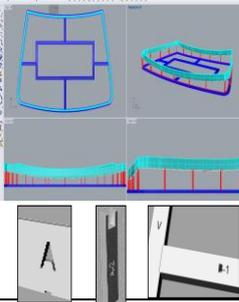
La empresa proporcionará las computadoras para que se habiliten en las líneas de producción esto se refiere a tanto el equipo como las conexiones eléctricas y conexiones de redes, así como el *software* necesario y apto para la captura de datos por medio de los inspectores en el área de control de calidad.

A fin de establecer una forma de medir la confiabilidad de los sistemas de control de defectos los responsables del nuevo método auditarán a los inspectores durante la implementación de este, los cuales aseguran el cumplimiento de los compromisos adquiridos por los supervisores, trabajadores del área de fabricación de moldes para aumentar la producción y reducir el nivel de rechazos y mejorar la calidad de los productos de la empresa.

Toda esta labor estará sustentada en manuales técnicos, asegurándose así la memoria tecnológica de la empresa.

Tabla nº 15

Procedimiento general para fabricar molde de curvar vidrio y la capacitación

procedimiento		Código: AGP P01-N1 Versión: 1 Emisión: 18-06-2018
		<b>FABRICACIÓN DE MOLDE PARA CURVAR VIDRIOS</b>
<b>Objetivo:</b> Establecer controles para el manejo de efectivo que evite la malversación "Reducir los tiempos de entrega" <b>Alcance:</b> Este procedimiento es aplicable en el área de Herramental "Matricera" <b>Referencias:</b> En esta sección se hace un listado de procedimientos, registros y formularios necesarios para el funcionamiento del procedimiento. <b>Definiciones:</b> Tener en cuenta en qué posición y ubicación correcto de la platinas al momento de ensamblar con la soldadura		
<b>Descripción de actividades</b>		
1°. Sacar material de almacén	Responsable de la actividades de 1 A 10 son los colaboradores	
2°. Revisión materiales con plano		
3°. Revisión de equipo y herramienta		
4°. Marcar la superficie hacia dentro 8 mm		
5°. Forjar el fierro solo en eje X y Y		
6°. Ensamble con soldadura		
7°. Colocar código al molde para curvar vidrio		
8°. Realizar metrología con el equipo GOM		
9°. Registrar en matriz		
10°. Guardar los moldes		
<b>Documentos de referencia:</b> para desarrollar las actividades se realizó instructivo de control <b>Registó:</b> almacenamos todo las informaciones de la fabricación de molde <b>Identificación de los cambios:</b> son cuando se actualiza según la necesidad de los colaboradores <b>Anexos:</b> son otros documentos adicionales para completar el desarrollo		
<b>Datos</b>	<b>Nombre y Apellido</b>	<b>Firma</b>
<b>Elaborado</b>	Luis Campos	
<b>Revisado</b>	Alfredo Mamani	
<b>Aprobado</b>	Miguel Benavente Chalco	

FOTOS DE LA CAPACITACIÓN



Fuente: Elaboración propia

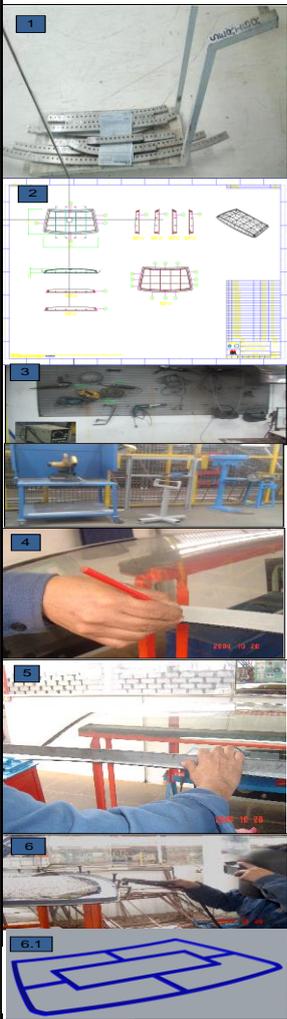
La lista de la asistencia podemos verla en el anexo 2

### 3.4.5. Procedimiento de fabricación de molde para curvar vidrio

Procedimiento para la fabricación de molde con el objetivo de tener todo claro al momento de realizar sus actividades los colaboradores.

Tabla nº 16

Procedimiento de fabricación de molde

		INSTRUCTIVO DE CONTROL PARA FABRICACIÓN DE MOLDE DE CURVAR FIJO				
		CÓDIGO AGP P02-IN01	VERSIÓN 1	PÁGINA 1 de 1		
OBJETIVO:		Describir el proceso de fabricación de moldes de curvar vidrio				
ALCANCE		Aplica a la línea de producción blindado (parabrisas y lunetas) y laminados (parabrisas)				
RESPONSABLE		Operarios de moldes				
		N°	DESCRIPCIÓN			
			<b>PUESTA A PUNTO:</b> Tener los siguientes materiales: Platina Fe 1" x 1/4" x 6 mt, ANGULO Fe 1" x 1/4" x 6mt, Varilla cuadrada Fe 3/8" (para el caso de laminado), platina ixox 1" x 3/16" x 6 mt, ANGULO Fe 1 1/2" x 1/4" x 6mt, varilla cuadrada Fe 3/8" .			
		1	Sacar material de almacén, transportar con el coche de almacen asta el area de matricera			
		2	Revisión materiales con plano, todos los perfiles tienen que cumplir de acuerdo con el diseño			
		3	Revisión de equipo y herramienta, verificar que se encuentra operativo al 100%			
		4	Marcar la superficie hacia dentro 8 mm, tiene que tener ese gap para que no sufre reacion de rotura el vidrio al momento de ser curvado			
		5	Forjar el fierro solo en eje X y Y, solo realizar el dobles según la superficie del patron puede ser machina o vidrio original.			
		6	Ensamble con soldadura, primero se tiene que ensamblar la corona, 6.1. Enseguida se armara la base, 6.2. Luego se colocara los soportes de forma perpendicular a la base de manera uniforme según que corresponda el diseño			
		7	Colocar código al molde para curvar vidrio, tiene que estar identificado con un codigo inteligente unico para ser localizado inmediato y realizar sus respectivos mantenimientos, según el uso del curvado			
		8	Metrología con el equipo Gom. Con el equipo moderno de ultima tecnologia realizaremos la verificacion de tamaño y variacion de curva, es la unica manera de garantizar que se encuentra dentro del parametro al 100% el molde fabricado			
		9	Registrar en matriz, toda la informacion reguistraremos en la ruta \\prstc00\Ingeniería de producto BRG y Defense\2. Ingeniería\4. Herramientales\Matricera donde se encuentra todas las infomaciones del molde fabricado			
10	Guardar los moldes, una vez validado por el area de metrologia el area de herramienta le entrega a producción para que lo almacene y cuando requirere usar según la progamacion del curvado lo utilizan.					
		 <p style="text-align: center;"><b>RECUERDA USAR SIEMPRE TUS EPPS</b></p>				
						
Mandil de cuero	Lentes o careta de seguridad	Mangas anticorte	Careta para soldar	Mandil de cuero	Mandil de cuero	Mandil de cuero
VERSION	FECHA DE REVISION	ALABORADO POR	APROBADO POR	DESCRIPCION DEL CAMBIO		
01	24-Jun-18	Luis Campos Gonzales	Rodrigo Carbal	ORIGINAL		

Fuente: Elaboración propia

### 3.5. Toma de tiempos con la implementación

El tiempo de reloj, es el tiempo que el operario está trabajando en la ejecución de la tarea encomendada y que se mide con el reloj, (no se cuentan los paros realizados por el productor, tanto para atender sus necesidades personales como para descansar de la fatiga producida por el propio trabajo).

Este estudio de tiempo se realizó midiendo la actividad del llenado de datos sobre el formato de papel para el registro del control de defectos.

Se realizó con un cronómetro de reloj normal, a cada uno de los operadores de las tres líneas de producción de cada turno, donde la casilla de operador de turno indica el turno en el que fue efectuado el registro de tiempo en las tres líneas de producción, la casilla de día se refiere al día realizado para la toma de datos con el cronómetro y la casilla de tiempo minutos es el promedio de tiempo que se registró durante el turno de las tres líneas de producción en el día referido.

Este estudio de tiempo se realizó midiendo la actividad del llenado de datos sobre el formato virtual en las computadoras en el registro de control de defectos.

Se desarrolló con un cronómetro de reloj normal, a cada uno de los operadores de las tres líneas de producción de cada turno, así como los inspectores de las tres líneas de producción de cada turno, los resultados obtenidos fueron los siguientes:

#### 3.5.1. Tamaño de muestra.

De la misma manera se realizó el estudio de tiempo implementado con la herramienta de mejora continua en la fabricación de molde para curvar vidrio.

Determinando el tamaño de muestra.

Tabla nº 17

*Tamaño de muestra con cronometro por observación*

N° Observado	x	x2
1	8.50	72.25
2	7.70	59.29
3	7.80	60.84
4	7.50	56.25
5	6.50	42.25
6	7.00	49
7	7.00	49
8	7.20	51.84
9	6.70	44.89
10	7.60	57.76
<b>Total</b>	<b>73.50</b>	<b>543.37</b>

Fuente: Elaboración propia

$$\sum x = 73.50$$

$$\sum x^2 = 543.37$$

Remplazando a la fórmula para calcular el tamaño de la muestra.

$$n = \left( \frac{40 \sqrt{10(543.37) - (73.5)^2}}{73.50} \right)^2$$

$$n = 3$$

por lo tanto, a las 10 observaciones iniciales se le debe sumar otras 3

### 3.5.2. Calculo de factor de valoración.

Para el caso exclusivo de la actividad fabricación de molde para curvar vidrio como estrategia se consideró el factor de valoración 85%, por que los operarios al momento que se medía el tiempo con cronometro por observación la operación es muy lento.

### 3.5.3. Tiempos suplementarios.

Es el tiempo que se considera al trabajador con el objetivo de compensar los retrasos, las demoras y elementos contingentes que se presentan en la tarea.

Para este estudio en específico hemos considerado:

Fatiga básica 9%

Demoras evitables 4%

Fuerza muscular 2%

$\sum$ Suplemento=15%

### 3.5.4. Hallando tiempo estándar con la mejora.

$$Ts = \text{Tiempo promedio} * \text{valoración \%} (1 + \text{Suplemento \%})$$

$$Ts = 366.50 * 85 \% (1 + 15 \%)$$

$$Ts = 358.25 \text{ minutos}$$

Adjunto el tiempo estándar desarrollado con la mejora implementada en la fabricación de molde para curvar vidrio en el área de matricera.

Tabla nº 18

Estandarización de tiempo para la fabricación de molde para curvar vidrio

Item	Operaciones	Tiempos Observados													Tiempo Promedio	Validación	Suplemento	Tiempo estandar
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13				
1	Verificación de vidrio	8.50	7.70	7.80	7.50	6.50	7.00	7.20	7.30	6.70	7.50	6.50	7.00	7.60	7.29	85%	15%	7.13
2	Forra el vidrio al contorno	10.30	11.10	11.00	11.30	12.30	11.80	11.60	11.50	12.10	11.30	12.30	11.80	11.20	11.51	85%	15%	11.25
3	Revisión de materiales	10.50	9.70	9.80	9.50	8.50	9.00	9.20	9.30	8.70	9.50	8.50	9.00	9.60	9.29	85%	15%	9.08
4	Revisión de equipo y herramienta	15.20	16.00	15.90	16.20	17.20	16.70	16.50	16.40	17.00	16.20	17.20	16.70	16.10	16.41	85%	15%	16.04
5	Sacar material de almacén	31.00	30.20	30.30	30.00	29.00	29.50	29.70	29.80	29.20	30.00	29.00	29.50	30.10	29.79	85%	15%	29.12
6	Revisa con plano	20.20	21.00	20.90	21.20	22.20	21.70	21.50	21.40	22.00	21.20	22.20	21.70	21.10	21.41	85%	15%	20.93
7	Forjar el fierro solo en eje X y Y	20.00	19.20	19.30	19.00	18.00	18.50	18.70	18.80	18.20	19.00	18.00	18.50	19.10	18.79	85%	15%	18.37
8	Fabricación molde base	15.40	16.20	16.10	16.40	17.40	16.90	16.70	16.60	17.20	16.40	17.40	16.90	16.30	16.61	85%	15%	16.23
9	Ensamble con soldadura	153.80	153.00	153.10	152.80	151.80	152.30	152.50	152.60	152.00	152.80	151.80	152.30	152.90	152.59	85%	15%	149.16
10	Identificación de herramental	30.60	31.40	31.30	31.60	32.60	32.10	31.90	31.80	32.40	31.60	32.60	32.10	31.50	31.81	85%	15%	31.09
11	Limar al contorno del molde	31.00	30.20	30.30	30.00	29.00	29.50	29.70	29.80	29.20	30.00	29.00	29.50	30.10	29.79	85%	15%	29.12
12	Metrología de manera manual	5.00	5.80	5.70	6.00	7.00	6.50	6.30	6.20	6.80	6.00	7.00	6.50	5.90	6.21	85%	15%	6.07
13	Registrar en matriz	5.00	4.20	4.30	4.00	3.00	3.50	3.70	3.80	3.20	4.00	3.00	3.50	4.10	3.79	85%	15%	3.71
14	Guardar los moldes	10.00	10.80	10.70	11.00	12.00	11.50	11.30	11.20	11.80	11.00	12.00	11.50	10.90	11.21	85%	15%	10.96
Total															366.50	85%	15%	358.25

Fuente: Elaboración propia

Medición de tiempos de fabricación después de la implementación de la mejora (grafico)

Tabla nº 19

Medición de tiempo después de la implementación

Fabricación de molde en Diciembre													
N° de molde	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Promedio de tiempo en minuto
Tiempo (minuto)	353	360	367	358	368	368	352	428	339	356	344	420	358
N° de molde	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Tiempo (minuto)	348	348	348	348	348	348	348	348	348	348	348	348	
N° de molde	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Tiempo (minuto)	356	370	362	350	374	350	387	350	359	351	359	360	
N° de molde	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	
Tiempo (minuto)	354	366	361	348	371	348	386	348	356	346	351	356	
N° de molde	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	
Tiempo (minuto)	346	350	356	366	354	351	376	349	366	361	356	346	

Fuente: Elaboración propia

Según el grafico de la figura nº 27 el tiempo promedio es de 358 minutos

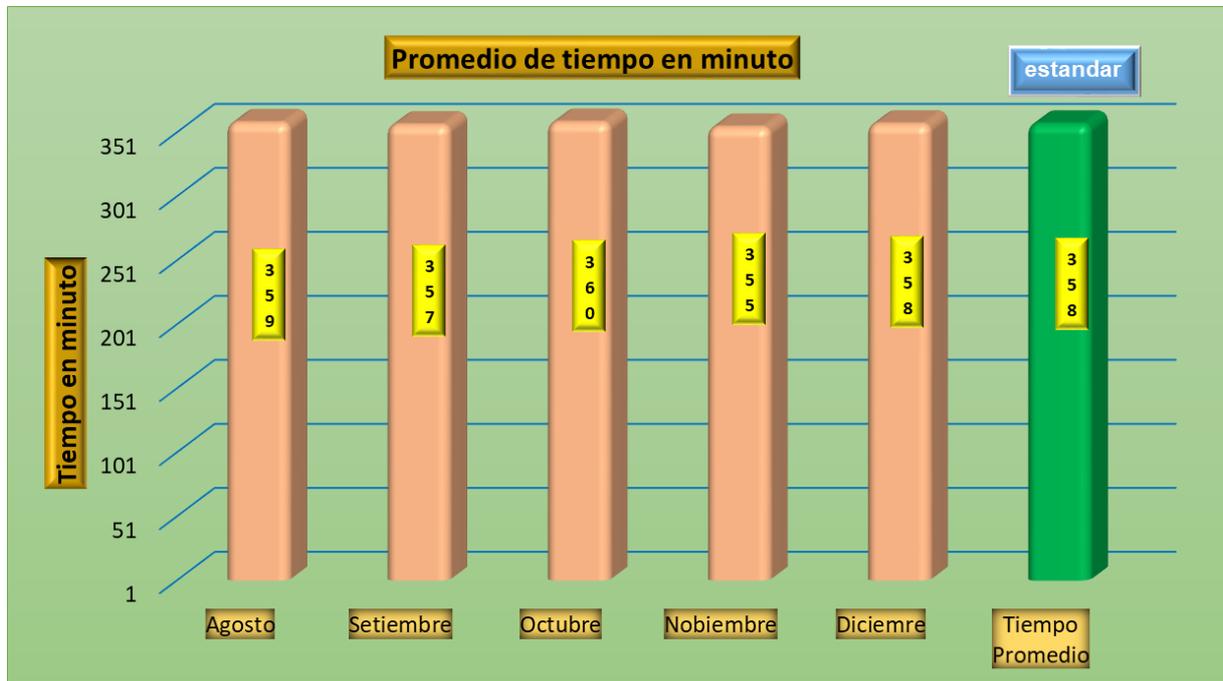


Figura nº 27 Grafico de tiempo de fabricación de molde

Fuente: Elaboración propia

### 3.5.5. Diagnóstico analítico de procesos con la implementación

Tabla nº 20

Diagnóstico analítico de procesos (D.A.P)

Cursograma analítico mejorado								Operario	Material
Diagrama Num. 1		Hoja Num. 1 de 1		Resumen					
Objeto/Proceso:				Actividad			Actual	Propuesta	
Molde de curvar vidrios				Operación	●		11		
				Transporte	➔		2		
Actividad:				Inspeccion	◐		3		
Fabricación de molde curvar vidrio				Almacenamiento	▼		1		
				Distancia (m)			608		
Metodo : Actual / Propuesto				Tiempo (hora-hombre)					
Lugar: AGP PERÚ SAC.				Costos: Local			S/356.0	S/246.13	
Operario : Maximo Laguna		Ficha Num. 1		Mano de obra: Horas			S/462.0	S/161.60	
				Materiales: Acero inoxidable			S/400.0	S/400.00	
Compuesto por: Luis Campos		Fecha: 11-10-18		Totales:			S/1,218.0	S/807.72	
Aprobado por: Alfredo Mamar		Fecha: 11-10-18		Simbolo					
Descripcion	Persona	Distancia (m)	Tiempo (min)	●	➔	◐	▼	Observaciones	
Verificación de vidrio	1		8	●	➔	◐	▼		
Forra el vidrio al contorno	1	0	10	●	➔	◐	▼		
Revisión de materiales	1		10	●	➔	◐	▼		
Revisión de equipo y herramienta	1		15	●	➔	◐	▼		
Sacar material de almacén	1	600	30	●	➔	◐	▼		
Revisa con plano	1		20	●	➔	◐	▼		
Forjar el fierro solo en eje X y Y	1		20	●	➔	◐	▼		
Fabricación molde base	1		15	●	➔	◐	▼		
Ensamble con soldadura	1		150	●	➔	◐	▼		
Identificación de herramental	1		30	●	➔	◐	▼		
Limar al contorno del molde	1		30	●	➔	◐	▼		
Metrología de manera manual	1		5	●	➔	◐	▼		
Registrar en matriz	1		5	●	➔	◐	▼		
Guardar los moldes	1	8	10	●	➔	◐	▼		
<b>Total</b>	<b>1</b>	<b>608</b>	<b>358</b>	<b>10</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>1</b>		

Fuente: Elaboración propia

### **3.6. Falta de equipo para escanear el vidrio patrón que nos envía el cliente.**

#### **3.6.1. Programa informática software goma scan 2017**

Un programa informático es un conjunto de instrucciones que una vez ejecutadas realizarán una o varias tareas en una computadora.

Sin programas, estas máquinas no pueden funcionar, al conjunto general de programas, se le denomina software, que más genéricamente se refiere al equipamiento lógico o soporte lógico de una computadora digital.

#### **3.6.2. Software**

Se conoce como *software* al equipamiento lógico o soporte lógico de un sistema informático; comprende el conjunto de los componentes lógicos necesarios que hacen posible la realización de tareas específicas.

#### **3.6.3. Descripción de la propuesta**

En la actualidad el uso de las computadoras está concentrado en operaciones muy simples, además los sistemas de fabricación asistidos por computadora son la última tendencia, esto debido a los avances tecnológicos en el control de los procesos.

Entonces la propuesta que debe darse es de tener otro método de reportar y agilizar la inspección por medios tecnológicos en este caso sería el diseño de un formato virtual, similar al de la hoja de papel de control de defectos por medio de una computadora en las tres líneas de producción, capacitando al personal en el uso de una computadora y el uso del formato virtual.

Todo esto con la colaboración del departamento de informática de la empresa para la implementación de un *software* diseñado, para que cubra la expectativa y necesidad de los inspectores de línea de producción.

Sin embargo, se debe hacer en la forma más adecuada de modo que se pueda absorber gradualmente la nueva tecnología en un tiempo adecuado; todo esto sin olvidar los factores de rendimiento de la inversión y capacidad de producción.

Uno de los elementos importantes dentro de este resurgir de las computadoras que se utilizan como herramientas de control numérico computarizado, las cuales brindan algunas ventajas adicionales que son de importancia a considerar detenidamente, lo cual es el propósito de este estudio.

Lo que permite al ingeniero del departamento de calidad un acceso inmediato al control de defectos en los moldes de vidrio a aquella en la que se encuentran trabajando, de forma que precisa mayor atención.

También los ingenieros del área fabricación puedan comprobar que las demoras del área de fabricación se reducen o se incrementan con determinado tipo de moldura, así como el tiempo de organización.

#### **3.6.4. Punto destinado a mejorar**

Se llegara a escanear toda la superficie del vidrio patrón con un margen de error de 0.05 milímetros, de acuerdo a la superficie obtenido se empezará a diseñar el molde en tres dimensiones. Es necesario realizar esta actividad para remplazar la actividad de preformar el acero inox con comba y yunque ya que esa actividad no agrega valor.

La inspección se debe llevar a cabo en la operación de inspección en línea. En esta área será inspeccionada como fuente de recolección de datos.

Los molde fabricados se realizaran la metrología con el equipo implementado de forma rápida y precisa con una información confiable.

#### **3.6.5. Descripción del escaneado del vidrio patrón del cliente**

Podemos visualizar en el la figura n° 20 como escanea la superficie del vidrio con el SOFTWARE GOM SCAN 2017

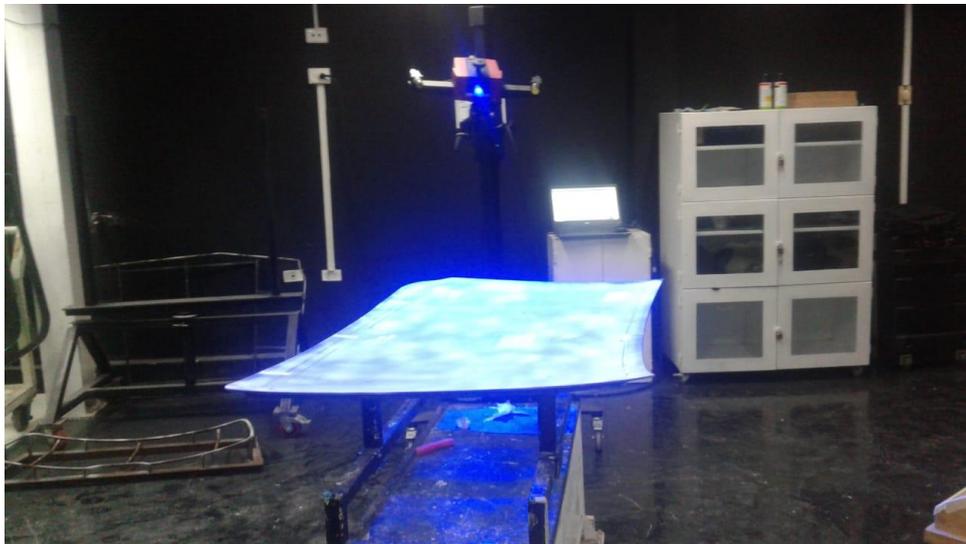


Figura n° 28 Escaneando la superficie del vidrio patrón

Fuente: Elaboración propia

### **3.7. Programa para diseñar en 3D respecto a la superficie obtenido**

#### **3.7.1. Programa a utilizar**

El programa a utilizar por las computadoras de las líneas de producción estaría diseñado en un lenguaje llamado Rhinoceros, en el departamento de informática de AGP, que permite ofrecerles a los usuarios; pantallas y entornos interactivos más amigables por ejemplo con controles, colores y botones que hacen más fácil la realización de las tareas y permiten mejorar el análisis de la información, este se activa en una plataforma de Microsoft Windows 10.

Con esta herramienta del programa se analizará la complejidad de la superficie de los parabrisas. Así mismo también se diseñará los moldes de curvar.

#### **3.7.2. Rhinoceros**

Rhinoceros es un lenguaje de programación desarrollado por IBM en 1964 y diseñado para generar informes comerciales o de negocios. Sus siglas en inglés significan Report Program Generator, el RPG es un lenguaje legible, claro, flexible y moderno.

Entre sus principales características puede destacar las siguientes:

- Transferencia de datos 3D capturados a través de la digitalización y el escaneado en Rhinoceros como modelos de mallas.
- Intercambio de datos de mallas con muchas, aplicaciones, como Sketchup y Modo.
- Exportación de mallas para análisis y renderizado.
- Exportación a mallas para prototipo y fabricación.
- Conversión de NURBS a mallas para visualización y renderizado.

#### **3.7.3. Descripción del nuevo proceso.**

##### **Captura 3D**

La captura de datos 3D datos existentes suele ser uno de los primeros pasos de un proyecto de diseño. Rhinoceros siempre ha tenido compatibilidad directa con hardware de digitalización 3D y con datos de nubes de puntos escaneados en 3D. Ahora Rhinoceros 6 admite:

Nubes de puntos grandes. Los escáneres 3D ahora son más rápidos y más económicos, por lo que ahora son más comunes los archivos de escaneado grandes. La versión de Rhinoceros de 64 bits y la compatibilidad mejorada con coprocesadores gráficos permite trabajar con archivos grandes de nubes de puntos.

### 3.7.4. Análisis de Superficie para diseñar el molde

La realización del diseño requiere modelos 3D de alta calidad en todas las fases del diseño, la presentación, el análisis y la fabricación. Rhinoceros 6 incluye 9 herramientas nuevas y mejoras para garantizar que los modelos 3D utilizados en el proceso sean de la mayor calidad posible.

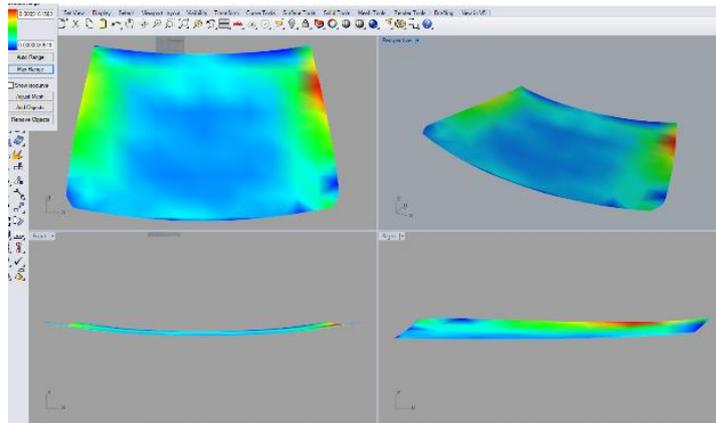


Figura nº 29 Analizando la superficie

Fuente: Procedimiento de diseñar molde - diseño propio

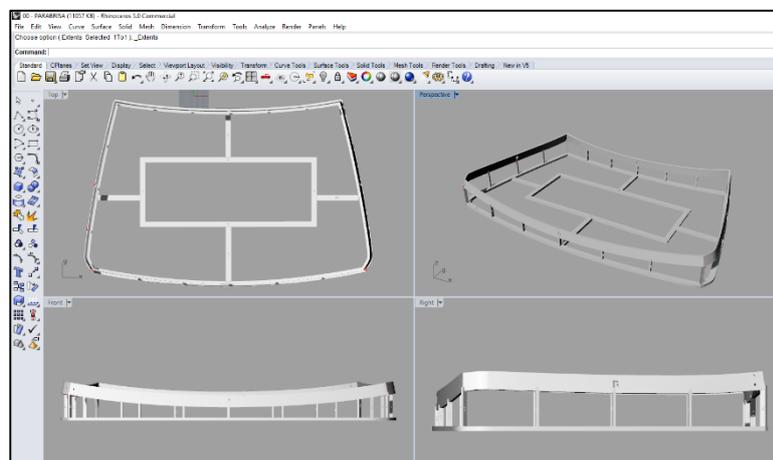


Figura nº 30 Diseño de molde en tres dimensiones (3D)

Fuente: Procedimiento de diseñar molde - diseño propio

### 3.7.5. Diseño y construcción de moldes para utilizar en el curvado de vidrio

Consideraciones técnicas de diseño:

- La forma del molde se definió con base a la geometría utilizada para las ventanas de edificaciones urbanas y las dimensiones según el área útil del horno.

- Tamaño de la o las zonas más grandes del molde.
- Estabilidad y apoyo del vidrio, es decir, que asegure la posición de éste en el molde.
- Uniformidad en la distribución del calor, lo que permite al aire caliente fluir y estar en contacto con el vidrio en todo momento.
- Rangos mínimos de curvatura de acuerdo al espesor del vidrio según bibliografía, debido a que la profundidad del molde afecta al grosor del vidrio.
- Material de alta conductividad térmica para evitar choque térmico con el vidrio.

Con la ayuda de un cerrajero se construyó dos (2) moldes de acero de las medidas acordes al horno.

### 3.7.6. Estandarización de fabricación de molde

**Estandarización de molde**, dentro de las siguientes acciones que se hicieron fue que se realizó una estratificación por molde ya que se obtuvieron diferencias significativas entre un vidrio y otro a pesar de contar con los mismos parámetros tanto en temperatura como en tiempo, esto con ayuda del Pareto que ayudo a medir la cantidad de producto rechazado que se daba por cada uno de los moldes, esto dio como resultado moldes en malas condiciones así como el mejor molde la cual servirá de patrón para corregir y tener estandarizado los moldes, esto es una de las primeras acciones que se realizaron para poder acercarnos al objetivo.

### 3.7.7. Descripción del nuevo proceso.

El nuevo procedimiento en la operación inspección en el área de control de calidad consiste en que el inspector ingrese todos los defectos detectados en las líneas de producción por medio del *software* creado especial para el área de control de calidad, comunicando los defectos de los productos al gerente de producción, así como al jefe de control de calidad y los supervisores de línea a cada hora en tiempo real y grabando el historial automáticamente de cada molde fabricado.

Sustituyendo el formato de papel con formato virtual descrito en las computadoras instaladas en las líneas de producción.

Para que los operadores del área de producción, cambien los moldes o realicen ajustes a la máquina, mejorando la producción en la elaboración de productos, en este momento antes de que se produzcan más pérdidas en las líneas de producción.

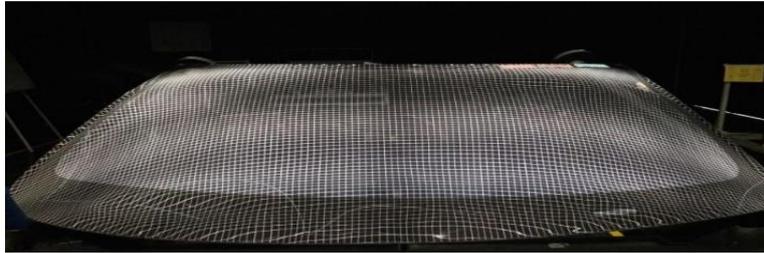


Figura n° 31 Reflexión de pieza

Fuente: Procedimiento de diseñar molde - diseño propio



Figura n° 32 Ensamblando el molde según el diseño

Fuente: AGP PRU´SAC.



Figura n° 33 Lugar donde se almacena el molde

Fuente: AGP PRU´SAC

Se mejoró también la distorsión perimetral del vidrio porque la superficie donde se apoya el vidrio es de manera uniforme.



Figura nº 34 Medición de distorsión óptica del parabrisas

Fuente: AGP PRU´SAC

Como se aprecia en la imagen aún se logra percibir una cierta distorsión en la zona de cámara del vidrio y no cumple con las especificaciones ya que debería estar con un valor  $< o = 150$  mdp. Por este motivo y debido a los buenos resultados que obtuvo de las chapas en la zona perimetral se tomará la siguiente acción.

## CAPÍTULO IV. RESULTADOS

Contamos con 7 trabajadores en el área de matricera, una persona se dedica a realizar los mantenimientos de los moldes de curvar vidrio. Tenemos 3 turnos:

1. Mañana
2. Tarde
3. Noche

Se trabaja 8 horas laborales y 26 días al mes.

Según la toma de tiempos que se realizó, para fabricar un molde para curvar vidrio el tiempo que se emplea es **1024 minutos**.

¿si se fabrica un molde de curvar vidrio en 1024 minutos en 26 días en base a 8 horas laborales cuantos moldes fabricare?

$$\text{Moldes fabricado al mes} = \frac{26 \text{ días} * 8 \text{ horas} * 60 \text{ minutos}}{1 \text{ día} * 1 \text{ hora} * 1024 \text{ minutos}} = 12 \text{ por un operario.}$$

La capacidad de fabricar molde mensual es =  $12 * 6 = 72$  moldes para curvar vidrio con el proceso normal.

Con la implementación de herramienta de mejora continua se dedujo el tiempo a **358 minutos**

Según la toma de tiempos que se realizó, para fabricar un molde para curvar vidrio el tiempo que se emplea es 358 minutos.

¿si se fabrica un molde de curvar vidrio en 358 minutos en 26 días en base a 8 horas laborales cuantos moldes fabricare?

$$\text{Moldes fabricado al mes} = \frac{26 \text{ días} * 8 \text{ horas} * 60 \text{ minutos}}{1 \text{ día} * 1 \text{ hora} * 358 \text{ minutos}} = 34 \text{ por un operario.}$$

La capacidad de fabricar molde mensual es =  $34 * 6 = 204$  moldes para curvar vidrio con el proceso normal.

### 4.1. Con la mejora que se realizó podemos visualizar la diferencia de tiempo.

Se convertido 1024 minutos a 2.133 días método tradicional

Se convertido 358 minutos a 0.746 días método implementado

Tabla nº 21

Moldes fabricados en 2018

FABRICACION DE MOLDES DE 01-01-2018 A 08-06-2018			
Datos	Molde para curvar vidrio	Tradicional (día)	Implementado (día)
Enero	80	171	60
Febrero	80	171	60
Marzo	90	192	67
Abril	100	213	75
Mayo	100	213	75
Junio	110	235	82
Julio	110	235	82
Agosto	120	256	90
Setiembre	130	277	97
Octubre	150	320	112

Fuente: Diseño propio

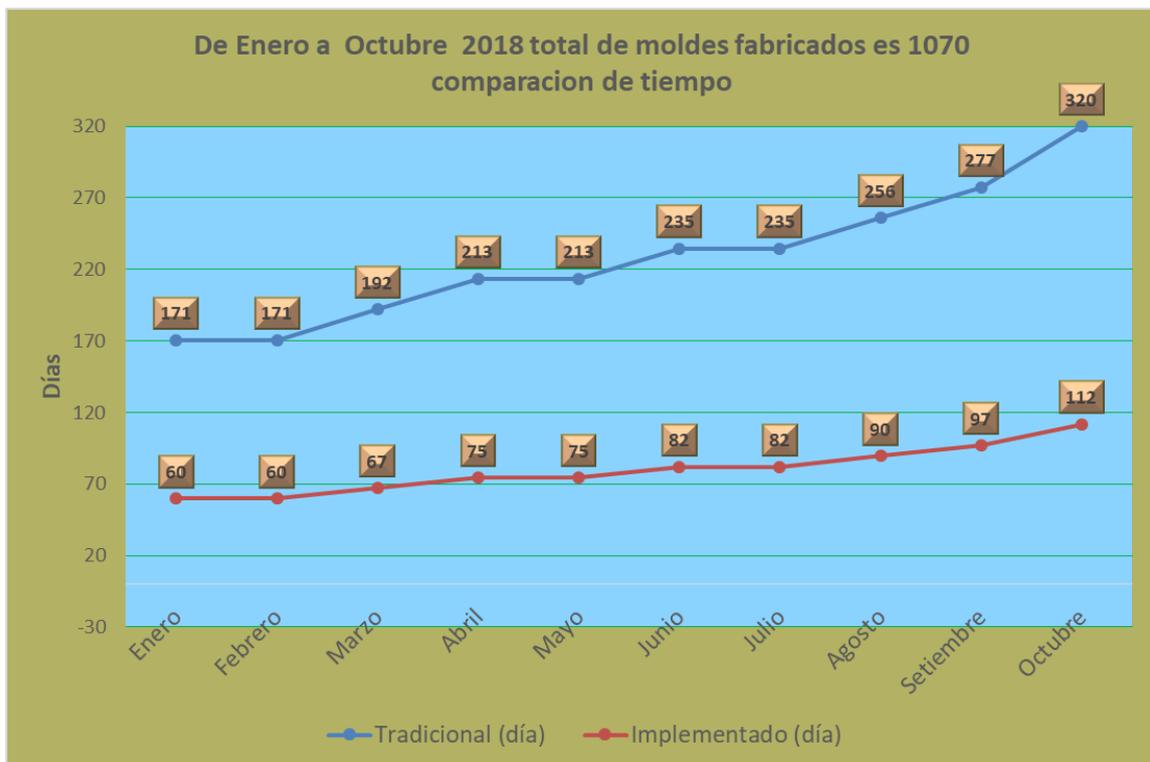


Figura nº 35 Comparación de tiempo en horas en fabricación de molde

Fuente: Diseño propio

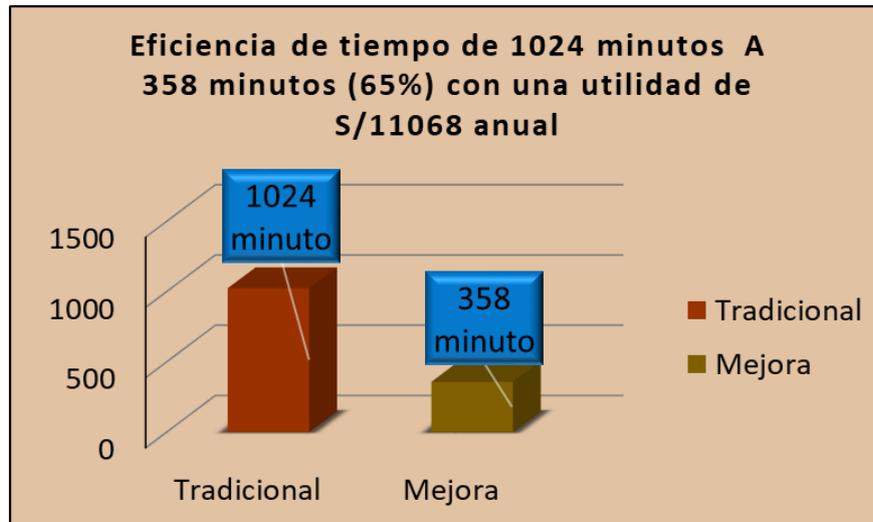


Figura nº 36 Indicador de eficiencia 62.5%

Fuente: Diseño propio

**OBJETIVO 3.** Realizar un análisis costo – beneficio de la implementación de herramientas de mejora continua en el proceso de fabricación de moldes (VAN/TIR).

Tabla nº 22

*Costo que se implementó y beneficio*

Costo del software Gom y CNC

Inversión	S/.
Equipo GOM SCAN	-40000
Servicio de corte de chorro de agua	-8000

Descripción de ahorro mensual con la mejora

Beneficios	S/.
Mano de obra (Horas)	410.3
Materia Prima (Acero)	100.0
CIF (Tercerización)	8000
Calidad (% de Merma)	4000
<b>AHORRO MENSUAL</b>	<b>12510.3</b>

Fuente: Diseño propio con información de AGP PERU

Tabla n° 23

*Rentabilidad financiera*

PROYECTOS DE INVERSIÓN APLICANDO CRITERIOS DE RENTABILIDAD FINANCIERA				
PERIODO	INVERSIÓN	AHORRO	BENEFICIO	FLUJO DE CAJA
0	-40000	0	-40000.00	-40000.00
1	-8000	12510.28	4510.28	-35489.72
2	-8000	12510.28	4510.28	-30979.44
3	-8000	12510.28	4510.28	-26469.16
4	-8000	12510.28	4510.28	-21958.88
5	-8000	12510.28	4510.28	-17448.60
6	-11055	12510.28	1455.28	-15993.32
7	-8000	12510.28	4510.28	-11483.04
8	-8000	12510.28	4510.28	-6972.76
9	-8000	12510.28	4510.28	-2462.48
10	-8000	12510.28	4510.28	2047.80
11	-8000	12510.28	4510.28	6558.08
12	-8000	12510.28	4510.28	11068.36

Fuente: Diseño propio con información de AGP PERU SAC

La producción actual de matricera de moldes, son 1070 al año, sin embargo, estos resultados incluyen beneficios que aumentan la rentabilidad mejora el tiempo de manufactura.

Existe un rechazo de 1.0% de los moldes, lo cual tiene un valor de 60 al año

El plan de mejora aplicando la mejora continua a la producción de matrices permitirá incrementar la disponibilidad de reducción de tiempo de fabricación de 17 horas a 6 horas con una eficiencia 65% con una ganancia al año S/ 11 068.00.

- El valor actual neto VAN =S/2 336.83. El proyecto producirá ganancias por encima de la rentabilidad exigida.
- La tasa interna de retorno o tasa interna de rentabilidad TIR=4.0%. El proyecto devuelve el capital invertido más una ganancia adicional, el proyecto es rentable
- El análisis de costo-beneficio o coste-beneficio B/C=1.28. Para el proyecto los beneficios superan los costes en relación de 9 a 1, por consiguiente, el proyecto es considerado.
- Periodo de recuperación de inversión PRI=8.86. El periodo de recuperación del capital es de 10 meses

Concluyo con los siguientes resultados.

1. Estandarización en el proceso de fabricación de molde para curvar vidrios.
2. Se logró reducir el tiempo de fabricación de molde de 17 horas a 6 horas con una eficiencia de 65%
3. Con una ganancia al año S/ 11 068.00.

## CAPÍTULO V. CONCLUSIONES

Podemos concluir que la aplicación de herramientas de mejora continua como PDCA han permitido reducir los tiempos de fabricación, de 1024 a 358 lo cual:

- Se realizó medición de tiempo, diagrama de proceso con la finalidad de visualizar en qué etapa del proceso se podría mejorar el tiempo de fabricación de molde.
- Con la herramienta de causa efecto (Ishikawa) se tomó la decisión de mejorar el proceso de fabricación de molde, se implementó procedimiento, estandarización de fabricación de molde, escaneo de vidrio patrón con el equipo Gom, luego se diseñó el molde en 3D logrando reducir el tiempo de fabricación de molde curvar vidrio de 16 horas a 6 horas con una eficiencia de 65%.
- La inversión se recuperará en 9 y 10 meses de acuerdo a la proyección del VAN y TIR, tomando en cuenta que es factible la rentabilidad del área. Así mismo también, en toda la empresa. Debido a la implementación de mejora en el área de matricera también aumento la productividad y las ventas aumentarán, porque el tiempo de entrega del producto será en tiempo menor.

## CAPÍTULO VI. RECOMENDACIONES

Es conveniente analizar el concepto de visión y misión que tiene la empresa también los conceptos que se encuentran planteados se consideró a la causa raíz que se analizó.

Implementar en otras actividades la estandarización de tiempo en los procesos de fabricación ya sea pequeña o grandes actividades, porque nos permite obtener cuanto es nuestra capacidad por persona o equipo.

Tener el diseño en 3D virtual es muy ventajoso, porque se tendría que validar forma virtual comparando la superficie que se envía vs la superficie del cliente en 15 minutos tendrías la respuesta.

Por último, también se recomienda que no se pierda de vista el monitoreo dentro de las líneas de producción para no distorsionar lo implementado.

## REFERENCIAS

- Asaka. (1992). *Manual de herramientas de calidad*. Madrid: Tetsuichi Asaka.
- Associates, R. M. (28 de 11 de 2012). *Software Rhinoceros 5*. Obtenido de Diseño asistido por computadora: <http://www.rhino3d.com>
- Besterfield, D. H. (2009). *Control de calidad* (Octava Edición ed.). México: Prentice-Hall.
- Edwards, D. E. (1989). *Madrid, Ediciones Díaz de Santos*. Obtenido de Ediciones Díaz de Santos.: <http://www.pdcahome.com/5202/ciclo-pdca>
- Ferneto. ( 2017). Obtenido de [http://ferneto.com/novidades/dicas-e-ideias/as-vantagens-do-aco-inoxidavel?set\\_lenguaje=es](http://ferneto.com/novidades/dicas-e-ideias/as-vantagens-do-aco-inoxidavel?set_lenguaje=es).
- Galisteo-Sanz, S.-C. (08 de 09 de 2015). *Centro Tecnológico Metalmecánico y del transporte en Linares (CETEMET). (Trabajos Fin de Grado )*. Obtenido de Universidad de Jaén de fuerzas armadas : <http://tauja.ujaen.es/jspui/handle/10953.1/4195>
- Gom. (S.F.). *Tecnología de escaneo 3D industrial*. Obtenido de Para ingeniería inversa: <https://www.gom.com/metrology-systems/atos.html>
- Gutierrez Pulido, H., & Salazar, d. I. (2009). *Control estadístico de calidad y seis sigma* (Segunda edición ed.). México: McGraw Hill.
- Gutiérrez Garza, G. ,. (2000). *Justo a Tiempo y Calidad Total, Principios y Aplicaciones*. . Obtenido de Quinta edición. Ediciones Castillo S. A. de C. V., Monterrey, Nuevo León, México.
- Kanawaty, G. (2010). *Introducción al Estudio del Trabajo* (4 ed.). México: Limosa.
- Karisola, J. (7 de 12 de 2016). *Remodelación de los parabrisas de los autobuses con tecnología moderna*. Obtenido de Empresa glastory: <https://www.glastory.net/es/remodelacion-de-los-parabrisas-de-los-autobuses-con-tecnologia-moderna/>
- L. Blank, & A. (2006.). *Tarquin; Ingeniería económica*. . Obtenido de Editorial McGrawHill, Méjico, 6ta Edición,.
- Lemos, P. L. (2015). *El futuro de la calidad*. Madrid: Fundacionconfemetal.
- LOPEZ Dumrauf, G. (2006). *Cálculo Financiero Aplicado, un enfoque profesional*,. Obtenido de 2a edición, Editorial La Ley, Buenos Aires.
- Margonon. (2001). *Ciencia de Materiales y selección*. España: Pearson.
- Palacio, L. (2014). *Ingeniería Métodos movimientos y tiempo*. Colombia: STARBOOK.
- Roberto, G. (19 de Setiembre de 2014). <https://prezi.com/v-k9zclrkdrh/tesis-para-optimar-el-titulo-profesional/>.

Solís Santamaría, S. I. (19 de 12 de 2017). *Manufactura y Diseño Asistidos por Computador. (Tesis de grado de maestría)*. Obtenido de Universidad de las Fuerzas Armadas: <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/13737>

W. Niebel, B. (2014). *Ingeniería industrial de Niebel* (13 ed.). Mexico, D.F.: McGraw-Hill.

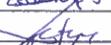
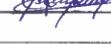
Walton. (2004). *El método Deming en la práctica*. Bogotá: ISBN.

William., K. H. (1 de 09 de 2001). *Maynard, Manual del Ingeniero Industrial*. Obtenido de Tomo II. Cuarta edición. Mac Graw Hill, México.

## ANEXOS

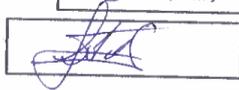
ANEXO 1. Analizando el tiempo en el proceso de fabricación de molde Se calificó con los expertos del área de proceso de producto, calidad, producción, ingeniería de producto para tomar decisiones

Registro de asistencia analizando Ishikawa

FORMATO		CÓDIGO	AGP P08-F01			
REGISTRO DE ASISTENCIA		VERSIÓN	05			
		FECHA	07/12/2015			
		HOJA	página 1 de 1			
TEMA: <u>ANALIZAR los TIEMPOS EN EL PROCESO DE FABRICACIÓN DE MOLDE PARA CURVAR VIDRIO</u> <input type="checkbox"/> CAPACITACIÓN EXTERNA <input type="checkbox"/> CAPACITACIÓN INTERNA <input checked="" type="checkbox"/> REUNIÓN <input type="checkbox"/> PARTICIPACIÓN <input type="checkbox"/> OTROS						
FECHA: <u>06-06-2018</u>		LUGAR: <u>AGP PERÚ SAC</u>				
INSTITUCIÓN / EXPOSITOR: _____		N° HORAS: <u>2:0 Hora</u>				
HORA INICIO: <u>11:00 Am</u>		HORA FIN: <u>12:00 pm</u>				
		FIRMA: 				
N°	DNI O CE	NOMBRE	CARGO	ÁREA EMPRESA	FIRMA	HORA LLEGADA
1	31186647	Miguel Mendoto Arístida	Supervisor	CCRIODD		11:05 AM
2	70585014	Ruth Villasanté, Karla	ING PROCESOS	PROCESOS		11:00 AM
3	73471409	LaCarlo Echave López	Calidad	BRG		11:00 am
4	25788264	Josa Huacipa P	Producción	BRG		11:00 PM
5	25844865	Alfredo Poma C	Herramienta	BRG		11:00 pm
6	40659257	Bonifacio Castilla, Wilber	Ing. Proceso	BRG		11:00 PM
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						

ANEXO 2. Se capacito en el taller de matricera de AGP PERÚ SAC. A los trabajadores.

Registro de capacitación de los trabajadores

FORMATO		CÓDIGO	AGP P08-F01			
 <p style="text-align: center;"><b>REGISTRO DE ASISTENCIA</b></p>		VERSIÓN	05			
		FECHA	07/12/2015			
		HOJA	página 1 de 1			
TEMA: <u>CAPA CITACIÓN Y ENTRENAMIENTO EN LINEA DE PRODUCCIÓN</u>						
<input type="checkbox"/> CAPACITACIÓN EXTERNA <input checked="" type="checkbox"/> CAPACITACIÓN INTERNA <input type="checkbox"/> REUNIÓN <input type="checkbox"/> PARTICIPACIÓN <input checked="" type="checkbox"/> OTROS						
FECHA:	<u>02-07-2018</u>	LUGAR:	<u>TALLER DE MATRICERA</u>			
INSTITUCIÓN / EXPOSITOR:		Nº HORAS:	<u>2:00 Horas</u>			
HORA INICIO: <u>9:00 AM</u>		HORA FIN: <u>11:00 AM</u>				
FIRMA:						
Nº	DNI O CE	NOMBRE	CARGO	ÁREA EMPRESA	FIRMA	HORA LLEGADA
1	47861405	Gonzalez Rucos Jordan	OP.	HERRAMIENTALES		
2	65716703	Moya Mandujano Joel	OP	MOLDES		
3	06579049	Maximo Laguna P	OP	MOLDES		
4	44881525	Roberto Montenegro	OP	OP. HERRA		
5	46981544	YOSER MONTAÑAN CH	OP	T-HERRAMIENTALES		
6	44069634	Omar Cardenas Hurtado	OP	HERRAMIENTALES		
7	25844865	Alfredo Hereni @	SUPERVISOR	HERRAMIENTALES		
8	45082834	Bancoz Zanoaga	OP	MOLDES		
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						