



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIÉRREZ
INGENIERÍA INDUSTRIAL

INFORME FINAL DEL PROYECTO DE RESIDENCIA PROFESIONAL

**“DISEÑO Y DESARROLLO DE UN FIXTURE EN UNA CELDA DE
MANUFACTURA PARA PROCESO DE SOLDADURA MIG, EN EL
ENSAMBLE DE TRES PIEZAS PARA FORMAR LA ESTRUCTURA
DE UN FRENO DE MANO AUTOMOTRIZ”**

DESARROLLADO POR
NÚÑEZ ZÁRATE TERESA

No. DE CONTROL

08270600

ASESOR (ES)
ING. JORGE ARTURO SARMIENTO TORRES

Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. 20 de Octubre de 2012



ÍNDICE O CONTENIDO.

INTRODUCCIÓN.....	8
CAPÍTULO 1.....	9
CARACTERIZACIÓN DEL PROYECTO	9
1.1 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA	10
1.2 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	10
1.3 OBJETIVOS.....	11
1.3.1 <i>General</i>	11
1.3.2 <i>Específicos</i>	11
1.4 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	11
1.5 DELIMITACIÓN	13
CAPÍTULO 2.	14
CARACTERIZACIÓN DE LA EMPRESA	14
2.1 UBICACIÓN DE LA EMPRESA.....	15
2.2 MICRO LOCALIZACIÓN.....	16
2.3 ANTECEDENTES.....	17
2.4 DISTRIBUCIÓN DE PLANTA.....	18
2.5 MISIÓN	18
2.6 VISIÓN	18
2.7 OBJETIVO.....	19
2.8 PRODUCTOS O SERVICIOS	19
2.9 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA	19
2.10 GIRO DE LA EMPRESA.....	19
2.11 ORGANIGRAMA	20
2.12 PRINCIPALES CLIENTES	20
2.13 DESCRIPCIÓN DE EQUIPO	21
CAPÍTULO 3.....	22
FUNDAMENTO TEÓRICO.....	22



3.1	DISEÑO ASISTIDO POR COMPUTADORA.....	23
3.1.1	<i>Planeación de proceso asistido por computadora</i>	25
3.1.2	<i>Simulación de los procesos y sistemas de manufactura por computadora</i>	26
3.2	SOLIDWORKS.....	27
3.3	MÁQUINAS CONVENCIONALES Y DE CONTROL NUMÉRICO	28
3.4	HERRAMIENTAS INDUSTRIALES.....	29
3.5	EQUIPOS DE MEDICIÓN	30
3.6	MATERIALES DE FABRICACIÓN.....	31
3.6.1	<i>Acero 4140</i>	31
3.6.1.1	<i>Propiedades mecánicas</i>	31
3.6.2	<i>Acero A36</i>	31
3.6.3	<i>Acero 1018</i>	32
3.7	TRATAMIENTOS TÉRMICOS.....	32
3.7.1	<i>Temple (Endurecimiento)</i>	32
3.7.2	<i>Pavonado</i>	33
3.8	SENSORES.....	33
3.8.1	<i>Sensores inductivos</i>	34
	FIGURA 3.1. SENSOR INDUCTIVO BES01WT.	34
3.8.1.1	<i>Características principales del sensor BES01WT</i>	35
3.8.2	<i>Sensor magnético</i>	35
3.8.2.1	ESPECIFICACIONES DEL DETECTOR MAGNÉTICO D-M9N.	36
3.9	SOLDADURA MIG	36
3.9.1	<i>Componente del equipo de soldadura MIG</i>	38
3.10	ROBOT DE SOLDADURA	39
3.11	CELDA DE SOLDADURA	40
3.12	BRAZO DE MEDICIÓN 3D PORTÁTIL (FARO PRIME).....	41
3.13	DIAGRAMA DE ISHIKAWA	42
3.14	DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO.....	43
	CAPÍTULO 4.....	46



DESARROLLO DEL PROYECTO	46
4.1 PROCEDIMIENTOS Y DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS.	47
4.1.1 Fase 1. Diseño del fixture.	47
4.1.2 Fase 2. Aprobación y mejoras para el diseño del fixture PM7-RH	50
4.1.3 Fase 3. Generación de planos y lista de materiales.	61
4.1.4 Fase 4: Proceso de fabricación del Fixture PM7-RH.	64
4.1.5 Fase 5. Ajustes y Ensamble del Fixture.....	65
4.1.6 Fase 6: Pruebas de calidad y metrología.	67
4.1.7 Fase 7. Cableado del Fixture en la celda.	74
4.1.8 Fase 8. Montadura en la celda.	75
4.2. ANÁLISIS DEL PROBLEMA Y ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN QUE SE PROPUSIERON.	78
4.3. RESULTADOS OBTENIDOS	83
4.4 CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES	88
ANEXOS	92
ANEXO A. PLANOS DIMENSIONALES (REQUERIMIENTOS).....	93
ANEXO B. PLANOS DE SUBENSAMBLES Y PIEZAS QUE CONFORMAN AL FIXTURE PM7RH.	96
ANEXO C. REQUISICIÓN DE COMPRA DE MATERIALES PARA CADA SUBENSAMBLE DEL FIXTURE PM7RH.	134
ANEXO D. TORNILLERÍA POR SUBENSAMBLES DEL FIXTURE.	137
BIBLIOGRAFÍA	141
BIBLIOGRAFÍA DE INTERNET.....	143



INDICE DE TABLAS:

3.1 Características principales del sensor BES01WT.....	34
3.2. Especificaciones del detector magnético D-M9N.....	35
4.1. Laineo de “Base-Tubo”	71
4.2. Laineo de “Brazo-Cam”	72
4.3. Laineo de “Brazo-Pistón-Tubo”	72



ÍNDICE DE FIGURAS:

2.1. Ubicación del parque industrial Bernardo Quintana.....	14
2.2. Microlocalización de la empresa MA-IN.....	15
2.3. Distribución de planta de la empresa MA-IN.....	17
2.4. Organigrama de la empresa MA-IN.....	19
3.1. Sensor inductivo BES01WT.....	33
3.2. Sensor magnético D-M9N.....	35
3.3. Proceso de soldadura MIG.....	36
3.4. Celda PM7 de soldadura.....	39
3.5. Componentes del Faro PRIME.....	41
4.1. PM7 Cover Plate Sub-Assy con tolerancias especificadas de FNG.....	47
4.2. Diseño de piezas a soldar “Handle”.....	48
4.3. Prototipo de diseño del fixture PM7RH.....	48
4.4. Primer diseño de PM7RH-27.....	49
4.5. PM7RH-27 mejorado.....	50
4.6. Primer diseño de soportes del plato del Handle.....	50
4.7. Implementación de un magneto para soporte del plato.....	51
4.8. Pieza que sujeta al Cam.....	51
4.9. Poka-Yoke sujetador de Cam.....	52
4.10. Primer diseño de portasensor.....	52
4.11. Mejora del portasensor.....	53
4.12. Fixture PM7RH aceptado por Flex N Gate.....	54
4.13. Diseño de montaduras del fixture PM7RH.....	55
4.14. Sub-ensamble llamado “Plato”.....	56
4.15. Sub-ensamble llamado “Base-Tubo”.....	57
4.16. Sub-ensamble llamado “Brazo-Pistón-Tubo”.....	57
4.17. Sub-ensamble llamado “Brazo-Cam”.....	58
4.18. Sub-ensamble llamado “PTR”.....	58
4.19. Sub-ensamble llamado “Link Alpha8”.....	59



4.20. Sub-ensamble llamado “Link Chumacera”.....	59
4.21. Acotación del Poka-Yoke (PM7RH-50) en el formato MM REV para generación de planos dimensionales de las piezas del fixture.....	60
4.22. Lista de materiales para “Brazo-Cam” y “Brazo-Pistón-Tubo”.....	62
4.23. Requisición de compra de tornillería para Sub-Ensamble “Brazo-Cam”.....	63
4.24. Diagrama de flujo para la fabricación de las piezas del fixture PM7RH.....	64
4.25. Fixture PM7RH fabricado.....	65
4.26. Distancia del Cover-plate al inicio del Pive-Tube y al Cam.....	66
4.27. Equidistancia entre Pive- Tube y Cam.....	67
4.28. Diámetro coincidente de Pive-tube y Cover-plate.....	67
4.29. Fixture con pines de vías.....	68
4.30. Fixture sin pines de vías.....	69
4.31. Distancia medida entre pieza 16 y Datum C.....	69
4.32. Laineo del sub-ensamble “Base-Tubo”.....	70
4.33. Pieza PM7RH-17.....	70
4.34. Pieza PM7RH-17 rebajada.....	71
4.35. Clasificación de las piezas del sub-ensamble “Base-Tubo”.....	71
4.36. Clasificación de las piezas del sub-ensamble “Brazo-Cam”.....	72
4.38. Celda de soldadura PM7.....	72
4.39. Pieza PM7RH-20.....	74
4.40. Modificación de la pieza PM7RH-20.....	75
4.41. Diagrama de Ishikawa para el análisis del problema del proyecto PM7RH.....	76
4.42. Fixture PM7RH terminado.....	81
4.43. Chevrolet® Spin MPV.....	83



INTRODUCCIÓN

El presente proyecto titulado: PM7-RH consistió en diseñar y desarrollar un fixture para el proceso de soldadura MIG de tres piezas para la fabricación de la base de un freno de mano automotriz llamado handle, y nace de la necesidad de sustituir la intervención del trabajo humano por máquinas, para disminuir de igual manera los riesgos laborales que se presentan directamente en la estación de trabajo.

La palabra o denominación “fixture” significa “accesorio” y es un conjunto de piezas individuales que forman subensambles denominados por la función que realizan. La importancia de este proyecto se basa en la optimización de tiempos y reducción de riesgos laborales que se presentan en el proceso de soldadura normal que involucra el esfuerzo humano.

Cabe mencionar que lo interesante de este proyecto es la relación, comunicación y entendimiento de dos empresas importantes como lo son FLEX N GATE, Querétaro, y Manufactura Integral MA-IN S. de R.L. de C.V., para plasmar en un diseño todos y cada uno de los requerimientos que FLEX N GATE necesitaba para el desarrollo de sus productos, el cual se elaboró en un software CAD, llamado SolidWorks, herramienta de mucha utilidad para este tipo de diseños que necesitan un acabado más real y con múltiples opciones para editar, mejorar o rediseñar las partes de cualquier componente.

Para este proyecto se necesitó tener el conocimiento y práctica de máquinas de automatización para que de un trozo de acero, se obtenga una parte importante, moldeada y funcional para el fixture, en conjunto con los conocimientos básicos de procesos de fabricación, para el ensamble de las piezas, requerimiento de materiales para tener dicho material y empezar con la fabricación del fixture, conocimiento básico de tratamientos térmicos, trabajo en equipo e interacción con máquinas pesadas de gran alcance.



CAPÍTULO 1.

CARACTERIZACIÓN DEL PROYECTO



1.1 Antecedentes del problema

Debido a las demandas exigidas por el mercado automotriz, la empresa Flex N Gate constantemente requiere nuevas máquinas para la fabricación de partes automotrices, entre ellas los frenos de mano que son producidos con anticipación para el ensamble de modelos de autos de nuevo diseño.

El proceso de ensamble de frenos de mano se hace posible al proceso de soldadura MIG, lo que manualmente se hace difícil, por lo que se necesita la intervención de robots manipulados y programados por el usuario, logrando que los procesos de ensamble de tres piezas se realicen con bajos riesgos laborales y con una productividad superior.

1.2 Descripción del problema

En el ensamble del handle estructura base del freno de mano conformado por tres piezas bajo un proceso de soldadura MIG, representa un proceso de alto riesgo laboral en el desarrollo del producto para el trabajador, por mencionar la soldadura puede causar quemaduras severas, daños visuales además de cansancio en el proceso, estos factores repercuten en una producción defectuosa de los productos deseados y no se alcanzarían los rangos estándares de calidad, además de que si se utilizara la fuerza humano el tiempo de proceso sería mayor al automatizado por ello para evitar cada uno de estos factores afecten de manera laboral al trabajador y a la empresa se buscó automatizar el proceso de soldadura MIG, para volver este proceso más confiable.



1.3 Objetivos

1.3.1 General

Diseño y desarrollo de un fixture para proceso de soldadura MIG, en el ensamble de tres piezas del handle para formar la estructura base de un freno de mano automotriz en una celda de manufactura.

1.3.2 Específicos

- Reducir riesgos laborales.
- Reducir tiempos en el proceso de fabricación.
- Reducir los márgenes de error en cada pieza.
- Reducir el esfuerzo humano.
- Obtener productos de calidad en tiempo y forma.

1.4 Justificación del proyecto

Flex-N-Gate se conoce por su habilidad para desarrollar piezas de nuevos conceptos, partes y montajes de vehículos. Los productos de Flex-N-Gate (Ventramex), Querétaro, incluyen:

- Gatos mecánicos.
- Parachoques.
- Bisagras.
- Parrillas.
- Frenos de mano.

Debido a la creciente demanda que presenta esta empresa, surgen nuevas necesidades que son vitales para el crecimiento cauteloso y organizado de la empresa, una de las prioridades para la empresa es la automatización de



procesos por medio de máquinas que permitan realizar el trabajo de manera efectiva, en menos tiempo y costo, y como resultado se espera obtener productos conforme a normas de calidad, en tiempo y forma para satisfacer al cliente.

Dicha prioridad conllevó a la empresa al desarrollo del proyecto de soldadura MIG para el proceso de producción de un “Handle” de tres piezas, para ensamble de un freno de mano automotriz, pretendiendo que esta automatización permita una producción constante de 24 horas, realizando solo cambios de operador por turnos, obteniendo con esto minimizar el margen de error en la fabricación de esta parte automotriz, los tiempos de producción sean continuos y que el riesgo laboral disminuya.

Para que esto se llevara a cabo, se buscó la asistencia técnica de la empresa “Manufactura Integral MAIN S. de R.L. de C.V.”, quienes realizaron un proyecto de diseño y fabricación de un herramental de soldadura que se implementará en una celda ya preestablecida con un robot Fanuc de soldadura MIG, para la manufactura del Handle bajo normas tipificadas de diseño, fabricación y seguridad industrial de FLEX N GATE, Querétaro.

La celda PM7 ya existente en FLEX N GATE, se encuentra en espera de la introducción del fixture de soldadura PM7RH, el cual contendrá 2 lados para soldadura, soldando un Handle por lado y realizándolo en un promedio de 41.98 s por ciclo (2 Handles), significando así, 146 piezas soldadas por hora, ganando tiempo, utilidades y una producción continua para satisfacer la demanda global del mercado.

Este fixture producirá al año un promedio de mil Handles que constituye el segundo proceso de fabricación, y al mismo tiempo el primer ensamble soldado para la fabricación de frenos de mano automotriz.



1.5 Delimitación

El fixture PM7-RH fue diseñado y desarrollado para la empresa FLEX N GATE, Querétaro, para fabricar Handles de frenos de mano automotriz que serán exportados al continente europeo, representando beneficios para la empresa General Motors, y solo podrá ser utilizado dentro de la empresa FLEX N GATE, Querétaro.



CAPÍTULO 2.

CARACTERIZACIÓN DE LA EMPRESA

2.1 Ubicación de la empresa

La empresa “Manufactura Integral MAIN S. de R.L. de C.V.”, se encuentra ubicada la ciudad el Marqués, Querétaro, dentro del Parque Industrial Bernardo Quintana, sobre la avenida Cantereros N°.19. En la siguiente **figura 2.1** se observa la ubicación del parque industrial Bernardo Quintana en el estado de Querétaro, así mismo como la fachada de dicha empresa.



Figura 2.1. Ubicación del Parque industrial Bernardo Quintana, el Márquez, Querétaro.

2.2 Micro localización

En la siguiente figura se muestra la microlocalización, con líneas rojas punteadas se señala el parque industrial Bernardo Quintana, con un recuadro rojo se muestra a la empresa Manufactura Integral MA-IN S. de R.L. de C.V. que mas abajo mediante una flecha se observa la fachada de dicha empresa, la ubicación interda de la empresa en el parque industrial es Avenida Cantereros N°.19.



Figura 2.2. Microlocalización de la empresa “Manufactura Integral MA-IN S. de R.L. de C.V.”.



2.3 Antecedentes

En el año de 1979 el ingeniero Martin Hernández Ortiz emigra del Estado de México a la ciudad de Querétaro, para comenzar a desarrollarse como profesionista, comienza involucrándose en el área de producción utilizando equipos como la fresadora y torno, en el año de 1989 comienza a utilizar el torno CNC donde comienza a interesarse en la programación y uso del equipo, más tarde se introduce al área de mantenimiento de las maquinas CNC.

En los siguientes años, en la república mexicana las maquinas CNC comienzan un auge pero dentro este mismo surgen fallas en estos equipos, por lo que comienza a realizar servicios técnicos a las empresas que demandaban un servicio de este rubro.

A través de su desarrollo profesional un día se encuentra en la empresa trabajando y se da cuenta que a partir de un pantógrafo y trigonometría generan soluciones convirtiéndolas en trayectorias para resolver un problema, este hecho trasciende en él y crea una idea clara y definida, crear una empresa de giro industrial que genere ingeniería.

En el año 2009 decide emprender el desarrollo de una empresa con bases sólidas para brindar soluciones de ingeniería real a sus clientes siendo no solo un outsourcing para las empresas si no también siendo parte de ellas, ofreciendo diferentes soluciones optimas a sus problemas, otro principio claro establecido para la generación de su empresa, fue trabajar bajo un diseño conceptual, para posteriormente partir de este, y estudiar sus riesgos y beneficios con un prototipo simulado que no generara altos costos.

La empresa MA-IN en la actualidad realiza soluciones reales de ingeniería con un equipo de trabajo de amplia experiencia, que logra que cada producto o servicio sea de alta calidad y cubra las necesidades y exigencias del mercado.

2.4 Distribución de planta

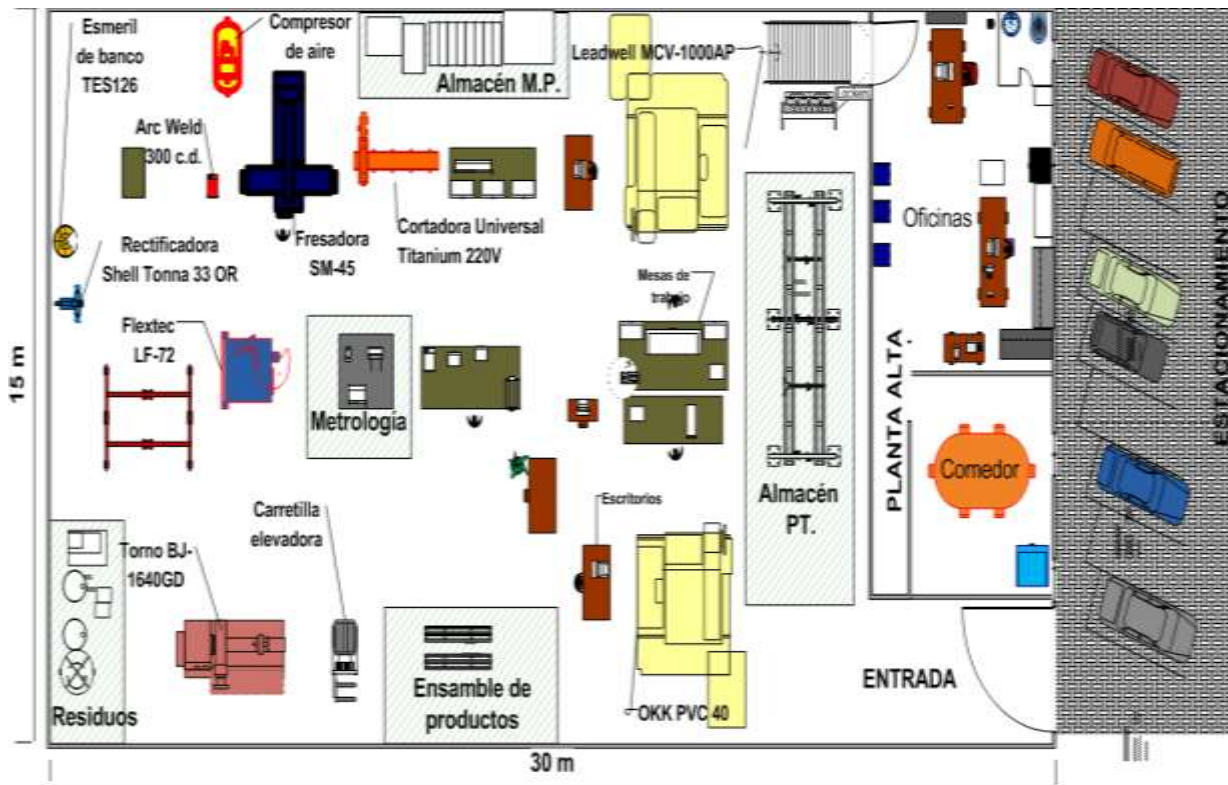


Figura 2.3. Distribución de la planta de la empresa “Manufactura Integral S. de R.L. de C.V.”.

2.5 Misión

“Ofrecer soluciones de calidad a nuestros clientes, empleando los mejores métodos y procesos de fabricación en nuestros servicios para superar las expectativas de nuestros clientes”.

2.6 Visión

“Ser una empresa que proyecte confianza y calidad en el servicio y trabajos realizados, empleando tecnología de vanguardia”.



2.7 Objetivo

“Mejorar día con día nuestros procesos aplicando técnicas de fabricación para mantener un nivel de mejora continua real”.

2.8 Productos o servicios

- Diseño y fabricación de herramientas.
- Automatización.
- Partes para troqueles y moldes de inyección.

2.9 Descripción de la empresa

“Manufactura Integral MAIN R. de S.L. de C.V.”, es una empresa dedicada a la industria metalmecánica teniendo como principal objetivo la satisfacción del cliente, y por ello, su personal cuenta con una experiencia mayor a 10 años en el área de: moldes, troqueles, dispositivos especiales y diseños industriales.

Todo su personal está capacitado en el manejo y programación de CNC, máquinas convencionales y diseño por computadora. Gracias a ello, el compromiso de MA-IN es ofrecer calidad y responsabilidad a sus clientes.

2.10 Giro de la empresa

“Integración y manufactura de equipos industriales.”

2.11 Organigrama

En la siguiente **figura 2.4**, se muestra el organigrama de la empresa: “Manufactura Integral MA-IN S. de R.L. de C.V.”.



Figura 2.4. Organigrama de la empresa “Manufactura Integral MA-IN S. de R.L. de C.V.”.

2.12 Principales clientes

- IN-MEC (INGENIERÍA Y MECATRÓNICA, S.A. DE C.V.)
- KERN-LIEBERS DE MÉXICO, S.A. DE C.V.
- ALKON PRODUCTOS, S.A. DE C.V.
- MADIQ
- TOOLTECK
- LINCOLN ELECTRIC
- FOOD KEEPERS
- TTD
- FLEX N GATE
- CIATEQ



- CIDESI
- MEI QUERÉTARO, S. DE R.L. DE C.V.
- MAQUINADOS Y AUTOMATIZACIÓN PARA LA INDUSTRIA S.A. DE C.V.

2.13 Descripción de equipo

A continuación se presenta un listado de equipos con los cuales cuenta la empresa “Manufactura Integral MAIN S. de R.L. de C.V.”, para realizar sus proyectos de manera exitosa:

- Centro de maquinado Leadwell
- Fresadora Marca Micrón
- Fresadora Convencional SM-45
- Torno Convencional TITANIUM
- Taladro Fresadora VM-135°
- Taladro de Banco Azmetal
- Erosionadora de hilo Mitsubishi CX2
- Erosionadora de penetración SUREFIRST
- Rectificadora de superficies planas
- Cortador de metal universal
- Afiladora universal
- Esmeril



CAPÍTULO 3.

FUNDAMENTO TEÓRICO



3.1 Diseño asistido por computadora

Dygdon, et al. (2002); afirmaron que el proceso de diseño comienza con el desarrollo del concepto de un producto original, para que este sea exitoso es deseable, e incluso esencial, un enfoque innovador. El ingeniero de diseño o diseñador del producto debe tener conocimiento de las relaciones entre los materiales, el diseño y la manufactura, así como de los aspectos económicos globales de la operación.

El diseño asistido por computadora permite al diseñador conceptuar los objetos con más facilidad y sin necesidad de hacer ilustraciones, modelos o prototipos costosos. Actualmente, estos sistemas son capaces de analizar rápidamente diseños completos, desde una simple ménsula hasta grandes estructuras complejas y su simulación.

En la actualidad, mediante el uso de ingeniería asistida por computadora es posible simular, analizar y probar con más eficiencia, precisión y rapidez, el desempeño de las estructuras sujetas a fuerzas estáticas o dinámicas y temperaturas diversas, la información obtenida es posible almacenarla, recuperarla, desplegarla, imprimirla y transferirla a cualquier parte de la organización, y de ser necesario, es posible optimizar y modificar el diseño fácil y directamente en cualquier momento.

Kalpakjian y Shmid (2002) mencionan que el diseño asistido por computadora suele asociarse con gráficas interactivas en computadora, y se conoce como sistema CAD (Computer-Aided Design), estos sistemas son medios poderosos que se usan en el diseño mecánico y el modelado geométrico de productos y componentes.



La ingeniería asistida por computadora, simplifica la creación de la base de datos, al permitir que diversas aplicaciones compartan la información de esa base. Entre esas aplicaciones están, por ejemplo,

- a) El análisis de elementos finitos para esfuerzos, deformaciones, deflexiones, distribución de temperatura en estructuras y miembros de carga mediante rodamientos.
- b) La generación, almacenamiento y recuperación de datos de control numérico (CN).
- c) El diseño de circuitos integrados y otros dispositivos electrónicos.

En el diseño CAD, se sustituye al restirador por dispositivos electrónicos de entrada y salida, un graficador y una tabla de datos, que se divide en secciones. Cada sección representa una función geométrica definida matemáticamente que se llama elemento de menú (Menu Item).

El usuario cuenta con la posibilidad de generar secciones de un dibujo a partir del menú mediante un ratón, palanca o tabla digitalizada. El diseño se muestra en forma continua en la pantalla. El plano final se imprime o grafica en componentes adecuados conectados con la computadora.

Al usar un sistema CAD el diseñador conceptualiza el objeto a diseñar, con más facilidad en la pantalla de gráficos, y considera diseños alternativos, o modificar con rapidez determinado diseño, para cumplir con los requisitos o cambios necesarios. Después somete el diseño a una variedad de análisis técnicos, e identifica problemas potenciales, como, demasiada carga o flexión.

El sistema CAD produce en forma rápida y exacta los modelos de definición para productos y sus componentes. Uno de los resultados de este sistema es la generación de planos para fabricación (blue prints) que en general tienen más alta calidad y mejor consistencia que los producidos con el dibujo



manual tradicional. Los dibujos se reproducen en cualquier cantidad de veces y a distintos niveles de reducción y ampliación.

Además de las propiedades geométricas y dimensionales del diseño, en la base de datos del CAD, se guarda otra información, como una lista de materiales, especificaciones e instrucciones de manufactura. Al usar esa información, el diseñador analiza entonces la economía de diseños alternos.

Gracias a la versatilidad del ambiente CAD para plasmar y crear diseños en diferentes dimensiones y asociarlos a diferentes propiedades e información, se utiliza para realizar distintos diseños y proyectos complejos en vez de crear costosos prototipos.

3.1.1 Planeación de proceso asistido por computadora

Kalpakjian y Shmid (2002) para que una operación de manufactura sea eficiente, se deben planear todas sus diversas actividades. Esto lo han hecho en forma tradicional los planeadores de proceso. La planeación de proceso se ocupa de la selección de métodos de producción, herramientas, soportes, maquinarias, secuencia de operaciones y ensamble.

La secuencia de los procesos y las operaciones que serán desarrollados, las maquinas que serán usadas, el tiempo establecido para cada operación y demás información similar se documentan en una hoja de ruta. Cuando se hacen de forma manual, esta tarea requieren de una labor muy intensa, y un gran consumo de tiempo, se basa mucho en la experiencia del planeador de proceso. Una tendencia actual en las hojas de ruta es guardar los datos importantes en computadoras y asignar un código de barras u otra identificación a la pieza. Después se revisan los datos de producción por medio de una estación de monitores.



La planeación de proceso asistida por computadora logra esta compleja tarea de planeación al considerar toda la operación como un sistema integrado, de tal modo que las operaciones y pasos individuales que intervienen en la fabricación de cada pieza se coordinan con otras y se efectúan en forma eficiente y confiable. Así, la planeación de proceso ayudada por computadora es un apéndice importante al CAD y CAM.

Esto fue de gran utilidad en la planeación de procesos, métodos, herramientas y maquinaria utilizados en la elaboración de cada una de los componentes del fixture.

3.1.2 Simulación de los procesos y sistemas de manufactura por computadora.

Kalpakjian y Shmid (2002) con el creciente desarrollo de los componentes y programas de cómputo, un área que ha crecido con rapidez es la simulación por computadora de los procesos y de los sistemas de manufactura. La simulación del proceso toma dos formas básicas:

- a) Es un modelo de operación específica que pretende determinar la viabilidad de un proceso o de optimizar o mejorar su desempeño.
- b) Modela varios procesos y sus interacciones, ayuda a los planeadores de proceso y diseñadores de planta a distribuir maquinaria e instalaciones.
- c) Se han modelado procesos individuales usando diversos esquemas matemáticos. Cada vez se ha aplicado el análisis de elementos finitos en paquetes de programas (simulación del proceso) asequibles en el comercio, y poco costosos.

Entre los problemas característicos que se atacan están la viabilidad del proceso (como por ejemplo, la facilidad de conformar lámina metálica en cierto dado) y la optimización de proceso (por ejemplo, la fluencia del material para



determinado dado, con el fin de identificar defectos potenciales, o diseñar moldes en fundición para eliminar puntos calientes, con objeto de promover el enfriamiento uniforme y para minimizar defectos).

La simulación de todo un sistema de manufactura que implique varios procesos y equipos ayuda a los ingenieros de planta a organizar la maquinaria e identificar elementos críticos de ella. Además, esos modelos ayudan a los ingenieros de manufactura, con la calendarización y determinación de rutas mediante simulación de eventos discretos. Los paquetes comerciales de programa se usan con frecuencia para estas simulaciones, pero no es raro tener paquetes dedicados de programas, escritos para determinada empresa.

3.2 SolidWorks

SolidWorks es un programa de automatización de diseño mecánico usado para crear piezas, ensambles y dibujos que aprovecha la conocida interfaz gráfica de Microsoft Windows. Es una herramienta fácil para aprender a diseñar, el cual hace posible diseños rápidos en planos 2D y 3D, que funciona con base en las nuevas técnicas de modelado con sistemas CAD, como otro tipo de información necesaria para la producción.

El proceso de diseño consiste en traspasar la idea de sus diseñadores al sistema CAD, “construyendo virtualmente” el conjunto de piezas y subensambles para posteriormente formar un ensamble total.

Las principales características que hicieron de SolidWorks® una herramienta versátil y precisa para el diseño en 3D, es su capacidad de ser asociativo, variacional y paramétrico de forma bidireccional con todas sus aplicaciones.



3.3 Máquinas convencionales y de control numérico

Actualmente se utilizan en la industria del mecanizado varios tipos de tornos, controles numéricos, maquinas, etc., cuya aplicación depende de la cantidad de piezas a mecanizar, de la complejidad y de la envergadura de las piezas.

- Torno convencional: Según Dileep, R.; (2001) el torneado es un proceso por el cual la pieza de trabajo gira contra una herramienta fija. El torno es la maquina más común para esta operación, en el cual se arrancan las virutas para producir una forma simétrica tal que la sección transversal en cualquier punto del eje es un círculo.
- Centro de maquinado de control numérico: Uno de los grandes beneficios de la maquina NC es la precisión con la que pueden producirse las piezas. Complejas piezas geométricas pueden producirse repetidamente con las mismas muy estrechas tolerancias. La máquina NC puede admitir fácilmente cambios de diseño, tan solo con el cambio del programa.
- Fresadora Convencional SM-45: El fresado es un método de amplio uso para maquinar, en el que el metal se elimina colocando la pieza de trabajo contra una cortadora rotativa. Sus casi ilimitadas aplicaciones van del acabado maquinado a la talla de engranajes, el ranurado y el estriado.
- Rectificadora tangencial plana: Para DeGarmo, et al;(2002) está dotada de una mesa oscilante y un husillo horizontal y suele conocerse como rectificadora tangencial oscilante. La mesa puede moverse en vaivén longitudinal, bien mediante un volante de mano, bien mediante una transmisión hidráulica, el avance radial en estas rectificadoras lo controla un volante de mando que hace descender la muela sobre la pieza.



- Cortadora de metal universal: La cortadora universal es utilizada para cortar material mediante una cegueta oscilante y su funcionamiento es a través de energía eléctrica.
- Esmeril: El esmeril es usado principalmente para rebajar superficies mediante una piedra tratada para cada tipo de material.

3.4 Herramientas industriales

Dentro del proceso de manufactura de toda pieza maquinada se utilizan las siguientes herramientas para obtener una mejor detallada del producto final.

- Avellanador: Nutsch, W; (2000) redactó que los avellanadores o escariadores tienen una punta cónica con múltiples filos. Se emplean para el escariado o achaflanado de agujeros para espigas y tornillos.
- Berbiquí: Consta de un codo redondo de acero en cuyo extremo superior hay para sujetarlo o presionar un puño giratorio (puño frontal o del pecho). La empuñadura ovalada que se encuentra en el centro del codo sirve para girar el berbiquí. En el extremo inferior y como dispositivo de sujeción va un mandril de garras, que puede ser de dos o cuatro garras.
- Lima plana: Para Manzazo Orrego; (2008) sirve para el rebaje de superficies planas de materiales metálicos.
- Rebabeador: Diseñado especialmente para retirar las rebabas dejadas al momento de abrir las perforaciones.
- Machuelos: Para Kalpakjian y Schmid es una herramienta de roscar, que produce virutas, con dos, tres o cuatro canales.



3.5 Equipos de medición

La dimensionalidad en las piezas manufacturadas es de gran importancia para su aceptación por lo que se producen bajo normas y estándares o requerimientos definidos por el cliente, que dan origen a la creación de las piezas, partes o productos finales, por ello es adecuado siempre rectificar la dimensionalidad para su funcionamiento adecuado de cada una de ellas, para estos casos se utilizan algunos equipos de metrología como los que a continuación se mencionan:

- **Micrómetro de exteriores:** También llamados Palmer por Comesaña, Pablo; (2004), y se utiliza para la realización de medidas exteriores, sobre todo, diámetros.
- **Micrómetro de profundidades:** El micrómetro de profundidades, también conocido como sonda, según Ginjaume y Torre;(2005) se utiliza para medir con precisión la profundidad de agujeros, ranuras, resaltes y cajeras.
- **Calibradores de alturas:** El medidor de alturas fue diseñado realizar mediciones de alturas o diferencias de alturas entre planos de diferentes niveles. El medidor de alturas está conformado por una escala principal y un vernier, lo que agiliza y da exactitud a la medición.
- **Calibrador Vernier:** Instrumento de medición que sirve para determinar longitudes internas, externas, de profundidad y de resalto o escalones.
- **Goniómetro:** El goniómetro es un transportador de ángulos de dibujo al que se le ha agregado un mecanismo para soportar la pieza cuyo ángulo se quiere determinar. Esto se hace soportando los lados del ángulo a medir entre dos topes rectilíneos que marcan los lados inicia y final del ángulo. El



transportador lleva marcada una escala en grados, por lo que la apreciación de estos instrumentos es de 1/10 grado.

3.6 Materiales de fabricación

Los diferentes tipos de materiales metálicos de fabricación ayudan al planeador a realizar un análisis sobre la elección del material a usar para el mejor funcionamiento y en aspectos económicos, para la fabricación o desarrollo de la pieza, parte o maquina a fabricar.

3.6.1 Acero 4140

El acero 4140 es uno de los aceros de baja aleación más populares por el espectro amplio de propiedades útiles en piezas que se someten a esfuerzo, con relación a su bajo costo. Al templearlo se logra muy buena dureza con una gran penetración de la misma, teniendo además un comportamiento muy homogéneo.

3.6.1.1 Propiedades mecánicas

- Dureza 275-320 HB (29-34 HRc)
- Esfuerzo a la fluencia: 690 Mpa (100 KSI)
- Elongación mínima 12%
- Reducción de área mínima 50%

3.6.2 Acero A36

Es una aleación de acero al carbono de propósito general muy comúnmente usado en E.U.A., su denominación “A36” fue establecida por la ASTM (American Society for Testing and Materials).



El acero A36, tiene una densidad de 7850 kg/m^3 (0.28 lb/in^3), cuenta con un espesor menor a 8 plg lo que permite un límite de fluencia y un límite de rotura mínimo.

3.6.3 Acero 1018

El acero 1018 es el resultado del calentado por 75 minutos a 900°C y enfriado en el horno (Recocido), atacado con Nital al 2%. Cuenta con similitudes al acero A36, pero este acero es más económico, lo que hace más común su uso.

3.7 Tratamientos térmicos

DeGarmo, et al;(2002) sostienen que un tratamiento térmico es todo proceso de calentamiento y enfriamiento controlados al que se somete un metal con el propósito de variar alguna o algunas de sus propiedades. Dado que un tratamiento térmico permite alterar notablemente las propiedades físicas y mecánicas, estos procesos son de gran importancia industrial y se recurre frecuentemente a ellos en todos los ámbitos de la metalurgia, a la que deparan un procedimiento, habitualmente sencillo y barato, para conseguir unas características preestablecidas.

3.7.1 Temple (Endurecimiento).

El temple es un tratamiento con calor regulado de tres etapas. La primera operación es un calentamiento al objeto de que el material adquiera una estructura de solución sólida monofásica, este calentamiento no debe traspasar la temperatura eutéctica para evitar la fusión y formación de una estructura con núcleo heterogéneo.

Tras mantener el metal a la temperatura de tratamiento el tiempo suficiente para conseguir una monofase uniforme, se enfría rápidamente por



inmersión en un líquido, habitualmente agua, de modo que no haya tiempo para la difusión atómica y se reduzca la solución sobresaturada.

En este estado las piezas presenta una buena maleabilidad, quizá superior a la del mismo metal en un estado recocido, se vuelven más resistentes al desgaste.

3.7.2 Pavonado

Morral, et al;(2004) escribieron que el pavonado es una operación de protección, que tiene por objeto producir la oxidación superficial del componente metálico por calentamiento en atmosfera oxidante. El pavonado produce un recubrimiento de magnetita oxido ferrosferrico de color negro, que forma una capa impermeable y adherente al metal base, con un coeficiente de dilatación muy parecido al del acero.

El procedimiento más corriente para pavonar piezas pulvimetalurgicas consiste en inyectar vapor de agua sobrecalentado (550° C) en un tanque que contenga las piezas que se quiere proteger.

3.8 Sensores

La finalidad de un sensor es dar una salida eléctrica que se corresponda con una determinada magnitud aplicada a su “entrada”. En consecuencia, un primer grupo de características se refiere a la descripción de dicha correspondencia. Dado que en las condiciones normales de utilización la magnitud de entrada varía lentamente, se distingue entre el comportamiento del sensor frente a entradas de valor constante, características “estáticas” y su comportamiento frente a entradas variables, características “dinámicas”.

Un sensor es un dispositivo que produce una señal en respuesta a su detección o medida de una propiedad, como posición, fuerza, torque, presión, temperatura, humedad, velocidad, aceleración o vibración. En forma tradicional, los sensores, los actuadores y los interruptores se han usado para establecer límites de funcionamiento de las máquinas.

3.8.1 Sensores inductivos.

Los sensores inductivos sirven para detectar materiales metálicos ferrosos, son de gran utilización en la industria, tanto para aplicaciones de posicionamiento como para detectar la presencia o ausencia de objetos metálicos en un determinado contexto: detección de paso, de atasco, de codificación y de conteo.

Balcells y Rumeral (1997) mencionan en su libro que este tipo de detectores sirven para detectar la proximidad de piezas metálicas en un rango de distancia que va desde 1mm a unos 30 mm, con una posible resolución del orden de decimas de milímetro. La ejecución mecánica y eléctrica está normalizada a nivel europeo por CENELEC. Un ejemplo de sensor inductivo se muestra a continuación en la **figura 3.1**.



Figura 3.1. Sensor inductivo BES01WT.

(Fuente: www.balluff.com).



3.8.1.1 Características principales del sensor BES01WT

Conexión.	Cable, 5m, TPU
Distancia de funcionamiento nominal.	3 mm
Salida de conmutación/función.	PNP/ Normalmente abierto
Condición Instalación mecánica.	Flash (apantallado)
Tamaño.	10x30x6 mm
Tensión de trabajo	10...30 V DC

Tabla 3.1. Características principales del sensor BES01WT.

(Fuente: www.balluff.com)

3.8.2 Sensor magnético.

Los sensores magnéticos detectan una variación en el campo magnético en respuesta a la variación de alguna magnitud física. Están basados en el efecto Hall, por lo que se conocen como sensores de efecto Hall, y estos producen su propia señal. En esencia es como un pequeño generador. Según Mandy Concepción, en su libro “Sensores Automotrices y Análisis de ondas de Osciloscopio” afirma en las páginas 17-19 que, una pequeña bobina dentro del sensor capta las fluctuaciones magnéticas del volante o polea del frente, y por lo regular, un volante de dientes o reluctor al frente o detrás del motor induce la honda que se ve en el osciloscopio.



Figura 3.2. Sensor magnético D-M9N.
(Fuente: <http://www.smcetech.com>)

3.8.2.1 Especificaciones del detector magnético D-M9N.

Entrada de direccion	Lineal
Tipo de cableado	3 cables
Tipo de salida	NPN
Carga aplicable	Circuito IC, Relay, PLC
Fuente de alimentacion	5, 12, 24 VDC (4.5 a 28 V)
Consumo de corriente	10 mA o menos
Carga de voltaje	28 VDC o menos
Carga de corriente	40 mA o menos
Caida de voltaje interna	0.8 V o menos
Corriente de fuga	100µA o menos, hasta 24 VDC
Indicador de operacion	Luces rojas LED cuando esta activa

Tabla 3.2. Especificaciones del detector magnético D-M9N.

(Fuente: <http://www.smcetech.com>)

3.9 Soldadura MIG

Pires, et al (2006), escribieron que el nombre de la soldadura MIG (Metal Inert Gas), se debe al gas inerte de protección que utiliza el calor de un arco

eléctrico para fundir el alambre del electrodo consumible y los componentes metálicos a soldar. La fusión se lleva a cabo bajo la protección de un gas inerte (argón, helio o mezcla de ambos), con el fin de evitar la contaminación con algunos gases de la atmosfera.

En la soldadura MIG, el calor necesario para la fusión del electrodo y los bordes de la pieza se genera por medio de un arco voltaico que funde el metal. La protección del arco se consigue gracias al gas protector suministrado de forma externa y regulada. En la **figura 3.3**, se muestra el principio de soldadura MIG.

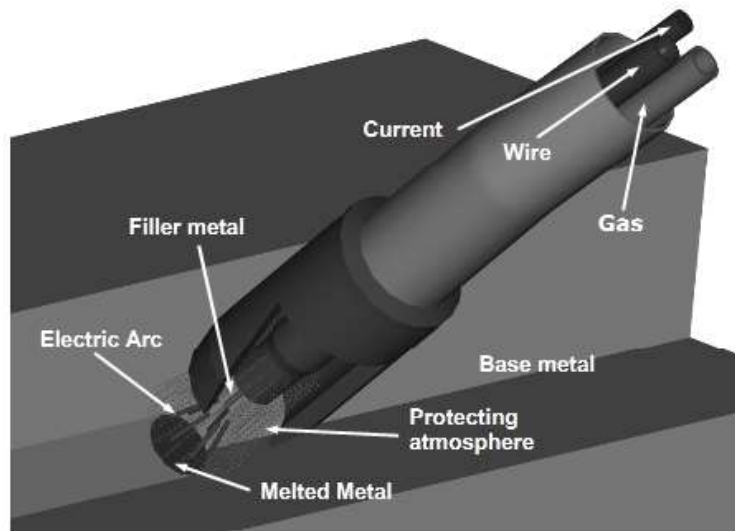


Figura 3.3. Proceso de soldadura MIG

(Fuente: J. Norberto Pires, et al; “Welding Robots Technology, System Issues and Applications”; (2005); p. 5).

Domínguez y Ferrer (2009) sostienen que este tipo de soldadura es intrínsecamente más productiva que otro tipo de soldadura, donde se pierde productividad cada vez que se produce una parada para reponer el electrodo consumido, puesto que utiliza como electrodo un alambre que es alimentado mediante un sistema de alimentación e impulsado de forma automática y a una velocidad regulada hacia el baño de fusión. El uso de este tipo de hilo ha



aumentado la eficiencia de este tipo de soldadura hasta un 80%. El gas protector necesario para soldar se suministra desde una botella que dispone el equipo.

La soldadura MIG no produce escoria en el cordón, lo que facilita las soldaduras de poco espesor sin calentar en exceso las piezas y dependiendo del gas utilizado, permite soldar en una u otra posición.

3.9.1 Componente del equipo de soldadura MIG

El sistema MIG está formado por los siguientes componentes:

- Fuente de alimentación: Se conecta a la tensión de red que es de 230 a 400 V, consiste en un transformador-rectificador de corriente continua y tensión regulable, cuya intensidad oscila entre los 60 y 500 A, dependiendo del equipo. La fuente de alimentación debe suministrar en cada momento la potencia necesaria para realizar la soldadura y fundir el hilo que sale de la pistola de soldadura.
- Mecanismo de alimentación del alambre-electrodo: El mecanismo de alimentación del alambre-electrodo suele estar integrado en la máquina o ser independiente.
- Manorreductor y caudalímetro.
- Pistola de soldar: Las pistolas de soldadura tiene la misión de dirigir el hilo de aportación, el gas protector y la corriente, hacia la zona de soldadura, disponen de un gatillo (o pulsador), que controla el sistema de alimentación de alambre, la corriente de soldadura, la circulación del gas protector y la del agua de refrigeración



- Botella de gas de protección: En los procedimientos de soldadura por arco con protección gaseosa, el gas protector puede tener una gran influencia sobre las propiedades del metal depositado. Por tanto, es necesario que la soldadura se verifique en una atmósfera controlada.

3.10 Robot de Soldadura

La robótica proviene desde hace mucho tiempo, pasando por aportaciones de Nicola Tesla, utilizando trabajos de Henrich Hertz y James Clerk Maxwell para crear el primer control remoto, y quizá en esa época se desconocía el término y no se daban cuenta de lo que se estaba logrando, y es que en el año 270 a.c., no se contaba con la tecnología capaz de impulsar al máximo los descubrimientos, pero hoy en día, la industria robótica ha seguido crecido notablemente gracias a las múltiples aplicaciones que estos representan.

Un robot de soldadura, como su nombre bien lo indica, es un robot programado que se encarga de realizar el proceso de soldadura para la unión de piezas metálicas, sustituyendo así, la intervención humana.

Las industrias que más utilizan los robots de soldadura, es obviamente las industrias metálicas, principalmente la automotriz porque en la gran mayoría de las piezas que conforman un carro son unidas mediante un proceso de soldadura. Algunos de los beneficios que esta tecnología ofrece son:

- Disminución del riesgo laboral.
- Entrega de piezas en tiempo y forma.
- Reducción del margen de error.
- Aumento de la productividad.
- Mayor calidad en los productos.

3.11 Celda de soldadura

Una celda de soldadura, adopta muchos términos generales, pero con el objetivo de enfocarse en una celda de soldadura, y con fines de este proyecto, se determinará como un conjunto de procesos, circuitos, máquinas, operadores y piezas a soldar con el único fin de obtener unidades de producción en secuencia y de buena calidad.

Groover (1997) cita en su libro titulado “Fundamentos de Manufactura Moderna”, que en la soldadura robótica se usa un robot industrial o un manipulador programable que controla en forma automática el movimiento de la cabeza para soldar con respecto al trabajo, y éste generalmente necesita o se encuentra dentro de una celda de soldadura que consta de dos instalaciones para soldadura y un ajustador humano u operario para cargar y descargar partes mientras dicho robot efectúa la soldadura.

A continuación se presenta un ejemplo conceptual de una celda de soldadura MIG en la **figura 3.4**.

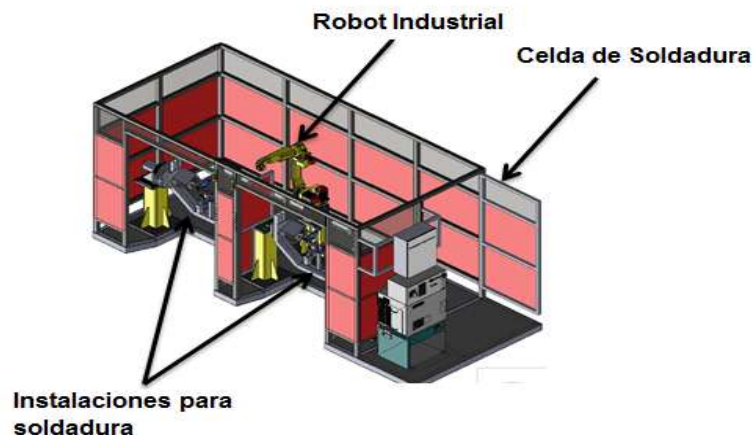


Figura 3.4. Celda PM7 de soldadura.

(Fuente: MA-IN; Creado por: Ing. René Rodríguez Ramírez).



3.12 Brazo de medición 3D portátil (Faro PRIME)

El faro Prime es hoy la última y más precisa adición de la gama del FaroArm. Este equipo portátil de medición con seis ejes da la más alta precisión y con una calidad increíble de medición por contacto de alta precisión para la inspección diaria y las rutinas de control de calidad. Está equipado con la tecnología Bluetooth, lo cual elimina la necesidad de conectar el equipo a un portátil.

Aplicaciones más comunes:

- Aeroespacial: Certificación de alineación, mecanizado y moldeo, inspección de piezas.
- Automoción: Construcción de herramientas y certificación, alineación, inspección de piezas.
- Forjado de metales: OMI, inspección de primer artículo, inspección periódica de piezas.
- Moldeo y matricería: Inspección de moldes y troqueles.

Beneficios:

- Repetitividad a partir de 0.019 mm.
- Disponibilidad exclusiva de 6 ejes.
- Flexibilidad de rotación infinita.
- Tecnología de medición 3-D adaptable.
- Estructura de materiales compuestos.

En la siguiente **figura 3.5** se muestra un ejemplo del faro Prime utilizado para la medición de alta precisión y calidad.



Figura 3.5. Componentes del Faro PRIME.

(Fuente: www.faro.com)

3.13 Diagrama de Ishikawa

Escalante Vázquez; (2008), escribió que el diagrama de Ishikawa es un esquema que muestra la posible causa clasificadas de un problema y que el objetivo de este tipo de diagrama es encontrar las posibles causas de un problema.

En un proceso productivo (manufactura), el diagrama de Ishikawa puede estar relacionado con uno o más de los factores que intervienen en cualquier proceso de fabricación:



1. Métodos: Procedimientos por usar en la realización de actividades.
2. Mano de obra: La gente que realiza las actividades.
3. Materia prima: El material que se usa para producir.
4. Medio: Las condiciones del lugar de trabajo.
5. Maquinaria y equipo: Los equipos y periféricos usados para producir.

Este diagrama se basa en un proceso de generación de ideas llamado “Lluvia de ideas”, que se realiza de la siguiente manera:

1. Cada miembro del equipo asignado al análisis de algún problema genera una sola idea cada vuelta, de manera ágil, ordenada y sin discusiones. Un miembro del equipo, asignado como secretario, toma nota numerando cada una de las ideas expresadas.
2. Una vez finalizada la lluvia de ideas se procede a descartar las ideas repetidas.
3. Se verifica que las ideas restantes tengan relación con el problema por analizar.
4. Se clasifican las ideas resultantes en el diagrama de Ishikawa.

Una manera más directa de hacer el diagrama es realizar una lluvia de ideas para cada una de las diferentes ramas y colocar las ideas resultantes ahí.

Al diagrama de Ishikawa también se le conoce como diagrama de Causa-Efecto y diagrama de pescado.

3.14 Diagrama de flujo de proceso





Según Everett E. Adam, et al, en su libro “Administración de la producción y las operaciones: Conceptos, modelos y funcionamiento”, escribieron que los diagramas de flujo del proceso describen las actividades entre estaciones de trabajo, en un intento por representar los flujos del proceso de producción total.



Para captar este flujo, los analistas clasifican cada movimiento del producto a través del proceso de conversión en una de las cinco categorías normales. Operación, transporte, almacenamiento, inspección o demora.

Los diagramas de flujo de los procesos son adecuados para visualizar las etapas consecutivas de los procesos de conversión. Estos diagramas ayudan a descubrir los movimientos de producto innecesarios o la duplicidad de esfuerzos, cuya eliminación permitirá mejorar la eficiencia.

Los diagramas de flujo del proceso proporcionan un nivel de análisis más amplio que el de los métodos anteriores; permite examinar muchos puestos de trabajo, aunque ninguno en detalle. Las cinco categorías de movimientos de producto son:

- Operación  : El trabajo realizado en la elaboración del producto; asignado por lo común a una sola estación de trabajo.
- Transporte  : Cualquier movimiento del producto, o cualquiera de sus partes, entre distintos sitios en el proceso de producción.
- Almacenamiento  : intervalos durante los cuales el producto, o cualquiera de sus partes, espera o esta inmóvil. A menudo se pone una *T* dentro del triángulo para indicar un almacenamiento temporal, cuando el producto se almacena brevemente, antes de completar el proceso de conversión. Una *P* dentro del triángulo indicara almacenamiento permanente, cuando el producto terminado permanece en un depósito de almacenamiento durante más de uno o dos días.
- Inspección  : Todas las actividades que se realizan para verificar que el producto satisface los requerimientos mecánicos, dimensionales y funcionamiento.



- Demora \square : Almacenamiento temporal antes o después de una operación de producción: Al emplear el símbolo de almacenamiento temporal, a menudo se omite esta categoría.



CAPÍTULO 4.

DESARROLLO DEL PROYECTO



4.1 Procedimientos y descripción de las actividades realizadas.

La empresa “MA-IN es uno de los muchos proveedores, que se encarga del diseño y desarrollo de los fixtures utilizados por Flex-N-Gate, Querétaro, para la fabricación de sus productos.

El fixture llamado: “PM7-RH” es el proyecto más actual adquirido por “MA-IN”, y se requiere que éste trabaje en conjunto a un brazo robótico de soldadura MIG, para la línea de producción de frenos de mano automotriz para el modelo 2014 de GM.

Este fixture dará posición y dirección a las 3 piezas a soldar, para formar con ayuda del robot Fanuc, el “Handle” que es la base para el ensamble total del freno de mano. Para realizar este proyecto se llevaron a cabo las siguientes fases:

4.1.1 Fase 1. Diseño del fixture.

Para el comienzo de esta primera fase, se recibieron los parámetros para la realización del diseño del fixture, a continuación presentados:

1. Los requerimientos, también llamados: “Datum”, los cuales se deben tomar en cuenta para el diseño de cada una de las piezas que conforman el fixture y cumplir con las distancias especificadas en este archivo (**Figura 4.1**), así como las medidas y dimensiones de las piezas a soldar (Anexo A) en cada uno de estos planos se encuentran las tolerancias del ensamble final.

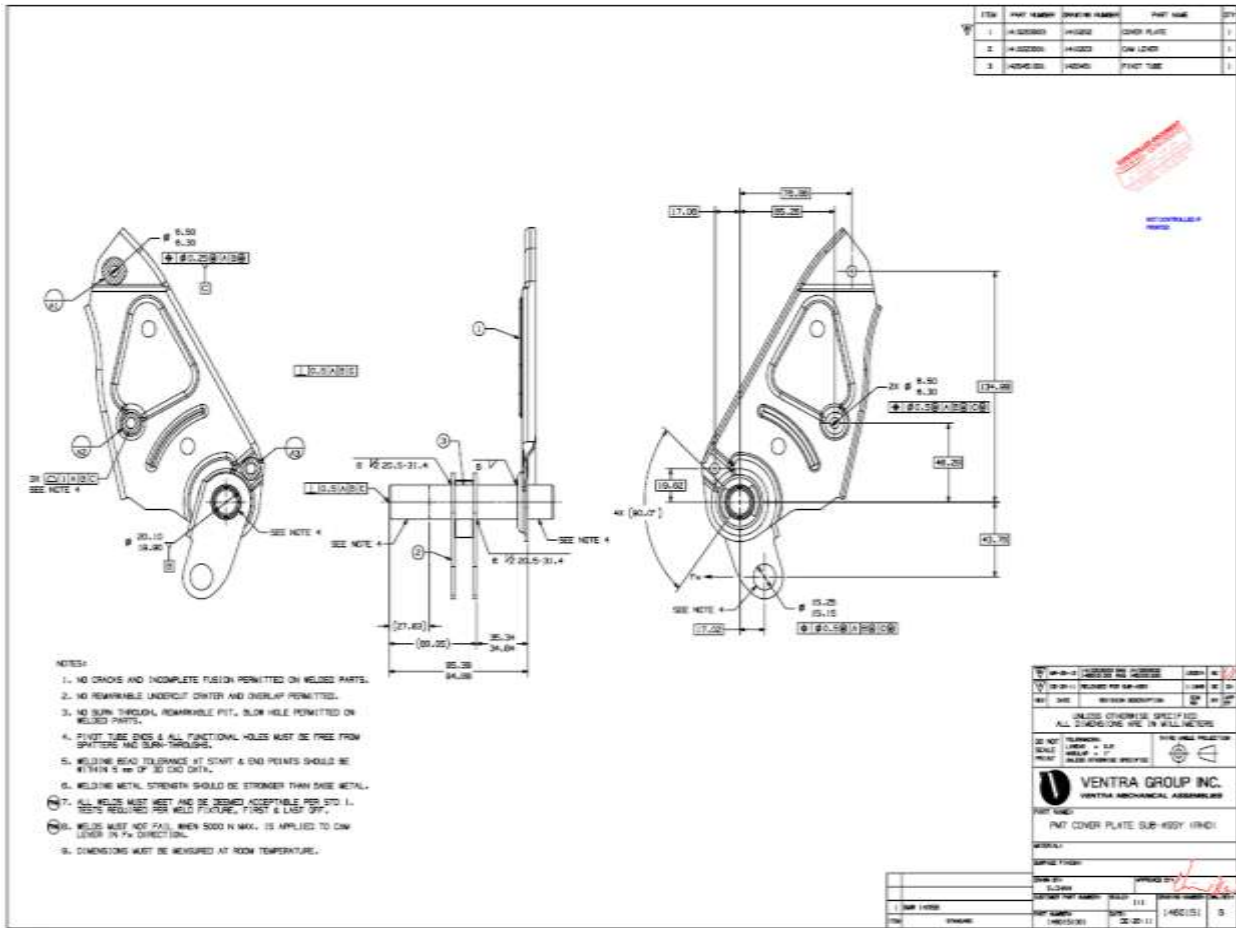


Figura 4.1. PM7 COVER PLATE SUB-ASSY con tolerancias especificadas de FNG.

(Fuente: Ventra Group Inc. Ventra mechanical Assemblies, dibujado por: S. Chan)

2. Las normas establecidas para el diseño, desarrollo y aceptación de este proyecto de Flex N Gate, Querétaro, véase anexo B.
3. El modelo 3D en archivo SolidWorks del “Handle” a soldar se muestra a continuación en la figura 4.2.

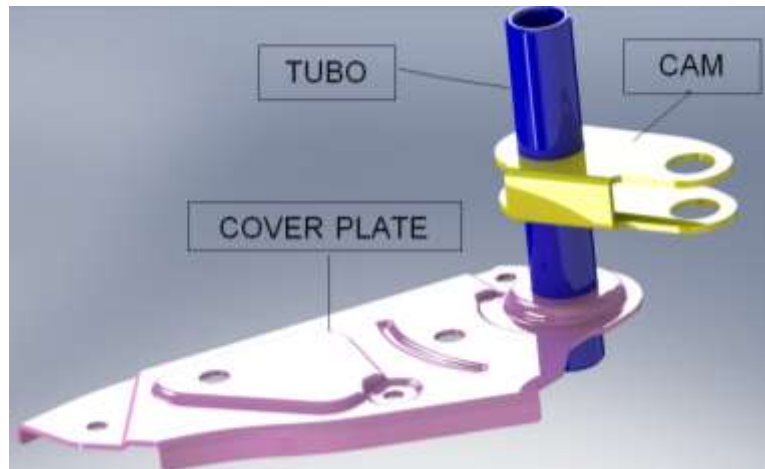


Figura 4.2. Diseño de piezas a soldar “Handle”.

(Fuente: Ventra Group Inc. Ventra mechanical Assemblies).

De esta manera, y trabajando en conjunto con los interesados, se logró el primer prototipo del fixture, utilizando el software de diseño CAD llamado SolidWorks, el diseño se observa en la **figura 4.3**.

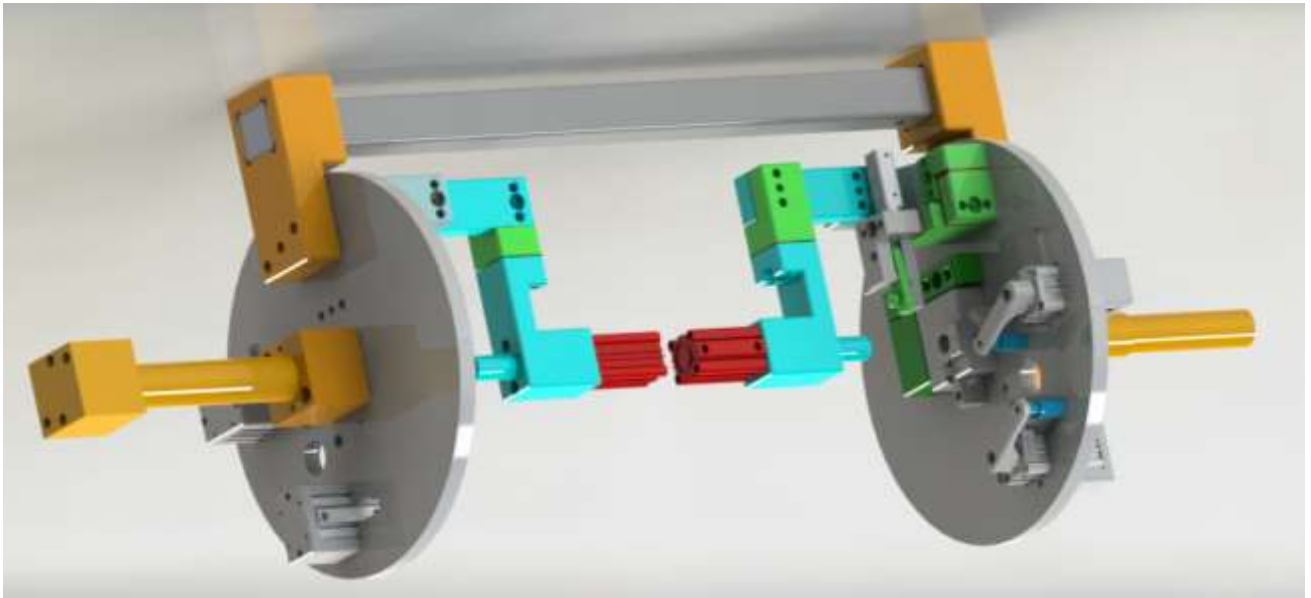


Figura 4.3. Prototipo de diseño del fixture PM7–RH.

4.1.2 Fase 2. Aprobación y mejoras para el diseño del fixture PM7-RH

Se envió a los directivos encargados del proyecto de FLEX N GATE, Querétaro, el primer prototipo diseñado.

Se convocó a una reunión con los directivos encargados del proyecto para tratar asuntos relacionados con el diseño actual del fixture, en la cual sugirieron mejoras en los diseños de algunas piezas del fixture, las que se mencionan a continuación:

1. La posición y agarre del tubo:

El tubo del Handle a soldar (Pivot tube), presenta rebabas por su proceso de fabricación anterior y esto podría causar un mal posicionamiento de dicho tubo y no pasar los estándares de calidad. Para esto se rediseño la pieza que sostiene al tubo del Handle con un chaflán que permitiera que el tubo tuviera un mejor desplazamiento dentro de él y por ende, mejor posición.

ANTES:

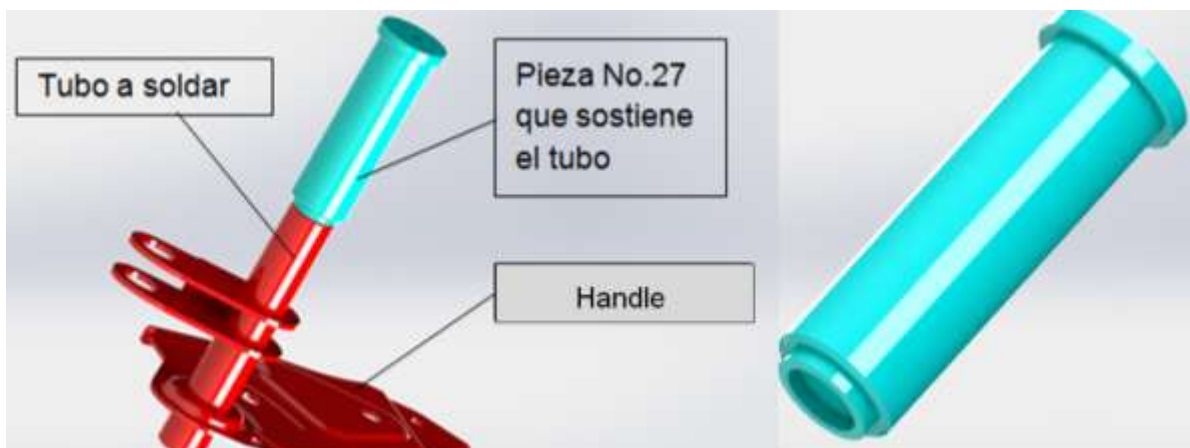


Figura 4.4. Diseño original de la pieza PM7RH-27 que sostiene al tubo del Handle.

DESPUES:



Figura 4.5. Diseño mejorado de la pieza PM7RH-27.

2. Mejorar el agarre del Cover Plate para evitar la caída del mismo en el proceso.

Se implementó una pieza nueva con el nombre de “Portamagneto”, el cual contiene un imán sobresaliente para adherir el plato del handle al fixture.

ANTES:

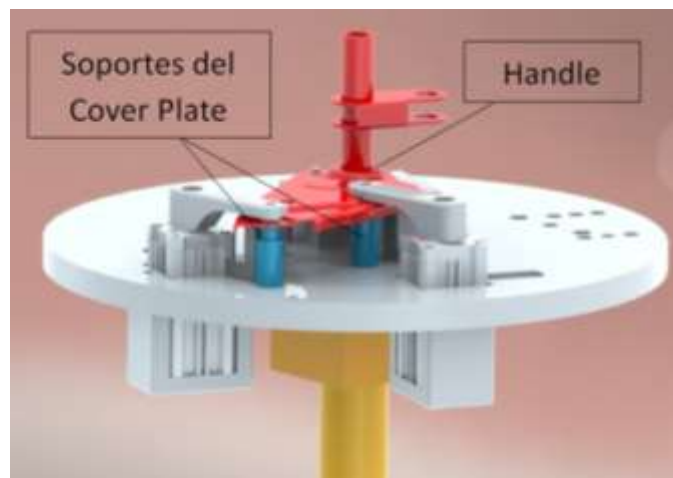


Figura 4.6. Primer diseño de soportes del “Cover – plate” del handle.

DESPUES:

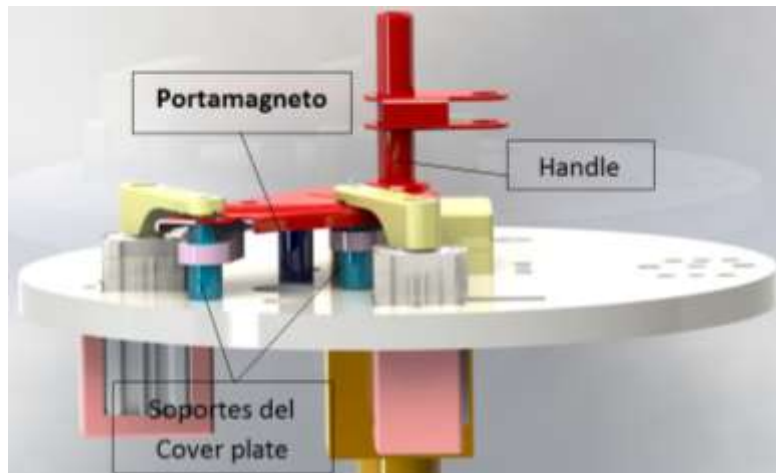


Figura 4.7. Implementación de un magneto para soporte del “Cover–plate” del handle .

3. Mejorar la posición del CAM.

Se implementó un Poka-Yoke sustituyendo a la pieza 33 que sujeta al CAM, para eliminar la existencia de posicionamiento erróneo del CAM por parte del operador.

ANTES:

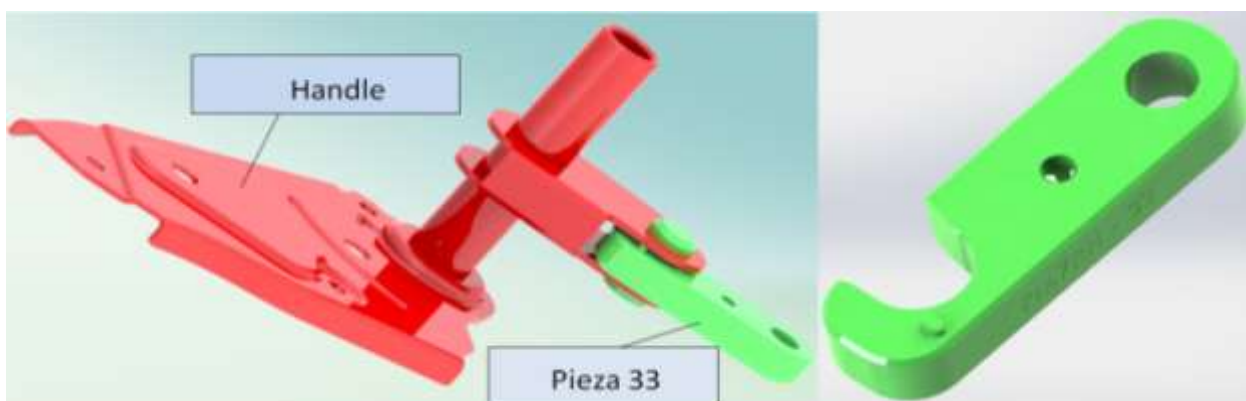


Figura 4.8. Pieza PM7RH – 33, sujetador de CAM.

DESPUES:

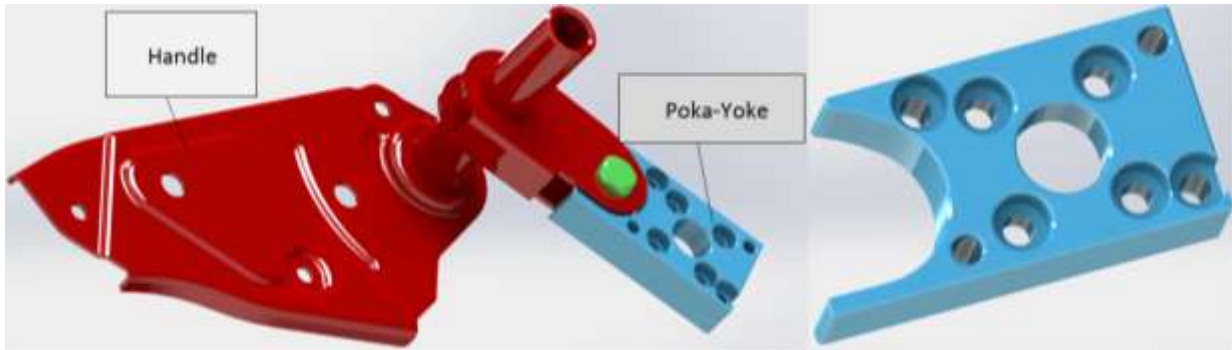


Figura 4.9. Pieza PM7RH – 31 Nuevo (Poka-Yoke), sujetador y posicionador de CAM.

4. Rediseño de porta-sensores.

El portasensor es una parte importante en el fixture, debido a que manda las señales de arranque al PLC, para dar comienzo al proceso de soldadura, y el primer diseño de porta sensor, el sensor se localizaba de manera fija y no permitía ajustar la altura de sensado y esto podría causar problemas en el proceso, por lo que se sugirió mejorar el porta sensor por uno de ajuste.

ANTES:

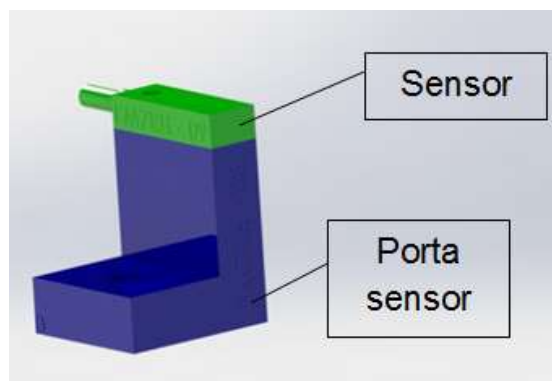


Figura 4.10. Diseño fijo del Portasensor.

DESPUES:

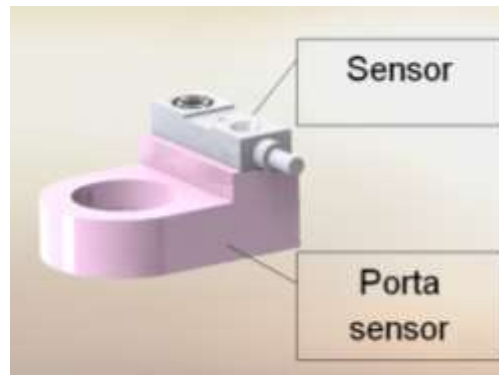


Figura 4.11. Mejora de diseño del Portasensor ajustable.

Luego de rediseñar las piezas mencionadas con anterioridad, se enviaron las mejoras vía e-mail a los directivos encargados del proyecto en Flex N Gate, Querétaro, logrando así, la aceptación del diseño del fixture.

En la siguiente **Figura 4.12** se muestra el diseño aceptado, después de cada una las mejoras técnicas desarrolladas en el diseño del fixture PM7RH, para obtener un funcionamiento adecuado que permitiera satisfacer las necesidades demandadas por la empresa de FLEX N GATE, Querétaro.

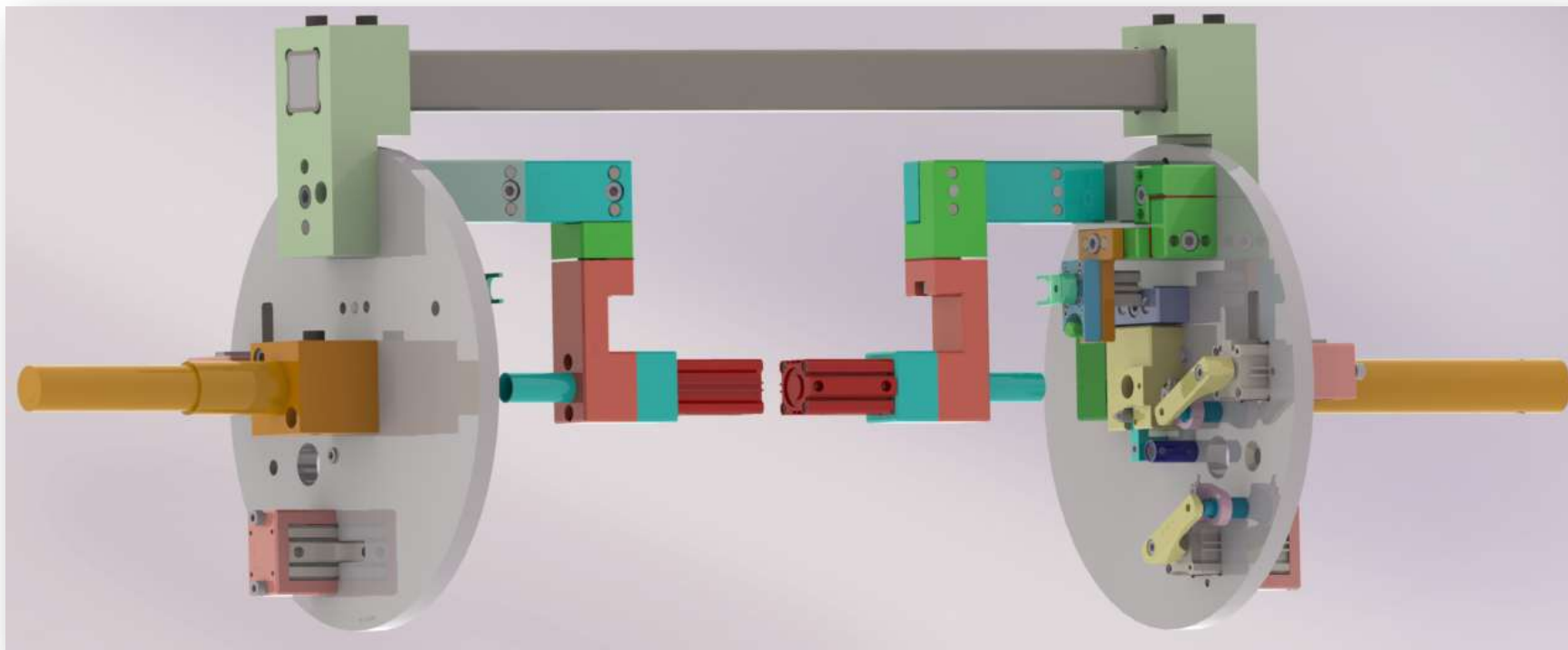


Figura 4.12. Diseño de fixture PM7RH aceptado por FLEX N GATE, Querétaro.

El fixture es un dispositivo compuesto de 2 montaduras con características idénticas en cuanto a diseño y a cantidad de piezas, y su ensamble se ha realizado en una reflexión simulando un espejismo de 1 de las montaduras.

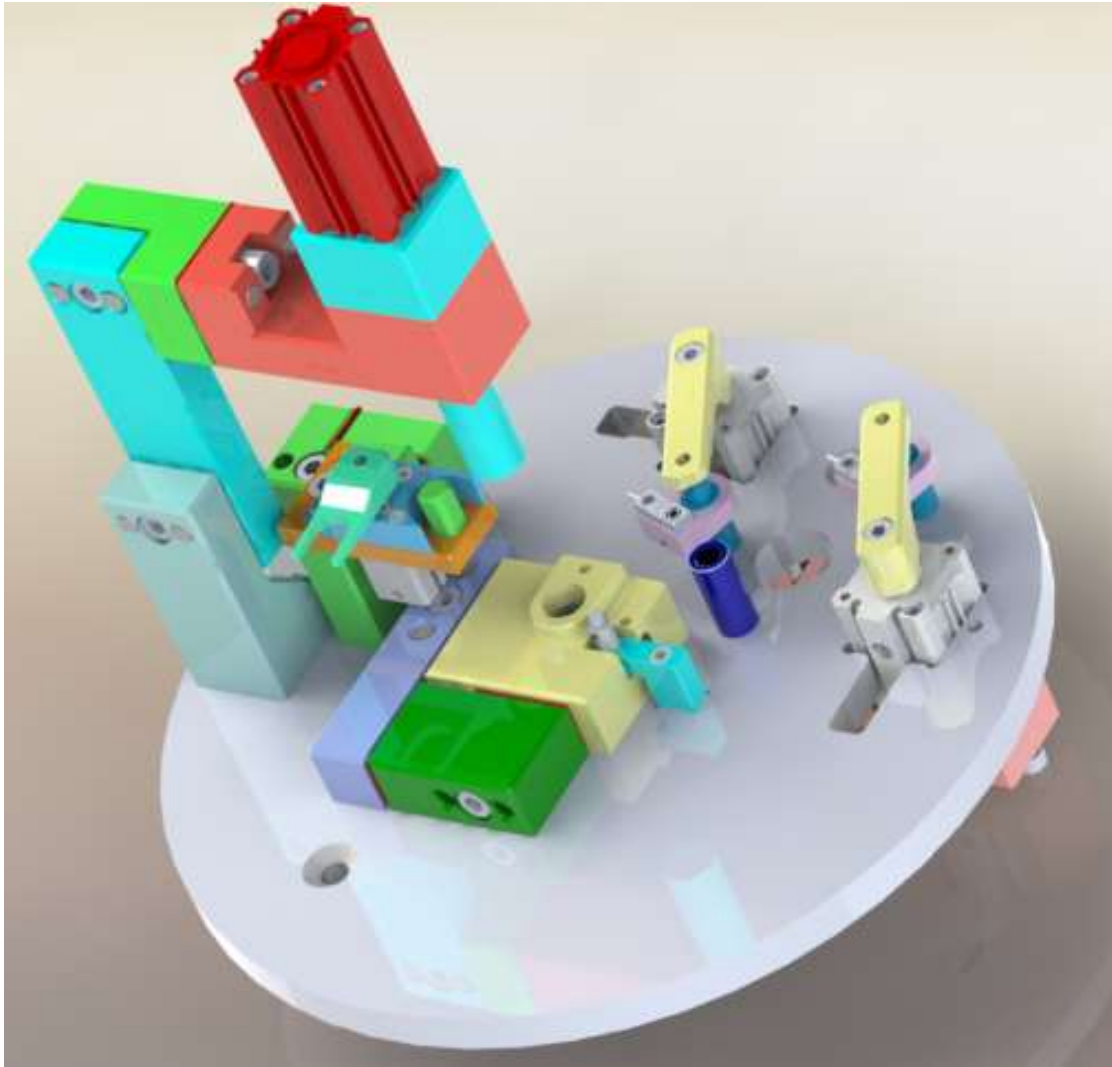


Figura 4.13. Diseño de Montadura del fixture PM7RH.

El ensamble final del dispositivo del fixture está conformado por 7 sub-ensambles, de los cuales, los primeros 4 sub-ensambles, que son: Plato, Base-tubo, Brazo-Pistón-tubo y Brazo-Cam, conforman las 2 montaduras principales del fixture, los otros 3 subensambles que son: PTR, Link Alpha8 y Link Chumacera, conforman la parte exterior del fixture y permiten la unión de los 2 principales subensambles para el funcionamiento del dispositivo.

1. Plato: Este Sub-ensamble es el encargado de sustentar todas las piezas que componen el Fixture PM7RH, su función general se basa en localizar, sostener, posicionar y detectar las piezas a soldar por medio de sensores, para posteriormente ser clampeadas e iniciar el proceso de soldadura.

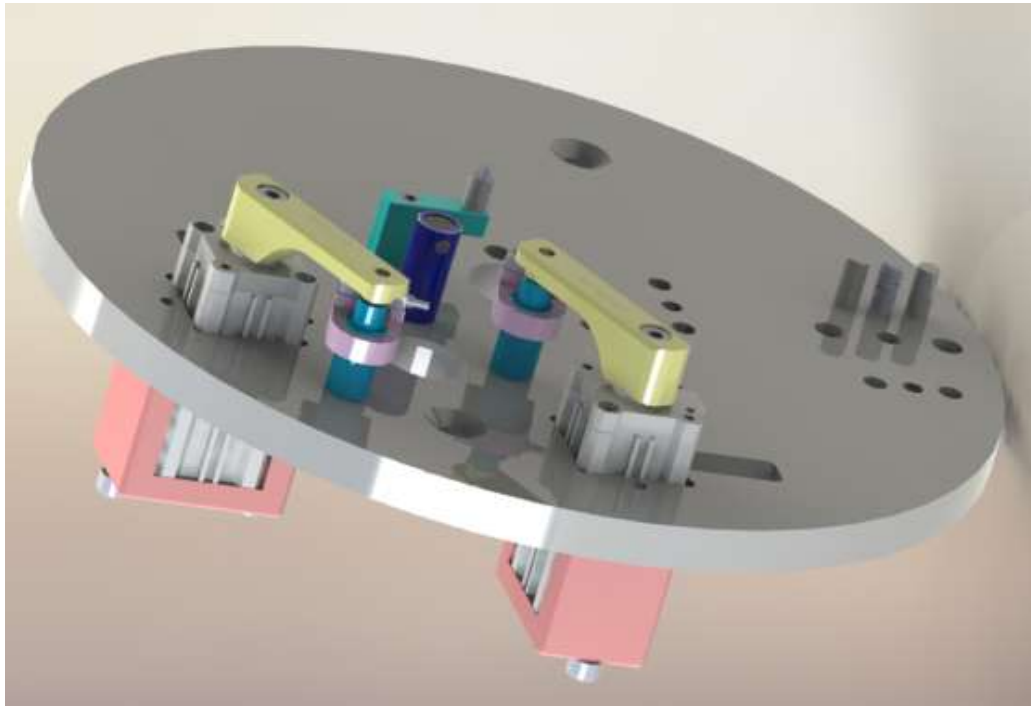


Figura 4.14. Sub-ensamble “Plato”.

2. Base-Tubo: Se denomina de esta manera, por constituir una base sólida donde asienta el tubo que se suelda al CAM y al Cover-plate. Este sub-ensamble tiene una base con resorte para ajustar automáticamente la altura del tubo con respecto a los otros componentes del handle, este ajuste se realizó ya que los tubos poseen un margen de error y este ajuste permite que el tubo no tenga problemas al momento de entrar al ensamble.



Figura 4.15. Sub-ensamble “Base-Tubo”.

3. Brazo-Pistón-Tubo: Este Subensamble Trabaja en conjunto con el Subensamble “Base-Tubo”, juntos, le brinda altura y concentricidad del tubo, en especial, este sub-ensamble le proporciona sujeción por medio del pistón que avienta el tubo (Pieza PM7RH- 27) del fixture que sostiene al Pive-tube para realizar el proceso de soldadura.

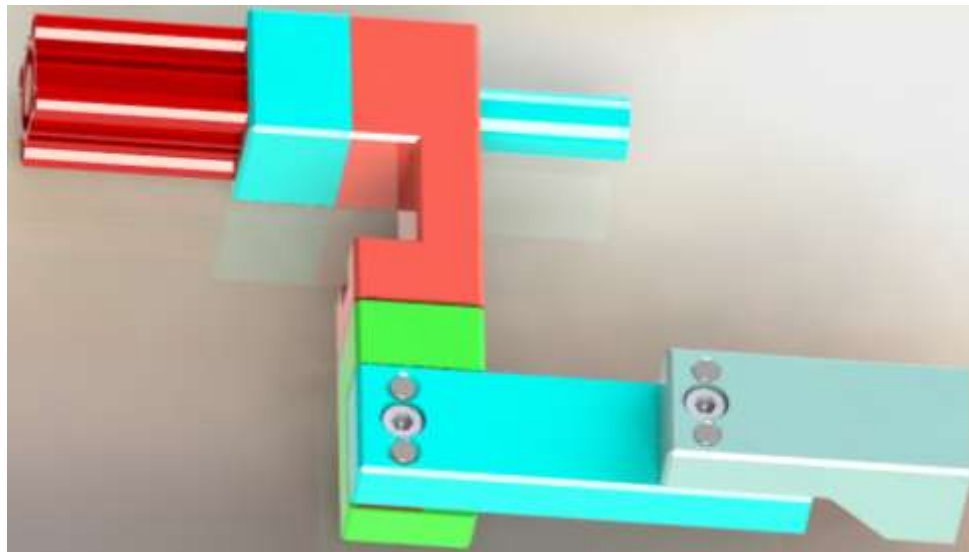


Figura 4.16. Subensamble “Brazo-Pistón-Tubo”.

4. Brazo-Cam: En este complemento se implementó un sistema Poka-Yoke, para evitar un posicionamiento erróneo del CAM, y no representar un problema al operador durante el proceso de soldadura. Posteriormente se activa el clampeo del CAM por medio de un pistón giratorio, para mantener el posicionamiento del este durante el proceso de soldadura, y es este subensamble quien se encarga de darle altura al CAM con respecto al Coverplate y le brinda posición con respecto al Pive-tube.

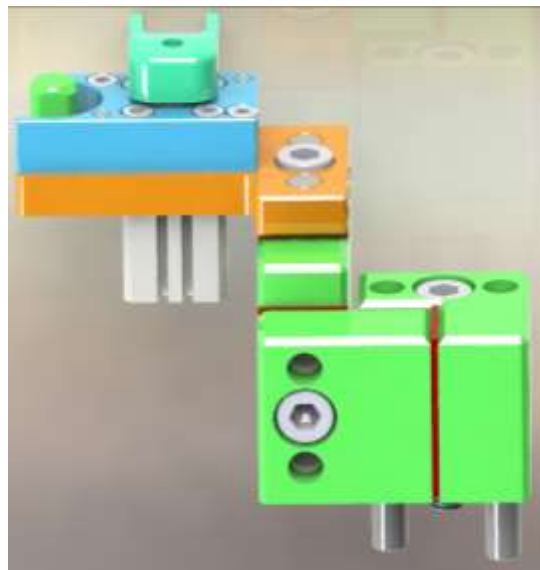


Figura 4.17. Subensamble “Brazo-Cam”.

5. PTR: Este constituye la unión de las 2 montaduras que conforman al fixture, en otras palabras, es el que le da forma al prototipo.



Figura 4.18. Subensamble “PTR”.

6. Link Alpha8: Este Link va atornillado a la Montadura 1 (Lado derecho) del fixture que a su vez es la unión al plato del servomotor que se encuentra en la celda de soldadura, fundamentalmente este Subensamble proporciona un eje de rotación al fixture durante el proceso de soldadura del handle.



Figura 4.19. Subensamble “Link Alpha8”.

7. Link Chumacera: Subensamble ubicado en la parte izquierda del fixture y denominado así porque es el eje de unión entre la chumacera y el fixture, proporciona que el fixture PM7RH siga una rotación sin problemas.



Figura 4.20. Sub-ensamble “Link Chumacera”.

4.1.3 Fase 3. Generación de planos y lista de materiales.

En esta fase se generaron los planos dimensionales de cada una de las piezas que componen a los subensambles (véase Anexo D), con la ayuda de un formato establecido, llamado MM REV con el que cuenta la empresa “Manufactura Integral MAIN S. de R.L. de C.V.”, como se muestra en la siguiente figura:

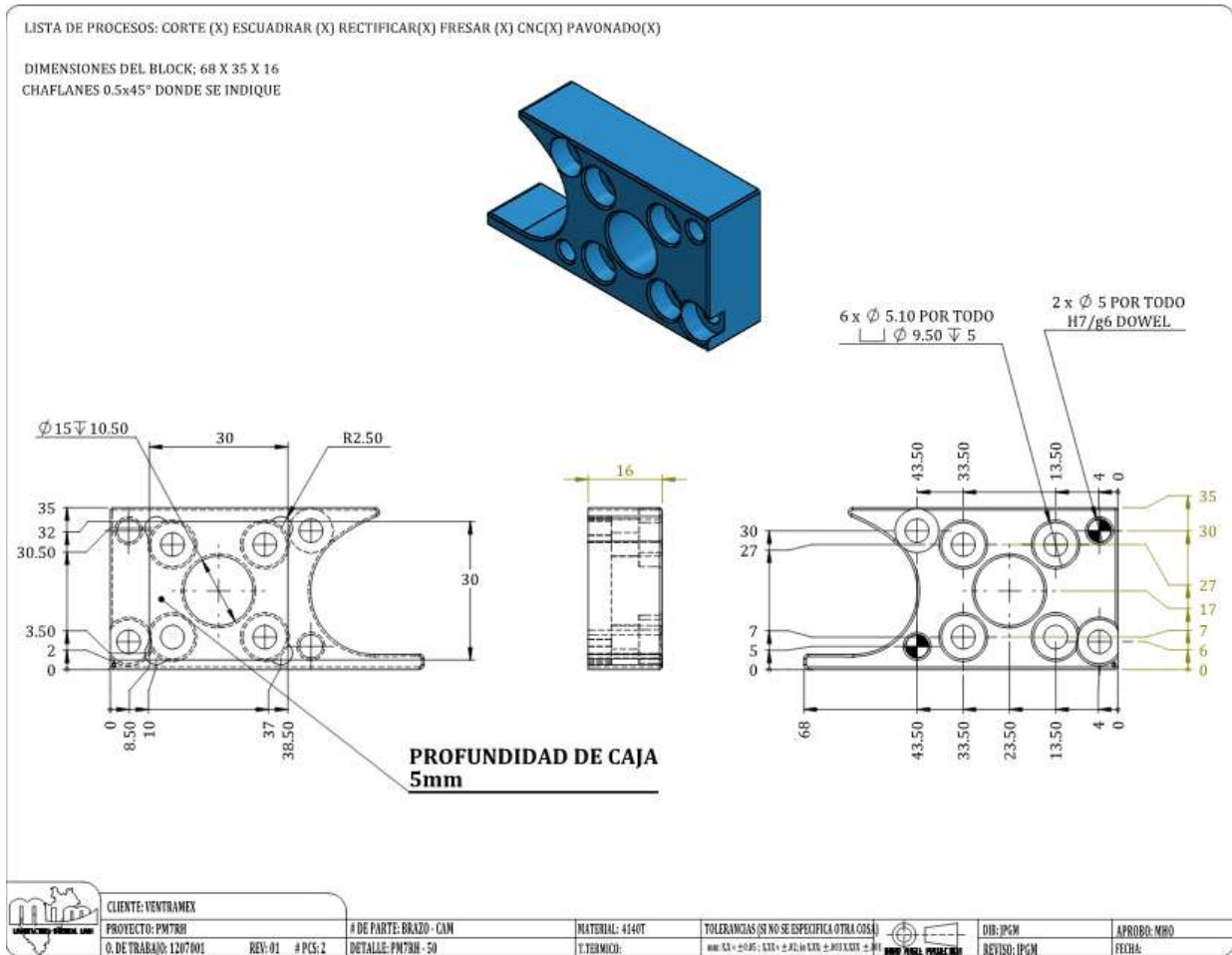


Figura 4.21. Acotación del Poka-Yoke (PM7RH-50) en el formato MM REV para generación de planos dimensionales de las piezas del fixture.

(Fuente: MA-IN; Creado por: Ing. Juan Pablo García).

Al termino del dimensionamiento de las piezas, se continuo con la generación de una lista de materiales, se examinó que materiales se encontraban



en existencia en el almacén de M.P para iniciar el proceso de fabricación de los componentes del fixture, los materiales inexistentes fueron requeridos para su compra con un margen de sobre material de 0.5 mm de cada lado, esto debido al rectificado de la M.P. antes de iniciar su proceso de fabricación.

A continuación se presenta la lista de material usados en los ensambles: “Brazo-Cam” y “Brazo-Pistón-Tubo”, en la **figura 4.22**, la lista de material de los demás subensambles se encuentran en el Anexo E.



REQUISICION DE COMPRA

REQ. DE COMPRA #
FECHA DE SOLICITUD
O. DE TRABAJO

1208002
9 /AGOSTO / 2012
1207001

PROYECTO

HERRAMENTAL DE SOLDADURA PM7-RH

ITEM	DESCRIPCION	CANT.	U. MEDIDA	# DE CATALOGO	PROVEEDOR	\$UNIT	\$TOTAL
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
SUB TOTAL							#REF!

ITEM #	DESCRIPCION	CANTIDAD	X	Y	Z	Ø Diam	UNIDADES DE MEDIDA	MATERIAL	PROVEEDOR
13	BRAZO CAM								
14	PM7RH-31	1	7 3/4"	2 3/4"	2"		IN	4140T	PIBASA
15									
16	BRAZO PISTON TUBO								
17	PM7RH-23	1	2 1/4"	1 1/4"	14 3/8"		IN	4140T	PIBASA
18	PM7RH-26	1	4 7/8"	2 1/4"	1 3/4"		IN	4140T	PIBASA
19	PM7RH-25	1	10 7/8"	2 1/4"	2 1/4"		IN	4140T	PIBASA
20	PM7RH-24	1	6 5/8"	2 1/4"	2 1/4"		IN	4140T	PIBASA
21	PM7RH-22	1	2 1/4"	2 1/4"	9 5/8"		IN	4140T	PIBASA
22									
23									
24									
25									
26									

ITEM #	COMENTARIOS	FECHA REQUERIDA	FECHA DE RECIBO	PRIORIDAD
13	LAS MEDIDAS YA CUENTAN CON SOBREMATERIAL	10/AGOSTO/2012		IMPORTANTE
A	FAVOR DE IDENTIFICAR CADA PIEZA CON EL NUMERO FINAL			
21	DE CADA DETALLE			

Figura 4.22. Lista de materiales requeridos para su compra de “Brazo-Cam” y “Brazo-Pistón-Tubo”.
(Fuente: MA-IN; Creado por: Ing. Juan Pablo García)

El siguiente proceso para la fabricación del fixture fue la generación de la lista de tornillería, y se basó en el diseño original con tornillería para la notificación de la cantidad de tornillos y pernos de diferentes diámetros y longitudes que conforman la unión entre cada pieza, subensamble y el ensamble en su totalidad, esta lista se elaboró para una de las dos montaduras principal y se requirió el doble de cada tornillo o perno solicitado para ambas montaduras (véase anexo F), en la **Figura 4.23** se muestra un hoja de requisición de compra de tornillería.

ITEM	DESCRIPCION	CANT.	U. MEDIDA	# DE CATALOGO	PROVEEDOR	\$UNIT	\$TOTAL
BRAZO CAM							
1	PERNO DOWEL #10 mm x 50mm LONG	4	PZS		TORNILLEROS		
2	TORNILLO ALLEN CABEZA CILINDRICA M10 x 35 LONG	2					
3	PERNO DOWEL #10 mm x 45mm LONG	4					
4	TORNILLO ALLEN CABEZA CILINDRICA M10 x 40 LONG	2					
5	PERNO DOWEL #10mm x 35 mm LONG	4					
6	PERNO DOWEL #10mm x 65 mm LONG	4					
7	PERNO DOWEL M10 x 55 LONG	2					
8	TORNILLO ALLEN CABEZA CILINDRICA M5x 20 LONG	4					
9	PERNO DOWEL #5mm x 28mm LONG	4					
10	TORNILLO ALLEN CABEZA CILINDRICA M8x20mm LONG	2					
11	TORNILLO ALLEN CABEZA CILINDRICA M5 x 10mm LONG	2					
12	TORNILLO ALLEN CABEZA CILINDRICA M5 x 45mm LONG	6					

COMENTARIOS		FECHA REQUERIDA	FECHA DE RECIBO	PRIORIDAD
Tornillería contemplada para dos montaduras, conteniendo un Sub-Ensamble "Brazo-Cam" c/u.		Finales de Septiembre	01 de Octubre de 2012	

Figura 4.23. Requisición de compra de tornillería para Subensamble “Brazo-Cam”.
(Fuente: MA-IN; Creado por: Ing. Juan Pablo García).

4.1.4 Fase 4: Proceso de fabricación del Fixture PM7-RH.

El proceso de fabricación es diferente para cada una de las piezas, y por ello se elaboró un diagrama de flujo en el cual se consideran todos los procesos posibles que siguieron las piezas o no, en base a sus especificaciones requeridas,

en la presente **figura 4.24** se observa el diagrama de flujo para la generación de piezas del fixture PM7RH.:

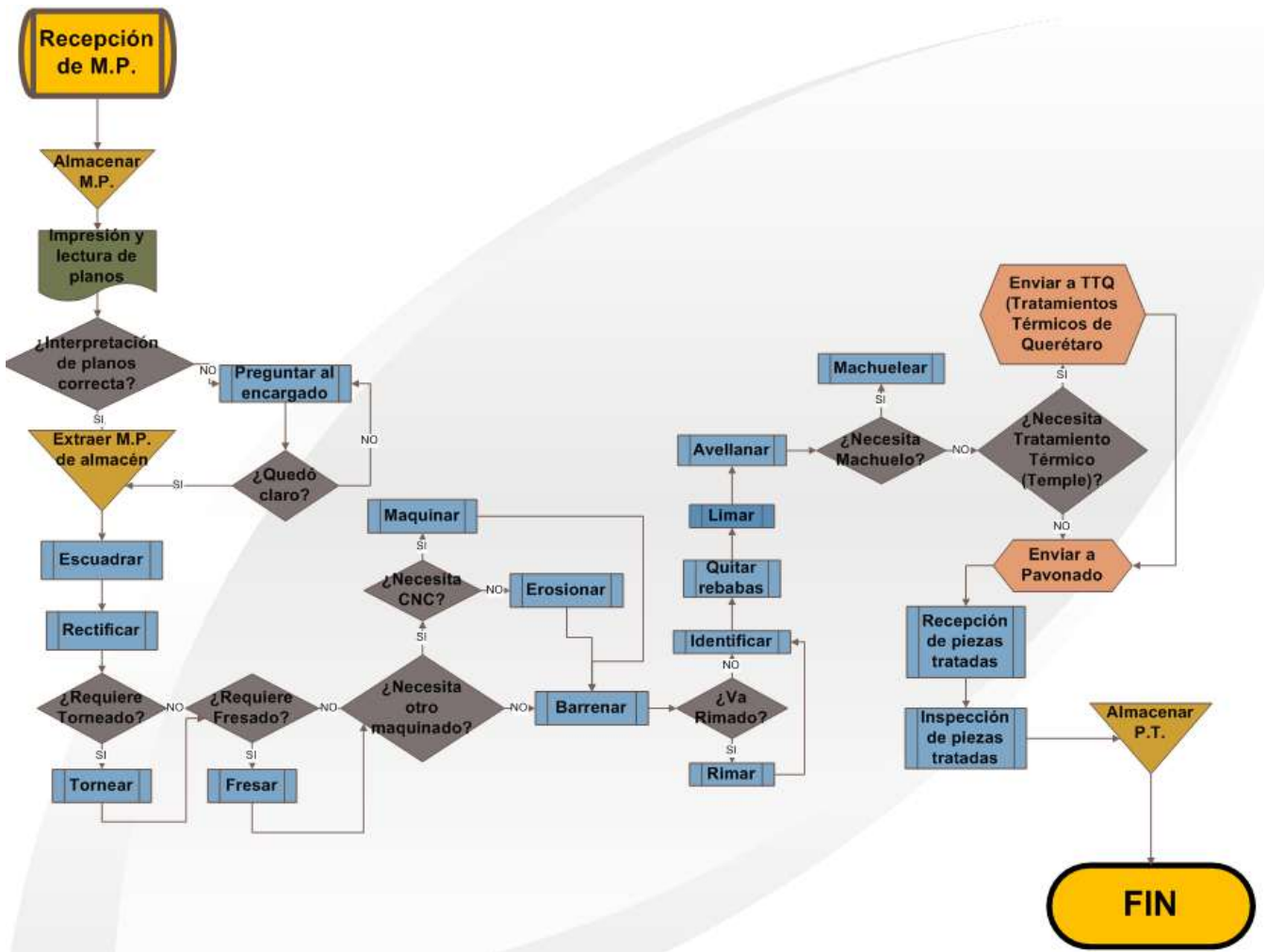


Figura 4.24. Diagrama de flujo para la fabricación de las piezas del fixture PM7RH.

4.1.5 Fase 5. Ajustes y Ensamble del Fixture.

Concluyendo la fabricación, sus respectivos tratamientos térmicos de los componentes del fixture, y contando con la existencia de tornillería, se realizaron ajustes en los barrenos de las piezas del fixture PM7RH con la ayuda de un taladro y una rima de diámetro requerida por el barreno, con la finalidad de obtener un acceso holgado para la unión de las piezas, debido a que el recubrimiento que

le brindan los tratamientos, redujo el paso de la pernos dowel.

En ocasiones, fue necesario pasarles de nuevo el machuelo que les corresponde para que la tornillería no tuviera problemas en su barreno.

Este ejercicio se realizó principalmente para comprobar que todas las piezas, barrenos y machuelos coincidieran con las piezas en donde se sujetaron, y no compliquen o varíen la soldadura de las piezas.

Esto se llevó a cabo, con la observación y posicionamiento de cada una de las piezas que conforma cada subensamble del fixture PM7RH, con el apoyo de planos dimensionales y con las vistas 3D en Solidworks. Se inició la unión de las piezas para 3 de los 4 subensambles principales llamados “Base-Tubo”, “Brazo-Pistón-Tubo” y “Brazo-Cam”, para posteriormente continuar con el ensamble del “Plato”, “PTR” y finalmente con los “Links Alpha8 y Chumacera”.

Luego del ensamble del fixture, este se montó en un carro elaborado principalmente para su transporte, esto para colocarle los sensores, pistones, cableado, mangueras neumáticas y para realizarle pruebas de aire y posicionamiento, en la **Figura 4.25** se observa el fixture PM7RH ya fabricado.



Figura 4.25. Fixture PM7RH fabricado.

4.1.6 Fase 6: Pruebas de calidad y metrología.

Al termino del ensamble en su totalidad del fixture, este dispositivo fue llevado al departamento de calidad, medición y metrología de la empresa Flex N Gate, Queretaro.

Los parametros para las pruebas fueron 4 dimensiones estandares fundamentales, para aprobar el adecuado funcionamiento del dispositivo de soldadura fixture PM7RH en cuanto a la soldadura del handle, estas son:

1. Distancia de abajo del “Cover-plate” al “Cam”.
2. Distancia de abajo del “Cover-plate” al inicio del “Pive-tube”.

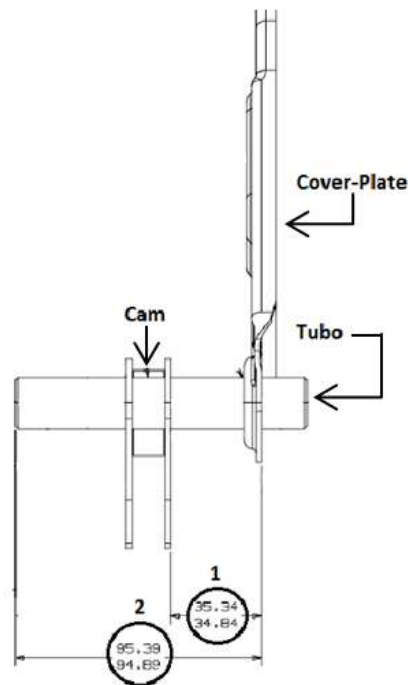


Figura 4.26. Distancias del “Cover-plate” al inicio del “Pive-tube” y al “CAM”.

(Fuente: Ventra Group Inc. Ventra mechanical Assemblies; Creado por: S. Chan)

3. Concentricidad del pive tube contra los ejes X y Z con respecto a la pieza PM7RH-16.

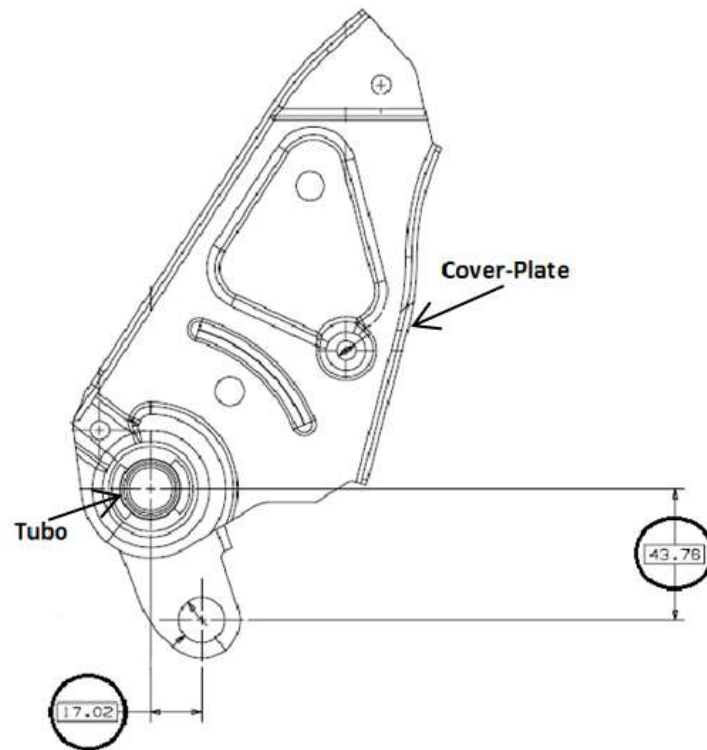


Figura 4.27. Equidistancia entre “Pive-tube” y “CAM”.

(Fuente: Ventra Group Inc. Ventra mechanical Assemblies; Creado por: S. Chan)

4. Perpendicularidad del “Pive-tube” con respecto al “Cover-plate” del handle.

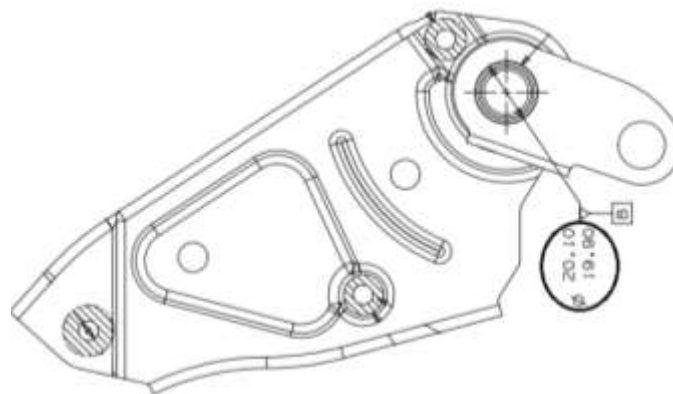


Imagen 4.28. Concentricidad del diametro del “Pive-tube” y “Cover-plate”.

(Fuente: Ventra Group Inc. Ventra mechanical Assemblies; Creado por: S. Chan)



Estas dimensiones se midieron en las piezas del fixture que otorgan dichas especificaciones establecidas en el diseño del fixture. El dimensionamiento de estos parámetros fueron realizados con la ayuda del aparato de medición Faro Prime con el que cuenta el departamento de metrología y calidad de Flex N Gate, Querétaro.

El dimensionamiento de cada punto anteriormente mencionado se realizó con la finalidad de obtener un “Punto cero” establecido del fixture que permita apartir de este, realizar ajustes cuando se requiera, el punto cero no es más que lograr que las distancias se encuentran dentro del rango de aceptación nominal, para tener la certeza de un nivel alto de calidad y aceptación del handle soldado.

Durante dicha medición se encontró lo siguiente::

Montadura Izquierda:

1. El pin de dos vías y el pin #1 de 4 vías que localizaban al “Cover-plate”, en ambas montaduras, “jalaban” a este de cierta forma que le daba mala posición tanto al “Pive-tube” como al “CAM”, y fue necesario quitarlos porque era imposible moverlos.

ANTES:

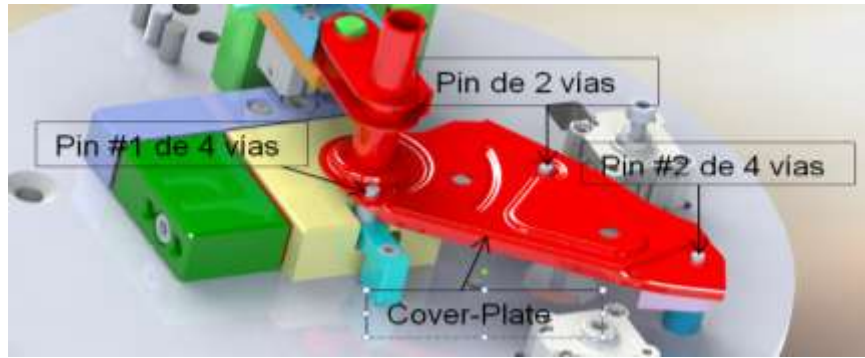


Figura 4.29. Fixture con pines de 2 vías.

DESPUES:

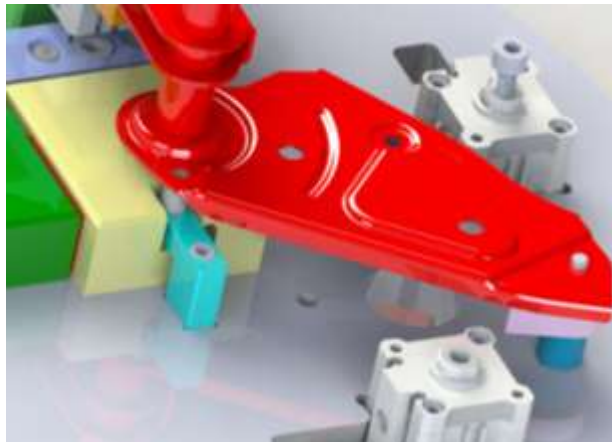


Figura 4.30. Fixture sin pines de 2 vías.

2. Se midió la distancia existente entre el datum C y el diametro de la pieza PM7RH-16 donde entra el tubo a soldar, la cuál rebasaba el límite superior del estándar, por lo que fue necesario rebajar el diametro de la pieza PM7RH-17 para lineal el area y lograr el desplazamiento de 1.5 mm en el eje Z de la base del tubo, porque se encontraba en una cavidad restringida y no permitia moverla.

ANTES:

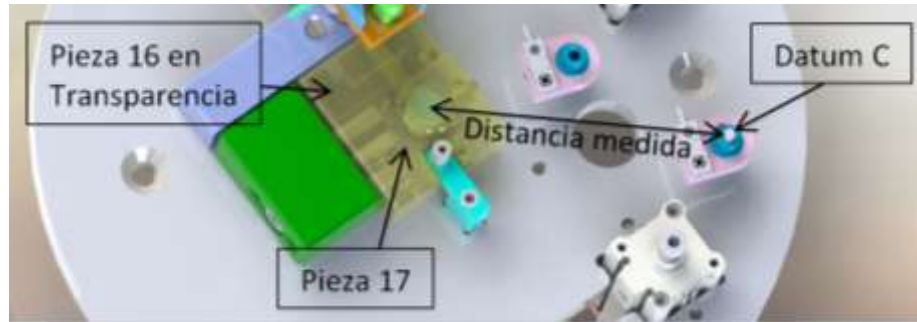


Figura 4.31. Distancia medida entre pieza 16 y Datum C.

DESPUES:

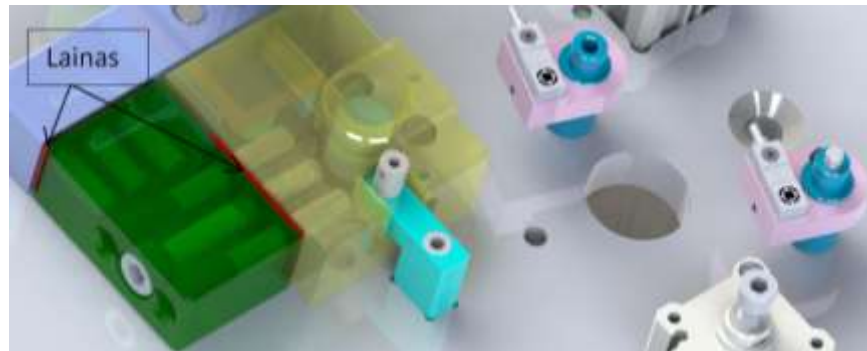


Figura 4.32. Laineo del sub-ensamble: “Base-Tubo”.

ANTES:

DESPUES:



Figura 4.33. Pieza PM7RH-17.



Figura 4.34. Pieza PM7RH-17 rebajada.

3. Los ajustes del “Pive-tube” y “CAM”, se realizaron colocando las piezas a soldar en su lugar y comprobando manualmente el acceso holgado de cada una de estas partes.

A continuacion se muestra el Chequeo Final del día Martes 23 de Octubre de 2012 del punto cero del Fixture PM7RH con pieza no soldada montada, obtenida con laineo entre piezas.

Base-Tubo:

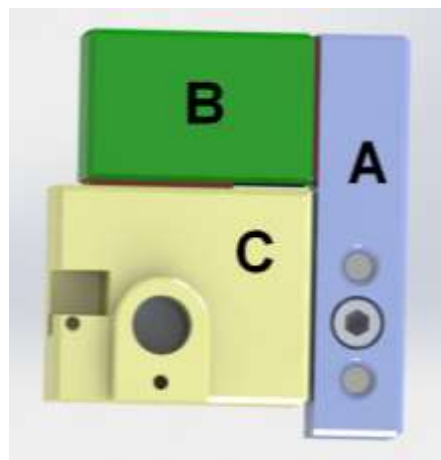


Figura 4.35. Clasificación de las piezas del sub-ensamble “Base-Tubo”.

Punto Cero del Fixture PM7RH con pieza no soldada montada													
Base-Tubo													
Lado Izquierdo	Lainas					Total	Lado Derecho	Lainas					Total
	.1 mm	.15 mm	.25 mm	.5 mm	1 mm			.1 mm	.15 mm	.25 mm	.5 mm	1 mm	
Pieza A vs Pieza B			1	1	1	1.75 mm	Pieza A vs Pieza B	2					0.20 mm
Pieza B vs Pieza C	2			1	1	1.70 mm	Pieza B vs Pieza C	1		1		3	3.35 mm

Tabla 4.1. Laineo de Base-Tubo.

Brazo-Cam:

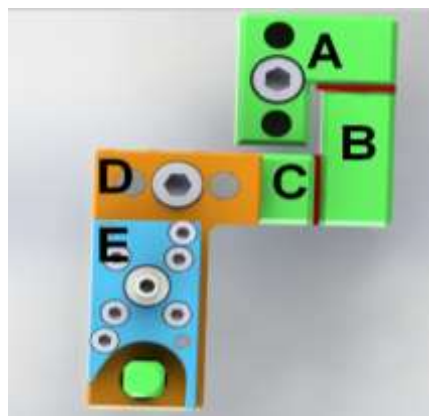


Figura 4.36. Clasificación de las piezas del sub-ensamble “Brazo-Cam”.

Punto Cero del Fixture PM7RH con pieza no soldada montada													
Brazo-Cam													
Lado Izquierdo	Lainas					Total	Lado Derecho	Lainas					Total
	.1 mm	.15 mm	.25 mm	.5 mm	1 mm			.1 mm	.15 mm	.25 mm	.5 mm	1 mm	
Pieza A vs Pieza B			1	2	1	2.5 mm	Pieza A vs Pieza B	2		1	1		.75 mm
Pieza B vs Pieza C			1	2	5	6.25 mm	Pieza B vs Pieza C				2	1	2 mm
Pieza C vs Pieza D				2	1	2 mm	Pieza C vs Pieza D				2	1	2 mm

Tabla 4.2. Laineo de Brazo-Cam.

Brazo-Piston-Tubo:

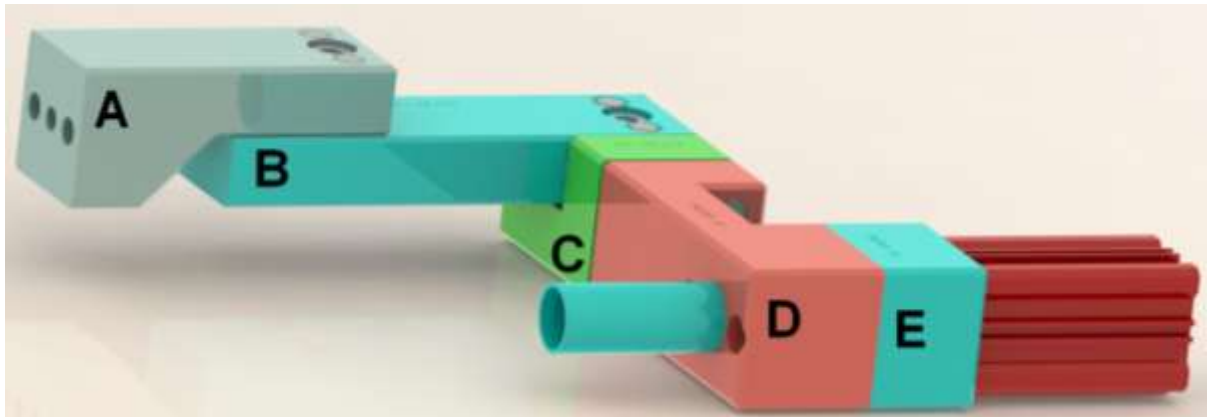


Figura 4.37. Clasificación de las piezas del sub-ensamble “Base-Tubo.”

Punto Cero del Fixture PM7RH con pieza no soldada montada													
Brazo-Pistón-Tubo													
Lado Izquierdo	Lainas					Total	Lado Derecho	Lainas					Total
	.1 mm	.15 mm	.25 mm	.5 mm	1 mm			.1 mm	.15 mm	.25 mm	.5 mm	1 mm	
Pieza A vs Pieza B						No hay láina	Pieza A vs Pieza B	2					No hay láina
Pieza B vs Pieza C				3	3	4.5 mm	Pieza B vs Pieza C				2	2	3 mm
Pieza C vs Pieza D			1	2	1	2.25 mm	Pieza C vs Pieza D			2	1		1 mm

Tabla 4.3. Laineo Brazo-Pistón-Tubo.

4.1.7 Fase 7. Cableado del Fixture en la celda.

Luego de obtener el punto cero del Fixture se inicio con el cableado neumático y electrónico de este dispositivo, y para realizar este trabajo fue necesario utilizar los siguientes elementos:

- Conector Macho Balluf: El conector balluf de 4 pines fueron conectados hacia los cables de los sensores de los pistones.
- Conector Hembra Balluf: Este conector es el que encaja con el conector macho de cuatro pines y permite la conexión hacia las señales del PLC.
- Conectores neumáticos en T para manguera de 6mm con recubrimiento de 8mm.: Estos conectores fueron utilizados en la



union de las mangueras de 6mm y que se conecta a la fuente neumática para que los pistones realicen su función adecuadamente.

- Conector en T BCC089P Balluff 1207CN: Esta conexión fue el enlace entre los conectores Balluff que permitió que estos se unieran al conector de IP67.
- Conector M8 IP67 – C04AEQ00VY050M
- SMC FR- TUBE TRB0604 (6X4)
- Cincho de plástico negro 203 x 4.6 mm (SURTEK): Estos cinchos fueron utilizados para sostener los cables y mangueras hacia el dispositivo.
- Cincho de plástico 300 x 4.6mm (SURTEK)
- Cincho de plástico 100 x 2,6 mm (SURTEK)
- Manguera Transparente flexible-antichispa: Sirvió para el recubrimiento de todo el cableado y evitar la quema de estos por las chispas resultantes del proceso de soldadura.

4.1.8 Fase 8. Montadura en la celda.

Al término del cableado, se montó el fixture a la ventanilla # 1 de la celda de soldadura donde se encuentra su montadura compuesta por una chumacera, que le da holgura para girar, y un servomotor que le provee realizar su función de rotación, con el apoyo de un brazo robótico FANUC.

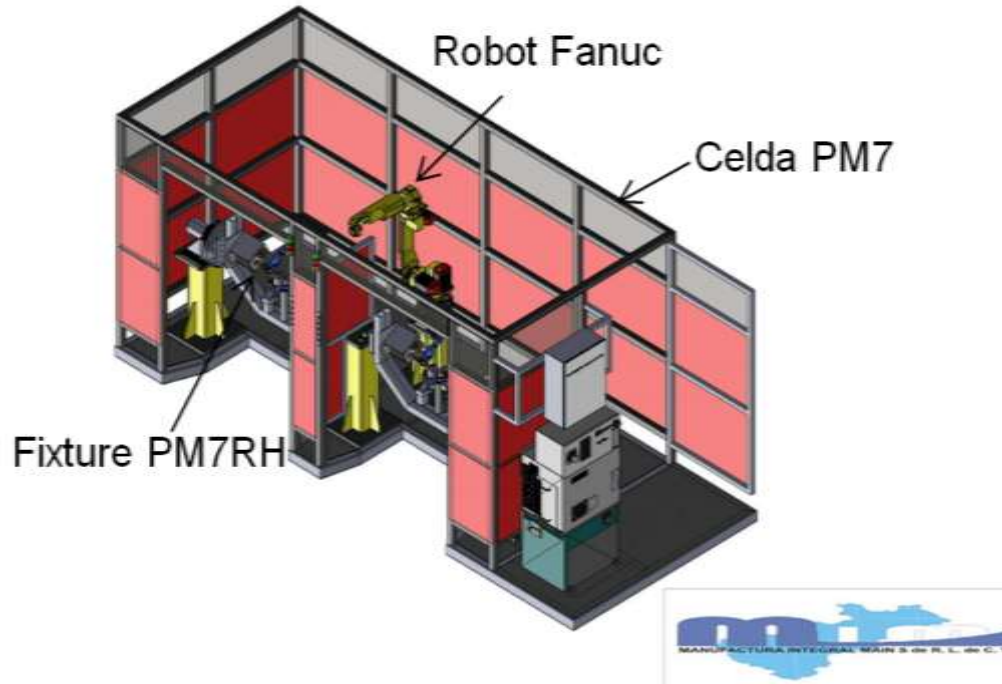


Figura 4.38. Celda de soldadura PM7.

(Fuente: Ma-In, Creado por: Ing. René Rodríguez Ramírez).

Para que dicho brazo robótico realizara sin problemas su trayectoria de soldadura, fue necesario rebajarle a la pieza PM7RH-20 que se encuentra en la “Base-tubo”, la cuál interrumpía el recorrido del cordon de soldadura en las pruebas.

En las siguientes **figuras 4.39 y 4.40** se muestran el antes y el despues de la pieza PM7RH – 20 para permitir un proceso de soldadura sin problemas.

ANTES:

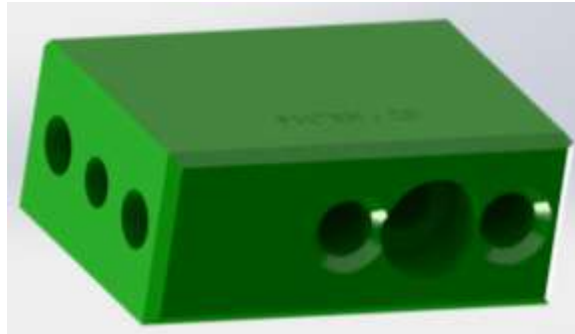


Figura 4.39. Pieza PM7RH-20.

DESPUES:

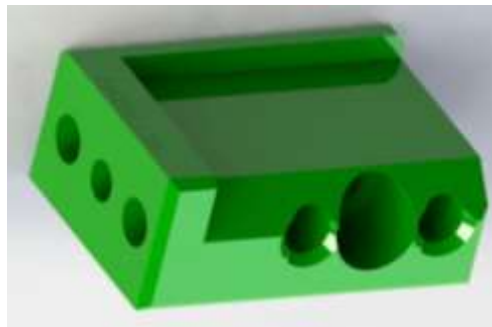


Figura 4.40. Modificación de la pieza PM7RH-20.

Actualmente se producen 2 Handles cada 42 s. en promedio, significando de 146 a 148 piezas por hora. Este fixture estará en constante desmontamiento, llamado cambios rapidos para ello es utilizado el denominta carrito PM7, puesto que solo se necesitan fabricar mil piezas al año, y la ventanilla donde se ubica actualmente se utiliza para otros fixtures.

4.2. Análisis del problema y alternativas de solución que se propusieron.

Para el análisis del problema, se utilizó la herramienta de calidad llamada diagrama de Ishikawa, y fue necesario reunir al equipo de trabajo del proyecto, para llevar a cabo una lluvia de ideas respecto a los factores que causaron un efecto en el diseño y desarrollo del fixture PM7RH, y para dicho análisis se persuadieron los siguientes factores que son:

- Mano de obra.
- Maquinaria y herramientas.
- Materiales.
- Métodos.

A continuación, en la **figura 4.41.** se presenta el resultado obtenido del análisis con cada una de las características predominantes que afectaron el desarrollo del proyecto.



Figura 4.41. Diagrama de Ishikawa para el análisis del problema del proyecto PM7RH.



Cada uno de los factores es explicado a continuación por categorías:

1. Maquinaria y herramienta:

- Falla de maquinaria: El fallo de la máquina Leadwell MCV-1000AP, causó un retraso en la fabricación de las piezas del fixture.
- Falta de mantenimiento: La falta de esta importante acción, causó que en ocasiones, la maquinaria se viera afectada y causara dificultades para realizar de manera óptima el trabajo.
- Falta de herramientas: Debido a que no existe un inventario de herramientas actual y un almacén para cada una de estas en el desarrollo de las piezas surgió la necesidad de algunas herramientas.

2. Mano de obra:

- Falta de motivación personal: Incentivos monetarios y morales para los empleados para que realicen de manera eficiente y eficaz su trabajo.
- Retrabajo: Surge por inexistencia de una orden de trabajo escrita, o bien de una planeación, ya que en el proceso de fabricación de algunas piezas del fixture PM7RH, se abandonaba el proyecto para fabricar otras piezas de un proyecto diferente, y por este motivo, al operador le causaba retrabajo al volver con el desarrollo del maquinado de las piezas del fixture.

3. Materiales.

- Inexistencia de inventario de M.P. y tornillería: Debido a la inexistencia del stock de M.P. y tornillería, el operador tenía que ir en búsqueda de materiales y tornillos a utilizar en el proyecto, lo que generaba una pérdida de tiempo y costo al no ser identificados con facilidad.
- Mala organización en el envío de piezas terminadas a tratamiento



térmico: Este factor está ligado a la falta de planeación y el retrabajo existente en la empresa, debido a que al final del día, algunas piezas se encontraban terminadas, y a otras les hacía falta algún proceso (machueado, rimado, erosionado, etc), y esto provocaba que las piezas del fixture se enviaran a tratamiento por poquitos, generando pérdida de costo, tiempo y esfuerzo.

4. Métodos:

- Distribucion inadecuada de la planta. La ubicación de algunos equipos de trabajo, herramientas, materiales, entre otros, provocan cruce de trayectorias, y en ocasiones, el operador realiza trayectos innecesarios, lo que generan las llamadas “mudas” de tiempo.
- Falta de inspeccion de calidad: Debido a que no se cuenta con un departamento o un encargado destinado al proceso de aprobación de la calidad de cada una de las piezas fabricadas bajo las características especificadas, algunas piezas se encontraron fuera de sus especificaciones.
- Falta de organización en almacén: La desorganizacion del almacén produce que los materiales no se ubiquen de manera ágil, que en ocasiones no se encuentren y que se requiera de mas material, generando costos.
- Inexistencia de planeación. La falta de planeacion es el factor clave que genera mas causas debido a que conlleva a perdidas de tiempo, trabajo desorganizado, realización de trabajos de manera precipitada, control inadecuado para la elaboración de las actividades, retrabajo, etc.

Los factores anteriormente analizados y descritos causaron que el desarrollo del proyecto contuviera algunas demoras que fueron superadas y se concluyó notoria e integralmente.



Después del análisis minucioso de algunos factores que predominaron en el desarrollo del fixture PM7RH y para evitar que se repitan en futuros proyectos, se proponen las siguientes alternativas de solución:

1. Para disminuir el paro y/o falla de maquinaria, se necesita realizar un mantenimiento preventivo con sus respectivas hojas de control que permitan observar las fechas de cada operación de mantenimiento realizada anteriormente a cada una de las máquinas.
2. Para que los trabajadores realicen sus labores con eficiencia, crear programas de incentivos morales; dentro de esta categoría podrían incluir:
 - El empleado del mes.
 - Un día más de descanso mensual al empleado con mayor eficiencia evaluando factores laborales.
 - Reconocimiento ante los demás compañeros laborales como estereotipo a seguir.
 - Pagar horas extras laboradas y días de descanso trabajados.

Todo esto, con el afán de comprometer a los empleados a mejorar continuamente no solo en el aspecto laboral, si no también en su vida cotidiana, incentivándolos a ser mejores personas.

3. Implementar una estructura organizacional mediante programas de desarrollo organizacional con el fin de consolidar aún más la empresa a una organización más fortalecida y que tenga un mejor funcionamiento con bases sólidas.
4. Realizar diagramas de recorrido para observar el flujo de movimientos que realiza un trabajador y buscar la mejor ubicación para cada factor realizando la reubicación de algunos equipos de trabajo, materiales y herramienta con el fin de evitar el cruce de actividades, la pérdida de



tiempos, los movimientos inadecuados de los operadores y realizar el trabajo de manera efectiva.

5. Reorganizar el almacén de M.P., tornillería, herramientas y llevar un control ya sea escrito o electrónico del stock existente de los factores ya mencionados, ayudando a agilizar la búsqueda de cada componente cuando sea requerido y a su vez, disminuir costos por existencia de material estancado. Adquirir nuevos estantes con separadores, organizarlos por tipos de materiales con distintivos que permitan un acceso rápido a la ubicación de cada componente buscado, y asignar un encargado de almacén para llevar el control de este, mediante vales de almacén, logrando hacer mas facil el control de los materiales, herramientas y componentes.
6. Para disminuir el factor mas importante que es la falta de planeacion, se propone implementar semanalmente una pizarra de actividades generales a realizar, especificando nombre del proyecto, actividades a realizar, tiempo esperado de culminación y colocarla a la vista de los trabajadores, al mismo tiempo entregar una orden de trabajo diaria a cada trabajador, en donde se mencione el trabajo a realizar y el avance esperado para dicha jornada; que cada proyecto tenga consecutividad en sus operaciones para realizarlo de manera exitosa, elaborando representaciones del proyecto mediante redes de actividades, calculando la ruta critica para optimizar dicho proyecto y diseñar diagramas de flujo general para su buen desarrollo, y llevando un control mensual de stock de herramientas en existencia; aplicar la metodología de las 5 S's desde el nivel empresarial hasta el personal, para el mejor funcionamiento de la empresa
7. Crear un departamento o encargado de calidad para que al final del desarrollo de cada proyecto, éste pase por una serie de pasos que acrediten su adecuado funcionamiento.
8. Generar platicas constantes para concientizar a los empleados de la importancia que conlleva realizar sus trabajos en tiempo y forma,

presentarle los avances que se han obtenido hasta la fecha y hacerlos participe de cada uno de los logros gracias a la participación de todos, mostrarles los productos finales que se logran por el dispositivo o fixture elaborado en la empresa.

4.3. Resultados obtenidos

Los resultados obtenidos de la estancia en “Manufactura Integral MA-IN S. de R.L. de C.V.” fué la fabricación exitosa del fixture PM7RH para soldadura MIG en una celda de General Motors, ubicada en la empresa Flex N Gate, Querétaro para el ensamble de 3 piezas por medio de cordones de soldadura de Handles, que constituyen la base para frenos de mano automotriz izquierdos, que serán enviados a Sao Caetano do Sul, Brazil para su ensamble al auto Chevrolet® Spin MPV que será lanzado en Bekasi, Indonesia en el continente Europeo a mediados del año 2013.



Figura 4.42. Fixture PM7RH terminado.

En conclusion los resultados obtenidos generalmente fueron:

La obtencion de un dispositivo que automatizara el proceso de soldadura de tres piezas llamado handle para la estructura de freno de mano automotriz, el cual beneficia en seguridad, tiempo y calidad durante el proceso, el uso de este



dispositivo es accesible y dinámico para los operadores de este, además cuenta con un dinámico sistema que permite realizar ajustes de acuerdo a los ejes X y Z para ajustar las posiciones de las piezas y permitir un proceso factible en la producción de handles.

Dentro de todo esto cabe mencionar que el handle conforma la estructura de freno de mano para GM, este freno de mano es portado por el automóvil Chevrolet® Spin MPV a continuación se detalla un poco más sobre este auto, se trata de un monovolumen familiar con capacidad para 5 ó 7 pasajeros, disponible en dos niveles de equipamiento (LT y LTZ), con caja manual o automática, siempre con motor naftero 1.8 de 105 caballos.

La gama del Spin comprende en total 4 versiones, que se detallan a continuación con sus precios vigentes al momento del lanzamiento:

- 5 asientos- LT Manual \$90,800
- 6 asientos-LTZ Manual \$101,400
- 7 asientos-LTZ Manual \$106,800
- 7 asientos- LTZ Automático \$112,600

Fabricado en Brasil, el Spin contará con el baúl más grande de su categoría, con 710 litros en la configuración de 5 asientos y hasta 1,068 litros con las butacas traseras rebatidas, hasta el borde de los asientos delanteros. Por su parte, las versiones de 7 asientos ofrecen un espacio de carga de 162 litros con 7 pasajeros sentados, y hasta 952 litros con los asientos de la segunda y la tercera fila rebatidos, hasta el borde de los asientos delanteros. El Spin mide 4.36 metros de largo, con 1.73 metros de ancho (sin espejos), 1.66 metros de alto y 2.62 metros de distancia entre ejes.

En seguridad, dispone de serie de doble airbag frontal y frenos ABS con distribución electrónica (EBD), entre lo más destacado. La versión LTZ agrega

luces antiniebla delanteras y trasera. En cambio, no ofrece, en ninguna versión ni tampoco como opcional, control de tracción o de estabilidad (ESP), o mayor cantidad de airbags.

En confort, la versión LTZ, la más equipada, incluye volante revestido de cuero, tapizado de tela con detalles símil cuero, espejo exteriores eléctricos y calefaccionados, regulación interna de altura de luces, sensores de estacionamiento trasero, columna de dirección regulable en altura y computadora de abordo. Además, la versión con caja automática suma control de velocidad crucero.

De serie y desde la versión LT, dispone de aire acondicionado, cierre centralizado de puertas y automático en velocidad, levantavidrios eléctricos delanteros, asiento del conductor regulable en altura, y sistema de audio con CD, entrada auxiliar, puerto USB, MP3 y Bluetooth. El Spin se ofrece con garantía de 2 años sin límite de kilometraje y estará disponible en 8 colores: Blanco Summit, Negro Global, Plata Polaris, Azul Macaw, Beige Deset, Gris Mond, Gris Rusk y Verde Lotus.



Figura 4.43. Chevrolet® Spin MPV; otorgado por Manuel Ramos,



Ventramex, Queretaro.

4.4. Mejoras técnicas alcanzadas.

Las mejoras técnicas que se le atribuye a la realización exitosa de este proyecto, es entre otras cosas:

- La reducción de tiempo en la unión de las piezas que conforman al handle, puesto que gracias al fixture, este proceso se logra en menos de un minuto, al contrario que si se soldara manualmente serían un tiempo de ciclo de alrededor de 3 a 5 minutos solo una pieza.
- Obtener productos de calidad en tiempo y forma para su requerimiento, esto es debido al ahorro de tiempo, a lo dinámico del dispositivo que permite ajustar nuestro proceso, esto como consecuencia nos da 2 piezas en 41.9 segundos durante todo el ciclo de soldadura.
- Un margen de error reducido en las tolerancias de cada pieza, esto se debe a que el fixture permite ser ajustando en los ejes X y Z para absorber los márgenes de error de las partes del Handle y realizar un proceso factible esto aunado a la ayuda de un brazo robot que puede ser controlado y permite ajusta los cordones de soldadura para que al finalizar el proceso los Handles se encuentre dentro de un rango de calidad elevada.
- Reducción del esfuerzo humano, ya que el proceso es un ciclo sencillo desde poner las piezas dentro del dispositivo, apretar las botoneras de comienzo de ciclo y esperar que el dispositivo y el robot hayan soldado el handle, y como término checar las piezas visualmente y depositarlas en una bandeja de ensamble terminado.
- Menor riesgo laboral, ya que la celda de soldadura cuenta con una venta anti chispas de soldadura y polarizada que no permite que el destello llegue a los



ojos del operador, además que cuenta con una botonera de paro de emergencia, todo esto para mejorar la seguridad industrial dentro del proceso de soldadura MIG.

- Implementación de un Poka-Yoke para el posicionamiento correcto del CAM, esta mejora beneficia al operador ya que no permite equivocarse al momento de colocarlo en el dispositivo, lo que ayuda a reducir tiempo por error, la ventaja de este Poka-Yoke es que asegura la posición del CAM.
- Implementación de portasensores deslizables, estos permiten el ajuste de sensado de cada uno de los sensores, lo que permite que existan menos problemas en la detección de procesos, significando una disminución en el cambio de sensores por daño ya que se encuentran a tope con el material a censar.



4.4 CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES

En Mexico la industria automotriz ha sostenido a la economía mexicana, grandes ensambladoras internacionales de autos han decidido invertirle debido a que se a demostrado su amplia capacidad para desarrollarse en este giro comercial, por sus condiciones como ubicación geografica impresindible, mano de obra barata, bajos costos de operación y niveles competitivos a nivel de India, Brasil, China y Corea del Sur.

Debido al gran crecimiento que Mexico presenta, muchas empresas productoras de autopartes como FLEX N GATE, Queretaro presentan una demanda alta, tal que sus requerimientos hoy en dia son exigentes y buscan cubrir cada uno de ellos.

El presente proyecto fue desarrollado y producido bajo minusiosos cuidados, dentro de su desarrollo se manejaron diferentes tecnicas, herramientas, maquinas, materiales y un software de diseño llamado SolidWorks 2012, para proponer una solucion de ingenieria real al problema que la empresa Flex N Gate, Queretaro, demandó en su momento a la empresa Manufactura Integral MA-IN S. de R.L. de C.V, por ello fue necesario que apartir de los requerimientos establecidos por la empresa cliente, se realizara un diseño conceptual para estudiar y analizar el prototipo a desarrollar brindando una solucion de calidad y factible a las necesidades demandadas.

Para ello fue necesario realizar un diseño de un dispositivo que cumpliera con nuestro objetivo general: "Diseño y desarrollo de un fixture en una celdad de manufactura para proceso de soldadura MIG, en el esnamble de tres piezas para formar la estructura de un freno de mano automotriz", durante el diseño se analizo y se estudio su funcionamiento para generar las piezas adecuadas que finalmente



permitieran realizar el proceso de producción de la estructura del freno de mano llamado handle.

En primera instancia se generó el diseño prototipo, a partir de este se generaron mejoras de funcionamiento y diseño con el apoyo del grupo de ideas de la empresa cliente y empresa proveedora ya antes mencionadas, una vez que este prototipo fue analizado, se comenzó con la planeación de manufactura del dispositivo fixture PM7RH, para ello se generaron listas de materiales, de tornillería y componentes, para realizar su ensamble final de manera factible.

En lo personal concluimos que la experiencia recibida durante el desarrollo de nuestro proyecto de residencia, es un factor muy importante para la formación como profesionistas, el clima real laboral difiere de nuestro paradigma de como nosotros nos le hemos planteamos, la realidad es que en las empresas surgen problemas que son solucionados mediante factores como metodologías, técnicas, herramientas y máquinas, cuyo valor permite solucionar los problemas y seguir día a día con la mejora continua de la empresa para lograr un prestigio de calidad en sus productos y servicios.

Durante el desarrollo del proyecto como residentes, percibimos la importancia de un desarrollo organizacional que encamine a cada uno de los niveles a preservar su función, aunado a una planeación factible, que permita que las herramientas, materiales y actividades se encuentren en tiempo y forma para cuando sean requeridas.

La planeación es otro punto importante para el buen desarrollo de un proyecto, ya sea semanal, quincenal o mensual, es relevante y brinda múltiples beneficios, como la disminución de tiempos perdidos y que las actividades se realicen de manera más fluida en ciclos de tiempo más concretos, ya que cada trabajador realizará sus actividades marcadas diariamente para ser entregados justo a tiempo.



Otra aspecto actual de relevancia es el aprovechamiento de la tecnología como softwares que permite desarrollar los proyectos sin costos elevados en la generación de prototipos simulados por computadora y de un modelo conceptual que permite partir de este para generar nuestra realidad y conocer sus riesgos y beneficios.

En conjunto cada uno de los factores de mejora continua y calidad día con día hacen que la empresa camine rumbo al éxito bajo una organización estructurada y una planeación funcional que da como resultado una calidad adecuada percibida por el cliente y utilidades elevadas a las empresas.



RECOMENDACIONES

Las recomendaciones principales para que la empresa presente un mejor desarrollo funcional y un proceso de mejora continua día con día y consolidar su estructura organizacional solida son las siguientes:

- Realizar periódicamente inventario de almacén de materia prima y herramientas, para que se encuentren físicamente cuando sean requeridos.
- Aplicar la metodología 5S's dentro del almacén, bancos de trabajo y oficinas, para que el ambiente de trabajo mejore e impulse al trabajador a realizar sus actividades con el principio de ser mejor día con día.
- Realizar una planeación estrategia de cada una de las actividades que se tienen, para coordinar los tiempos de cada una y terminar en tiempo y forma siempre las demandas exigidas por los clientes.
- Realizar una lluvia de ideas periódicamente de todos los niveles jerárquicos para escuchar inconformidades y oportunidades de crecimiento que todos observan, esto con el afán de mantener una comunicación más propia con todos los trabajadores y motivar a seguir creciendo día con día y ayudar a la empresa a solidificar sus bases.
- Generar incentivos morales o económicos para los trabajadores, invitándolos a realizar de manera más amena su trabajo.



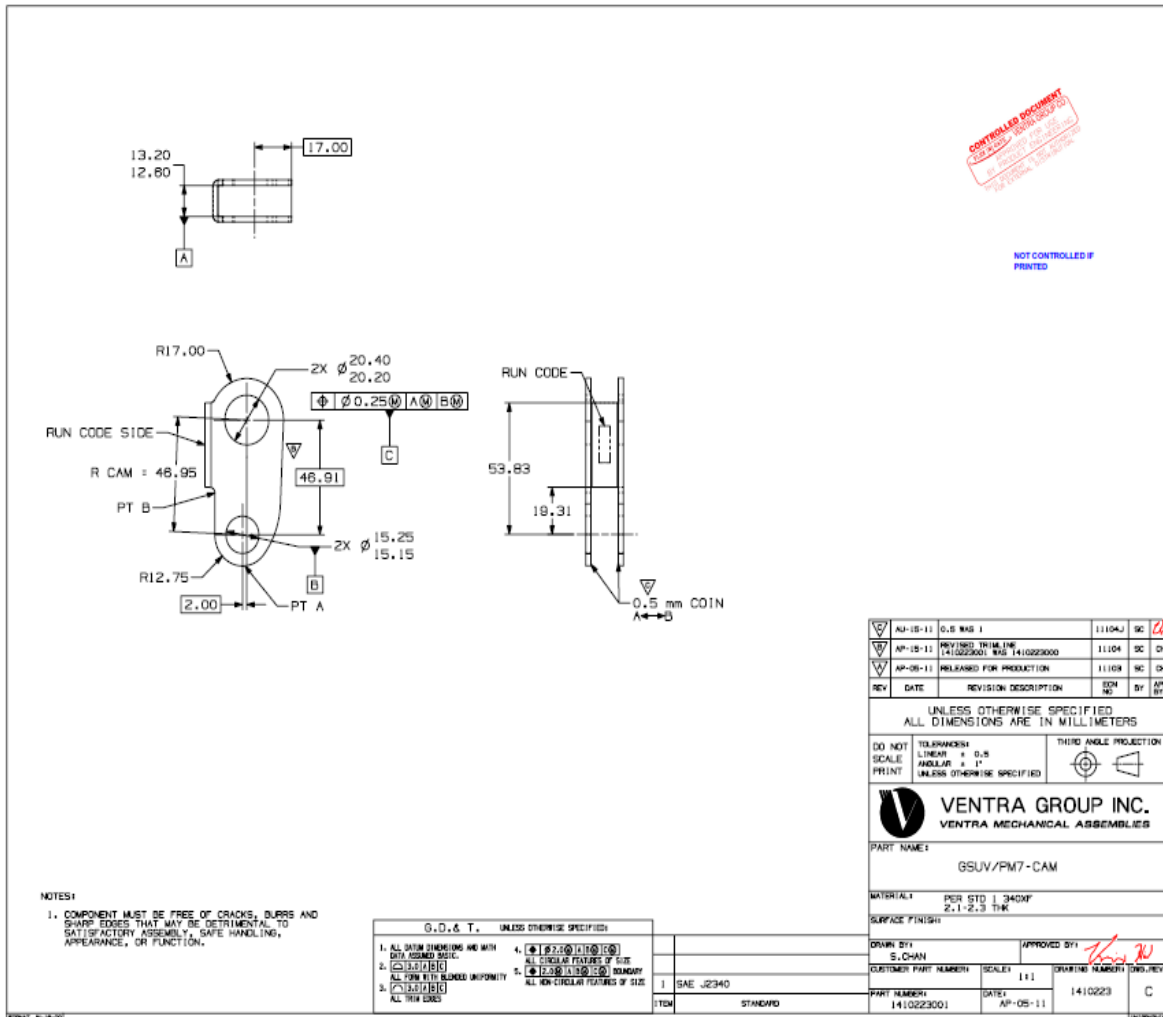
Anexos



Anexo A. Requerimientos

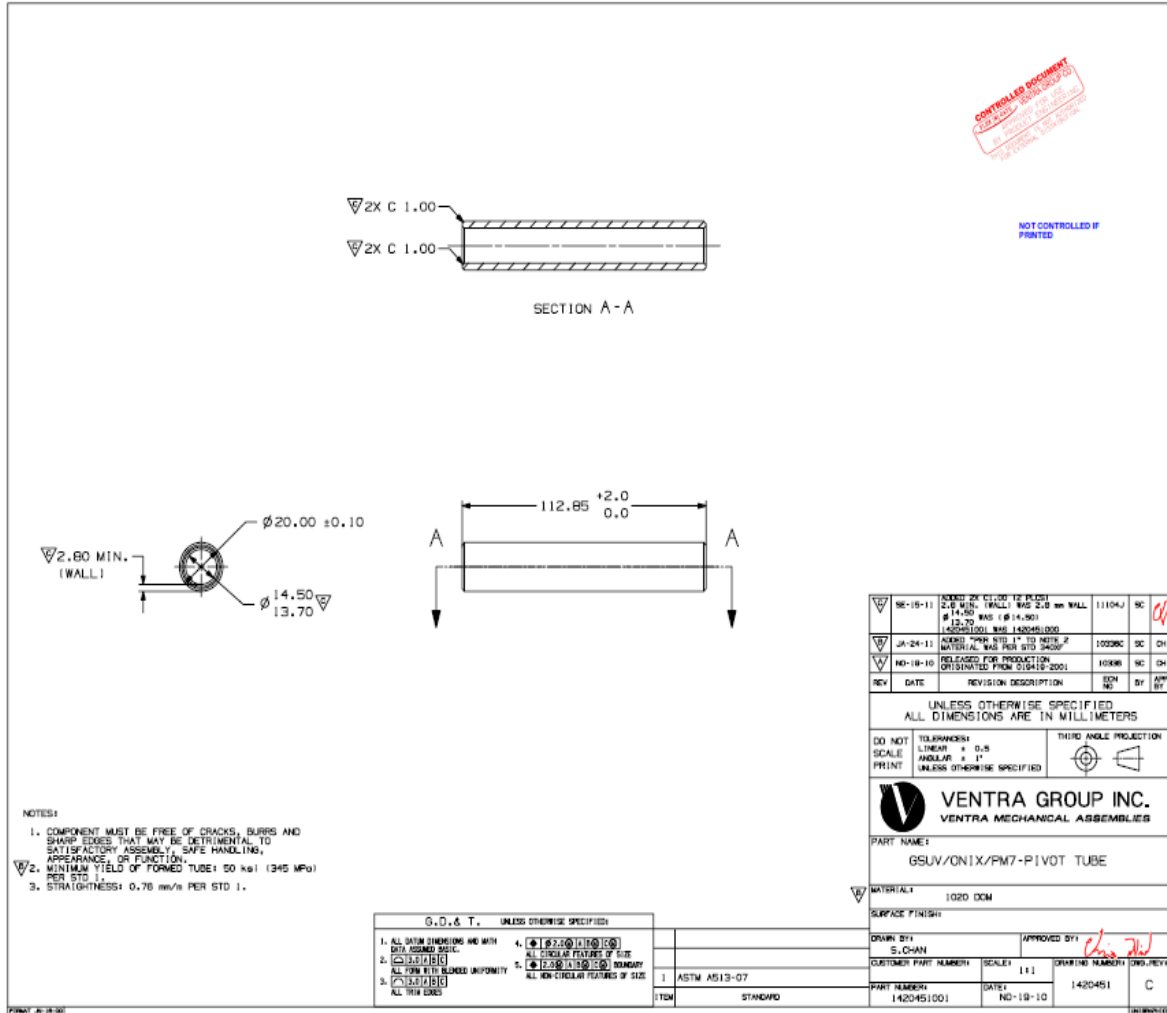
Se anexan los planos dimensionales de las piezas que conforman el handle a soldar, en los planos se observan los márgenes de tolerancia especificados por la empresa Flex N Gate, Querétaro de cada una de las piezas, las cuales sirvieron a la empresa Manufactura Integral MAIN S. de R.L. de C.V. como referencia principal para la realización del diseño del fixture PM7RH.

Plano dimensional con tolerancias de la pieza llamada CAM que conforma al handle a soldar.





Plano dimensional con tolerancias de la pieza PIVOT-TUBE que integra el ensamble del handle a soldar.



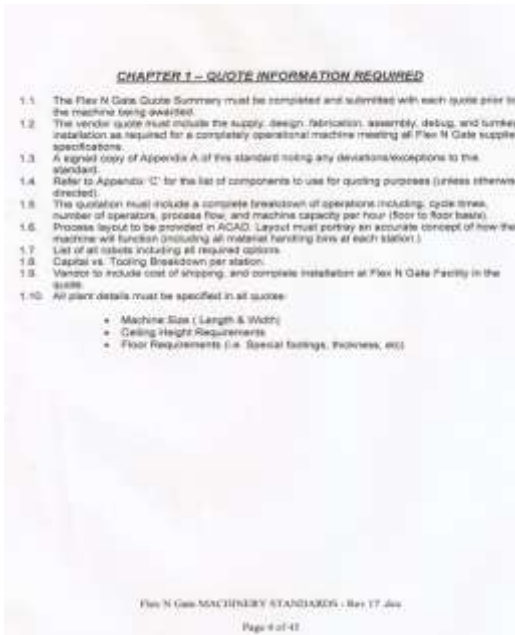
Como complemento para los requerimientos a satisfacer se anexan las siguientes normas que establece FLEX N GATE, Querétaro, para el diseño del dispositivo de soldadura llamado PM7RH.



**GENERAL EQUIPMENT SPECIFICATIONS
TABLE OF CONTENTS**

INTRODUCTION	3
CHAPTER 1 – QUOTE INFORMATION REQUIRED	4
CHAPTER 2 – TIMING / PROGRESS REPORTS	5
CHAPTER 3 – QUALITY REQUIREMENTS	6
CHAPTER 4 – GENERAL STANDARDS	7
CHAPTER 5 – ERGONOMICS	8
CHAPTER 6 – MECHANICAL DESIGN	9
CHAPTER 7 – ELECTRICAL DESIGN	11
CHAPTER 8 – RESISTANCE WELDING	16
CHAPTER 9 – PNEUMATIC & COOLANT DESIGN	17
CHAPTER 10 – HYDRAULIC DESIGN	19
CHAPTER 11 – ROBOT & SUPPORT EQUIPMENT DESIGN	20
CHAPTER 12 – OPERATOR & GENERAL SAFETY GUIDELINES	21
CHAPTER 13 – PROGRAMMING, DIAGNOSTICS, & TROUBLESHOOTING	23
CHAPTER 14 – DRAWINGS, DIAGRAMS AND MANUFACTURERS MANUALS	25
CHAPTER 15 – PROJECT MANAGEMENT	26
CHAPTER 16 (a) – MACHINE ACCEPTANCE – Vendor’s Shop Floor	27
CHAPTER 16 (b) – MACHINE ACCEPTANCE – Flex N Gate’s Shop Floor	28
CHAPTER 17 – WARRANTY AND TRAINING	29
CHAPTER 18 – PAYMENT TERMS & INVOICING	30
APPENDIX ‘A’	31
Machinery Standards Agreement	31
APPENDIX ‘B’	32
Flex N Gate Machinery Standards Deviation Approval	32
APPENDIX ‘C’	33
Component Specifications	33
APPENDIX ‘D’	36
Mechanical Design Approval Form	36
APPENDIX ‘E’	39
Electrical Design Approval Form	39
APPENDIX ‘F’	40
Receipt of Long Lead Items	40
APPENDIX ‘G’	41
Build Complete Approval Form	41
APPENDIX ‘H’	42
Approval to Ship Form	42
APPENDIX ‘I’	43
Final Acceptance Form	43
APPENDIX ‘J’	44
Machine Dry Cycle Acceptance Form	44
APPENDIX ‘K’	45
Revision Log	45

Flex N Gate MACHINERY STANDARDS - Rev 17.doc
Page 2 of 45





CHAPTER 6 – MECHANICAL DESIGN

- 6.1. Acceleration in direct drive or pneumatically or hydraulically driven mechanisms shall be done with hydraulic shock absorbers or with a deceleration valve on hydraulic circuits. This is not necessary for any stroke less than 4" in either direction.
- 6.2. All steel guide ways shall have a hardened surface.
- 6.3. Pull pin devices must be used.
- 6.4. All fasteners to be used in a machine, installed with removable lined locking material (LOCKWASHERS) must be installed in 200° (minimum), torque specified, and part marked to the required specifications.
- 6.5. All fasteners must be grade 8 or better and no smaller than three thread size.
- 6.6. Any fasteners that are used for rotor and stator or subject to vibration must be wire fast for security.
- 6.7. Snaplocks (i.e. compression forces) shall not be used to secure part location pins in tooling.
- 6.8. Paint Code to be applied is writing by Flex N Gata before painting begins.
- 6.9. All doors to be designed with 1/2" thick flexible flange and must be interchangeable. The design is to include a hinge gasket system and must protrude out 3/16" into the door before installation. A complete seal bottom should consist of three rows and appropriate seal led into other rows. In a 3/16" (front of door) is required and must be continuous. There should be three of these rows and a 1/2" wide seal lip.
- 6.10. Spans shall equaling 1% of the overall stroke used in the line must be provided upon machine delivery. All style of stroke used must be included.
- 6.11. All shaft loading gear shall have shafting by 2 diameters (4 way & 2 way).
- 6.12. All shafts should be above degree secure mounting to the control structure, when shafts contact an angled surface greater than 15 degrees, mounting to be secured in 2 diameters.
- 6.13. All shaft loading pins must be hardened.
- 6.14. All shafts should be tapered design and be tapered and coated with clean oil.
- 6.15. All stamping should be automatic, manual stamping should not be used without Flex N Gate Engineering approval. All change should have the stamping and loaded to the toggle bars, not welded. All stamping operators to have flow controls on both parts mounted at the cylinder unless authorized by Flex N Gate. If parts are removed from the stamping station automatically, both open and closed status must be sensed for each stamp. If parts are manually retrieved, only the closed position of the cylinder needs to be sensed. When the stamp part location is required to prevent machine damage.
- 6.16. Rotatable access should be via permanently attached stairs. All stairs to be certified and approved to meet all required safety codes.
- 6.17. Programmable timing provisions for stamp stamping equipment to be quoted as standard equipment (i.e. Toleron Technology). The stamp must have the capabilities of the part number, engineering tool, tool, sequence holder, and time on each part produced.
- 6.18. Visual controls and any other devices needed for the normal operation of the machine will be situated outside of the machine guard area.
- 6.19. Components requiring regular maintenance or inspection, such as air cylinders, transformers, solenoids, seal pin shafts, lubricators, and valves, shall be readily accessible.
- 6.20. All components that are interfaced with any PLC I/O must be labeled. All labels should be mounted in such a fashion that if the device, wiring, tubes, etc. are removed, the label remains.
- 6.21. Lubrication points must be brought to a maximum no higher than eye level and easily accessible for proper lubrication maintenance. One manifold per station. Lubr lines must be identified.
- 6.22. Equipment must have 18 inch jacks for clearance. The fork clearances must be a minimum of 12" opening, 3" center to center of opening.

Flex N Gate MACHINERY STANDARDS – Rev 17.doc

- 6.23. All safety from parts must be cleared from underside of equipment and away from areas of mechanical moving parts. Safety material shall not build up or interfere with production and will be easily accessible or automatically removed.
- 6.24. Machine wiring and plumbing routing must be included in the layout and approved by Flex N Gate before the work has begun.
- 6.25. Sensors must not be threaded into tooling. Tooling must have a clearance hole.
- 6.26. Whenever possible, part ejection to be used to increase operator productivity.
- 6.27. Parts must be positively retained during the entire cycle, load and work cycles.
- 6.28. Machine dampening and/or isolation shall be sufficient to permit operation at quoted speed and tolerances without vibration. Vibration must not be transferred from station to station.
- 6.29. All fasteners must be accessible with standard hand tools without requiring the removal of adjacent components tooling.
- 6.30. Tooling to incorporate quick change principles and pre-set techniques. Acceptable change over time is five minutes or less. All change over tooling must be sensed in all pressure and rate coded.
- 6.31. Tooling to incorporate mistake proof principles. Tooling must be able to prevent incorrect part from being loaded, or output part loaded incorrectly.
- 6.32. Any special tools or equipment required to set up or operate the machine must be supplied with the machine.
- 6.33. All safety interlocks must be worked with the use of sensors. These sensors must detect the position of the moving part in the machine. These sensors must not be single limit 120v or otherwise in order to ensure accurate operation of the line.

Flex N Gate MACHINERY STANDARDS – Rev 17.doc

CHAPTER 7 – ELECTRICAL DESIGN

- 7.1. WIRING COLOR CODE
 - Black - 575 vac or 480 vac
 - Red - AC control or AC inputs
 - Orange - AC outputs
 - Blue - DC control or DC inputs
 - Yellow - Externally sourced voltage
 - White - Neutral
 - Green - Equipment Grounding Only (as per electrical standards)
- 7.2. All power distribution to be performed using breakers. Fusable disconnects not permitted unless approved by a Flex N Gate Advanced Engineer.
- 7.3. All equipment shall meet the standards of the Joint Industrial Council. All electrical equipment and wiring shall meet the code requirements of the Electrical Safety Authority, and all panels shall meet Electrical Safety Authority Approval standards in the case of Canadian-designed equipment. In the case of American-designed equipment, this equipment must meet all requirements set forth by OSHA and IEC554.
- 7.4. All 575 and 480 vac wiring and control wiring must be run in a separate wireway or in a common wireway equipped with a metal divider. All wireways must be raised off of the floor by a minimum of 3". All wireways must be covered. Covers on the floor must be capable of supporting a person's weight without deflecting.
- 7.5. All wires in wireways must pass directly from one wireway to the next without the wire being exposed.
- 7.6. Wires must not exit the wireway more than 2 feet from the device which it is connected to.
- 7.7. Every cell (machine or sub-assembly) must have its own main electrical disconnect supplied by the integrator clearly labeled "MAIN DISCONNECT." The main disconnect should remove power from all electrically powered items in the machine except PLC power, lighting and service outlets. These should have a separate disconnect clearly labeled "MACHINE LIGHTING AND SERVICE DISCONNECT."
- 7.8. A UPS power supply must be included and wired to the PLC in the main line(s). The UPS must maintain power to the PLC during a power outage for a minimum of 15 hour.
- 7.9. Any push button box or enclosure must be NEMA 4 or better and should have a drain hole.
- 7.10. All wiring connections must meet a minimum torque of 170 in-lb based on manufacturer's IP Code.
- 7.11. Control transformers shall be mounted externally to all cabinets containing electronic equipment unless the cabinet is cooled. All transformers to be sized 25% larger than required for the machine to accommodate future expansion.
- 7.12. Magnetic reed switches used on cylinders with magnetic pistons shall not have a supply voltage exceeding 24v AC/DC.
- 7.13. A circuit breaker of appropriate current interrupting capability with an electrical shut trip feature is required on all weld control panels supplying 575 or 480 vac resistance weld controls.
- 7.14. All single-phase transformers shall have grounded neutral if power from the transformer leaves the cabinet in which the transformer is installed.

Flex N Gate MACHINERY STANDARDS – Rev 17.doc

- 7.15. Wire identification shall be completed with sleeve type markers, which shall be of an end moisture resistant. Tape wire markers are acceptable for use inside control panels and in push button boxes if water or oil will not be in contact with the markers.
- 7.16. All operator stations must have fluorescent lighting powered by a source other than the supply for the machine. Machine lighting shall be no less than 140 foot candles of light at the work level. In the case of conveyor style assembly lines, overhead fluorescent lighting to be provided continuously above the entire conveyor perimeter.
- 7.17. Duplex receptacles capable of supplying 110 vac at 15 amps shall be mounted below each operator interface panel. The receptacles shall be grounded. A maximum of four duplex receptacles per breaker. In the case of conveyor style assembly lines, receptacles are to be provided at 15-foot intervals along the perimeter of the line.
- 7.18. All operator interface panels should have external access to the program port.
- 7.19. The main control cabinet should have an internal 110 vac duplex.
- 7.20. Electronic equipment shall be supplied by a step-down or an isolation transformer, capable of voltage limiting and noise filtering (i.e. SOLA).
- 7.21. Control cabinets must be capable of operating with the panel door closed at an ambient temperature of 130° F. All pertinent I.D. tags must be shown on control cabinet.
- 7.22. Wiring from the PLC to the user terminals on robot controls will include no less than 9 spare inputs and 5 spare outputs.
- 7.23. All conductors shall be copper, and the minimum gauge shall be #18.
- 7.24. One wire from each terminal, used on all limit switches, push buttons and other devices, shall be returned to the main control panel or multi-port device block. All wires returned to the main control panel must be terminated to terminal strips. No series wiring of any devices is allowed unless written approval from Flex N Gate.
- 7.25. All field I/O devices must terminate to a multi-port block.
- 7.26. For each control panel, spare wires equal to 10% of the total in use, with a minimum of two, shall be provided.
- 7.27. The main control panel for each machine shall have an IO Tag oil and heat resistant, non-bleeding engraved block (setting on white background) with the following information:
 - Manufacturer
 - Date of Manufacture
 - Name
 - Address
 - Telephone number
 - Machine model #
 - Machine serial #
 - Flex N Gate machine # (to be provided by Flex N Gate)
 - Electrical
 - Volts (including Harmonic Capacity)
 - Amperage Phase
 - Cycles
 - Horse power (total of all motors)
 - Air Pressure

No other company advertising is allowed on the machine.

Flex N Gate MACHINERY STANDARDS – Rev 17.doc



7.27. All limit switches, relays, push buttons, fuse blocks, motors, etc., solenoid valve coils and control actuators shall be provided with the oil and heat resistant, non-fading, engraved nameplates. Such nameplates shall contain black lettering on a white background, and the wording thereon shall be identical to the wording used on the elementary (schematic) diagrams.

7.28. Spare terminals shall be provided on all control panels. The number of spare terminals shall be 10% of the total in use on each panel, subject to a minimum of 8 spare terminals for control conductors and 3 for power conductors. Multiple layers of terminal block arrangements will not be allowed.

7.29. For all AC control panels having a surface area less than 9 square feet, at least 30% of actual surface area must be left clear (to provide for future addition of control devices). For AC panels having a surface area greater than 9 square feet, at least 25% of actual surface area must be left clear.

7.30. Operator Control Stations and Devices:

- Shall utilize the following push button color code:
Red (Mushroom Head) -Emergency stop
White -Control Power ON
- Shall be equipped with Palm Style Opto-Touch style cycle start button and used in conjunction with light curtains.
- Auto/Manual, Walk/No Walk, Stop Forward, Cycle ready indicator, error messages, part counter, etc. must be active and displayed on the main screen of the Panel View.

7.31. Fault finding panels shall be provided (HMI) at each operator station. Unless approved in writing by a Flex N Gate Advanced Engineer.

7.32. A disconnecting means shall be provided for all interlock control circuits energized from external sources.

7.33. For programmable controls, each input and output shall have a single dedicated terminal on the input and/or output board. Spare terminals equal to 10% of the total in use shall be provided on the I/O cards.

7.34. Equipment without a HMI to be equipped with parts counter mounted at eye level.

7.35. Any 400 or 480 volt distribution or fuse blocks within the panel must be supplied with a clear Lexan cover to prevent accidental contact with the block. 1/2" holes must be provided for required troubleshooting of wires and fuses.

7.36. Control enclosures and devices must be installed so as to ensure adequate space is available for maintenance activity.

7.37. Small termination boxes must have ample room for termination of wires. At least 2" between terminal and side or row.

7.38. All motors shall have the following power supply characteristics:

120 / 375 Volts,	1 or 3 Phase	60 Hertz, (Canadian)
120 / 480 Volts,	1 or 3 Phase	60 Hertz (US)

7.39. AC motors larger than 10HP, shall be 3 phase.

Flex N Gate MACHINERY STANDARDS - Rev 17.doc
Page 17 of 41

T.40. AC motors up to and including 100 HP, (1800 R.P.M.) shall be enclosed and fan-cooled (except for motors smaller than frame size 1BA which need not be fan cooled).

T.41. AC motors up to 30 HP shall be totally enclosed. Large DC motors shall be drip-proof/guarded with provision for external air pressurization.

T.42. Any AC motors that repeatedly start and stop (i.e. walking conveyors) must be 3 phase.

T.43. The electrical system must meet the required interrupting capacity for the Flex N Gate plant the machine is scheduled for.

T.44. For all Ethernet Networks an industrial rated line speed switch must be used. No hubs allowed.

T.45. The utility areas for each machine (power, air, water, etc.) must be located at a common location along the guiding unless expressed written consent is provided by and authorized Flex N Gate Advanced Engineer.

T.46. All device net networks must be certified with the aid of a device net monitor and / or chart recorder before the machine leaves the integrator and again after the machine has been installed at Flex N Gate. A report must be provided which documents the results.

T.47. All device net I/Os files must be supplied with the machine.

T.48. All machines must have unique IP addresses so the equipment can be connected to plant networks.

T.49. All fiber optic cables shall be cut to appropriate length, secured and guarded against physical damage.

T.50. All fiber optic amplifiers shall be mounted together in a single rack in every stand along machine or assembly line station. Each amplifier will be clearly labeled as to its function.

T.51. All network connectors are to be crimp style only. Twist style not permitted.

Flex N Gate MACHINERY STANDARDS - Rev 17.doc
Page 14 of 41

CHAPTER 8 - RESISTANCE WELDING

8.1. Each station must be equipped with a water saver solenoid valve, which is activated at cycle start switch and deactivated 2 minutes after last weld cycle. Solenoid operated water saver valve must not shut off cooling water to weld controls or other equipment that requires full time cooling.

8.2. All machines must have:

- Manual shut off valves installed at each flow sensor location, on both the water supply and return lines.
- Electrical water flow sensor flow-to-flow mounted at the end of the return circuit. This flow is to prevent machine cycle within 2-3 sec. of no-flow detection. Sensor must be capable to detect any blockage in the flow path.
- A bypass or gate type check valve after the flow switch.
- Visible flow indicators for each parallel path supplied to a device (i.e. transformers, weld gun cables, weld controllers).

8.3. All shunts must be sized to protect against premature failure and must not make contact with moving components in the welder.

8.4. Use of equipping or "Push-Pull" cylinders/welding system will be allowed with prior approval from Flex N Gate.

8.5. RWMA standard welding tips are to be incorporated into the design wherever possible. Ferrule caps are to be used wherever possible. Make caps allowed only with written approval from Flex N Gate Engineering.

8.6. Projection welding, when using AC welding, must be programmed using AVC.

8.7. Programming of weld controls:

- Welding sequence parameters must not exceed:
 - 75% weld current,
 - 60 cycles of passing current time,
 - Hold times no more than 10 cycles unless approved by Flex N Gate.

8.8. All weld controls must have programmed in the weld set-up the following fault conditions which will stop the machine cycle and indicate alarm (either auditory or to a PLC):

- Hi-Lt current. These must be qualified with samples attaining appropriate weld nugget sizes.
- Power Factor Hi-Lt.
- End of Stepper.

8.9. Weld cylinders/guns shall have a full open or returned detection where the index of a cylinder/gun or tooling can cause damage if they remain in a closed position.

Flex N Gate MACHINERY STANDARDS - Rev 17.doc
Page 15 of 41

8.10. All Welding cylinders must have a gun close pressure switch with programmable min / max pressure range for each cylinder to be pressure used.

8.11. Each machine must be supplied with a weld activity report including:

- A welding road map per station identifying customer weld number, gun number, alternation number and weld sequence number.
- Weld tip force setting both line pressure and resultant high pressure per weld.
- Weld schedule programs for each weld.
- Identify all components that are assembled in the welder pertaining to weld spots and specifications of nugget size requirements relating to a specification that appears on the assembly print.

8.12. Return water lines from the weld gun must be min 1/4" larger diameter than the incoming waterline. Large applications to be determined with Flex N Gate Engineering.

8.13. Weld caps must be accessible and free from obstruction with fixtures or any other part of the machine for tip change access.

8.14. "Tip Change" function to press fit weld caps must be programmed into equipment. The function must separate the geometry stations with the re-robot stations. Once the function is enabled, the robot must move to a service position, the water valves shut-off and the machine will stop. The manual gun pressure switches on each gun must remain active. As the tips are being changed, the technician will close the weld gun. The tip change can only be completed if all guns returned pressure. Once the tip change is complete, the water will turn back on, the robots will return to their safe position, and the associated stoppage will be reset. The tip change screen on the panel view must show each weld gun and distinguish between guns which have been closed and which have not.

8.15. All weld gun safety measures must be installed and operational, (i.e. over-temp switches for transformers).

8.16. Ground Reactors and Insulation shall be incorporated under the following guidelines:

- 8.16.1 Geometry Stations:**
 - Do not insulate.
 - Ground Strip installed on Transgun.
- 8.16.2 Podestal Guns:**
 - Do not insulate.
 - Install ground reactor.
 - Remove ground strip from Transgun.
- 8.16.3 Gas-Monitored To Robot:**
 - Insulate gun from robot or Use ground reactor.
- 8.16.4 Projection Welders with Location Tooling:**
 - To be determined and agreed upon for each case.

Flex N Gate MACHINERY STANDARDS - Rev 17.doc
Page 16 of 41



CHAPTER 9 – PNEUMATIC & COOLANT DESIGN

- 9.1 No tape style sealant shall be used on threaded joints.
- 9.2 All air and water lines shall be carefully labeled at both ends.
- 9.3 Cylinders and main movers must have positive flow controls on entry and exit of each device.
- 9.4 Filter regulator (FR) units are to be supplied on main airline as required. Lubricators are to be supplied as necessary (i.e. air motion).
- 9.5 A quick dump air valve to be supplied upstream of the FR unit, this must be of the locking type.
- 9.6 No more than 3 actuators are allowed on one valve. If the actuators are clamps which are loading parts in the geometry stations, only clamps that are clamping in a common axis direction can be grouped on the valve. (Must be approved by Flex N Gate).
- 9.7 A regenerative deaerated air dryer is to be provided with all cells that require more than 100 CFM. The regenerative dryer must be controlled by dew point rather than time.
- 9.8 Piping should separate devices that require lubrication from devices that do not require lubrication. (i.e. Permanently lubricated cylinders).
- 9.9 All solenoid valves must be double solenoid except on drain valves or when used as a safety feature.
- 9.10 Piping shall have provision for installation of quick disconnect air couplings at each station.
- 9.11 All air and water lines shall have screw fittings at both ends and shall be physically protected from abrasion, spallation, and splatter.
- 9.12 Flex N Gate will supply cooling water at 70 F +/- 5 where applicable.
- 9.13 A manual shut-off valve shall be installed on the bottom of all fluid tanks.
- 9.14 Quick disconnects must be provided for all fluid tanks for re-filling. Disconnects must be located no higher than eye level and must be readily accessible.
- 9.15 Coolant flow rates through weld guns should be those recommended by the gun manufacturer with an average supply differential of 30 psi provided at the drops. Guns should not be piped in series when there is a high duty cycle (i.e. Robots or fast cycle times). Each coolant circuit must be verified for flow at both the integrator and after the completion of installation at the appropriate Flex N Gate plant. The integrator must supply a report showing the required flow for each circuit and the actual flow.
- 9.16 All stations must have a water strainer and a shut-off valve on the cold water supply side and at a minimum, a check valve on the hot return.
- 9.17 Machines with water-cooled arc welding torches should have a water filter for arc welding torches.
- 9.18 All of hoses from the AIR / OIL cylinder to be a minimum of 1/2". Air and water lines to be a minimum of 3/8".
- 9.19 All individual weld guns are to have a visual flow indicator on the return side of the manifold. This is to be plumbed in series with the guns – not in parallel and be visible to the operator.
- 9.20 All weld controllers must have a visual flow indicator on the water return line.
- 9.21 Pressure gauges are required on inlet and outlet of major hydraulic lines.
- 9.22 Drip line (iron 3/4" long) at main air hook up is required to capture condensed air. Drip line must come complete with automatic dump valve.

Flex N Gate MACHINERY STANDARDS - Rev 17.doc

- 9.23 Check valve on water return must be lower than the lowest used gun and mounted at each station.
- 9.24 If coating fluids are used, fluid must be recycled from a catch tray back into system.
- 9.25 All water lines to be galvanized pipe and all air to be black pipe. Overhead and floor mounted water heaters can be PVC with Flex N Gate written approval.
- 9.26 For the design of the pneumatic equipment the vendor shall use 70 psi as the maximum available operating pressure.
- 9.27 Supply lines to the equipment shall be equipped with the necessary shut-off valves and filters. These devices shall be installed in an accessible location on the machine, not to exceed five feet above floor level.
- 9.28 Main pneumatic and water piping shall be run overhead of the line (header) on a slight angle to allow drainage at a single point. All tap off points are to be from the top of the manifold. (Water return header must be draped from the water supply).
- 9.29 Each valve bank is to be equipped with its own filter and regulator. (Sublocator if required).
- 9.30 All vertical motion loading upon power down (e.g. E-Stop State) must maintain position without drifting due to effects of gravity. This includes, but not limited to, waters, presses, and vertical shuttles. Methods of control to be decided during design review.
- 9.31 Any station with an Air Over Oil cylinder must be plumbed such that it only proceeds into high pressure after making an intermediate advance sensor. The sensor shall be positioned such that high pressure is only achieved if the parts are correctly mated.

Flex N Gate MACHINERY STANDARDS - Rev 17.doc

CHAPTER 10 – HYDRAULIC DESIGN

- 10.1 Vendor will supply all fluid necessary to fill system.
- 10.2 Maximum hydraulic pressure on any flexible line shall be 1000 psi. Maximum hydraulic pressure on rigid lines shall be 1800 psi.
- 10.3 Hydraulic pressure shall be dumped from accumulators upon shutdown.
- 10.4 Suction side of pump should be gravity lead and should have a valve installed in the suction line of the pump with a sensor to ensure valve is open when pump is running.
- 10.5 Systems should have a hydraulic fluid temperature sensor to detect overheating of the system.
- 10.6 Manual shut off valves should be installed at ground level on both pressure and return lines when the hydraulic reservoir is on a mezzanine. Proximity switches should be installed to ensure all valves are open when pumps is running.
- 10.7 System should have filters on both pressure and return lines.
- 10.8 Hydraulic power packs shall be located as close as possible to cylinders and valves in order to eliminate trenches.
- 10.9 Power packs must be mounted on a drip tray, with valve drain.
- 10.10 Power packs must be designed with 50% excess capacity.
- 10.11 Power units may be water or air-cooled. To be specified during design stage.

Flex N Gate MACHINERY STANDARDS - Rev 17.doc

CHAPTER 11 – ROBOT & SUPPORT EQUIPMENT DESIGN

- 11.1 If any function of the robot control is necessary for the daily operation of the equipment, then those controls must be remote if the robot controller is mounted on a mezzanine or otherwise out of reach.
- 11.2 All controls for the robots will be placed in a position to allow service personnel to have access to the controls from the outside of the cell. The teach pendant will be accessible from outside the cell and able to be carried into the cell to the required robot.
- 11.3 Robot must be integrated according to manufacturer specifications. It is the integrator's responsibility to ensure that the robot manufacturer approves of the application and integration of the robot in writing prior to machine acceptance at the integrator's shop floor.
- 11.4 Any motion errors during normal operation are unacceptable and must be corrected immediately. (i.e. torque errors, motion errors, etc).
- 11.5 An Emergency Stop push button shall be located inside the cell and wired to robot safety circuits.

Flex N Gate MACHINERY STANDARDS - Rev 17.doc



CHAPTER 12 – OPERATOR & GENERAL SAFETY GUIDELINES

- 12.1. All machines with transfer, index tables or other moving equipment must have adequate protection to prevent injury to operator from moving parts, arc flash or sparks during normal operation. All safety protection provided must meet the approval of the Ministry of Labor (i.e., The Health and Safety Act) and OSHA. Robotic Applications must comply with the most current Industrial Robots and Robot Systems General Safety Requirements. Acceptable means of operator protection to include the use of light curtains, pain button and general machine guarding.
- 12.2. Light curtains to be used to ensure operator safety on coat style machine accesses, loading stations, indexing conveyors, rotary tables, etc. Light curtain installation must adhere to the current government standards for distance and size. All light curtains should be appropriately guarded from physical damage especially in cases where machine operators are loading and unloading parts.
- 12.3. Electrical safety door locks must be installed on all gate entry areas of the equipment. These devices must be energized to lock the door and unlock when power is removed.
- 12.4. Each safety door must have a device to allow for a personal lock-out lock or lock hasp. This device must prevent the closure of the door when the lock is installed.
- 12.5. Each safety door is to be equipped with a push button panel that includes the maintenance key switch (keyed DO20), a Multi reset, and a pilot key Request to Enter button. If the button is depressed, the pilot lights will begin to blink at each door. Once all motions are stopped and it is safe to enter, the pilot light will go solid and the doors will unlock. If the door is opened without the Maintenance Mode key switch in the ON position, all 24v power is removed from the stations. If the Maintenance mode key switch is selected before the Request to Enter button is depressed, it will stop all motions immediately except for welds which are in process and unlock the safety gates. If the Maintenance Mode key switch is ON, the 24v power is to remain on within the cell for manual motions only.
- 12.6. If the machine is equipped with a transfer mechanism, a warning buzzer should sound prior to initial transfer movement. The buzzer is to sound for five seconds before the motion begins and be at least 82dB in volume.
- 12.7. Hand spray curtains should be provided for the perimeter of the machine to protect operator and other people working in the area. In any welding applications, curtains should be dark enough to prevent arc flash and eye fatigue.
- 12.8. Machines with gun/charging head up by electrical, pneumatic or hydraulic means should have an automatic method of locking tooling in position so that service can be completed with all power and air shut off with no subsequent tooling movement.
- 12.9. A selector switch to be provided at all weld stations for sparking and cooling of weld guns within arms reach of point of operation for fire pressure relief.
- 12.10. All emergency stop buttons on machines should be the maintain type so that an E-stop can only be released from the location where it is initiated. All remote manual stations should have an E-stop button on the panel.
- 12.11. Power on and automatic operation will be initiated from all operator stations. All remote manual stations should be able to turn the machine into stop or manual mode.

Flex N Gate MACHINERY STANDARDS - Rev 17.doc

Page 21 of 41

- 12.12. Machine cannot run in full automatic in "no weld" unless running in dry cycle. However, once a part is detected by a sensor, the dry cycle mode must automatically disable.
- 12.13. Air must be dumped using a lockout type system. Air cannot remain trapped as potential energy.
- 12.14. If spring force is required, equipment must have safeguards to prevent trapped energy from moving the equipment in a "power off" condition.
- 12.15. Proper ventilation hoods must be installed in the machine. The operator is responsible to cover the entire cell and provide one (1) connection point outside of the cell. Flex N Gate will be responsible to attach the single point to a fume extraction unit. If the hood used limits the amount of fume lighting into the cell, the integrator must provide lighting within the cell for maintenance. Local fume extraction is not permitted without the approved written consent of a Flex N Gate Advanced Engineer.
- 12.16. Equipment cannot transfer undue vibration to the operator.

Flex N Gate MACHINERY STANDARDS - Rev 17.doc

Page 22 of 41

CHAPTER 13 – PROGRAMMING, DIAGNOSTICS, & TROUBLESHOOTING

- 13.1. Software generated diagnostics to have, as a minimum, indicator of cycle status and input status programmed at the time of start up with provision for full diagnostics before completion of the machine.
- 13.2. Part counter for lot control is required on all machines. The part counter must be displayed on every screen on the panel view and when the read is selected, a confirmation screen must be present.
- 13.3. All transfer or index style machines should have cycle run out capabilities either through the use of a selector switch, Panel View button, or part presence detector.
- 13.4. Version/Build to create an optional in-side Computer and all related software (i.e. PLC, safety PLC, HMI, DriveNet, ETC.) of the latest version. Standard to Flex N Gate.
- 13.5. On machines equipped with light curtains, PLC to latch operator start button and unlatch should the light curtain be violated. This will allow operator to start next cycle before present cycle is completed giving operator ability to line up next set of parts etc.
- 13.6. If the machine has more than one operator Panel View, the error message will be displayed in detail at its station. All other stations will reference the failed station.
- 13.7. A Message display must be queued as an option. This display should include the production count, and if a fault occurs – it will display the station identification where the fault has occurred. The display characters are to be at a minimum of 4" characters and large enough to display all the necessary information.
- 13.8. If the machine stops, if the machine will not begin an automatic cycle, or a regular manual motion does not proceed, the diagnostics should indicate why.
- 13.9. All machine motions must have a manual push button or function key through panel view, to control each motion. Manual mode must be highlighted on the panel view.
- 13.10. The overlock must be electrically interlocked to prevent mechanical damage to the machine in the event a wrong button is depressed.
- 13.11. All motions must be identified by an indicating light or reverse field on panel views when motion is complete.
- 13.12. Index tables must default to "slow speed" if indexed in manual modes unless written approval is given by the manufacturer of the index table in question.
- 13.13. All machine motions must be monitored by limit switches or sensors in order to sense positioning of moving components at all times.
- 13.14. All machine motions must be safeguarded to protect components from mechanical damage due to malfunction of controls, cylinders, valves, etc. For example, a limit switch must sense that a slide motion has returned to a (safe) home station before a slide mechanism will be permitted to retract.
- 13.15. An auto cycle ready message must be displayed via Panel View. If a Panel View is not included in the machine, an auto cycle ready light must be provided at the operator station.
- 13.16. Part presence sensing must be used to ensure parts are present and properly oriented in fixtures prior to any cycling of machines. These sensors must be protected from physical contact with components to prevent damage. The sensors must be indicated on control panel by lights or Panel Views. All off-line details presented by status line must be verified for part presence on final assembly. This includes all details on each sub-assembly. All sensors must look for both an ON & OFF condition. The machine should fault if the sensor is stuck on or off.

Flex N Gate MACHINERY STANDARDS - Rev 17.doc

Page 23 of 41

- 13.17. Any detail or sub-assembly located into a machine must also be verified for existence in the subsequent screen.
- 13.18. All stations to have a "Reset to Home" Push Button - via single push button used to sequence all motions to home position in a safe manner - for all stations within line. (Hardwired push button or HMI).
- 13.19. All machines must include data acquisition logs. The logs must include a set-up screen which allows adjustment of shift start/stop times, break times, etc and a data screen. The data screen must show a cumulative quantity of occurrences and time of operator over cycles and faults for each station. The logs must exclude break times. The previous 2 shifts data must also be displayed on the screen.
- 13.20. Where analog inputs and outputs are used in PLC programming, the analog set-up parameters such as scaling, conversion, etc. as well as test machine default test limit settings will be set within the PLC program itself with the use of MOVE instructions.
- 13.21. All machines must have a screen which displays the current and previous cycle time of each station.

Flex N Gate MACHINERY STANDARDS - Rev 17.doc

Page 24 of 41



CHAPTER 14 – DRAWINGS, DIAGRAMS AND MANUFACTURERS MANUALS

- 14.1. As built drawings are to be supplied within two weeks of machine approval. The following documentation shall be provided to Flex N Gate Engineering for the complete system:
1. Electrical Drawings – ACAD format
 2. Mechanical Drawings – ACAD format for 2D & Native format for 3D
 3. Pneumatic Drawings – ACAD format
 4. Coiling System Drawings – ACAD format
 5. Hydraulic Drawings – ACAD format
 6. Accurate as-built machine layout – ACAD format
 7. Complete and accurate bill of materials including part number, manufacturer, distributor (including distributor contact information), price, and lead time
 8. List of recommended spare parts
 9. Consumable component drawings (i.e.: special anodes, punches, weld caps, etc.)
 10. Mechanical assist drawings (transfers, lifts, shuttles, etc.)
 11. All original equipment manufacturer's literature (manuals and data sheets)
 12. Complete maintenance manuals including Preventative Maintenance procedures
 13. Set-up / Change over manuals complete with step by step instructions, settings, photos, and diagrams.
- 14.2. Three copies of all items listed above on CD's
- 14.3. Three hard copies of all drawings and manuals (as listed above) in reproducible format (i.e.: 3 ring binder)
- 14.4. Three copies on CD's containing back-up programs for all PLCs, HMIs, Robots, etc.
- 14.5. Vendor shall, at least 5 weeks prior to delivery, provide Flex N Gate with a floor plan layout displaying all electrical panels and main feed locations (electrical, pneumatic, & water) of the particular Flex N Gate plant version. Also to be included: power, water, pneumatic, and CFM requirements.
- 14.6. Witness book complete with all signed off forms and documents developed throughout the machine construction and installation.

CHAPTER 15 – PROJECT MANAGEMENT

- 15.1. Vendor is responsible to coordinate and utilize all subcontractors or suppliers to ensure project is on schedule and problems are resolved as quickly as possible.
- 15.2. At a minimum 30 weekly progress reports will be submitted to Flex N Gate.
- 15.3. An ongoing Process FMEA analysis is to be conducted by both parties to address all possible problems.
- 15.4. Vendor must receive written approval from Flex N Gate to begin the various stages of the project. These stages are design, major component purchases, build of the part, development, assembly and ship.
- 15.5. Flex N Gate must be notified in writing of any changes in delivery, if the change of delivery is unacceptable to Flex N Gate a corrective action plan must be developed and implemented to be able to meet scheduled delivery.
- 15.6. Any changes to the design after they have been approved must be submitted in writing to Flex N Gate and approved.
- 15.7. Any changes to the timeline will not be allowed unless mutually approved in writing.

CHAPTER 16 (a) – MACHINE ACCEPTANCE – Vendor's Shop Floor

The following conditions must be satisfied prior to machine acceptance by Flex N Gate for each product to be produced:

- 16.1. Vendor to provide 12 hour dry-cycle at 100% of quoted cycle time on vendor shop floor. If the machine is quoted at 60 second cycle time, at the end of the 12 hours, the number of

CHAPTER 16 (a) – MACHINE ACCEPTANCE – Vendor's Shop Floor

The following conditions must be satisfied prior to machine acceptance by Flex N Gate for each product to be produced:

- 16.1. Vendor to provide 12 hour dry-cycle at 100% of quoted cycle time on vendor shop floor. If the machine is quoted at 60 second cycle time, at the end of the 12 hours, the number of cycles must be a minimum of 720 cycles. If the machine stops for any reason, the process must be re-run. Appendix J must be completed for each dry cycle attempt whether successful or not.
- 16.2. Vendor is responsible to perform a 10 piece First Repeatability studies (static and dynamic) on gas stations and provide reports. Maximum length of each leg must be less than 0.25mm; if the study fails, the vendor may be allowed one corrective action, and the study re-run. This process must be repeated until it is successful.
- 16.3. Vendor to provide 1 hour of machine cycle of each part number at quoted rate (static) or 80% of quoted cycle time (e.g. Machine quoted at 60 second cycle time must meet an hourly rate of 96 cycles). Any interruption that occurs more than once will constitute a failure and the run-off must be required. The quantity can be reduced or waived on the vendor shop floor based on availability of supplier parts. In this event, this does NOT CONSTITUTE MACHINE ACCEPTANCE AT VENDOR'S FLOOR, PLUS N GATE'S MACHINE ACCEPTANCE WILL ONLY BE UPON SUCCESSFUL RUN-OFF OF EQUIPMENT AT FLEX N GATE'S SHOP FLOOR.
- 16.4. In the event that vendor cannot supply adequate cycles to satisfy machine acceptance on their shop floor, Flex N Gate will accept equipment to be shipped to Flex N Gate plant where First Repeatability studies will be performed by the vendor at no cost to Flex N Gate. Flex N Gate will allow equipment to be shipped to Flex N Gate facility. In this event, this does NOT CONSTITUTE MACHINE ACCEPTANCE AT VENDOR'S FLOOR, PLUS N GATE'S MACHINE ACCEPTANCE WILL ONLY BE UPON SUCCESSFUL RUN-OFF OF EQUIPMENT AT FLEX N GATE'S SHOP FLOOR.
- 16.5. The vendor is responsible to keep a log of the interruptions; the location of the interruption(s) and the corrective action taken.
- 16.6. 10 consecutive pieces and run-off capability must be completed for all wheels. Vendor must meet the customer's requirements. If a defective wheel is found during the 10 piece run-off, corrections must be made and the study restarted.
- 16.7. A complete diagnostic table must be constructed. Every scenario must be tested to avoid overfills, identified on the operator manual and a full message displayed.
- 16.8. All dimensional testing and sensors must be verified prior to start.



FLEXIN|GATE

CHAPTER 18 - PAYMENT TERMS & INVOICING

18.1 The following is Flex N Gate's standard payment terms that, at a minimum, must be followed:

RECEIPT OF ALL MAJOR PURCHASES	25%
MACHINE BUILT COMPLETE	25%
APPROVAL TO SHIP	25%
FINAL ACCEPTANCE	25%

All payment milestones are due 30 days from milestone sign-off and receipt of invoice.

18.2 All invoices (i.e. engineering charges) to the initial order are payable 100% at Flex N Gate's discretion.

18.3 The corresponding Milestone Sign-off forms (Appendix D-1) must accompany the invoice. Invoices must not be sent without the appropriate sign-off approval.

Flex N Gate MACHINERY STANDARDS - Rev. 17. Jan
Page 30 of 43

FLEXIN|GATE

APPENDIX A
Machinery Standards Agreement

(MUST BE COMPLETED AND HANDED IN WITH EVERY RFQ)

RFQ DATE: _____ RFQ NUMBER: _____

I, the authorized representative for the Production Machinery supplier listed below hereby agree that I have read the Production Machinery Standards provided by Flex N Gate and will fully comply to all requirements listed in the Standards with all exceptions noted below.

Standard Revision Level: 017 Revision Date: Feb 22, 2011

Production Equipment Supplier: _____

Production Equipment Representative: _____
Please print name

Production Equipment Representative: _____
Please sign name & date

Flex N Gate Representative: _____
Please print name

Flex N Gate Representative: _____
Please sign name & date

Exceptions:

Flex N Gate MACHINERY STANDARDS - Rev. 17. Jan
Page 31 of 43

FLEXIN|GATE

APPENDIX B
Flex N Gate Machinery Standards Deviation Approval

(MUST BE COMPLETED AND SIGNED FOR EACH DEVIATION)

Standard Revision Level: 017 Revision Date: Feb 22, 2011

Machine Name: _____ Part Number: _____

SKYDZ000 _____

Chignone _____ SECTION #: _____

Explanation of deviation:

Production Equipment Supplier: _____

Production Equipment Representative: _____
Please print name

Production Equipment Representative: _____
Please sign name & date

Flex N Gate Representative: _____
Please print name

Flex N Gate Representative: _____
Please sign name & date

Flex N Gate MACHINERY STANDARDS - Rev. 17. Jan
Page 32 of 43

FLEXIN|GATE

APPENDIX C
Component Specifications

(Enter reference selected, quote using the following specifications)

MECHANICAL COMPONENTS

EQUIPMENT	MANUFACTURER
All Cylinders	SAAC / PERITO
Hydraulic Cylinders	Perito
160 Deg. Rotary Cylinders	SKYDZ00 / Taylor / TRISTE
Tie Rod Style Cylinders (Pneumatic)	SAAC / PERITO
Tie Rod Style Cylinders (Hydraulic)	SAAC / PERITO
Hydraulic Shock Absorbers (Absorbent)	Emp. BMC
Trigge Clutches	BL. BMC / SERRAVALLO
Wiper Guide for Link & Sliders	TRB, TRB, Thompson, STAR
Roller Bearings	Grease / Greengravel / Grease / FURUKAWA / IMADA / SAKUMA
Roll of Arm Components (Pneumatic)	ATB
Roller / Adapter Assemblies	None
Shapers	BMC / ATB
Support	ATB
One Piece	Columba / TRB
Rolling Tables	WAGNER or SERRA
Guiding Table Trolleys	High Point / Greiner
Clutch Pressure	Greiner
SCV Systems	MagnumPro
Linear Transfer Systems	Blatt / TRB or LAMCO
Robotic Manipulator / Pallet Units	None
Substrate Systems	TRB / Greiner / TRB
Automatic Feeding Systems	TRB / TRB Av. / Picking / Atlas / Greiner
Slitter Systems	Truarc or Greiner
Roll / Slitting Machine	WAGNER Slitter / High Point / TRB

Flex N Gate MACHINERY STANDARDS - Rev. 17. Jan
Page 33 of 43



FLEXIN|GATE
ELECTRICAL COMPONENTS

EQUIPMENT	MANUFACTURER
Programmable Logic Controller	Allen Bradley 517 5000 000 Logic Processor (Compact or Control)
Operator Interface	Panel View Plus or View View Minimum
DC Motors and Controllers	Refer Specifications for Approval
V.F. Motors and Controllers	Refer Specifications for Approval
Resistor Motors	Refer Specifications for Approval
Safety PLC	Allen Bradley
Safety Relay	Allen Bradley Omron / OGP / OLP
DC Power Supplies	Omron / MULLER / Phoenix / Hammond / Omron
Remanent Controller	Allen Bradley / Omron
Drumless	Allen Bradley / Omron
Full Subsonic and Servo Drives	Allen Bradley / OTC
Master Control Relay	Allen Bradley / Omron
Control Relay	Allen Bradley / Omron
LCR Switches	Allen Bradley - 500T
Proximity Switches	ABB Omron or equivalent Part 2/3 wire 24VDC, 5, 12, 18, 24V
Proximity Sensor Cables	High Temp. Shielded Harness
Multitap (24V 10A) per Channel with 1000 Male Connectors	Tyco / Phoenix
1000 Connector Term. Box Panel Mount Cable	Tyco
Hydro Separator	Omron E2E4011 / SMC / Sanyo
Through Beam Light Sensor	Omron / Sanyo / Sanyo
Photoelectric eye photo switch	Omron
Safety Light Curtain	Allen Bradley / Omron / OTC / SAFETY
Overhaul Photo Sensor	Maxim Photo Sensor / Allen Bradley / Tyco / Sanyo
Water Systems	Omron / OTC / Sanyo / Sanyo / Omron
Panel View Switch	None

The N Gase MACHINERY STANDARDS - Rev. 17 Jan
Page 31 of 43

FLEXIN|GATE
ELECTRICAL COMPONENTS

EQUIPMENT	MANUFACTURER
Arc Sensor	ABB
Device Not Machine	Allen Bradley
Two Hand Control	Tridac US - 51 - 01 - 01 - 24VDC Allen Bradley 500T - F3004
Back Buttons	Substation 1 Omron OASB - 12400
Loop Cable	4-Tad Tandem Terminal
Relay	Omron
ESD	Omron
Water System Components	Omron P100 Control and Standard Boxes
Isolation Electrical Switch	ABB

The N Gase MACHINERY STANDARDS - Rev. 17 Jan
Page 31 of 43

FLEXIN|GATE
SPOT WELDING & ROPE WELDING EQUIPMENT

EQUIPMENT	MANUFACTURER
Spot welding gun (AC or DC)	Campese, ARJ, or Sanyo
Oil Reservoir	OMRON 1000 5000 Various
Spot Welding Controller (AC or DC)	None
AC Welding Power Supply	Welder Apparatus
AC Welding Wire Feeders and Control	None
Water-cooled air welding torch	Tigwelder
AC or DC	Tigwelder
Pressure Sensor	SMC D10700
Draw Air Gun Welding	Omron
Robot Infeed Package	Omron or Sanyo Manufacturer
Electromechanical Line of Feeder	Sanyo

The N Gase MACHINERY STANDARDS - Rev. 17 Jan
Page 36 of 43

FLEXIN|GATE
Hydraulic, Pneumatic and Cooling Water Specifications

EQUIPMENT	MANUFACTURER
Air Cylinders	SMC
Pneumatic Socks / Grippers	Feeco - OSMI/OMC Feeco - H20, H20T, H20R, H20S, H20L
Rotative Cylinders	Feeco - S.C., CEM, SMC Feeco - OSM
Exhaust Silencer	SMC Feeco - 10044 LPU - 16 or 10047 LPU - 1
Fittings	Parker or Feeco - GE
Special Valves	SMC Feeco - Feeco Brass 05 F29 Muller-GE 1074
Lubrication - Low Volume	SMC
Regulators - Low Volume	Feeco M812-LFM-Q-CUV (3 version) O-M812-LFM-Q-AUV (101 Model)
Filters	SMC Feeco
Flow Control	SMC or Feeco (SFA, -OR, -C)
Hydro Grip	Feeco
Vacuum Generators	SMC / Feeco
Air Drying	SMC
Demister Drains	SMC
Water Filter System	ROCOB
Pipe Color Coding: Cold water supply-Blue, Warm water water-Red, Compressed Air-Green To be visibly marked using OSHA standard method	None
Flexible Hose	Parker Braided TP or Lanco
Barrel Fittings	Parker

The N Gase MACHINERY STANDARDS - Rev. 17 Jan
Page 37 of 43



FLEXINGATE
APPENDIX 'M'
Mechanical Design Approval Form

Meeting Date: _____ Part Name: _____
 Part Number: _____ Flex N Gate Engineer: _____
 Vendor's Name: _____ Station Number: _____
 Machine Name: _____

Check List:	YES	NO	COMMENT: (check additional items if needed)
Design Meets Current PNG Standards	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Has QDST Followed in Design	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Correct Components Used in Design	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Draw Locations Clearly Annotable	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Two Access Provided For Maintenance	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Safety Requirements Met	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Machine Vibration Mitigated	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Mechanical Design Approved	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____

Comments: _____

Signatures

Flexing Engineer: _____ Project Manager: _____
 Plant Quality Representative: _____ Plant Manager: _____
 Vendor: _____

FOR THE EQUIPMENT BUILDER TO PROVIDE, THIS FORM MUST BE SIGNED BY APPROVED ENGINEER, PROJECT MANAGER, AND PLANT MANAGER. THIS FORM MUST BE COMPLETED AND SIGNED WITHIN 10 DAYS OF ORDER TO PREVENT DELAYING WARRANTY.

Flex N Gate MACHINERY STANDARDS - Rev. 17, 2016
Page 26 of 41

FLEXINGATE
APPENDIX 'E'
Electrical Design Approval Form

Meeting Date: _____ Part Name: _____
 Part Number: _____ Flex N Gate Engineer: _____
 Vendor's Name: _____ Station Number: _____
 Machine Name: _____

Check List:	YES	NO	COMMENT: (check additional items if needed)
Design Meets Current PNG Standards	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Main Voltage Tolerance with P.L.L.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Correct Components Used in Design	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Main Breaker Installed on Machine	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
One Meter Cup per Machine	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Safety Requirements Met	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Electrical Design Approved	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____

Comments: _____

Signatures

Flexing Engineer: _____ Project Manager: _____
 Vendor: _____ Plant Manager: _____

FOR THE EQUIPMENT BUILDER TO PROVIDE, THIS FORM MUST BE SIGNED BY APPROVED ENGINEER, PROJECT MANAGER, AND PLANT MANAGER. THIS FORM MUST BE COMPLETED AND SIGNED WITHIN 10 DAYS OF ORDER TO PREVENT DELAYING WARRANTY.

Flex N Gate MACHINERY STANDARDS - Rev. 17, 2016
Page 27 of 41

FLEXINGATE
APPENDIX 'P'
Receipt of Long Lead Items

Meeting Date: _____ Part Name: _____
 Part Number: _____ Flex N Gate Engineer: _____
 Vendor's Name: _____ Station Number: _____
 Machine Name: _____

Check List:	YES	NO	COMMENT: (check additional items if needed)
Components meet current PNG standards	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
100% of all Major Purchases Received	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____

Comments: _____

Signatures

Flexing Engineer: _____ Project Manager: _____
 Vendor: _____ Plant Manager: _____

FOR THE EQUIPMENT BUILDER TO PROVIDE, THIS FORM MUST BE SIGNED BY APPROVED ENGINEER, PROJECT MANAGER, AND PLANT MANAGER. THIS FORM MUST BE COMPLETED AND SIGNED WITHIN 10 DAYS OF ORDER TO PREVENT DELAYING WARRANTY.

Flex N Gate MACHINERY STANDARDS - Rev. 17, 2016
Page 46 of 41

FLEXINGATE
APPENDIX 'B'
Build Complete Approval Form

Meeting Date: _____ Part Name: _____
 Part Number: _____ Flex N Gate Engineer: _____
 Vendor's Name: _____ Station Number: _____
 Machine Name: _____

Check List:	YES	NO	COMMENT: (check additional items if needed)
Design Meets Current PNG Standards	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Machine Built as Per Design	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Mechanical Build Complete	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Electrical Build Complete	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Pressure Build Complete	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
CPM and Power Reading Accessible	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Safety Requirements Met	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Build Complete Approved	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____

Comments: _____

Signatures

Flexing Engineer: _____ Project Manager: _____
 PNG Plant Representative: _____ Vendor: _____
 Plant Manager: _____

FOR THE EQUIPMENT BUILDER TO PROVIDE, THIS FORM MUST BE SIGNED BY APPROVED ENGINEER, PROJECT MANAGER, AND PLANT MANAGER. THIS FORM MUST BE COMPLETED AND SIGNED WITHIN 10 DAYS OF ORDER TO PREVENT DELAYING WARRANTY.

Flex N Gate MACHINERY STANDARDS - Rev. 17, 2016
Page 41 of 41

Anexo B. Planos de Subensambles y piezas que conforman al Fixture PM7RH.

En este anexo se presentan los planos elaborados que sirvieron como guía para la fabricación de cada una de las piezas del fixture. La unión de estas piezas forma uno de los 7 Subensamble totales que conforman al Fixture PM7RH.

Plano del Subensamble Plato.

N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	CANTIDAD
1	PM7RH-06	1
2	PM7RH-07	1
3	Part-53	2
4	Part-52	4
5	Part-54	2
6	PM7RH-13	1
7	PM7RH-14	1
8	PM7RH-05	2
9	PM7RH-37	1
10	PM7RH-37	1
11	PM7RH-18	1
12	PM7RH-19	1
13	PM7RH-41	1
14	PM7RH-07	1
15	Magnetto	1
16	Porta Magnetto	1
17	porta sensor de aluminio	2
18	BALLUFF BES_R03KC_PSC30B EPOS_1R1H1	2
19	OPRESOR M6	3
20	Opresor M4 x 6	1
21	Cabeza Plana Allen M3 x 12	2
22	OPRESOR M4 X 8.00mm L.	2

CEIBTE VERTEMBIB

PROYECTO: PM7RH

ELABORADO: 15/06/2011

COMO: 68 mm

PROYECTO: PLATO

REVISIÓN: 001

PLANTA:

PROYECTO: PM7RH

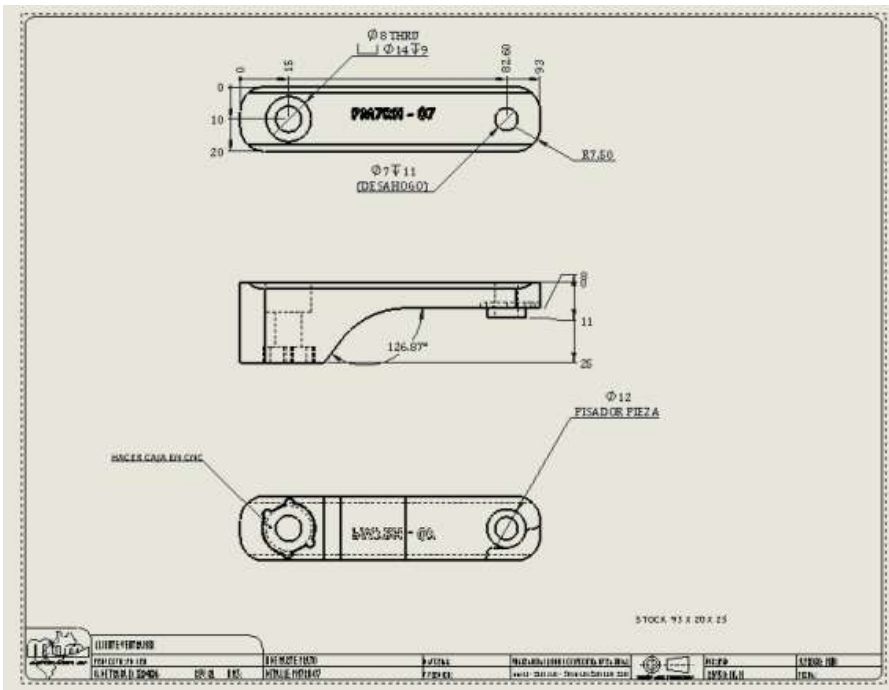
PROYECTO: PM7RH

FECHA: 15/06/2011

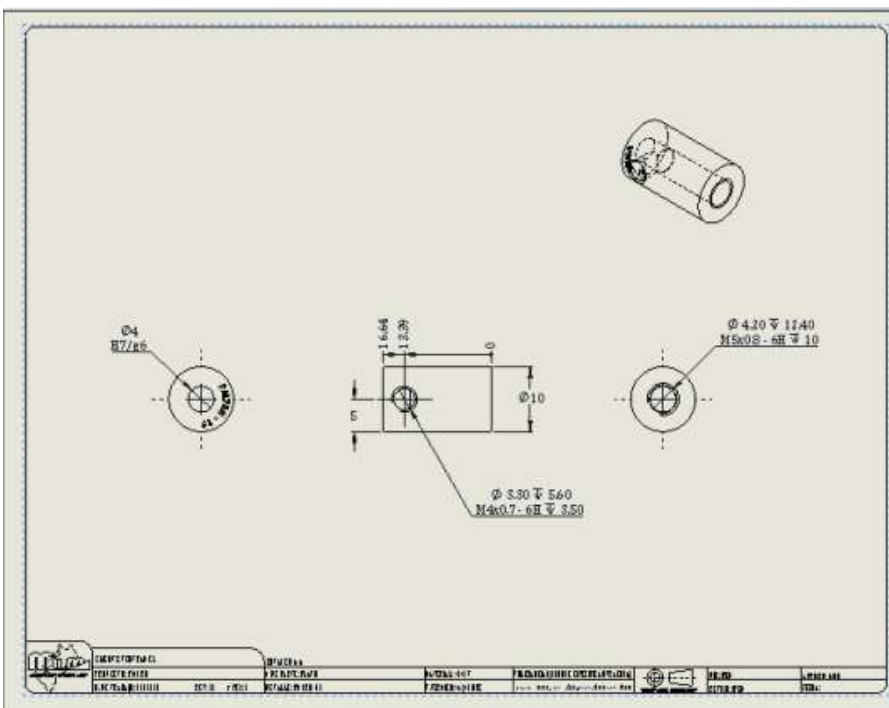
PROYECTO: PM7RH

FECHA: 15/06/2011

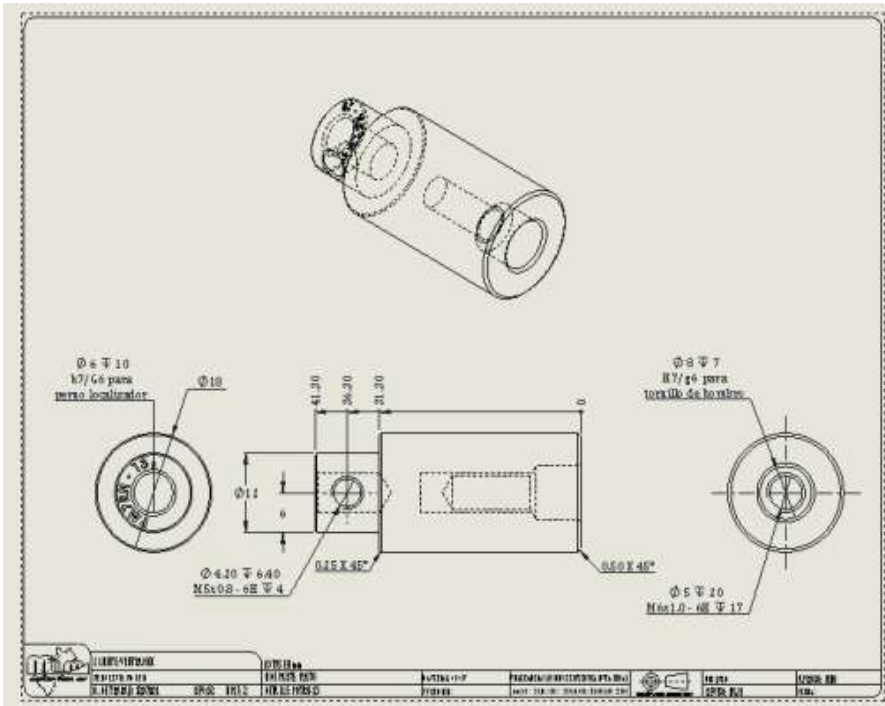
Plano dimensional de la pieza PM7RH-07.



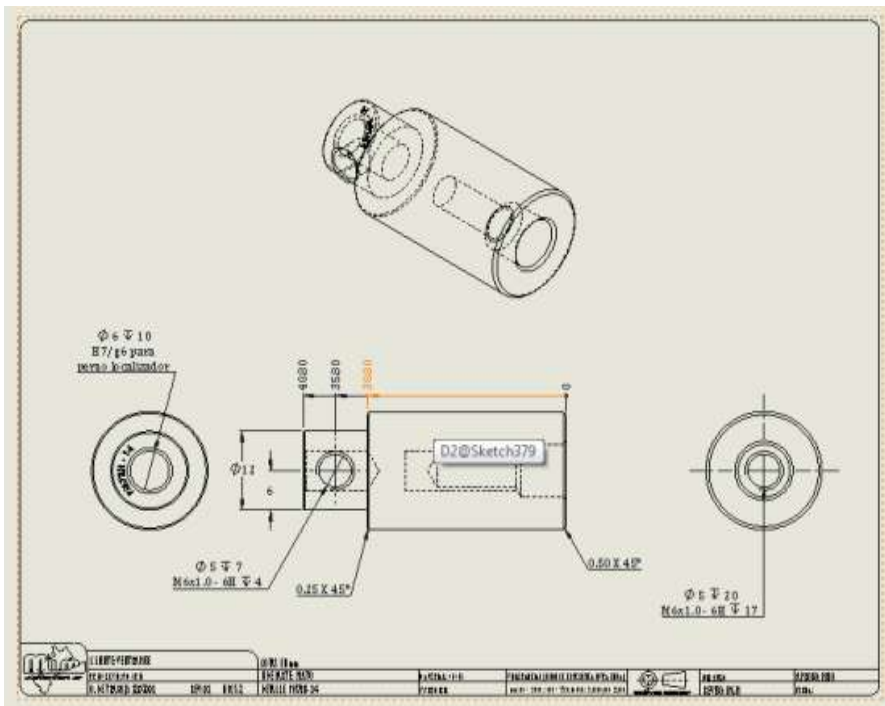
Plano dimensional de la pieza PM7RH-19.



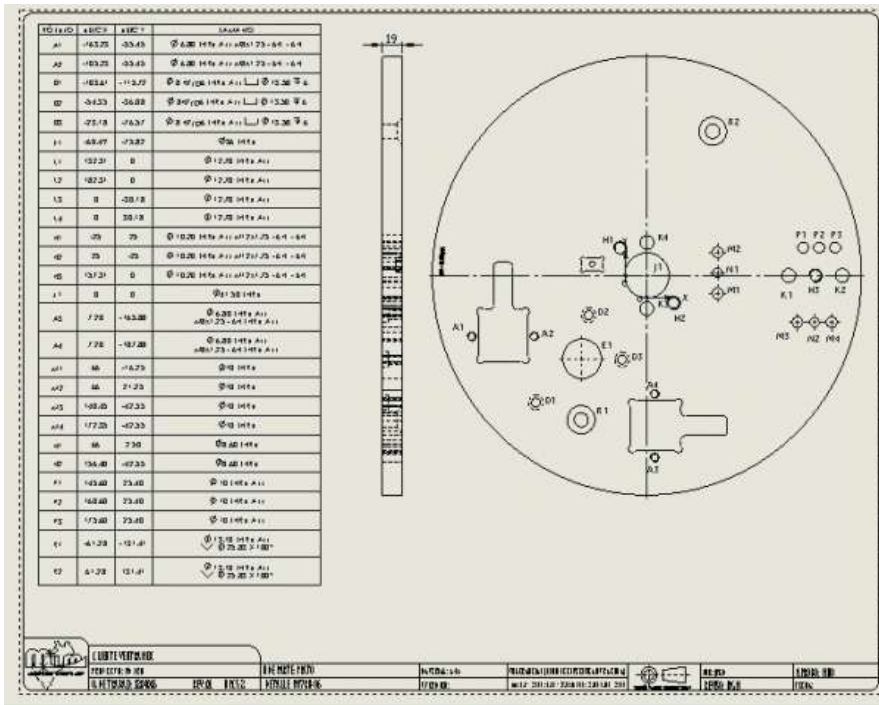
Plano dimensional de la pieza PM7RH-13.



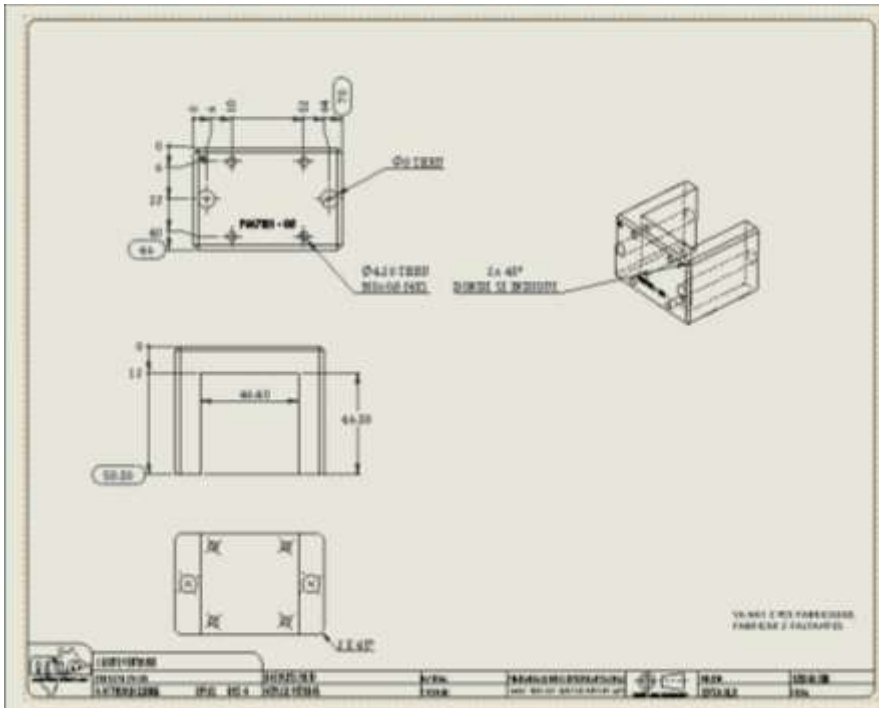
Plano dimensional de la pieza PM7RH-14.



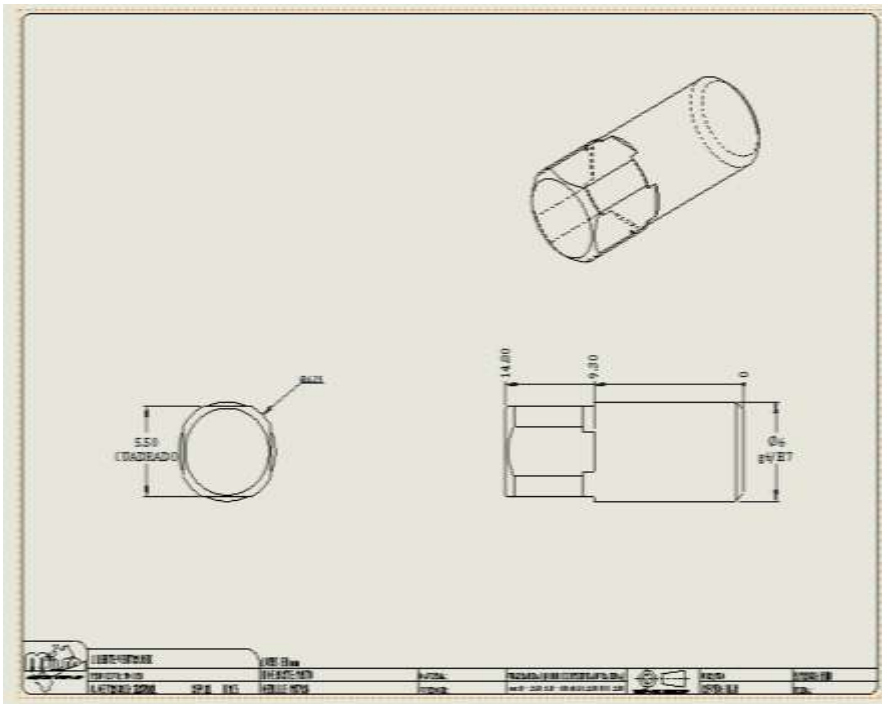
Plano dimensional de la pieza PM7RH-06.



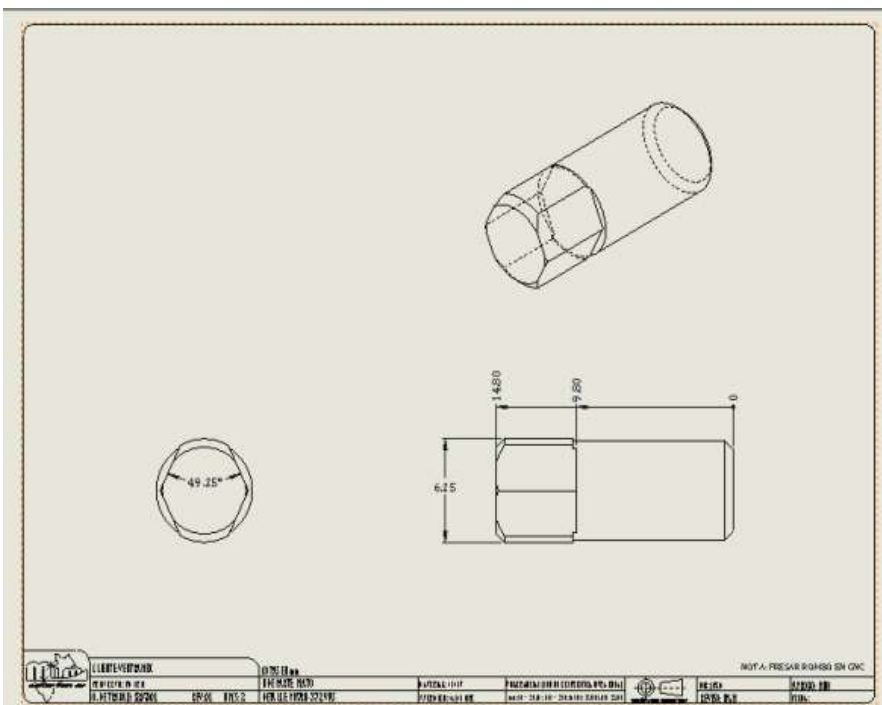
Plano dimensional de la pieza PM7RH-05.



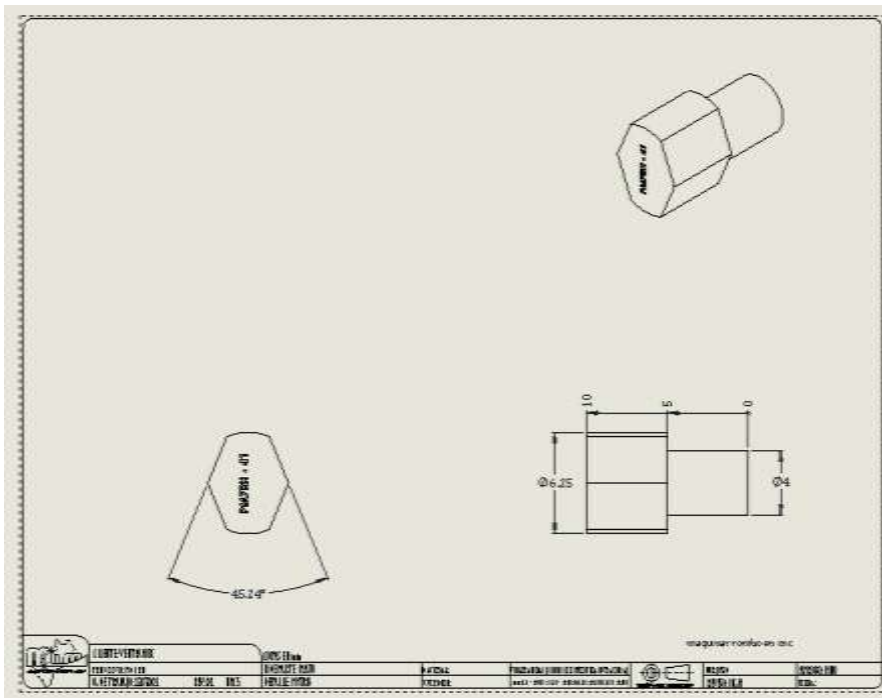
Plano dimensional de la pieza PM7RH-37 (4 VÍAS)



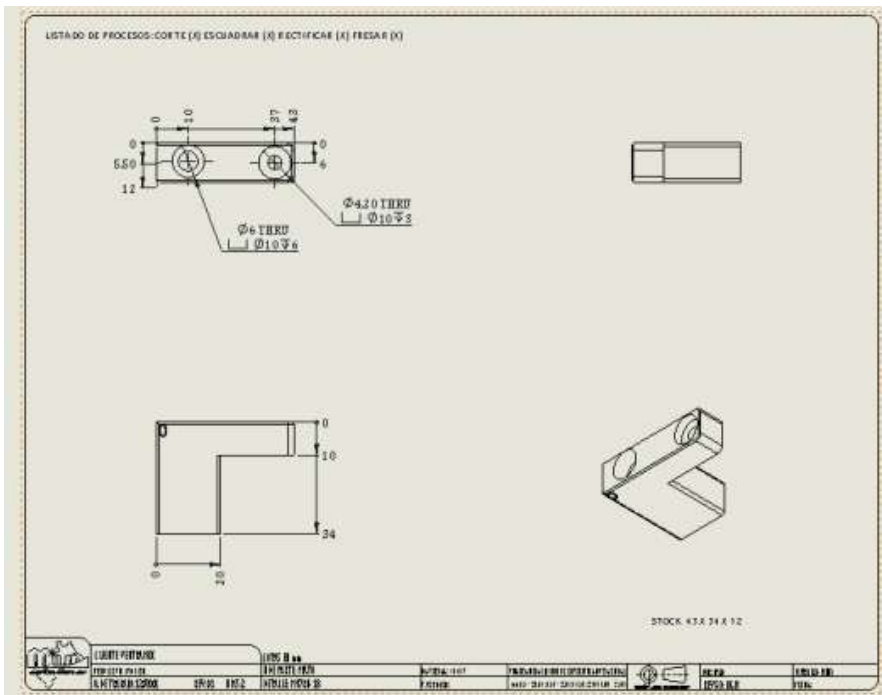
Plano dimensional de la pieza PM7RH-37. (2 VÍAS).



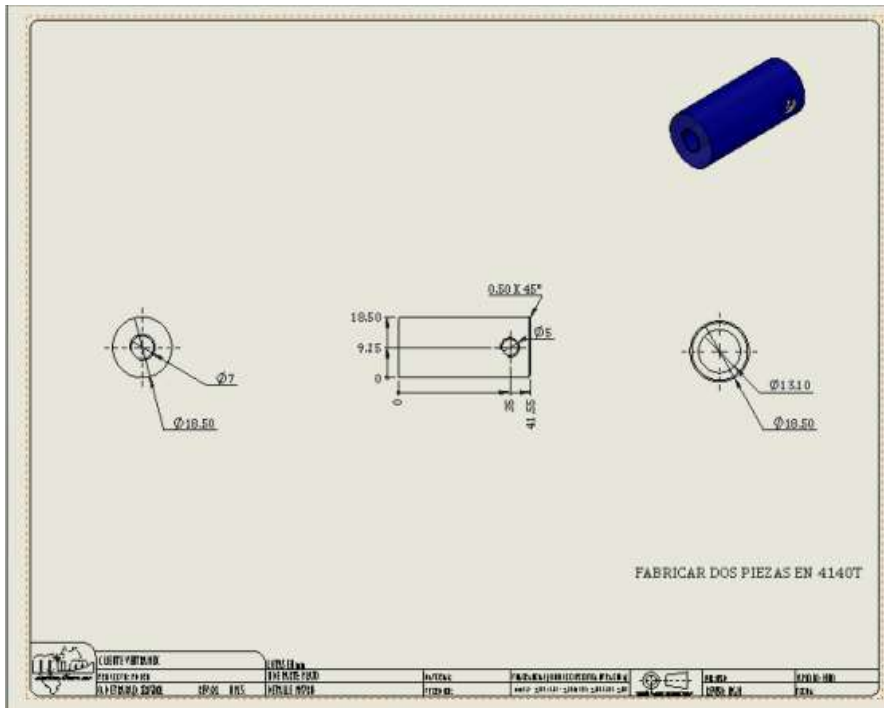
Plano dimensional de la pieza PM7RH – 41.



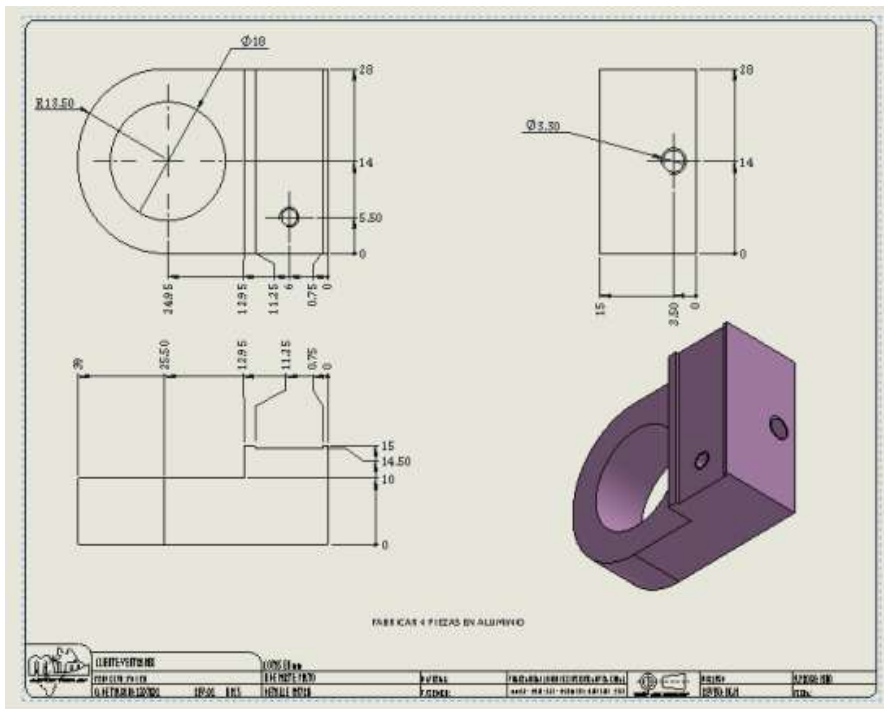
Plano dimensional de la pieza PM7RH-18.



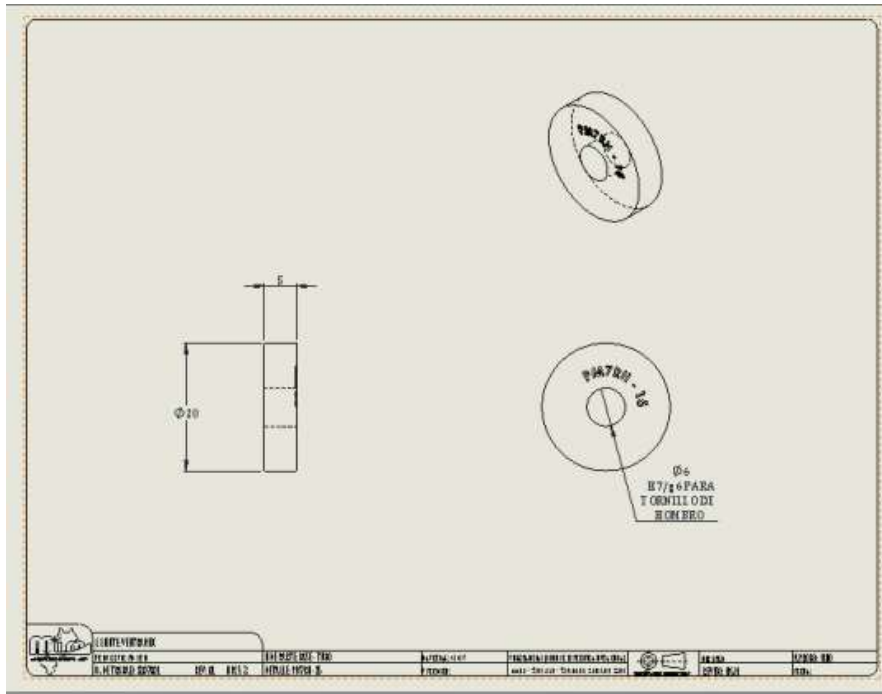
Plano dimensional de la pieza PORTA MAGNETO.



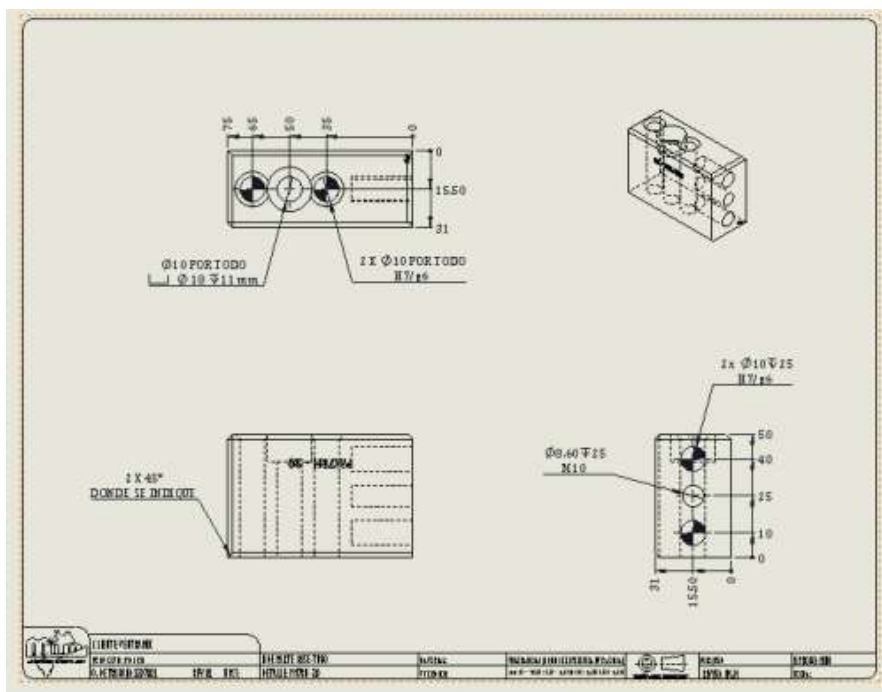
Plano dimensional de la pieza PORTA SENSOR.



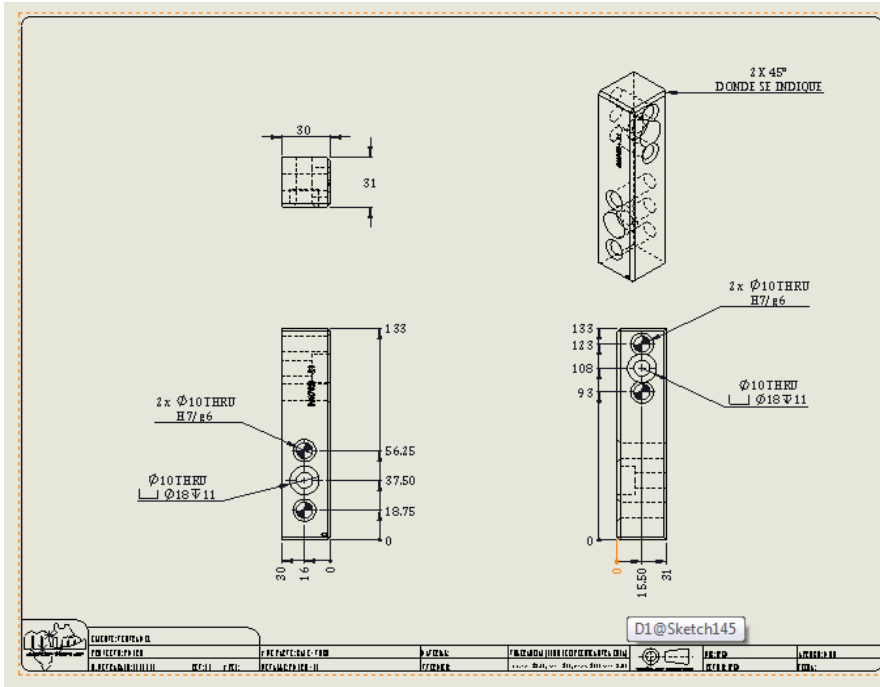
Plano dimensional de la pieza PM7RH – 15.



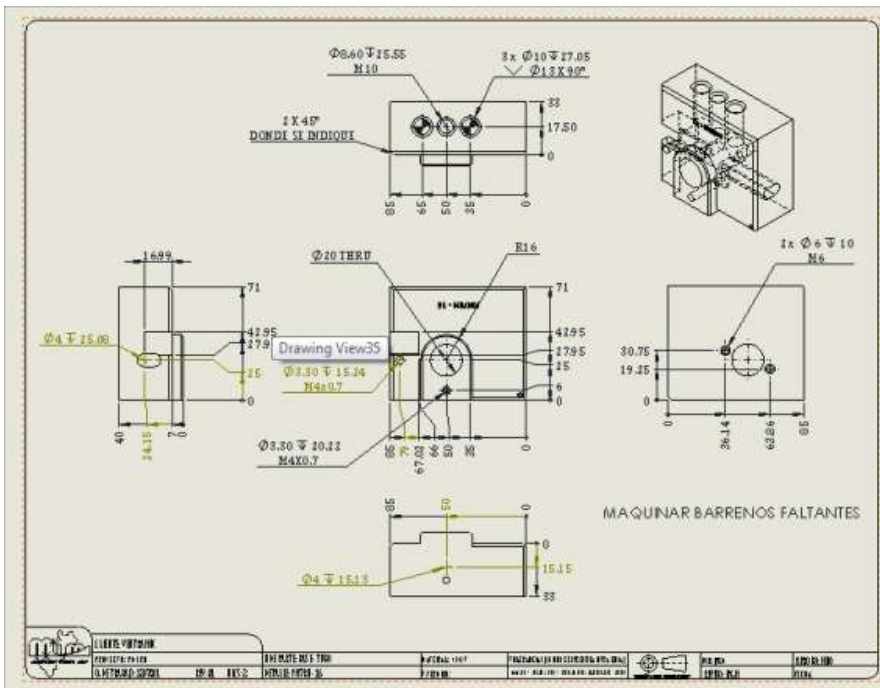
Plano dimensional de la pieza PM7RH – 20.



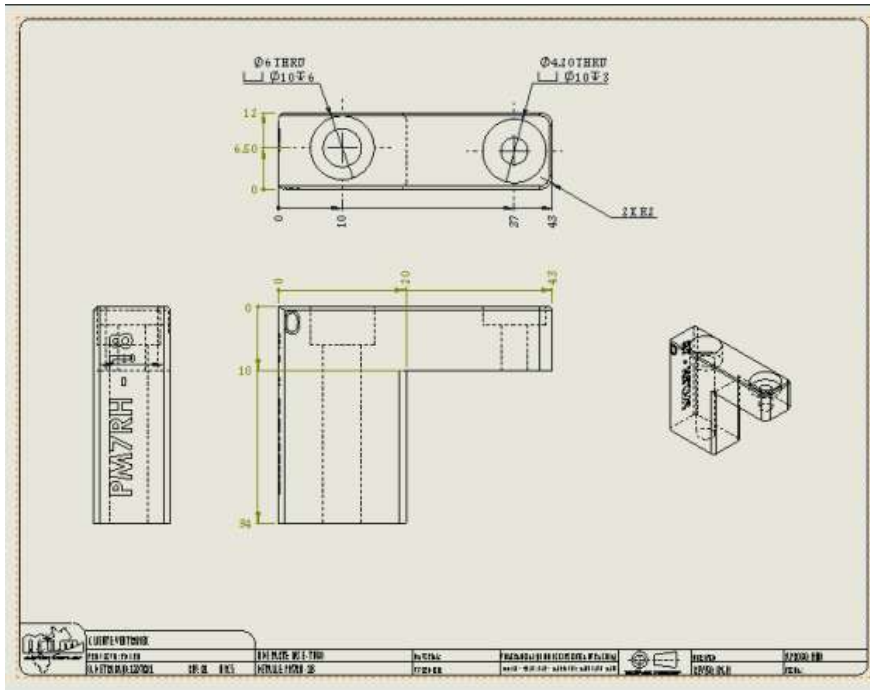
Plano dimensional de la pieza PM7RH – 21.



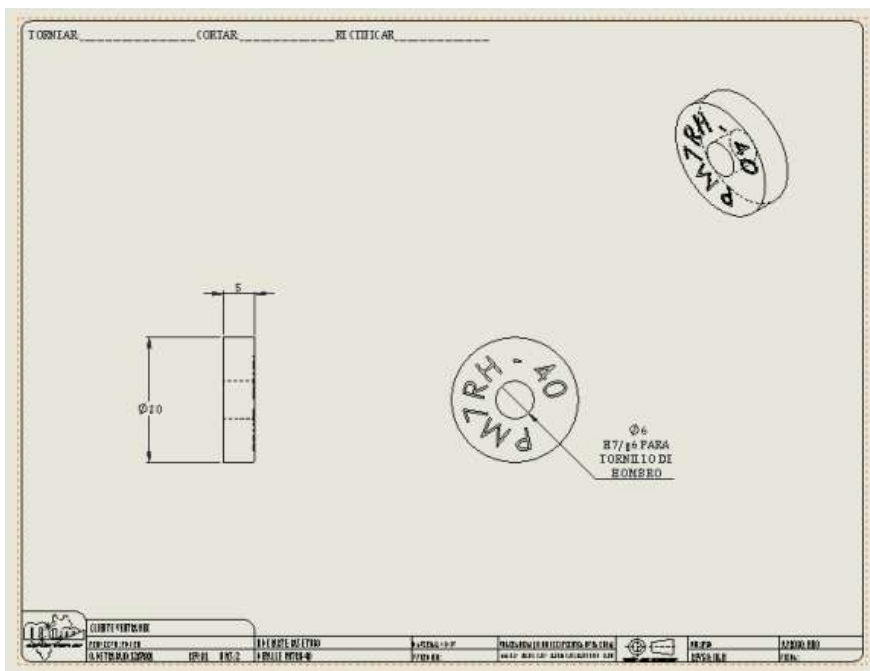
Plano dimensional de la pieza PM7RH – 16.



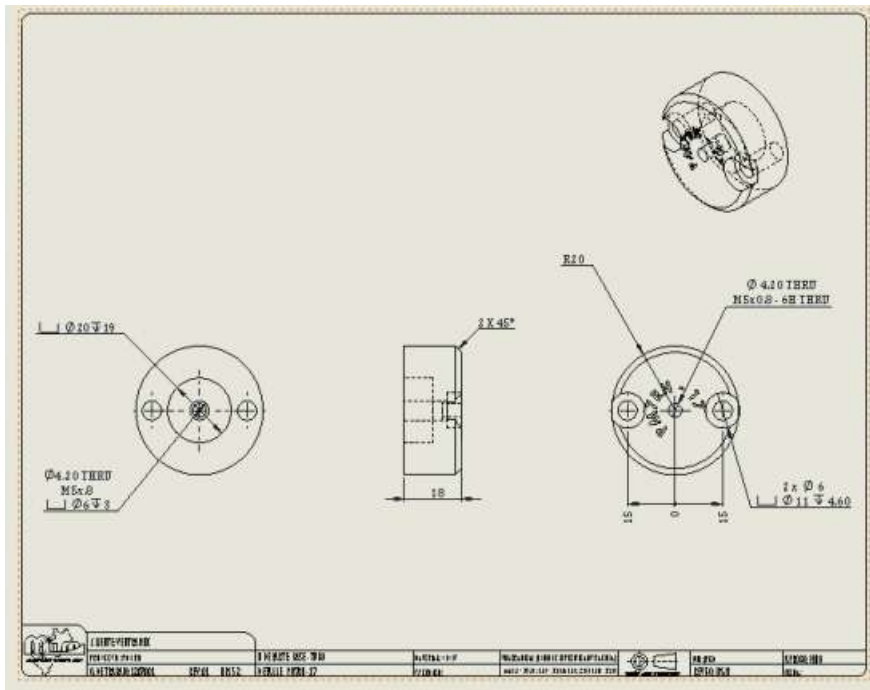
Plano dimensional de la pieza PM7RH – 18.



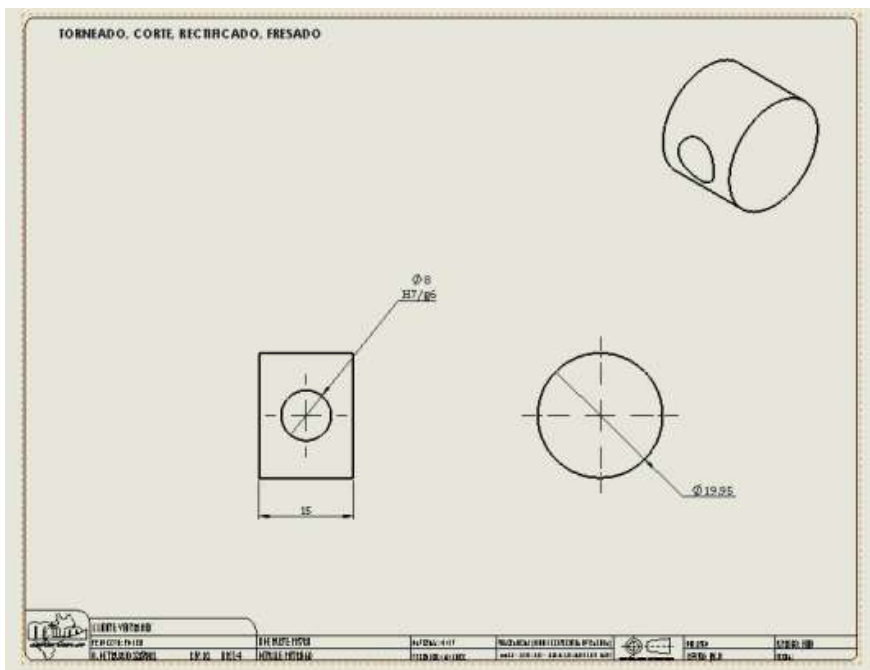
Plano dimensional de la pieza PM7RH-40.



Plano dimensional de la pieza PM7RH – 17.



Plano dimensional de la pieza TOLCHITO.



Plano dimensional del Subensamble Brazo-Pistón-Tubo con tornillería.

N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	PM7RH-23	Dimensiones: 50.8 x 25.4 x 178.2 mm	1
2	PM7RH-27	Dimensiones: Ø 30 x 89.3 mm	1
3	PM7RH-26	Dimensiones: 58 x 50 x 40 mm	1
4	PM7RH-25	Dimensiones: 133 x 50.8 x 50.8 mm	1
5	PM7RH-24	Dimensiones: 60 x 50.8 x 50.8 mm	1
6	Part-57	Lana	1
7	Part-59	Lana	1
8	PM7RH-22	Dimensiones: 50.8 x 50.8 x 118.26 mm	1
9	M10 x 40	Socket Head Cap Screw	3
10	DOWEL Ø10x50	DOWEL PIN Ø10mm X 50mm Length	4
11	DOWEL Ø10x55	DOWEL PIN Ø10mm X 55mm Length	2
12	SECRET HEAD SHOULDER SCREW Ø8 x M6 x 60 Long		2
13	Part-16-1		1
14	Part-15-1		1
15	M5X65	Socket Head Cap Screw	4

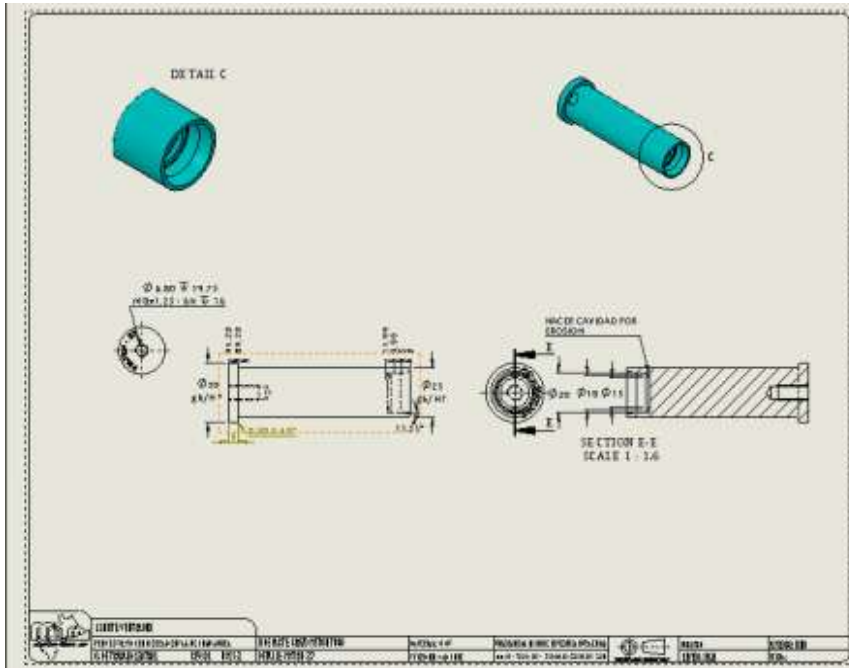
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIÉRREZ
 CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO
 AV. TECNOLÓGICA S/N. TUXTLA GUTIÉRREZ, QUERÉTARO, QRO. C.P. 76100
 TEL: (01) 771 200 0000 FAX: (01) 771 200 0001
 WWW: WWW.ITGT.GOB.MX

Plano dimensional de la pieza PM7RH – 23.

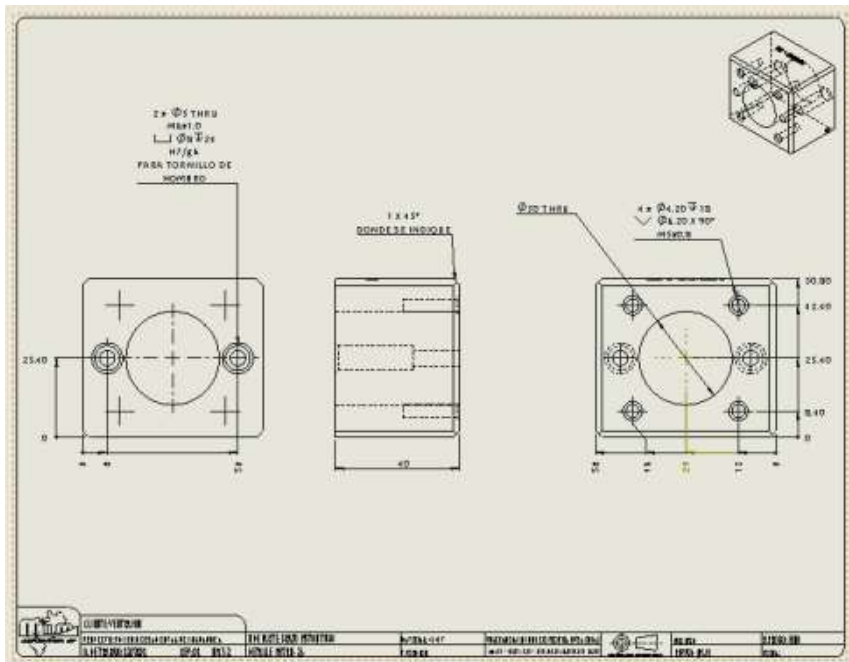
Drawing View13
 24.5 x 20.7 EN DOMINIO DE INDICAR

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIÉRREZ
 CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO
 AV. TECNOLÓGICA S/N. TUXTLA GUTIÉRREZ, QUERÉTARO, QRO. C.P. 76100
 TEL: (01) 771 200 0000 FAX: (01) 771 200 0001
 WWW: WWW.ITGT.GOB.MX

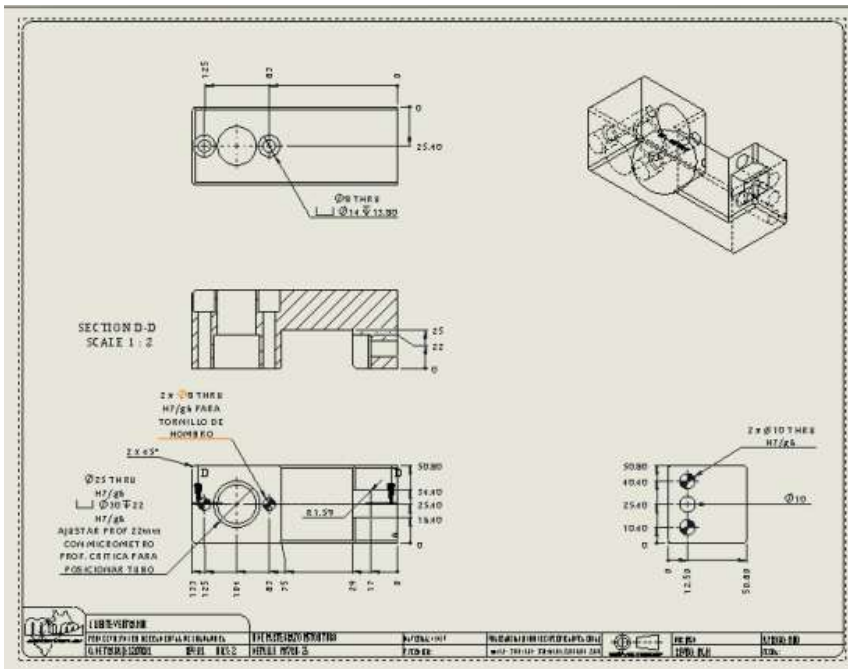
Plano dimensional de la pieza PM7RH – 27.



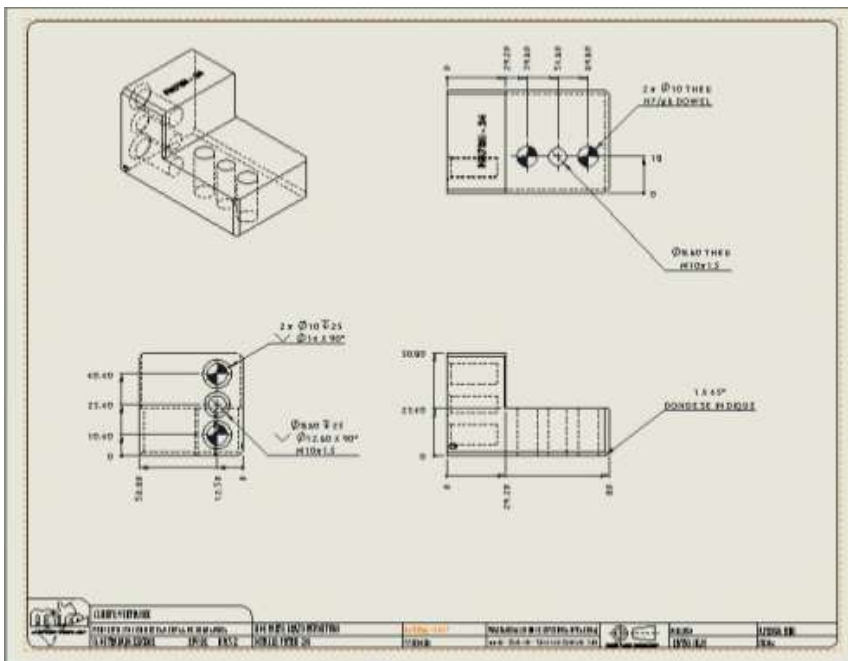
Plano dimensional de la pieza PM7RH – 26.



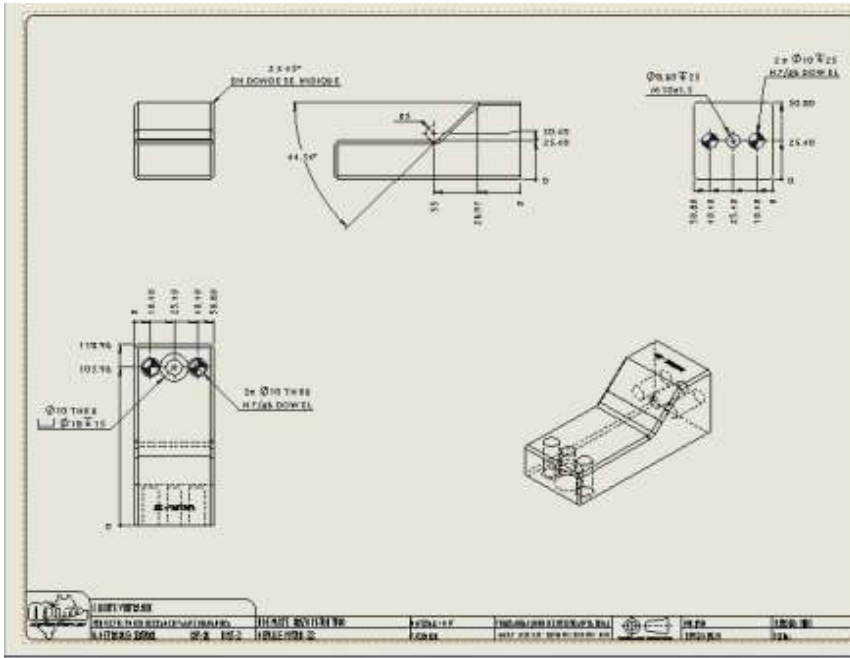
Plano dimensional de la pieza PM7RH – 25.



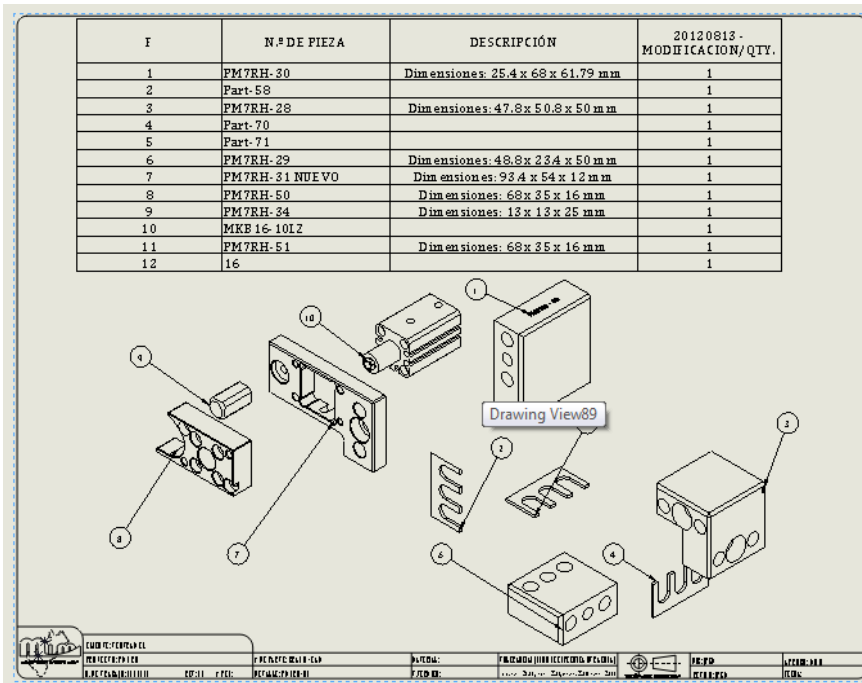
Plano dimensional de la pieza PM7RH – 24.



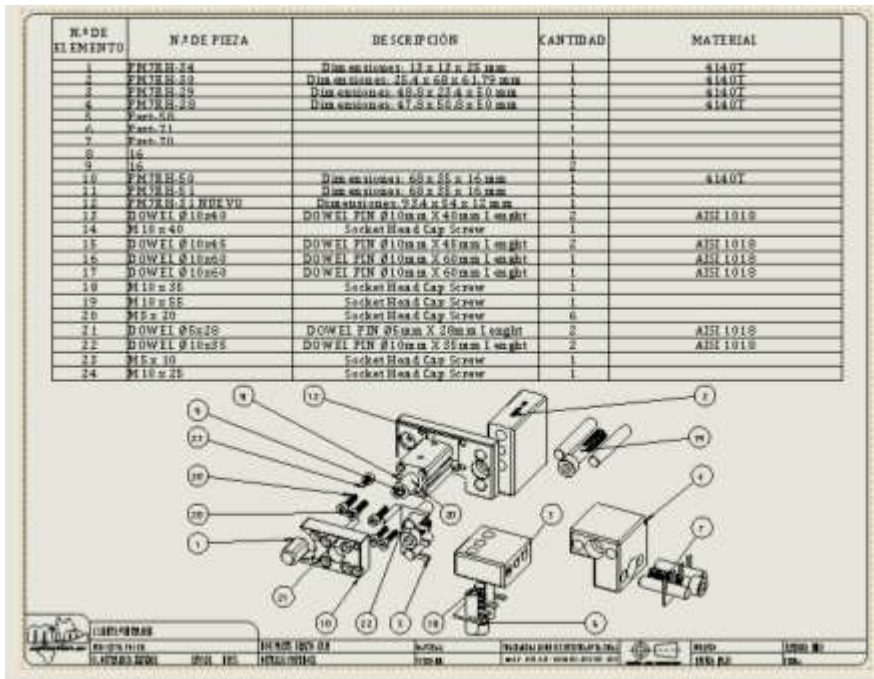
Plano dimensional de la pieza PM7RH – 22.



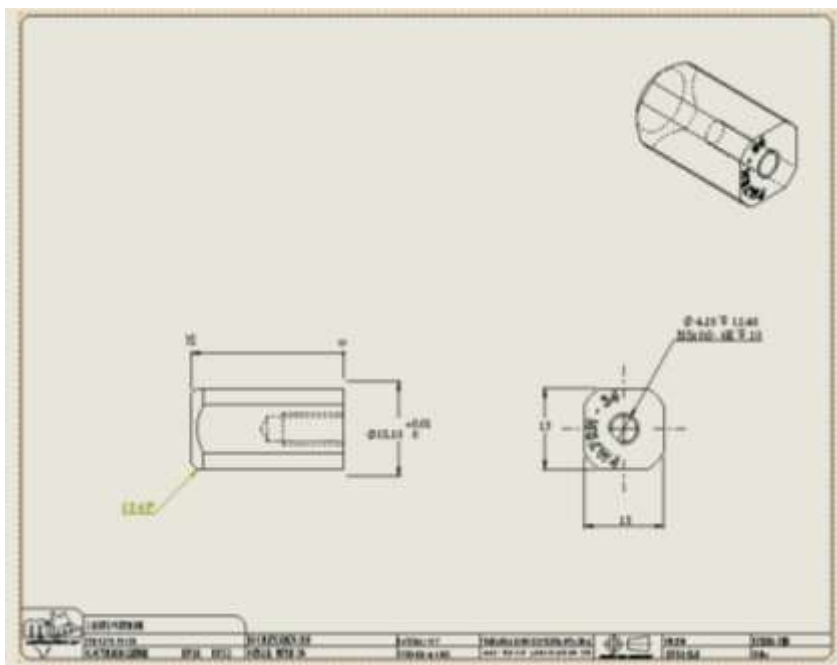
Plano dimensional del Subensamble Brazo-Cam.



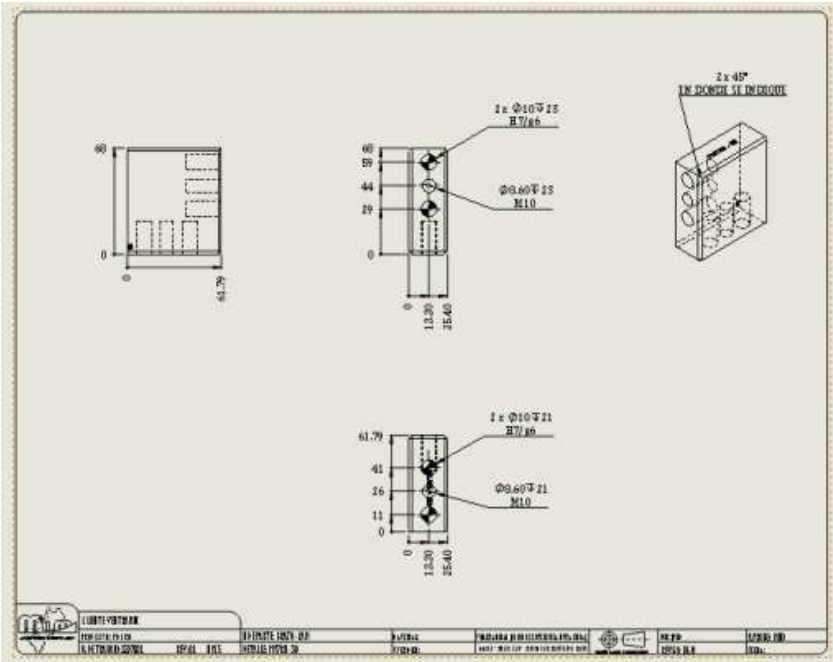
Plano dimensional del Subensamble Brazo-Cam con tornillería.



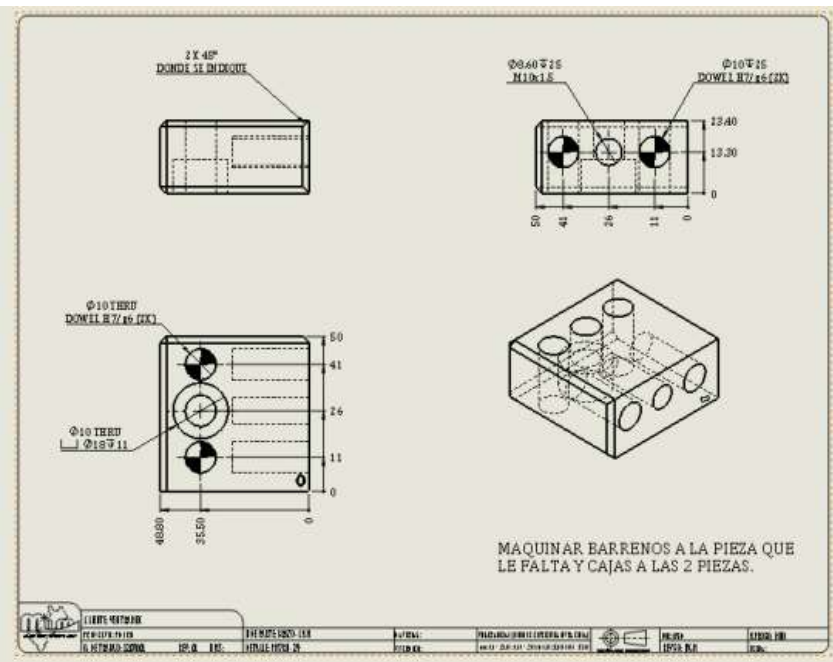
Plano dimensional de la pieza PM7RH – 34.



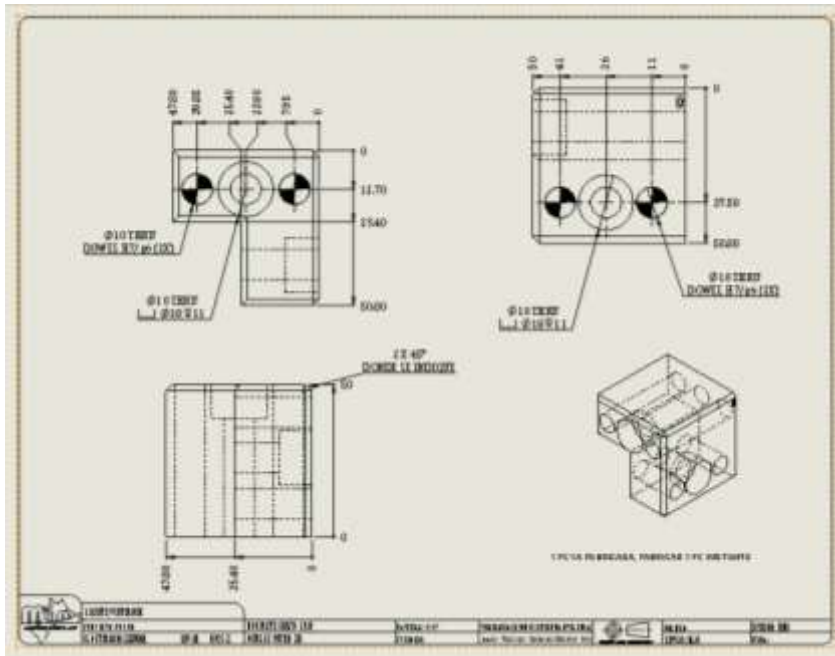
Plano dimensional de la pieza PM7RH – 30.



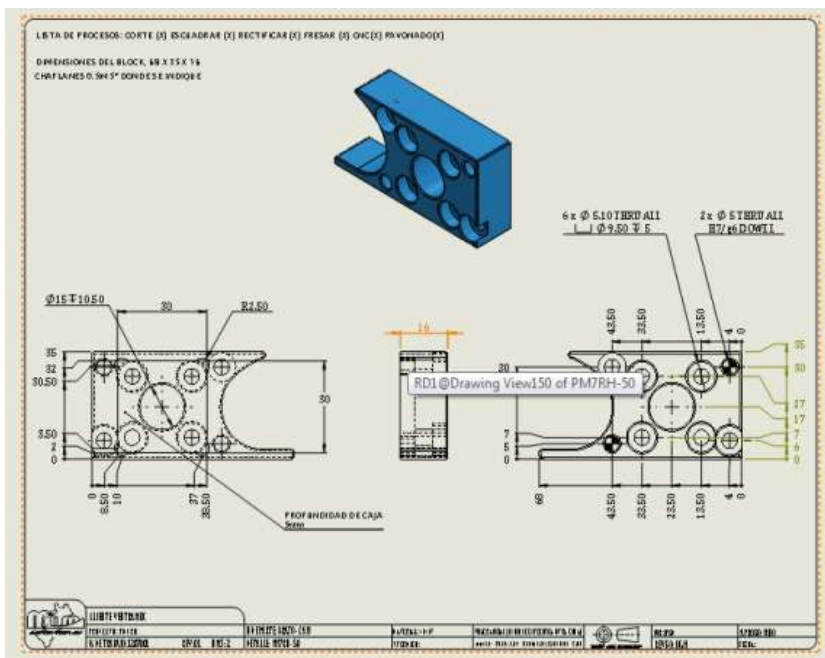
Plano dimensional de la pieza PM7RH – 29.



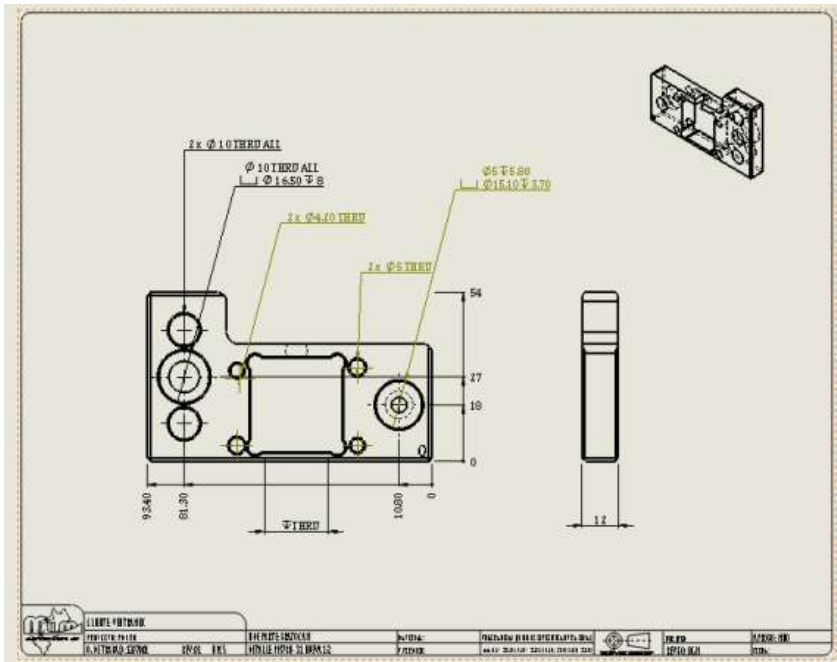
Plano dimensional de la pieza PM7RH – 28.



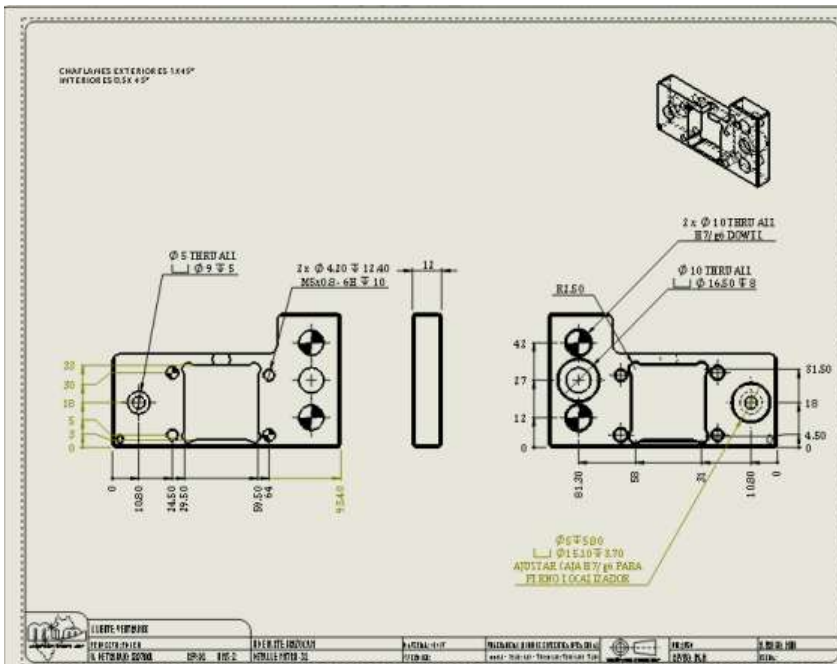
Plano dimensional de la pieza PM7RH – 50.



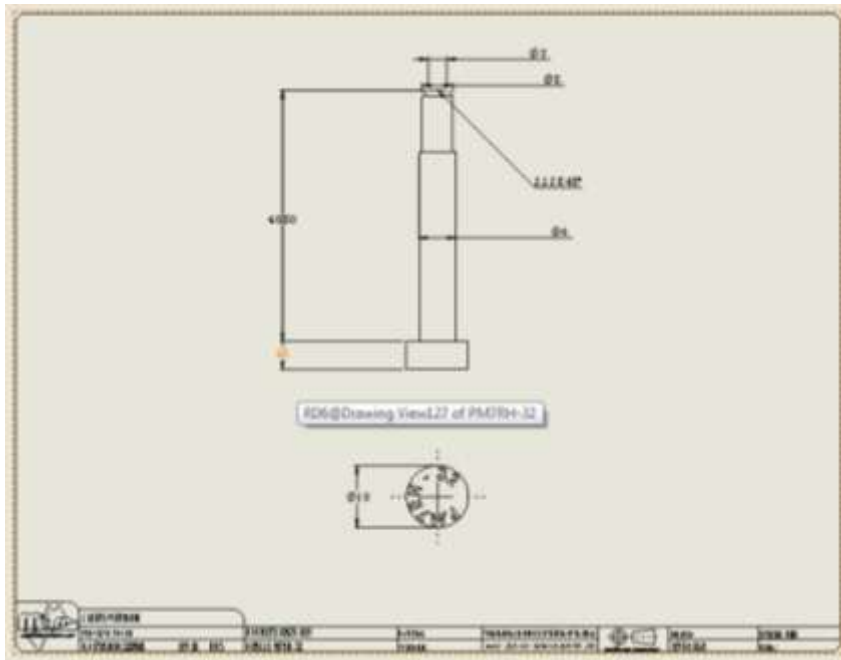
Plano dimensional de la pieza PM7RH – 31 1-2.



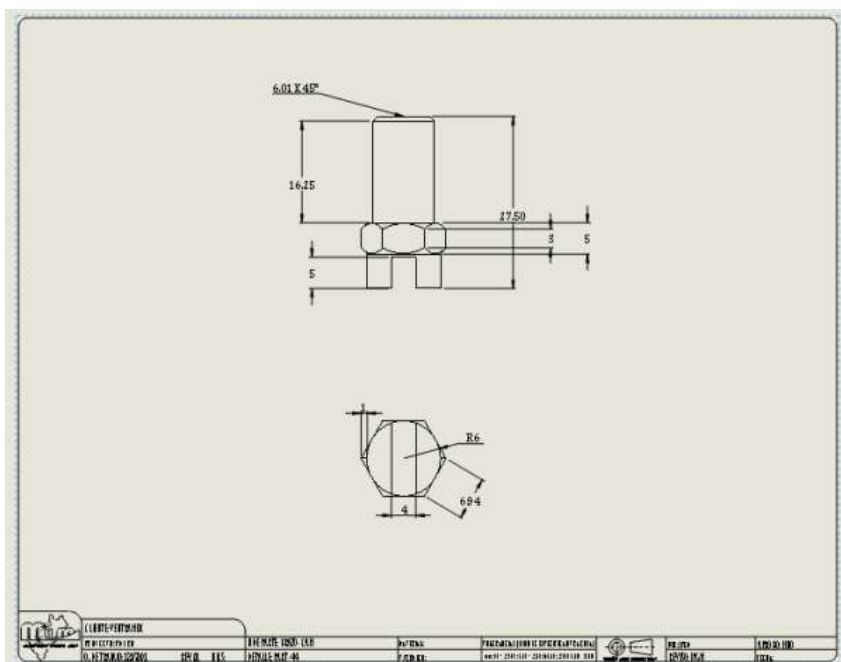
Plano dimensional de la pieza PM7RH – 31 2-2.



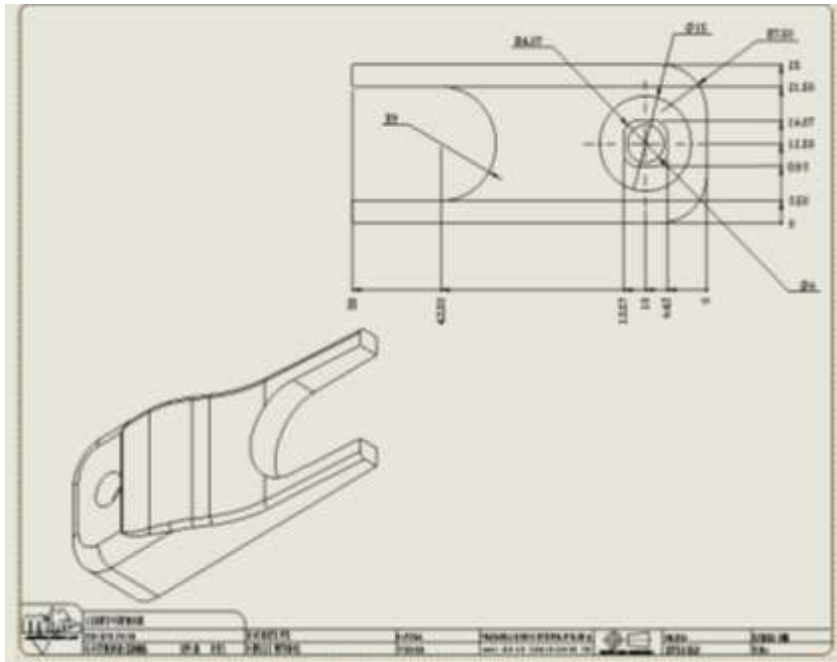
Plano dimensional de la pieza PM7RH – 32.



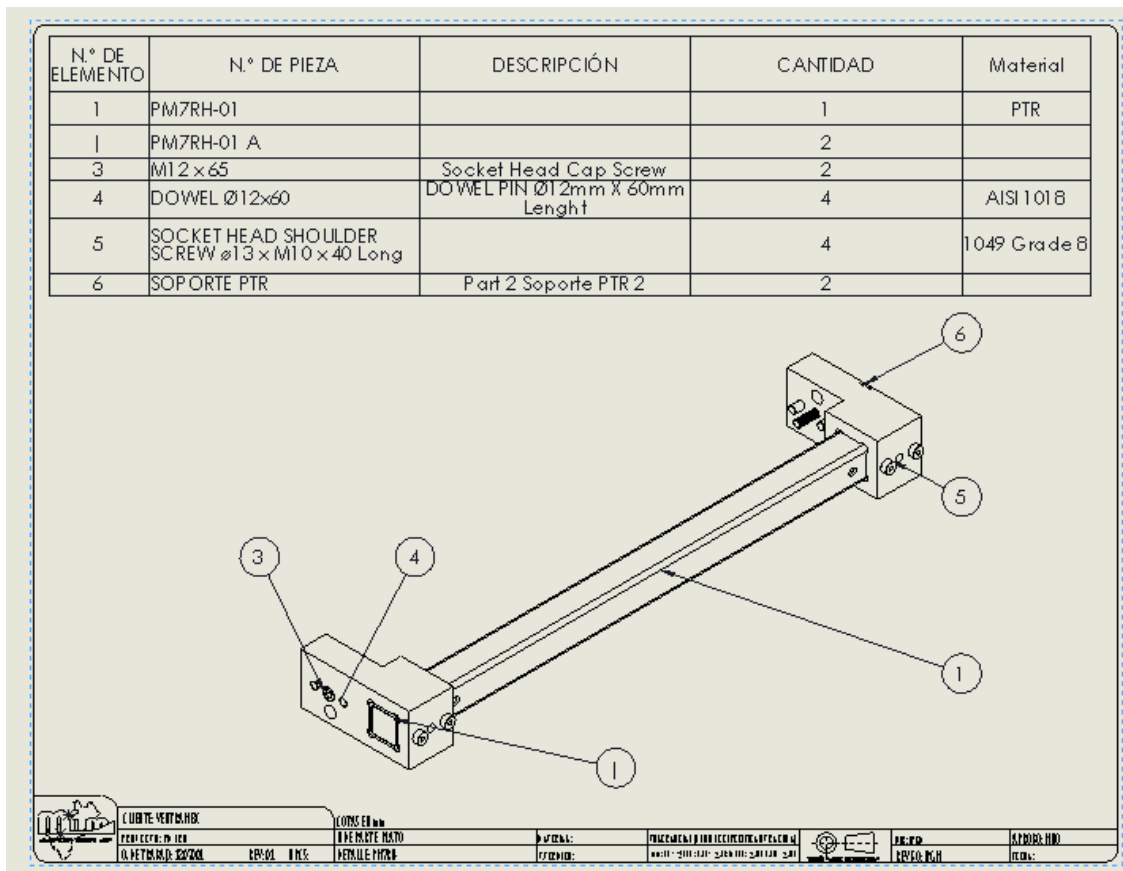
Plano dimensional de la PART – 44.



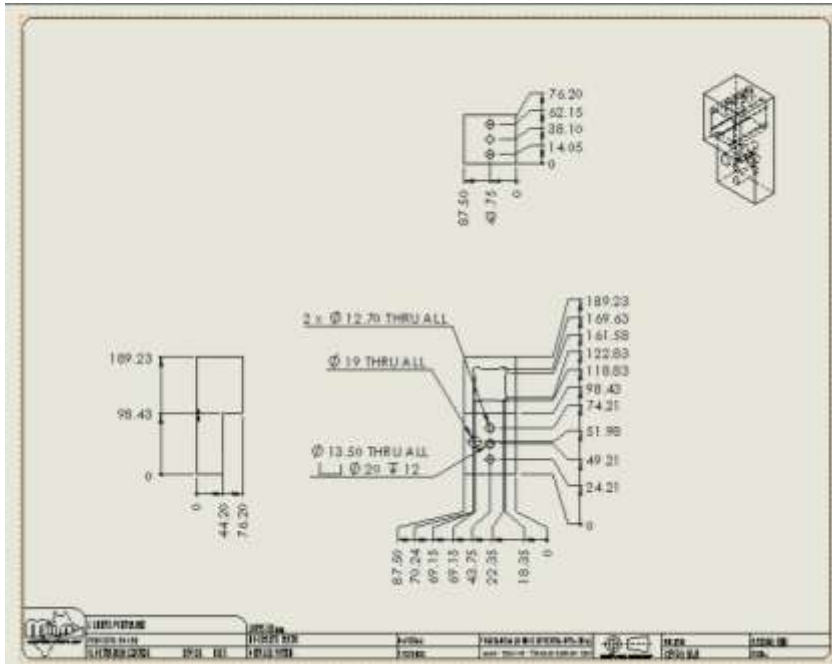
Plano dimensional de la pieza PM7RH – 51 CNC.



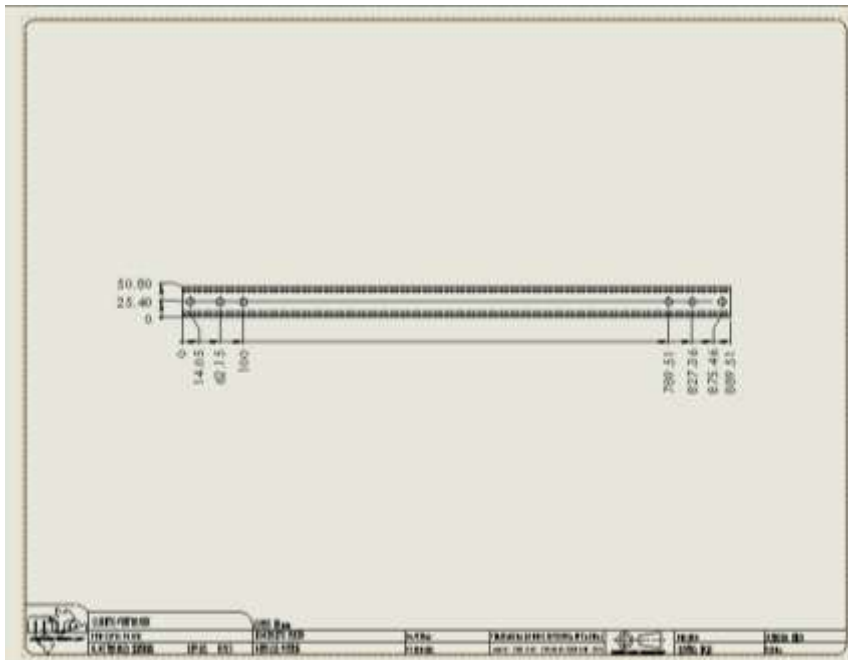
Plano dimensional del Subensamble PTR.



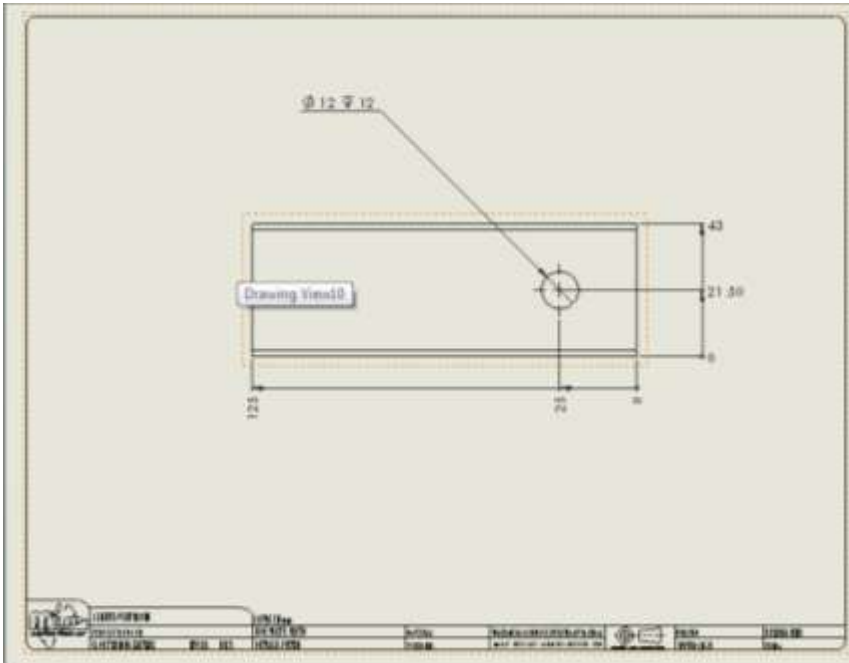
Plano dimensional de la pieza PM7RH – 01.



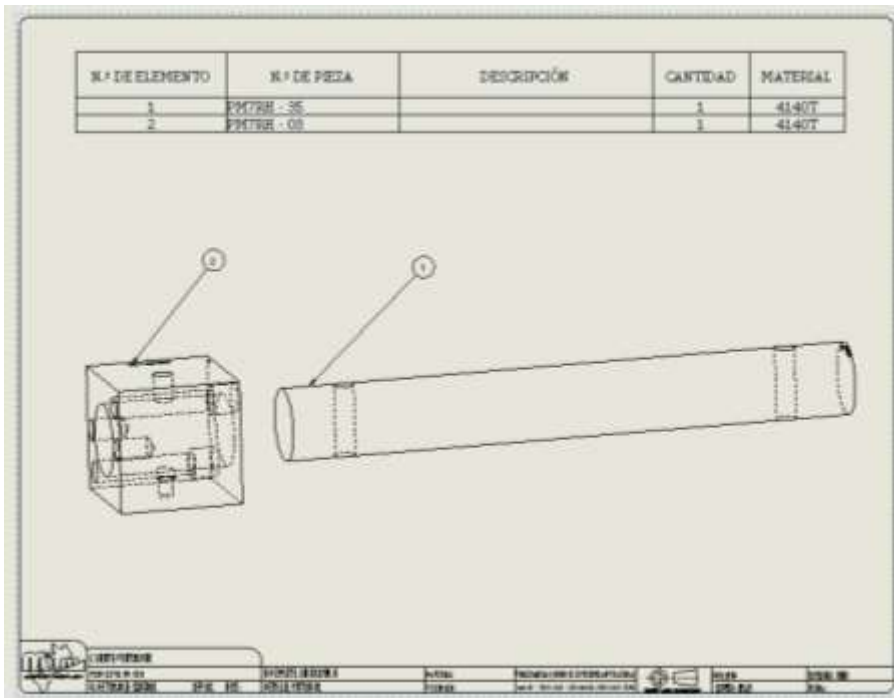
Plano dimensional del PTR.



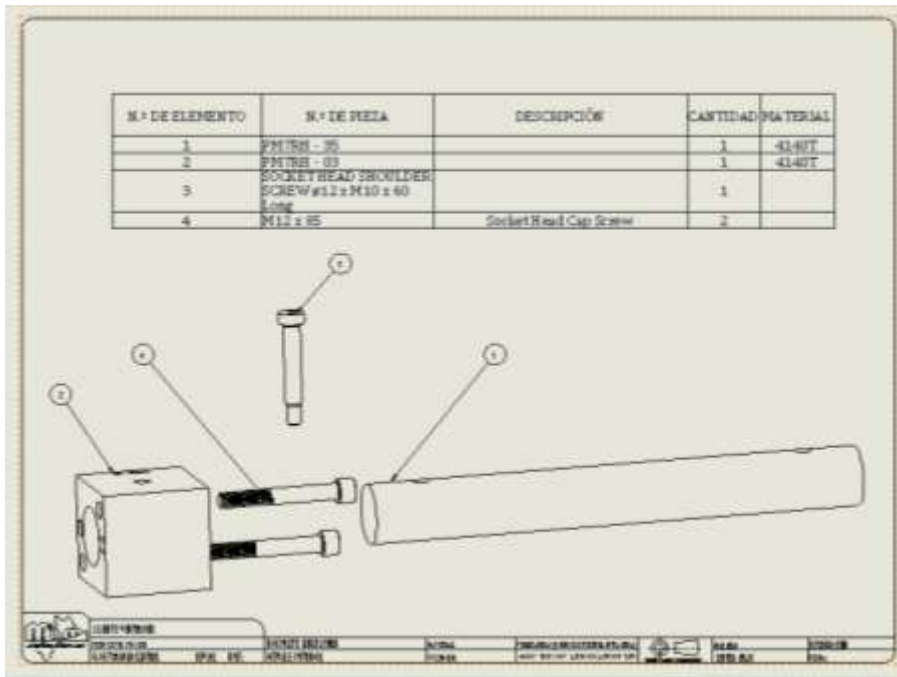
Plano dimensional de la pieza INSERTO ALMA.



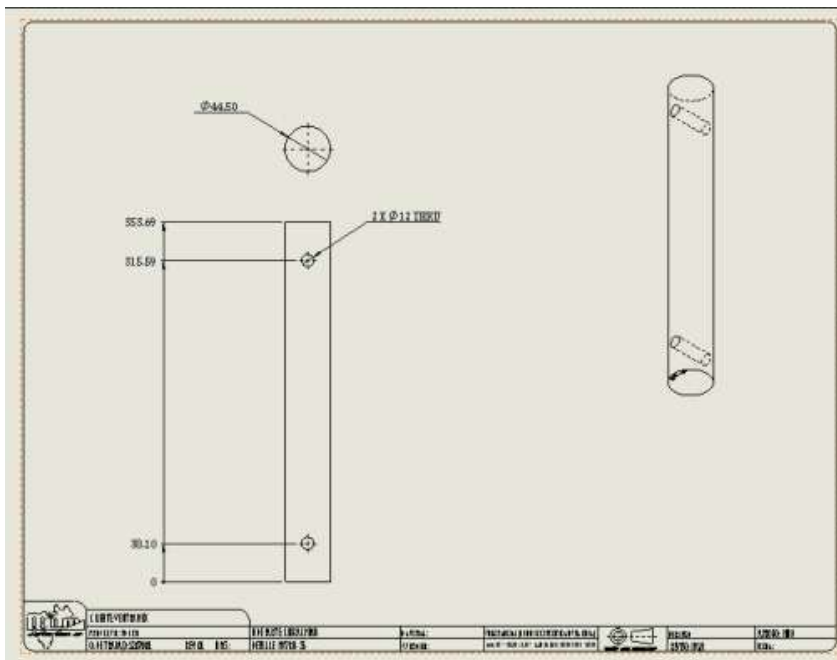
Plano dimensional del Subensamble Link – Alpha.



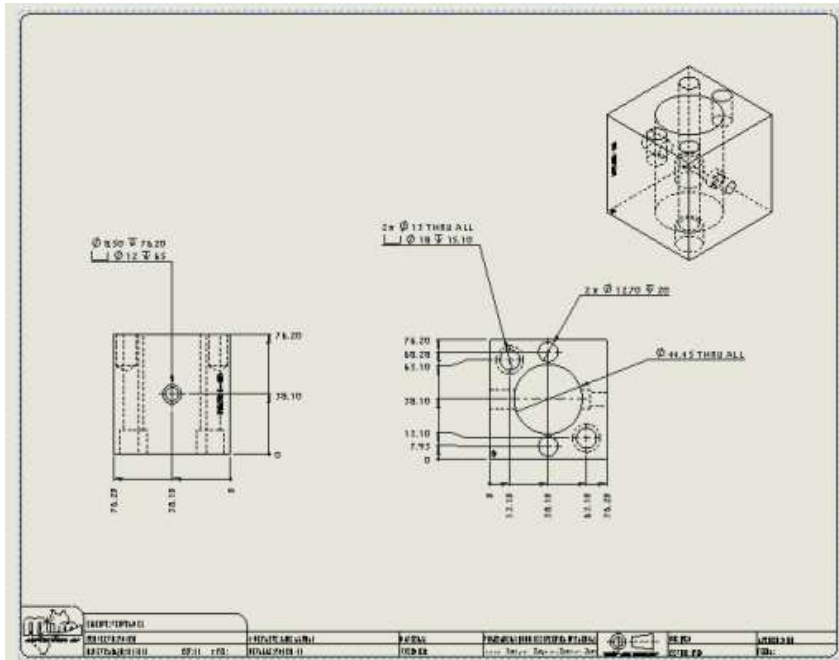
Plano dimensional del Subensamble Link - Alpha con tornillería.



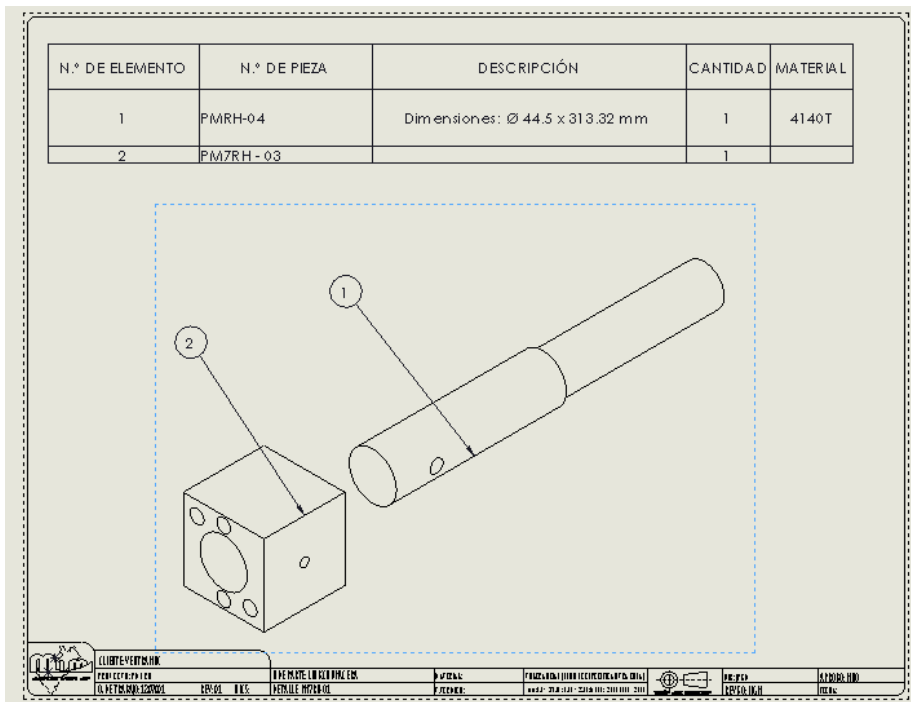
Plano dimensional de la pieza PM7RH – 03.



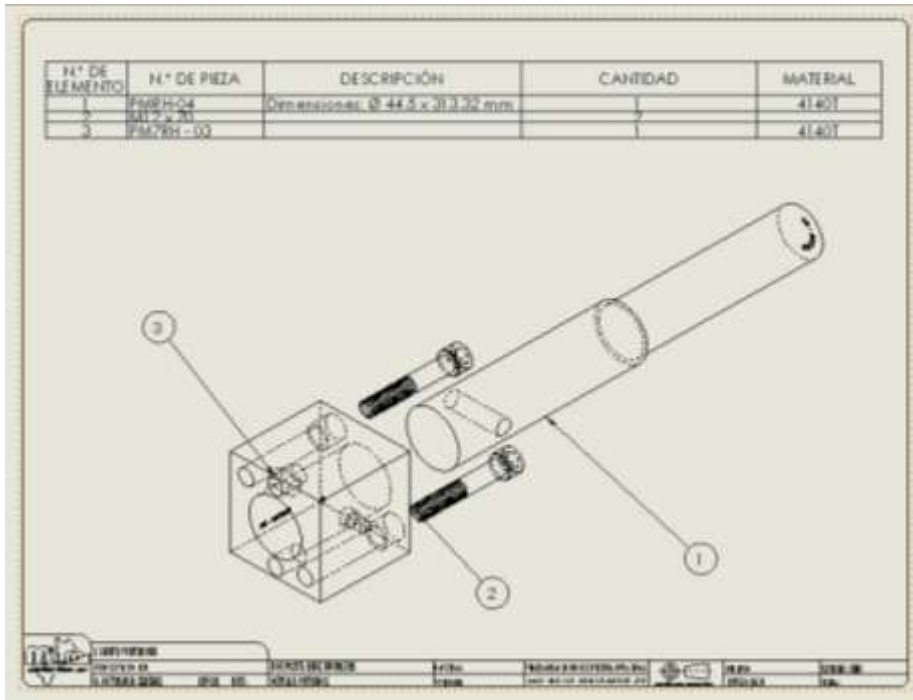
Plano dimensional de la PM7RH – 35.



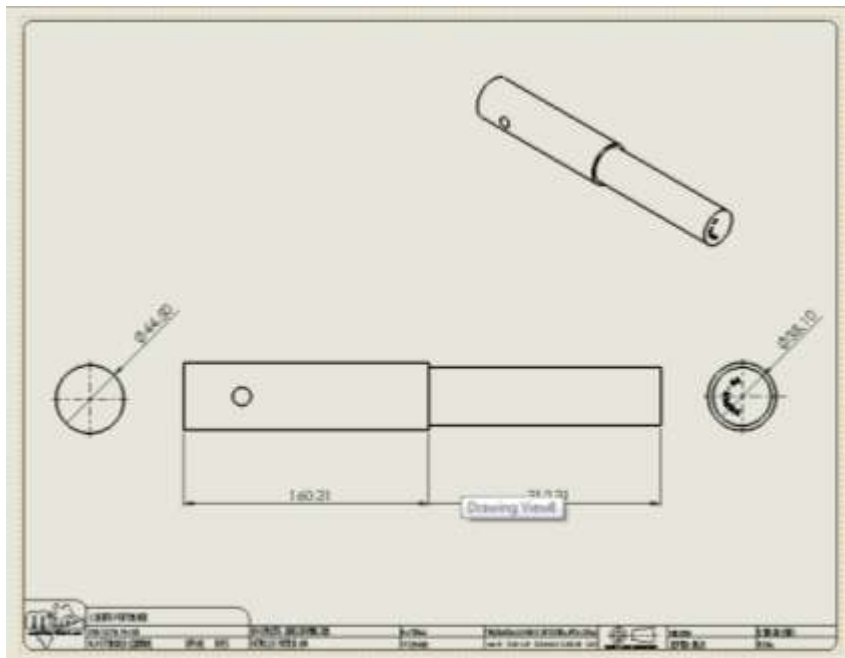
Plano dimensional del Subensamble Link – Chumacera.



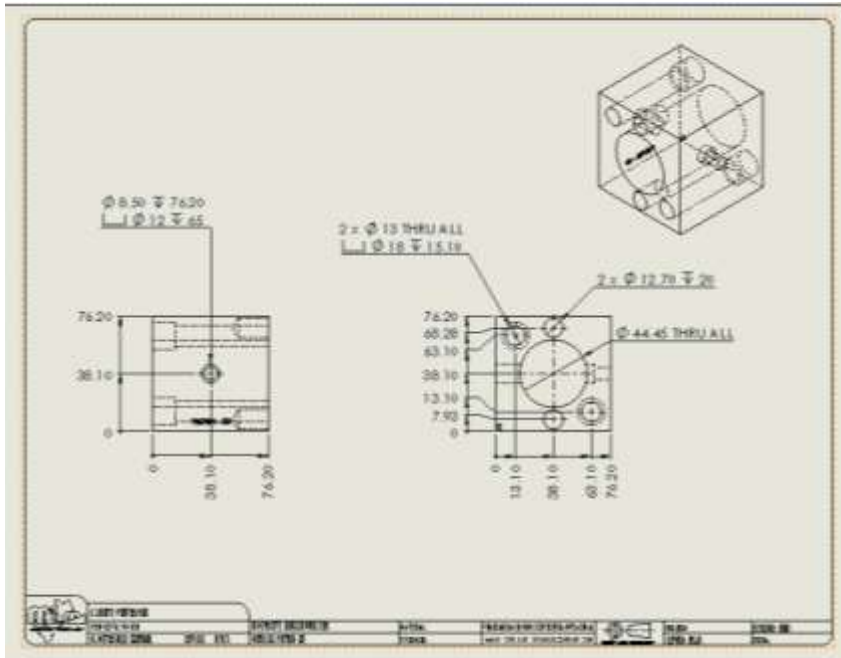
Plano dimensional del Subensamble Link – Chumacera con tornillería.



Plano dimensional de la pieza PM7RH – 04.



Plano dimensional de la pieza PM7RH – 03.





ANEXO C. Requisición de compra de materiales para cada Subensamble del Fixture PM7RH.

Requisición de compra de materiales de Subensambles Brazo-Cam y Brazo-Pistón-Tubo.



REQUISICION DE COMPRA

REQ. DE COMPRA #
FECHA DE SOLICITUD
O. DE TRABAJO

1208002
9 /AGOSTO / 2012
1207001

PROYECTO

HERRAMENTAL DE SOLDADURA PM7-RH

ITEM	DESCRIPCION	CANT.	II. MEDIDA	# DE CATALOGO	PROVEEDOR	\$UNIT	\$TOTAL
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
SUB TOTAL						#REF!	

ITEM #	DESCRIPCION	CANTIDAD	X	Y	Z	Ø Diam	UNIDADES DE MEDIDA	MATERIAL	PROVEEDOR
13	BRAZO CAM								
14	PM7RH-31	1	7 3/4"	2 3/4"	2"		IN	4140T	PIBASA
15									
16	BRAZO PISTON TUBO								
17	PM7RH-23	1	2 1/4"	1 1/4"	14 3/8"		IN	4140T	PIBASA
18	PM7RH-26	1	4 7/8"	2 1/4"	1 3/4"		IN	4140T	PIBASA
19	PM7RH-25	1	10 7/8"	2 1/4"	2 1/4"		IN	4140T	PIBASA
20	PM7RH-24	1	6 5/8"	2 1/4"	2 1/4"		IN	4140T	PIBASA
21	PM7RH-22	1	2 1/4"	2 1/4"	9 5/8"		IN	4140T	PIBASA
22									
23									
24									
25									
26									

ITEM #	COMENTARIOS	FECHA REQUERIDA	FECHA DE RECIBO	PRIORIDAD
13	LAS MEDIDAS YA CUENTAN CON SOBREMATERIAL	10/AGOSTO/2012		IMPORTANTE
A	FAVOR DE IDENTIFICAR CADA PIEZA CON EL NUMERO FINAL			
21	DE CADA DETALLE			



Requisición de compra de materiales de Subensambles Plato y Base Tubo.



REQUISICION DE COMPRA

REQ. DE COMPRA # 1208004
 FECHA DE SOLICITUD 21 /AGOSTO / 2012
 O. DE TRABAJO 1207001

PROYECTO

HERRAMENTAL DE SOLDADURA PM7-RH

ITEM	DESCRIPCION	CANT.	U. MEDIDA	# DE CATALOGO	PROVEEDOR	\$UNIT	\$TOTAL
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							

ITEM #	DESCRIPCION	CANTIDAD	X	Y	Z	Ø Diam	UNIDADES DE MEDIDA	MATERIAL	PROVEEDOR
13	PLATO								
14	PM7RH - 05	1	5 7/8"	2 1/8"	2 1/2"		IN	A-36	PIBASA
15	BASE TUBO								
16	PM7RH - 15 & PM7RH - 40	1				20"	7/8	IN 4140T	
17	PM7RH - 20	1	5 7/8"	2 1/8"	1 1/2"		IN	4140T	
18	PM7RH - 21	1	10 3/4"	1 3/8"	1 3/8"		IN	4140T	
19	PM7RH - 17					20"	1 3/4"		
20									
21									
22									
23									
24									
25									
26									

ITEM #	COMENTARIOS	FECHA REQUERIDA	FECHA DE RECIBO	PRIORIDAD
13	LAS MEDIDAS YA CUENTAN CON SOBREMATERIAL	22-ago		IMPORTANTE
A	FAVOR DE IDENTIFICAR CADA PIEZA CON EL NUMERO FINAL			
21	DE CADA DETALLE			
17	SI NO HAY REDONDO DE 7/8 CAMBIAR POR 1"			



Requisición de compra de materiales de Subensambles Base-Tubo.



COTIZACION

COTIZACION # 1209001
 FECHA DE SOLICITUD 3/SEPTIEMBRE/2012
 O. DE TRABAJO 1207001
 PROYECTO HERRAMENTAL DE SOLDADURA PM7-RH

ITEM #	DESCRIPCION	CANTIDAD	U. MEDIDA	# DE CATALOGO	PROVEEDOR	\$UNIT	\$TOTAL
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
SUB TOTAL						#REF!	

ITEM #	DESCRIPCION	CANTIDAD	X	Y	Z	Ø Diam	CANTIDADES DE MATERIAL	MATERIAL	PROVEEDOR
13	ENSAMBLE BASE TUBO:								PIBASA
14									
15	PM7RH - 16	1	7"	3"	2 1/4"			IN 4140T	
16									
17	BRAZO PISTON TUBO								
18									
19	PM7RH-23	1	14 3/8"	2 1/4"	1 1/4"			IN 4140T	PIBASA
20									
21									
22									
23									
24									
25									
26									
27									
28									

ITEM #	COMENTARIOS	FECHA REQUERIDA	FECHA DE RECIBO	PRIORIDAD
13	LAS MEDIDAS YA CUENTAN CON SOBREMATERIAL	3-4 / SEPTIEMBRE		
A				
21				
17				

ANEXO D. Tornillería por Subensambles del fixture.

Requisición de compra de tornillería para Subensamblado Plato.



REQUISICION DE COMPRA

REQ. DE COMPRA #
FECHA DE SOLICITUD
O. DE TRABAJO
PROYECTO

1209004
10 de Septiembre de 2012
1207001

HERRAMENTAL DE SOLDADURA PM7-RH

ITEM	DESCRIPCION	CANT.	U. MEDIDA	# DE CATALOGO	PROVEEDOR	SUNIT	\$TOTAL
PLATO							
1	OPRESOR M4 x 8mm LONG	4	PZS		TORNILLEROS		
2	OPRESOR M6 x 5mm LONG	4					
3	TORNILLO ALLEN CABEZA CILINDRICA M6 x 40mm LONG	2					
4	TORNILLO CABEZA DE HOMBRO #6 x M6 x 20 LONG	4					
5	TORNILLO ALLEN CABEZA CILINDRICA M8 x 75mm LONG	10					
6	TORNILLO ALLEN CABEZA CILINDRICA M5 x 80mm LONG	2					
7	TORNILLO ALLEN CABEZA CILINDRICA M4 x 16mm LONG	4					
8	TORNILLO ALLEN CABEZA CILINDRICA M5 x 95mm LONG	8					
9	TORNILLO ALLEN CABEZA CILINDRICA M8 x 25mm LONG	2					
10	TORNILLO ALLEN CABEZA CILINDRICA M10 x 40mm LONG	2					
11	PERNO DOWEL #10 x 40mm LONG	4					

COMENTARIOS	FECHA REQUERIDA	FECHA DE RECIBO	PRIORIDAD
Tornillería contemplada para dos montadoras, conteniendo un Sub-Ensamble "Plato" c/u.	Final de Septiembre	01 de Octubre de 2012	

Requisición de compra de tornillería para Subensamblado Link – Alpha.



REQUISICION DE COMPRA

REQ. DE COMPRA #
FECHA DE SOLICITUD
O. DE TRABAJO
PROYECTO

1209004
10 de Septiembre de 2012
1207001

HERRAMENTAL DE SOLDADURA PM7-RH

ITEM	DESCRIPCION	CANT.	U. MEDIDA	# DE CATALOGO	PROVEEDOR	SUNIT	\$TOTAL
LINK ALPHA							
1	PERNO DOWEL #12.7 x 40mm LONG	2	PZS		TORNILLEROS		
2	TORNILLO ALLEN CABEZA CILINDRICA M12 x 70mm LONG	2					
3	TORNILLO CABEZA DE HOMBRO #12 x M10 x 70 LONG	1					

COMENTARIOS	FECHA REQUERIDA	FECHA DE RECIBO	PRIORIDAD
Tornillería contemplada para dos montadoras, conteniendo un Sub-Ensamble "Link Alpha" c/u.	Final de Septiembre	01 de Octubre de 2012	



Requisición de compra de tornillería para Subensamble Link - Chumacera.



REQUISICION DE COMPRA

REQ. DE COMPRA # 1209004
 FECHA DE SOLICITUD 10 de Septiembre de 2012
 O. DE TRABAJO 1207001
 PROYECTO HERRAMENTAL DE SOLDADURA PM7-RH

ITEM	DESCRIPCION	CANT.	U. MEDIDA	# DE CATALOGO	PROVEEDOR	\$UNIT	\$TOTAL
ENSAMBLE PTR							
1	PERNO DOWEL ø12.7 x 15mm LONG	4	PZS		TORNILLEROS		
2	TORNILLO ALLEN CABEZA CILINDRICA M12 x 25mm LONG	2					
3	PERNO DOWEL ø12 x 60mm LONG	4					
4	TORNILLO CABEZA DE HOMBRO ø12 x M10 x 40mm LONG	4					

COMENTARIOS	FECHA REQUERIDA	FECHA DE RECIBO	PRIORIDAD
Tornillería contemplada para dos montadoras, conteniendo un Sub-Ensamble "PTR" c/u.	Finales de Septiembre	01 de Octubre de 2012	

Requisición de compra de tornillería para Subensamble PTR.



REQUISICION DE COMPRA

REQ. DE COMPRA # 1209004
 FECHA DE SOLICITUD 10 de Septiembre de 2012
 O. DE TRABAJO 1207001
 PROYECTO HERRAMENTAL DE SOLDADURA PM7-RH

ITEM	DESCRIPCION	CANT.	U. MEDIDA	# DE CATALOGO	PROVEEDOR	\$UNIT	\$TOTAL
LINK CHUMACERA							
1	PERNO DOWEL ø12.7 x 40mm LONG	4	PZS		TORNILLEROS		
2	TORNILLOS ALLEN CABEZA CILINDRICA M12 x 70mm LONG	2					
3	TORNILLO CABEZA DE HOMBRO ø12 x M10 x 70 LONG	1					

COMENTARIOS	FECHA REQUERIDA	FECHA DE RECIBO	PRIORIDAD
Tornillería contemplada para dos montadoras, conteniendo un Sub-Ensamble "Link Chumacera" c/u.	Finales de Septiembre	01 de Octubre de 2012	



Requisición de compra de tornillería para Subensamle Brazo – Pistón – Tubo.



REQUISICION DE COMPRA

REQ. DE COMPRA # 1209004
 FECHA DE SOLICITUD 10 de Septiembre de 2012
 O. DE TRABAJO 1207001
 PROYECTO HERRAMENTAL DE SOLDADURA PM7-RH

ITEM	DESCRIPCION	CANT.	U. MEDIDA	# DE CATALOGO	PROVEEDOR	\$UNIT	\$TOTAL
BRAZO PISTON TUBO							
1	TORNILLO ALLEN CABEZA CILINDRICA M10 X 40mm LONG	6	PZS		TORNILLEROS		
2	PERNO DOWEL ø10 x 50mm LONG	8					
3	PERNO DOWEL ø10 x 55mm LONG	4					
4	TORNILLO CABEZA DE HOMBRO ø8 x M6 x 60mm LONG	4					

COMENTARIOS	FECHA REQUERIDA	FECHA DE RECIBO	PRIORIDAD
Tornillería contemplada para dos muestraras, conteniendo un Sub-Ensamble "Brazo-Pistón-Tubo" c/u.	Finales de Septiembre	01 de Octubre de 2012	

Requisición de compra de tornillería de Subensamle Base – Tubo.



REQUISICION DE COMPRA

REQ. DE COMPRA # 1209004
 FECHA DE SOLICITUD 10 de Septiembre de 2012
 O. DE TRABAJO 1207001
 PROYECTO HERRAMENTAL DE SOLDADURA PM7-RH

ITEM	DESCRIPCION	CANT.	U. MEDIDA	# DE CATALOGO	PROVEEDOR	\$UNIT	\$TOTAL
BASE TUBO							
1	SOCKET HEAD CAP SCREW ø6 x 40 mm LONG	2	PZS		TORNILLEROS		
2	PERNO DOWEL ø10 mm x 50 mm LONG	8					
3	TORNILLO ALLEN CABEZA CILINDRICA M10 x 65 LONG	2					
4	TORNILLO ALLEN CABEZA CILINDRICA M10 x 40 LONG	2					
5	PERNO DOWEL ø10 mm x 45 mm LONG	4					
6	TORNILLO ALLEN CABEZA CILINDRICA M10 x 45 LONG	2					
7	TORNILLO ALLEN CABEZA CILINDRICA M6 x 25 LONG	4					

COMENTARIOS	FECHA REQUERIDA	FECHA DE RECIBO	PRIORIDAD
Tornillería contemplada para dos muestraras, conteniendo 1 Sub-Ensamble "Base Tubo".	Finales de Septiembre	01 de Octubre de 2012	Urgente



Requisición de compra de tornillería de Subensamble Brazo-Cam.

REQ. DE COMPRA #		1209004					
FECHA DE SOLICITUD O. DE TRABAJO		10 de Septiembre de 2012 1207001					
PROYECTO		HERRAMENTAL DE SOLDADURA PM7-RH					
REQUISICION DE COMPRA							
							
REQ.	DESCRIPCION	CANT.	U. MEDIDA	# DE CATALOGO	PROVEEDOR	\$UNIT	\$TOTAL
	BRAZO CAM						
1	PERNO DOWEL #10 mm x 80mm LONG	4	PZS		TORNILLEROS		
2	TORNILLO ALLEN CABEZA CILINDRICA M10 x 35 LONG	2					
3	PERNO DOWEL #10 mm x 45mm LONG	4					
4	TORNILLO ALLEN CABEZA CILINDRICA M10 x 40 LONG	2					
5	PERNO DOWEL #10mm x 35 mm LONG	4					
6	PERNO DOWEL #10mm x 55 mm LONG	4					
7	PERNO DOWEL M10 x 55 LONG	2					
8	TORNILLO ALLEN CABEZA CILINDRICA M5x 20 LONG	4					
9	PERNO DOWEL #5mm x 28mm LONG	4					
10	TORNILLO ALLEN CABEZA CILINDRICA M8x20mm LONG	2					
11	TORNILLO ALLEN CABEZA CILINDRICA M5 x 10mm LONG	2					
12	TORNILLO ALLEN CABEZA CILINDRICA M5 x 45mm LONG	6					
COMENTARIOS				FECHA REQUERIDA	FECHA DE RECIBO	PRIORIDAD	
Tornillería contemplada para dos montaduras, conteniendo un Sub-Ensamble "Brazo-Cam" c/u.				Finales de Septiembre	01 de Octubre de 2012		



BIBLIOGRAFÍA

- [1] Balcells, Josep; Rumeral, José L.; (1997); “Autómatas Programables”; Editorial MARCOMBO, S.A.; España; P. 117.
- [2] Carlos Sáenz de Magarola; “Herramientas, máquinas, trabajo”; editorial REVERTÉ, S.A.; España. p. 36; (1973).
- [3] Comesaña, Pablo; Ideas propias Editorial;(2004); “Mecanización De Piezas Con Maquinas Y Herramientas Convencionales”; Editorial VIGO; Primera edición; P.16.
- [4] DeGARMO, E.P; BLACK, J.T.; KOHSER, R.A. ;(2002); “Materiales y procesos de fabricación”; Editorial REVERTE, S.A.; Segunda Edición; España; P.159, 164 y 797.
- [5] Domínguez, Esteban J.; Ferrer, Julián;(2009) “Mecanizado básico”; Editorial Editex; Madrid, España; p.251 y 252.
- [6] Dygdon, John Thomas; Spencer, Henry Cecil; Alva Mitchell Ivan;”Dibujo y comunicación gráfica”; Tercera edición; Editorial Pearson; Mexico.p.339 (2006).
- [7] †Espeso Santiago, José Avelino; Fernandez Zapico Florentino; Espeso Expósito Minerva; Fernández Muñiz Beatriz; “Seguridad en el trabajo. Manual para la formación del especialista”; Editorial Lex Nova, 8ª. Edicion; Madrid, España. p.350 y 378; Abril 2007.
- [8] Gilardi, Jaime; “Reparación de motores de tractores agrícolas”; primera edición; editorial IICA; San José, Costa Rica. pp. 14-16; (1977).
- [9] Ginjaume, Albert; Torre, Felipe; “Realización de proyectos y piezas en las máquinas Herramienta”; Editorial: THOMSON PARANINFO; España. pp. 54-55; (2005).
- [10] Kalpakjian, Sepore y Shmid, Steven R.; “Manufactura, ingeniería y tecnología”; Cuarta Edición; editorial Prentice Hall; México, D.F. pp: 105, 678 1071-1079; (2005).
- [11] Mandy Concepción; “Sensores Automotrices y Análisis de ondas de Osciloscopio” (2004); U.S.A., Edición 1.2, pp.17-19.



- [12] Manzano Orrego, José, J.; “Electricidad 1. Teoría básica y prácticas”; Editorial MARCOMBO, S.A.; España; P.15. ; (2008).
- [13] Morral, F.R.; Jimeno, E.; Morela, P. ;(2004); “Metalurgia General; tomo II”; Editorial REVERTÉ; España; p.1009.
- [14]Pires, J. Norberto; Loureiro, Altino; Bolmsjo, Gunnar: “Welding Robots Technology, System Issues and Applications” ;(2005); Editorial Springer; Alemania; pp. 2-14
- [15] Planchard, C. David; Planchard, P. Marie; (2012); [SolidWorks 2012 Tutorial con video instrucción]“Solidworks 2012 tutorial with video instruction” Publicaciones schroff development corporation”P.15.
- [16] Robert Bosch Gmbh; “Manual de la técnica del automóvil”; Cuarta edición; Alemania. Pp: 119 y 120; (2003).
- [17] Simón Millán Gómez; “Procedimientos de mecanizado”, Editorial THOMSON PARANINFO; Madrid, España. pp.202 y 203; (2006).
- [18] Sule, Dileep, R.; (2001);“Instalaciones de Manufactura. Ubicación, planeación y diseño”; Editorial Thomson Learning; Segunda edición; México; P.59, 124.
- [19] Zabler, Erich; BOSCH: “Los sensores en el automóvil”; Ed. 2002; pp.43-45.
- [20] Escalante Vázquez, Edgardo J.; (2008); “Seis – Sigma: Metodología y técnicas”; Editorial Limusa; México; P.46
- [19] Everett, E., Ronald, J.; “ADMINISTRACIÓN DE LA PRODUCCIÓN Y LAS OPERACIONES, Conceptos, modelos y funcionamiento”; Cuarta Edición; P.326.



BIBLIOGRAFÍA DE INTERNET

- [1] www.sumiteccr.com
- [2] <http://www.queretaroindustrial.com/busquedasector.php?ide=343>
- [3] <http://www.flex-n-gate.com/spanish/co/cl.html>
- [4] <http://www.acerospalmexico.com.mx/4140.htm>
- [5] http://www.cpe.cpgem.net/index_archivos/Page597.htm