



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE INGENIERÍA

**“DISEÑO Y FABRICACION DE UN DISPOSITIVO PARA
VERIFICAR LAS POSICIONES DE MAQUINADO DEL
SOPORTE AGREGADOS DE UN AUTOMOVIL
DEPORTIVO”**

T E S I S

PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE:

INGENIERO INDUSTRIAL

P R E S E N T A :

HECTOR CALVO ESTRADA



DIRECTOR DE TESIS:
M.I. ORLANDO LEBEQUE SANCHEZ

2006

Hard Gauge Soporte Agregados



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

A mis Padres y Hermanas

Con toda mi admiración, cariño y respeto quiero dedicarle este logro a mis padres y hermanas quienes a través de su apoyo diario y amor continuo se encargaron de proporcionarme el mapa del camino mas corto, camino que además procuraron mantenerlo siempre libre de obstáculos que me asegurará la llegada exitosa a su final.

Valoro profundamente el vivir día a día con ustedes papás, siempre preocupados por desearme suerte todos los días y hacerme sentir su abrigo, muy a su manera, ya que sin palabras ni apapachos dulces y directos, me hacen saber su amor y por lo cual doy gracias a Dios quién me dio la dicha de ser su hijo y me ha permitido vivir esta vida al lado de mi familia.

Gracias por creer en mí y motivarme para alcanzar los sueños personales que siempre he compartido con ustedes, su fuerza y confianza han sido el motor que me permite cumplir mis anhelos y hasta el momento me han ayudado a disfrutar de alegrías, como en esta ocasión, la conclusión de mi tesis profesional.

Los tropiezos al lado de ustedes han sido experiencias de vida que con su tolerancia y guía sabía se han guardado en mi memoria como malos momentos y áreas de oportunidad de desarrollo y crecimiento que se han encargado de pulir mi vida, la cual estoy orgulloso viviéndola con ustedes, mi familia.

Infinitas gracias familia, con cariño y aprecio, su hijo y hermano que los ama.

Frase

“No me da miedo vivir, lo que me da miedo es vivir y no hacer nada”

Mahatma Gandhi
Político y pensador Indio
1869-1948.

INDICE TEMATICO

Título de Tesis: “Diseño y Fabricación de un Dispositivo para Verificar las Posiciones de Maquinado del Soporte Agregados de un Automóvil Deportivo”

I. Introducción.....	1
I.I Soporte Agregados de Motor.....	1
I.II Breve historia de los medios de control duros en la industria automotriz.....	3
I.III Tipos de medios de control duros actualmente utilizados en la industria dedicada al desarrollo y manufactura de autopartes.....	7
1. Importancia de los Dispositivos para Verificar Posiciones de Maquinado, Objetivo, Hipótesis y Alcance de Tesis.....	9
1.1 Importancia de los Dispositivos para Verificar Posiciones de Maquinado en una Autoparte (justificación de tesis).....	9
1.2 Objetivo de tesis.....	13
1.3 Hipótesis de tesis.....	13
1.4 Alcance de tesis.....	14

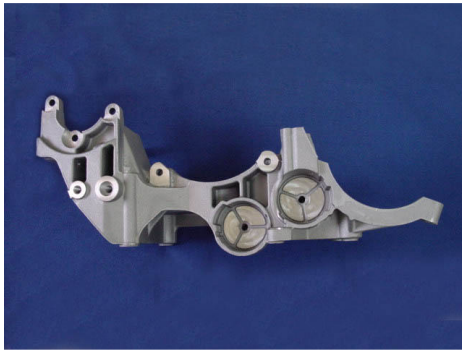
2. Marco Teórico.....	20
2.1 Torneado.....	20
2.2 Fresado.....	20
2.3 Rectificado.....	20
2.4 Tratamiento térmico.....	21
2.5 Electroerosión.....	21
2.6 Diseño.....	21
2.7 Ajuste.....	22
3. Diseño del Dispositivo para Verificar las Posiciones de Maquinado del Soporte Agregados.....	23
3.1 Introducción.....	23
3.2 Software que interviene en el proceso de fabricación de un Dispositivo de Inspección en la Industria Automotriz.....	25
3.3 Análisis del dibujo de producto con respecto de los requerimientos del cliente.	26
3.4 Creación del concepto.....	32
3.5 Dibujo de ensamble del diseño final: indicación de acotaciones, tolerancias básicas y geométricas, ajustes y datos generales de identificación del diseño.....	34
3.5.1 Normas DIN utilizadas en el diseño y fabricación, para comunicar los requerimientos de calidad y funcionalidad del herramental.....	37
3.6 Liberación del Diseño.....	48
3.7 Despiece del Dispositivo para Verificar las Posiciones de Maquinado del Soporte Agregados de Motor.....	51

3.8 Revisión y liberación del Diseño terminado para iniciar con la fabricación y ajuste del Dispositivo para Verificar las Posiciones de Maquinado del Agregados de Motor.....	52
4. Proceso de Fabricación del Dispositivo para Verificar las Posiciones de Maquinado del Soporte Agregados.....	54
4.1 Recursos tecnológicos que intervienen en el proceso de fabricación de un Dispositivo de Inspección en la Industria Automotriz.....	54
4.2 Corte de los materiales.....	59
4.2.1 Revisión del diseño para iniciar el corte de los materiales.....	60
4.2.2 Entrega de los planos de diseño y materiales al área de maquinado.....	64
4.3 Maquinado de los componentes que conforman el dispositivo.....	65
4.3.1 Elección de máquinas para manufacturar las piezas solicitadas en los planos de diseño.....	65
4.3.2 Preparación de máquina y maquinado de las piezas que conforman nuestro herramental.....	74
4.4 Ajuste del Dispositivo para Verificar las Posiciones de Maquinado del Soporte Agregados de Motor.....	77
4.4.1 Plan y proceso de ajuste-ensamble-ajuste de las piezas que conforman el dispositivo.....	77
5. Conclusiones.....	88
Glosario.....	92
Bibliografía.....	100

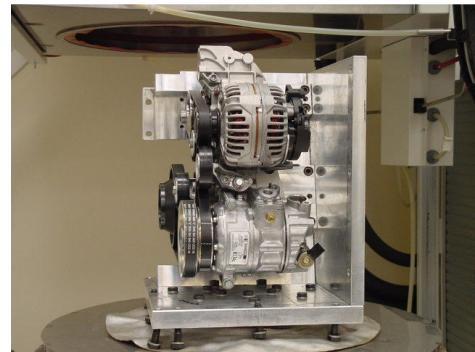
I. INTRODUCCION

I.I Soporte Agregados de Motor

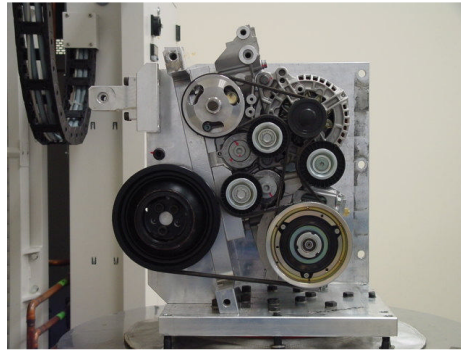
El Soporte Agregados de Motor es una autoparte de aluminio, la cual es ensamblada en el costado izquierdo de la parte frontal del Motor de un Vehículo Automotor y en la cual se ensamblan: una bomba de aceite para la dirección hidráulica del automóvil, el alternador y el compresor para el aire acondicionado, así como también el sistema de poleas y tensores que le dan vida a dichas piezas debido a que son activadas por el movimiento del motor, ya que el sistema mencionado esta conectado a el a través de una polea unida al cigüeñal como lo muestra las fotos I.I.I, I.I.II y I.I.III.



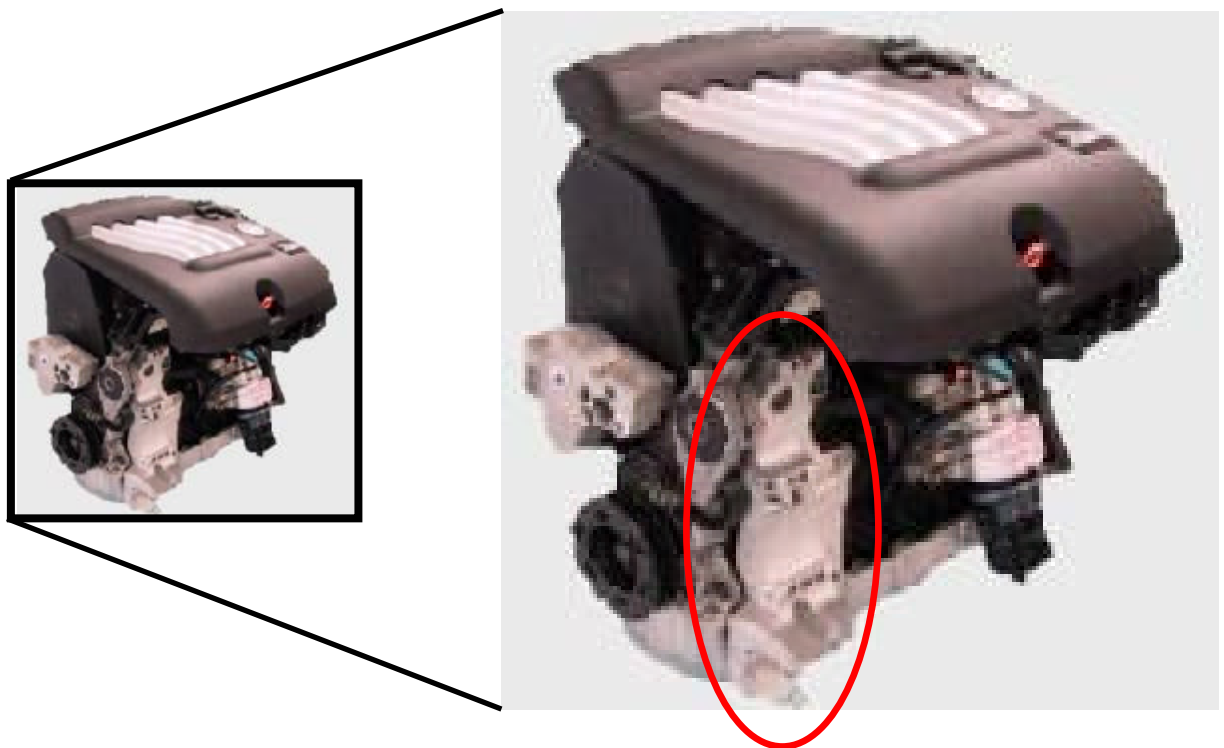
I.I.I Soporte Agregados de Motor



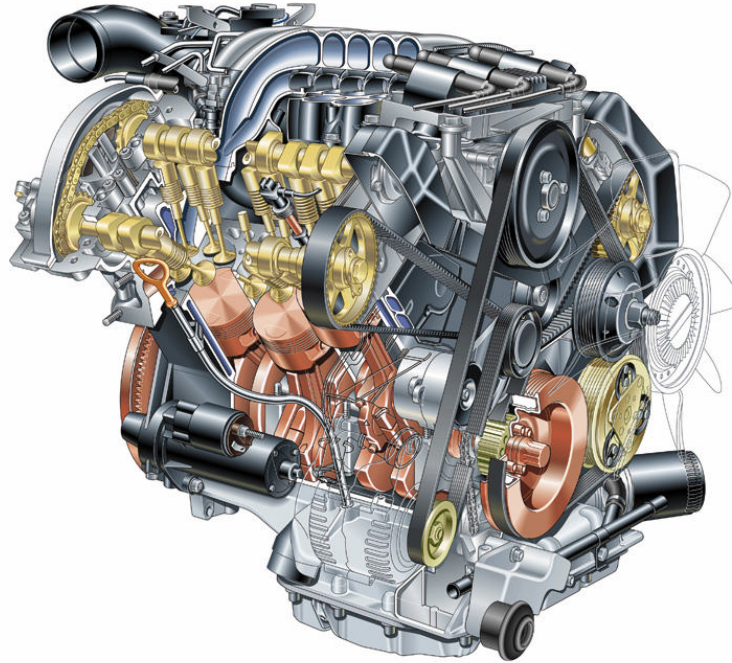
I.I.II Ensamble de Soporte Agregados de Motor, Alternador, Compresor, Poleas y Tensores. Vista Frontal.



I.I.III Ensamble de Soporte Agregados de Motor, Alternador, Compresor, Poleas y Tensores. Vista Lateral.



I.I.IV Ensamble Soporte Agregados en el Motor del Automóvil.



I.I.V Ensamble de Soporte Agregados de Motor,
Alternador, Compresor, Poleas y Tensores. Vista
Lateral.

I.II Breve historia de los medios de control duros en la Industria Automotriz

Los orígenes de la industria automotriz comienzan a partir del desarrollo de los motores a gasolina en los años de 1860 y 1870, principalmente en Francia y Alemania, quienes a principios del siglo XX fueron seguidos por los manufactureros americanos, italianos e ingleses.

Una de las fases más importantes de la fabricación de automóviles y autopartes es la medición, la medición precisa. A lo largo de los años han sido muchos, los medios de control diseñados para lograr esta finalidad. Algunos han sido sencillos y económicos como

los medios de control duros o Hard Gauges utilizados por la industria desde sus inicios entre otros instrumentos de medición como son los siguientes: “calibrador de anillos o ring gauge”, “calibradores tipo tapón ó plug gauges”, “calibradores pasa no pasa ó gauges go-no go”, “calibradores planos y de horquilla ó snap gauges”, “comparadores universales o indicadores de carátula ó universal test indicador”, “juegos de bloques calibradores ó calas de precisión ó sets of precision gage blocks”, “bloques angulares ó angle gage blocks”, “planos ópticos u optical flats”, calibrador neumático o air gage”, “ máquina de medir de precisión ó precision measuring machine” entre otros, así como “reglas varias ó escalas de medición de formas diversas según lo requiera la aplicación”, “calibrador de profundidades”, “comprobador universal con escuadra, transportador y marcador de centros”, “comprobador de ángulos universal”, “compás de puntas, de vara, de gruesos, de patas y mixto”, “gramiles”, “galgas telescópicas, para barrenos, para perfil de roscas, para brocas, de puntas de brocas, para radios, para pasos de roscas y para espesores”, “escuadra normal, universal, doble con galgas de ángulos, de matricero con galgas y de precisión”, “paralelas”, “micrómetros para exteriores, para interiores, para tubos, para roscas, para profundidades, con indicador”, “calibrador vernier para exteriores, para interiores, para alturas, para dientes de engranes, para profundidades”, entre otros.

Otros medios de control han sido más complejos y han costado considerables sumas de dinero como lo han sido desde sus inicios en los años 60's las Máquinas de Medición por Coordenadas cuando nació la primera MMC con la posibilidad de verificar piezas en 3D a través de un sistema sencillo de posicionamiento en los ejes “X”, “Y” y “Z”.

Pero finalmente cada medio de control utilizado hasta la actualidad tiene su aplicación en específico como es el caso de los Hard Gauges que son los medios adecuados para verificar las autopartes en las líneas de producción por su durabilidad y resistencia al entorno en que son usados y para inspeccionar las piezas dando resultados por atributos (piezas buenas o malas, gauges go-no go ó medios de control pasa-no pasa) que soportan el autocontrol necesario para evidenciar el aseguramiento de la calidad que debe tener todo buen fabricante de autopartes como competidor mundial. Y las Máquinas de Medición por Coordenadas que son los medios de control más versátiles utilizados para verificar las

especificaciones de las autopartes a través de resultados variables sumamente precisos y confiables que nos entregan a manera de reporte en forma impresa los datos obtenidos para su interpretación, lo que nos ayuda a evaluar nuestros procesos y asegurarlos durante cierto periodo de tiempo ó cada inicio de producción para liberación del procesos de acuerdo a la habilidad analizada de los mismos por el personal calificado para ello. Por tales hechos las Máquinas de Medición por Coordenadas son herramientas eficaces en el aseguramiento de la calidad de las autopartes, evaluación de las mismas y evaluación de los procesos de manufactura, ya que a través del personal calificado en su operación para generación de los reportes dimensionales y la participación de los ingenieros de manufactura para su interpretación siempre nos indican que parámetros o variables que deben ser corregidos para cumplir satisfactoriamente al ciento por ciento las exigencias de nuestros clientes internos y externos entorno a la calidad y funcionalidad de sus productos.

El uso de las Máquinas de Medición por Coordenadas es a la fecha el medio de control número uno en el aseguramiento de la calidad de procesos, pero cuando, en particular, las grandes naves de maquinado cnc y, en general, la industria automotriz sigue y sigue creciendo debido a la gran demanda de automóviles en el mundo y a la amplia gama de modelos de automóviles que cada vez se hace más grande es necesario buscar nuevas alternativas en medios de control, siendo que en la década de los 80's había menos de 100 vehículos automotores diferentes de los cuales los usuarios podían elegir y comprar y a la fecha existen miles de modelos alrededor del mundo ofreciéndose a la venta en ferias o agencias automotrices a los millones de clientes interesados. Por tal motivo, la industria buscó nuevas alternativas para verificar la calidad de las autopartes ya que de efectuarse todo en los costosos laboratorios de metrología se encarecerían las partes y por ende los autos lo que no favorecería al mercado comercial, de tal forma que a mediados de la década de los 80's Ford Motors Company a través de sus Normas de Certificación Q1 comenzó a exigir a sus proveedores el aseguramiento de sus procesos con medios de control por atributos directamente en sus líneas de producción, situación que dio origen la utilización de los Hard Gauges como hoy los conocemos, y que como ejemplo de ellos será el dispositivo que se diseñará, fabricará y ajustará para cumplir satisfactoriamente con el objetivo de este trabajo de tesis, dichos herramientas entraron poco a poco al control de

los procesos productivos y fueron ganando terreno y aceptación al grado que a la fecha no hay línea de maquinado cnc de autopartes que no sea controlada a través de medios de control por atributos o Hard Gauges, todo ello sin desplazar a los grandes y cada vez más sorprendentes laboratorios de metrología provistos de sus Máquinas de Medición por Coordenadas (MMC) de todos tamaños y formas de acuerdo a las necesidades de los procesos que resguarden, por el hecho ya anteriormente señalado que consiste en que los Hard Gauges nos dan resultados por atributos y las MMC nos dan resultados variables, los cuales se complementan y se reparten el trabajo para el aseguramiento de la calidad de los procesos y de las autopartes como sigue:

- Hard Gauges: verifican en las líneas de producción el ciento por ciento o “x” cantidad de las piezas manufacturadas cada “x” periodo de tiempo, esto definido por el análisis de los ingenieros a través del AMEF (Análisis de Modo y Efecto de Falla) siempre previamente al inicio de la producción. Los resultados obtenidos por dichas verificaciones son capturadas en las hojas de autocontrol del producto como evidencia del aseguramiento de la calidad que rige a dicho producto.
- Máquinas de Medición por Coordenadas: complementan el aseguramiento de la calidad del producto liberando el proceso de manufactura cada turno y/o cada paro de máquina por cualquier motivo o cada “x” periodo de tiempo, definido por los ingenieros por medio de la metodología del AMEF, a través de la medición de “x” cantidad de piezas también según AMEF. Con estas máquinas y con las herramientas estadísticas indicadas como los Cp y Cpk (Cp, capacidad del proceso y CPk, capacidad real del proceso), es que es posible determinar la habilidad y por ende confiabilidad del proceso lo que a su vez con dicha información podemos realizar los ajustes necesarios en el AMEF por el hecho de que tal herramienta es siempre un documento vivo que deberá actualizarse durante la vida útil del producto.

Es importante enfatizar que siendo los Hard Gauges medios de control de calidad por atributos únicamente son capaces de decirnos si alguna especificación de calidad está bien o mal, de ahí que se les conozca también con el nombre de Gauges Go-noGo o medios de inspección pasa no pasa. Existen hoy en día una gran variedad de estos dispositivos de calidad duros (los cuales son mencionados posteriormente) y algunos son complementados con medios de control variables ya que son provistos de indicadores de carátula analógicos y/o digitales en algunos casos, entre otros instrumentos.

Debido a lo anterior los Hard Gauges son y serán dispositivos que verificarán la calidad de las partes, los cuales nos indicarán si el proceso de manufactura esta bien o si esta mal y deberemos hacer algo para corregirlo, de tal manera que si es necesario hacer algo para corregirlo y nuestro proceso es tan complejo que no es suficiente el saber que esta mal para corregirlo el siguiente paso es apoyarnos haciendo uso de un medio de control de calidad por variables como sería el caso de una Máquina de Medición por Coordenadas que como ya lo habíamos dicho anteriormente es una herramienta de medición que a través de su reporte y una buena interpretación nos indica que variables de nuestro proceso son necesarias modificar para reestablecer nuevamente el proceso que seguramente nos dará partes automotrices que cumplen con las especificaciones de calidad y funcionalidad de nuestros clientes.

I.III Tipos de medios de control duros actualmente utilizados en la industria dedicada al desarrollo y manufactura de autopartes

Los diversos dispositivos de inspección que se requieren para controlar la calidad de las autopartes durante su manufactura son los que a continuación se enlistan, todos ellos

son actualmente utilizados en todo el mundo por los fabricantes de autopartes y armadoras, aunque es necesario decir que los conceptos son variados según el sello de cada fabricante, que también los podemos encontrar con sujeción de la pieza por gravedad, con grapas manuales, por medio de cilindros neumáticos o a través de cilindros hidráulicos según lo determinen las especificaciones del producto en cuanto a la forma de verificación y que la utilización varía según el fabricante y su sistema de aseguramiento de la calidad, como el caso de algunos fabricantes que complementan el uso de Hard Gauges con computadoras para evidenciar el autocontrol y llevar controles estadísticos:

- Dispositivo para verificar la autoparte en Mesa de Medición por Coordenadas.
- Dispositivo para verificar la autoparte en Scan Max.
- Dispositivo para verificar las posiciones de maquinado de la autoparte.
- Dispositivo para verificar las posiciones de fundición de la autoparte.
- Dispositivo para verificar la planicidad de maquinado de la autoparte.
- Dispositivo para verificar el paralelismo de maquinado de la autoparte.
- Dispositivo para verificar el perfil de fundición de la autoparte.
- Dispositivo para verificar distancias de maquinado de la autoparte.
- Dispositivo para verificar alturas de zonas maquinadas de la autoparte.
- Pernos pasa no pasa para verificar diámetros de barrenos maquinados.
- Pernos pasa no pasa para verificar núcleos de barrenos con cuerda maquinadas.
- Flush Pin para verificar profundidades y diámetros de núcleo de barrenos con cuerda maquinados.
- Flush Pin para verificar cuerda de barrenos maquinados y profundidades de cuerda.
- Flush Pin para verificar profundidades y diámetros de barrenos maquinados.
- Pernos pasa no pasa para verificar diámetros de barrenos y cajas de barrenos maquinados.

1. IMPORTANCIA DE LOS DISPOSITIVOS PARA VERIFICAR POSICIONES DE MAQUINADO, OBJETIVO, HIPOTESIS Y ALCANCE DE TESIS

1.1 Importancia de los Dispositivos para Verificar Posiciones de Maquinado en una Autoparte (Justificación de Tesis)

Los dispositivos para verificar posiciones de maquinado tienen una importancia sustancial en todo tipo de industria a fines, especialmente en la industria de autopartes, es por ello que este capítulo tiene el siguiente objetivo:

Justificar la importancia de la presente tesis, así como dar a conocer el objetivo, hipótesis y alcance de la misma.

Actualmente la industria automotriz mundial, liderada por las grandes empresas armadoras reconocidas a nivel mundial, es soportada por miles de proveedores de autopartes, a los cuales se les exige la perfección en el cumplimiento de las especificaciones dimensionales solicitadas en el dibujo del producto entregado por la armadora a su proveedor al momento de cerrar un contrato en la entrega de alguna autoparte, el cumplimiento de tales especificaciones son necesarias para garantizar el perfecto ensamble y funcionamiento del producto en el automóvil durante su vida útil, pero sobretodo para asegurar el sencillo ensamble de cada pieza en el lugar correspondiente del auto, debido a que las armadoras saben que de la calidad de los componentes se deriva la calidad del

producto final además de que lo que menos quieren es tener problemas durante el ensamble de las piezas que componen su producto final ya que las grandes líneas de ensamble parcial o totalmente automatizadas no pueden ser interrumpidas por problemas concernientes a las autopartes, ya que pueden verse afectadas mecánica, eléctrica o electrónicamente por choques ocasionados por piezas defectuosas o simplemente por que los procesos de ensamble deben cumplir tiempos ciclo definidos como consecuencia de los volúmenes de ventas que la demanda mundial exige o por el hecho de que industrias que compiten en un mercado tan cambiante en búsqueda de la excelencia y tan competido en costos de venta no pueden darse el lujo de tener pérdidas debido a la mala calidad de los productos que sus proveedores les entreguen.

Ahora bien, es menester mencionar que la calidad de un producto ya no es un lujo por el cual las grandes armadoras mundiales deban pagar a sus proveedores ya que en un mercado tan competido solamente sobrevive aquel que produce al menor costo sin sacrificar las especificaciones dimensionales y funcionales que exigen sus clientes a través de los dibujos de producto en los cuales los diseñadores indican por medio de especificaciones geométricas el nivel de calidad funcional que requiere la autoparte para asegurar el perfecto ensamble de la pieza en el sub-sistema del producto final del que formará parte. Por ello es muy importante mencionar que el diseñador de la autoparte conoce perfectamente el hecho de que cada especificación geométrica se traduce en costos de manufactura, más especificaciones o especificaciones cerradas obligan a procesos de manufactura más costosos, es por ello que para definir dichas especificaciones el diseñador como integrante de un grupo multidisciplinario de AMEF (AMEF, análisis de modo y efecto de falla) antes de comenzar con su trabajo reconoce y evalúa los modos y efectos de las fallas potenciales de su producto en particular al ser ensamblado como componente en el sub-sistema al que pertenecerá, todo ello con el fin de identificar las especificaciones que deben ser incluidas en su diseño para reducir por medio de ellas la posibilidad de que ocurran las fallas potenciales que detectó el equipo de AMEF y es por ende que es de suma importancia el que el proveedor de la autoparte cumpla al ciento por ciento las

especificaciones exigidas por la armadora ya que todas ellas fueron consecuencia de un análisis integral para evitar fallas potenciales.

Ahora bien, es necesario mencionar que es un hecho que para trabajar con calidad es necesario controlar procesos y monitorearlos por medio de dispositivos de control duros, los cuales son aquellos instrumentales fabricados en acero para uso rudo especiales para ser utilizados directamente en las líneas de producción, o costosos laboratorios de metrología equipados con grandes máquinas de medición por coordenadas (MMC), que sabemos, ambos métodos solamente incrementan el costo de producción y es ello muy importante definir antes de comenzar con la manufactura de la parte como será verificada para asegurar el cumplimiento de las especificaciones de calidad y funcionalidad que nos exige nuestro cliente, de tal forma que es menester determinar ¿qué especificaciones se van a verificar?, ¿con qué se van verificar? y ¿con qué frecuencia? durante el proceso de manufactura y una metodología para encontrar las respuestas correctas a dichas interrogantes es por medio de la realización del AMEF, con un equipo multidisciplinario líder y uno de apoyo de gente experimentada en el tema y que formará parte del proceso de manufactura, dicho AMEF deberá realizarse considerando el proceso de fabricación partiendo del análisis de las especificaciones con que debe cumplir el producto indicadas en el dibujo del mismo a manera de coordenadas y tolerancias geométricas, la utilización del AMEF nos permitirá lograr los objetivos de asegurar la calidad, funcionalidad y confiabilidad del producto evaluado durante el proceso de manufactura, disminuir el tiempo y costo del proceso, reducir el riesgo de los modos y efectos de falla asociados a la ocurrencia de las causas de falla a través del uso de los controles de detección (Hard Gauge por ser el caso en particular que estamos tratando) más confiables que puedan aplicarse a nuestro caso en particular como medio para asegurar la satisfacción integral de nuestro cliente.

Así que por todo lo anterior queda justificada la presente tesis ya que es de vital importancia entender el proceso de fabricación de un medio de control para verificar posiciones de maquinado de una autoparte, ya que a través de ello será posible darle la

importancia debida a estos dispositivos desde un punto de vista financiero y funcional dentro del aseguramiento de la calidad de producción de productos de este tipo, además por medio del conocimiento que envuelve el diseño y fabricación de un herramental de este tipo será posible que las personas interesadas e involucradas en este campo comiencen a desarrollar sus habilidades en el análisis de los dibujos de producto para identificar las características y especificaciones necesarias que puede o deba cubrir un dispositivo para verificar posiciones, para que partiendo de ello se logre definir el mejor concepto de diseño para cubrir las expectativas de calidad del cliente al menor costo como consecuencia del hecho de que un buen trabajo durante el diseño del herramental se traducirá en un bajo costo de fabricación del mismo y asegurará su correcta funcionalidad en la detección de variaciones del proceso de maquinado del producto durante el tiempo de vida en la producción de la autoparte.

A través del conocimiento de fabricación de un herramental de este tipo podremos elegir los materiales adecuados con que se deben fabricar cada uno de los componentes que conforman el dispositivo para garantizar la funcionalidad del mismo durante el tiempo de vida en que se producirá el producto para el cual fue fabricado, además al citar los requerimientos tecnológicos necesarios para la fabricación del herramental cuando sea necesario elegiremos sin problemas los medios adecuados para la manufactura de las partes del dispositivo y finalmente entenderemos a detalle la fina labor que envuelve el trabajo de ensamble de las piezas que componen el dispositivo a través de su correcta preparación y ajuste durante el proceso de ensamble y liberación parcial del herramental hasta completar al cien por ciento su fabricación y liberación dimensional total de acuerdo a las especificaciones del diseño basado en las especificaciones del dibujo del producto a último nivel entregado por la armadora a su proveedor.

Finalmente al familiarizarnos con el diseño y la manufactura de estos herramentales lograremos tener las bases sólidas para contribuir en su mejor desempeño, lo que se traduce en menores costos de calidad, procesos de manufactura de autopartes mayormente

controlados, no existencia de reclamos por parte de las armadoras por piezas con deficiente calidad, menor inversión en medios de control, conciencia en la información necesaria, tiempo de fabricación y costo que un dispositivo para verificar la posición de maquinado de una pieza fabricada en aluminio requiere para ser diseñado y fabricado, así como las medidas de mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo que necesita un herramental de este tipo para garantizar su servicio en las líneas de producción.

1.2 Objetivo de Tesis

Desarrollar y documentar el Diseño y Proceso de Fabricación de un Dispositivo para Verificar las Posiciones de Maquinado de una Autoparte.

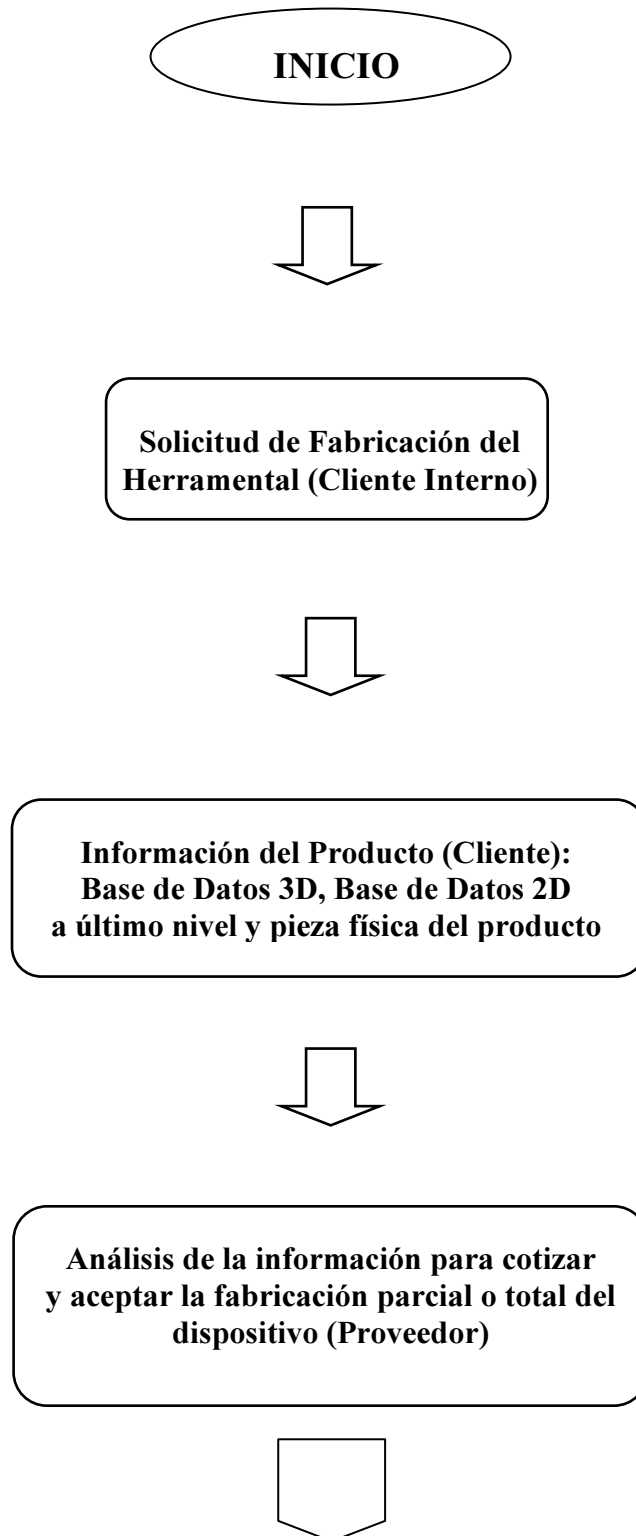
1.3 Hipótesis de Tesis

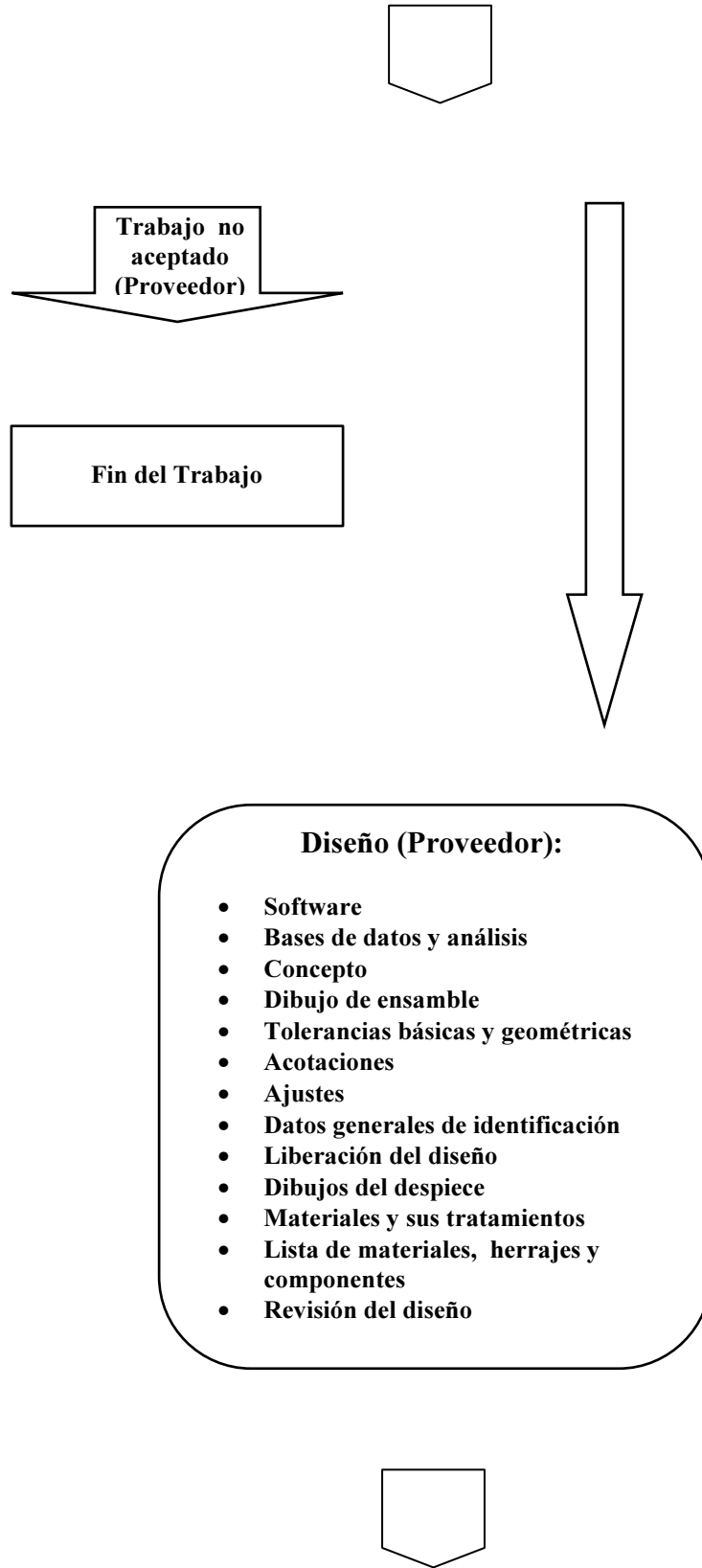
La presente tesis le dará a conocer al usuario el Proceso de Diseño y Fabricación de un Dispositivo para Verificar las Posiciones de Maquinado de una Autoparte que le permitirá obtener las bases sólidas para desarrollar el propio de acuerdo al requerimiento en particular que se le presente.

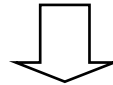
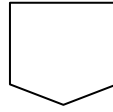
1.4 Alcance de Tesis

La presente tesis cubrirá todos los pasos necesarios que deben realizarse durante el Diseño y Fabricación de un Dispositivo para Verificar las Posiciones de maquinado de una Autoparte, es importante aclarar que cada punto que se considerará en la presente tesis será visto de forma general, es decir, lo más importante, debido a que cada tema podría ser propuesta de tesis por el desarrollo e importancia que cada uno de ellos tiene en la actualidad en los Talleres de Herramentales alrededor del mundo. Los temas a los que se refiere el autor son por ejemplo el campo de los materiales que deben usarse para la fabricación de cada una de las piezas que conforman nuestro herramental, ya que como actualmente existen cientos de aceros y polímeros distintos que pueden ser usados en la fabricación de estos dispositivos, por las propiedades y especificaciones técnicas que ofrecen sería interminable el atreverse a explicar a detalle el porque de cada uno de los materiales a utilizar, otro tema verdaderamente amplio, que sería titánico el profundizar, es el tema de los estándares o normas mundiales que deben ser aplicados durante todo el diseño y fabricación de los herramentales en general, por lo que temas como estos, aunque se mencionarán en esta tesis, no serán profundizados a detalle de tal manera que serán mencionados únicamente cuando se requiera de manera general, así pues, el siguiente diagrama indica el alcance que tendrá este trabajo:

Diagrama 1.4.1: “Alcance de Tesis”

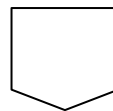
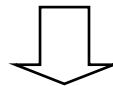


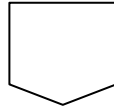




Corte de los Materiales, revisión de herrajes y componentes varios:

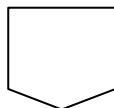
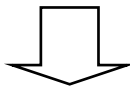
- **Revisión del diseño**
- **Verificar stock**
- **Pedir materiales especiales y recuperar stock**
- **Maquinaria necesaria para corte de materiales**
- **Corte de materiales**
- **Entrega de materiales a Maquinado**

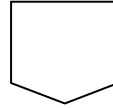




Maquinado de las piezas que conforman el dispositivo:

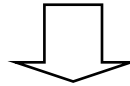
- **Revisar dibujos y materiales**
- **Indicar proceso de fabricación por pieza**
- **Asignar maquinas según pieza a fabricar**
- **Preparar maquinas**
- **Seleccionar y preparar herramientas de corte**
- **Recuperar stock de herramientas y refacciones**
- **Programar maquinas**
- **Sujetar materiales para maquinar piezas**
- **Maquinar piezas**
- **Rebabear e inspeccionar piezas terminadas**
- **Entregar piezas a Ajuste**



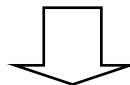


Ajuste del dispositivo:

- Revisar diseño y piezas fabricadas
- Pedir herrajes y componentes varios
- Analizar orden de ensamble de piezas
- Indicar proceso de preparación y ajuste por pieza
- Ensamblar el herramental
- Liberar el herramental terminado en Mesa de Medición por Coordenadas



Entrega del Dispositivo para Verificar Posiciones de Maquinado al Cliente, facturar la cotización y realizar el cobro.



FIN

Fuente: “Elaboración del Autor”

2. MARCO TEORICO

2.1 Torneado

El torneado es la operación de quitar material de una pieza mientras está girando en el torno; ello se hace mediante una herramienta de corte apropiada. Con esta operación se obtiene una pieza acabada que lo mismo puede ser cilíndrica que cónica.

(Fuente: "Teoría del Taller" Henry Ford Trade School, 5ta edición norteamericana de James Anderson y Earl E. Tetro. Editorial Gustavo Gili, S.A. Barcelona 1975)

2.2 Fresado

El fresado es una operación mediante la cual puede quitarse material de una pieza empleando una o más fresas giratorias con uno o varios dientes.

(Fuente: "Teoría del Taller" Henry Ford Trade School, 5ta edición norteamericana de James Anderson y Earl E. Tetro. Editorial Gustavo Gili, S.A. Barcelona 1975)

2.3 Rectificado

El proceso de limar metal por medio de una muela, bien conocido con el nombre de rectificado, es actualmente considerado como una de las operaciones básicas de mecanizado.

(Fuente: "Teoría del Taller" Henry Ford Trade School, 5ta edición norteamericana de James Anderson y Earl E. Tetro. Editorial Gustavo Gili, S.A. Barcelona 1975)

2.4 Tratamiento Térmico

El tratamiento térmico es un concepto que se emplea en la industria para describir un proceso mediante el cual pueden cambiarse las propiedades físicas de un metal sometiéndolo a la acción del calor. Hay dos razones principales para someter un acero a un tratamiento térmico: una es endurecerlo (templarlo), y la otra es ablandarlo (recocerlo).

(Fuente: "Teoría del Taller" Henry Ford Trade School, 5ta edición norteamericana de James Anderson y Earl E. Tetro. Editorial Gustavo Gili, S.A. Barcelona 1975)

2.5 Electroerosión

La electroerosión es un mecanizado en el que el metal se arranca de la pieza a mecanizar al aplicar una fuerza electromotriz entre éste y el electrodo-útil sumergido en un líquido dieléctrico.

(Fuente: "Electromecanizado: Electroerosión y mecanizado electroquímico" Pere Molera Solá. Editorial Marcombo)

2.6 Diseño

La ingeniería de diseño se ha definido como "...el proceso de aplicar diversas técnicas y principios científicos con el objeto de definir un dispositivo, un proceso o sistema con detalles suficientes que permitan su realización... El diseño puede ser simple o enormemente complejo, fácil o difícil, matemático o no matemático, y puede implicar un problema trivial o uno de gran importancia".

(Fuente: "Diseño de maquinaria" Robert L. Norton. Editorial McGraw-Hill)

2.7 Ajuste

Cuando un conjunto de piezas que conforman un herramental, un dispositivo, una máquina, etc, son fabricadas por un conjunto de recursos tecnológicos, materiales y humanos, éstas normalmente requieren de ajuste para ser ensambladas con éxito, siendo que todas ellas deben encajar de manera precisa unas con otras o porque su conjunto debe funcionar de manera precisa para lograr el objetivo mecánico del herramental. Por ello es que el ajuste es la búsqueda de medidas con las cuales piezas de geometrías varias van encajar unas con otras según sean las necesidades, de tal forma que la adaptación entre ellas queda fijada por la diferencia de cotas de las superficies de ajuste.

Finalmente, esta búsqueda de medidas se llevan a cabo por medio de la interacción armónica entre especialistas y máquinas capaces en conjunto de mecanizar acabados finos en el orden de las micras de milímetros, también a través de la ejecución de procesos varios como preparación de piezas basado en los fundamentos de la mecánica y tratamientos térmicos en general.

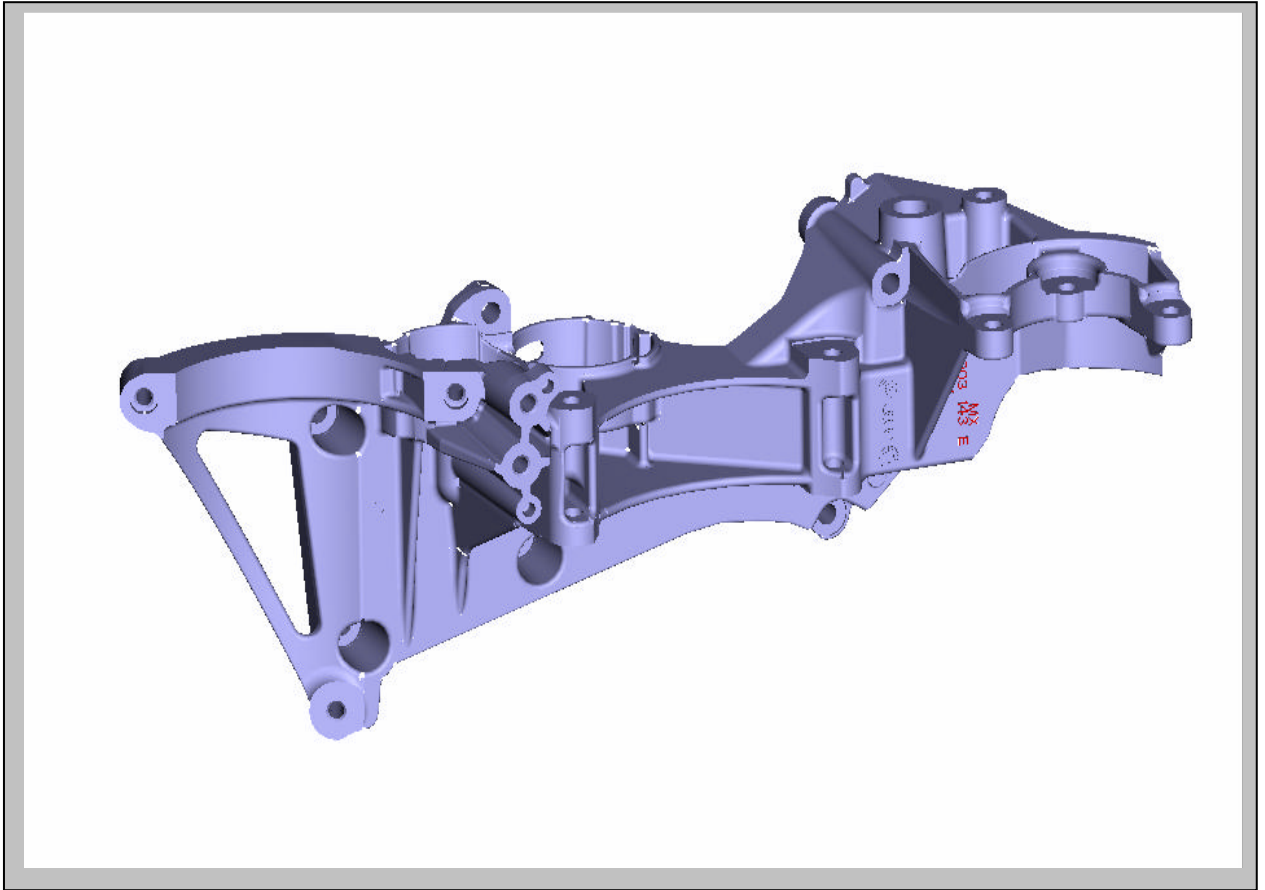
(Fuente: "Según Autor")

3. DISEÑO DEL DISPOSITIVO PARA VERIFICAR LAS POSICIONES DE MAQUINADO DEL SOPORTE AGREGADOS

3.1 Introducción

El diseño es la base más importante en la fabricación de un herramental ya que los dibujos deben saber comunicar los requerimientos y especificaciones con los que tienen que manufacturarse las partes que conformaran el dispositivo para lograr facilitar su construcción a la vez que se optimizan los costos y se garantiza su calidad y funcionalidad en campo, por tal motivo tiene gran importancia el siguiente objetivo:

Analizar e interpretar el dibujo del Soporte Agregados de Motor, para crear el concepto que nos permita diseñar el dispositivo para verificar las posiciones de maquinado que exija el producto para cumplir con las especificaciones que se requieren para garantizar el perfecto ensamble de la pieza en el automóvil.



Soporte Agregados NB
Imagen 3.1.1

Para comenzar con un diseño y fabricación de un medio de control es necesario que exista una requisición por parte de un solicitante que represente las necesidades de calidad de un producto y que tenga la capacidad de cubrir el costo del herramental a fabricar posteriormente a una cotización realizada por el Taller de Herramentales que sea su proveedor, esto es que una vez que el solicitante haya hecho su petición de requerimiento será necesario que este a su vez le dé al representante del Taller de Herramentales la Base de Datos 2D y 3D del dibujo de producto en cuestión, y en la medida de lo posible es

conveniente recibir también una pieza física de la autoparte, también se debe solicitar el análisis detallado de las posiciones que en específico el dispositivo deba verificar, e indicar si además del chequeo de las posiciones es necesario que se verifiquen las profundidades de los barrenos o barrenos con cuerda que se verificarán y es sumamente importante que el solicitante haga saber al Taller que concepto de diseño considera el óptimo para que el diseñador lo tome en cuenta al trabajar con el dispositivo, además para complementar la información nos deberá hacer saber las condiciones, en general, en las que el herramental deberá trabajar para optimizar y garantizar el buen funcionamiento del medio de control en campo.

De esta manera el Representante del Diseño en conjunto con el representante del Taller entenderán a profundidad lo que espera su cliente y a partir de ese conocimiento se evalúe el costo del Diseño y Fabricación del Dispositivo, partiendo también del análisis de las tolerancias por coordenadas y geométricas que especifique el dibujo de producto, ya que estas a su vez nos indicarán si los recursos tecnológicos y humanos con los que cuenta nuestro Taller son los adecuados para lograr con éxito el Diseño y Fabricación del Dispositivo para Verificar las Posiciones de Maquinado del Soporte Agregados. Así posterior a la evaluación y cotización del Herramental por las personas indicadas del Taller Mecánico, el solicitante tendrá que analizar la cotización de tal manera que si la acepta, el Taller de Herramentales comience con su trabajo según lo acordado en la cotización para cumplir con el trabajo en calidad, costo y tiempo de entrega comprometidos.

3.2 Software que interviene en el proceso de fabricación de un Dispositivo de Inspección en la Industria Automotriz

En el ambiente del diseño existen diversos software que nos permiten diseñar herramentales varios y el uso de estos será determinado por el grado de complejidad que necesitemos en las herramientas de diseño que el mismo software nos proporcione o

simplemente por la capacitación o habilidades del personal que trabaje en el área, algunos ejemplos de software utilizados para el diseño de dispositivos para verificar posiciones de maquinado son los siguientes:

- Autocad
- PorEngineer
- Mechanical
- Inventor
- Catia
- Tebis
- Solid Work
- Cad key
- FastSurf
- Master Cam Wire entre otros.

3.3 Análisis del dibujo de producto con respecto de los requerimientos del cliente

Para comenzar con el Dispositivo para Verificar Posiciones de Maquinado del Soporte Agregados es necesario darle al diseñador la Orden de Trabajo perfectamente validada tanto por el representante del taller como por el cliente, de tal manera que el diseñador a partir de ella, de las bases de datos 2d y 3d, de la pieza física del producto y teniendo conocimiento de los requerimientos del cliente complementarios que vienen indicados en la Orden de Trabajo éste pueda comenzar a planear su diseño para cumplir con su trabajo en el tiempo óptimo.

El diseñador tendrá que comenzar entendiendo a detalle el conjunto de requerimientos que exige el cliente interno de tal manera que pueda negociar con éste aquellos puntos que encuentre inconvenientes y/o aclarar dudas que hayan surgido, una vez hecho lo anterior deberá analizar el dibujo e ir marcando (puede ser con colores) las especificaciones que deba tomar en cuenta para desarrollar el concepto con que será diseñado el herramental, estas especificaciones son los ítems o posiciones a verificar, las medidas básicas, el origen, las cotas, los datums, tolerancias geométricas, vistas y cortes que vaya a necesitar y normas con que deba diseñar, así como datos que especifique de manera escrita el dibujo del producto. Todo lo anterior ayudará a que desde el primer momento el diseñador cuente con un panorama general de todos los puntos que dirigirán el diseño que comienza a desarrollar.

En este caso en particular nuestro cliente interno requiere que el herramental sea capaz de verificar las posiciones indicadas en el dibujo (ver imágenes 3.3.1 a 3.3.4) de acuerdo a los ítems 54, 57, 77, 84, 96, 99, 109, 122, 123, 124, 125, 137, 166, 167, 170, 171, 172, 175 y 176 (los ítems indicados forman parte de una lista consecutiva, los faltantes no los vamos a considerar en este trabajo, pero para aclarar cualquier duda debemos decir que el equipo de AMEF concluyó que los ítems o características mencionadas son las más importantes para lograr el propósito de calidad con nuestro Hard Gauge para Verificar Posiciones de Maquinado, por lo que las demás características las podemos olvidar debido a que seguramente son especificaciones diferentes al objetivo de nuestro herramental) ya que tales posiciones considera que son las más importantes por verificar del Soporte Agregados de Motor y son, basado en su experiencia y en los resultados obtenidos a través del análisis de este producto en particular a través de la metodología del AMEF a la que se hizo mención en la introducción de la presente tesis, las mas criticas considerando la funcionalidad del producto y el proceso de fabricación al que será sometida. Las siguientes imágenes nos muestran el dibujo de producto, las vistas, cortes y detalles que involucran la información que necesitamos para cubrir el requerimiento de nuestro cliente, en la imagen 3.3.1 visualizamos parte del dibujo del producto del cual se parte para diseñar el herramental, las imágenes 3.3.2, 3.3.3, 3.3.4, 3.3.5 y 3.3.6 nos muestran los ítems o

posiciones a verificar, las medidas básicas, el origen, las cotas, los datum, tolerancias geométricas, vistas, cortes y detalles que necesitamos para diseñar el herramental que verificará las 19 posiciones que necesita evaluar el cliente al Soporte Agregados una vez maquinado.

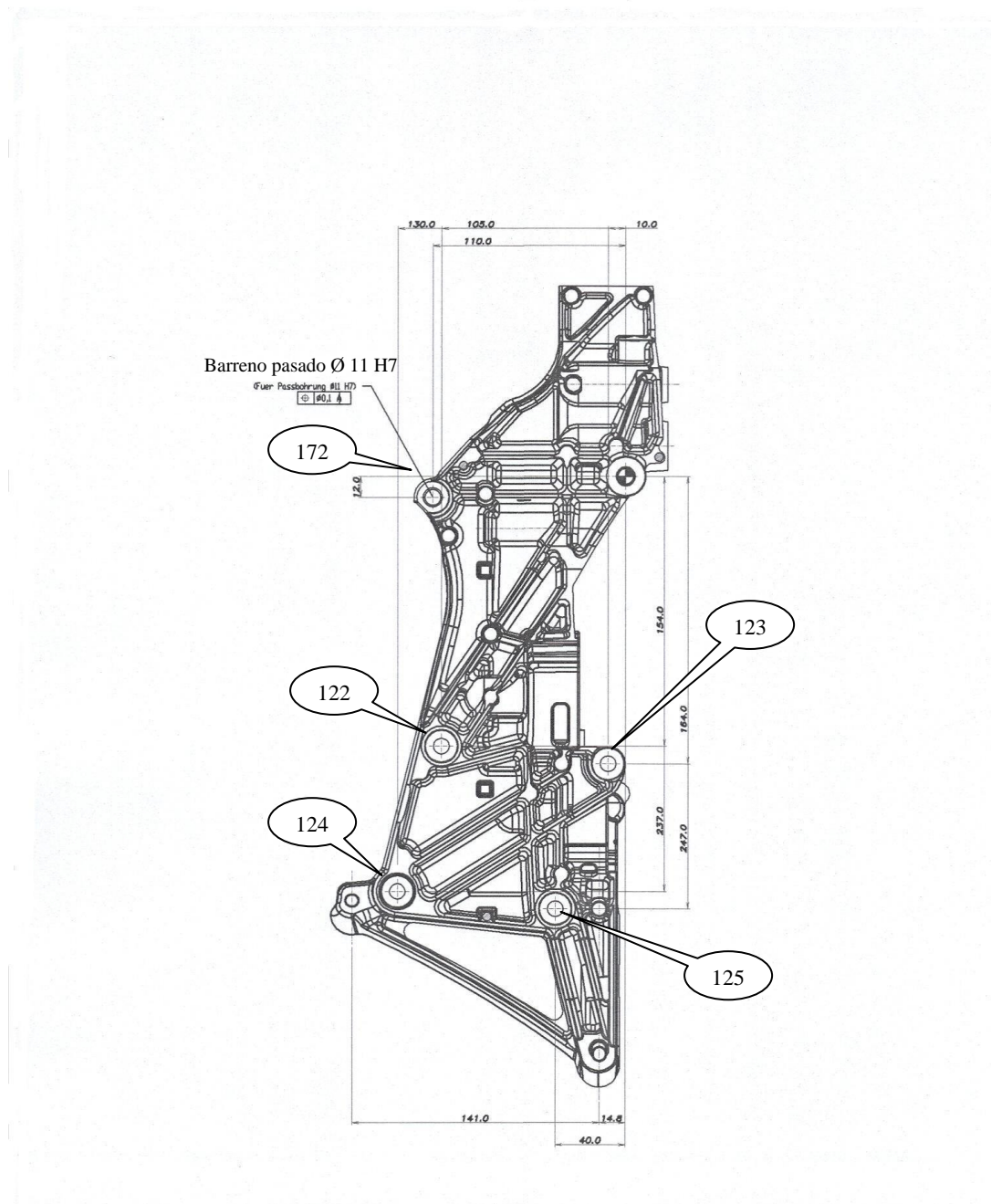


IMAGEN 3.3.1: Dibujo de planta del Soporte de Agregados de Motor.

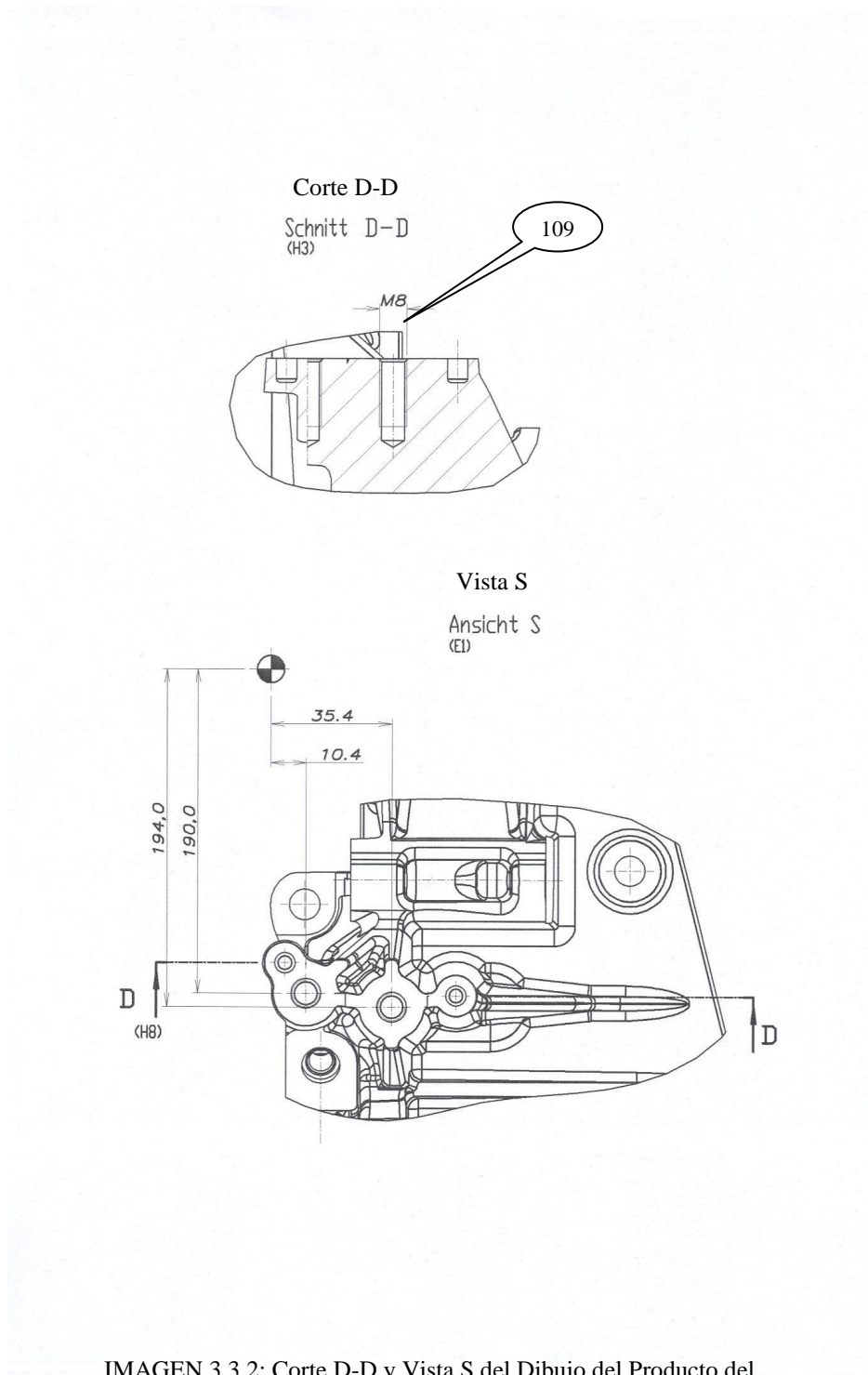


IMAGEN 3.3.2: Corte D-D y Vista S del Dibujo del Producto del Soporte de Agregados de Motor.

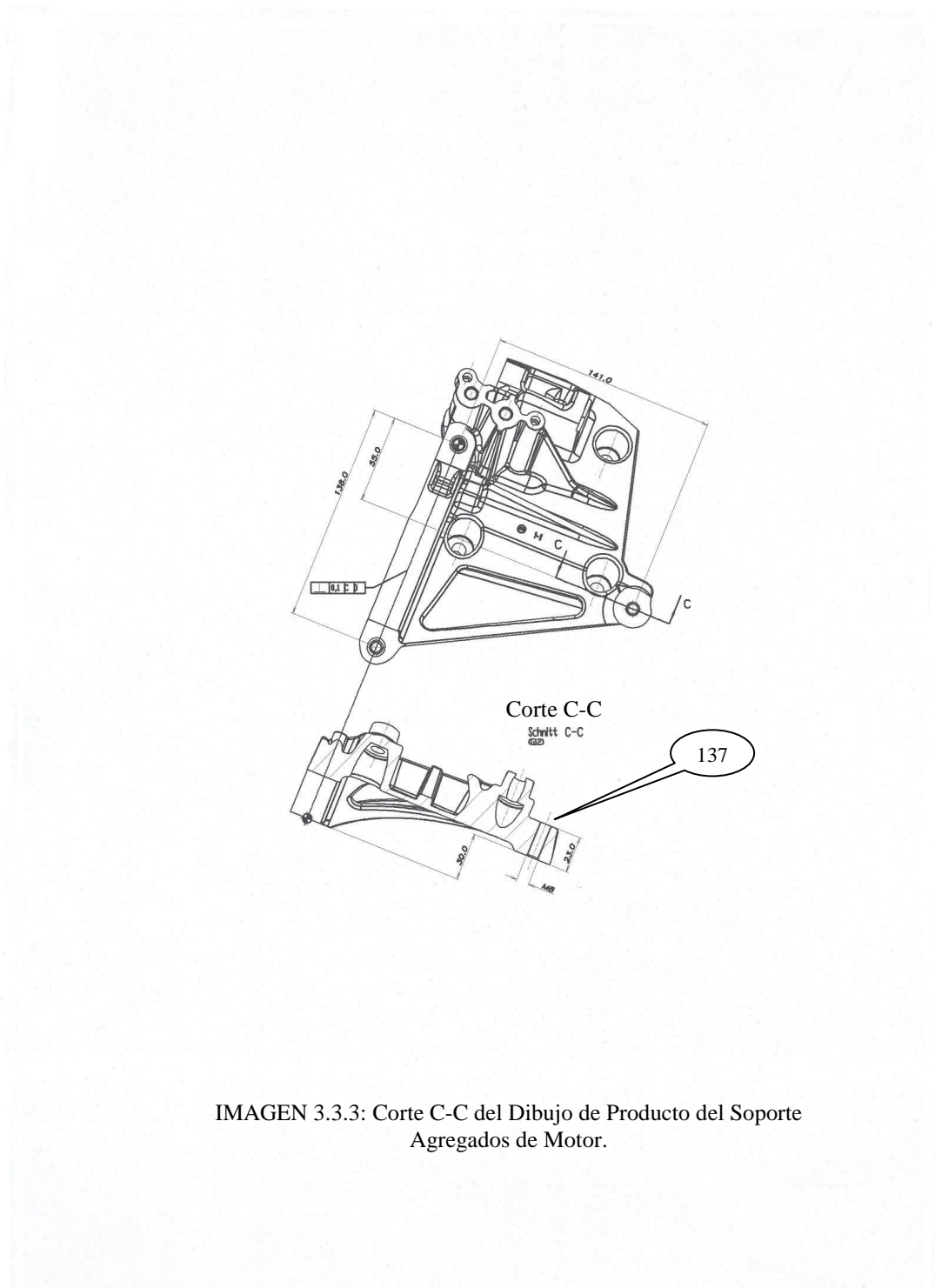


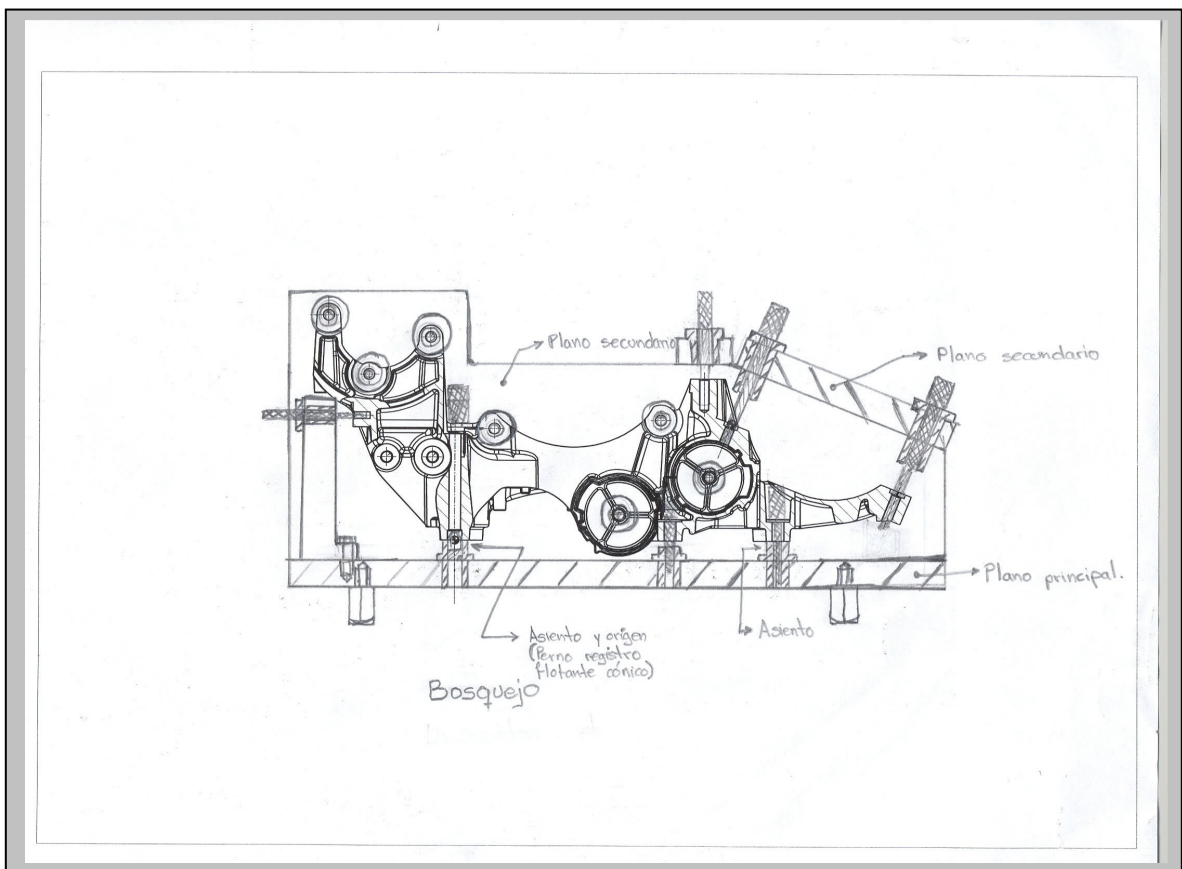
IMAGEN 3.3.3: Corte C-C del Dibujo de Producto del Soporte Agregados de Motor.

3.4 Creación del concepto

Para definir el concepto del diseño se deberán identificar el origen (que será nuestro “registro origen”) especificado claramente por el dibujo del producto (punto de partida de todas las acotaciones) y la orientación (que será nuestro “registro de alineamiento” ó “registro diamantado”) que en conjunto se considerarán en el diseño del dispositivo para asegurar la posición de nuestra pieza en el herramental y de esta forma asegurar también la repetitibilidad de verificación del producto cuando este terminado, debido a que todas las que especificaciones establecidas en el dibujo del producto están relacionadas con dicho origen. El origen y la orientación serán a fin de cuentas barrenos con ajuste H7 (H7, es la tolerancia dentro de la cual debe manufacturarse un barreno de cierto \varnothing para asegurar su calidad y funcionalidad) de acuerdo a la norma DIN 7161 (DIN, Deutsches Institut für Normung o Instituto de Normalización Alemán) los registros que posicionarán al producto en el dispositivo como origen y referencia respectivamente (Nota: el barreno de alineamiento deberá ser siempre el barreno más alejado de nuestro origen para asegurar la repetitibilidad del herramental al disminuir al máximo la variación de la posición del producto en el herramental), los mismos que a su vez fungirán como dos de los tres asientos necesarios para asentar a la pieza para formar el plano principal del herramental. Los registros en este tipo de dispositivos deberán ser, en la medida de lo posible, flotantes y cónicos, con el propósito de asegurar que la pieza siempre sea verificada a partir de la misma posición y de esta manera garantizar el chequeo de las posiciones de la pieza contemplando al máximo las condiciones en las que el dibujo del producto nos indica. Una vez hecho lo anterior es importante hacer rápidamente un bosquejo que incluya los registros anteriormente mencionados, los 3 asientos, los planos principal y secundarios en los cuales se empotrarán los pernos que verificarán la posiciones requeridas de lo que será nuestro herramental para definir como será colocado el producto en él, es decir, si será sujeta la pieza en una posición horizontal o vertical siempre buscando la respuesta a través de lograr la mayor ergonomía que nos asegure un trabajo sencillo al usar el dispositivo en campo, además de optimizar el camino más sencillo durante la fabricación del herramental en el

Taller Mecánico sin olvidar todos aquellos factores del entorno que condicionan el uso del dispositivo como lo son el peso del herramental y el operador promedio que lo usará.

Ahora bien una vez aclarado todo lo anterior y habiendo hecho eso con nuestro Soporte agregados de Motor y todos los factores que influyen en él, nuestro concepto es el siguiente (imagen 3.4.1):



Concepto del Dispositivo para Verificar las Posiciones de Maquinado del Soporte Agregados que guiará el desarrollo del Diseño Completo.

Imagen 3.4.1

3.5 Dibujo de ensamble del diseño final: indicación de acotaciones, tolerancias básicas y geométricas, ajustes y datos generales de identificación del diseño

Ahora partiendo del concepto definido anteriormente será necesario comenzar a trabajar directamente en nuestra computadora haciendo uso de nuestro software de diseño que en este caso es “AutoCad 2000i” contenido en nuestra máquina con windows XP pentium IV, disco duro de 37.2 GB y monitor de 20” que nos proporciona el ambiente adecuado para el trabajo de diseño, el archivo con formato .dwg debe ser creado con un nombre específico que nos permita encontrar nuestro diseño con total facilidad como es “HC/DIC/SoporteAgregados.dwg”. A este archivo debemos bajar nuestra Base de datos del producto 2D y con ayuda del mismo software antes descrito o de algún otro software mas especializado en manejo de Bases de datos 3D como es el “Solid Work versión 2004 Service Pack 3” es conveniente analizar el producto por todos los ángulos posibles para conocer y entender nuestra pieza por completo (también podemos ayudarnos con nuestra pieza física en caso de contar con ella), tal acción nos permitirá crear las vistas complementarias a las que visualizamos en el dibujo del producto y que desde nuestra perspectiva nos faciliten el trabajo de diseño del ensamble.

Es importante comenzar el diseño insertando en nuestro archivo “HC/DIC/SoporteAgregados.dwg” la vista del Soporte Agregados que nos permita dibujar la vista de planta de nuestro dispositivo, al comenzar con esta tarea es necesario planear nuestro trabajo de tal forma que logremos optimizarlo al evitar retrocesos, omisiones, retrabajos, errores entre otras fallas que afecten el buen curso, esto es, que organicemos el avance del diseño como puede ser a grandes rasgos el siguiente:

1. Para completar la vista de planta tendremos que incluir y dibujar los pernos que verificarán todas las posiciones que solicitó nuestro cliente, con excepción de las posiciones 170 y 171 para evitar amontonamientos que puedan causarnos dudas en el dibujo (se llevo a

tal conclusión después de un previo análisis de la situación), estas posiciones se incluirán en algún corte posterior.

2. Se iniciará dibujando la placa que fungirá como plano principal y en seguida se incluirán el origen y las posiciones 172 y 124 los cuales serán el asiento primario y perno flotante de referencia u origen, el asiento secundario y perno diamantado flotante de orientación y finalmente el asiento terciario y perno que verificará la posición del ítem 124 requerido por el cliente, en este punto es importante enfatizar que para lograr la mayor precisión en el posicionamiento de nuestra pieza es importante que este tipo de herramientas sean referenciados y orientados con pernos flotantes y en la medida que el dibujo del producto lo permita el perno flotante de referencia deberá estar acompañado por el perno flotante orientador lo mayormente alejado del origen para garantizar mayor seguridad y confianza durante la fabricación del herramental y logro de cada una de las especificaciones dimensionales que debe cumplir el dispositivo.

3. Una vez concluido el punto anterior, avanzaremos en orden dibujando los pernos que verificarán las posiciones 123, 122, 125, 137 y 77.

4. El siguiente paso será incluir el plano secundario, terciario y cuaternario definidos en nuestro bosquejo del concepto del herramental, para posteriormente incluir en orden los pernos que verificarán los ítems 175, 84, 176, 57, 166, 167, 99, 96 y 109 (2X).

Los 4 puntos anteriores nos darán como resultado el dibujo de planta de nuestro Dispositivo para Verificar las Posiciones de Maquinado del Soporte Agregados presentado con la imagen 3.5.1:

5. Todo diseño debe ser totalmente claro para que pueda ser interpretado como el diseñador lo imagina, por tal motivo un plano de ensamble debe ser provisto de un dibujo de planta y complementado por las vistas, cortes y/o detalles necesarios para evitar

cualquier malentendido o duda durante el posterior proceso de fabricación y en particular al momento en el que el ajustador se da a la tarea de ensamblar el dispositivo. Por tal razón crearemos una vista principal que nos muestre particularmente las posiciones 170 y 171 que no se incluyeron en el dibujo de planta, así como también todas las posiciones que se alojan en el plano secundario, terciario y cuaternario y por último las posiciones que por efectos de la vista deban ser contemplados como lo son los asientos y posiciones del plano principal e ítem 77, de tal manera que obtengamos el siguiente resultado presentado en la imagen 3.5.2.

6. Observando y analizando el dibujo de planta y el de la vista principal podemos concluir que son necesarios 4 cortes de apoyo para presentar de manera clara la ubicación en el ensamble del dispositivo nuestro origen y posiciones 172, 171 y 176 como lo muestra la imagen 3.5.3 en el CORTE A-A, el CORTE B-B también es necesario para visualizar sin mayor problema la posición 57 localizada en el plano secundario como se presenta en la imagen 3.5.4, con el CORTE C-C lograremos despejar la ubicación de las posiciones 166, 167 y 109 (2X) que encontramos situadas en el plano secundario y cuaternario respectivamente como lo vemos adelante en la imagen 3.5.5 y finalmente una posición importante por su complejidad dimensional y que por ende es importante incluir en un CORTE D-D para enfatizar su importancia destacando cada una las especificaciones con las que debe cumplir, es el ítem 137, que presentamos con la imagen 3.5.6.

3.5.1 Normas DIN utilizadas en el diseño y fabricación, para comunicar los requerimientos de calidad y funcionalidad del herramental

DIN, es el Instituto de Normalización Alemán fundado en el año de 1917. Su sede central esta en Berlín y desde 1975 ha sido reconocido por el Gobierno Alemán como el cuerpo de estándares nacional y representa los intereses alemanes a nivel internacional. Los estándares DIN promueven racionalización, control de calidad, seguridad y protección del medio ambiente.

Las siguientes son ejemplo de algunas normas DIN utilizadas en el diseño y fabricación de herramientas, como control de calidad en la fabricación de partes y trabajos de ajuste que nos garantizarán dispositivos terminados que cumplen con las especificaciones de calidad y funcionalidad requeridas, además de la optimización de los recursos utilizados:

DIN 823.	Formato de las hojas para dibujo y escalas.
DIN 6771.	Recuadro del rótulo.
DIN 15.	Líneas.
DIN 6.	Vistas.
DIN 824.	Plegado de planos.
DIN 16.	Escritura cursiva normalizada.
DIN 406.	Líneas, flechas y cifras de cota.
DIN 7168.	Diferencias admisibles para cotas sin indicación de tolerancia.
DIN 6.	Cortes.
DIN 27.	Representación de roscas y tornillos.
DIN 406.	Acotación de roscas.
DIN 202.	Designaciones de roscas.
DIN 30.	Acotación en el caso de representación de escala reducida.
DIN 6773.	Piezas templadas.
DIN 37.	Simbología de tornillos y remaches.

- DIN 29. Simbología de resortes.
- DIN 3142. Acabados superficiales.
- DIN 7154. Ajustes para barrenos
- DIN 7155. Ajustes para ejes.
- DIN 4971-4978, 4980 y 4981. Herramientas para torno.
- DIN 82. Valores de orientación para paso de moleteados paralelos y cruzados.
- DIN 332. Puntos de centrado 60°.
- DIN 509. Entalladuras.
- DIN 254. Conos.
- DIN 228. Conos de herramientas.
- DIN 76. Salida u ranuras de rosca.
- DIN 250. Radios R para redondeado.
- DIN 1412. Taladrado.
- DIN 1414. Normas directrices para el empleo de brocas.
- DIN 69. Barrenos pasantes.
- DIN 336. Diámetros de brocas para barrenos roscados.
- DIN 74. Avellanados.
- DIN 13. Series de selección de rosca fina.
- DIN 103. Rosca trapecial métrica.
- DIN 267. Propiedades de resistencia para tornillos.
- DIN 912. Tornillos cilindricos cabeza allen.
- DIN 913. Prisioneros roscados cabeza allen.
- DIN 7. Pernos cilindricos.
- DIN 17014. Tratamientos térmicos del hierro y el acero.

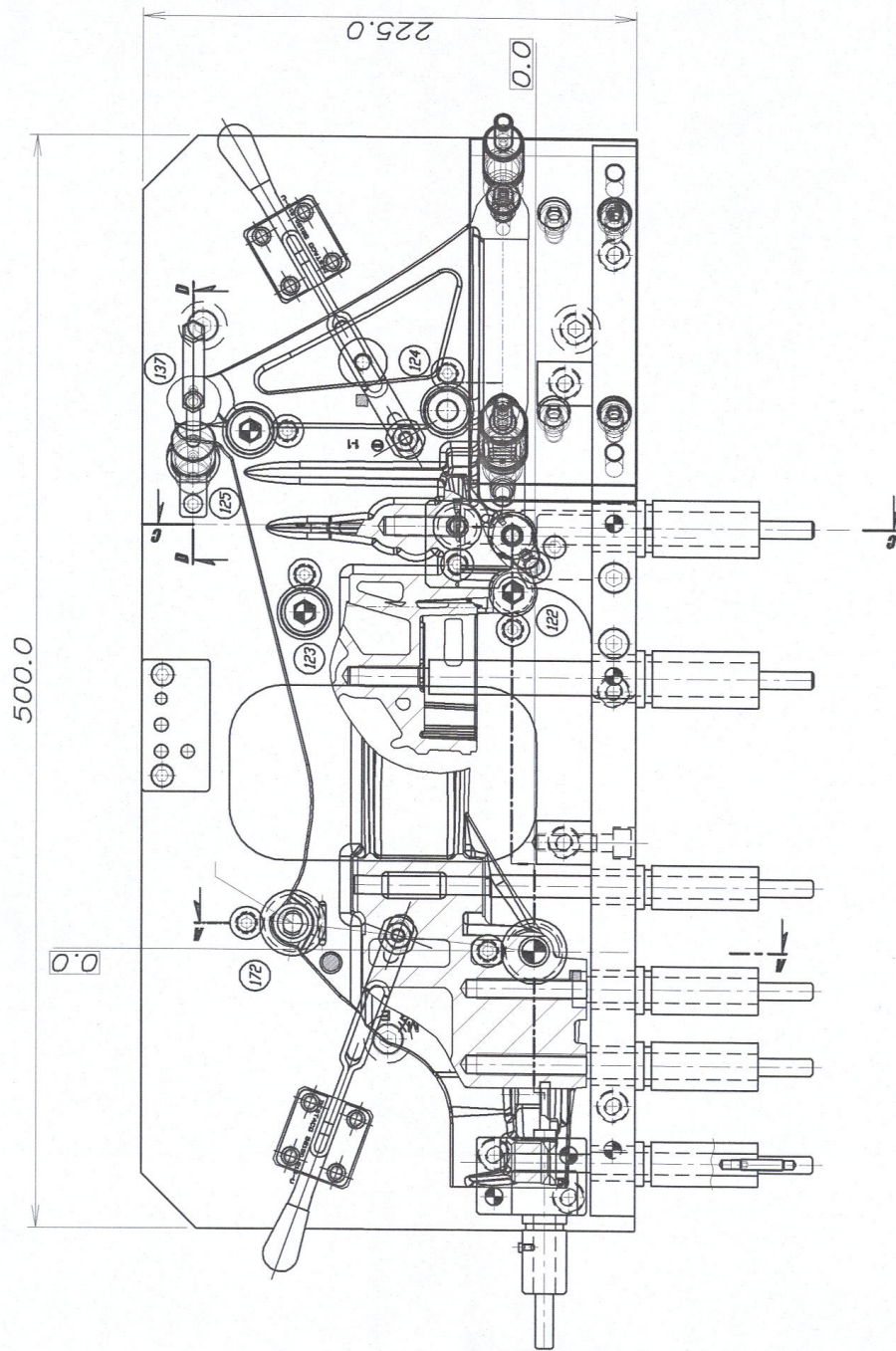


IMAGEN 3.5.1: Dibujo de Planta del Dispositivo para Verificar las Posiciones de Maquinado del Soporte Agregados de Motor.

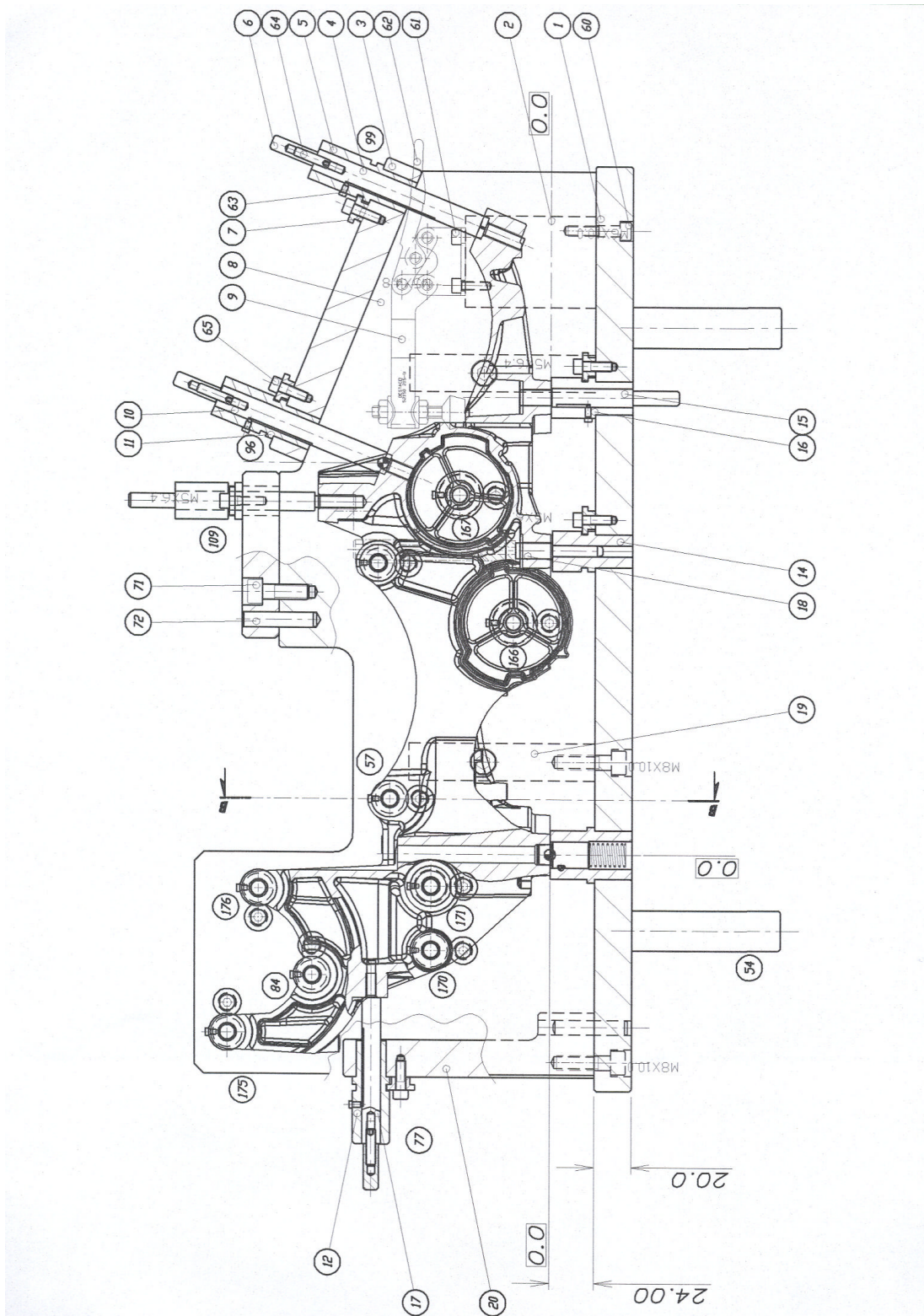


IMAGEN 3.5.2: Corte Transversal del Dispositivo para Verificar las Posiciones de Maquinado del Soporte Agregados de Motor.

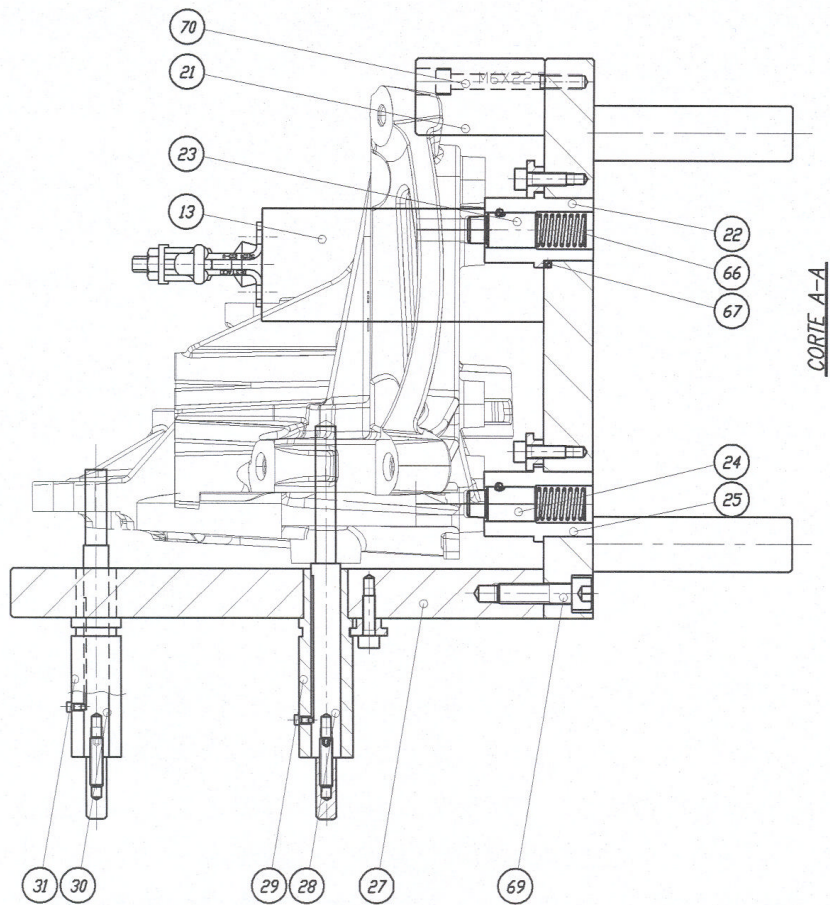


IMAGEN 3.5.3: Corte A-A del Dispositivo para Verificar las Posiciones de Maquinado del Soporte Agregados de Motor.

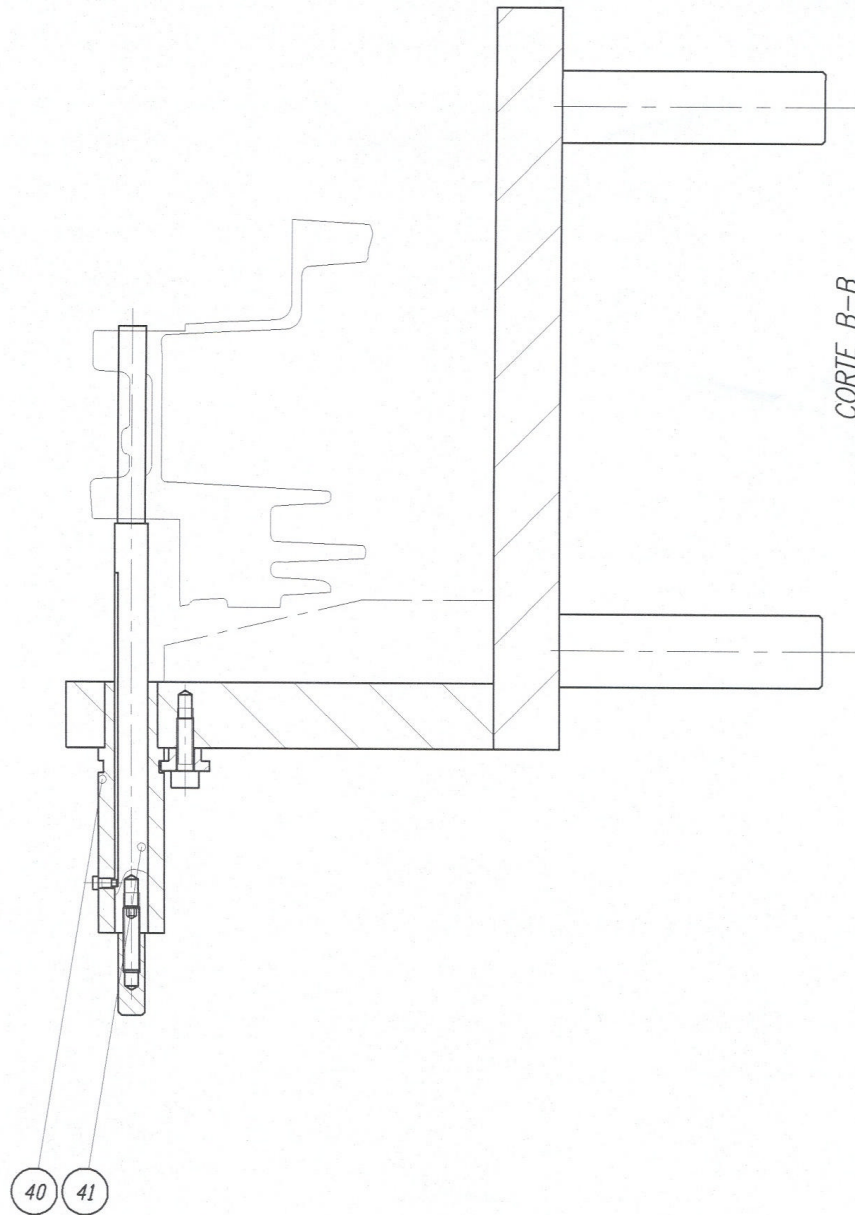


IMAGEN 3.5.4: Corte B-B del Dispositivo para Verificar las Posiciones de Maquinado del Soporte Agregados de Motor.

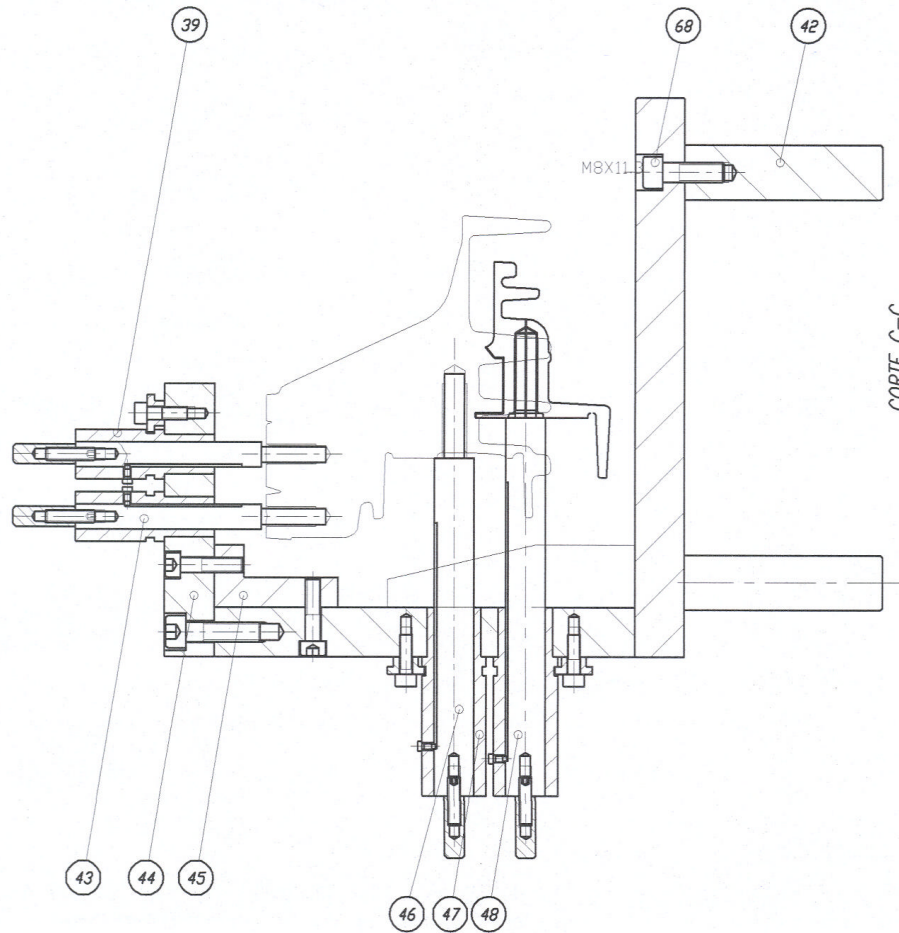


IMAGEN 3.5.5: Corte C-C del Dispositivo para Verificar las Posiciones de Maquinado del Soporte Agregados de Motor.

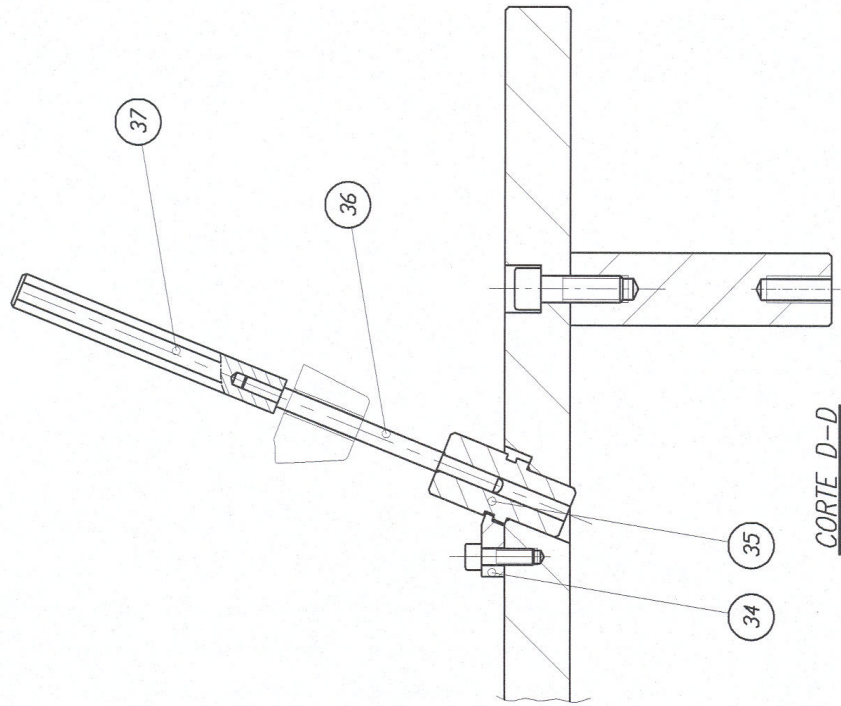
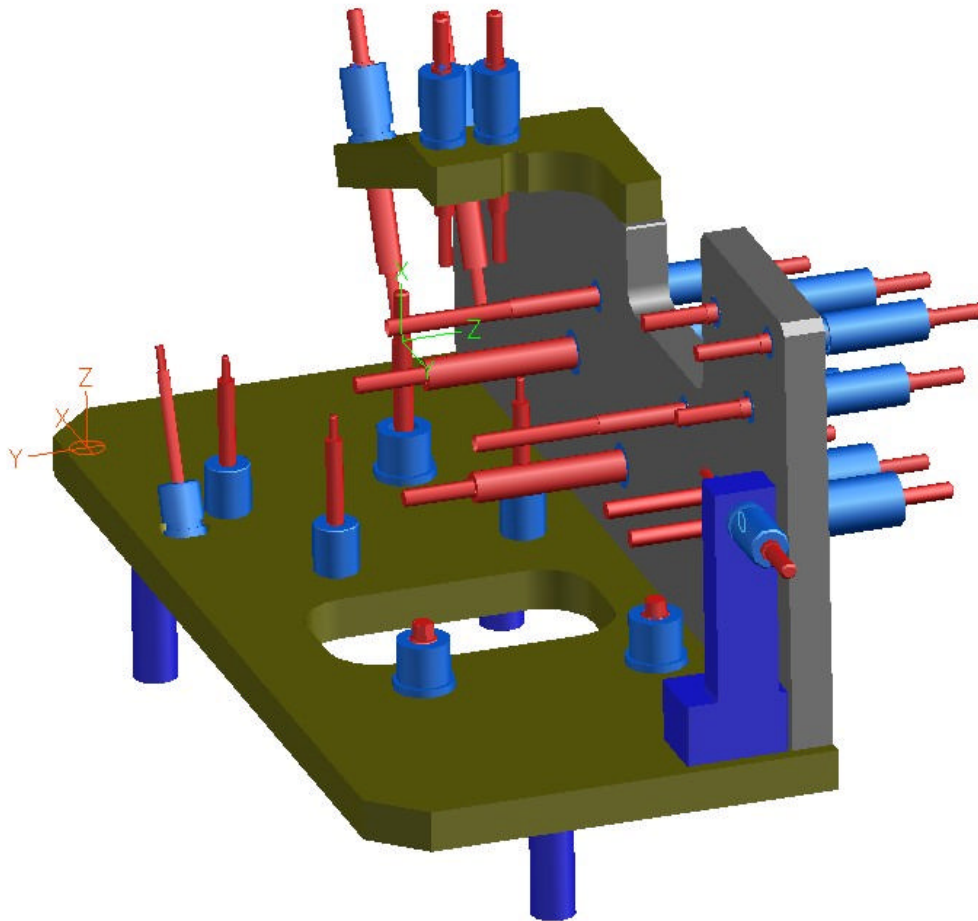
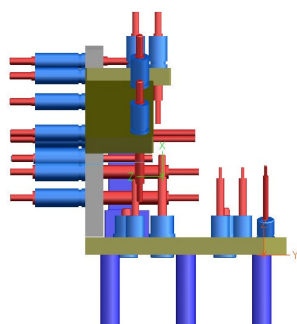


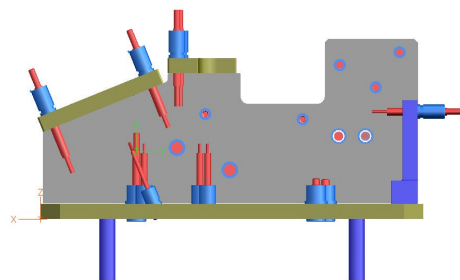
IMAGEN 3.5.6: Corte D-D del Dispositivo para Verificar las Posiciones de Maquinado del Soporte Agregados de Motor.



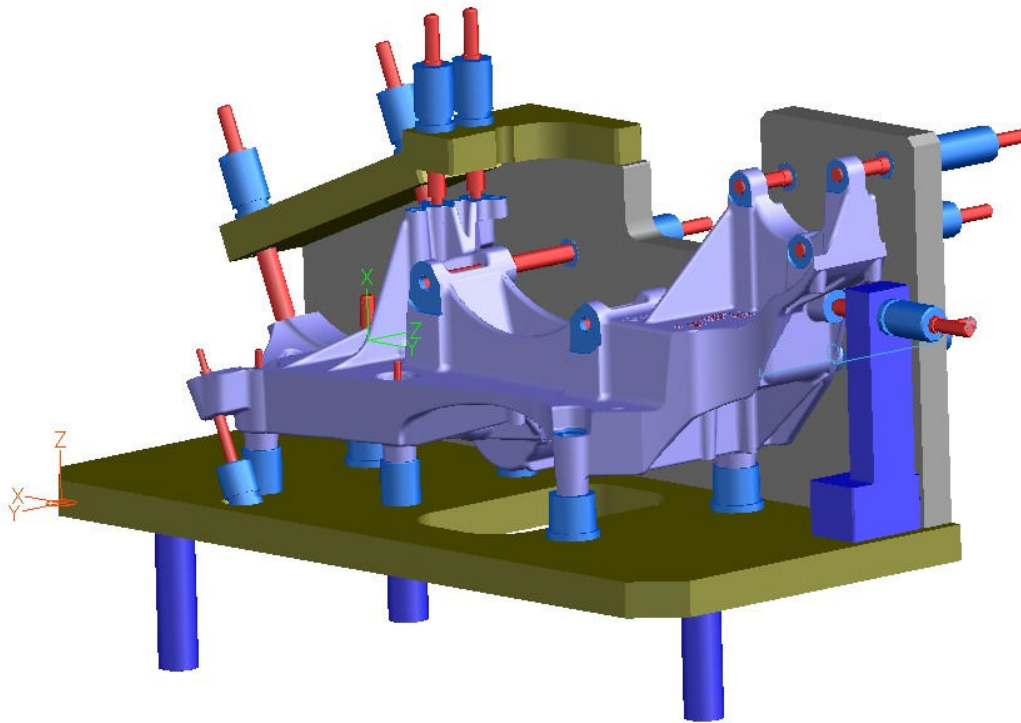
ISOMETRICO 3.5.1: Dibujo 3D del Dispositivo para Verificar las Posiciones de Maquinado del Soporte Agregados de Motor (Elaborado en Tebis Versión 3.2).



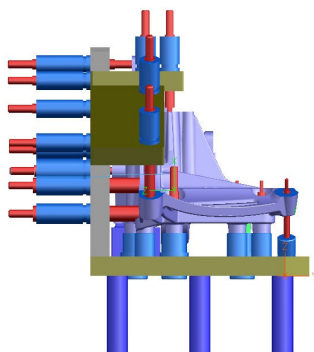
ISOMETRICO 3.5.2: Dibujo de la Vista Lateral 3D del Dispositivo para Verificar las Posiciones de Maquinado del Soporte Agregados de Motor (Elaborado en Tebis Versión 3.2).



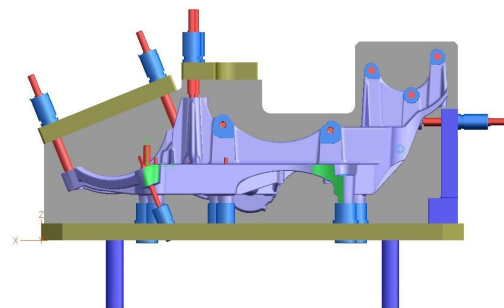
ISOMETRICO 3.5.3: Dibujo de la Vista Frontal 3D del Dispositivo para Verificar las Posiciones de Maquinado del Soporte Agregados de Motor (Elaborado en Tebis Versión 3.2).



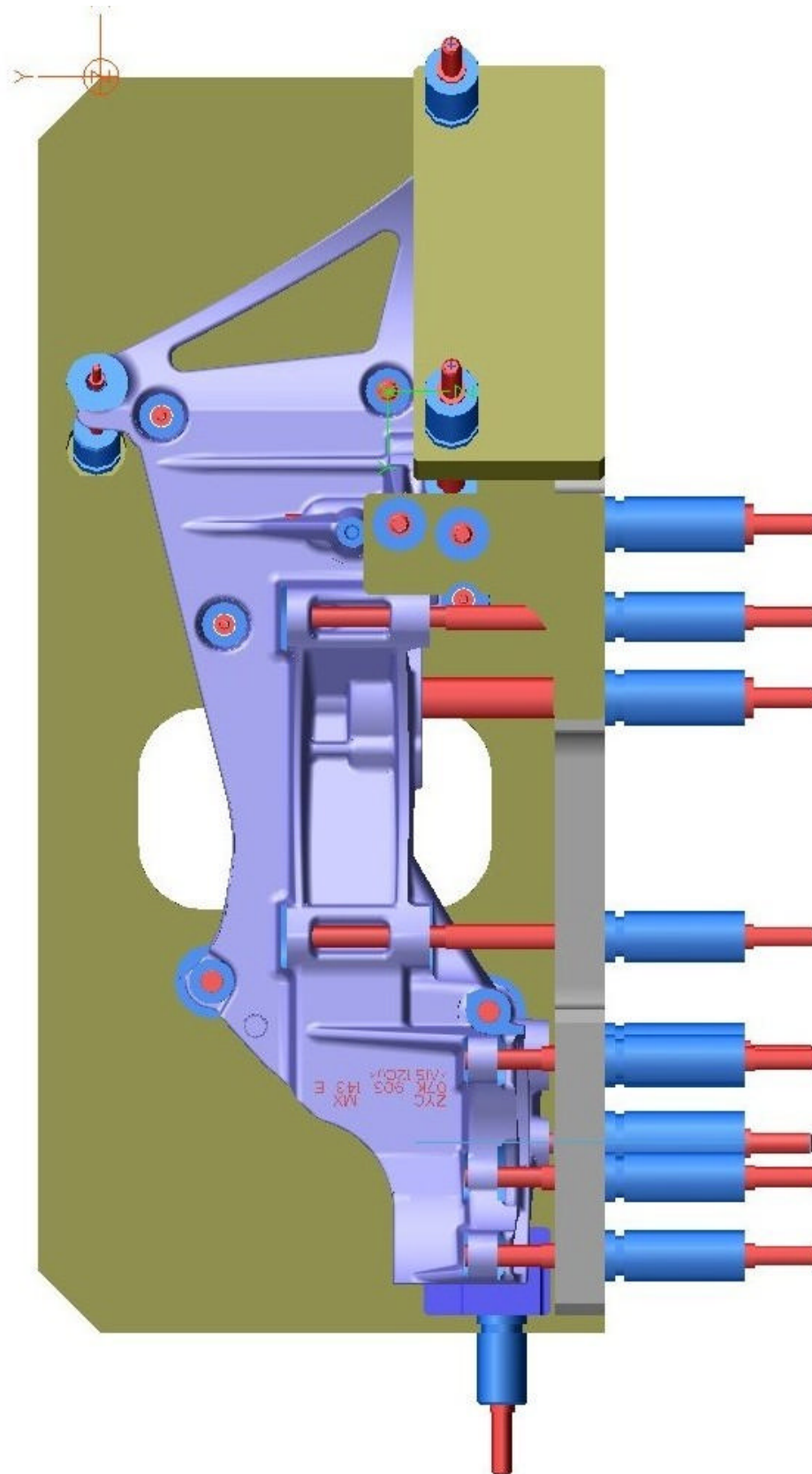
ISOMETRICO 3.5.4: Dibujo 3D con pieza del Dispositivo para Verificar las Posiciones de Maquinado del Soporte Agregados de Motor (Elaborado en Tebis Versión 3.2).



ISOMETRICO 3.5.5: Dibujo de la Vista Lateral 3D con pieza del Dispositivo para Verificar las Posiciones de Maquinado del Soporte Agregados de Motor (Elaborado en Tebis Versión 3.2).



ISOMETRICO 3.5.6: Dibujo de la Vista Frontal 3D con pieza del Dispositivo para Verificar las Posiciones de Maquinado del Soporte Agregados de Motor (Elaborado en Tebis Versión 3.2).



ISOMETRICO 3.5.7: Dibujo de Planta 3D con pieza del Dispositivo para Verificar las Posiciones de Maquinado del Soporte Agregados de Motor (Elaborado en Tebis Versión 3.2).

3.6 Liberación del Diseño

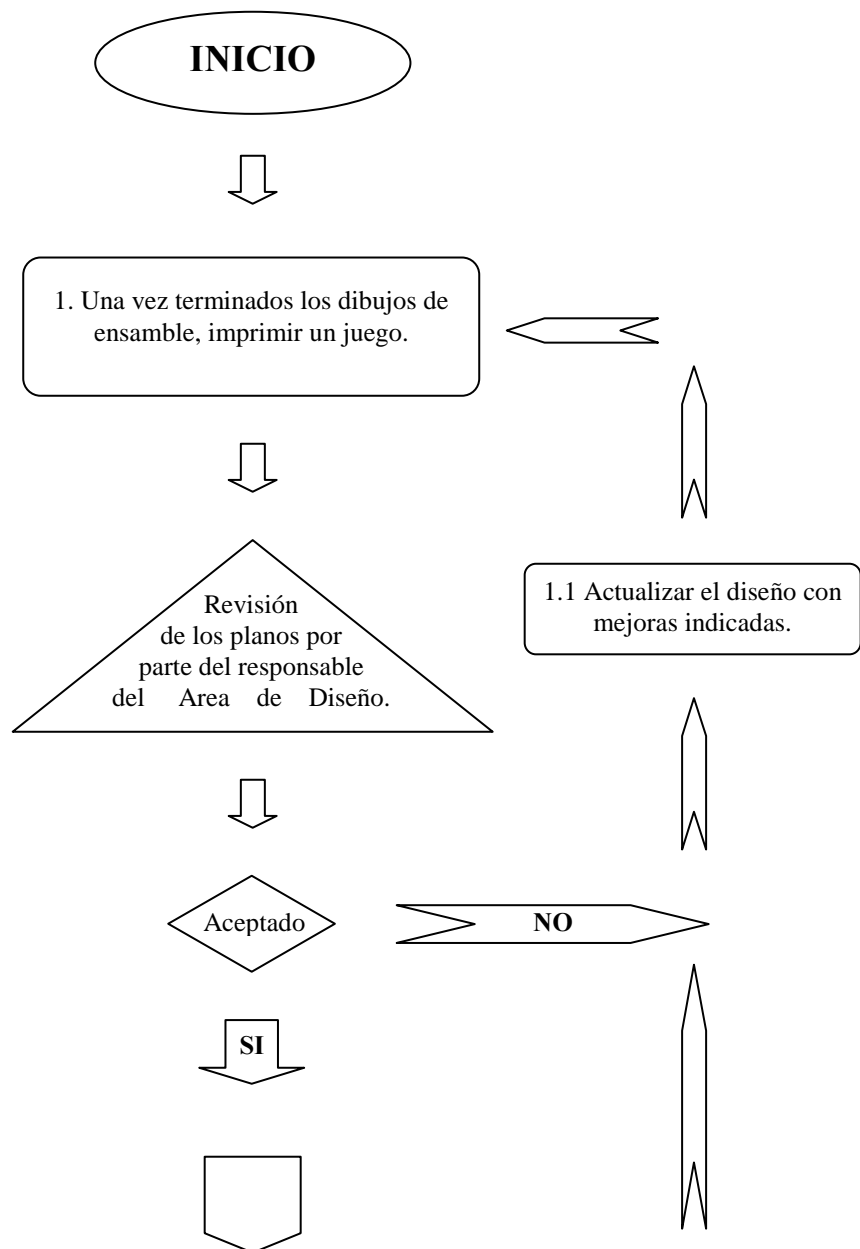
Una vez concluidos los dibujos de ensamble de nuestro Dispositivo para Verificar las Posiciones de Maquinado del Soporte Agregados de Motor es necesaria la impresión de un juego para que el encargado del área de diseño lo evalúe a conciencia al 100%, con el propósito de filtrar errores que el diseñador pudo haber cometido durante el desarrollo del trabajo y/o complementarlo con observaciones y sugerencias constructivas, esta parte es sumamente importante debido a que la experiencia del encargado del área de diseño le permitirá retroalimentar al Diseñador tanto en los aciertos como en los aspectos que puedan ser mejorados y/o corregidos con el objetivo de optimizar en papel (por su bajo costo) la calidad y funcionalidad del herramental, así como su facilidad de manufactura y ajuste.

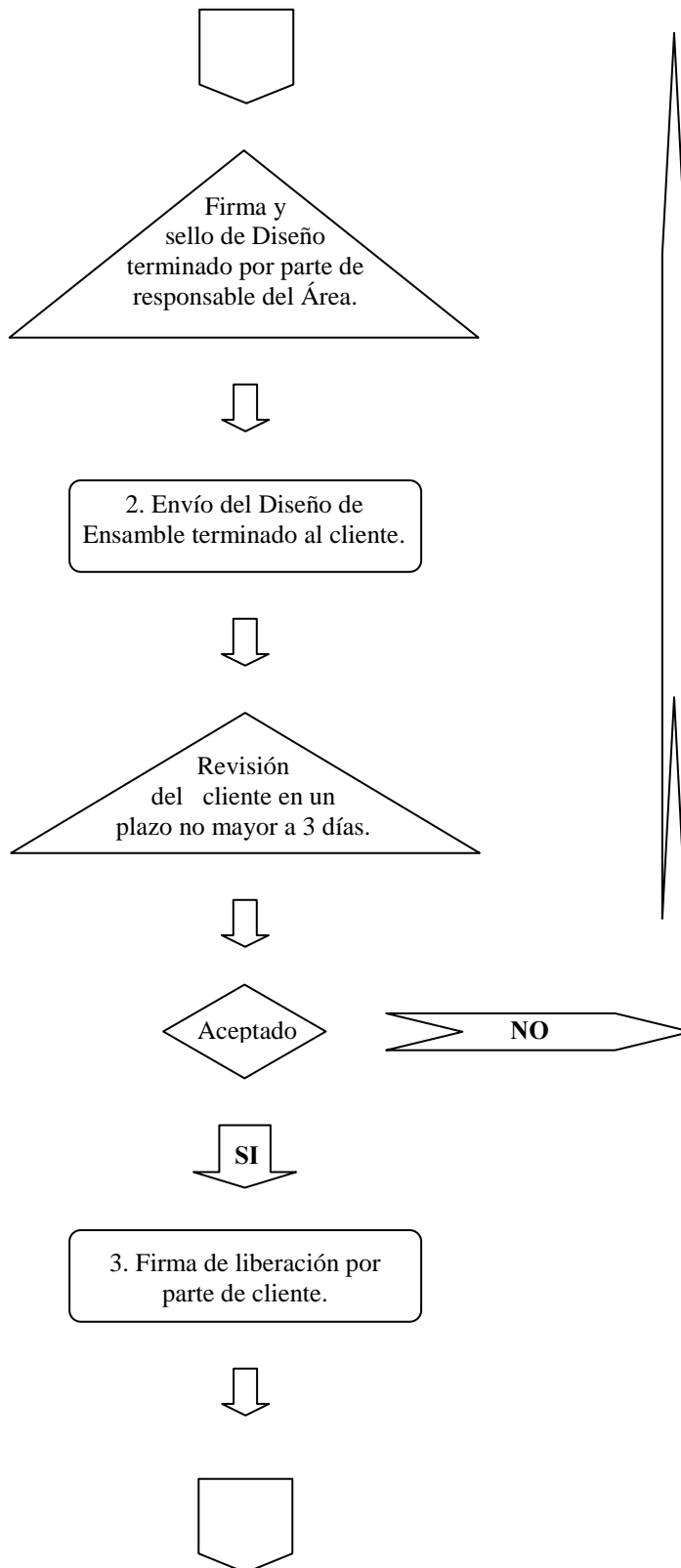
Cuando la actividad anterior haya sido completada y el diseño, en caso de requerirlo, haya sido enriquecido, es necesario imprimir un juego del ensamble de nuestro herramental y validarlo con la firma de revisión del encargado del área diseño, así como con el sello del área que garantiza su calidad, para que en seguida, con la entera confianza, se contacte y entregue al solicitante dichos dibujos del dispositivo que le permitan evaluar con detenimiento durante un periodo de tiempo de 1 a 3 días cada aspecto de los planos del herramental con la finalidad de que acepte y firme en el lugar especificado en el plano la “Liberación de los Planos del Dispositivo” para que el Taller continúe con la fabricación, una vez concluida la etapa del diseño con el despiece de los componentes que conforman el herramental, en esta etapa el diseñador deberá estar muy en contacto con el solicitante y al pendiente de resolver cualquier duda que se le pueda presentar tanto en funcionamiento como en aspectos de calidad con que fue conceptualizado y diseñado, para evitar malos entendidos, y de esta forma asegurar que cualquier modificación requerida por el cliente sea bien fundamentada por parte del solicitante y clara para ser corregida por el Diseñador.

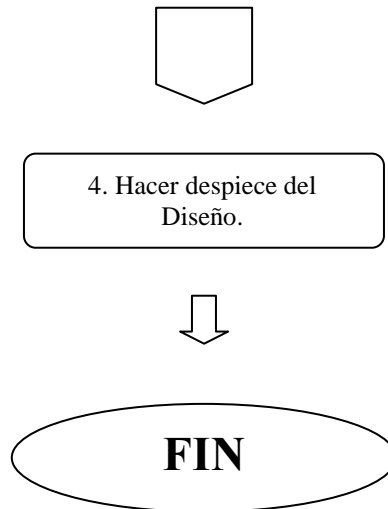
Sólo al momento de obtener la firma de “liberación del herramental” para su fabricación, después de cero o varias modificaciones solicitadas por el cliente, el paso

siguiente es dibujar de manera individual cada una de las piezas que conformarán el dispositivo (despiece), según la numeración de piezas indicada por el diseñador en los planos del ensamble y que de acuerdo a sus características geométricas son posible manufacturar con la maquinaria que el Taller de Herramientales esta provisto.

DIAGRAMA DE LIBERACION DEL DISEÑO







Fuente de Diagrama 3.6.1: “Según Autor”

3.7 Despiece del Dispositivo para Verificar las Posiciones de Maquinado del Soporte Agregados de Motor

Cada dibujo del despiece deberá estar enriquecido con los siguientes puntos: acotaciones, tolerancias, especificaciones geométricas y mecánicas, un área para definir el proceso de manufactura a seguir en caso ser necesario, un área para colocar posibles modificaciones al dibujo, debe estar indicado el sistema de vistas que se utilizó para dibujar la pieza, el software con el que se dibujo, el proyecto para el cual se elaboró, la empresa que lo elaboró (puede ser un logotipo), el número de pieza que es dentro de nuestro ensamble, la cantidad de piezas a fabricar, la descripción de la pieza en particular, las dimensiones del material en bruto, el material con que se manufacturará la pieza, la dureza que deberá tener la pieza, una descripción breve del herramental (en este caso Dispositivo para Verificar Posición de barrenos), firma y nombre de quien revisó el diseño y del diseñador, la escala de dibujo, sistema de medida usada en acotaciones, número clave de orden de trabajo, fecha de elaboración del dibujo y número o clave de diseño.

Una vez terminado y revisado cada dibujo del despiece por nuestro encargado del área de diseño, es necesario obtener la lista de partes en donde se incluirán todos y cada uno de los elementos que se utilizarán para ensamblar el dispositivo, de tal manera que en ella se incluyen todos los componentes que resultaron del anterior despiece y todos los herrajes con que se ensamblarán dichas piezas, y sin olvidar cualquier otro componente que formará parte del producto que le entregaremos a nuestro cliente.

Por último, después de tener concluido al cien por ciento nuestro diseño, solamente nos hace falta imprimir un juego completo del diseño de nuestro herramental y validar cada elemento con la firma del encargado del área de diseño y el sello del área para garantizar la confiabilidad del diseño en el Taller donde se fabricará y ajustará.

3.8 Revisión y liberación del Diseño terminado para iniciar con la fabricación y ajuste del Dispositivo para Verificar las Posiciones de Maquinado del Soporte Agregados de Motor

Es menester que una vez terminados los planos del herramental, estos sean revisados por todas y cada una de las áreas operativas del Taller para enriquecerlos con notas, observaciones y/o modificaciones, con el único propósito de optimizar y garantizar el buen curso del proceso de fabricación y ajuste del herramental, esta es una etapa importantísima en la que la experiencia de los encargados de las áreas de corte de materiales, calidad, maquinado, erosión, rectificado, tratamientos térmicos y ajuste van indicar en base a su experiencia los puntos clave que enfrentarán durante la manufactura de las piezas que componen el herramental y la manera en que tendrán que liberarlos para asegurar los mejores resultados durante la fabricación y ajuste del dispositivo, de tal forma que de manera efectiva se efficienten los procesos que nos den la oportunidad de lograr con

éxito menores costos de fabricación, sin sacrificar la calidad y satisfacción de nuestros clientes tanto internos como finales.

En este proceso de liberación, para iniciar la fabricación y ajuste, las áreas involucradas deben asegurar el éxito tanto parcial (por área) como global, acordando y especificando de manera escrita en cada dibujo que compone el diseño los procesos de manufactura por pieza, así como los procesos que se llevarán a cabo durante el avance como ensamble del dispositivo. Este también es el momento indicado para que cada área exprese las limitantes que observa para completar su trabajo para buscar alternativas y solucionar el problema de la mejor manera, aunque esto signifique algún pequeño cambio de diseño que no modifique el concepto actual que el solicitante ya ha autorizado.

Un punto importante que se debe definir con claridad durante esta revisión, es el procedimiento en que todas y cada una de las áreas deben alinear la pieza o ensamble que requieran retocar para cumplir con las especificaciones geométricas que se requieran de manera parcial o total de acuerdo a las indicaciones del área de calidad o metrología encargada de revisar el correcto avance en la construcción de nuestro dispositivo. Esto es, que las áreas involucradas tienen que analizar el herramental por completo para definir cual es la cara de alineamiento y barrenos de referencia necesarios, que le servirá a cualquier área independientemente del avance que se tenga en la fabricación del herramental para retocar el dispositivo y trabajar en él de acuerdo a las necesidades de fabricación convenidas. Lo anterior fundamenta su importancia en el hecho de que las tolerancias requeridas por este tipo de dispositivos se encuentran en rango de micras y hasta la forma de alineamiento que se utilice al final va a ser la diferencia entre altas ganancias, solo ganancias, o en el peor de los casos pérdidas.

4. PROCESO DE FABRICACION DEL DISPOSITIVO PARA VERIFICAR LAS POSICIONES DE MAQUINADO DEL SOPORTE AGREGADOS

El proceso de fabricación de un dispositivo duro de inspección requiere a grandes rasgos de la correcta selección, corte e identificación de los materiales con los cuales será conformado nuestro herramental, la labor de selección de los materiales es determinada por el diseñador al momento que va desarrollando el diseño y en conjunto, si fuera necesario, con el equipo de manufactura y ajuste del Taller de Herramentales. Una vez concluida la etapa anterior es responsabilidad del personal encargado del departamento de maquinado el asignar de acuerdo a las características geométricas de la pieza, cual o cuales serán las maquinas indicadas para manufacturar de manera óptima el conjunto de piezas que integran el dispositivo. Y finalmente una vez fabricadas las piezas el área de ajuste se encargará de preparar, ajustar y ensamblar las partes que componen el herramental, es importante señalar que en esta etapa de construcción, el departamento de ajuste requiere del apoyo de diversos procesos de manufactura para lograr con éxito su objetivo, estos otros procesos pueden ser templar, rectificar, erosionar, maquinar e inspeccionar los avances con la ayuda de metrología para asegurar y garantizar que nuestro herramental cumple con las especificaciones de calidad y los requerimientos funcionales que nos exige el cliente a través del diseño liberado por él mismo.

4.1 Recursos tecnológicos que intervienen en el proceso de fabricación de un Dispositivo de Inspección en la Industria Automotriz

Para lograr con éxito el proceso de fabricación de herramentales para la industria automotriz descrito al inicio de este capítulo es necesario contar con diversos recursos

tecnológicos que nos permitan, tanto de manera individual como en conjunto, contar con la flexibilidad de trabajo que requiere un Taller de Herramientales dedicado a la fabricación de piezas con diversas geometrías tan complejas como lo requieran los planos de diseño que nos comunican las especificaciones de funcionalidad y calidad que necesita el dispositivo en fabricación, que en alto porcentaje exigen cumplir con tolerancias que oscilan en el rango de las micras, considerando como unidad de medida estándar el milímetro. Así pues la siguiente lista establece de manera general la maquinaria que debe integrar nuestro Taller de Herramientales para fabricar con éxito Dispositivos de Inspección dentro de la industria automotriz:

- Fresadoras CNC (control numérico por computadora) equipadas con 3, 4 o 5 ejes de movimiento, amplias carreras de funcionamiento, con diversas herramientas de corte y dispositivos de sujeción tanto de herramientas de corte como de piezas de trabajo.



Imagen 4.1.1: Centro de maquinado con 5 ejes CNC.

- Fresadoras Convencionales de 3 ejes de movimiento equipadas con diversos dispositivos de sujeción tanto de herramientas de corte como de piezas de trabajo que nos proporcionen un ambiente de trabajo con 4 y cinco ejes de movimiento, amplias carreras de funcionamiento y herramientas de corte.



Imagen 4.1.2: Fresadora Universal.

- Tornos CNC equipados con amplias carreras de funcionamiento, con diversas herramientas de corte y dispositivos de sujeción tanto de herramientas de corte como de piezas de trabajo.



Imagen 4.1.3: Torno CNC.

- Tornos Convencionales equipados con amplias carreras de funcionamiento, herramientas de corte y con diversos dispositivos de sujeción tanto de herramientas de corte como de piezas de trabajo.



Imagen 4.1.4: Torno Paralelo.

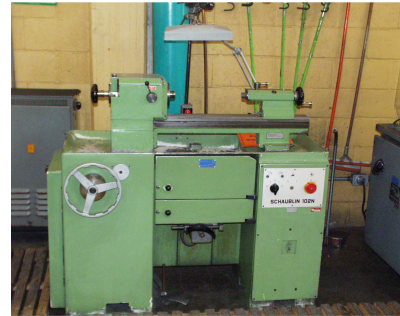


Imagen 4.1.5: Torno Paralelo.

- Rectificadoras Horizontales, Verticales y Cilíndricas equipadas con amplias carreras de funcionamiento, diversas herramientas o piedras de corte y dispositivos de sujeción tanto de piedras de corte como de piezas de trabajo.



Imagen 4.1.6: Rectificadora Plana.



Imagen 4.1.7 Rectificadora de Coordenadas.



Imagen 4.1.8 Rectificadora Cilíndrica.

- Electroerosionadoras Verticales y por Hilo equipadas con amplias carreras de funcionamiento, diversos dispositivos de sujeción de piezas de trabajo y en el caso de las Erosionadoras Verticales dispositivos de sujeción de electrodos, así como dieléctricos adecuados para garantizar el trabajo de erosión y trato de la pieza de trabajo.



Imagen 4.1.9:
Electroerosionadora Vertical
CNC.

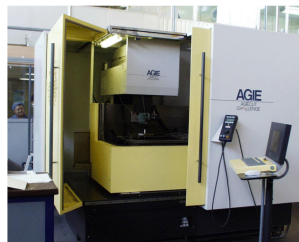


Imagen 4.1.11:
Electroerosionadora por Hilo
CNC.



Imagen 4.1.10:
Electroerosionadora Vertical
CNC.

- Cortadoras de materiales mecánicas horizontales, verticales, circulares y oxicorte equipadas con amplias carreras de funcionamiento, diversos dispositivos de sujeción de piezas de trabajo y en el caso de las maquinas de oxicorte diversas boquillas de trabajo.



Imagen 4.1.12: Cortadora de
Disco.



Imagen 4.1.13: Sierra Cinta.



Imagen 4.1.16: Segueta de
Arco Automática.



Imagen 4.1.15: Pantógrafo de
Oxicorte.

- Máquinas de Medición por Coordenadas equipadas con amplias carreras de funcionamiento, palpadores y diversos dispositivos de sujeción tanto de palpadores como de piezas de trabajo.



Imagen 4.1.16: Máquina de Medición por Coordenadas.



Imagen 4.1.17: Máquina de Medición por Coordenadas.

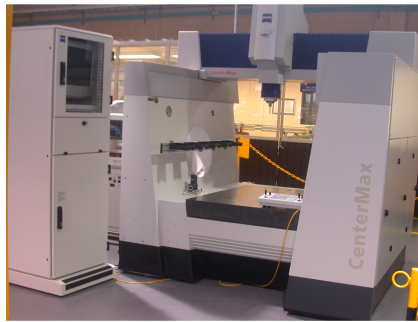


Imagen 4.1.18: Máquina de Medición por Coordenadas.

4.2 Corte de los materiales

El área de corte de materiales es importantísima dentro de nuestro Taller Mecánico debido a que es el departamento que alimenta de materia prima a todas las áreas que manufacturarán los componentes de nuestro Dispositivo para Verificar las Posiciones de Maquinado del Soporte Agregados de Motor y en consecuencia la labor del corte de los materiales ordenada y disciplinada en el control y administración de cada uno de los diferentes tipos de materiales ferrosos y no ferrosos que son resguardados en su almacén nos van asegurar que lo procesos de corte, maquinado, soldado, temple, rectificado y/o erosionado a los que sean sometidos tales materiales van a ser hechos de manera óptima y siempre obteniendo los resultados esperados ya que a los procesos de manufactura y

tratamientos térmicos a los que sean sometidos los materiales son los correctos dependiendo de las propiedades mecánicas con que cuentan. Por eso el objetivo siguiente de manera concreta nos indica la razón de ser de este subtema:

Identificar y cortar los materiales requeridos por el diseño para fabricar cada una de las piezas que conformarán nuestro Dispositivo de Inspección.

4.2.1 Revisión del diseño para iniciar el corte de los materiales

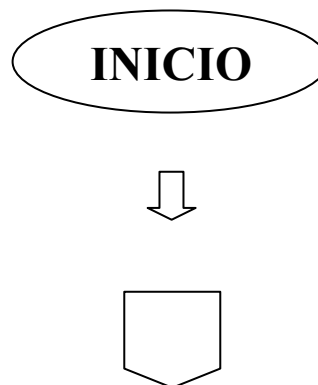
Es menester que durante esta fase los encargados del área en conjunto con los responsables de las áreas de maquinado y ajuste de dispositivos evalúen cada una de las piezas que conforman el diseño, diseño que debe ir integrado de los dibujos de ensamble ya mencionados y presentados en el capítulo anterior, de todos los dibujos que conforman el despiece y de la lista de partes que es en donde se resume el número, descripción y material, entre otros datos, de todas las piezas que componen el herramental, así como también de todos los herrajes y materiales estándar de compra que requiere nuestro dispositivo para su ensamble y funcionamiento.

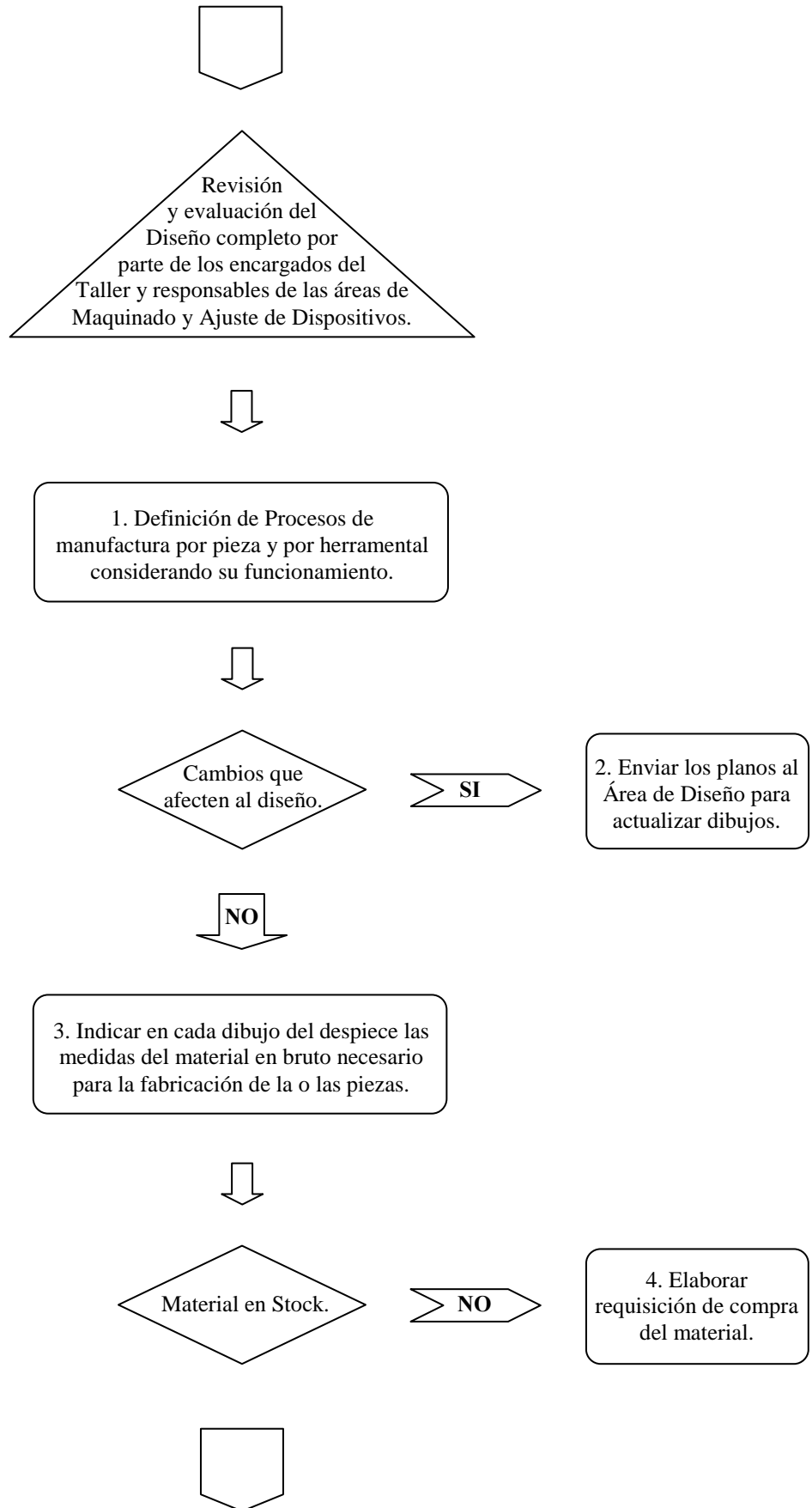
Lo anterior es con la finalidad de detectar puntos clave o situaciones complejas a las que se vaya enfrentar el Taller al momento de trabajar en la fabricación de las piezas, para definir procesos individuales de fabricación y enfatizar detalles de cuidado durante el trabajo y si es necesario es importante incluir cambios en la pieza que no afecten la funcionalidad y calidad del diseño pero que faciliten de manera sustancial la fabricación de la parte (los cambios deben ser hechos a través de normas de fabricación como por ejemplo DIN 509, DIN 332, etc), estos cambios pueden también afectar el tipo de material con el cual vaya a ser fabricada la pieza, así que por todo lo anterior, la revisión del diseño previa al corte de los materiales por el personal mencionado es tan necesaria.

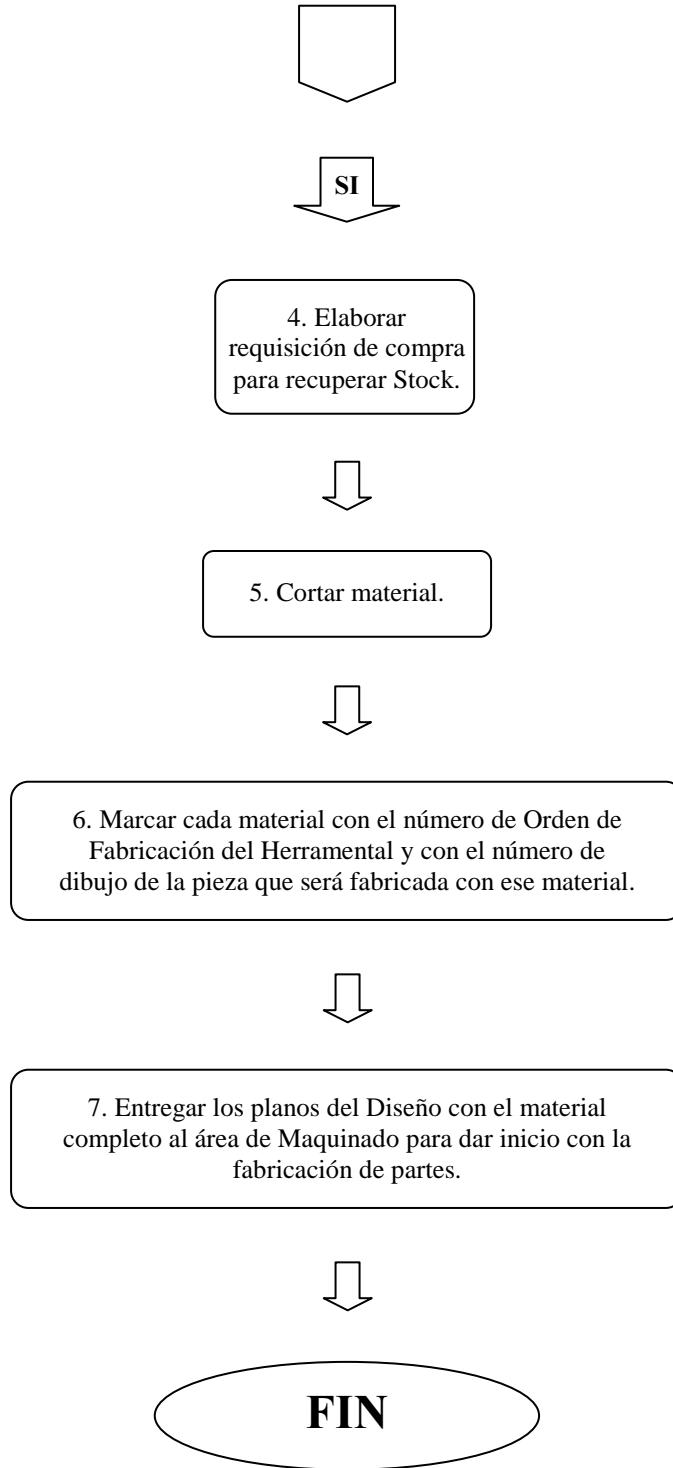
Una vez concluido lo anterior debemos indicar en cada dibujo del despiece las medidas exactas del material que se debe cortar, durante esta actividad iremos verificando que el material requerido exista en el almacén de aceros y decidiremos que material es necesario pedir ya sea porque no lo tengamos en stock, porque nos conviene pedirlo ya con las medidas que necesitamos o simplemente para mantener nuestros niveles de stock.

Por último, solamente nos resta llevar al área de corte todos los dibujos que conforman el despiece de nuestro diseño, elegir por medio de que máquina de las ya mencionadas con anterioridad es la óptima para realizar el corte y empezar la labor, por lo general la cortadora circular la utilizaremos para cortar barras de perfiles varios de diámetros no muy grandes para eficientar el tiempo del operador, en la cierra cinta materiales blandos como placas de aluminio, nylamid y láminas, en la cortadora mecánica horizontal placas o perfiles de tamaños diversos que estén dentro de su carrera de funcionamiento y en oxicorte placas de acero que no pueden ser templados, de gran tamaño, robustos y con geometrías simples o complejas.

DIAGRAMA DE LIBERACION DEL DISEÑO Y ENTREGA DE MATERIALES AL AREA DE MAQUINADO
(Este diagrama cubre los subtemas 4.2.1 y 4.2.2)







Fuente de Diagrama 4.2.1.1: "Según Autor"

4.2.2 Entrega de los planos de diseño y materiales al área de maquinado

Una vez concluido el proceso de corte de los materiales debemos asegurarnos que todos y cada uno de ellos se encuentren marcados con el número de dibujo de la pieza que va a ser maquinada con ese material y con el número de orden de trabajo con el cual se vaya a reportar el tiempo de trabajo del Taller de Herramientales empleado en la fabricación y ajuste de nuestro Dispositivo para Verificar Posiciones de Maquinado del Soporte Agregados de Motor, al momento de completar la operación anterior entregaremos al responsable del área de maquinado los planos del diseño junto con los materiales requeridos debidamente marcados.

Es menester mencionar que desde ahora y hasta culminar la construcción de nuestro herramental que vaya a donde vaya cualquier dibujo de nuestro diseño deberá hacerlo acompañado del material o pieza física de trabajo que pertenezca a ese número de dibujo y orden de trabajo.

El orden y la disciplina del procedimiento anterior dentro de un Taller Mecánico nos permitirá localizar rápidamente los dibujos y piezas de trabajo, evitando de esta manera incrementar el costo de fabricación del herramental ya que sin duda no será necesario cortar y fabricar de nueva cuenta piezas de trabajo perdidas, tampoco invertiremos tiempo valioso del recurso humano del Taller en la búsqueda de materiales o piezas de trabajo ya avanzadas en su manufactura.

4.3 Maquinado de los componentes que conforman el dispositivo

Con la finalidad de optimizar la capacidad del Taller de Herramientales siempre es importante planear que piezas van a ser maquinadas, en qué máquina y con qué operador, para obtener los resultados de manufactura esperados y necesarios, en costo y tiempo con la calidad especificada en el plano del diseño, por estas razones es importante hacer mención del siguiente objetivo:

Fabricar las piezas que conformarán nuestro dispositivo asignando los recursos humanos, tecnológicos y materiales adecuados para optimizar los recursos financieros durante la manufactura de los componentes de nuestro medio de control.

4.3.1 Elección de máquinas para manufacturar las piezas solicitadas en los planos de diseño

En el subtema 4.1 tuvimos la oportunidad de revisar en conjunto con otras áreas los planos de ensamble y despiece de nuestro diseño, en ellos definimos los procesos de manufactura a seguir y antes de continuar con la asignación de las máquinas en donde fabricaremos nuestras piezas, a través de 9 dibujos del diseño de detalle ejemplificaremos los procesos de manufactura que tanto mencionamos, ya que son 9 los dibujos que al considerarlos logramos al cien por ciento conocer el porque de los procesos de fabricación de cada una de las piezas que componen el Dispositivo para Verificar Posiciones de Maquinado del Soporte Agregados de Motor por ser las piezas restantes muy similares considerando su funcionamiento en el herramental, los procesos de manufactura a los que

La imagen anterior es la Placa Base y es la pieza número 1 marcada en nuestro dibujo de ensamble, será fabricada de un Acero 4140 R de acuerdo a la Norma AISI (AISI, American Iron and Steel Institute o Instituto Americano del Hierro y el Acero), se determinó que esta pieza fuera fabricada de este tipo de acero porque es un material que por su composición química (0.40% C, 0.95 % Cr, 1.83% Ni y 0.25% Mo) nos permite aumentar su resistencia a la tracción, abrasión, desgaste, corrosión y oxidación, también aumenta la tenacidad y dureza (alcanza una dureza entre 44-46 HRc, unidad de dureza en la escala Rodwell C), por lo anterior una vez manufacturado y tratado térmicamente nos permitirá contar con una base sólida por ser un material estable a las deformaciones y resistente al entorno en que será utilizado, lo cual nos permitirá garantizar la calidad funcional que necesitamos durante su vida útil siempre dentro de las especificaciones determinadas por el diseño, además al maquinarse sin tratamiento térmico facilita dicho proceso.

El proceso de fabricación que se seguirá para su manufactura es el siguiente:

1. Maquinar tejo con sobre medida para rectificar según DIN 3141 y realizar barrenado de desbaste de acuerdo a indicaciones de dibujo.
2. Entregar placa al área de ajuste y preparar para temprarla en dicha área (matar filos y machuelear o roscar barreno).
3. Precalentar a 300°C durante 10 minutos, templar a 850°C durante 40 minutos, verificar dureza y considerando el resultado revenirla a 300°C durante un periodo entre 30 y 40 minutos.
4. Rectificar placa de acuerdo a dibujo.
5. Una vez rectificada entregarla al área de Erosión por Hilo para terminar ajustes indicados en el dibujo según DIN 7161.
6. Ajustar barreno inclinado y ajuste lateral según indicaciones de dibujo en Maquinado CNC para concluir el proceso de manufactura de esta placa.
7. Una vez concluidas las operaciones anteriores será necesario verificar en una Máquina de Medición por Coordenadas que la pieza cumpla al 100% con las

especificaciones del dibujo para dar por concluida la fabricación individual de la pieza.

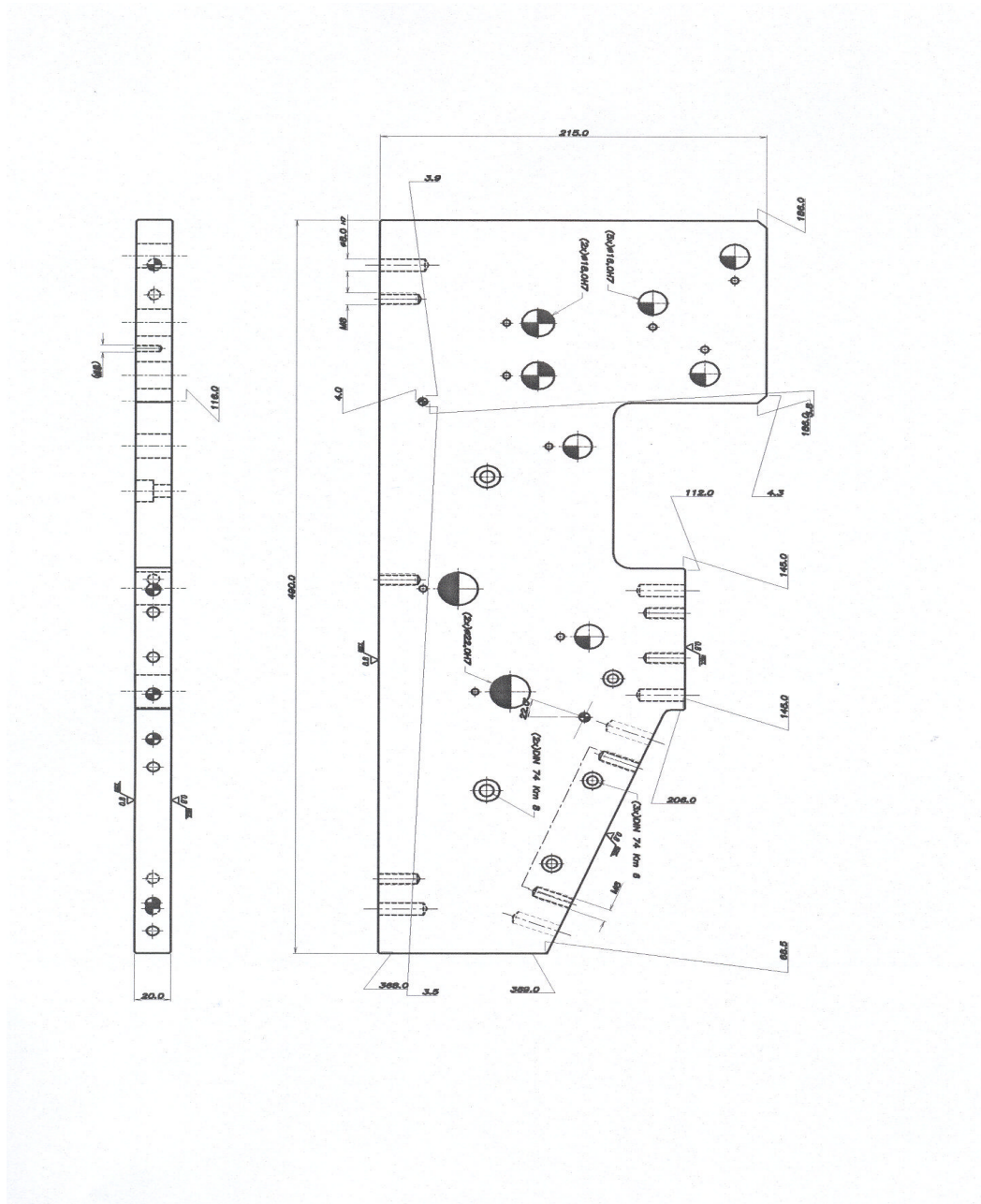


IMAGEN 4.3.1.2: Placa Lateral o Secundaria, pieza número 27.

Esta placa es la pieza número 27 marcada en nuestro dibujo de ensamble, es la placa lateral o secundaria y será fabricada de un Acero 4140 T de acuerdo a la Norma AISI (AISI, American Iron and Steel Institute o Instituto Americano del Hierro y el Acero), se determino que esta pieza sea fabricada de este tipo de acero porque es un material que por su composición química (0.40% C, 0.95 % Cr y 0.20% Mo) nos permite aumentar su resistencia a la tracción, abrasión, desgaste, corrosión y oxidación, también aumenta la tenacidad y dureza (material tratado que ofrece una dureza entre 26-28 HRc, unidad de dureza en la escala Rodwell C, a diferencia del 4140 R el 4140 T es un material ausente de Ni razón por la cual la dureza que tiene dicho material no es tan grande como lo alcanza un 4140 R con tratamiento térmico), por lo anterior una vez manufacturado nos permitirá contar con una placa lateral sólida por ser un material estable a las deformaciones y resistente medio ambiente en que será utilizado, lo cual nos permitirá garantizar la calidad funcional que necesitamos durante su vida útil siempre dentro de las especificaciones determinadas por el diseño, además es de fácil maquinado.

El proceso de fabricación que se seguirá para su manufactura es el siguiente:

1. Maquinar tejo con sobre medida para rectificar según DIN 3141 y realizar barrenado de desbaste.
2. Entregar placa al área de ajuste para rectificarla.
3. Una vez rectificada regresarla a maquinado para terminar ajustes de referencia (2X) según DIN 7161 y cantos (3X) que tendrán contacto con otras piezas de acuerdo al ensamble.
4. Ensamblar placa a la placa principal.
5. Regresar al maquinado para terminar ajustes H7 restantes de acuerdo a DIN 7161 en donde se ensamblarán posteriormente los bujes guía.
6. Una vez concluidas las operaciones anteriores será necesario verificar en una Máquina de Medición por Coordenadas que la pieza cumpla al 100% con las especificaciones del dibujo para dar por concluida la fabricación individual de la pieza.

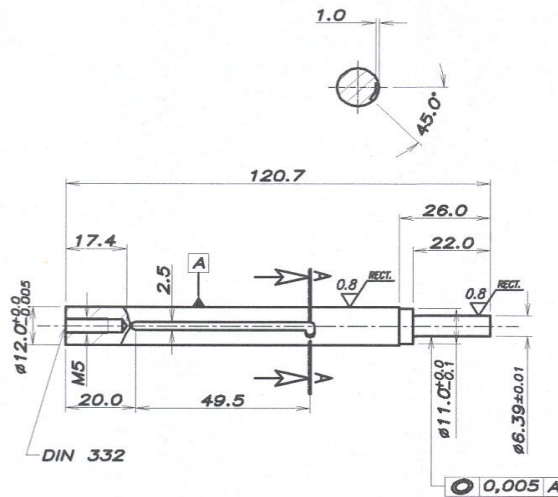


Imagen 4.3.1.5: Perno Gauge, pieza número 4.

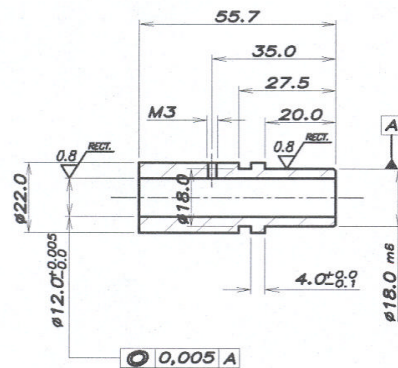


Imagen 4.3.1.6: Buje Guía, pieza número 5.

El Perno Gauge mostrado es la pieza número 4, se fabricará de acero O1 de acuerdo a la norma AISI por ser un material que antes de someterse a tratamiento térmico es de fácil maquinado y que después de templearlo a 850°C por media hora con un revenido posterior a 250°C por 15 minutos alcanza una dureza de 56-58 HRC y por su composición química (0.90% C, 1.15% Mn, 0.50% Cr y 0.50% W) nos garantizará una alta resistencia al desgaste, abrasión, tracción, oxidación y aumenta la tenacidad y dureza por arriba de un 4140 R por su concentración de tungsteno, lo que nos asegurará un largo tiempo de vida útil en las condiciones de uso al que será sometido.

El proceso de fabricación consiste en:

1. Tornear y fresar pieza según dibujo dejando sobrematerial para rectificar según DIN 3141 y maquinar centros según DIN 332.
2. Templar, verificar dureza y recocer pieza considerando los resultados obtenidos en el durometro.
3. Rectificar pieza.
4. Ensamblar en dispositivo.

El Buje Guía mostrado es la pieza número 5, se fabricará de acero O1 de acuerdo a la norma AISI por ser un material que antes de someterse a tratamiento térmico es de fácil maquinado y que después de templearlo a 850°C por media hora con un revenido posterior a 250°C por 15 minutos alcanza una dureza de 56-58 HRC y por su composición química (0.90% C, 1.15% Mn, 0.50% Cr y 0.50% W) nos garantizará una alta resistencia al desgaste, abrasión, tracción, oxidación y aumenta la tenacidad y dureza por arriba de un 4140 R por su concentración de tungsteno, lo que nos asegurará un largo tiempo de vida útil en las condiciones de uso al que será sometido.

El proceso de fabricación consiste en:

1. Tornear y fresar pieza según dibujo dejando sobrematerial para rectificar según DIN 3141.
2. Templar, verificar dureza y recocer pieza considerando los resultados obtenidos en el durometro.
3. Rectificar pieza.
4. Ensamblar en dispositivo.

Nota: la medida final a rectificar en la zona de ensamble a la Placa Base puede variar de acuerdo a las medidas finales a las que haya quedado el barreno en el que se ajustará su ensamble. Actualizar diseño en caso de haber cambios.

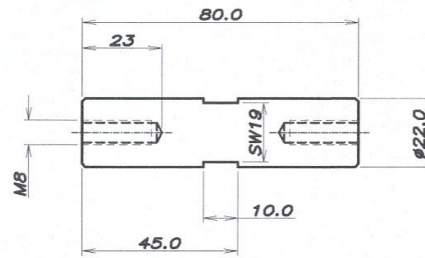


Imagen 4.3.1.7: Columna Soporte, pieza número 42.

La Columna Soporte mostrada es la pieza número 42, se fabricará de acero 1018 (CRS, cold rolled) de acuerdo a la norma AISI por ser un material de fácil maquinado que nos garantizará un largo tiempo de vida útil en las condiciones de uso al que será sometido. Debido a su concentración química (0.18% C) nos ofrece una muy baja resistencia a la tracción, abrasión y al desgaste, muy baja tenacidad y dureza (de acuerdo a la funcionalidad de la pieza no se requieren mayores exigencias mecánicas).

El proceso de fabricación consiste en:

1. Tornear y fresar pieza según dibujo.
2. Matar filos y roscar barrenos.
3. Ensamblar pieza de acuerdo al ensamble.

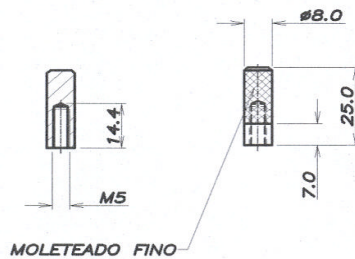


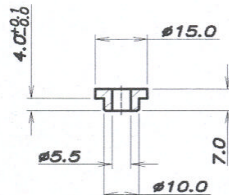
Imagen 4.3.1.8: Mango para Perno Gauge, pieza número 6.

El Mango para Perno Gauge mostrado es la pieza número 6, se fabricará de acero 1018 (CRS, cold rolled) de acuerdo a la norma AISI por ser un material de fácil maquinado que nos garantizará un largo tiempo de vida útil en las condiciones de uso al que será sometido. Debido a su concentración química (0.18% C) nos ofrece una muy baja resistencia a la tracción, abrasión y al desgaste, muy baja tenacidad y dureza (de acuerdo a la funcionalidad de la pieza no se requieren mayores exigencias mecánicas).

El proceso de fabricación consiste en:

1. Tornear y moletar pieza según dibujo.
2. Matar filos y roscar barreno.
3. Ensamblar pieza de acuerdo al ensamble.

Imagen 4.3.1.9: Grapa para Sujetar Bujes, pieza número 7.



La Grapa para sujetar Bujes Guía mostrada es la pieza número 7, se fabricará de acero 1018 de acuerdo a la norma AISI se fabricará de acero 1018 (CRS, cold rolled) de acuerdo a la norma AISI por ser un material de fácil maquinado que nos garantizará un largo tiempo de vida útil en las condiciones de uso al que será sometido. Debido a su concentración química (0.18% C) nos ofrece una muy baja resistencia a la tracción, abrasión y al desgaste, muy baja tenacidad y dureza (de acuerdo a la funcionalidad de la pieza no se requieren mayores exigencias mecánicas).

El proceso de fabricación consiste en:

1. Tornear pieza según dibujo.
2. Matar filos.
3. Ensamblar pieza de acuerdo al ensamble.

Como hasta el momento ya contamos con los dibujos del diseño, conocemos los procesos de fabricación de todos los componentes de nuestro herramental y tenemos los materiales a emplear, resulta una tarea sencilla el elegir las máquinas en las que fabricaremos nuestras piezas, solamente necesitamos tomar en cuenta las siguientes consideraciones, analizarlas y elegir la máquina y recurso humano óptimo, para cumplir con éxito el maquinado de cualquier pieza, sin importar su complejidad de manufactura, ya sea técnica o por cuestiones de calidad exigentes:

1. Debemos elegir la máquina mejor preparada en ese momento para fabricar la pieza en cuestión, es decir, que máquina cuenta en su magazín con las herramientas disponibles de acuerdo a las necesidades de la pieza a fabricar.
2. Es menester, identificar que máquina esta provista con los ejes de movimiento y sujeciones necesarios e ideales para maquinar la pieza con el menor número de montajes y desmontajes, es importante hacer notar que el maquinar una pieza de trabajo con el menor número de sujeciones además de reducir los tiempos y costo de manufactura nos permitirá obtener piezas con mayor calidad por lo que aseguraremos con una mayor confianza el que la pieza cumpla con las especificaciones geométricas que nos exige el dibujo de diseño.
3. Es conveniente elegir la máquina que cumpla con los puntos anteriores y que a su vez sus carreras de movimiento se ajusten a lo necesario de acuerdo a las dimensiones de la pieza, considerando largos y geometrías tanto del o los porta herramientas, herramientas de corte y medios de sujeción de la pieza de trabajo para completar con éxito las operaciones de corte para las que se eligió.
4. Una vez completados los puntos anteriores es necesario adecuar los horarios de los operadores de las máquinas para que cada uno de ellos se encuentren operando la máquina en la que durante su turno laboral realicen las operaciones de maquinado, ideales según sus habilidades.

4.3.2 Preparación de máquina y maquinado de las piezas que conforman nuestro herramental

El primer paso durante la preparación de una Máquina Fresadora o Torno CNC es su programación considerando el lenguaje con que este provista la máquina, éste puede ser SIEMENS, HEIDENHAIN, etc. El programa va ser consecuencia de las especificaciones geométricas que indique el dibujo de la pieza que nos disponemos a maquinar y tendrá que ser guardado en la memoria de la máquina con algún nombre que nos permita saber con facilidad a que pieza pertenece.

Durante el proceso de programación tuvimos que haber elegido las herramientas de corte a utilizar por lo que ahora es necesario asegurarse que las herramientas se encuentren en óptimas condiciones y en caso contrario hacer los cambios necesarios, en este paso es importante tomar en cuenta el material de la pieza a maquinar y si éste cuenta con algún tratamiento térmico que nos obligue a utilizar alguna herramienta de corte que este provista de algún inserto especial, adecuado para material con propiedades mecánicas específicas como alguna dureza determinada. En seguida es necesario ajustar el offset (offset, se refiere al largo de las herramientas de corte, considerando desde el portaherramientas, la herramienta de corte y según sea el caso del inserto de corte) real de las herramientas para evitar cualquier error de calidad por tal motivo. Al final de esta selección y utilización de porta herramientas, herramientas de corte y/o insertos de corte será necesario determinar si una vez extrayendo de nuestro stock las necesarias, nuestros niveles de inventario siguen siendo aceptables, si no es así deberemos pedir a la persona encargada del almacén que se encargue de solicitar la compra los materiales necesarios.

Los solubles para el enfriamiento de las herramientas y pieza de trabajo deben ser probados antes de su uso, es decir, que es importante el conocer si su concentración es la adecuada para garantizar el correcto enfriamiento tanto de las herramientas de corte como

de los materiales a trabajar, lo anterior es un punto muy importante ya que de eso depende el tiempo de vida útil de nuestras herramientas y el maquinado exitoso de nuestra pieza de trabajo en cuestiones de calidad, ya que al enfrentarnos al cumplimiento de especificaciones geométricas en el rango de las micras de milímetro cualquier factor como éste, nos afecta para conseguir la calidad del trabajo.

Una vez asegurados los pasos anteriores, debemos proveernos de los elementos de sujeción adecuados para empotrar eficazmente nuestra pieza de trabajo durante su maquinado, estos elementos de sujeción pueden ser prensas, paralelas, asientos de geometrías diversas, grapas de formas varias, tornillos especiales, tuercas, boquillas, shocks, mandriles, etc. Después de elegir la manera óptima de sujetar la pieza de trabajo es necesario que se careé o maquinen a limpiar las caras involucradas en la sujeción y alineamiento del material, esto con el fin de especificar el origen del maquinado, buscar desde el inicio la perfección en la calidad y asegurarnos de que el material en bruto en realidad nos permita obtener la pieza a fabricar. Para alinear el material ya careado nos apoyaremos dependiendo de nuestras necesidades de calidad, con una bailarina, un indicador de carátula (ya sea de centésimas o micras de milímetro) o un palpador con punta de rubí o diamante y si incluimos tornillos o tuercas como elementos de sujeción nos valdremos de un torquímetro para evitar excesos en la presión de apriete y factores que nos impidan alcanzar nuestros objetivos de calidad.

Finalmente, al haber concluido adecuadamente los pasos anteriores es posible empezar el maquinado de la pieza de trabajo en cuestión. Es necesario llevar a cabo cada uno de los pasos anteriores con cada una de las piezas a manufacturar (con excepción de verificar las concentraciones del soluble ya que la verificación y cambio de refrigerantes puede establecerse se lleve a cabo de manera periódica de acuerdo con la utilización de la máquina en particular) para asegurar el éxito del maquinado de acuerdo a las especificaciones geométricas del dibujo de la pieza. Ahora bien, si se cree necesario es posible simular el maquinado de la pieza para disminuir el riesgo de choque de la

herramienta de corte con el material de trabajo o con alguno de nuestros elementos de sujeción.

Durante el maquinado y dependiendo de las características geométricas de la pieza, todos o algunos de los pasos anteriores serán repetidos hasta terminar la pieza por completo, ya que en la pieza además de torneado requerirá de fresado, o posiblemente no bastará de una sujeción en fresa o torno para completar los requerimientos del dibujo.

Al terminar la manufactura de cada pieza es importante que antes de llevarla a alguna otra área, se eliminen los filos ocasionados por el maquinado del material para evitar accidentes. Al finalizar tal operación, es conveniente que calidad se encargue de inspeccionarla para verificar que cumpla con las especificaciones de dibujo y que puede enviarse al área de ajuste. Habrá algunas piezas que requieran por su función en el dispositivo una inspección del personal de calidad más minuciosa, con máquinas más especializadas, como pueden ser máquinas Scan Max o Máquinas de Medición por Coordenadas, dichas piezas deben ser identificadas a juicio del personal responsable de su ajuste o simplemente porque su función en el dispositivo así lo exige y es necesario verificarse a detalle.

En este punto, la fase de fabricación de los componentes del Dispositivo para Verificar las Posiciones de Maquinado del Soporte Agregados de Motor ya está terminada, por lo que lo único que nos resta, es entregarle al responsable del área de ajuste para asegurar su conformidad todas las piezas que componen nuestro herramental, para esta labor es necesario guiarse a través de la lista de partes del diseño para asegurarnos que estamos entregando de cada dibujo la pieza o el total de piezas solicitadas en cada uno de ellos y todas ellas evaluadas por el área de calidad, para asegurarle al área de ajuste que por cuestiones dimensionales no tendrán ningún problema.

4.4 Ajuste del dispositivo para Verificar las Posiciones de Maquinado del Soporte Agregados de Motor

El proceso de ajuste es un trabajo técnicamente especializado, sumamente importante, que nos permite asegurar el éxito en el ensamble de un herramental. El hecho de que un herramental se encuentre en el área de ajuste no significa armar el dispositivo como si fuera un rompecabezas, significa más bien, conocer y entender el funcionamiento del herramental aunado con las especificaciones dimensionales con que debe cumplir, para que a partir de ese entendimiento sea posible desarrollar un plan que nos permita asegurar la construcción perfecta del Dispositivo de Calidad, por tal motivo es importante mencionar el siguiente objetivo:

Preparar, ajustar y ensamblar a través de la integración de diversas áreas del Taller de Herramentales y un plan bien diseñado, las piezas que componen nuestro Dispositivo de Inspección, para que con la aprobación de nuestro metrologo y su Máquina de Medición por Coordenadas verifique y libere el dispositivo debido a que cumple con las especificaciones dimensionales que nuestro diseño exige por medio del dibujo de ensamble que refleja los requerimientos de nuestro cliente a través del dibujo del producto.

4.4.1 Plan y proceso de ajuste-ensamble-ajuste de las piezas que conforman el dispositivo

Antes de empezar a analizar cual será la mejor estrategia a ejecutar para diseñar el plan que nos permita construir nuestro dispositivo, es necesario aclarar que hasta el

momento en el inicio de este capítulo nos reunimos con las diferentes áreas involucradas en el proceso de fabricación de nuestro herramental y en tal reunión definimos los diferentes procesos individuales necesarios para fabricar y ajustar cada una de las piezas que conforman el dispositivo de inspección, por lo que ese es un punto cubierto al cual no es necesario invertirle mayor tiempo, de tal manera que para empezar a definir nuestro plan de ensamble solo nos resta solicitar a nuestro almacén de herrajes y refacciones que nos entregue los materiales estándar que requerimos para construir por completo el herramental, establecidos en la lista de partes que complementa el diseño del dispositivo que en nuestro caso son tortillería de medidas varias, prisioneros, pernos estándar de medidas varias, resortes y dos clamps o grapas para sujeción de nuestra pieza al momento del chequeo.

Como hasta el momento ya contamos con los componentes materiales necesarios para definir por completo nuestro herramental, ahora lo único que nos resta es elaborar el plan de avance para el ensamble, para lograrlo nos apoyaremos en los dibujos de ensamble incluidos en el Capítulo 3 ya que es necesario analizarlos para entender los requerimientos tanto funcionales como de calidad que nos exige a través del diseño del herramental tanto el dibujo del producto como nuestro cliente interno.

Partiendo del análisis global de lo que será nuestro proceso de ajuste, debemos encontrar la manera óptima de ajustar y ensamblar o ensamblar y ajustar nuestro herramental, según sea el caso, partiendo de la preparación individual de cada pieza que conforma el herramental hasta el inicio de ajuste del ensamble, sus avances y termino de su construcción, como lo describe el siguiente diagrama 4.4.1.1, cabe mencionar que en este diagrama solamente se hará referencia al plan de avance durante el ajuste del ensamble ya que el ajuste de cada pieza se tocó en el subcapítulo anterior, también tomaremos en cuenta que cada pieza fue inspeccionada y aprobada por nuestro metrologo:

Nota 4.4.1.1 (Durante todo el proceso de diseño y fabricación del herramental): Durante toda labor de ensamble el orden, la limpieza y la disciplina con la que se ejecute cada actividad será la diferencia entre el éxito y el fracaso. En particular la limpieza de cada una de las piezas y las áreas de contacto entre ellas a la hora del ensamble deberá ser

impecable, haciendo uso de ser necesario de algún solvente y/o de un sistema de limpieza por aire a presión.

Nota 4.4.1.2: Durante cualquier labor de ajuste y/o inspección del dispositivo como ensamble nos deberemos asegurar que el alineamiento y centrado de nuestro herramental sea hecho haciendo uso del canto de la placa base (pieza 1) establecido como “Cara de Alineamiento” y del barreno establecido como “Barreno de Referencia”, la cara de alineamiento y el barreno de referencia fué determinado en el punto indicado en el dibujo de ensamble durante la revisión del diseño por las áreas involucradas para garantizar que durante todo el proceso de fabricación y ajuste del herramental la forma de alineamiento y centrado fuera la misma en todo momento y estuviera disponible en todo momento.

Nota 4.4.1.3: El rectificado de los bujes que fungirán como asientos del Soporte Agregados de Motor tiene que realizarse ya ensamblados en la placa base para garantizar la misma altura en las tres piezas a través del menor esfuerzo hombre-máquina.

Nota 4.4.1.4: en el paso 1 (ensamble de piezas 14, 16, 22 y 25 a pieza 1) la placa base cumple dimensionalmente con todos sus requerimientos de calidad con excepción del barreno inclinado ya que este será ajustado hasta el paso número 4 en donde, como ensamble, se retocarán todas posiciones de las placas secundaria, terciaria, cuaternaria y soporte lateral del dispositivo, esto fué planeado de esta forma para optimizar los ajustes una vez que se verificó que es posible realizar el ajuste del barreno inclinado en la fresadora cnc elegida, ya que el cabezal de la máquina en conjunto con el portaherramientas y la misma herramienta pueden llegar hasta dicho barreno inclinado al ser suficiente el espacio de trabajo disponible.

Nota 4.4.1.5: El rectificado exterior de bujes debe efectuarse hasta conocer las dimensiones finales del barreno en el cual será ensamblado una vez que su posición fue lograda, para asegurar un ajuste perfecto de acuerdo a la norma DIN 7160, si el diámetro del barreno y en consecuencia el diámetro exterior del buje cambiaron con respecto del

especificado en el diseño del dispositivo es necesario actualizarlo en el archivo del mismo. El rectificado exterior e interior de los bujes debe ser hecho de un solo montaje de la pieza en la máquina rectificadora cilíndrica ya que es necesario asegurar la concentricidad especificada en el dibujo y esa es la forma óptima de lograrlo.

Nota 4.4.1.6: Si la nota anterior causó alguna duda acerca del momento indicado para rectificar los pernos que se guiarán en los bujes mencionados, la respuesta es que estos pueden ser rectificadas antes o después del rectificado de bujes, si es antes solamente se tendrán que contemplar las medidas de los mismos al momento de rectificar los bujes para darle a estos el ajuste correcto y si es después, el ajuste de los pernos deberá efectuarse contemplando el ajuste final del buje de tal forma que la decisión del momento en que deben ser rectificadas los pernos podrá ser tomada solamente considerando la carga de trabajo del área de rectificado cilíndrico. Es importante tomar en cuenta lo anterior a pesar de que el rectificador debe ejecutar su trabajo de acuerdo al ajuste de la pieza especificado en su dibujo debido a que estos dispositivos son complejos y la experiencia es un factor importante que puede evitarnos trabajo de más y por ende elevar nuestros costos, debido a que cualquier holgura amplia en el ajuste del perno contra el buje (Buje en su tolerancia máxima y Perno en su tolerancia mínima) puede ocasionarnos problemas de posición por la proyección del perno soportado en su buje guía a la distancia en que verificará la posición.

Nota 4.4.1.7: Cada buje debe ser asegurado con una grapa (piezas número 20 y pieza 34) que funja como tope, no evitará su movimiento haciendo contacto con él ya que ésta solamente será ensamblada para evitar que el buje salga, ya que al ensamblarla esta no tocará el buje por el hecho de que estará a una distancia de 5 centésimas de milímetro del buje como limitadora del movimiento del buje. Evitamos el contacto de la grapa con el buje debido a que ésta al ejercer presión sobre el buje podría sacarlo de posición en consecuencia de la deformación del buje como respuesta de la fuerza que estaría actuando sobre éste. Cada grapa deberá ser ensamblada como acción inmediata al momento en que se acepto mediante la inspección debida la posición y perpendicularidad del buje como ensamble.

Nota 4.4.1.8: Una vez inspeccionadas las posiciones y perpendicularidad de los pernos como ensamble, es menester que el paso inmediato sea el ensamblar los tornillos que servirán como guía y tope de funcionamiento de cada perno como lo indica el diseño a través de sus planos.

DIAGRAMA DE AJUSTE-ENSAMBLE-AJUSTE DEL DISPOSITIVO PARA VERIFICAR LAS POSICIONES DE MAQUINADO DEL SOPORTE AGREGADOS DE MOTOR DE UN AUTOMOVIL DEPORTIVO

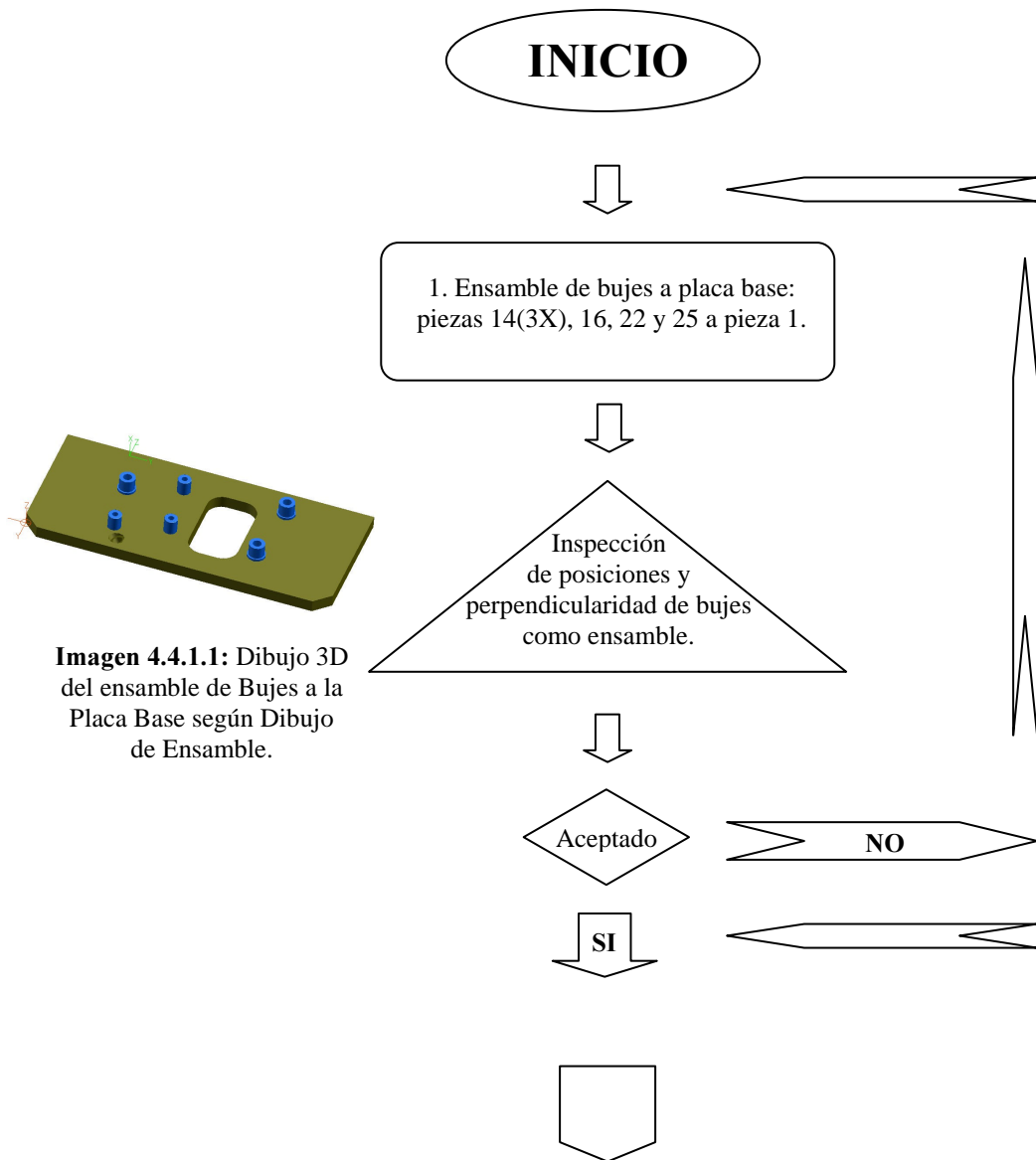


Imagen 4.4.1.1: Dibujo 3D del ensamble de Bujes a la Placa Base según Dibujo de Ensamble.

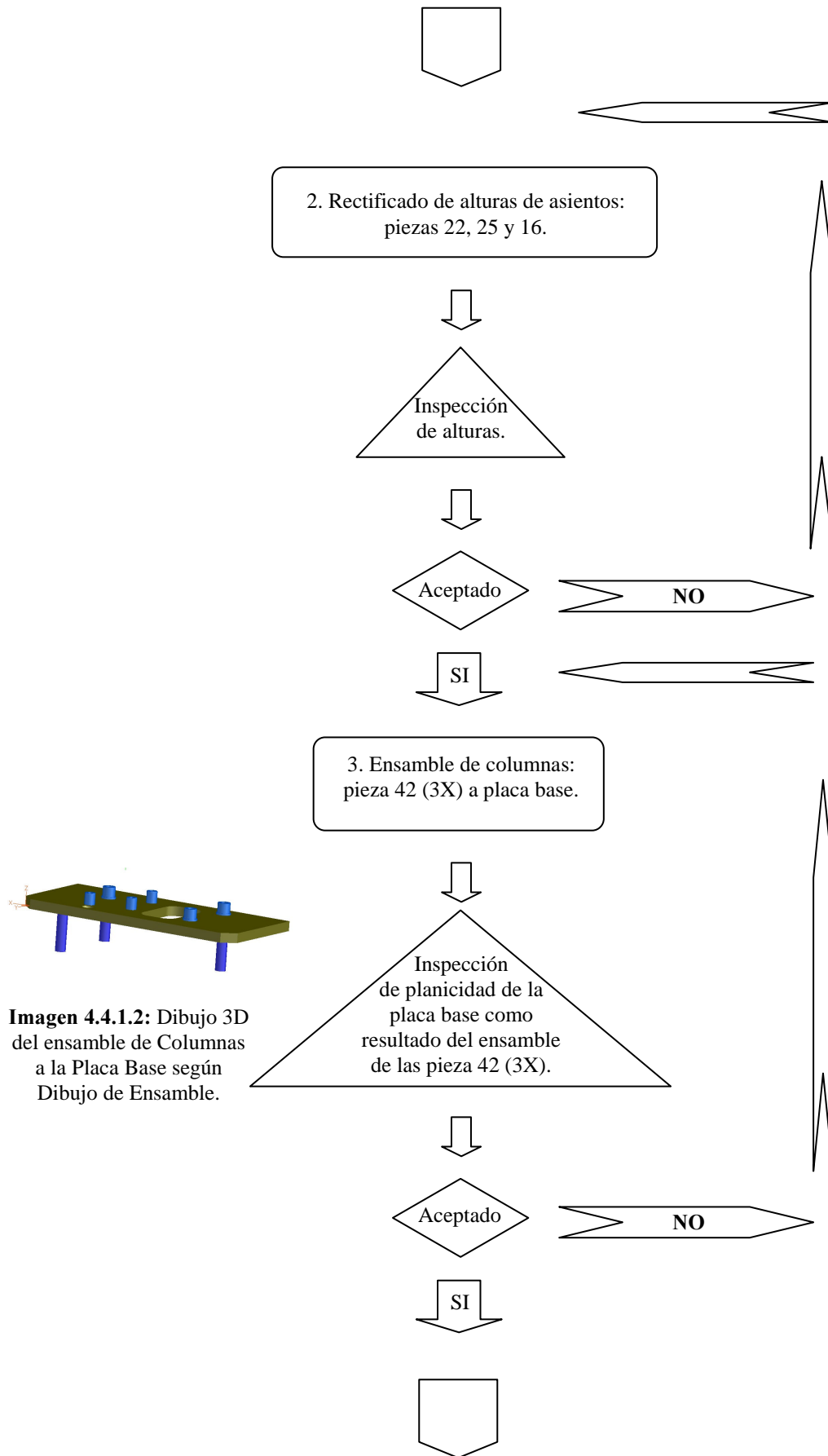
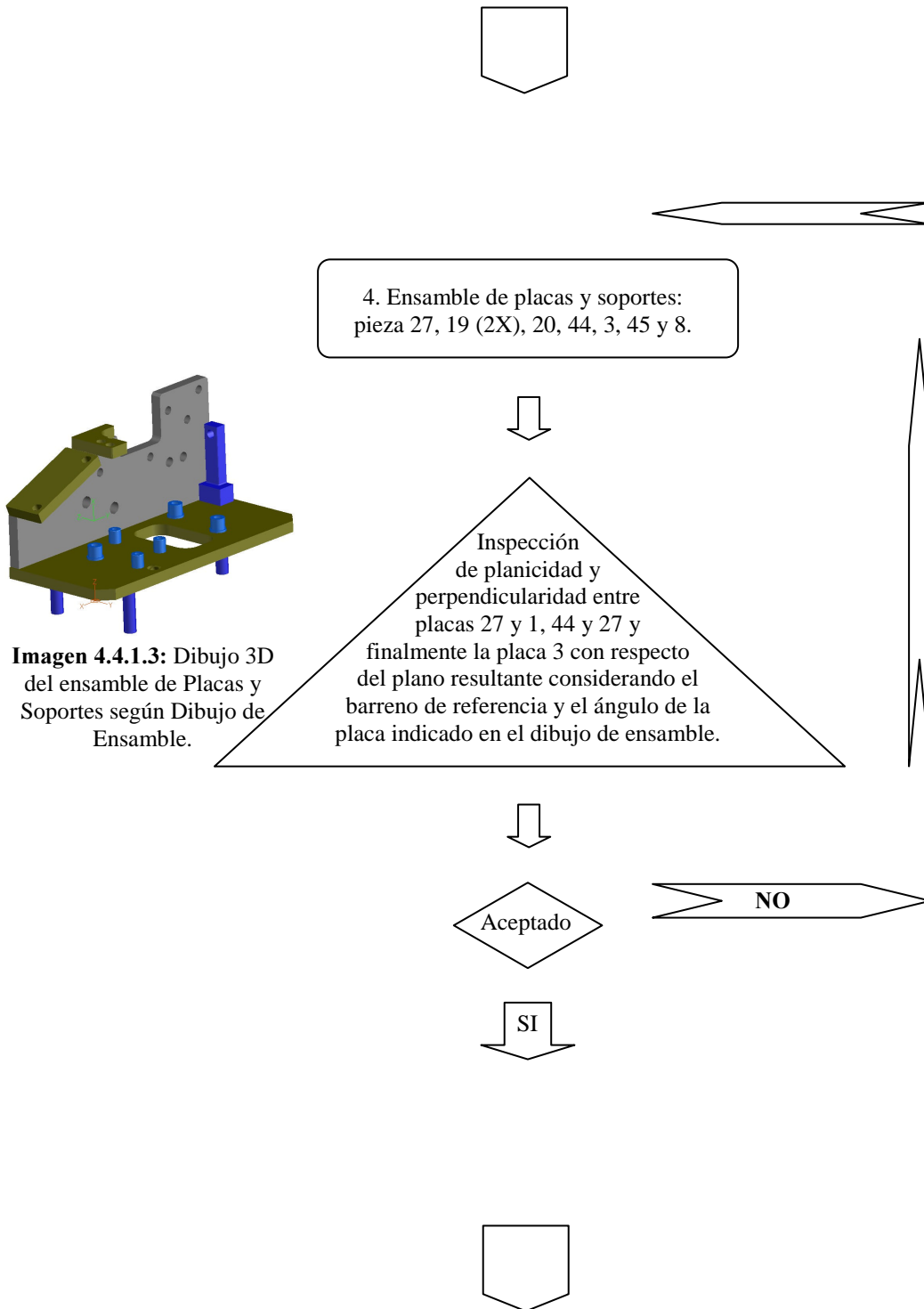


Imagen 4.4.1.2: Dibujo 3D del ensamble de Columnas a la Placa Base según Dibujo de Ensamble.



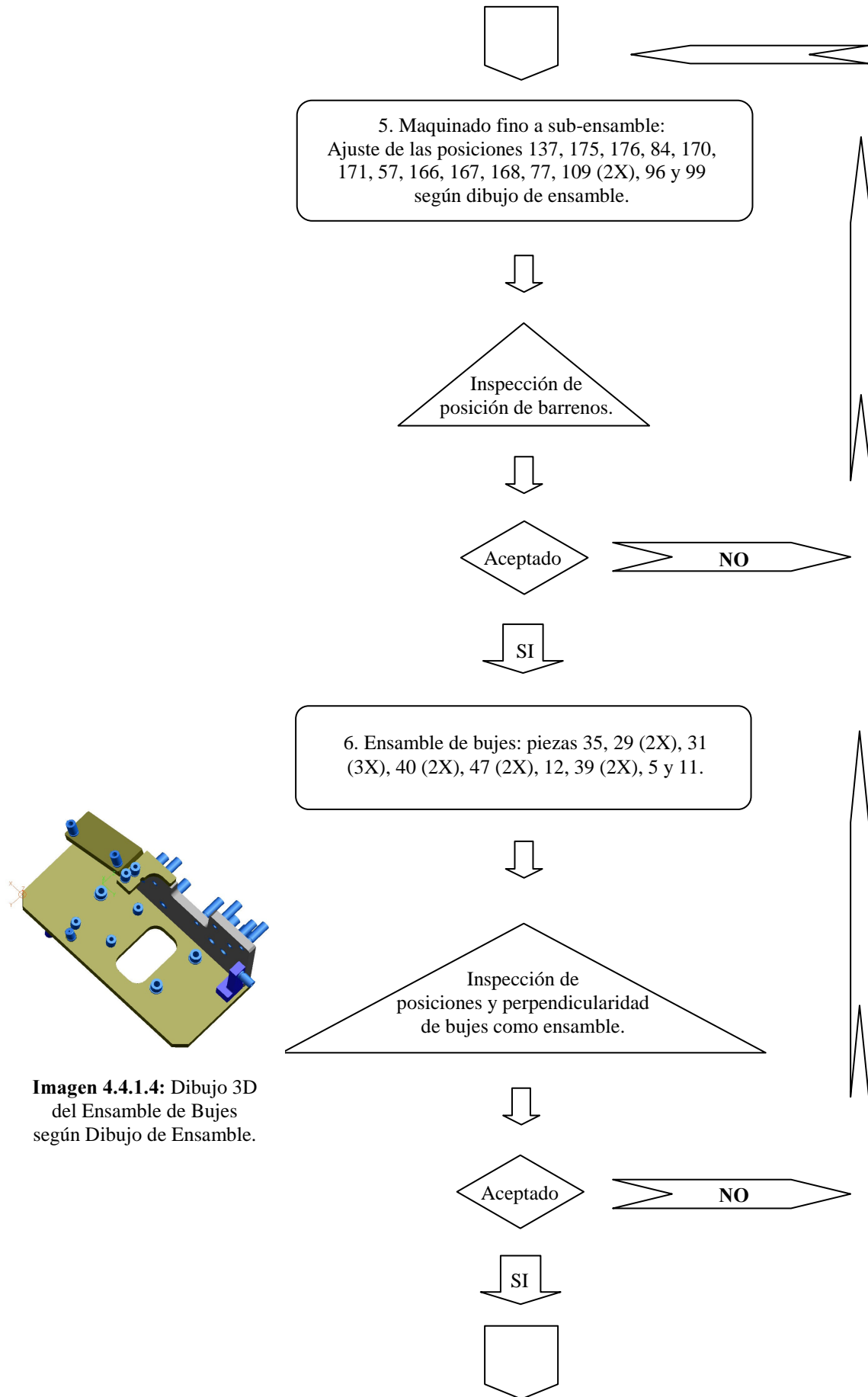


Imagen 4.4.1.4: Dibujo 3D del Ensamble de Bujes según Dibujo de Ensamble.

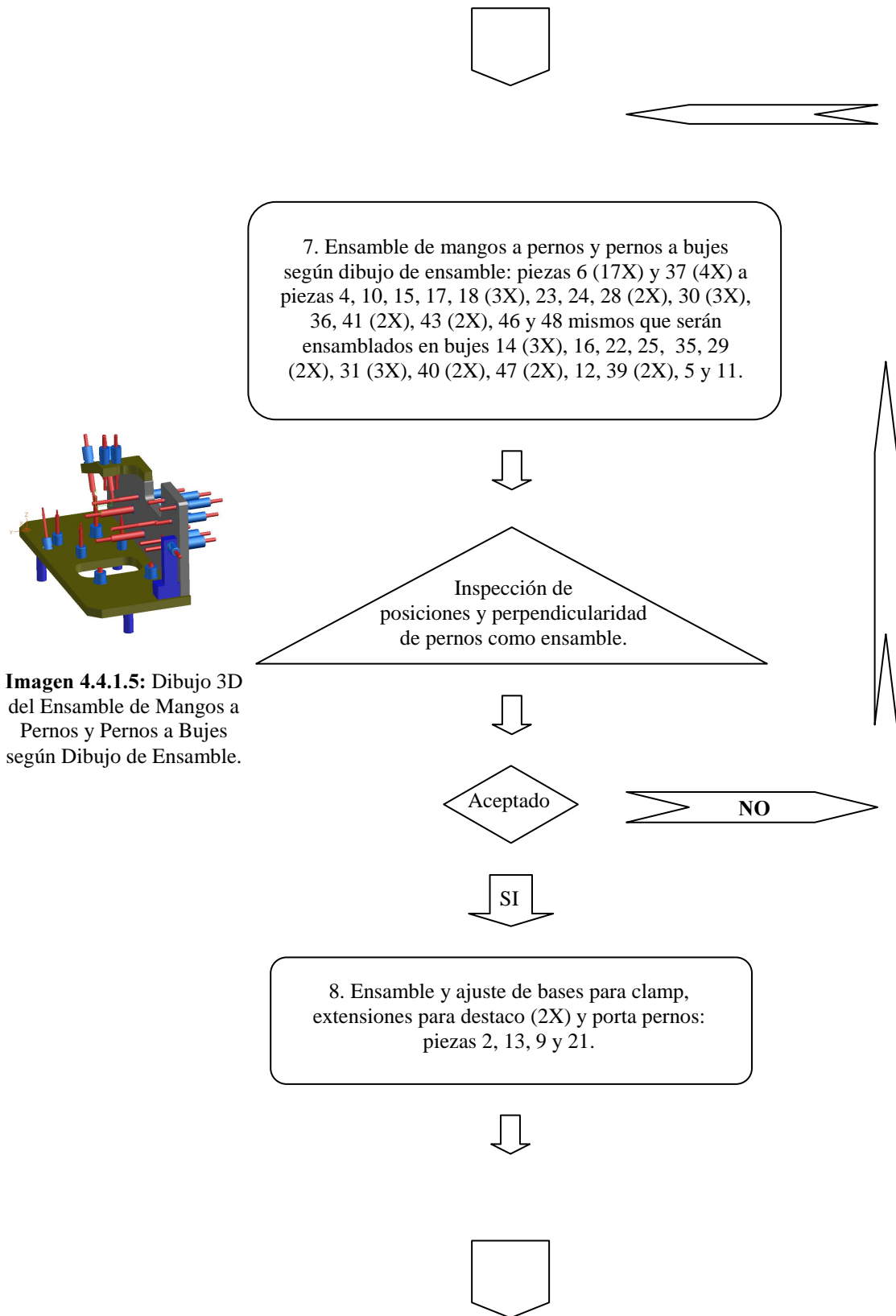


Imagen 4.4.1.5: Dibujo 3D del Ensamble de Mangos a Pernos y Pernos a Bujes según Dibujo de Ensamble.

7. Ensamble de mangos a pernos y pernos a bujes según dibujo de ensamble: piezas 6 (17X) y 37 (4X) a piezas 4, 10, 15, 17, 18 (3X), 23, 24, 28 (2X), 30 (3X), 36, 41 (2X), 43 (2X), 46 y 48 mismos que serán ensamblados en bujes 14 (3X), 16, 22, 25, 35, 29 (2X), 31 (3X), 40 (2X), 47 (2X), 12, 39 (2X), 5 y 11.

Inspección de posiciones y perpendicularidad de pernos como ensamble.

Aceptado

NO

SI

8. Ensamble y ajuste de bases para clamp, extensiones para destaco (2X) y porta pernos: piezas 2, 13, 9 y 21.

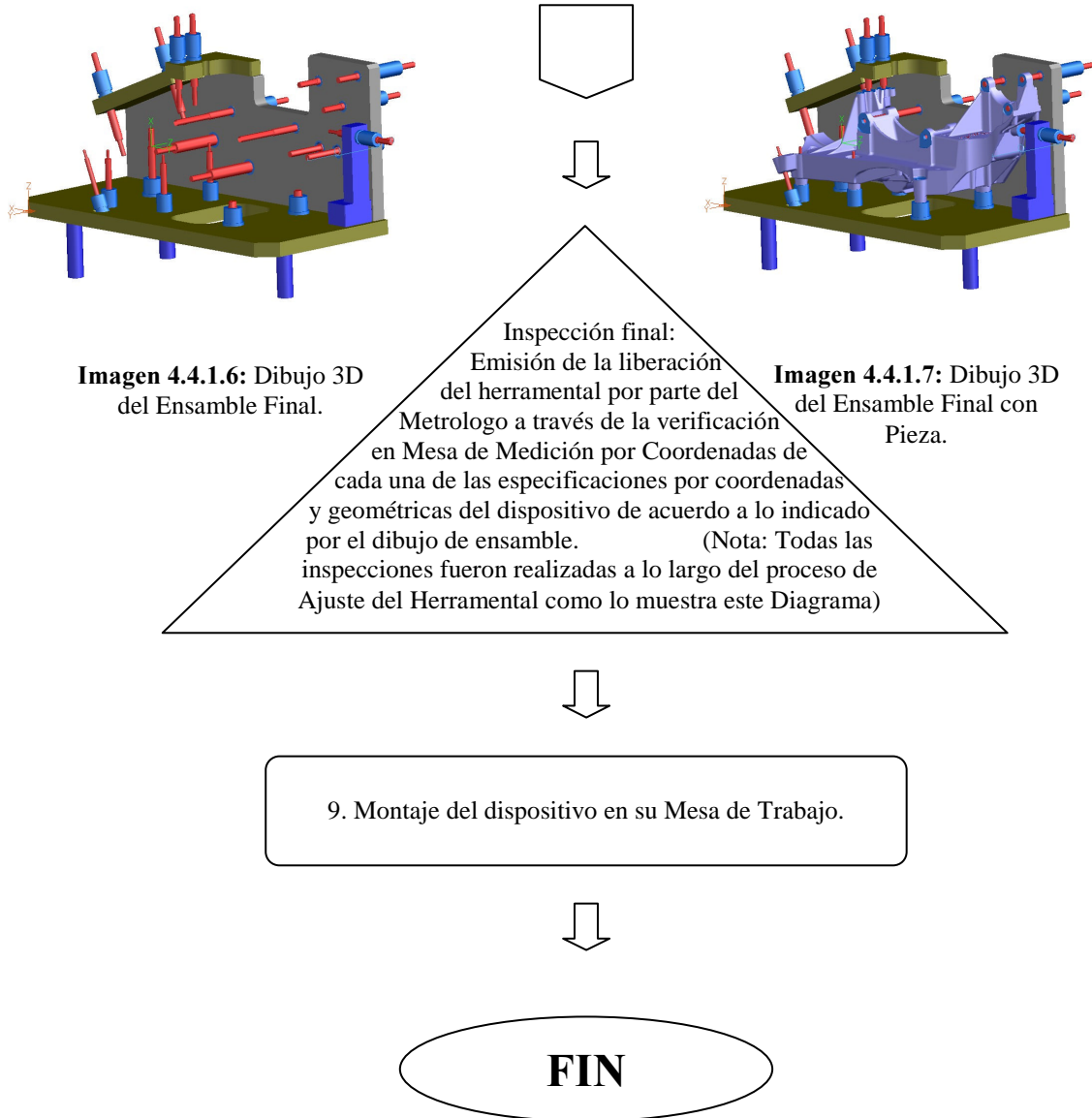


Imagen 4.4.1.6: Dibujo 3D del Ensamble Final.

Imagen 4.4.1.7: Dibujo 3D del Ensamble Final con Pieza.

Inspección final:
Emisión de la liberación del herramental por parte del Metrologo a través de la verificación en Mesa de Medición por Coordenadas de cada una de las especificaciones por coordenadas y geométricas del dispositivo de acuerdo a lo indicado por el dibujo de ensamble. (Nota: Todas las inspecciones fueron realizadas a lo largo del proceso de Ajuste del Herramental como lo muestra este Diagrama)

9. Montaje del dispositivo en su Mesa de Trabajo.

FIN

Fuente de Diagrama 4.4.1.1: “Según Autor”

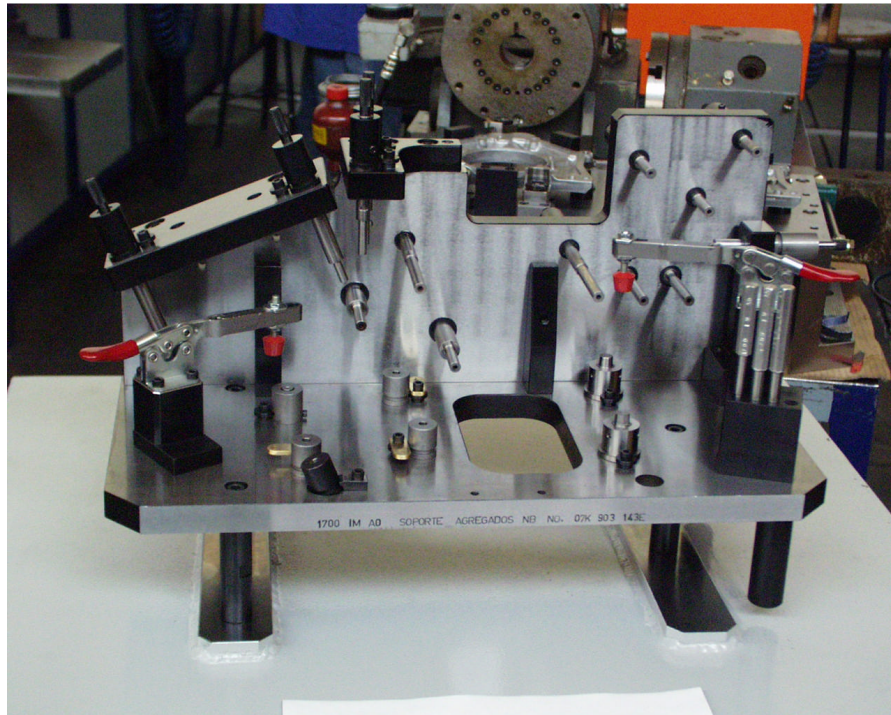


IMAGEN 4.4.1.8: Dispositivo para Verificar Posiciones de Maquinado del Soporte Agregados de Motor de un Automóvil Deportivo.

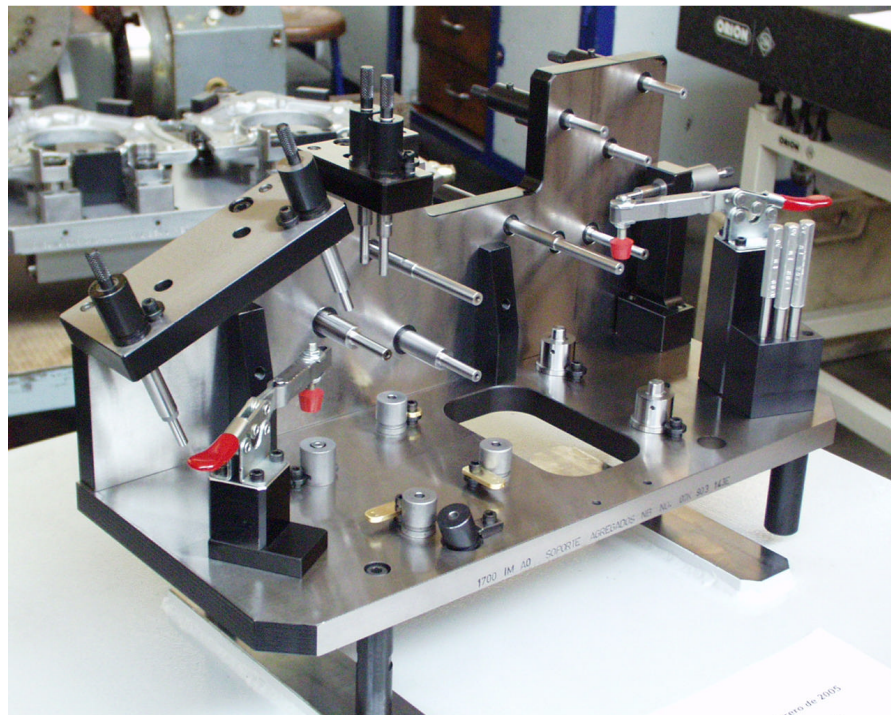


IMAGEN 4.4.1.9: Dispositivo para Verificar Posiciones de Maquinado del Soporte Agregados de Motor de un Automóvil Deportivo.

5. CONCLUSIONES

Durante la presente tesis desarrollamos el Proceso de Diseño y Fabricación del Dispositivo para Verificar Posiciones de Maquinado del Soporte Agregados de Motor de un Automóvil Deportivo, lo anterior fue complementado con observaciones y notas de todo tipo que deben tomarse en cuenta para asegurar el éxito en cada avance del proceso. Por tal razón, lo único que nos queda pendiente para concluir nuestra tesis es argumentar que nuestro trabajo realmente nos proporciona amplios conocimientos particulares y generales, en cuestiones prácticas y técnicas que intervienen en dicho proceso y que deben ser de gran utilidad en proyectos similares, para tomar las decisiones importantes en la elección de los recursos humanos, materiales y tecnológicos que nos garantizarán la menor inversión financiera y de tiempo por la efectividad, eficacia y eficiencia con la que fueron desarrollados los procesos involucrados en el diseño, fabricación y ajuste de nuestro dispositivo de calidad.

Las notas y/o consejos documentados a lo largo de esta tesis referentes a aspectos o detalles técnicos no deben pasarse por alto cuando se trabaje en proyectos del tipo, ya que cada nota es soportada por la experiencia y conocimientos del autor que nos evitarán tropiezos, así como también pérdidas de tiempo y/o recursos de todo tipo.

Ahora bien, es menester aclarar que cada Hard Gauge que debemos diseñar, fabricar y ajustar es un proyecto diferente a todos los demás por lo que debemos ser cuidadosos en el entendimiento y en consecuencia aplicación de nuestros conocimientos y experiencia teórica y técnica al momento de trabajar con medios de control, para evitar retrasos y asegurar avances al complementar lo mencionado con el uso tanto de nuestro sentido común como de nuestro criterio aplicado a la situación en particular a la que nos estemos enfrentando.

Las Máquinas de Medición por Coordenadas durante mucho tiempo fueron la única herramienta con que se aseguraba la calidad de los productos que manufactura la industria de autopartes, hasta el momento en que su uso se iba haciendo mas caro debido a que las exigencias globales del consumismo en la compra de vehículos automotores fueron incrementando la cantidad y variedad de piezas a producir o porque las exigencias de calidad se fueron cerrando al grado que los procesos debían ser monitoreados con mayor frecuencia lo que generó mayor demanda de dichas Máquinas de Medición por Coordenadas siendo que la capacidad instalada o número de máquinas era la misma, tales condiciones requerían de más máquinas costosas (en promedio con un valor de ciento cincuenta mil dólares), más gente especializada con sueldos altos para mantenerlas en operación las 24 horas, más costos de mantenimiento por requerir un preventivo especializado con un mínimo de una vez por año, mantenimiento predictivo de acuerdo a las indicaciones del proveedor y/o manuales de operación y mantenimiento correctivo a través del personal especializado y costoso del proveedor así como sustitución de refacciones especiales que al mismo proveedor debemos adquirirle, más espacio con significado alto en costos ya que tales máquinas requieren ser ubicadas en laboratorios con una atmósfera controlada y cimentación que evite que las vibraciones la afecten y en general en el aumento de los costos fijos de la compañía.

Las razones anteriores fueron los motivos por los cuales la industria automotriz fue adoptando el uso de los Hard Gauges, siendo Ford el pionero a través de su certificación Q1, ya que por medio de ellos evitaron al máximo el aumento de costos como consecuencia de los puntos anteriores, siendo estos el medio alternativo de control para asegurar la calidad de los procesos de manufactura ya que generalmente tienen una vida útil que en promedio alcanza los 5 años con el mantenimiento y operación adecuado (cantidad de años que en estos tiempos generalmente supera el ciclo de vida del producto como parte original) que no representa de mayor costo al sueldo de nuestro operador de producción quien debe encargarse de mantenerlo limpio en todo momento y frecuentemente aceitado para protegerlo del uso normal y de la atmósfera de trabajo que domina en una nave de

maquinado cnc de autopartes de aluminio y zamac, todo ello sin afectar la productividad del mismo ya que dichas operaciones pueden ser ejecutadas mientras las máquinas cnc trabajan en el maquinado de las piezas, además estos dispositivos requieren de una inversión inicial que en promedio oscila entre los 15,000 mil y 40,000 mil usd dependiendo de su complejidad, la cual es medida y cotizada como fue mencionado en el capítulo tres a través de las respectivas bases de datos del producto, tal costo puede ser recuperado considerando como base el costo por hora de una Máquina de Medición por Coordenadas en un tiempo promedio de 8 y 24 meses respectivamente y si ahora tomamos en cuenta que cada día adicional al tiempo mencionado utilizáramos una Máquina de Medición por Coordenadas para asegurar nuestro proceso nos costaría en promedio entre 180 y 360 usd nos damos cuenta que el breve análisis costo beneficio realizado nos indica que el Hard Gauge es una buena alternativa funcional. Otra gran ventaja de este tipo de medios de control es que son operados fácilmente al lado de nuestro proceso de manufactura y sin necesidad de energía eléctrica por lo que hace una gran diferencia en comparación de nuestra Máquina de Medición por Coordenadas que si la requiere forzosamente pero, la gran ventaja de la Máquina de Medición por Coordenadas sobre nuestro dispositivo es que nos dice además de que la pieza es aceptada porque cumple con todas las especificaciones de calidad o no porque no cumple con alguna de ellas, que debemos hacer para corregir el proceso de manufactura leyendo las indicaciones de la misma a través del reporte dimensional que nos imprime, a diferencia del Hard Gauge que no puede decirnos con exactitud ya que únicamente es capaz de decirnos si la pieza es aceptada por completo o no porque alguna característica geométrica fue maquinada fuera de tolerancia sin indicarnos que debemos hacer para corregir el proceso de manufactura por lo que una vez detectada una pieza con algún defecto dimensional debe ser llevada al área de metrología en donde es medida para saber que debemos modificar dentro del proceso para continuar maquinando piezas que por completo cumplan con los requerimientos de calidad. Así pues de esto podemos decir que nuestro dispositivo de calidad y la Máquina de Medición por Coordenadas son un complemento que optimizan los costos de calidad de nuestro proceso de manufactura.

Es importante mencionar que a este tipo de dispositivos se les tiene que realizar como mínimo una evaluación dimensional semestral para asegurar que sigue y seguirá brindándonos un servicio funcional con una confianza indudable al 100% en la verificación de las posiciones de maquinado de nuestras piezas. Ahora que si alguna de estas posiciones resultará fuera de especificación será necesario llevar el dispositivo a nuestro Taller Mecánico para realizarle la reparación o mantenimiento correctivo respectivo, en este punto es cuando nos damos cuenta y entendemos la importancia del por qué, estos dispositivos son diseñados con el concepto de bujes y pernos de verificación templados ya que estos elementos de nuestro herramental son las piezas que por su función se desgastan y por ende son las piezas que en caso de un mantenimiento correctivo tendrían que fabricarse y ajustarse, además de un posible pero no necesario retoque del ajuste del barreno en donde el buje se ubica, dicho lo anterior concluimos dicho capítulo y tesis afirmando que el presente trabajo cumple con su objetivo y mencionando que por lo documentado a lo largo de los cinco capítulos incluidos es posible entender que el concepto de diseño, los materiales elegidos, los procesos de fabricación, la estrategia de ajuste y liberación del dispositivo son los óptimos, además también aseguramos que la hipótesis se ha cumplido y superado debido a que en este último capítulo se aclaró por medio de un breve análisis costo beneficio que la decisión de contar con un medio de control de este tipo esta bien tomada al darnos cuenta que los recursos utilizados en su diseño y manufactura están muy bien invertidos.

GLOSARIO

Acero O1 (de acuerdo a la norma AISI), es un material que antes de someterse a tratamiento térmico es de fácil maquinado y que después del temple a 850°C con un revenido posterior alcanza una dureza de 56-58 HRc y por su composición química (0.90% C, 1.15% Mn, 0.50% Cr y 0.50% W) nos garantizará una alta resistencia al desgaste, abrasión, tracción, oxidación y aumenta la tenacidad y dureza por arriba de un 4140 R por su concentración de tungsteno, lo que nos asegurará un largo tiempo de vida útil en las condiciones de uso al que será sometido.

Acero 1018 o Cold rolled (CRS) (de acuerdo a la norma AISI), es un material de fácil maquinado, debido a su concentración química (0.18% C) nos ofrece una muy baja resistencia a la tracción, abrasión y al desgaste, muy baja tenacidad y dureza,

Acero 4140 R (de acuerdo a la Norma AISI), es un acero que por su composición química (0.40% C, 0.95 % Cr, 1.83% Ni y 0.25% Mo) nos permite aumentar su resistencia a la tracción, abrasión, desgaste, corrosión y oxidación, también aumenta la tenacidad y dureza por medio de un tratamiento térmico (alcanza una dureza entre 44-46 HRc, unidad de dureza en la escala Rodwell C).

Acero 4140 T (de acuerdo a la Norma AISI), es un acero ya tratado por su proceso de fabricación y que por su composición química (0.40% C, 0.95 % Cr y 0.20% Mo) nos permite aumentar su resistencia a la tracción, abrasión, desgaste, corrosión y oxidación, también aumenta la tenacidad y dureza (material tratado que ofrece una dureza entre 26-28 HRc, unidad de

dureza en la escala Rodwell C, a diferencia del 4140 R el 4140 T es un material ausente de Ni razón por la cual la dureza que tiene dicho material no es tan grande como lo alcanza un 4140 R con tratamiento térmico).

AISI, American Iron and Steel Institute o Instituto Americano del Hierro y el Acero.

Ajuste, cuando un conjunto de piezas que conforman un herramental, un dispositivo, una máquina, etc, son fabricadas por un conjunto de recursos tecnológicos, materiales y humanos, éstas normalmente requieren de ajuste para ser ensambladas con éxito, siendo que todas ellas deben encajar de manera precisa unas con otras o porque su conjunto debe funcionar de manera precisa para lograr el objetivo mecánico del herramental. Por ello es que el ajuste es la búsqueda de medidas con las cuales piezas de geometrías varias van encajar unas con otras según sean las necesidades, de tal forma que la adaptación entre ellas queda fijada por la diferencia de cotas de las superficies de ajuste. Finalmente, esta búsqueda de medidas se llevan a cabo por medio de la interacción armónica entre especialistas y máquinas capaces en conjunto de mecanizar acabados finos en el orden de las micras de milímetros, también a través de la ejecución de procesos varios como preparación de piezas basado en los fundamentos de la mecánica y tratamientos térmicos en general.

Ajuste H7, es la tolerancia dentro de la cual debe manufacturarse un barreno de cierto \emptyset para asegurar su calidad y funcionalidad.

AMEF, un AMEF puede ser descrito como un grupo sistematizado de actividades pensadas para: (a) Reconocer y evaluar la falla potencial de un producto/proceso y sus defectos, (b) Identificar acciones que podrían eliminar o reducir la posibilidad de que ocurra la falla potencial y (c)

Documentar el proceso. Es complementario al proceso de definir lo que un diseño o proceso deben hacer para satisfacer al cliente.

Barreno, es todo aquel agujero hecho por medio de algún cortador de un diámetro cualquiera a cierta profundidad o pasado en alguna pieza de trabajo.

C, es el elemento “carbono” especificado en la tabla periódica de los elementos.

CNC, Computer Numeric Control o Control Numérico por Computadora.

Cr, es el elemento “cromo” especificado en la tabla periódica de los elementos.

Despiece, consiste en dibujar individualmente todas y cada una de las piezas que conformarán el herramental y que de acuerdo a sus características geométricas son posible manufacturar con la maquinaria que el Taller de Herramentales esta provisto.

DIN, Deutsches Institut für Normung o Instituto de Normalización Alemán.

Diseño, la ingeniería de diseño se ha definido como “...el proceso de aplicar diversas técnicas y principios científicos con el objeto de definir un dispositivo, un proceso o sistema con detalles suficientes que permitan su realización... El diseño puede ser simple o enormemente complejo, fácil o difícil, matemático o no matemático, y puede implicar un problema trivial o uno de gran importancia”.

Dureza, es la propiedad que tienen los materiales para evitar ser penetrados.

Durómetro, es un aparato con el cual pueden realizarse lecturas que nos determinan la dureza de los materiales en diferentes escalas de dureza, éstas pueden ser escala Brinell, Vickers y/o Rodwell.

Electroerosión, es un mecanizado en el que el metal se arranca de la pieza a mecanizar al aplicar una fuerza electromotriz entre éste y el electrodo-útil sumergido en un líquido dieléctrico.

Especificaciones, son los items o posiciones a verificar, las medidas básicas, el origen, las cotas, los datums, tolerancias geométricas, vistas y cortes que se vayan a necesitar y normas con que deba diseñar, así como datos que especifique de manera escrita el dibujo del producto.

Fresado, es una operación mediante la cual puede quitarse material de una pieza empleando una o más fresas giratorias con uno o varios dientes.

Hard Gauge o Dispositivos de Control Duros, los cuales son aquellos herramientas fabricados en acero, para uso rudo, especiales para ser utilizados directamente en las líneas de producción.

Heidenhain, de acuerdo al punto que se toca en la presente tesis es el lenguaje de programación que controla las operaciones de nuestra máquina cnc.

Herramental, todo aquel medio de manufactura diseñado, fabricado y ajustado para resolver una necesidad de manufactura de una parte, pruebas de garantía y o control de calidad.

HRC, unidad de dureza en la escala Rodwell C.

Item, es una posición geométrica perfectamente acotada en un dibujo de ingeniería.

Magazín, es el dispositivo que sirve para almacenar y cambiar herramientas de manera automática en algunas máquinas fresadoras cnc.

Medios de control por atributos, son aquellos dispositivos de calidad también llamados hard gauges pasa-no pasa debido a que la información que nos proporcionan es si alguna especificación está o no dentro de tolerancia por coordenada o geométrica según sea el caso.

Medios de control por variables, a diferencia de los medios de control por atributos estos son aquellos que además de decirnos si alguna

especificación está o no dentro de tolerancia nos proporciona la medida cuantitativa de dicha especificación.

Mn, es el elemento “Manganeso” especificado en la tabla periódica de los elementos.

Mo, es el elemento “Molibdeno” especificado en la tabla periódica de los elementos.

Ni, es el elemento “Níquel” especificado en la tabla periódica de los elementos.

Offset, se refiere al largo de las herramientas de corte, considerando desde el portaherramientas, la herramienta de corte y según sea el caso del inserto de corte.

Rectificado, el proceso de limar metal por medio de una muela, bien conocido con el nombre de rectificado, es actualmente considerado como una de las operaciones básicas de mecanizado.

Siemens, de acuerdo al punto que se toca en la presente tesis es el lenguaje de programación que controla las operaciones de nuestra máquina cnc.

Soporte Agregados de Motor, es una autoparte de aluminio, la cual es ensamblada en el costado izquierdo de la parte frontal del Motor de un

Vehículo Automotor y en la cual se ensamblan: una bomba de aceite de la dirección hidráulica del automóvil, el alternador y el compresor del aire acondicionado del mismo, así como también el sistema de poleas y tensores que le dan vida a dichas piezas las cuales a su vez son activadas por el movimiento del motor ya que el sistema mencionado está conectado a él a través de una polea conectada al cigüeñal.

Torneado, es la operación de quitar material de una pieza mientras está girando en el torno; ello se hace mediante una herramienta de corte apropiada. Con esta operación se obtiene una pieza acabada que lo mismo puede ser cilíndrica que cónica.

Torquímetro, es el aparato con el cual podemos realizar medidas de la presión que ejerce algún elemento de apriete y sujeción como lo es un tornillo sobre el cuerpo que aprieta, en escala de fuerza por área como lo puede ser N/m^2 .

Tratamiento térmico, es un concepto que se emplea en la industria para describir un proceso mediante el cual pueden cambiarse las propiedades físicas de un metal sometiéndolo a la acción del calor. Hay dos razones principales para someter un acero a un tratamiento térmico: una es endurecerlo (templarlo), y la otra es ablandarlo (recocerlo).

W, es el elemento “Tungsteno” especificado en la tabla periódica de los elementos.

2D, dos dimensiones.

3D, tres dimensiones.

BIBLIOGRAFIA

Prontuario de metales
Tablas para la industria metalúrgica
Jütz
Scharkus
Lobert
Editorial reverté

Manual Técnico de productos
Carpenter. Aceros Fortuna
Edición año 2000

AISI México
Tablas de Pesos Teóricos

Diseño de Maquinaria
Robert L. Norton
Editorial McGraw-Hill, 2da Edición

Teoría del Taller (Shop Theory)
Henry Ford Trade School
5ta Edición Norteamericana de James Anderson y Earl E. Tetro
Editorial Gustavo Gili, S.A. Barcelona 1975

Electromecanizado: Electroerosión y mecanizado electroquímico
Pere Molera Solá
Editorial Marcombo

CMM History
www.ecmsales.com/cmm-history.htm

Automotive Industry
www.britanica.com/eb/article-65765?tocId=65765