TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE COACALCO

CONTROL DE FABRICACIÓN DE HERRAMENTAL PARA LA VERIFICACIÓN DE FUGA DE AIRE EN CATALIZADOR AUTOMOTRIZ

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

PARA OBTENER TÍTULO DE:

INGENIERO INDUSTRIAL

ESPECIALIDAD

MANUFACTURA

PRESENTA

STEPHANIE TOVAR FRAGOSO

MATRICULA: 201721449

ASESOR: Dr. VERONICA VELAZQUEZ ROMERO

COACALCO ESTADO DE MEXICO, ENERO, 2024.

Quiero expresar mi sincero agradecimiento en primer lugar a mis padres que siempre me han brindado su apoyo incondicional para poder cumplir todos mis objetivos personales y académicos. Ellos son los que con su cariño me han impulsado siempre a perseguir mis metas y nunca abandonarlas frente a las adversidades. También son los que me han brindado el soporte material y económico para poder concentrarme en los estudios y nunca abandonarlos

Agradezco a mi asesor de tesis, Verónica Velázquez Romero, por su guía experta, su paciencia y su dedicación incansable a lo largo de este proyecto. Sus conocimientos y consejos fueron fundamentales para dar forma a esta investigación.

En resumen, este proyecto de investigación es el resultado de un esfuerzo colectivo, y a todos los que contribuyeron de alguna manera les estoy profundamente agradecida. Este trabajo no solo representa mi esfuerzo individual, sino también la generosidad y el apoyo de muchas personas que hicieron posible su realización.

¡Gracias!

Stephanie Tovar Fragoso.

Tecnológico de estudios superiores de Coacalco.

INDICE GENERAL

CAPITULO 1 6

INTRODUCCION 7

ANTECEDENTES 10

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 15

JUSTIFICACION 17

OBJETIVO GENERAL 19

OBJETIVOS ESPECIFICOS 19

HIPOTESIS 20

ALCANCE Y LIMITACIONES 20

CAPITULO 2 21

MARCO TEORICO 22

CAPITULO 3 26

DESARROLLO 27

CORTE 30

Diseño y programación: 30

Configuración de la máquina: 31

Limpieza y mantenimiento: 31

FABRICACION 32

Diseño y desarrollo: 32

Soldadura: 33

Estampado: 34

MAQUINADO 35

Desbaste: 35

Barrenado: 35

Machueleado: 36

Avellanado: 37

PINTURA 41

ENSAMBLE 43

MEDICION CON FARO 44

CONTROL DE CALIDAD 45

MONITOREO 46

EMBALAJE 47

ORDENES DE COMPRA 47

CAPITULO 4 50

ANALISIS Y RESULTADOS 51

Falta de cuerda en los barrenos: 51

Mal estampado: 51

Rebabas y filos: 51

CONCLUISION 57

REFERENCIAS 60

INDICE DE IMAGENES

Figura 1. Diagrama de pez..... 15
Figura 2.Diagrama de operaciones. 27
Figura 3.Flujograma analítico. 28
Figura 4.Cursograma analítico. 29
Figura 5.Pantógrafo. 32
Figura 6.Fabricación. 34
Figura 7.VF9. 38
Figura 8.Maquinado. 39
Figura 9.Machueleado. 39
Figura 10.TM1. 40
Figura 11.Pintura..... 42
Figura 12.Ensamble. 44
Figura 13.Órdenes de compra. 49
Figura 14.Porcentajes..... 52
Figura 15.Hoja maestra. 54
Figura 16.Defectos encontrados. 56

CAPITULO 1

INTRODUCCION

La introducción a las áreas de fabricación es fundamental para comprender la complejidad y la importancia de los procesos involucrados en la creación de productos. Las áreas de fabricación abarcan una amplia gama de actividades que van desde la concepción de un diseño hasta la entrega del producto final al cliente. Estas áreas se centran en la transformación de materias primas en productos terminados, utilizando una variedad de tecnologías, maquinaria y procesos.

Las áreas de fabricación son esenciales para la economía global, ya que contribuyen significativamente a la producción de bienes y servicios. Estas áreas incluyen sectores tan diversos como la manufactura de automóviles y cada área tiene características específicas que se adaptan a los productos que se fabrican y a los procesos que se adaptan, la eficiencia y la calidad son dos aspectos clave en las áreas de fabricación, la empresa busca constantemente mejorar los procesos para aumentar la productividad, reducir costos y ofrecer productos de alta calidad.

En el presente trabajo se desarrolla la fabricación de un herramental el cual nos ayuda a verificar que un catalizador no tenga ninguna fuga de aire, el modelado de los componentes se llevó acabo usando el software de inventor, adicionalmente se utilizó otro software llamado BOYCER, tiene como función generar las plantillas de corte para después pasarlas por medio de una USB al pantógrafo es la maquina en donde se colocan las placas para generar algunas de las piezas que forman parte del herramental, algunas de ellas deben de pasar por fabricación que es en donde se soldán o se les da un enderezamiento o doblez según lo pida el modelo 3D, otras piezas pasan directamente a maquinado que es donde se realiza el barrenado, spotface, avellanado y estampado, después de ese procedimiento la pieza se manda a limpiar para quitar la rebaba y los filos, después las piezas deben de ser medias con un Faro

el cual ayuda a verificar que las medidas sean las mismas que el plano 2D y así sea más fácil pasarlas a la siguiente área que es ensamble, en esta área se colocan pernos y tornillería, se ensamblan las piezas según sus planos y modelos 3D y por último se pasa a embalaje o empaquetado, cada una de las áreas tiene un papel importante para la fabricación ya que si una no cumple con su función se atrasa la producción y los herramentales no se entregan en tiempo, con las características solicitadas, eso es pérdida de tiempo y de capital para la empresa, es por eso que se debe de hacer un buen seguimiento sobre la manufactura, para lograr ese objetivo es necesario hacer uso de hojas maestras, planeación de producción, armado de carpetas con los planos 2D, supervisión de procesos de manufactura y elaboración de archivos de avance del proyecto. Es importante destacar que el proceso de fabricación del herramental puede variar según el tipo de herramienta y los estándares de calidad específicos del fabricante, además, la tecnología y los métodos de fabricación pueden evolucionar con el tiempo, lo que lleva a mejoras en la eficiencia y la calidad de las herramientas fabricadas.

Al momento de ensamblar las piezas al herramental se pueden tener diversos problemas uno de ellos es que las piezas no cumplen con los estándares de calidad que se especifican en los planos, que la pintura no es el RAL que se solicita, no cumple con las medidas estándares, daño en los avellanados y todos esos problemas se dan por causa de un mal diseño, uso de herramienta en mal estado, procedimiento de ensamblaje mal definidos, falta de control de calidad, falta de supervisión, fatiga o distracción de los operarios o presión por el tiempo de entrega de los herramentales. Para prevenir los problemas de ensamblaje, es importante abordar estos factores mediante la implementación de prácticas de gestión de calidad, capacitación adecuada, diseño cuidadoso y control de procesos.

Debido a que los catalizadores juegan un papel importante en la producción automotriz los ingenieros deben de generar técnicas de control de calidad ya que si la calidad es baja es muy probable que el catalizador sea ineficaz o no tenga un tiempo de vida útil, provocando así que el automóvil pierda su potencia y su velocidad empeorando así la potencia del motor.

ANTECEDENTES

CHM Manufacturing & Engineering, es una empresa Metal Mecánica con más de 20 años de Experiencia en la industria Automotriz.

Los servicios de ingeniería comienzan desde:

• Diseño

• Fabricación

• Maquinado

• Ensamble

• Ingeniería de proceso

• Entrega de proyectos llave en mano

CHM Manufacturing & Engineering cuenta con un grupo de Ingenieros enfocados a ofrecer trabajos de calidad, comprometidos al Servicio y trabajando en equipo orientados a la satisfacción del cliente, su misión es satisfacer las necesidades de los clientes y superar sus expectativas mediante la mejora continua, visualizándose a ser una empresa reconocida en el mercado nacional dentro del sector automotriz y seguir siendo una empresa rentable, productiva y socialmente responsable para el crecimiento y desarrollo del país, para ello se contempla:

• Explorar nuevos mercados y nuevos clientes

• Tomar decisiones a largo plazo para que la empresa siga creciendo de manera competitiva y siga

presente a través de los años.

• Proporcionar los nuestros clientes seguridad, confianza, lealtad y un servicio eficiente y

profesional.

Eduardo Medrano, presidente en funciones de la Asociación Internacional de Herramientas Especiales y Mecanizado (ISTMA) América, dio a conocer que al crear el diseño de un producto se recurre al herramental para que esto se traduzca en un proyecto físico y posteriormente a una proyección real.

Consideró que México tiene la necesidad de tener la mayor producción de herramentales, moldes y troqueles, para satisfacer la producción que están requiriendo grandes clientes.

El presidente del ISTMA Américas mencionó que uno de los retos está en contar con talento preparado, sobre todo técnicos en manufactura de herramentales, ingenieros de manufactura y diseño herramental, pues aunque consideró que instituciones como el Instituto de Herramentales de Querétaro o los cursos y capacitaciones que emite el Clúster de Herramentales de Nuevo León o el Clúster Internacional de Herramentales en Ciudad Juárez son pioneros en este sector, aún falta más personal para cubrir la necesidad que tiene México ya que los herramentales son objetos que se crean con la finalidad de facilitar las tareas de producción es por eso que se Estimó que cada año se requieren 1,500 técnicos especialistas en herramentales. (Hernández, 2023)

Carlos y Alejandro Kaplun son propietarios de la empresa Kapco, donde llevan a cabo el diseño del herramental mediante el uso del software SolidWorks. Cuando un cliente les envía la pieza que desea fabricar junto con los archivos en formato Step, los hermanos Kaplun inician el diseño del molde, basándose en el prototipo y los planos 2D proporcionados por el cliente. Durante este proceso, se concentran en desarrollar el molde con todas sus características y sistemas mecánicos necesarios para garantizar un rendimiento óptimo del herramental.

En la primera etapa del proceso de fabricación en Kapco, se realiza la recepción del material. Los diseñadores solicitan y reciben el material necesario, llevando a cabo su validación interna, ya que no cuentan con un departamento de compras. A continuación, se lleva a cabo la aproximación de las placas, seguida de un mecanizado de control numérico para la primera etapa de aproximación de las placas y las piezas de los moldes. Posteriormente, se realiza un proceso externo de tratamiento térmico, subcontratando este servicio a empresas que disponen de hornos para el temple al vacío. Luego, se ejecuta el rectificado internamente. A continuación, se lleva a cabo el corte por hilo y el mecanizado en duro de las piezas, adaptándose a las especificidades de cada tipo de pieza. Para gestionar este proceso, Kapco cuenta con un sistema que organiza desde la generación del diseño hasta el trayecto específico de cada pieza en el taller. Los herramentales producidos en Kapco constan de diversas piezas, a menudo con insertos, y pueden llegar a incluir hasta 500 componentes.

La principal actividad de Kapco es la fabricación de herramentales y moldes para satisfacer las demandas de la industria automotriz, abarcando aplicaciones como frenos ABS, motores, cigüeñales y árboles de levas. Estos dispositivos cumplen funciones esenciales, como la detección de la mezcla de combustible en la fusión de etanol con gasolina. Además, Kapco produce moldes para conectores, utilizados como enchufes para interconectar todos los circuitos en vehículos, según lo destaca el ingeniero Alejandro. (Tovar, 2018)

Elisa V. Lepe descubrió un total de 319 compañías especializadas en la industria de Moldes, Troqueles y Herramentales mediante investigaciones en línea y anuncios. En el estado de Nuevo León, se identificaron 91 empresas dedicadas a la manufactura, mantenimiento, ingeniería y diseño de herramentales. Le siguen en número Jalisco, con 35 empresas; Querétaro, con 33; y el Estado de México, con 26.

Solo el 28% de las empresas objeto de la encuesta participan en actividades de exportación. Ante esta situación, Elisa Vázquez destacó la necesidad de emprender esfuerzos activos para posicionar a México como un destacado exportador de herramentales. En pos de este objetivo, señaló que se han identificado 17 carreras relacionadas con el sector, como mecatrónica, máquinas y herramientas, y metalmecánica, entre otras, que son ofrecidas por instituciones como Conalep, Cecytem y tecnológicos. Sin embargo, subrayó que no existe una carrera que se especialice completamente en herramientas a nivel masivo.

Los estudiantes de herramentales suelen estar familiarizados con diversas máquinas y tecnologías utilizadas en la fabricación y la producción. Esto puede ser ventajoso para las empresas que buscan empleados con experiencia práctica en la operación y mantenimiento de equipos específicos, los estudiantes que estudian carreras de herramentales están bien posicionados para aportar ideas innovadoras en el diseño de herramientas y enfoques de fabricación. Pueden contribuir al desarrollo de soluciones creativas que mejoren la calidad del producto y la eficiencia operativa. En general, los estudiantes que estudian carreras de herramentales pueden ser activos valiosos para las empresas al aportar conocimientos especializados, habilidades técnicas y una mentalidad orientada a la resolución de problemas y la innovación en el diseño y la fabricación de herramientas.

La experta hizo hincapié en que el sector de herramentales en México cuenta con fortalezas que deben ser aprovechadas. Entre ellas, destacó la ubicación geográfica del país, que facilita tanto la importación como la exportación de herramentales. Asimismo, resaltó los múltiples tratados comerciales de México, sus costos de mano de obra competitivos, la disponibilidad de una fuerza laboral joven, la alta competitividad del sector automotriz y la iniciativa empresarial destinada a fortalecer el mercado local mediante la formación de clústeres. (Casas, 2021)

Manuel Montoya afirmó que la falta de desarrollo en la industria de herramentales ha sido un obstáculo para el crecimiento de la industria automotriz. Aseguró que asignar recursos a la industria herramental podría resultar en una sustitución de importaciones por un valor 16 veces mayor al gasto destinado. La limitación en el desarrollo de la industria automotriz en México se atribuye en gran medida a la situación actual del sector de herramentales.

A pesar de que en México se producen 3.8 millones de vehículos, respaldados por una industria de autopartes bien establecida, existe una considerable oportunidad de crecimiento en el área de herramentales. Montoya planea colaborar con universidades en programas de capacitación dirigidos a jóvenes y trabajadores de la industria, con el objetivo de fomentar la creación de tecnologías locales y aumentar la producción de herramentales a nivel nacional. (Montoya, 2023)

Eugene Houdry (1892-1962), un ingeniero francés, fue el creador del primer catalizador, motivado por la creciente preocupación por los niveles elevados de smog. Los catalizadores desempeñan un papel crucial en la transformación del petróleo y el carbón en combustibles líquidos, representando tecnologías de energía limpia. Si un catalizador no funciona correctamente y no cumple con eficacia su función, puede ocasionar un aumento anormal en las emisiones de gases tóxicos, lo que resulta en la contaminación del aire y un rendimiento deficiente del vehículo, llegando incluso a provocar una avería. Por este motivo, es fundamental que el herramental utilizado para verificar las fugas de aire en el catalizador se fabrique de acuerdo con los planos y modelos 3D, garantizando así una mayor precisión y mejor calidad en el desempeño del catalizador. (Houdry)

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En este diagrama se pueden identificar y organizar posibles causas de un problema específico. En el contexto de una mala fabricación de herramentales, el diagrama ayudaría a visualizar las diversas categorías y subcausas que podrían estar contribuyendo al problema.

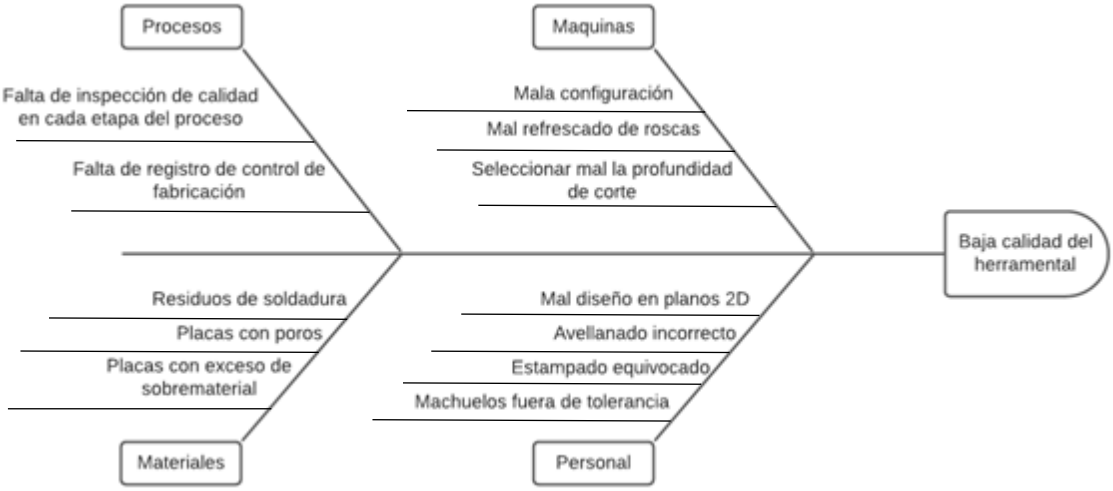

Figura 1. Diagrama de pez.

El herramental que ayuda a verificar que el catalizador no tenga ninguna fuga de aire, puede tener diversas complicaciones a la hora de ser ensamblado, por ejemplo:

• Mal estampado el cual perjudica en el tiempo ya que se tendrá que buscar en los planos el estampado correcto de la pieza para así colocarla en el lugar adecuado.

• Mal corte del material puede ser motivo de una mala elaboración de plantillas o una mala identificación de planos, es por eso que al momento de imprimir el plano se debe de marcar cuantas piezas se van a cortar y si son opuestas o mostradas, toda esa información se obtiene de las hojas maestras las cuales son elaboradas en el momento en que se abre la orden de compra.

• Mal maquinado también perjudica a la hora de ensamblar porque la pieza no tendrá los barrenos y machuelos como lo indica el plano, la

cuerda en los barrenos es de suma importancia ya que en ellos se va a colocar un tornillo de una medida diferente para la sujeción de piezas, según lo requiera el herramental, la limpieza de rebaba, escoria y filos es fundamental a la hora de terminar el maquinado, esto es por el cuidado del operario ya que esos imperfectos en las piezas pueden llegar a cortar al operario, es importante también llevar siempre los guantes y lentes de seguridad para evitar accidentes en el área de manufactura.

• Un mal refrescado de cuerdas también puede afectar el ensamble ya que los tornillos no llegaran a la profundidad determinada en el plano, una mala fabricación de la pieza afecta al armado ya que la pieza no cumplirá con la uniformidad solicitada por el comprador y se rechazara también por estética.

• El mal embalaje puede perjudicar a la pieza, ya que algunas cuentan con elementos hidráulicos,

otras son echas de aluminio y otras van pintadas, se debe de colocar el embalaje adecuado para que la pieza conserve sus propiedades solicitadas y no se dañe en el transcurso de la logística, para evitar las pérdidas de tiempo y demás complicaciones.

Al término de cada operación se le debe de decir al operario que revise cada una de las piezas que fabrico, maquino o corto esto es para detectar alguna falla y encontrarles una solución lo más rápido posible y que no llegue con ese defecto al área de ensamblado ya que será peor porque la pieza se tendrá que hacer desde cero, también se deben de revisar los planos y marcar cuantas piezas se deben de cortar ya que hay ocasiones en que se cortan piezas de más o viceversa algunas veces faltan piezas esto es con el fin de no echar a perder material y disminuir las pérdidas de ganancias.

JUSTIFICACION

El sistema de manufactura implica la fabricación de productos que satisfagan a los clientes, en las fechas y términos estipulados con la calidad requerida y minimización de costos y maximización de utilidades para la empresa, por lo que el presente trabajo se enfoca al estudio de la manufactura de un herramental que ayudara a verificar que el catalizador no contenga ninguna fuga de aire, debido a que algunas piezas han estado teniendo algún tipo de retraso debido a la mala fabricación, corte o maquinado y al momento en que se ensamblan al herramental no coinciden con las características que se requirieron en el plano 2D, al momento de tener un buen control sobre la manufactura, los tiempos de retraso desaparecerán y lo más importante es que el operario no tendrá problema al ensamblar ya que las piezas tendrán que estar bien estampadas, no tendrán ninguna rebaba o filo que afecten su funcionamiento, sus barrenos estarán a la medida solicitada facilitando así la entrada de los tornillos y pernos, el tener un buen control sobre la manufactura, ayuda cumplir las metas en el tiempo que se determinó en un principio, se aprovecha al máximo la capacidad de producción, se conoce con exactitud los tiempos para predecir si se puede entregar una orden de trabajo, se puede conseguir materia prima con anticipación para cualquier emergencia sin embargo siempre se debe de asegurar la cantidad correcta de materiales que se necesitan y estar seguros de su disponibilidad durante los tiempos de producción., también se le debe de inculcar al operario cuidar la maquinaria ya que al no hacerlo puede comprometer los tiempos de entrega y la calidad de las piezas de los herramentales, por eso es de suma importancia la elaboración de hojas maestras porque gracias a ellas se le da un seguimiento a cada uno de los procesos por el cual pasan las piezas, en la hoja maestra se encuentra el detalle de la pieza, que tipo de pieza es, el material de que está fabricada, quien proporciona

el material, quien realiza el maquinado ya que en algunas ocasiones las piezas se mandan con un proveedor para que las maquine, si es una pieza mostrada o una opuesta, la cantidad de piezas que se van a producir y una de las cosas más importantes en la que nos ayuda la hoja maestra es para saber el porcentaje del proceso en el que se encuentra cada una y así se puede saber si la pieza está en corte, fabricación, maquinado, pintura o ensamblaje.

OBJETIVO GENERAL

Controlar la fabricación del herramental para la verificación de fuga de aire en catalizador automotriz, reduciendo los tiempos de retraso y el total de piezas rechazadas en tres meses.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Analizar cada una de las áreas por las cuales deben de pasar las piezas detectando fallas que se puedan mejorar.
- Establecer controles de calidad adicionales en diferentes etapas del proceso de fabricación para identificar y corregir posibles defectos antes de que las piezas lleguen a la etapa de verificación de fuga de aire. El objetivo es reducir en un 100% el número de piezas que requieren retrabajo en el tercer mes.
- Implementar un sistema de monitoreo en tiempo real que permita identificar y abordar rápidamente cualquier desviación en el proceso de fabricación, mejorando así la capacidad de respuesta y reduciendo los tiempos de retraso en un 60% durante el periodo de tres meses.
- Elaborar una hoja maestra para verificar que las piezas y el material vaya acorde a lo solicitado para no tener retrasos en el proceso de manufactura.
- Elaborar listas de requisición del material necesario para el ensamble.
- Hacer el diseño conceptual de las piezas de los herramentales para la manufactura de componentes mediante el uso del software inventor.
- Realizar una inspección con el FARO para asegurarse de que las medidas de las piezas coincidan con las que se proporcionaron en el plano 2D, para que no afecte el funcionamiento de la pieza a la hora de ensamblar.

HIPOTESIS

Controlar la fabricación de herramental para la verificación de fuga de aire en catalizador automotriz, reducirá los tiempos de retraso y el total de piezas rechazadas en tres meses.

ALCANCE Y LIMITACIONES

El presente trabajo se enfocará exclusivamente en las operaciones que tienen que ver directamente con los procesos de fabricación de las piezas que se ensamblaran al herramental, los resultados obtenidos en el presente trabajo no se pueden extender a otras empresas ya que no se cuenta con el permiso de las demás empresas.

El estudio sólo se limitará en detectar las áreas de la empresa con posible mejora y se propondrán herramientas utilizables según el caso, no se profundizará en aplicar dichas herramientas hasta obtener resultados, simplemente es una propuesta de aplicación.

CAPITULO 2

MARCO TEORICO

Con el paso del tiempo, la fabricación ha experimentado un desarrollo que se ha definido como un enfoque de excelencia y mejora constante. Este enfoque se orienta hacia la eliminación de actividades ineficientes y sin valor añadido en los procesos relacionados con la producción, distribución y comercialización de herramientas. La aplicación de esta metodología no solo tiene como objetivo la reducción de desperdicios, sino también la mejora de la satisfacción tanto para la empresa como para los clientes. (Arvizu, 2022)

Los ingenieros deben de tener en cuenta los procesos de manufactura ya que de otra forma no tendrán idea de las tolerancias asignadas a las piezas del ensamble, es decir que las piezas maquinadas no son todas iguales o exactamente con la medida indicada, existen variaciones entre ellas, que pueden ser de milímetro o de centésimas de milímetro, además de que estas variaciones pueden ser por arriba o por debajo de la medida especificada en los planos 2D.

En la industria metal-mecánica, se enfrentan desafíos relacionados con la unión de piezas para la creación de herramentales. Estos instrumentos son esenciales para llevar a cabo tareas como ensamblar, desensamblar, probar e inspeccionar componentes en el ámbito automotriz. En el contexto de la investigación, se consideraron los conocimientos sobre los procesos de manufactura. Al comprender los beneficios derivados de la correcta aplicación de los conocimientos de ajuste en un ensamble, se logra mejorar el proceso de fabricación y reducir el tiempo necesario para el ensamblaje. Esto conlleva a una disminución en los costos de producción y, al mismo tiempo, a un aumento en la rentabilidad de la empresa. (López, 2017)

El diseño de herramentales implica la elaboración de planos y especificaciones detalladas para la herramienta o dispositivo que se va a producir. Es crucial tener en cuenta factores como la función específica

de la herramienta, las tolerancias necesarias y el material a utilizar para evitar retrabajos durante la producción y el ensamblaje. Los materiales empleados en la fabricación de herramentales deben ser duraderos, resistentes al desgaste y capaces de soportar las cargas y tensiones a las que serán sometidos por los usuarios. La precisión desempeña un papel fundamental en este proceso, ya que cualquier error podría afectar la calidad de las piezas ensambladas con el herramental. Por esta razón, las tolerancias dimensionales y geométricas del herramental deben cumplir exactamente con lo especificado en el modelo 2D. Además, es imperativo que el herramental cumpla con estándares de calidad y seguridad específicos, como ISO 9001 o normativas particulares establecidas por la empresa que lo requiera. (Ingenieria del diseño)

Los sistemas de manufactura requieren de distintas clases de entradas para poder llevar a cabo los procesos de transformación de materiales, la energía es la principal fuente para poner en funcionamiento los procesos de transformación, el capital es el recurso económico necesario para financiar los gastos e inversiones requeridas por el sistema y por último el sistema personal que son aquellos que intervienen en la transformación del sistema.

Los tipos de errores en la gestión de manufactura del herramental son los siguientes:

• Errores Dimensionales: Incluyen variaciones en las dimensiones de las piezas, como medidas fuera de tolerancia o deformaciones.

• Errores de Forma: Implican imperfecciones en la geometría de la pieza, como irregularidades ya sean rebabas, poros o virutas de soldadura.

• Errores de Posición: Relacionados con la ubicación incorrecta de características geométricas en la pieza.

• Errores de Orientación: Refieren a la rotación o alineación incorrecta de características en las piezas a ensamblar.

• Errores de Acabado Superficial: Incluyen defectos en la superficie de una pieza, como rayones, rugosidad o marcas.

•Errores de Ensamblaje: Abarcan problemas en la unión de componentes, como holguras o uniones incorrectas.

• Errores de Proceso: Relacionados con desviaciones en los parámetros de los procesos de manufactura, como la temperatura, velocidad o presión. (Industrial, 2018)

Las causas de los errores en la gestión de manufactura podrían ser por la diferencia en las propiedades de los materiales utilizados cambios en las condiciones del proceso, como fluctuaciones en la temperatura o la humedad, diferencia en el rendimiento de las máquinas y equipos, cambios en las condiciones del proceso, errores cometidos por operadores, programadores o personal de manufactura, deterioro de las herramientas o equipos pueden causar errores los cuales tienen como consecuencia el rechazo, retrabajo, pérdida de tiempo y recursos que afectan la satisfacción del cliente, la prevención de errores implica la identificación temprana de posibles fuentes de error y la implementación de medidas para evitarlos, es por eso que la empresa a menudo sigue normativas y estándares de calidad específicos para garantizar la prevención y corrección de errores en la gestión de manufactura, para reducir los costes y cumplir con la certificación de calidad que requiere la empresa a la cual se le proporcionara el producto.

La elección de un proceso de manufactura adecuado no solo depende de la forma que se desea producir, sino también de diversos factores relacionados con las propiedades del material. Por lo general, el proceso de manufactura altera las propiedades de los materiales; un ejemplo de ello es la formación de metales a temperatura ambiente, lo que los hace más resistentes, más duros y menos dúctiles que antes de ser procesados.

Un catalizador, componente crucial en el sistema de escape de vehículos automotores, tiene como función principal reducir las emisiones de contaminantes perjudiciales, como los óxidos de nitrógeno, hidrocarburos y monóxido de carbono, transformándolos en sustancias menos dañinas. Para garantizar su funcionamiento óptimo, es esencial que el catalizador no presente fugas de aire, ya que estas pueden conducir a un rendimiento ineficiente o incluso a la falla del catalizador. El herramental encargado de verificar fugas de aire en un catalizador desempeña un papel crucial para identificar posibles problemas. Esta herramienta debe tener la capacidad de detectar incluso las fugas más pequeñas y sutiles en el sistema.

Una vez completado el herramental, se realizan pruebas de presión, las cuales consisten en sellar el sistema de escape y aumentar la presión interna mientras se monitorea si esta presión disminuye. Una disminución indicaría una fuga de aire. El herramental de verificación de fugas de aire en catalizadores debe cumplir con las normativas y estándares relevantes especificados por el cliente. (Martín, 2020)

La gestión de la calidad en la fabricación implica un enfoque sistemático y constante para mejorar la eficiencia y reducir los defectos en todas las etapas del proceso de producción por las que deben de pasar las piezas que después se colocaran en el herramental, este marco teórico proporciona una base conceptual para comprender los errores en los procesos de fabricación, sus causas, efectos y las estrategias utilizadas para controlar y prevenir estos errores en la producción industrial.

CAPITULO 3

DESARROLLO

Para analizar cada una de las áreas por las cuales deben de pasar las piezas detectando fallas que se pueden mejorar, se utiliza un diagrama de operaciones que se muestra en la figura 2. En él se observan las operaciones desarrolladas para la fabricación de herramentales es una representación gráfica que describe el proceso de fabricación de herramientas, que son dispositivos utilizados para dar forma o realizar operaciones específicas en materiales. Este tipo de diagrama proporciona una visión detallada de las diversas etapas y actividades involucradas en la producción de las herramientas.

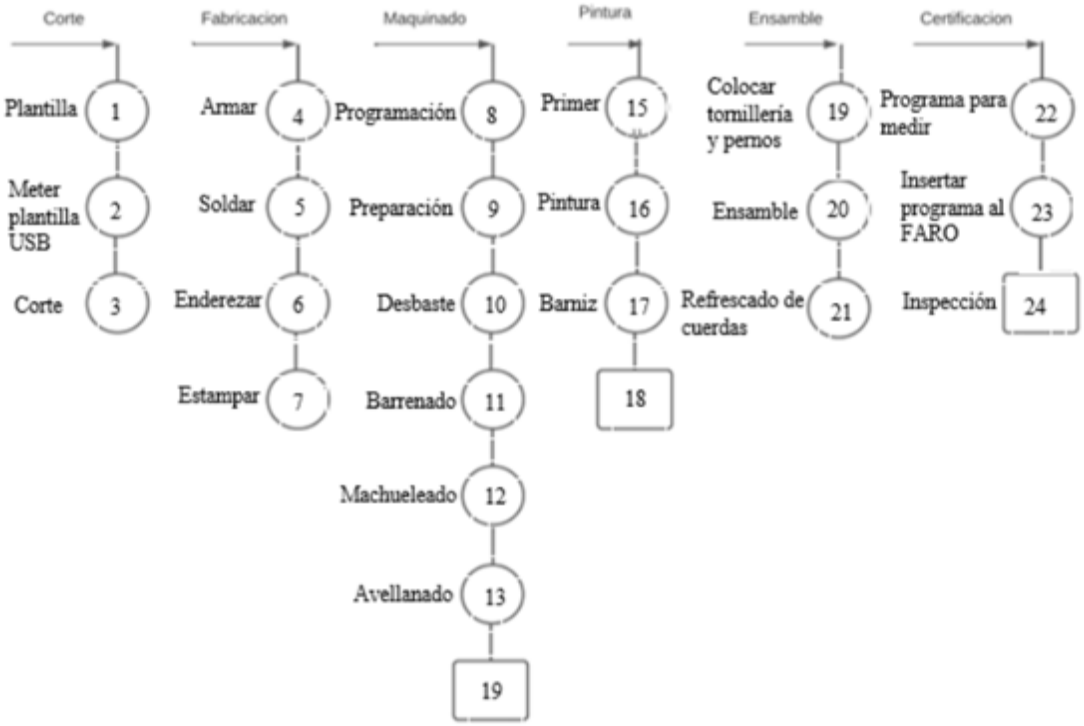

Figura 2.Diagrama de operaciones.

En el siguiente flujograma analítico de la figura 3 se representa detalladamente la descripción de manera sistemática y precisa las distintas actividades de comprender, analizar y mejorar los procesos de fabricación de herramentales contribuyendo así a la eficiencia operativa y la calidad del producto.

Diagrama Num:	Hoja Núm de	Resumen								
Objeto: Piezas de ensamble		Actividad				Actual			Propuesta	Economía
Actividad:		Operación				19				
Método: Actual/Propuesto		Transporte				0				
Lugar: CHM		Espera				5				
Operario (s):	Ficha núm:	Inspección				2				
		Almacenamiento				0				
		Distancia (m)								
		Tiempo (min-hombre)								
Compuesto por: Ing. Stephanie	Fecha:13/10/23	Costo								
Aprobado por: Ing. Juan Daniel	Fecha:13/10/23	- Mano de obra								
		- Material								
		Total								
Descripción		Cantidad	Tiempo	Distancia	Simbolo ○	□	D	⇨	▽	Observaciones
Plantilla		30	9 hrs	0m	●					
Meter plantilla al pantografo		30	1 hr	0m	●					
Corte		30	27 hrs	0m	●					
Espera		0	3 hrs	0m			●			
Recoger material		0	15 min	3m			●			
Soldar		25	36 hrs	0m	●					
Armar		25	36 hrs	0m	●					
Enderezar		5	27 hrs	0m	●					
Estampar		50	18 hrs	0m	●					
Recoger material		0	15 min	4m			●			
Programacion a pie de maquina		50	4 hrs	0m	●					
Preparacion		50	4 hrs	0m	●					
Desbaste		50	27 hrs	0m	●					
Barrenado		50	27 hrs	0m	●					
Machueleado		50	27 hrs	0m	●					
Avellanado		50	18 hrs	0m	●					
Inspeccion		50	30 min	0m		●				
Recoger material		0	15 min	3m			●			
Primer		50	9 hrs	0m	●					
Pintura		50	27 hrs	0m	●					
Barniz		50	18 hrs	0m	●					
Recoger material		0	15 min	3m			●			
Colocar tornilleria y pernos		50	18 hrs	0m	●					
Ensamble		50	18 hrs	0m	●					
Programa para medir		1	5 hrs	0m	●					
Inspeccion		1	9 hrs	0m		●				
Total			369 hrs	13m	19	2	5	0	0	

Figura 3.Flujograma analítico.

En el siguiente cursograma analítico representado en la figura 4 se observa de manera clara y detallada las actividades, tareas y responsabilidades involucradas en el proceso de fabricación dentro de la empresa de CHM.

Formato cursograma analítico

Diagrama Num: Hoja Núm de										
Objeto: Piezas de ensamble										
Actividad:										
Método: Actual/Propuesto										
Lugar: CHM										
Operario (s): Ficha núm:										
Compuesto por: Ing. Stephanie Fecha:13/10/23										
Aprobado por: Ing. Juan Daniel Fecha:13/10/23										
Resumen										
Actividad							Actual		Propuesta	Economía
Operación							19			
Transporte							0			
Espera							5			
Inspección							2			
Almacenamiento							0			
Distancia (m)										
Tiempo (min-hombre)										
Costo - Mano de obra - Material										
Total										
Descripción	Cantidad	Tiempo	Distancia	Símbolo ○	□	D	⇨	▽	Observaciones	
Plantilla	30	9 hrs	0m	●						
Meter plantilla al pantografo	30	1 hr	0m	●						
Corte	30	27 hrs	0m	●						
Espera	0	3 hrs	0m			●				
Recoger material	0	15 min	3m			●				
Soldar	25	36 hrs	0m	●						
Armar	25	36 hrs	0m	●						
Enderezar	5	27 hrs	0m	●						
Estampar	50	18 hrs	0m	●						
Recoger material	0	15 min	4m			●				
Programacion a pie de maquina	50	4 hrs	0m	●						
Preparacion	50	4 hrs	0m	●						
Desbaste	50	27 hrs	0m	●						
Barrenado	50	27 hrs	0m	●						
Machueleado	50	27 hrs	0m	●						
Avellanado	50	18 hrs	0m	●						
Inspeccion	50	30 min	0m		●					
Recoger material	0	15 min	3m			●				
Primer	50	9 hrs	0m	●						
Pintura	50	27 hrs	0m	●						
Barniz	50	18 hrs	0m	●						
Recoger material	0	15 min	3m			●				
Colocar tornilleria y pernos	50	18 hrs	0m	●						
Ensamble	50	18 hrs	0m	●						
Programa para medir	1	5 hrs	0m	●						
Inspeccion	1	9 hrs	0m		●					
Total		369 hrs	13m	19	2	5	0	0		

Figura 4.Cursograma analítico.

CORTE

El área de corte para piezas es un espacio en el que se llevan a cabo una variedad de actividades relacionadas con la fabricación y el procesamiento de materiales para crear herramentales específicos. Las actividades realizadas en el área de corte pueden variar según la industria y el tipo de material que se esté trabajando, algunas tareas comunes que se llevan a cabo en esta área son las siguientes:

Diseño y programación:

El pantógrafo es conocido por su capacidad para cortar con una alta precisión y detalle, esto lo hace adecuado para el trabajo de corte de piezas, la clave para el corte en pantógrafo es la plantilla que se sigue, la máquina copia el movimiento de esta plantilla y lo reproduce en el material con la herramienta de corte, para esto se requiere el diseño y programación precisa de las piezas que se van a cortar, esto implica el uso de software de diseño asistido por computadora, con los modelos 3D se deben de generar las plantillas de corte, estas se elaboran seleccionando la cara de la pieza que se desea cortar, después se guarda en el escritorio de la computadora para abrirlo en el BOYSER, el cual mandara por medio de una USB la plantilla a cortar, después de tener las plantillas se escribe en el modelo 2D cuantas piezas se requieren, si son mostradas o opuestas, la dimensión de la pieza, el grosor, la OT a la cual corresponde y el encargado del proyecto para cualquier duda que tenga el operador, en algunas piezas se debe de dejar unos milímetros más de material porque algunas piezas piden un maquinado y si se corta a la medida que pide el plano a la hora de maquinar la pieza quedara con un faltante de material y esta será rechazada porque no cumple con las medidas que se requieren.

Configuración de la máquina:

La configuración de la maquina implica ajustar la escala, seleccionar la herramienta de corte adecuada, establecer las velocidades de corte y la profundidad de corte, y calibrar la máquina según sea necesario, la velocidad del corte depende del material que se va a cortar, las velocidades más bajas son adecuadas para materiales más duros, mientras que las velocidades más altas son apropiadas para materiales más blandos, la calibración de la maquina asegura que este configurado correctamente esto garantizará que los movimientos de la máquina sean precisos y que el corte se realice con la máxima precisión, si es necesario se debe de realizar un ajuste final como la velocidad de corte, la profundidad o la posición de la herramienta, para optimizar el rendimiento y la calidad del corte.

Limpieza y mantenimiento:

Al finalizar el trabajo, es importante limpiar tanto la máquina como el área de trabajo para eliminar virutas de metal o residuos de corte, también se debe realizar cualquier mantenimiento necesario en la máquina para asegurarse de que esté en buenas condiciones para futuros proyectos, se deben de inspeccionar los cables eléctricos y las conexiones para detectar cualquier daño o deterioro, se debe de calibrar el pantógrafo para garantizar la precisión de los movimientos, también se puede consultar en el manual del fabricante para obtener instrucciones específicas sobre la calibración y por último se debe de llevar un registro detallado de todas las actividades de mantenimiento y las fechas en que se realizaron, esto ayudará a planificar futuras tareas de mantenimiento y a solucionar problemas más fácilmente.

Figura 5.Pantógrafo.

FABRICACION

La fabricación es un proceso fundamental en la industria manufacturera, estos procesos implican la creación de piezas individuales y la posterior unión de estas piezas para ensamblar el herramental final.

Diseño y desarrollo:

La primera fase es la de diseño, donde se crea un detallado de las piezas que se fabricarán, esto incluye la selección de materiales, tolerancias, dimensiones y características específicas que debe de tener la pieza, se deben de elegir los materiales adecuados para las piezas en función de sus propiedades físicas y químicas, también se deben de considerar factores como la resistencia, la durabilidad, la conductividad, la resistencia a la corrosión y la facilidad de mecanizado, en la fabricación también se deben de considerar las tolerancias para garantizar que las piezas se ajusten y funcionen correctamente cuando se ensamblen con

otras, las tolerancias demasiado ajustadas pueden dificultar el ensamblaje, mientras que las tolerancias demasiado holgadas pueden afectar negativamente la precisión y la calidad del herramental.

Soldadura:

Existen varios métodos de soldadura, cada uno con sus propias aplicaciones y características, algunos de los métodos de soldadura comunes incluyen la soldadura por arco eléctrico, la soldadura por resistencia, la soldadura por puntos y la soldadura láser, la elección del método dependerá de factores como el material, la geometría de las piezas y los requisitos de calidad, antes de la soldadura, las superficies de las piezas que se van a unir se deben preparar adecuadamente, esto implica eliminar cualquier contaminante, como óxido o grasa, que pueda afectar la calidad de la soldadura, las superficies también deben estar limpias y secas, después se debe de configure la soldadora de acuerdo con las especificaciones del proceso de soldadura que se esté utilizando, esto incluye ajustar la corriente, la tensión, la velocidad de alimentación del alambre (en el caso de la soldadura MIG), el tipo de electrodo (en el caso de la soldadura SMAW) y otros parámetros relevantes, al terminar de soldar la pieza se debe realizar una inspección visual esto es muy importante para detectar defectos, como porosidades o grietas, que podrían comprometer la resistencia de la soldadura, después de la soldadura es posible que se requiera un acabado adicional, como el rectificado o el pulido, para eliminar cualquier irregularidad en la superficie de la soldadura, también se deben de limpiar las piezas para eliminar cualquier escoria o residuo de soldadura, la calidad de las soldaduras es esencial para la integridad y la seguridad de los herramentales finales, por lo que es importante llevar a cabo este proceso con cuidado y precisión.

Estampado:

El proceso de estampado comienza con el diseño de la pieza, es importante crear un diseño que incluya todas las características y dimensiones que requiere el plano 2D y el modelo 3D, esto puede implicar la incorporación de barrenos, dobleces o cualquier otra característica que se solicite en la orden de compra, el proceso de estampado es muy fácil ya que se tiene números de golpe los cuales se ponen en la pieza y después se golpean con un martillo o un marro para que así queden grabados en ellas, el estampado de la pieza depende del cliente ya que en unas ocasiones se pide estampar el número de plano y en otras ocasiones se requiere estampar el número de la orden de compra, también puede variar en si la pieza es opuesta o mostrada y gracias al estampado se puede tener un mejor control a la hora de ensamblar porque es más fácil encontrar las piezas.

Figura 6.Fabricación.

MAQUINADO

El maquinado consiste en darle forma y dimensión precisa a las piezas para que encajen perfectamente al herramental, antes de subir la pieza a la maquina se debe de hacer una programación de mecanizado que contiene las instrucciones para que las realice la máquina, el programa define las trayectorias de las herramientas, la velocidad de corte, la profundidad de corte y otros parámetros que son necesarios para dar el acabado que solicita el modelo 3D, en algunas piezas, es necesario realizar operaciones secundarias después del maquinado principal, como pulir, rectificar o realizar tratamientos térmicos para mejorar las propiedades del material.

Desbaste:

El desbaste consiste en la eliminación controlada de material de una pieza para darle la forma y las dimensiones específicas requeridas antes de llevar a cabo las operaciones de acabado y ensamble, durante este proceso, se remueve el material en exceso hasta que se alcance la forma y las dimensiones deseadas, también se pueden realizar inspecciones y mediciones intermedias para verificar que el proceso de desbaste esté produciendo resultados dentro de las tolerancias especificadas. La precisión y la calidad de esta etapa son esenciales para garantizar que las piezas se ajusten perfectamente en el ensamble final y funcionen correctamente.

Barrenado:

El barrenado es un proceso de maquinado utilizado en la fabricación de piezas para ensamblajes, y se emplea para crear orificios cilíndricos o agujeros en las piezas. Estos agujeros pueden tener diversas finalidades, como permitir el paso de tornillos, pernos, ejes, tuberías u otros componentes, o proporcionar acceso a sistemas de montaje, cables o fluidos.

Se deben de elegir las brocas o herramientas de barrenado adecuadas según el tipo de material y las especificaciones de los barrenos, las brocas pueden variar en diseño y recubrimientos para optimizar su rendimiento, en el caso de máquinas CNC, se crea un programa de mecanizado que contiene las instrucciones para la máquina, este programa define la ubicación, el diámetro y la profundidad de los barrenos, así como la velocidad de corte y otros parámetros que solicita la pieza, la máquina realiza la operación de barrenado, haciendo girar la broca y avanzando hacia la pieza para crear los barrenos en la ubicación y las dimensiones precisas requeridas, después del barrenado, se realizan inspecciones y mediciones para verificar que los barrenos cumplan con las tolerancias especificadas, esto puede incluir mediciones dimensionales y pruebas de calidad, en algunos casos, es necesario realizar operaciones secundarias después del barrenado, como el roscado de los agujeros para permitir la conexión de pernos o tuercas.

El proceso de barrenado es fundamental en la fabricación de piezas para ensamblajes, ya que permite crear conexiones precisas y asegurar que los componentes encajen de manera adecuada. La precisión en la ubicación y las dimensiones de los barrenos es esencial para garantizar que el ensamblaje final funcione correctamente.

Machueleado:

El machueleado, también conocido como roscado o fileteado, es un proceso de fabricación que se utiliza para crear roscas internas o externas en piezas de ensamble. Estas roscas permiten la conexión y el aseguramiento de componentes mediante el uso de tornillos, pernos o tuercas. El proceso de machueleado puede realizarse en una variedad de materiales, como metales o materiales compuestos.

Avellanado:

Es una cavidad, llamada avellanadura, se utiliza para alojar la cabeza de un tornillo, perno o remache de manera que quede empotrada o a ras de la superficie de la pieza, lo que permite que la unión sea más plana y estéticamente perfecta.

Se debe de elegir la herramienta de avellanado adecuada según el diámetro y el ángulo de la avellanadura y el material de la pieza, las herramientas de avellanado pueden ser avellanadores, avellanadores de ángulo simple o avellanadores de ángulo doble, después del avellanado se realizan inspecciones y mediciones para verificar que la avellanadura cumpla con las tolerancias especificadas en los planos 2D, esto puede incluir mediciones dimensionales y pruebas de calidad, las piezas avellanadas se limpian para eliminar rebabas o residuos y se les aplica cualquier acabado superficial requerido, el avellanado se utiliza en una amplia gama de aplicaciones, desde la carpintería hasta la industria manufacturera, para crear piezas que permitan que los elementos de fijación se integren de manera eficiente y estéticamente agradable en la estructura o el ensamblaje final en este caso da una mayor precisión al herramental que nos ayudara a verificar que el catalizador no tenga ninguna fuga de aire.

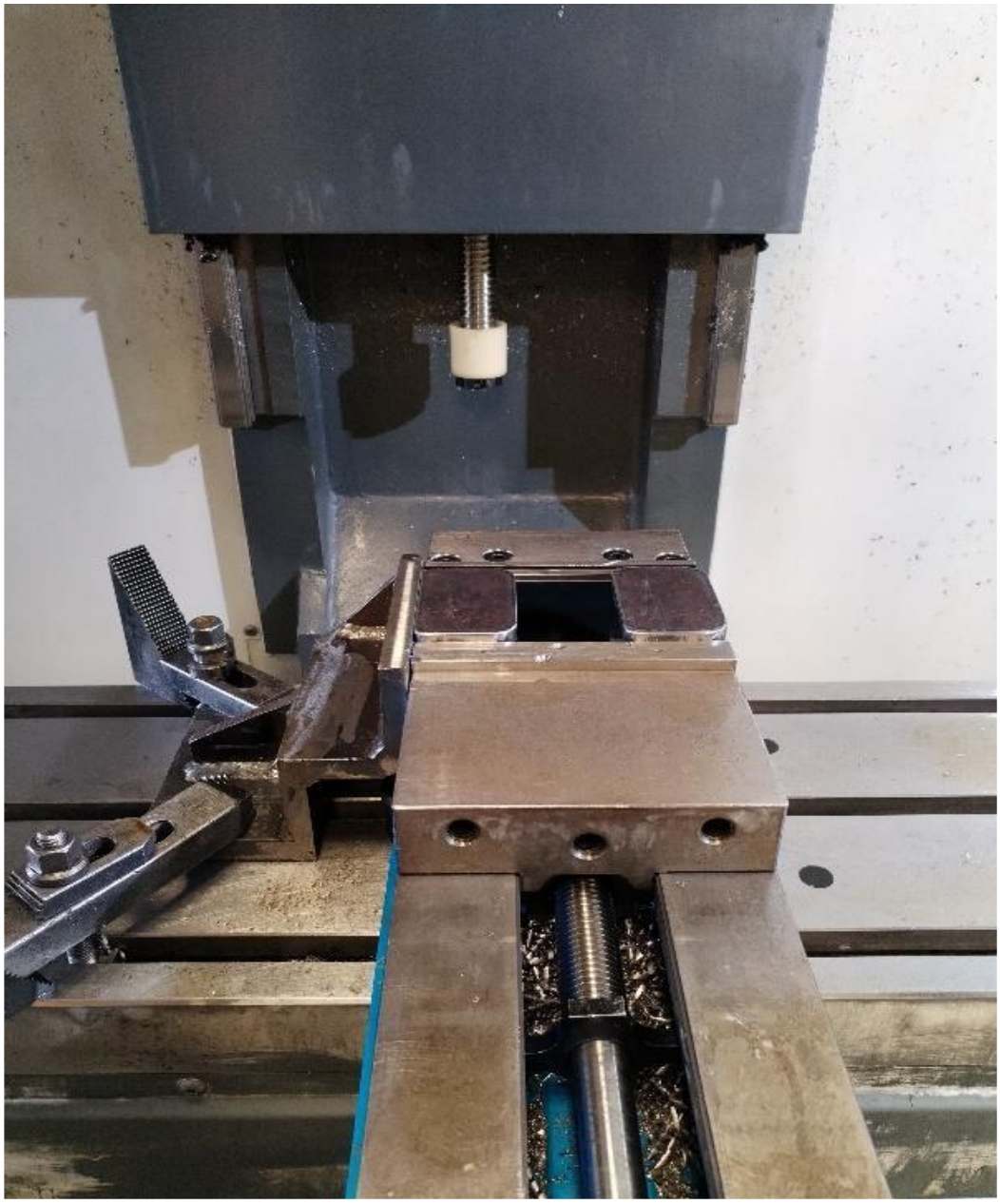

Figura 7.VF9.

Figura 8.Maquinado.

Figura 9.Machueleado.

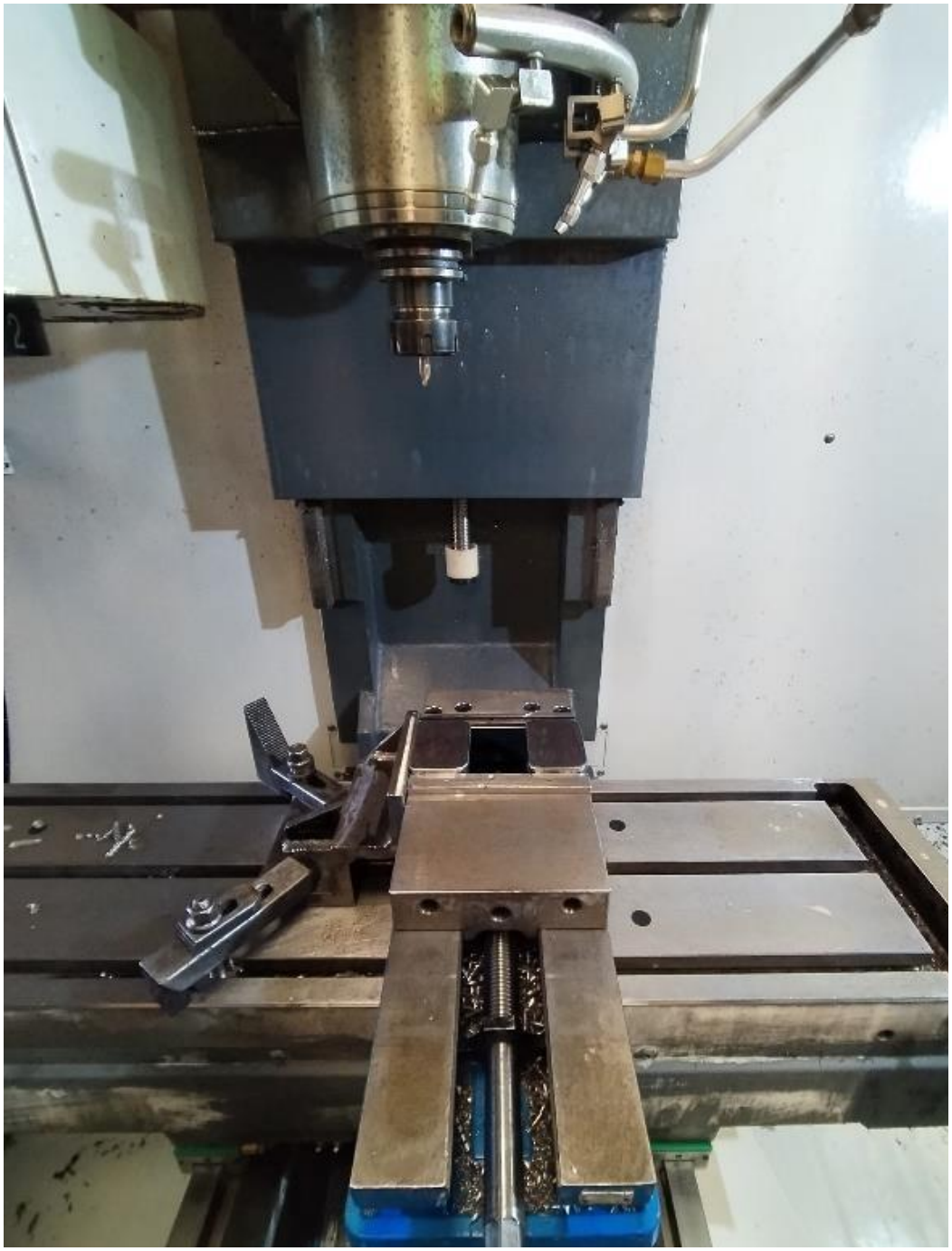

Figura 10.TM1.

PINTURA

La pintura es un proceso común en la fabricación de piezas de ensamble, ya que no solo proporciona protección contra la corrosión y el desgaste, sino que también puede mejorar la apariencia estética de las piezas.

Antes de aplicar la pintura, las superficies de las piezas deben prepararse adecuadamente, esto implica la eliminación de contaminantes como grasa, óxido, polvo y suciedad, ya que estos pueden afectar la adherencia de la pintura, en algunas empresas piden que las caras maquinadas no se pinten entonces se requiere que las caras deban enmascararse con cinta adhesiva o tapas para protegerlas de la pintura, esto es importante en piezas con tolerancias ajustadas o partes que deben permanecer sin pintura por razones funcionales, después se elige el tipo de pintura adecuado para el material de la pieza y el entorno en el que se utilizará, las pinturas pueden ser a base de agua, a base de solventes o en polvo y pueden variar en términos de durabilidad, resistencia a la corrosión, resistencia química y apariencia, después de la aplicación de la pintura, las piezas se dejan secar o se someten a un proceso para que la pintura se endurezca y se adhiera adecuadamente a la pieza esto puede implicar el uso de hornos de curado, luz UV o procesos químicos, según el tipo de pintura utilizada, al terminar de pintar las piezas se realiza una inspección visual para verificar que la pintura cumpla con los estándares requeridos esto incluye verificar la uniformidad del acabado, la adherencia de la pintura y la ausencia de defectos como burbujas o descamación.

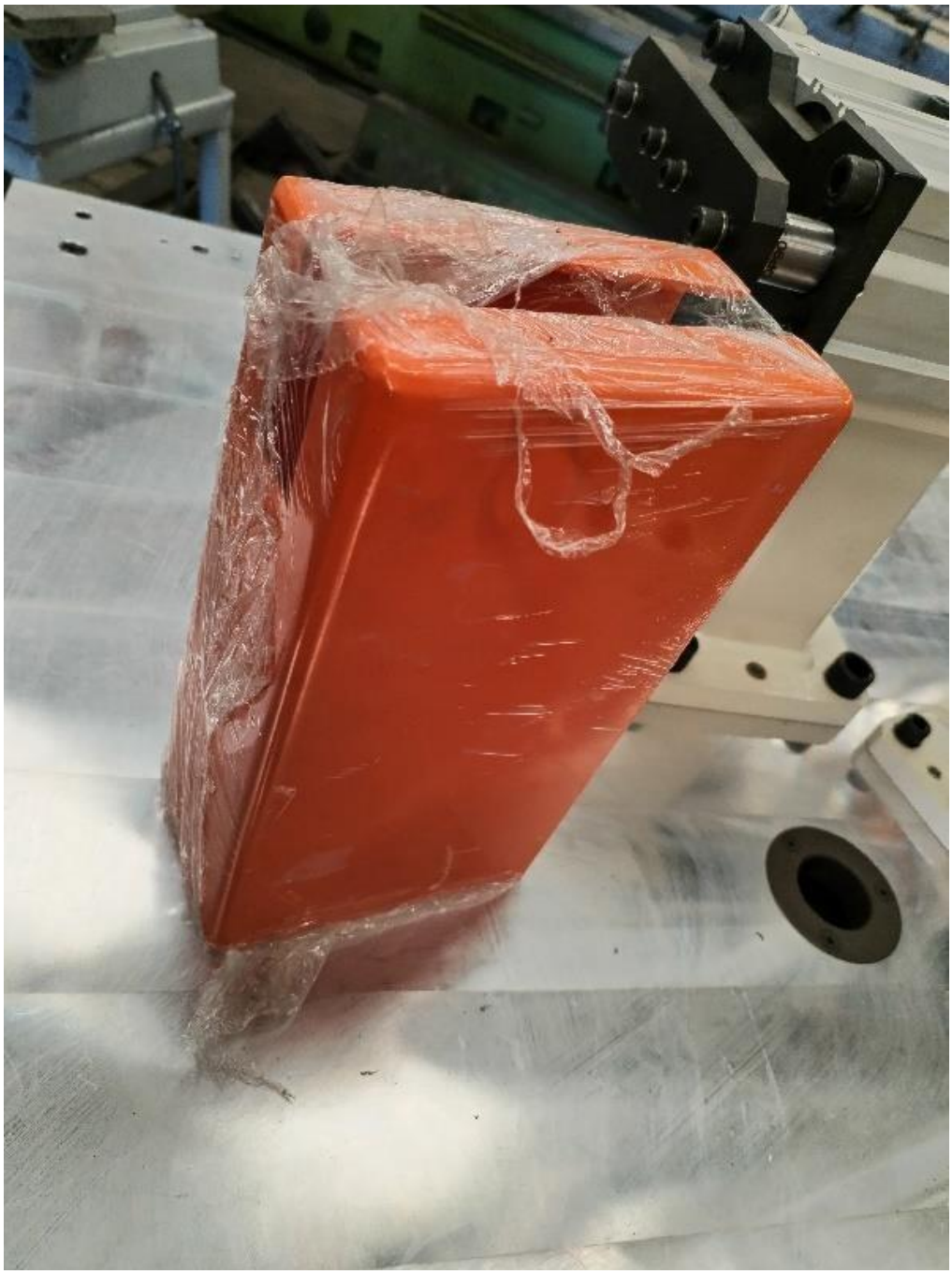

Figura 11.Pintura.

ENSAMBLE

En esta operación se unen las piezas al herramental utilizando herramientas específicas, estos ensamblajes son comunes en la fabricación y ensamblaje de productos industriales, maquinaria o automóviles.

Antes de comenzar el proceso de ensamblaje, es importante asegurarse de que todas las piezas estén limpias, inspeccionadas y listas para su ensamblaje, esto puede incluir la eliminación de rebabas, residuos de fabricación u otros defectos. Al momento de ensamblar las piezas al herramental se utilizan llaves, destornilladores, alicates, prensas, grúas, tornos y una variedad de otras herramientas mecánicas y eléctricas y es importante seleccionar las herramientas adecuadas para el tipo de piezas que se van a ensamblar, las piezas a ensamblar se deben de colocar en la posición adecuada, siguiendo las especificaciones de diseño y las instrucciones de ensamblaje, la selección y el uso adecuado de herramientas y la atención a los detalles son fundamentales para garantizar un ensamblaje seguro y de alta calidad. Una vez que las piezas se han ensamblado y verificado, se pueden empaquetar adecuadamente para su envío o entrega al cliente final.

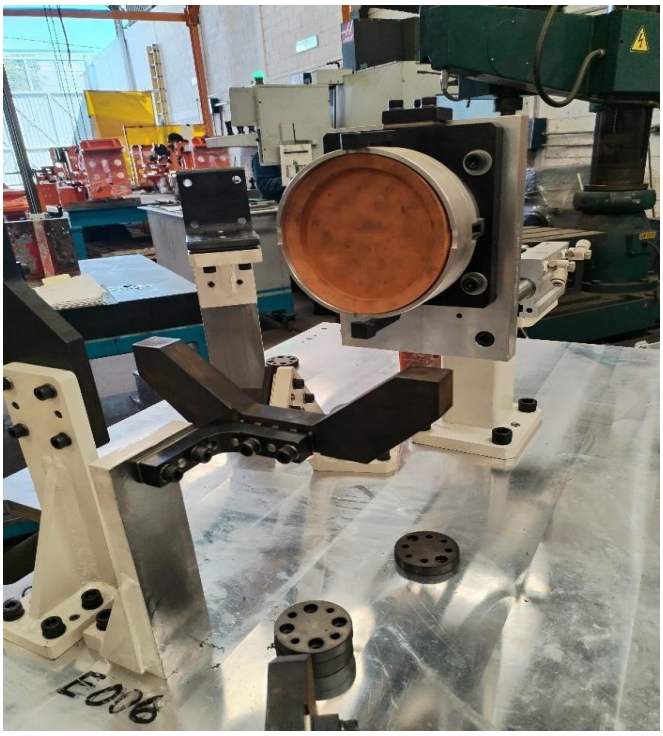

Figura 12.Ensamble.

MEDICION CON FARO

El brazo de medición es un dispositivo portátil que se utiliza para medir dimensiones, formas y posiciones de las piezas que se ensamblan en el herramental el cual ayudara a verificar las fugas de aire en un catalizador.

Para medir las piezas se debe asegurar de que el área de trabajo esté limpia y bien iluminada para facilitar la medición precisa, se debe de asegurar la pieza de ensamble de manera que esté estable durante la medición, esto puede implicar el uso de prensas para tener una mejor fijación, después se debe de configurar el software del brazo de medición para que coincida con las especificaciones de la pieza que se medirá, esto incluye definir las dimensiones y tolerancias esperadas, se seleccionan los puntos específicos en la pieza de ensamble que se desea medir se pueden elegir puntos clave, como bordes, esquinas o características críticas, para determinar la conformidad con las especificaciones y el brazo registra automáticamente las coordenadas 3D de estos puntos, el software del brazo de medición realizará cálculos

y comparará las mediciones obtenidas con las especificaciones e identificará cualquier desviación de las tolerancias permitidas y mandara un informe de medición que muestre las mediciones realizadas, las desviaciones encontradas y cualquier acción necesaria, como ajustes o rechazo de la pieza, si se encuentran desviaciones es posible que se deba realizar un ajuste en las piezas de ensamble o en el proceso de fabricación para cumplir con las especificaciones requeridas por la empresa que solicita los herramentales.

El uso del brazo de medición es una herramienta valiosa para garantizar la calidad y la precisión en la fabricación y el ensamble de piezas, permite una medición rápida y precisa, también brinda la documentación adecuada de las mediciones y los resultados.

CONTROL DE CALIDAD

El control de calidad en la fabricación de herramentales es indispensable para garantizar que los productos cumplan con los estándares requeridos y satisfagan las necesidades de los clientes.

- La inspección visual es uno de los métodos más básicos pero efectivos para identificar defectos visuales en los herramentales.
- La medición precisa de las dimensiones de los componentes es esencial. Se utilizan herramientas de medición, como calibradores, micrómetros y máquinas de medición por coordenadas (CMM), para verificar que las dimensiones cumplan con las especificaciones.
- Los herramentales, especialmente aquellos utilizados en entornos de alta carga o desgaste, deben someterse a pruebas de resistencia y durabilidad. Esto puede incluir pruebas de fatiga, pruebas de impacto y pruebas de desgaste para evaluar la vida útil del herramental.
- La calidad de las superficies y los acabados puede ser crítica en algunos herramentales. Se deben realizar inspecciones para

detectar defectos como rayones, marcas de herramientas, o irregularidades en las superficies.

- Verificar que las tolerancias dimensionales especificadas se cumplan es esencial. Esto implica asegurarse de que los componentes y ensamblajes estén dentro de los límites tolerados para garantizar la precisión y la funcionalidad del herramental.

La implementación efectiva de estos controles de calidad contribuye a garantizar que los herramentales fabricados sean de alta calidad, cumplan con los requisitos del cliente y sean seguros y confiables en su aplicación.

MONITOREO

El monitoreo de la fabricación de herramentales es esencial para asegurar la calidad, eficiencia y consistencia en el proceso de producción, utilizar el sistema de monitoreo en tiempo real proporciona información en tiempo real sobre el rendimiento de las máquinas, los tiempos de ciclo y las tasas de producción, registrar y analizar los tiempos de ciclo de cada etapa del proceso de fabricación ayuda a identificar cuellos de botella, mejorar la eficiencia y estimar tiempos de entrega con mayor precisión, establecer puntos de control a lo largo del proceso de fabricación para evaluar la calidad de los componentes y ensamblajes, aseguran que los herramentales cumplan con las especificaciones requeridas, supervisar los niveles de inventario de materias primas y componentes para evitar escasez o excedentes garantiza un flujo de trabajo constante y evita interrupciones en la producción y por último se debe de establecer un sistema de retroalimentación continua donde los datos recopilados durante el monitoreo se utilicen para realizar mejoras continuas en el proceso de fabricación.

El monitoreo efectivo de la fabricación de herramentales no solo garantiza la calidad del producto final, sino que también puede ayudar a

optimizar los procesos, reducir costos y mejorar la eficiencia general de la operación.

EMBALAJE

El embalaje del herramental es esencial para proteger la herramienta durante el transporte y almacenamiento, puede variar según el tipo de herramientas, su tamaño, forma y fragilidad, así como los requisitos específicos de la industria y el transporte.

El tipo de embalaje utilizado depende de la herramienta y los requisitos específicos de la empresa, el objetivo principal es proteger las herramientas contra daños durante el transporte y el almacenamiento, garantizando que lleguen en óptimas condiciones para su uso, además, un embalaje adecuado facilita el control de inventario y la identificación de las herramientas.

Se deben de seleccionarlos pallets de madera que sean adecuados para el peso y tamaño del herramental que deseas paletizar, se deben de utilizar cintas de amarre, bandas elásticas o envoltura retráctil para asegurar los herramentales al pallet, al cargar el herramental a la camioneta.

ORDENES DE COMPRA

En el contexto de la fabricación de herramentales, las órdenes de compra son documentos esenciales que formalizan y registran las transacciones entre un comprador (la empresa que fabrica herramentales) y un proveedor (que suministra materiales, componentes o servicios necesarios para la fabricación de dichos herramentales). Las órdenes de compra deben incluir especificaciones detalladas sobre los materiales necesarios, las cantidades requeridas, las tolerancias, las dimensiones, y cualquier otra información relevante que asegure la conformidad con los requisitos del diseño.

Las órdenes de compra especifican los materiales y componentes necesarios para la fabricación del herramental. El ensamblaje depende directamente de la disponibilidad oportuna y la calidad de estos elementos, lo que hace que las órdenes de compra sean esenciales para garantizar un suministro adecuado, también contribuyen a la planificación y programación del ensamblaje, al indicar las fechas de entrega esperadas de los materiales, permiten coordinar la secuencia de las operaciones de ensamblaje y evitan retrasos innecesarios. Las órdenes de compra desempeñan un papel fundamental en el ensamblaje de herramentales al asegurar la disponibilidad de materiales y componentes, facilitar la coordinación con proveedores y garantizar el cumplimiento de estándares de calidad y plazos de entrega.

CHM Manufacturing & Engineering, S.A. de C.V.

Orden de Compra CMA23363
Fecha 29 de junio de 2023

Proveedor:
Contacto: Mostrador
Razon Social: Proveedora de tornillos y herramientas Tultitlan
Direccion fiscal: Av. San Antonio No.122 sin numero Col. Barrio de la Consepcion Tultitlan Mexico. CP.54900
Correo: .
Telefono: 55-58-70-40-78

Facturar a:
RFC. CMA080425FR2
Razon social: CHM Manufacturing & Engineering, S.A. de C.V.
Direccion fiscal: Privada 13 de Julio Barrio de Santiaguito Tultitlan Estado de Mexico. C.P.54900
Regimen fiscal: 626-Regimen Simplificado de confianza.
Metodo de Pago: PUE
Forma de Pago: 01.-Efectivo
Uso de CDFI: G03 -Gastos en general

Requisitor:
Contacto: Ing. Juan Daniel Hernadez
Correo: Lhernandez@chm-mex.com.mx
Telefono: 58-88-00-90
Elaboró: Ing. Enrique Monterrosas

Fecha de requisicion de material: 10/06/2023
Fecha estimada de entrega: 10/06/2023
Condiciones de pago: Contado
Orden de Trabajo: OT220120

ITEM	CANTIDAD	CLAVE PROD. SERV.	U. MEDIDA	DESCRIPCION	PRECIO UNIT.	TOTAL
1	10	31161532	Pz	**Descripción:** Tornillo **Dimensiones:** M5 x 70 **Modelo/Tipo:** Allen Cilindrico **Material:** Acero -Pavonado	$4.10	$41.00
2	10	31161532	Pz	**Descripción:** Tornillo **Dimensiones:** M6 x 35 **Modelo/Tipo:** Allen Cilindrico **Material:** Acero -Pavonado	$2.00	$20.00
				Observaciones: HORARIOS A RECIBIR MATERIAL : LUNES A VIERNES DE 8:00 AM - 12:00 PM 2:00 PM - 4:00 PM **Nota:** Material para pull out *EL PAGO A PROVEDORES SE REALIZA LOS DIAS VIERNES*		
("SESENTA Y UN PESOS" 00/100 M.N.)					SUB TOTAL: % IVA: TOTAL:	$61.00 $0.00 $61.00

Procedimiento para programación de pago de facturas:

Figura 13.Órdenes de compra.

CAPITULO 4

ANALISIS Y RESULTADOS

Falta de cuerda en los barrenos:

Se elige la herramienta de machueleado adecuada según el tipo de rosca, el diámetro y el material de la pieza, la pieza se sujeta a un torno o una máquina CNC de machueleado, de manera que las roscas se puedan mecanizar con precisión, si se utiliza una máquina CNC, se crea un programa de mecanizado que contiene las instrucciones para la máquina, ese programa define la ubicación, el diámetro, el paso y la profundidad de las roscas, así como la velocidad de corte.

Mal estampado:

La atención del operario al detalle son la clave para evitar errores en el estampado de las piezas, también tiene que ver la ingeniería porque los ingenieros son los responsables de especificar en el plano 2D el número de detalle que se va a estampar por eso es importante tener actualizadas las hojas maestras y tener en cuenta las órdenes de compra ya que algunos clientes especifican que se estampe el número de la orden de compra y si no se cumple con ese requisito las piezas serán rechazadas.

Rebabas y filos:

Se debe de asegura que las herramientas de corte como cuchillas, fresas, brocas, etc., sean de alta calidad y estén bien afiladas ya que las herramientas desgastadas o poco afiladas son propensas a dejar rebabas, se tiene que ajustar la velocidad de corte y la velocidad de alimentación de las herramientas según las recomendaciones del fabricante y las características del material, después del proceso de maquinado se debe de realizar una inspección a las piezas en busca de rebabas y filos, se pueden utilizar herramientas de desbarbado o lija para eliminar las rebabas de manera eficiente y segura.

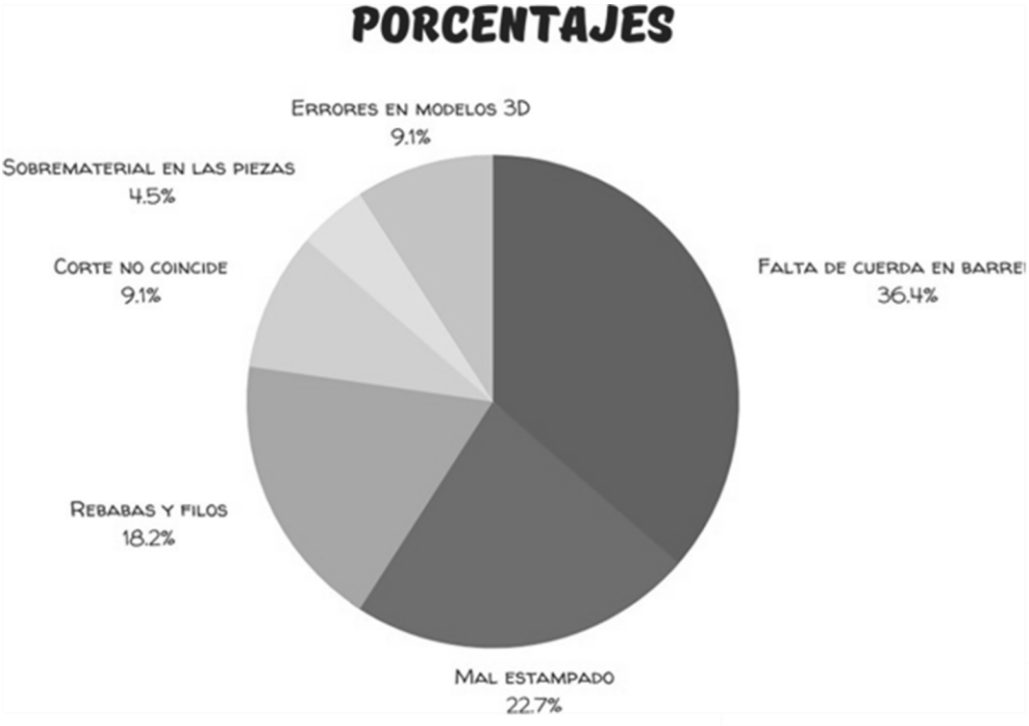

Figura 14.Porcentajes.

El ensamblaje de piezas al herramental puede ser un proceso complicado que enfrenta una variedad de problemas y desafíos en las diferentes áreas de la empresa. En algunas ocasiones las tolerancias de las piezas no se ajustan correctamente y puede resultar un ensamblaje defectuoso a la hora de certificarlo, en ese caso se tendría que detectar la pieza que está mal fabricada para darle un maquinado y así cumpla con las tolerancias que se solicitan o en un caso más grave se tendría que mandar la pieza a fabricación o a corte, otro problema que se detecto es que al momento de alinear la pieza el material tiende a deformarse y es ahí donde los barrenos quedan fuera de lugar, la falta de instrucciones claras o información de ensamblaje pueden llevar a errores y retrasos en la producción, si se utiliza una herramienta de mala calidad puede afectar la estética y funcionamiento de las piezas, un ejemplo son los avellanadores los cuales se utilizan para quitar las rebabas de los barrenos y dar un acabado para que asiente bien la cabeza

del tornillo, si se utiliza un avellanador de mala calidad la pieza puede quedar con los barrenos mordidos y con rebabas, algunas piezas tienden a tener cambios en su diseño dentro del proceso de manufactura, esto quiere decir que la empresa que solicita el herramental pude hacer cambios desapercibidos de algunas piezas, es por eso que los encargados de los proyectos deben de estar en contacto tanto como con el cliente como con el operador, algunos de los cambios tienen un costo extra por no ser especificados con tiempo, el estampado debe de estar como se solicita en el plano 2D por lo contrario afectaría la capacidad de cumplir con los plazos de entrega y las metas de producción, si el herramental que detecta fugas de aire en los catalizadores se encuentra dañado se requeriría una combinación de inspección, reparación, reemplazo y un enfoque sólido en el mantenimiento y la calidad.

El retrabajo es un problema frecuente que puede tener diversas causas, como un proceso ejecutado con poca precisión, equipos defectuosos o, incluso, la falta de datos para basarse en información concreta para la ejecución del proceso.

Los errores surgen por diversos factores, algunos de ellos son porque no se lleva un buen control de las hojas maestras ya que en ellas se especifica la cantidad de piezas que se necesitan para el herramental, si son mostradas o opuestas, si el material lo proporciona la empresa o el cliente, también surgen por el mal diseño de planos 2D y 3D, ya que en ellos se especifican claramente las dimensiones de las piezas, incluyendo longitudes, anchos, alturas y diámetros, utilizando líneas de referencia y dimensiones adecuadas, definen tolerancias dimensionales y geométricas para indicar cuánto se permite que varíen las medidas sin afectar la funcionalidad de la pieza, también proporciona múltiples vistas de la pieza, como vista frontal, lateral y superior, para dar una representación completa y precisa de la forma y las dimensiones de la pieza al operador, los plazos ajustados de tiempo en producción pueden

llevar a entregar piezas de mala calidad y con medidas incorrectas que serán rechazadas al momento de detectar los errores, la falta de alineación adecuada en las maquinas también puede causar errores en las piezas, la fatiga, la falta de concentración o la distracción de los trabajadores pueden dar lugar a errores humanos durante el proceso de manufactura.

Al utilizar hojas maestras, se puede ahorrar tiempo al no tener que aplicar manualmente el mismo formato en varias hojas. Si se necesita realizar cambios en el formato, se puede hacer en la hoja maestra y automáticamente se reflejarán en todas las hojas vinculadas, cualquier cambio realizado en la hoja maestra se reflejará automáticamente en todas las hojas vinculadas, esto es útil para mantener la coherencia en el diseño y en la presentación del libro de trabajo, para que todos los encargados del proyecto estén pendientes a cualquier cambio.

Las hojas maestras ofrecen una manera eficiente y efectiva de gestionar la consistencia, el formato y la organización en un libro de trabajo, lo que resulta en un aumento de la productividad y una mejora en la calidad de los datos y presentaciones, a continuación, se muestra una imagen de la hoja maestra que se utilizó para la fabricación del herramental:

Figura 15.Hoja maestra.

El retrabajo suele ser un problema frecuente que puede tener diversas causas, como un proceso ejecutado con poca precisión, equipos defectuosos o, incluso, la falta de datos para basarse en información concreta para la ejecución del proceso. Las operaciones de tipo manual son susceptibles de errores humanos que ocasionan problemas de calidad y pérdidas económicas, en un estudio realizado en una planta de Volvo en Suecia, en el cual se analizó un volumen de producción de 47,061 automóviles, los autores encontraron que los errores más frecuentes fueron: partes sueltas o instaladas en posición incorrecta, componentes apretados con nivel de fuerza erróneo y tornillos y clips faltantes, otros errores hallados en el mismo estudio fueron rasguños o suciedad en las partes y componentes, así como cables o tubos desconectados o insuficientemente apretados y eso fue por falta de un análisis de errores ya que al momento de implantarlo la empresa adquiere una mayor competitividad, eficiencia y calidad en los procesos de manufactura.

El herramental que se utilizara para verificar las fugas de aire del catalizador debe de cumplir con las medidas de certificación ya que si no se detecta la fuga de aire en el catalizador puede afectar la eficiencia del combustible de los vehículos, lo que resulta en un mayor consumo de combustible.

En la siguiente grafica de defectos encontrados se muestra que el principal problema está en el área de maquinado ya que 8 de 10 ´piezas les hizo falta cuerda en los barrenos, esto se da ya que la herramienta con la que está trabajando el operario está dañada o esta desgastada por el uso, otro factor podría ser es que el barreno está muy pequeño y esto afecta ya que el operario no puede visualizar con exactitud la profundidad que tiene, esto provoca tiempos de retraso a la hora del ensamblaje ya que los tornillo no entran de manera correcta o no entran a la profundidad que se especifica en el modelo 2D.

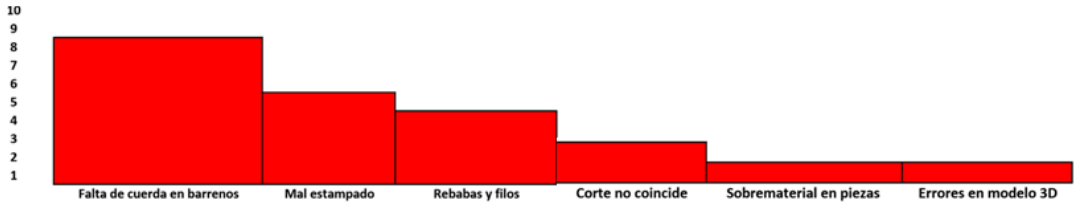

Figura 16.Defectos encontrados.

CONCLUISION

Al momento de hacer una inspección en las herramientas que se usan para hacer las cuerdas de los barrenos y las que se utilizan en el área de corte, se observó que algunas estaban en mal estado así que se elaboró una orden de compra para el proveedor, también se realizó una junta con todo el personal de la empresa para explicarles cuales son los pasos que se deben de seguir para el estampado de las piezas, se hizo un estudio ergonómico sobre las áreas de trabajo de los operarios para evitar fatiga o cansancio, lo cual tiene por consecuencia que las piezas queden en mal estado y al hacer lo que se mencionó anteriormente el índice de piezas de rechazo bajo un 60% y los tiempos de demora también disminuyeron.

Es importante que el herramental que inspecciona las fugas de aire del catalizador, cuente con una certificación ya que valida oficialmente que el conjunto de piezas que están ensambladas cumplen con los estándares y requisitos específicos, reduciendo así riesgos de accidentes o fallas debido a las herramientas defectuosas, por eso es importante tomar en cuenta cada área de manufactura, hacer reportes de los retrabajos, llevar un buen control de las hojas maestras, tener comunicación tanto como con el operario como con el cliente para estar al pendiente de cualquier cambio en el diseño de las piezas, verificar que las medidas de los planos 2D coincidan con los planos 3D, verificar que el operario este trabajando de manera correcta, que no tenga problemas ergonómicos que lo distraigan de sus tareas, checar que las maquinas cumplan con su alineación, que las herramientas que se utilicen estén en buen estado para que no perjudique la vista y el funcionamiento de las piezas que se van a ensamblar, marcar el plano con el número de OT correspondiente, poner el número de piezas que se van a cortar, si son mostradas o opuestas y también se debe de poner el número que se desea estampar, para que así sea más fácil hacer el ensamble,

al momento de medir las piezas con el FARO se debe de asegurar que el área de trabajo esté limpia, que no tenga ninguna desnivelación o que se mueva fácilmente ya que si esto sucede perjudicara la toma de medidas y estas saldrán fuera de tolerancia, también se debe de tener en cuenta que si un barreno tiene rebaba o esta poroso las medidas quedaran negativas, por eso es importante hacer un chequeo antes de medir cada pieza, cada área debe de verificar que las piezas cumplan con los requisitos solicitados, corte debe de verificar que las piezas no tengan un exceso de sobre material, que si una pieza lleva un maquinado se le deje un poco de material, para que a la hora de maquinar quede en la medida requerida, en fabricación se debe de visualizar que las piezas no tengan bolitas de soldadura y cuente con los avellanados y barrenos que se describen en el plano, en el área de ensamble se debe de revisar que los barrenos tengan las cuerdas adecuadas, que las cajas no sean cónicas y que no sean ovalados ya que al momento de meter un tornillo o un dowel este será rechazado porque no coincidirá con lo descrito en el plano.

Si el catalizador se inspecciona con un herramental de mala calidad o defectuoso podría ser peligroso, ya que las fugas de aire pueden afectar el rendimiento del motor al permitir que el aire no medido entre en el sistema de escape antes de lo previsto, esto puede alterar la relación aire-combustible, lo que podría resultar en una pérdida de potencia, una disminución en la eficiencia del motor y un menor rendimiento del vehículo, también aumentaría el consumo de combustible y provocaría ruidos anormales en el sistema de escape un ejemplo son silbidos o sonidos de soplido provenientes del área del catalizador.

La calidad de las piezas que se ensamblan al herramental afecta directamente al rendimiento del producto final, piezas de baja calidad pueden llevar a un funcionamiento deficiente o una vida útil más corta del

herramental, la calidad de las piezas de ensamblaje es esencial en prácticamente todas las industrias, ya que influyen en la seguridad, el rendimiento, la eficiencia, la durabilidad, la satisfacción del cliente y la reputación de la empresa, el invertir en piezas de alta calidad ayuda a generar beneficios significativos tanto para los fabricantes como para los consumidores.

REFERENCIAS

Casas, I. (1 de Enero de 2021). *Ind Somos Industria.* Obtenido de Ind Somos Industria: https://www.somosindustria.com/articulo/apuran-al-desarrollo-del-sector-herramentales/

Hernández, L. (01 de Febrero de 2023). *Mexico Industry.* Obtenido de Mexico Industry: https://mexicoindustry.com/noticia/moldes-troqueles-y-herramentales-base-de-la-manufactura

Houdry, E. (s.f.). *Salud y Enfermedad .* Obtenido de Salud y Enfermedad : http://salud.fdctimes.com/esp-public-health-safety/esp-environmental-health/1008073026.html

Industrial, S. (s.f.). *SDI.* Obtenido de Procesos de manufactura: https://sdindustrial.com.mx/blog/proceso-de-manufactura/

Martin, J. (10 de Febrero de 2020). *A revision.* Obtenido de Cómo funciona un catalizador en un coche para reducir las emisiones contaminantes: https://www.motorpasion.com/revision/como-funciona-catalizador-coche-para-reducir-emisiones-contaminantes

Montoya, M. (15 de Enero de 2023). *El economista.* Obtenido de El economista: https://www.eleconomista.com.mx/estados/Industria-Automotriz-podria-crecer-10-este-ano-en-produccion-de-vehiculos-y-autopartes-Manuel-Montoya-20230115-0008.html

NGENIERÍA DEL DISEÑO. (s.f.). Obtenido de NGENIERÍA DEL DISEÑO: https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/6837/05Jcb05de16.pdf

Tovar, E. (6 de Septiembre de 2018). *Modern Machine Shop.* Obtenido de Modern Machine Shop: https://www.mms-mexico.com/articulos/productividad-la-clave-en-la-manufactura-de-herramentales

URIEL, E. L. (Junio de 2017). *ESTUDIO SOBRE ENSAMBLES MECÁNICOS POR.* Obtenido de ESTUDIO SOBRE ENSAMBLES MECÁNICOS POR:

http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/jspui/bitstream/132.248.52.100/12734/1/TESIS.pdf