

**PROTOTIPO DE UNA MÁQUINA PARA ROTOMOLDEO DE PRODUCCION A
BAJA ESCALA DE POLÍMEROS TERMOPLÁSTICOS.**

SANTIAGO LONDOÑO FRANCO.

JUAN ESTEBAN MEJÍA LONDOÑO.

ALEXANDER DAVID PALACIO VELAZQUEZ.

Asesor

Sergio Aristizábal.

Director de Proyectos y Mantenimiento (Lamiempaques S.A.)

**UNIVERSIDAD EAFIT
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA DE
DISEÑO DE PRODUCTO
MEDELLÍN**

2008

Dedicatoria:

A nuestros padres y familiares que tanto nos apoyaron y sufrieron junto a nosotros, no solo durante este proyecto que hoy entregamos, sino también durante toda nuestra educación hasta el día de hoy. Agradecemos todos sus consejos y enseñanzas durante este tiempo, que nos han ayudado a alcanzar nuestras metas, agradeceremos de igual forma su compañía en futuros proyectos, no solo educativos o profesionales, sino también de vida.

Muchas gracias.

CONTENIDO

	Pág.
LISTA DE TABLAS	v
LISTA DE GRÁFICAS	vii
LISTA DE IMÁGENES	ix
LISTA DE ANEXOS	xi
GLOSARIO	xii
RESUMEN	xv
1. INTRODUCCIÓN	1
2. JUSTIFICACIÓN	5
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	7
4. OBJETIVOS	8
5. MARCO TEORÍCO	10
6. METODOLOGÍA	15
7. ALCANCE DEL PROYECTOS	19
8. INVESTIGACION DE MERCADOS	21
9. GENERACION DE CONCEPTOS	23
10.DISEÑO FINAL	43
11.DISEÑO DE DETALLE	45
12.RELACION HOMBRE MÁQUINA	74
13.ANÁLISIS ESTRUCTURAL	79

14. CONFIGURACIÓN DEL SISTEMA	91
15. PARÁMETROS DE FUNCIONAMIENTO DE LA MÁQUINA	112
16. RETROALIMENTACION	116
17. RESULTADOS COMPARATIVOS DE ESPECIFICACIONES DE DISEÑO VS DISEÑO FINAL	127
18. CONCLUSIONES	130
19. BIBLIOGRAFÍA	133
ANEXOS	136

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla1. Unidades de medición	10
Tabla2. Especificaciones de diseño del producto (PDS)	23
Tabla3. Matriz morfológica	32
Tabla4. Selección de alternativas de matriz morfológica	35
Tabla5. Evaluación para selección de alternativa	42
Tabla6. Propiedades del acero estructural	79
Tabla7. Resultados de análisis del chasis y del brazo del molde	90
Tabla8. Componentes de la board	97
Tabla9. Ficha técnica de la maquina	115
Tabla10. Resultados (comparativo PDS Vs Diseño final)	127
Tabla11. Datos de la demanda en el país	152
Tabla12. Capacidad instalada de la planta	157
Tabla13. Lista de la demanda	162
Tabla14. Proveedores seleccionados	169
Tabla15. Formato MRP del producto	170
Tabla16. Costos por ubicación en la zona central de Medellín	175
Tabla17. Proyección de flujos y evaluación financiera	179
Tabla18. Personal y nomina necesarios para el proyecto	184
Tabla19. Tareas a realizar durante la planeación del proyecto	185
Tabla20. Tareas a realizar durante el montaje de la empresa	186

Tabla21. Proveedores de insumos nacionales	200
Tabla22. Proveedores de insumos internacionales	200
Tabla23. Datos del motor de la puerta del horno	201
Tabla24. Datos del motor del carro	202
Tabla25. Datos del motor eje x	203
Tabla26. Datos del motor del molde eje y	204
Tabla27. Datos del extractor axial	205
Tabla28. Datos de la unidad de condensación	206
Tabla29. Datos de la resistencia del horno	207
Tabla30. Datos del PC controlador	208
Tabla31. Datos del variador de frecuencia	209
Tabla32. Datos del pirometro	210
Tabla33. Elementos electrónicos para el control de la máquina	211

LISTA DE GRAFICAS

	Pág.
Gráfica 1. Proceso de diseño	18
Gráfica 2. Caja negra	30
Gráfica 3. Estructura funcional	31
Gráfica 4. Alternativa 1 de diseño	38
Gráfica 5. Alternativa 2 de diseño	39
Gráfica 6. Alternativa 3 de diseño	40
Gráfica 7. Alternativa 4 de diseño	41
Gráfica 8. Chasis principal de la máquina	43
Gráfica 9. Subsistemas principales	43
Gráfica 10. Laminas protectoras	43
Gráfica 11. Máquina completa	44
Gráfica 12. Posición del motor de la puerta	44
Gráfica 13. Posición de los motores de rotación X y X	46
Gráfica 14. Posición del motor del carro	47
Gráfica 15. Posición del motor y tornillo del carro	47
Gráfica 16. Soportes de las resistencias del horno	48
Gráfica 17. Tracción de la puerta del horno	49
Gráfica 18. Sistema de tracción del carro	49
Gráfica 19. Guía para los cables de conexión	50
Gráfica 20. Sistema de montaje del molde	51

Gráfica 21. Unidad de condensación	51
Gráfica 22. Molde y sujeción	52
Gráfica 23. Molde y ejes de sujeción	52
Gráfica 24. Dimensiones máximas del molde	53
Gráfica 25. Flanche y dimensiones	54
Gráfica 26. Ensamble del sistema de sujeción del molde	54
Gráfica 27. Dimensiones generales de elemento sujetador del molde	55
Gráfica 28. Sistema de soporte del molde	56
Gráfica 29. Sistema de alimentación del motor del brazo	56
Gráfica 30. Detalle en vista de corte del sistema de rotación del brazo	58
Gráfica 31. Modificaciones en el chasis de la máquina	59
Gráfica 32. Relación entre los piñones de la puerta del horno	66
Gráfica 33. Esquema de funcionamiento del horno	71
Gráfica 34. Transferencia de calor en lámina de acero	72
Gráfica 35. Ubicación del usuario en vista isométrica	75
Gráfica 36. Ubicación del usuario en vista superior	76
Gráfica 37. Ubicación del usuario en vista frontal	76
Gráfica 38. Posición para montaje del molde en vista lateral	77
Gráfica 39. Posición para montaje del molde en vista frontal	77
Gráfica 40. Resultados del análisis a tubería estructural	84
Gráfica 41. Distribución de sistemas en la máquina	91
Gráfica 42. Distribución de pines de puerto paralelo	93
Gráfica 43. Sistema coordinado de la máquina	100
Gráfica 44. Flujograma del sistema de control del software	102

Gráfica 45. Ciclo de tiempo de la máquina	114
Gráfica 46. Panel de control del programa para prueba virtual	122
Gráfica 47. Diferencia dimensional parte superior/inferior de la estructura	123
Gráfica 48. Ilustración de efecto cuña	124
Gráfica 49. Plano del brazo portamolde	126
Gráfica 50. Cronograma del proyecto	136
Gráfica 51. Distribución de la demanda	168
Gráfica 52. Áreas optimas en la ciudad para la localización	174
Gráfica 53. Distribución y área del espacio físico	176
Gráfica 54. Organigrama de la organización	184
Gráfica 55. Horizonte del proyecto	187

LISTA DE IMAGENES

	Pág.
Imagen1. Análisis a sección circular de 3“calibre 18	81
Imagen 2. Análisis a sección de 3”x3” calibre 18	81
Imagen 3. Análisis a perfil de 3”x1” calibre 18	82
Imagen 4. Análisis a sección de ½” calibre 18	82
Imagen 5. Análisis a sección rectangular de 1”x3/4” calibre 18	83
Imagen 6. Vista en perspectiva de esfuerzos y deformaciones del chasis	86
Imagen 7. Vista superior de esfuerzos y deformaciones del chasis	87
Imagen 8. Vista lateral de esfuerzos y deformaciones del chasis	88
Imagen 9. Brazo del molde	88
Imagen 10. Esfuerzos y deformaciones del brazo del molde	89
Imagen 11. Vista superior de esfuerzo y deformación del brazo del molde	89
Imagen 12. Vista lateral de esfuerzo y deformación del brazo del molde	90
Imagen 13. Máquina de moldeo rotacional tipo shuttle	141
Imagen 14. Componentes del panel de control	189
Imagen 15. Estados del panel de control	190
Imagen 16. Estructura del programa en Labview	191
Imagen 17. Motor de la puerta del horno	201
Imagen 18. Motor del carro	202
Imagen 19. Motor del eje x	203

Imagen 20.Motor del molde eje y	204
Imagen 21.Extractor axial	205
Imagen 22.Unidad de condensación	206
Imagen 23.Resistencias tubulares	207
Imagen 24.PC controlador	208
Imagen 25.Variador de frecuencia	209
Imagen 26.Pirometro	210
Imagen 27.Maquina tipo carrusel	297
Imagen 28.Maquina tipo shuttle	297
Imagen 29.Maquina tipo carros independientes	298
Imagen 30.Maquina tipo caja de horno	298

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo1. Cronograma	136
Anexo 2. Plan de negocios	137
Anexo 3. Programa controlador Lab View	189
Anexo 4. Insumos para rotomoldeo	195
Anexo 5. Especificaciones técnicas	201
Anexo 6. Planos de fabricación	214
Anexo 7. Productos existentes	297
Anexo 8. Memorias de diseño	299

GLOSARIO

AISLANTE TÉRMICO: Un aislante térmico es un material usado en la construcción y caracterizado por su alta resistencia térmica. Establece una barrera al paso del calor entre dos medios que naturalmente tenderían a igualarse en temperatura.

CHUMACERA: Pieza de metal o madera con una muesca en que descansa y gira cualquier eje de maquinaria.

CONDENSADOR: Un condensador térmico es un intercambiador de calor entre fluidos, de modo que mientras uno de ellos se enfría, pasando de estado gaseoso a estado líquido, el otro se calienta. Se fabrican en tamaños y disposiciones diversas para ser empleados en numerosos procesos térmicos.

ENGRANAJE: Se denomina engranaje o ruedas dentadas al mecanismo utilizado para transmitir potencia mecánica entre las distintas partes de una máquina.

MICROSWITCH: Dispositivo electromecánico que hace la función de interruptor.

MODELACION 3D: Es la generación del modelo diseñado en forma virtual, respetando las tres dimensiones (largo, ancho y profundidad).

PE: Material polimérico y termoplástico que es más conocido como polietileno.

PIÑÓN: Rueda dentada que engrana con otra mayor en un mecanismo.

PLÁSTICOS: Son los materiales que resultan de mezclar uno o más polímeros con varios aditivos que mejoran sus propiedades. Pero el componente principal de un plástico, el que le da nombre y determina sus propiedades es el polímero.

PLC (programable logic controller): Es un dispositivo para controlar funciones y tiene como principal característica la posibilidad de programarse, según la necesidad.

POLÍMERO: Son materiales de origen tanto natural como sintético, formados por moléculas de gran tamaño, conocidas como macromoléculas.

PROTOTIPAJE RÁPIDO: El Prototipaje Rápido es una tecnología que posibilita producir modelos y prototipos directamente.

PROTOTIPO: Un prototipo también se puede referir a cualquier tipo de máquina en pruebas, o un objeto diseñado para una demostración de cualquier tipo.

PTS: Descripción para tipo de tubería.

ROTOMOLDEO: el moldeo rotacional o *rotomoldeo* es una técnica de procesamiento de polímeros que permite obtener piezas de tamaño mediano a muy grande con relativamente poco material y buena estabilidad.

SERPENTÍN: Se denomina serpentín o serpentina a un tubo de forma frecuentemente espiral, utilizado comúnmente para enfriar vapores.

TERMOPLÁSTICO: Un *termoplástico* es un plástico el cual, a temperatura ambiente es plástico o deformable, se derrite a un líquido cuando es calentado y se endurece en un estado vítreo cuando es suficientemente enfriado.

1. INTRODUCCIÓN

1.1 ANTECEDENTES

El proceso del rotomoldeo es una tecnología relativamente nueva en América latina, a pesar de que la patente de dicho proceso existe desde 1850, es apenas desde hace 25 años que comenzaba a ser aplicado por empresas pioneras en la región¹.

Tras realizar una investigación de las máquinas y equipos existentes dirigida a entender los parámetros de funcionamiento y cuál es el valor agregado de este proceso, se ve claramente que se enfoca a dos aspectos principales. Un primer aspecto es que se dinamiza la producción en una empresa al ser un proceso versátil, que puede ser aplicado en distintos materiales², que se puede variar el volumen de producción fácilmente y los moldes son más económicos que los usados en procesos como la inyección y el soplado.

Por otro lado el rotomoldeo apunta al diseño y la innovación ya que el proceso en si permite la fabricación de piezas complejas que no se pueden fabricar de otra

¹ Información obtenida de la revista virtual “Tecnología del plástico”.
www.tecnologiadelplastico.com

² Ver Anexo 4: Insumos para rotomoldeo.

forma o que simplemente no sería económicamente viable hacerlo, además que se puede variar las características del producto a bajos costos.

Al enfocarse en el diseño de productos rotomoldeados no solo existe la posibilidad de innovar al introducir al mercado productos nuevos o únicos, sino también de aplicar el rotomoldeo en productos tradicionalmente hechos por otros procesos para salvar costos o mejorar la calidad del mismo; las posibilidades son muy extensas.

1.2. EL ROTOMOLDEO

El rotomoldeo es un proceso de producción a partir de polímeros termoplásticos y termofijos que permite obtener cuerpos huecos en una amplia variedad de tamaños y formas³. Se caracteriza por la rotación a la que se somete el molde, mientras el polímero en su interior es plastificado por calor en un horno, causando que el material fundido adquiera la forma interior del molde de manera uniforme.

Se trata de una tecnología que se distingue de los convencionales procedimientos de inyección y soplado, resultando especialmente indicada para la producción a baja escala de artículos que también son geoméricamente complejos, piezas de grandes dimensiones y cuerpos huecos que no es posible obtener de otra manera.

³ Información extraída del artículo "Claves del rotomoldeo", www.plastico.com

Las principales ventajas que ofrece el rotomoldeo sobre otros procesos son:

- Versatilidad al poderse obtener simultáneamente y con la misma máquina artículos de diferentes formas y tamaños.
- Amplio campo en el diseño de los artículos a producir.
- Artículos de forma compleja pueden moldearse en un cuerpo único conservando la homogeneidad del espesor de las paredes.
- Se pueden fabricar moldes menos costosos que los empleados en inyección o soplado.
- Los moldes son menos costosos que los usados en otras operaciones
- Se pueden fabricar simultáneamente artículos de distintos espesores.
- Se pueden fabricar piezas de doble pared.

1.3. LAS APLICACIONES

Los artículos que pueden fabricarse por rotomoldeo aumentan continuamente tanto por las innovaciones implementadas en las instalaciones como por las investigaciones sobre los materiales. Algunos productos fabricados comúnmente por rotomoldeo son:

- Contenedores para residuos urbanos.
- Pequeños silos
- Cisternas enterradas
- Recipientes cilíndricos graduados

- Chasis de butacas y sofás
- Bancos y otros elementos de mobiliario para exterior.
- Catamaranes.
- Canoas.
- Salvavidas.
- Toboganes.
- Maniquís.
- Comederos de animales.

1.4. NUEVOS SISTEMAS DE CONTROL DEL PROCESO

También ha entrado la informática aplicada a los sistemas de supervisión del ciclo de la máquina en el sector del rotomoldeo. Actualmente son numerosísimas las máquinas que funcionan controladas por microprocesadores o puertos externos ¿conectados a redes informáticas. La mole de datos generada por los dispositivos montados en la instalación la organiza y elabora un PC. Así se pueden controlar las fases utilizando ratón y teclado, o bien, programar el funcionamiento completamente automático. El sistema genera luego todos los datos del ciclo (temperaturas, duraciones, rotaciones, etc.) que existen a disposición para posteriores controles. Los sistemas más evolucionados permiten la gestión activa de las recetas de moldeo permitiendo de esta manera la recuperación de la correcta mezcla para cada pieza manufacturada. Especialmente útil es el sistema automático de visualización y localización de las alarmas.

2. JUSTIFICACIÓN

Actualmente en el sector de la industria del rotomoldeo, las empresas pertenecientes al sector del plástico se ven en la necesidad de realizar modelos funcionales o prototipos de sus propios diseños, con la intención de hacer pruebas técnicas de funcionalidad, calidad y aceptación antes del lanzamiento al mercado, esto para garantizar el éxito de sus productos y así evitar errores.

Para que las empresas puedan obtener dichos prototipos, es posible que requieran la contratación de servicios de maquila para la fabricación de modelos de prueba, esto termina por incidir en retrasos en las pruebas, en el proceso, altos costos y peor aún, la dependencia del proceso, del mercado y de otras compañías que no son solo proveedores exclusivos.

En vista de lo anterior, en una encuesta realizada a empresas latinoamericanas relacionadas a la industria del moldeo rotacional, en la cual se concluyó que de 105, "67 de las empresas encuestadas fabrican artículos rotomoldeados; 25 se dedican a la producción, preparación y/o comercialización de materia prima; en la fabricación de moldes trabajan 10 de las empresas de la muestra, y 3 suministran maquinaria."⁴ Se da una buena alternativa para la explotación de dicho mercado,

⁴ Ver anexo 2, plan de negocios, análisis y resultados del estudio de mercados.

ofreciendo a estas empresas nuevas alternativas para el desarrollo de sus prototipos sin el condicionamiento de la dependencia, costos y demás desventajas que implica hacer los modelos a partir de terceros.

Al ver las posibilidades de negocio que esto representa y entendiendo las necesidades de las empresas por explotar adecuadamente la tecnología del procesamiento de polímeros termoplásticos es que se propone el diseño y fabricación de una máquina rotomoldeadora enfocada a la producción a mediana y pequeña escala de piezas y prototipos de manera versátil y a bajo costo para que sea una herramienta útil y diferenciadora para el diseñador de productos plásticos.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la actualidad de la industria local existe una carencia de empresas que oferten equipos para el moldeo rotacional, lo cual dificulta el acceso de los empresarios del plástico a esta tecnología.

La consecución de equipos para moldeo rotacional, se dificulta por los altos costos de las máquinas y su importación al país.

4. OBJETIVOS

4.2. Objetivo general

Construir el prototipo de una máquina de moldeo rotacional para formatos medianos y pequeños con base en la aplicación del diseño metódico que permita realizar pruebas y productos en la industria.

4.3. Objetivos específicos

- Analizar el mercado interesado en el desarrollo de prototipos construidos con los parámetros del rotomoldeo, con el fin de definir el público objetivo del proyecto.
- Establecer los parámetros de funcionamiento de la máquina a través de una búsqueda exhaustiva de información encontrada en la oferta actual del mercado local.
- Diseñar una máquina para la fabricación de piezas rotomoldeadas, empleando las herramientas metódicas para el desarrollo de productos.
- Determinar los parámetros de funcionamiento de la máquina mediante pruebas con sistemas semejantes en condiciones similares a las especificadas en el diseño.

- Con base en una retroalimentación del proceso de diseño, detectar posibles fallas en la máquina.
- Detectar las oportunidades de mejora a partir de los resultados obtenidos en las pruebas de validación de sistemas.
- Fabricar el prototipo definitivo de la máquina, basándose en las correcciones encontradas en la retroalimentación.

5. MARCO TEORICO

Tabla 1. Unidades de medición.

Variables	Unidades
Longitud (x)	mm
Masa (m)	Kg
Tiempo (t)	seg
Volumen (vol)	mm ³
Área (A)	mm ²
Revoluciones (rpm)	RPM
Velocidad (v ^o)	Mm/seg
Torque (Tr)	Nm
Fuerza (F)	N
Potencia (P)	W
Frecuencia (F)	Hz
Radiación calórica	Btu/h
Temperatura (T ^o)	°C, °F, K
Voltaje (v)	V
Corriente (I)	amp
Resistencia (R)	Ω
Caudal de aire (Q)	m ³ /seg
Radio (r)	mm
Pi (π)	-----
Renovaciones por hora del condensador	(R/h)
Coefficiente conductividad térmica (λ)	Kcal/m*s*C ^o
Emisiones de calor (cal)	cal
Flujo calórico (Q/t)	Kcal/s

5.1. Formulas empleadas

Formula de velocidad lineal

$$v^{\circ} = x / t$$

Formula de velocidad en revoluciones por minuto

$$\text{rpm} = v^{\circ} / 2.\pi.r$$

Formula de flujo de aire

$$Q = (\text{vol} * (R/h)) / 3600$$

Formula de conversión de potencia a unidades térmicas

$$W * 3.412 = \text{Btu/h}$$

Ley de fourier para flujos de conductividad térmica

$$Q/t = \lambda * A * ((T^{\circ}1 - T^{\circ}2) / x)$$

Ley de watt

$$V = P / I$$

Ley de Ohm

$$R = V / I$$

Perdida de calor

$$((X1+X2+X3)/3)=\bar{X}$$

$$(\bar{X} * 100)/350^{\circ}\text{C}=\%T^{\circ}$$

5.2. Proceso de rotomoldeo seleccionado

La alternativa de la máquina seleccionada se ajusta al proceso de rotomoldeo tipo shuttle⁵. Este proceso y sus maquinas se caracteriza por tener 1 o 2 carros portamoldes de desplazamiento lineal, y que poseen un horno en el centro donde se introduce el molde cargado con polímero para su plastificación. Luego el molde se saca del horno hasta una posición donde es enfriado para posteriormente extraer la pieza terminada. Este proceso se caracteriza por la reducción del espacio que ocupa y por la gran capacidad de carga de los brazos portamoldes⁶

5.3. Descripción del proceso

Un polímero pulverizado o líquido se introduce en el molde de rotomoldeo en un área de carga, una vez hecho esto se cierra el molde y se monta en los brazos del carro portamoldes. Luego el carro se desplaza linealmente y se encarga de transportar el molde al interior del horno.

⁵ Ver anexo 7, imagen 28, máquina tipo shuttle.

⁶ Información extraída de la página en internet de la empresa fabricante de maquinas para rotomoldeo polivinil, www.polivinil.com

La parte más importante se lleva a cabo en el horno que es donde el material es llevado a su forma final. El tiempo total que el molde esta en el horno, es llamado ciclo de plastificación. El primer segmento del ciclo de horno es el tiempo de formado, el cual es el tiempo requerido para que el molde alcance la temperatura para fundir el material. La segunda porción del ciclo es llamado tiempo de fusión, y es el tiempo requerido para fusionar completamente o curar la parte. El formado y fusión en el horno dependen de algunas variables:

- Transferencia de calor
- Temperatura del horno
- Tamaño de las partículas del polímero.
- Temperatura de fundición del polímero
- Espesor de pared de la pieza a rotomoldear.
- Espesor de pared del molde

El horno puede operar por diferentes sistemas, como quemadores de gas, resistencias eléctricas o convección, según los requerimientos de diseño establecidos.

Tras ser retirado el molde del horno sigue una última etapa que es la fase de enfriamiento del molde y la pieza. En esta fase se usan diversos sistemas como

chorros de aire, chorros de agua o inmersión, para enfriar la pieza y terminar su conformado y para que el usuario pueda manipular el molde de forma segura.

La última fase es la de la apertura del molde para la extracción del producto manufacturado y la introducción de nueva materia prima para el siguiente ciclo. Sólo las operaciones de carga y descarga del polímero son manuales y esto es probablemente uno de las pocas dificultades que se pueden encontrar en este procedimiento.

6. METODOLOGÍA

6.2. Procedimiento de diseño

Como procedimiento de diseño para llevar a cabo este proyecto de grado, está fundamentado en los conceptos básicos para el desarrollo de productos implementado en el pregrado de Ingeniería de diseño de producto⁷. Este procedimiento consta de 6 etapas:

1. Identificación de oportunidades y selección:

La identificación y selección de oportunidades se realiza con el fin de direccionar el proyecto tanto a nivel del mercado como de parámetros de diseño. Para esto se realizaran las siguientes actividades:

- Estado del arte.
- Análisis de mercados.
- Conclusiones.

⁷ Procedimiento sugerido en las materias de proyecto pertenecientes al pensum del pregrado de ingeniería de diseño de producto.

2. Generación de conceptos:

Este proceso permitirá la selección de la mejor alternativa teniendo en cuenta los diferentes criterios para el diseño de productos. Para esto se realizarán las siguientes actividades:

- Especificaciones del producto.
- Generación y análisis de alternativas.
- Análisis de estructura funcional.
- Diagrama y análisis de funcionamiento.

3. Evaluación de concepto:

Esta fase brindará una visión espacial más clara del prototipo, con miras a una oportuna detección de futuras fallas. De igual forma al culminar esta fase se obtendrán los documentos de ingeniería necesarios para la fabricación de los componentes del prototipo. Para esto se realizarán las siguientes actividades:

- Modelación 3D.
- Simulación de funcionamiento.
- Planeación de la fabricación.

4. Desarrollo:

Con base en los documentos obtenidos en la fase anterior, se procede a la materialización del prototipo para luego realizar las respectivas pruebas y obtener resultados que permitan evaluar el funcionamiento de los diferentes componentes del prototipo. Para esto se realizaran las siguientes actividades:

- Fabricación de componentes.
- Ensamble de subsistemas.
- Pruebas de funcionamiento de subsistemas.
- Oportunidades de mejora.
- Ensamble y revisión del producto.

5. Retroalimentación:

Esta fase se realiza con el fin de mirar el desempeño de los subsistemas en un solo conjunto, permitiendo detectar falencias en las transiciones entre las etapas del proceso. Para esto se realizaran las siguientes actividades:

- Pruebas de desempeño.
- Pruebas de resistencia.
- Análisis de resultados.
- Oportunidades de mejora.

6. Entrega y presentación del proyecto

Gráfica 1. Proceso de diseño.



7. ALCANCE DEL PROYECTO

El alcance del proyecto propuesto inicialmente fue el diseño y la construcción de un prototipo de una máquina de rotomoldeo, la muestra de una pieza fabricada en el producto diseñado, entrega del documento escrito del proyecto y la guía de instrucciones para la operación y mantenimiento del producto.

A medida que el proyecto evolucionó y la etapa de investigación y desarrollo se profundizó, se vio la necesidad de modificar dicho alcance inicial, debido a que los costos reales no eran consecuentes con los costos estimados en el inicio del proyecto (\$3'000.000). Los costos iniciales eran teóricos e hipotéticos y resultaron menores a los reales, incrementándose en gran medida el costo total del proyecto.

Esto ocurrió porque al comienzo no se preveían elementos en el diseño que eran necesarios como referencias de motores, sistemas eléctricos, materiales y mano de obra. De manera que dichos elementos mostraron su gran importancia a medida que el proyecto evolucionaba.

El grupo de diseño determinó que los costos eran muy altos (aproximadamente \$16'700.000⁸ solo en las partes y materiales) para la capacidad económica de éste, de manera que se propuso una modificación en el alcance. Dicha

⁸ Ver Anexo 2, plan de negocios, Costos de partes y materiales.

modificación consiste en sustituir la construcción de la máquina escala 1:1, por la construcción de una maqueta a escala reducida que se acomode a la capacidad económica del grupo.

De esta manera el alcance quedaría en términos del diseño desarrollado digitalmente, construcción de una maqueta a escala que simule los principales sistemas, la entrega del trabajo escrito que consigne toda la información del proyecto y la entrega del programa de control de la máquina, que sería como el producto tangible, además del plan de negocios del proyecto.

8. INVESTIGACION DE MERCADOS

Para observar la investigación y análisis de mercados de una manera más minuciosa y detallada, por favor remítase al anexo 1, plan de negocios.

Para el estudio de mercados se llevo a cabo 2 investigaciones, una a nivel local hecha en las empresas de rotomoldeo en Colombia y otra hecha a nivel latinoamericano. Esta investigación a nivel latinoamericano se realiza para comprender de una manera mas realista y precisa las tendencias de crecimiento y desarrollo de la empresa de rotomoldeo ya que en Colombia solo existen 4 empresas, lo cual limita mucho la información adquirida.

La investigación se realizó usando información de segunda mano que proveen las mismas empresas e información encontrada en la red en sitios y asociaciones de rotomoldeadores.

8.1. Conclusiones de la investigación de mercados

- El panorama de la industria de rotomoldeo en Latinoamérica y Colombia es alentador ya que ha presentado un crecimiento constante en los últimos años, para 2006 se obtuvo un crecimiento del 10%.

- La principal necesidad de los industriales de rotomoldeo es encontrar soporte técnico; encontrar moldes de calidad es otro requerimiento de primera instancia. Otro grupo de empresarios cree que el suministro de materia prima es su principal problema, y el grupo mas nutrido piensa que su mayor urgencia es contar con equipo de procesamiento de calidad.
- El proceso de diseño e innovación en las empresas es limitado. El 70% de las empresas produce entre 1 y 5 nuevos productos al año; el 18% produce entre 5 y 10 productos al año, y el porcentaje restante produce entre 10 y 50. Solamente dos empresas producen más de 50 productos anualmente.
- Los empresarios deberán diversificar su línea de productos si quieren que la industria siga vigente y en crecimiento.
- Para las empresas, el principal desafío a su éxito está en la diversificación de mercados y muy de cerca lo sigue en importancia el financiamiento y la innovación en o productos.

9. GENERACIÓN DE CONCEPTOS

9.1. Diseño conceptual

En esta etapa se busca llegar a conceptualizar la idea principal (máquina de rotomoldeo para la fabricación de productos y prototipos a baja escala), partiendo de información genérica como lo es la caja negra⁹ y luego profundizando más para lograr obtener un diseño inicial que cumpla con los requisitos mínimos de funcionamiento.

- **Especificaciones de diseño de producto (PDS):** El PDS es la herramienta clave para determinar los requerimientos más importantes dentro del desarrollo de propuestas, ya que en él se encuentra información determinante en el diseño final de la máquina.

Tabla 2. Especificaciones de diseño de producto (PDS)

ITEM	DEMANDA	DESEO	REQUERIMIENTO
ESTETICA Y FORMA	Estructura sólida	Alto grado de estética	<ul style="list-style-type: none">• Tubería, perfiles y/o ángulos en acero estructural con calibres entre 14 y 18.• Las diferentes

⁹ Ver grafica 2, caja negra.

			estructuras de la maquina conformen una unidad visual.
COMPETENCIA	<ul style="list-style-type: none"> • Que el producto de solución a necesidades que la competencia no ha podido satisfacer. • El precio de venta no debe superar el de las maquinas similares en el mercado a nivel local. 	<ul style="list-style-type: none"> • Que sea un producto innovador. • Que tenga la mínima competencia posible. • El producto debe poderse fabricar en el país. 	<ul style="list-style-type: none"> • Alta participación en el mercado. • Fabricar piezas rotomoldeadas para experimentación y pruebas. • El precio de venta no puede superar los \$110,000.000
COSTO	Los costos de fabricación deben permitir obtener un alto margen de utilidad.		<ul style="list-style-type: none"> • Los costos fabricación no deben exceder los \$5,000.000 • Utilizar proveedores nacionales.
USUARIO	Que sea fácil de operar.	<ul style="list-style-type: none"> • El usuario final debe tener el control de la maquina desde una sola interface. 	<ul style="list-style-type: none"> • Uso de un PC con plataforma de LABVIEW. • No es necesario más de una persona para su operación.
VIDA DESPUES DEL SERVICIO	Sus materiales y componentes puedan ser reutilizados.	<ul style="list-style-type: none"> • Posibilidad de comercializarse nuevamente. 	<ul style="list-style-type: none"> • El precio de reventa del producto permita recuperar un 30% de su valor inicial. • Un 70% de los componentes deben ser chatarrizables.
DOCUMENTACION	<ul style="list-style-type: none"> • La maquina debe venir acompañada de un respaldo teórico escrito. • La documentación 	Que la documentación sea en medio magnético.	El documento debe contener la ficha técnica y manual de usuario.

	debe ser en varios idiomas.		
MEDIO AMBIENTE	Fabricar la maquina con materiales reciclables. Que no exceda los 80 desibeles de ruido.	Que no produzca emisiones nocivas para el medio ambiente.	Un 40% de los materiales deben ser reciclables. No debe haber emisiones de CO2, CH4.
ERGONOMIA	El usuario final tenga una posición de operación cómoda. Que el operario no tenga que hacer movimientos repetitivos. Que el peso de las piezas removibles no afecten la salud del operario.	<ul style="list-style-type: none"> El usuario pueda controlarla desde un solo punto. El operario no tenga que realizar grande esfuerzos para operar la maquina. 	<ul style="list-style-type: none"> Las piezas removibles no puede exceder los 50 Kg. La altura de la superficie de control no debe superar los 750mm. Los controles de la maquina deben estar en un cono de visión de 30°. El operario no debe superar los 2N de fuerza.
AREA DE TRABAJO	<ul style="list-style-type: none"> Que el espacio de trabajo no requiera de una adecuación especial para su instalación. 	<ul style="list-style-type: none"> Que la maquina no ocupe mucho espacio. Que el área de trabajo sea un espacio libre de contaminación. 	<ul style="list-style-type: none"> El suministro eléctrico que sea de 220V. El área de trabajo no debe ser menor a 9 metros cuadrados. Que el área de trabajo sea un cuarto cerrado.
ASPECTO LEGAL	<ul style="list-style-type: none"> Cumplimiento de las normas RETIE en conexiones eléctricas. Cumplimiento de normatividad ambiental aplicable al producto. 		<ul style="list-style-type: none"> Conexiones eléctricas con insumos aprobados por la norma RETIE. Que la maquina no contamine según la normatividad ambiental.
VIDA EN SERVICIO	<ul style="list-style-type: none"> El ciclo de vida debe culminar 	<ul style="list-style-type: none"> Que pasado el tiempo de 	<ul style="list-style-type: none"> El producto tendrá 15.000 horas de

	<p>según la depreciación del producto.</p> <ul style="list-style-type: none"> Comprobar por medio de pruebas funcionales y estructurales, que los componentes del producto, garanticen el ciclo de vida deseado. 	<p>depreciación , el producto pueda seguir operando.</p>	<p>operación.</p> <ul style="list-style-type: none"> Realizar un mínimo de 1 prueba a cada subsistema.
MANTENIMIENTO	<ul style="list-style-type: none"> El mantenimiento diario se debe realizar después de cada proceso. Que las partes fusibles sea de fácil consecución. El mantenimiento se debe hacer con el producto des-energizado. 	<ul style="list-style-type: none"> Que el mantenimiento diario sea solo y únicamente de limpieza. Emplear poco herramental para la realización del mantenimiento diario. que el mantenimiento sea realizado por personas debidamente capacitadas. 	<ul style="list-style-type: none"> Que el mantenimiento diario se realice con una sola herramienta. Que el 60% de las partes fusibles se puedan conseguir fácilmente en el mercado. Que sea necesario una persona para la realización del mantenimiento.
FACILIDAD MANUFACTURA	<ul style="list-style-type: none"> Que sea fácil de construir. Que no se tenga que fabricar por completo. Que no se componga de muchas partes. 	<p>Su construcción debe ser a través de procesos conocidos. Que para su manufactura sea mas que todo ensamble de componentes.</p>	<ul style="list-style-type: none"> No se debe fabricar mas del 40% del prototipo.
RESTRICCIONES DEL MERCADO	<ul style="list-style-type: none"> Poder producir mediante la técnica del rotomoldeo, prototipos a 		<ul style="list-style-type: none"> Fabricar piezas máximo de 400 x 400 x 40 (mm) Cumplimiento de normatividad

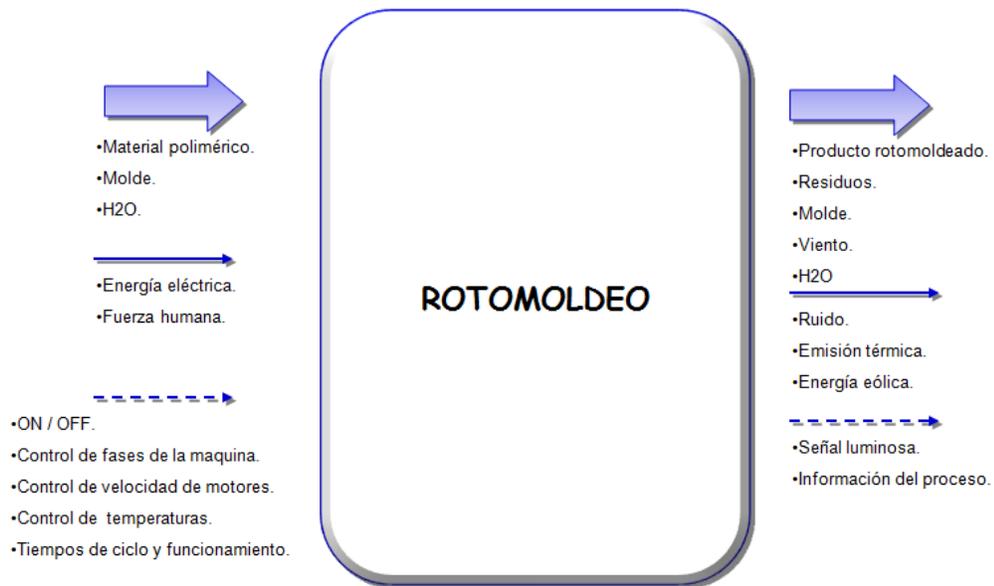
	<p>escala de productos a fabricar con dicha técnica</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cumplimiento de aspectos legales para la fabricación de productos 		<p>aplicable en la NTC para instalaciones eléctricas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cumplimiento de normatividad ambiental aplicable.
MATERIALES	<ul style="list-style-type: none"> • Los materiales deben soportar perfectamente el uso normal de operación. • Uso de materiales de fácil consecución en el mercado. • Deben ser económicos. • Que los materiales cumplan con los requisitos para el trabajo a desempeñar 	<ul style="list-style-type: none"> • Los materiales deben tener un acabado agradable. • Utilizar materiales comerciales • Recopilar fichas técnicas con especificaciones de los materiales empleados 	<ul style="list-style-type: none"> • Tubería estructural o mecánica, PTS, rodamientos FAG, motores SIEMENS, etc • Pedir y almacenar la información técnica de los materiales a utilizar (densidad, % elongación, resistencia max, temperatura de trabajo, etc.)
EMPAQUE	No aplica	<ul style="list-style-type: none"> • No aplica 	<ul style="list-style-type: none"> • No aplica
PATENTES	<ul style="list-style-type: none"> • Verificación de no existencia a de patentes a nivel local 	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar la patente del producto (de ser posible) 	<ul style="list-style-type: none"> • Búsqueda de patentes o registros en Colombia sobre sistemas de rotomoldeo para prototipos
DESEMPEÑO	<ul style="list-style-type: none"> • Que la maquina pueda trabajar en jornadas continuas • Optimizar todos los procesos para eliminar perdidas. 		<ul style="list-style-type: none"> • Trabajo continuo durante 8 horas • Hermetizado del horno y del área de enfriamiento de mínimo 80%
SEGURIDAD	<ul style="list-style-type: none"> • Debe ser muy segura a la hora de operar. • El operario debe estar 	<ul style="list-style-type: none"> • El sistema de calentamiento o debe estar de manera 	<ul style="list-style-type: none"> • No debe superar los 90 decibeles (db). • Stickers con gráficos y texto

	<p>distanciado de una manera segura de la maquina al momento de operarla.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Debe ser silenciosa. • Que el producto avise sobre los posibles daños que podría sufrir el operario • Aislamiento del usuario al producto mientras este esté en funcionamiento 	<p>que se evite el contacto accidental con las personas.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Que los avisos sean por medio de gráficos. 	<p>que indiquen los posibles accidentes.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Barras protectoras para evitar que el usuario tenga contacto con las partes móviles de esta, mientras esta en funcionamiento.
TRANSPORTE	<ul style="list-style-type: none"> • Que no se requiera maquinaria especializada para su transporte (grúas). • No se debe requerir muchas personas para su transporte. • que el producto pueda desplazarse 	<ul style="list-style-type: none"> • Al momento de trasladarla a otro lugar, no se requiera el desmonte de los subsistemas . • Que el producto se desarme en sub-módulos para facilitar el transporte • Mínimo desplazamiento del producto. 	<ul style="list-style-type: none"> • Para su transporte no se debe requerir más de 3 personas. • A la hora de transportarse, no debe ser necesario desmontar más del 20% del prototipo. • Sub-división en 3 o 4 módulos • Peso de cada modulo inferior a 80kg.
TAMAÑO	<ul style="list-style-type: none"> • Que no sea muy voluminosa. 	<ul style="list-style-type: none"> • La maquina debe ser proporcional al molde mas grande que pueda soportar. 	<ul style="list-style-type: none"> • La maquina debe caber en una área de base de 9 metros cuadrados.
PIEZAS ESTANDAR	<ul style="list-style-type: none"> • Implementación de gran cantidad de piezas estándar • Facilidad de 	<ul style="list-style-type: none"> • No requerir de diseño de componentes para el desarrollo 	<ul style="list-style-type: none"> • Utilizar y adaptar sistemas de calor, enfriamiento, rotación y control estándar.

	repuestos	del producto	
ESPECIFICACIONES	<ul style="list-style-type: none"> Realizar tabla de datos sobre especificaciones de operación 	<ul style="list-style-type: none"> Adjunto al manual de usuario del producto 	<ul style="list-style-type: none"> Diseño de tabla de especificaciones de operación e instructivo de armado. Tanto escrita como en sticker.
PRUEBAS	<ul style="list-style-type: none"> Todas las pruebas que se diseñen específicamente para el prototipo, deben ser superadas satisfactoriamente. Realizar pruebas de funcionamiento antes del lanzamiento del producto 	<ul style="list-style-type: none"> Realizar pruebas tanto de los subsistemas como del producto en general. 	<ul style="list-style-type: none"> Realizar entre 2 y 4 pruebas a cada subsistema y entre 4 y 8 pruebas al producto ensamblado.
TIEMPO DE FUNCIONAMIENTO	<ul style="list-style-type: none"> Que el producto funcione correctamente Que el funcionamiento del producto no exceda la cantidad de tiempo de funcionamiento continuo especificado del producto 	<ul style="list-style-type: none"> Que el producto tenga reposo entre ciclos de fabricación 	<ul style="list-style-type: none"> Funcionamiento continuo, sin sobresaltos o interrupciones Funcionamiento continuo durante 8 horas
PESO	<ul style="list-style-type: none"> Que sea liviana. Que el peso del producto no exceda el peso máximo de resistencia del área de trabajo. 	<ul style="list-style-type: none"> Que el prototipo sea construido en piezas huecas, como por ejemplo: tuberías, carcazas, etc. 	<ul style="list-style-type: none"> El prototipo completo no debe superar los 400 Kg. Área de trabajo con capacidad de carga hasta 5 toneladas.

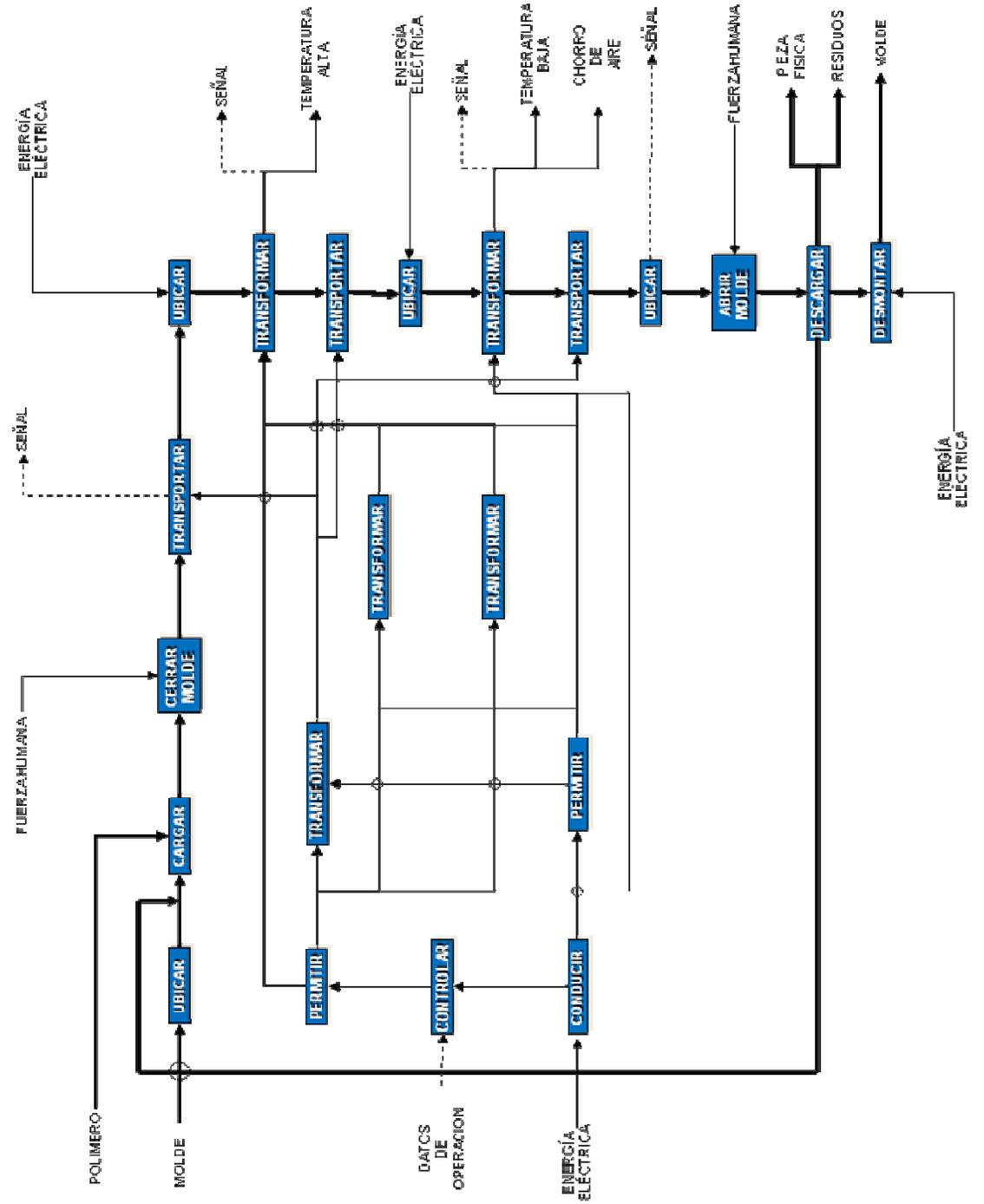
- **Caja negra:** Indica tanto las entradas y las salidas del sistema principal, que tiene como función el proceso de rotomoldeo, clasificándolas en materia, señal y energía. No es necesario saber cómo se realiza la acción principal ya que más adelante se desglosa y se describe más claramente las operaciones que ocurren en el proceso.

Gráfica 2. Caja negra.



- **Estructura funcional:** La estructura funcional muestra más claramente las operaciones que ocurren dentro del proceso. También indica las conexiones que hay entre las operaciones, entradas y salidas del sistema.

Gráfica 3. Estructura funcional.

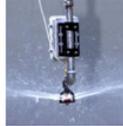
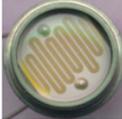


- Matriz morfológica:** La matriz morfológica muestra las diferentes opciones o alternativas que hay, para realizar las operaciones principales que ocurren dentro del proceso. Con esta matriz, se tiene como objetivo hacer diferentes selecciones y determinar su eficacia dentro del diseño. Es posible que ocurran incompatibilidades o que con algunas selecciones no se logre un buen resultado, por lo cual es necesario comparar cada alternativa para seleccionar la mejor.

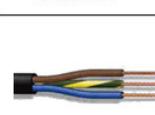
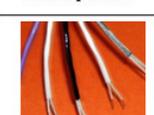
Tabla 3. Matriz morfológica.

Fijar (molde)	 Pemo + Herramienta	 Prensa resorte	 Prensa barra	 Prensa carver	 Prensa morsa	 Prensa ángulo
Cargar (molde)	 Embudo	 Dosificador	 Pistola dosificadora	 Probetas	 Tolva	 Manualmente
Cerrar (molde)	 Pemo + herramienta	 Prensa resorte	 Prensa morsa	 Hombre solo	 Pegamento	
Transmitir (potencia)	 Brazo mecánico	 Cadena	 Rieles	 Banda transportadora	 Brazo rígido	 Tomillo sin fin

Matriz Morfológica

Sinterizar (polímero)	 Convección	 Resistencia eléctrica	 Flamas a gas	 Energía solar	 Reacción química	
Conformar (enfriamiento)	 Inmersión	 Aire a chorro	 Rociador aire + agua	 Ventilador	 Rociador de agua	 Unidad de condensación
Ubicar (molde)	 Sensor movimiento	 Sensor de material	 Microswitch	 Fotocelda		
Transformar (energía)	 Motor paso a paso	 Motor AC	 Motor DC	 Solenoides	 Motor de precisión	 Motor lineal

Matriz Morfológica

Descargar (molde)	 Perno + herramienta	 Manualmente	 Aire a presión			
Controlar (funciones)	 Controlador industrial	 Computador	 Integrados			
Permitir (energía)	 Pulsadores	 Switch posición	 Switch industrial	 Microswitches	 Breaker	 Potenciómetro
Conducir (energía)	 Cable siliconado	 Cable fibra vidrio	 Cable encauchetado			

Matriz Morfológica

Luego de tener la matriz y conocer los diferentes sistemas que pueden realizar cada una de la funciones requeridas dentro del proceso, se procede a generar varias combinaciones con estos sistemas, para crear diferentes alternativas y determinar aspectos como: eficiencia, compatibilidad, costos, efectividad, entre otros.

A continuación se presenta una tabla con 3 combinaciones diferentes:

Tabla 4. Selección de alternativas de matriz morfológica

Alternativas de matriz morfológica

	Fijar molde	Cargar molde	Cerrar molde	Transmitir potencia	Sinterizar polímero	Conformar (enfriamiento)
1						
2						
3						
	Ubicar molde	Transformar energía	Descargar molde	Controlar funciones	Permitir energía	Conducir energía
1						
2						
3						

Análisis de las alternativas generadas con base en la matriz morfológica:

- Alternativa 1:**

	Sinterizar polímero	<ul style="list-style-type: none"> •Es muy efectivo y eficiente. •Ahorra energía. •Ahorra tiempo. •Es mejor para el medio ambiente.
	Conformar	<ul style="list-style-type: none"> •Es muy rápido. •Es económico. •Es reutilizable.
	Descargar molde	<ul style="list-style-type: none"> •No requiere fuerza humana. •Es limpio. •Es efectivo.

	Fijar molde	<ul style="list-style-type: none"> •No es seguro. •No es efectivo.
	Cerrar molde	<ul style="list-style-type: none"> •Es permanente. •Es costoso. •Puede causar daños en el molde. •No es limpio.

• Alternativa 2:

	Transmitir potencia	<ul style="list-style-type: none"> •Efectivo. •Fácil de conseguir. •Económico.
	Sinterizar polímero	<ul style="list-style-type: none"> •Efectivo. •Permite control de temperatura.
	Ubicar molde	<ul style="list-style-type: none"> •Económico. •Pequeño y discreto. •Efectivo. •Fácil de conseguir.
	Controlar funciones	<ul style="list-style-type: none"> •Permite realizar otros procesos. •Relativamente económico. •Muy eficiente.

	Fijar molde	<ul style="list-style-type: none"> •Requiere de la fuerza humana. •Mas lento.
	Descargar molde	<ul style="list-style-type: none"> •Requiere de la fuerza humana. •Mas lento.

Alternativa 3:

	Cargar molde	<ul style="list-style-type: none"> •Tecnología de punta. •Muy efectivo y eficiente. •Proceso limpio y sin desperdicios.
	Transmitir potencia	<ul style="list-style-type: none"> •No hay perdida de energía. •Fácil de conseguir. •Muy efectivo.

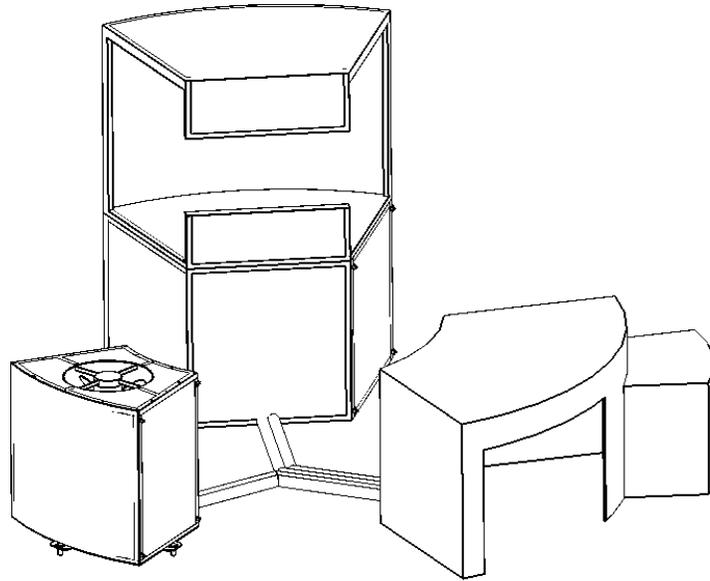
	Fijar molde	<ul style="list-style-type: none"> •No es seguro. •Puede causar daños en el molde.]
	Cerrar molde	<ul style="list-style-type: none"> •No es seguro. •Puede causar daños en el molde.] •Puede estropear el proceso de rotomoldeo.
	Sinterizar polímero	<ul style="list-style-type: none"> •No es eficiente. •Muy lento. •No siempre esta disponible. •Muy costoso.

La alternativa que se ha seleccionado, y que se va a tomar como punto de partida para la generación de alternativas de diseño, es la número 2, debido a que es la que tiene mayor número de puntos positivos, según un previo análisis con base en la economía de los sistemas, la compatibilidad, consecución etc.

Alternativas de diseño: En esta etapa se pretende generar varias y diferentes alternativas, teniendo en cuenta todo lo anterior como especificaciones de diseño, matriz morfológica, etc. A continuación se muestran algunas de las alternativas que más se acercaron a un diseño coherente. Es decir que hubo más alternativas, pero que algunas de ellas eran ideas que no cumplían con los requerimientos.

Esta etapa dentro de la metodología, hace que el grupo se encamine hacia la propuesta más acertada según criterios de PDS, para luego seguir trabajando en el perfeccionamiento del diseño y por último desarrollar una máquina que cumpla con los parámetros y más importante aún, que tenga valor agregado.

Gráfica 4. Alternativa 1 de diseño.

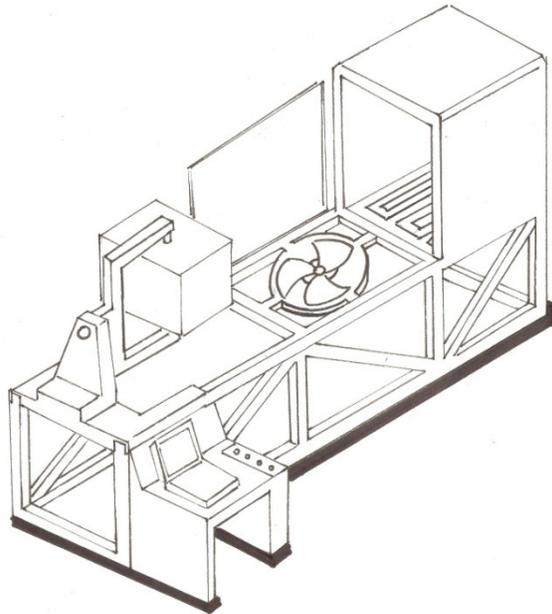


Esta alternativa es tipo carrusel y comprende 3 módulos, montaje y control, plastificado y conformado. El molde es soportado por un brazo central, que al rotar se encarga de posicionarlo en cada uno de los módulos. Los módulos son independientes y son conectados a través de unas tuberías por las cuales va todo el cableado tanto de alimentación de energía como de control.

El horno no es completamente sellado ya que tiene completamente abiertos los lados laterales y un poco el frente. Esto es para que el molde pueda ingresar y seguir su recorrido sin ningún problema.

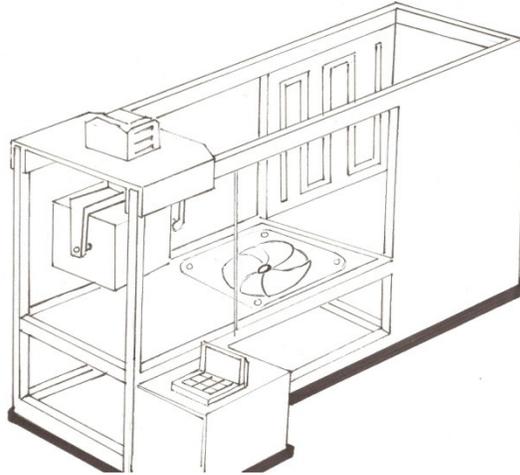
El calentamiento es por medio de resistencias eléctricas, el enfriamiento por aire impulsado por un extractor, todo el montaje del molde es de manera manual y la rotación del brazo central es realizada gracias a un motor eléctrico.

Gráfica 5. Alternativa 2 de diseño.



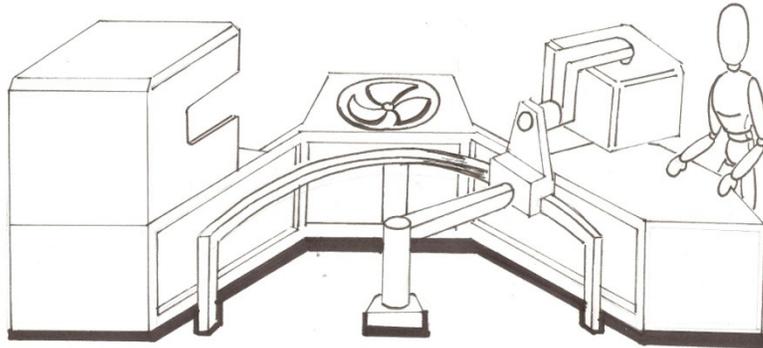
Máquina tipo shuttle con movimiento del molde lineal y rotación en dos sentidos, el carro portamolde se desliza por unos rieles con el fin de ingresar el molde al horno para la etapa de plastificación, luego el carro retira el molde del horno y lo posiciona sobre el extractor para la etapa de enfriamiento o conformado, y por último el carro regresa a su posición inicial para la etapa de desmote. El horno tiene 2 resistencias eléctricas, una arriba y otra abajo y no cuenta con puerta frontal que impida la pérdida de calor. El sistema de tracción del carro portamolde es por medio de cadena.

Gráfica 6. Alternativa 3 de diseño.



Máquina tipo shuttle con movimiento del carro portamolde lineal y rotación del molde en 2 sentidos. El carro está ubicado en la parte superior, ya que las vigas de la estructura funcionan como guía, garantizando que el molde ingrese sin problemas en el horno. El horno cuenta con dos resistencias tubulares ubicadas en los lados laterales y está abierto en el frente y en la parte superior, pero cuando el molde está adentro, la parte superior se sella. El carro soporta un motor eléctrico que le proporciona giro en un sentido al molde, y el otro giro es dado por un motor más pequeño puesto en la horquilla que sujeta el molde. La tracción del carro es por medio de cadena, una en cada lado, para evitar que se atasque durante el proceso.

Gráfica 7. Alternativa 4 de diseño.



Máquina tipo carrusel con estructura circular y brazo que se encarga de rotar y trasladar el molde. El brazo es central y es soportado por una guía semicircular, con el fin de soportar gran parte de la carga del molde. También cuenta con tres estaciones montaje, plastificación y conformado.

La rotación del brazo central es proporcionada por un motor eléctrico. El horno cuenta con resistencias eléctricas y en la parte frontal es abierto para permitir el ingreso del molde.

El enfriamiento es por aire forzado impulsado por un extractor de 18" de diámetro.

Selección de la mejor alternativa

La selección de la mejor alternativa se realizó, a partir de unos criterios de evaluación, según el BRIEF y el PDS. Luego de tener los criterios de evaluación,

se hizo una tabla con las respectivas calificaciones, siendo 5 el mejor y 1 el peor, obteniendo la sumatoria que sería el resultado final¹⁰ de cada alternativa.

Tabla 5. Evaluación para selección de alternativa.

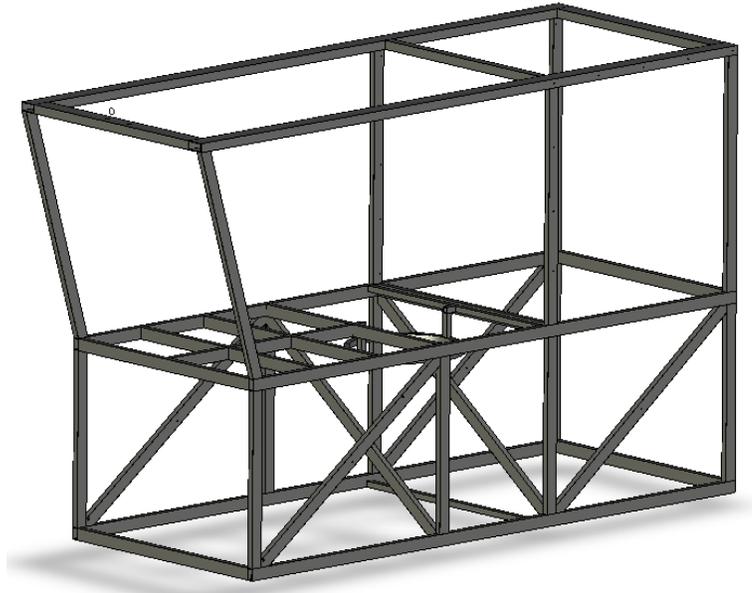
CRITERIO	DESCRIPCION	CALIFICACION ALTERNATIVAS			
		1	2	3	4
Produccion	Materiales o insumos ESPECIALES	5	3	3	4
	procesos complejos	2	5	5	3
	Fabricacion	4	4	5	3
	Ensamblajes	4	3	3	4
	Tiempo de fabricacion	3	2	4	2
Mercadeo y diseño	Cumple objetivos	N	N	N	N
	Aspecto formal	2	4	5	3
	Innovacion	N	N	N	N
	Restricciones de area	1	5	5	3
	Complejidad de st moviles	5	3	3	1
Presupuesto	Cantidad de partes estandar	1	3	5	1
	Componentes homogeneos	N	N	N	N
	Economia del proyecto	2	3	5	1
	Cantidad de componentes	N	N	N	N
	Ahorro de energia	3	5	4	3
Funcionalidad	Sencillez de sistemas	5	2	4	1
	operatividad del usuario	5	2	3	4
	Seguridad del usuario	2	4	5	2
	Ergonomia	4	5	5	4
	Instalacion	3	5	5	3
Criterio de los ingenieros	opinion personal (gusto)	4	3	2	5
TOTAL		55	61	71	47

La alternativa seleccionada fue la número 3, ya que fue la que tuvo mayor puntaje (71pts). Esta alternativa no es el diseño final, es solo un punto de partida para mejorar, teniendo en cuenta las especificaciones de diseño.

¹⁰ Ver tabla 5, evaluación para selección de alternativa.

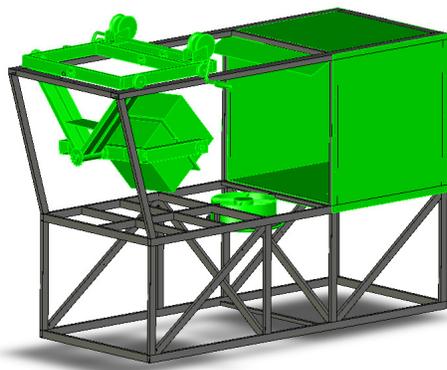
10. DISEÑO FINAL

Gráfica 8. Chasis principal de la máquina.

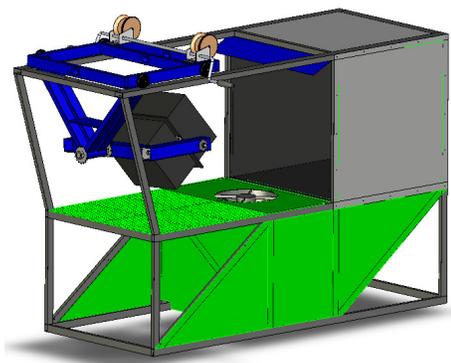


En el chasis principal se empleo tres tipos de perfilaría PTS, 1"x1", 2"x1"y 3"x1½". Toda en 2mm de espesor debido a que se requiere una considerable resistencia mecánica. El chasis tiene un peso aproximado de 100Kg.

Gráfica 9. Subsistemas principales.

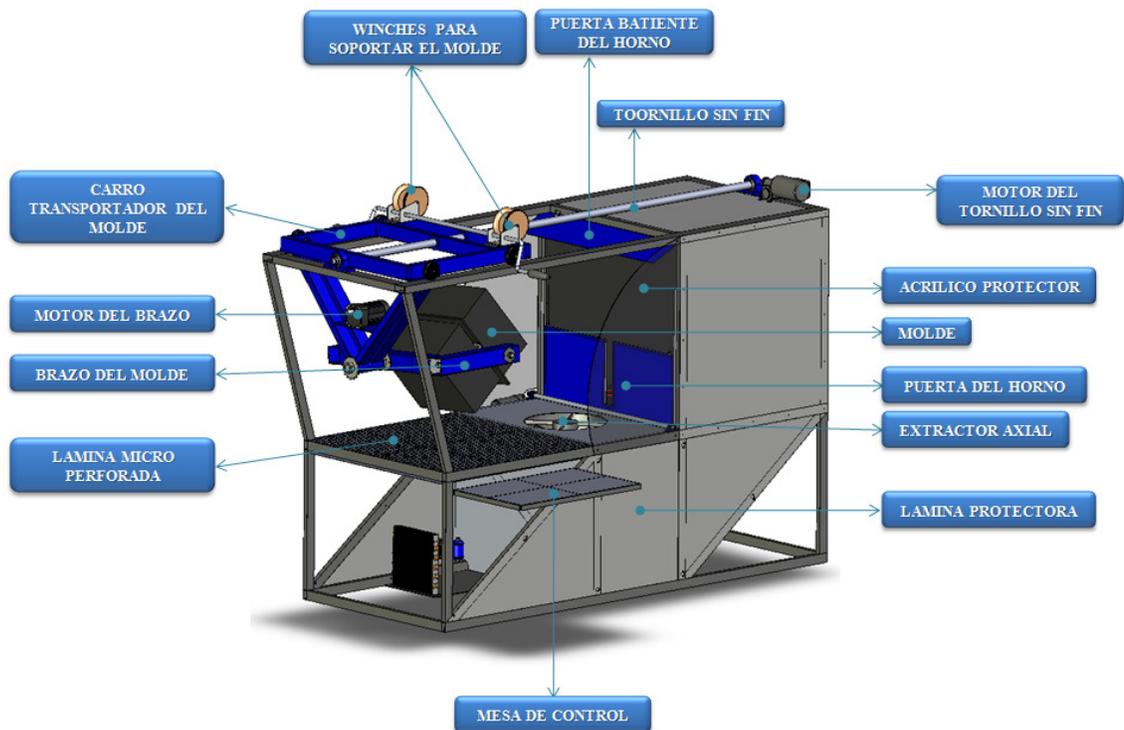


Gráfica 10. Láminas protectoras.



El chasis contiene principalmente los subsistemas (movimiento del molde, sea rotacional o lineal, calentamiento y enfriamiento del molde), y se tienen como elementos secundarios, los accesorios de protección y láminas de superficie.

Gráfica 11. Máquina completa.



En esta imagen se muestra un despliegue de los principales componentes de la máquina.

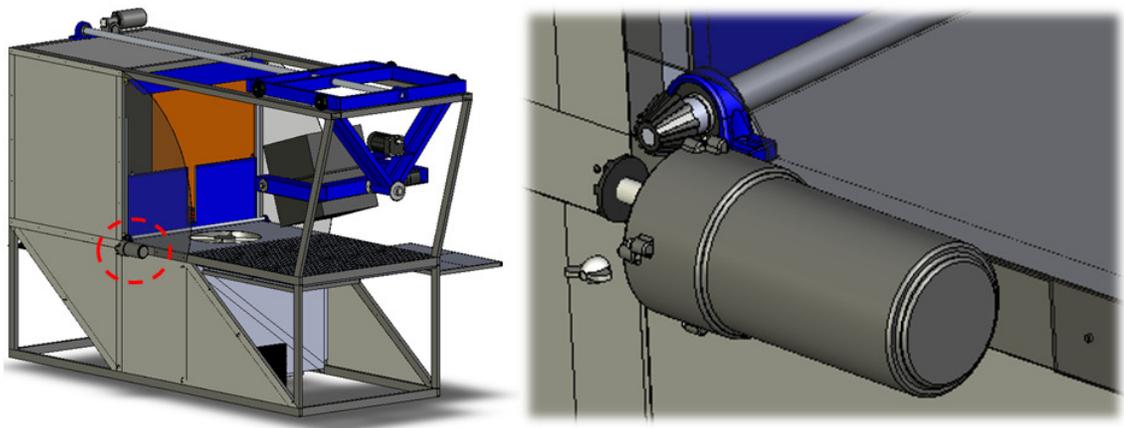
11. DISEÑO DE DETALLE

11.1. Detalles de mecanismos

Aquí se resalta detalles como ensambles, posiciones de componentes, mecanismos y formas de uso.

A continuación se presenta un despliegue de imágenes que aclaran y ayudan a comprender el diseño final.

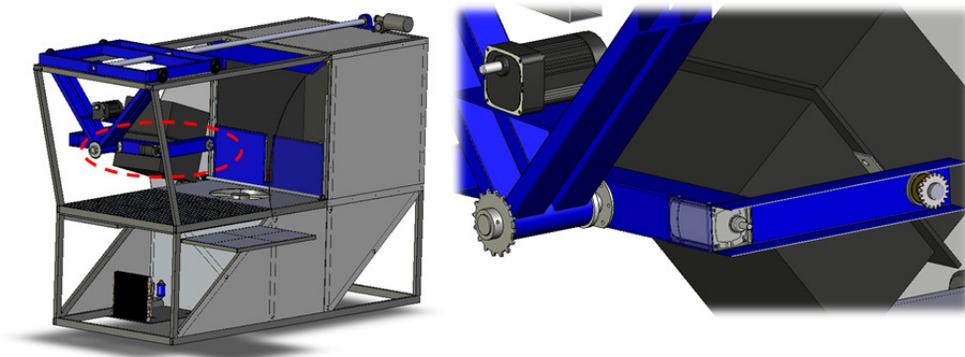
Gráfico 12. Posición del motor de la puerta.



El motor de la puerta del horno, va conectado a un eje que es el que va a generar la tensión en un cable, para que la puerta pueda subir y bajar.

Por recomendación del fabricante¹¹ el motor debe estar en posición horizontal, es decir, que el motorreductor no quede sobre la bobina. La transmisión de potencia se hará mediante un juego de piñones cónicos, ya que las rotaciones son ortogonales.

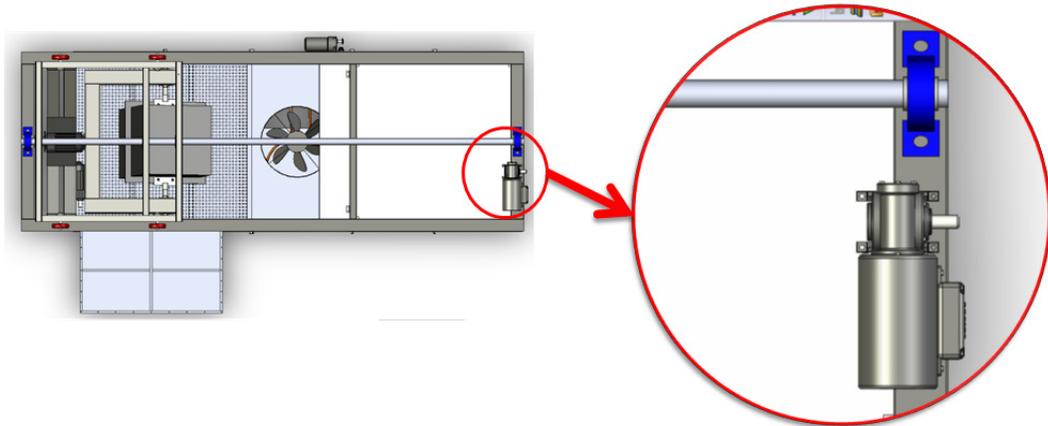
Gráfica 13. Posición de los motores de rotación X y Y.



Los motores "X y "Y" se emplean para transmitir rotación en dos sentidos al brazo del molde. La transmisión de potencia se logra por medio de cadena, como se puede ver en la gráfica 15. Uno de los motores está localizado dentro del brazo, ya que así se garantiza que no haya colisiones con la demás estructura.

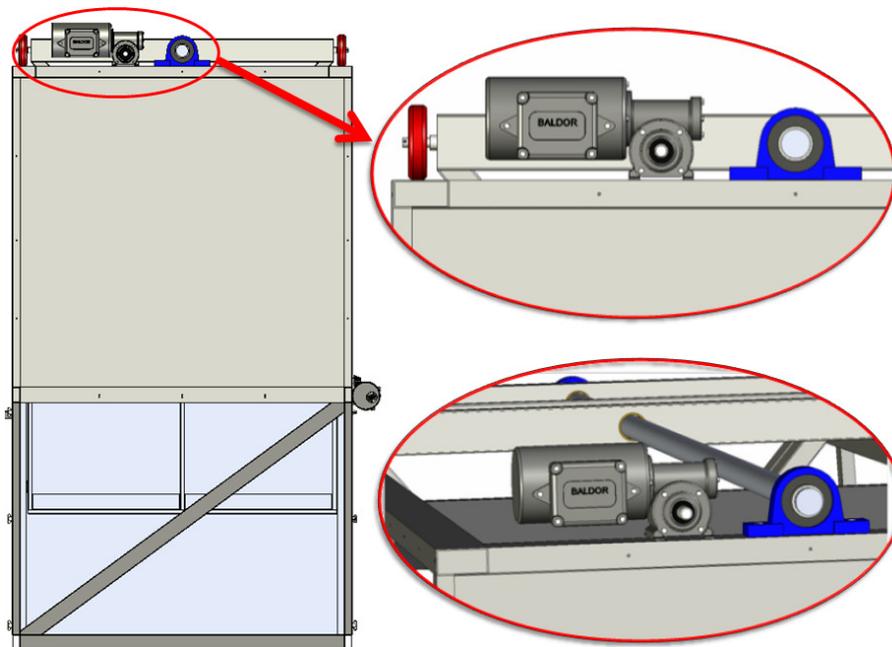
¹¹ Fabricante de motores eléctricos empleados para el funcionamiento de la máquina. www.baldor.com

Gráfica 14. Posición del motor del carro.



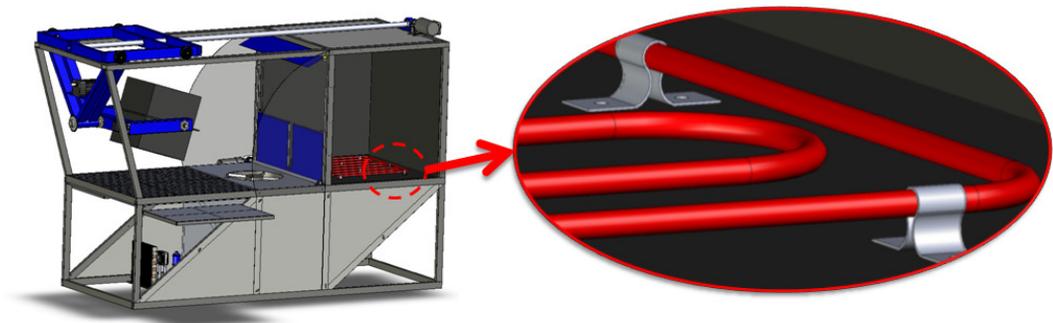
El eje del motor se encuentra en disposición paralela al tornillo de Arquímedes, de manera que para transmitir la potencia, se hace uso de cadena y sproket. El motor va sujeto a una placa que se encuentra en la parte superior del horno y en el extremo del chasis, de manera que el carro del molde no vaya a colisionar con él.

Gráfica 15. Posición del motor y tornillo del carro.



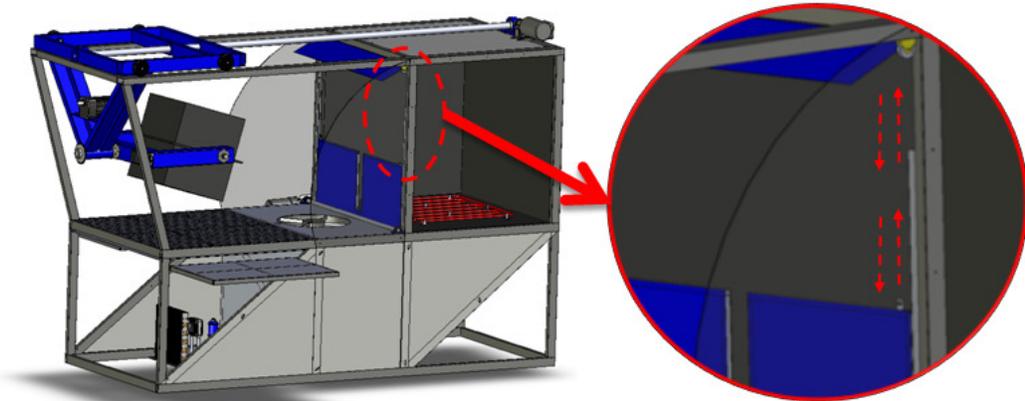
El sistema de transmisión del tornillo de Arquímedes está ubicado de manera segura para el operario, ya que al estar en la parte superior de la máquina, se minimizan los riesgos de accidente.

Gráfica 16. Soportes de las resistencias del horno.



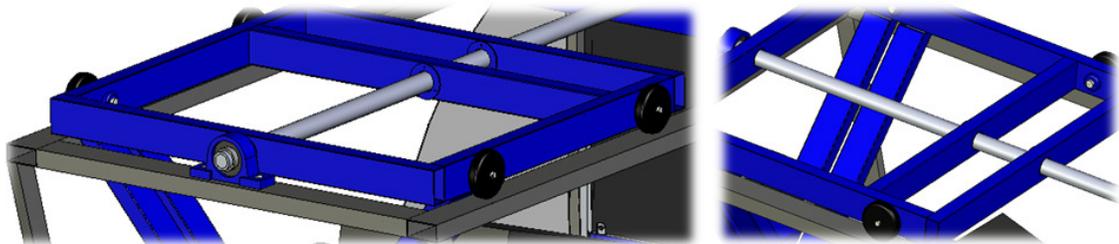
Son dos las resistencias del horno, y van ubicadas en la parte superior e inferior para una mejor distribución del calor. Cada resistencia será sujeta firmemente con una serie de soportes metálicos, los cuales son comerciales y fáciles de conseguir. Con estos soportes, se garantiza la firmeza de las resistencias y que haya una distancia entre éstas y la lámina.

Gráfica 17. Tracción de la puerta del horno.



La puerta del horno será movida en dirección vertical, por medio de la tensión de dos cables delgados. Estos cables pasan por un par de poleas que se encuentran en la parte superior por un tramo de 80cm. Éste es enrollado en un eje movido por un motor. Cada cable está conectado en el extremo de la puerta, para evitar movimientos desequilibrados y que ésta no se atasque.

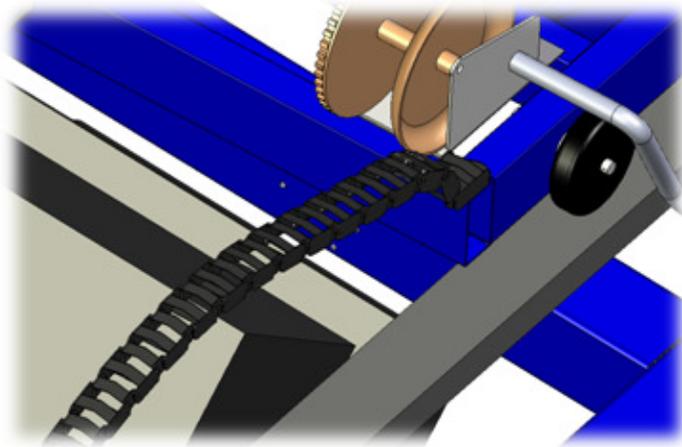
Gráfica 18. Sistema de tracción del carro.



Como se había mencionado anteriormente, el carro del molde es movido de manera lineal, gracias al tornillo de Arquímedez. Este tornillo atraviesa toda la

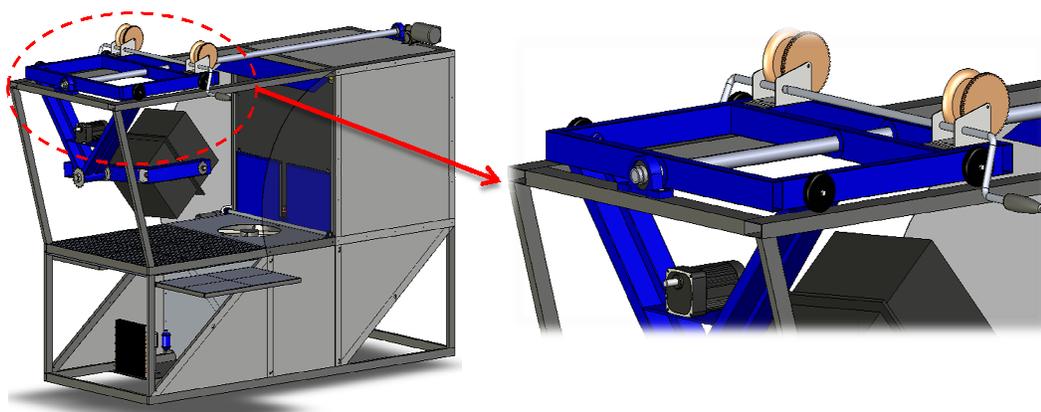
estructura del carro, pasando por un par de bujes roscados en cobre. Debido a que se maneja una velocidad tan pequeña, aproximadamente 90mm/seg, el desgaste de los las roscas no es significativo.

Gráfica 19. Guía para los cables de conexión.



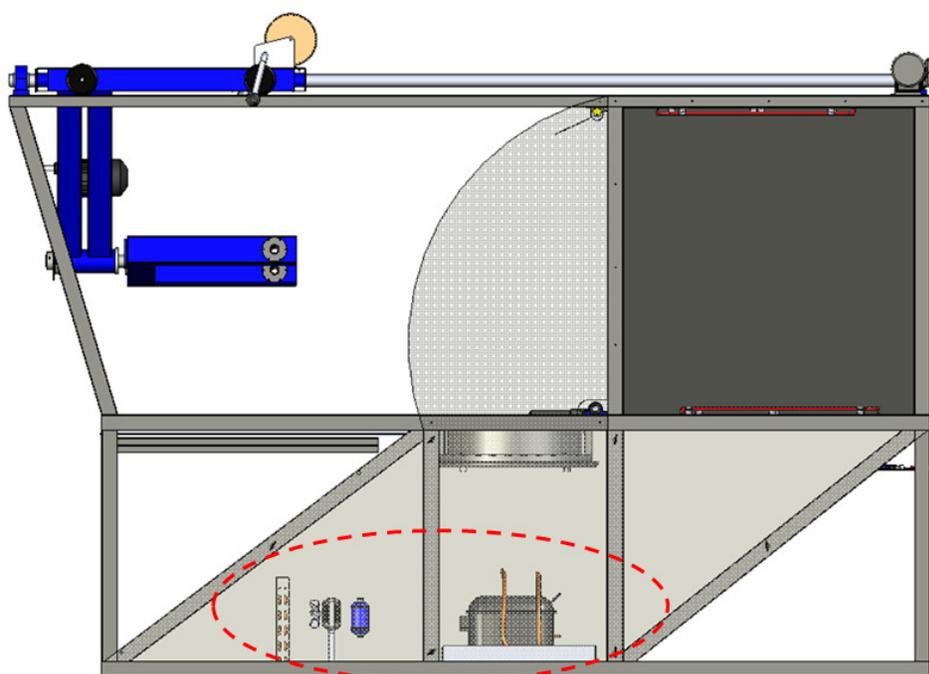
Los cables de conexión son guiados a través de una cadena plástica porta cables, la cual permite una flexibilidad en una sola dirección, debido al diseño de sus eslabones. Esta cadena protege y guía los cables de conexión de los motores del brazo y del carro.

Gráfica 20. Sistema de montaje del molde.



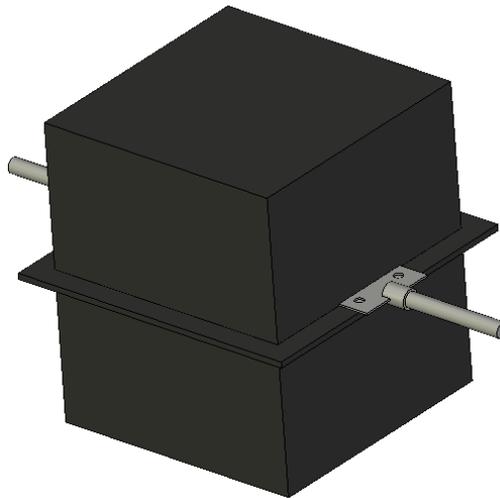
En la parte superior del carro se encuentran dos winches, que son los encargados de soportar el peso del molde luego de ser desmontado del brazo, los dos winches sujetan el molde por medio de dos cables, y suben y bajan gracias a un sistema de manivela, que es operado manualmente.

Gráfica 21. Unidad de condensación.



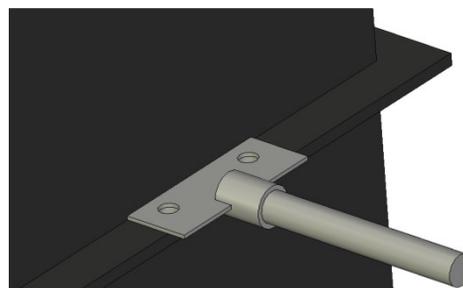
La unidad de condensación es la encargada generar el frio por medio del congelamiento del agua, para poder expulsar aire frio a través del extractor hacia el molde, y así lograr disminuir la temperatura del molde, luego de salir del horno.

Gráfica 22. Molde y sujeción.



Uno de los requerimientos más importantes del molde, es el flanche. Éste debe tener un ancho mínimo de 38.1mm y estar en todo el perímetro de la geometría. Como se muestra en la grafica 24, el molde va soportado por un par de ejes, los cuales a su vez son también soportados por el brazo.

Gráfica 23. Molde y ejes de sujeción.

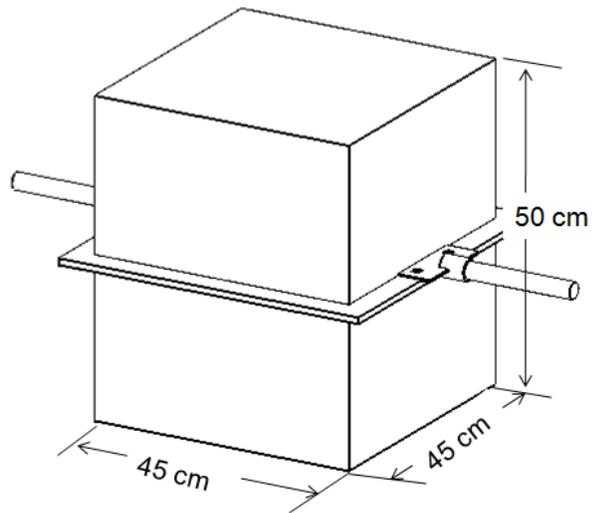


El flanche debe tener dos perforaciones en cada extremo, al igual que los ejes que lo soportan. En dichas perforaciones, descansan un par de tornillos de 5/8"-1½" UNC, logrando así una sujeción firme en el momento en que el molde rota.

Parámetros del molde:

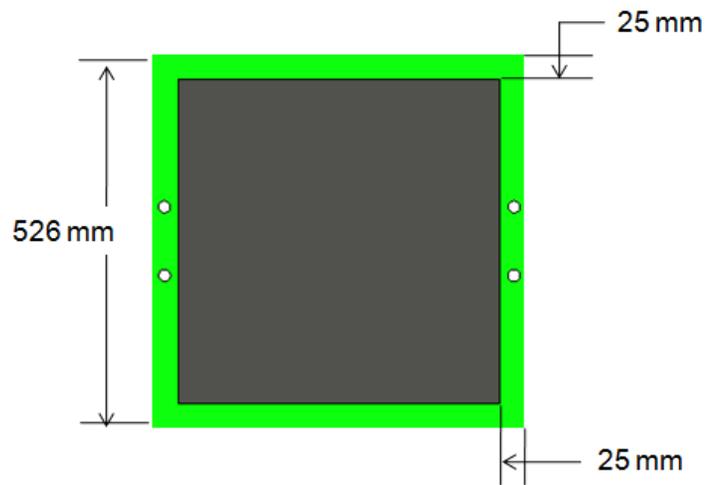
- Dimensiones máximas del molde

Gráfica 24. Dimensiones máximas del molde.



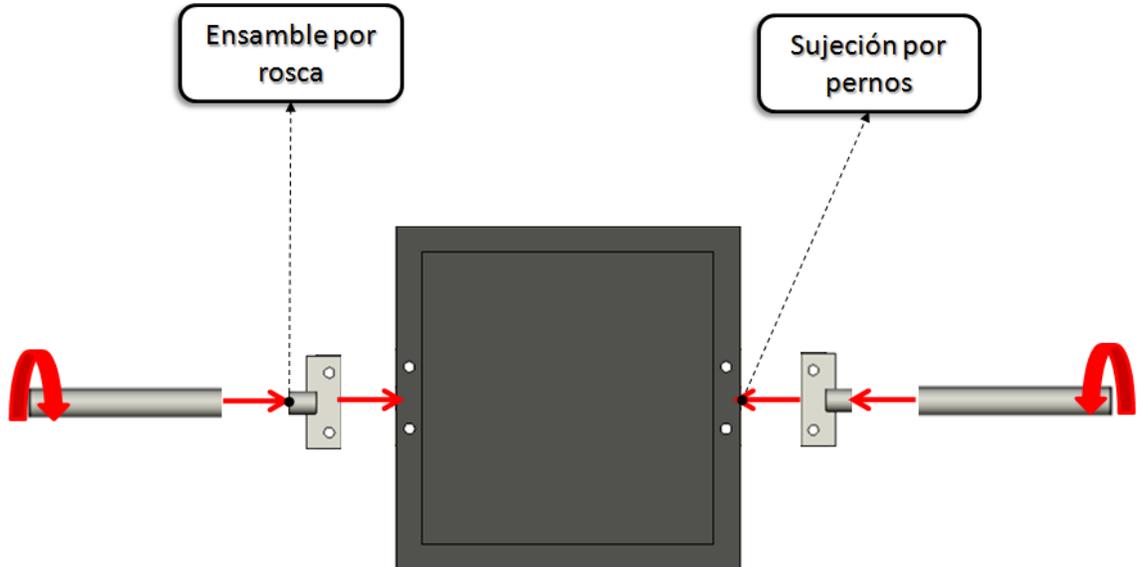
- Dimensión mínima flanche del molde

Gráfica 25. Flanche y dimensiones.

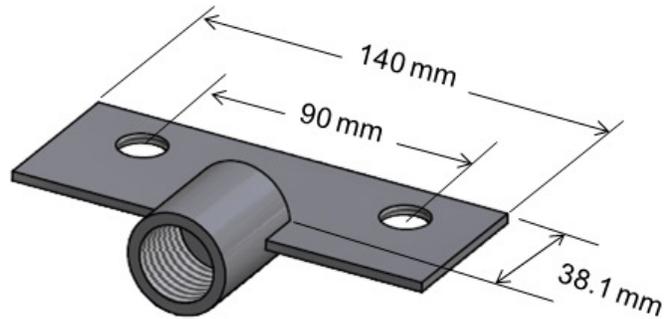


- Detalles del agarre

Gráfica 26. Ensamble de sistema de sujeción del molde.



Gráfica 27. Dimensiones generales de elemento sujetador del molde.

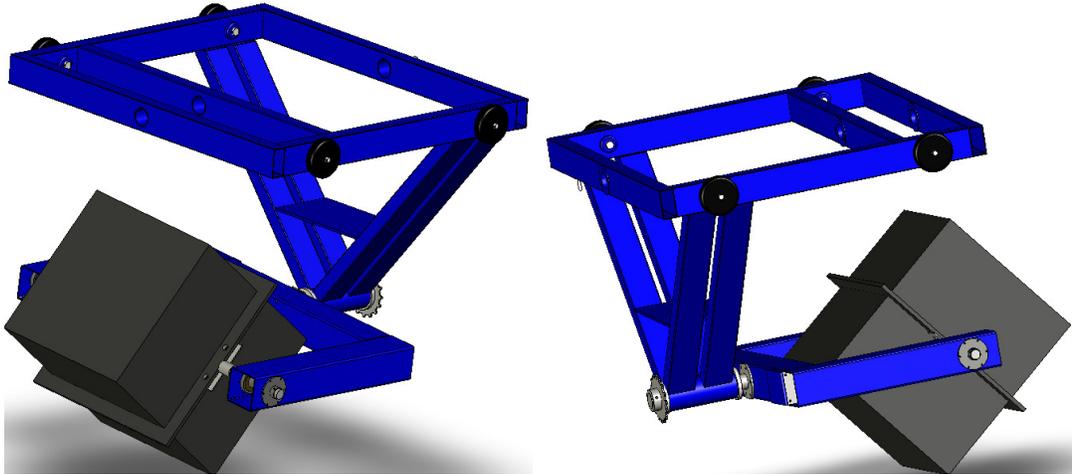


- peso máximo= 50Kg

Recomendaciones del molde:

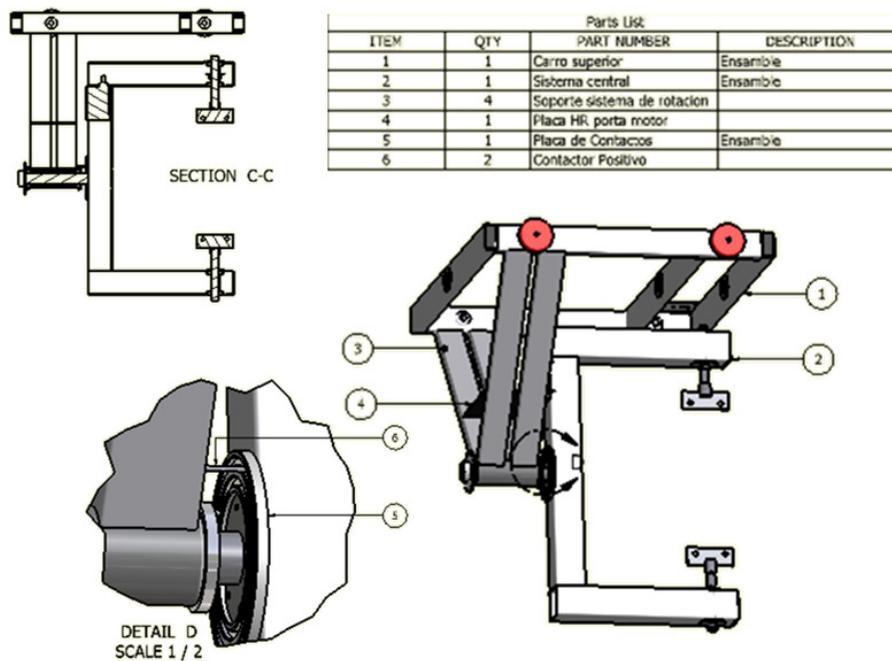
- Si el molde tiene un espesor de pared de 2mm, hay un mayor
- El molde optimiza el proceso, si está construido con un material que tenga un coeficiente de conductividad térmica que se encuentre entre $45\text{W/h}^{\circ}\text{C}$ - $55\text{W/h}^{\circ}\text{C}$.
- Se aconseja que el molde sea en lámina de acero, ya que el coeficiente de conductividad térmica es bueno ($47 - 58 \text{ W/ h}^{\circ}\text{C}$) y es mucho más económico que otros materiales como el aluminio.

Gráfica 28. Sistema de soporte del molde.



Ensamble entre carro, brazo y molde que conforman la unidad de traslación y rotación del molde.

Gráfica 29. Sistema de alimentación del motor del brazo.



Debido a que el motor de rotación Y se encuentra en el interior del brazo el que se y está sometido a rotación, tendrá un sistema de conexión eléctrico que permita dicha rotación sin afectar la unión entre los cables de alimentación y el motor. Este sistema de conexión consta de unos elementos metálicos (placa de contactos y contactor positivo) que garantiza el flujo constante de corriente sin ser afectado por la rotación.

11.2. Correcciones de sistemas

Con base en una retroalimentación del proceso de diseño, detectar posibles fallas en la máquina.

Durante el proceso de diseño de la maquina se evidenciaron diferentes aspectos que requerían de modificaciones. Estos cambios fueron realizados teniendo como base los conocimientos adquiridos en diseño de productos y textos de diseño de maquinas.

11.2.1. Análisis de sub-sistema para sujeción de molde.

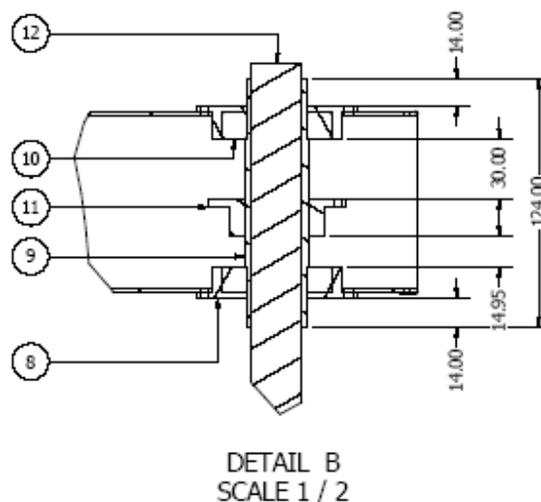
En el diseño inicial, se tenía pensado el uso de un mandril de torno, un elemento que permitiera el paso del eje portamolde y que al mismo tiempo permitiera la rotación del sistema.

Este sistema se rediseño debido a diferentes motivos, entre los cuales se pueden enumerar algunos como:

1. Piezas estándar de difícil consecución (por tamaño).
2. Complejidad del sistema para ubicarse en la máquina.
3. Ineficiencia del sistema.

Para solucionar esto, se diseñó un buje (9) que contuviera el eje portamoldes (12), el cual se fijará a este mediante el uso de prisioneros (3 a 120°). El buje está ubicado en la parte delantera del bazo portamoldes y su sujeción al mismo, se realiza mediante topes dados por rodamientos (10) los cuales están alojados en las tapas del brazo (8). Para dar rotación al sistema, se ubicó un sprocket (11) en el buje. (La lista de componentes anteriormente mencionada se puede apreciar en la grafica 30)

Gráfica 30. Detalle en vista de corte del sistema de rotación del brazo.

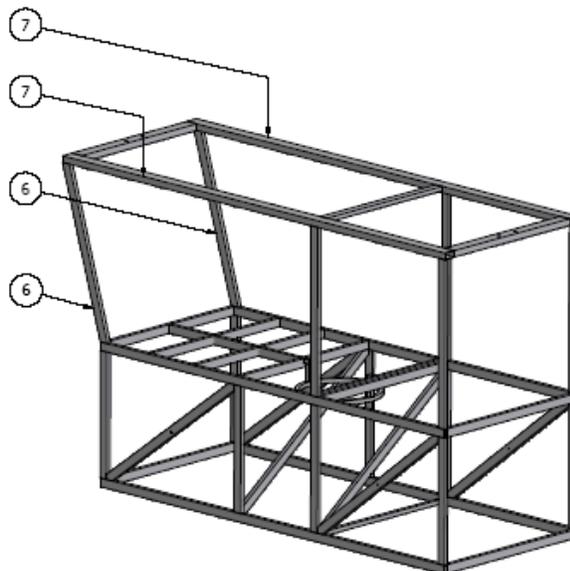


11.2.2. Análisis de estación de carga y descarga.

En el diseño inicial se plantea la forma del producto como una estructura de forma rectangular y además presenta desperdicio o sub-utilización del área de trabajo en la parte de inicio y fin del proceso.

Luego de analizar la situación encontrada, se procede a realizar diferentes propuestas, teniendo siempre como condiciones de entrada los requerimientos de funcionamiento y las dimensiones establecidas. De esta forma se decide realizar la modificación de los paraleles (6) de la estructura y darles a estos un ángulo que permita el aprovechamiento del área sub-utilizada, generando de esta forma una mejora en el proceso de carga y descarga. (Ver grafica 31)

Gráfica 31. Modificaciones en el chasis de la máquina.



Para agregar resistencia al modulo de carga y descarga se añadieron refuerzos en la estructura de la maquina, con el fin de evitar una posible deformación de la misma por acción del peso ejercido por el molde en esta zona.

|

11.3. Cálculos de ingeniería.

Cálculos de Transferencia de potencia y velocidad en los motores

Estos cálculos se realizaron con el objetivo de establecer las especificaciones técnicas necesarias de los motores que proveen rotación al molde y desplazamiento lineal al carro transportador y la puerta del horno. El criterio de selección de los motores se basa principalmente en la necesidad de unas revoluciones específicas para el funcionamiento de la máquina, las fuerzas necesarias se establecieron empleando las tablas de potencia proporcionadas por los fabricantes, por lo cual no se presentan las fuerzas mínimas de funcionamiento sino las fuerzas dadas por el fabricante que cumplen o exceden las necesarias para mover los componentes.

Motor del carro transportador y tornillo de Arquímedez

Para transportar el carro con el molde se estableció un tiempo de desplazamiento entre 15 y 18 segundos tras haber simulado el movimiento de este en el software CAD que se ajustaba a las necesidades de operatividad de la máquina con

respecto a la seguridad de los mecanismos y del usuario. El peso calculado también según la modelación fue de 104.25 kg que incluye el peso de la estructura del carro, el molde más pesado establecido para esta máquina y el peso de los motores.

La rotación del motor empleado se transmitirá al carro a través de un tornillo de Arquímedes¹².

(x) Longitud de desplazamiento del carro del molde = 1614mm

(t) Tiempo de desplazamiento = 18s

Para establecer la velocidad del motor se tiene:

$$v^{\circ} = x / t$$

$$v^{\circ} = 1614\text{mm} / 18\text{s}$$

$$v^{\circ} = 89.7 \text{ mm/s}$$

Al pasar la información a RPM y usando un sprocket de 40mm de diámetro se determina la especificación del motor. Se convierte la velocidad de mm/s a mm/min para realizar el cálculo.

¹² Tornillo de Arquímedes: se denomina también tornillo sin fin a una disposición que transmite el movimiento entre ejes que están en Angulo recto.

$$\text{rpm} = v / 2 * \pi * r$$

$$\text{rpm} = (5382\text{mm/min}) / (2 * 3,1416 * 20)$$

$$\text{rpm} = 42.85\text{rpm}$$

Para esta función se emplea entonces un motor de 1/3 Hp con reductor que da un torque de salida de 26Nm y que gira a 43 rpms. Para alcanzar las 43 rpms en el tornillo de Arquímedes se emplea una relación de sprocket de 1:3 para duplicar las revoluciones en el tornillo.

Se tiene:

$$\text{Revoluciones del motor} = 128.55\text{rpm}$$

$$\text{Torque} = 26\text{Nm}$$

$$\text{D. sproket del motor} = 40\text{mm}$$

$$\text{D. sproket del tornillo} = 15\text{mm}$$

$$\text{Paso del tornillo} = 40\text{mm}$$

El tornillo de Arquímedes se encarga de transmitir la velocidad y la fuerza en una relación de 1:1 al carro del molde.

Motores de los moldes

La rotación de los moldes en el proceso de rotomoldeo está entre los rangos de 1 a 20 rpms para las maquinas más rápidas¹³. Para este caso se emplean motores de 28 y 20 rpms de velocidad y con torques de 30.5Nm para la rotación en el eje x del molde y de 10,7Nm para la rotación en el eje Y. Estas fuerzas y velocidades se transmiten directamente al molde usando una relación de 1:1 entre los sproket.

Se tiene:

Rotación del eje x:

Revoluciones del motor = 28rpm

Torque = 30.5Nm

D. Sproket del motor = 50mm

D. sproket del molde = 50mm

Rotación del eje y:

Revoluciones del motor = 20rpm

Torque = 10,7Nm

¹³ Datos tomados de la página en internet de la empresa MOVIPLAS, fabricantes de maquinas de rotomoldeo. www.moviplas.mx

D. sproket del motor = 25mm

D. sproket del molde = 25mm

Motor de la puerta

El motor de la puerta transmite de igual manera la velocidad y la potencia en una relación de 1:1 usando piñones cónicos de igual magnitud, para luego convertir la rotación del motor a movimiento lineal usando un vástago que envuelve una línea que tira de la puerta del horno.

(x) Longitud de desplazamiento de la puerta del horno = 80mm

(m) Peso del carro transportador y molde = 5 kg

(t) Tiempo de recorrido de la puerta = 4s

Para establecer la velocidad del motor se tiene:

$$v = x / t$$

$$v = 80\text{mm} / 4\text{s}$$

$$v = 20\text{mm/s}$$

Al pasar la información a RPM y usando un piñón cónico de 25mm de diámetro se determina la especificación del motor. Se convierte la velocidad de mm/s a mm/min para realizar el cálculo.

$$Rpm = v / 2 \cdot \pi \cdot r$$

$$Rpm = (1200mm/min) / (2 * 3,1416 * 10)$$

$$Rpm = 19 \text{ rpm}$$

Para esta función se emplea un motor de 1/25 Hp con reductor que da un torque de salida de 9.1Nm y que gira a 27.7 rpms. Para alcanzar las 19.rpms necesarias en el vástago que tira de la puerta del horno, se usa una relación de 1:1,5 en los piñones para que la puerta alcance la velocidad de 20mm/s necesarios para abrir y cerrar la puerta en 4 segundos:

$$19rpm * 1,5 = 28,5rpm$$

Se obtiene que para abrir la puerta en 4 segundos necesitamos 28,5rpm, pero la especificación del fabricante es de 27,7rpm, por lo cual se ajusta el tiempo real de abertura usando estas revoluciones.

$$v = rpm * 2 * \pi * r$$

$$v = 27,7\text{rpm} * 2 * \pi * 10\text{mm}$$

$$v = 1740\text{mm/min}$$

Ahora se despeja el tiempo real, teniendo en cuenta que la velocidad se convierte de minutos a segundos:

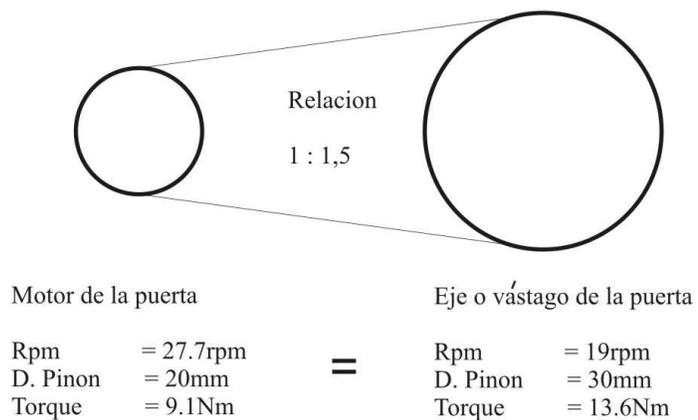
$$t = x / v$$

$$t = (80\text{mm}) / (29\text{mm/s})$$

$$t = 3\text{s}$$

Se obtiene que para que la puerta tarde 3 segundos en recorrer los 80mm de recorrido se necesita:

Gráfica 32. Relación entre los piñones de la puerta del horno.



Cálculos de caudal y enfriamiento de la estación de conformado

La estación de conformado tiene dos componentes que son el compresor y el extractor. Para determinar la capacidad de enfriamiento y caudal necesarios para que el molde alcance la temperatura ambiente de forma eficiente, se emplea el siguiente modelo de cálculo.

- **Caudal del extractor**

En este caso el caudal Q es la cantidad de aire que expulsa el extractor en un tiempo determinado. Este es expresado en metros cúbicos por segundo y se puede hallar con la siguiente fórmula:

$$Q = (\text{vol} * (R/h)) / 3600$$

Donde:

Q = Caudal de aire requerido y esta expresado en m³/seg.

vol = Volumen de la pieza a refrigerar (molde) y se expresa en m³.

R/h = Número de renovaciones por hora.

La pieza que se desea enfriar es el molde de mayor capacidad cúbica para la máquina, el cual se puede apreciar en la gráfica 24 que tiene un volumen de 0.091125 m³.

La cantidad de renovaciones de aire por hora que deseamos son 3600, es decir que cada segundo hay una renovación. Esto es porque se requiere retirar lo más rápidamente posible el calor del molde.

Entonces de esta manera el caudal necesario es el siguiente:

$$Q = (0.091125\text{m}^3 * 3600) / 3600\text{s}$$

$$Q = 0.091125 \text{ m}^3/\text{s}$$

Según este resultado se concluye que es más que suficiente un extractor de 18 pulgadas, ya que este proporciona un caudal de 2,95m³/s.

- **Capacidad de condensación de la unidad**

El aire que se envía al horno es enfriado previamente por una unidad de condensación que enfría un recipiente con agua con capacidad de 25lt a 0°C en un rango de 20 a 30 minutos. Esta capacidad se mide en Btu/h. Se necesitan 2 Btu/h para enfriar 1°F a 1 litro de agua para bajar 20lts y pasar de 68°F que

equivale a la temperatura ambiente a 32F que es el punto de congelación del agua.

$$2\text{bth/h} = 1\text{lt}$$

$$40\text{bth/h} = 20\text{lbs}$$

Ahora para bajar los 36 °F de diferencia lo multiplicamos por el número de btu/h.

Se obtiene que para enfriar 20lbs de agua unos 36°F en 1 hora se requieren 1440btu.

Para obtener un congelamiento del agua en la mitad del tiempo, se necesita duplicar la cantidad de btu a 2880Btu/h.

Ahora para determinar el equipo que produzca la btu/h necesaria usamos la siguiente formula suministrada por el proveedor en la cual los watts de potencia del condensador son convertidos en btu/h:

$$W * 3.412 = \text{Btu/h}$$

$$W = (2880\text{btu/h}) / 3.1412$$

$$W = 891\text{Watts}$$

Se concluye que es necesaria una unidad de condensación que consuma 891W para enfriar los 20lts de agua del tanque de enfriamiento en 30 minutos.

Transferencia de calor en el molde

Para realizar los cálculos de transferencia de calor se emplea la ley de Fourier. Primero se establece como parámetros o datos iniciales la máxima capacidad del molde para la máquina¹⁴, lo cual arroja un área total de cada cara de 202.5mm².

La temperatura para este caso es la máxima producida al interior del horno que es de 350C°. La lámina usada es de acero¹⁵ que posee coeficiente de conducción térmica de $\lambda = 45 \text{ W/m}^{\circ}\text{h}^{\circ}\text{C}$ y un calibre #14 de 1.95mm.

$$X = 1.95\text{mm}$$

$$A = 1215 \text{ mm}^2$$

$$T_1 = 350\text{C}^{\circ}$$

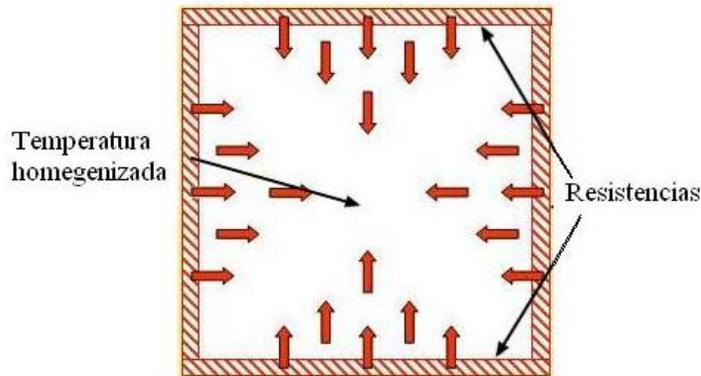
$$T_2 = 300\text{C}^{\circ}$$

$$\lambda = 45 \text{ W/m}^{\circ}\text{h}^{\circ}\text{C}$$

¹⁴ Ver gráfica 24, dimensiones máximas del molde

¹⁵ Ver tabla de conductividad térmica de materiales en la página:
http://www.fisicanet.com.ar/fisica/termodinamica/tb03_conductividad.php

Grafica 33. Esquema de funcionamiento del horno.



Se calcula el flujo de conductividad térmica Q/t , el cual es necesario para determinar las resistencia eléctrica que garanticen la temperatura en el rango de 0°C y 350°C en el área interior del horno que es de 1m^3 .

$$Q/t = \lambda * A * ((T1 - T2) / x)$$

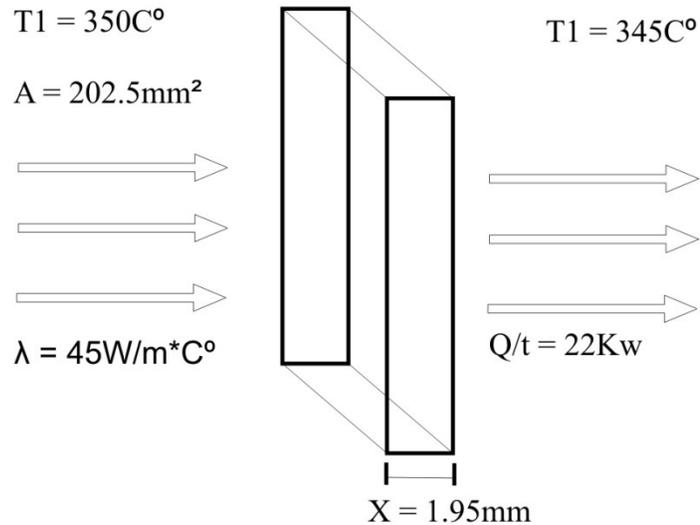
$$Q/t = (45\text{W/m}^{\circ}\text{K}) * (1.215 \text{ m}^2) * ((350^{\circ}\text{C} - 345^{\circ}\text{C}) / 0.002\text{m})$$

$$Q/t = 22\text{Kw}$$

Estos datos se envían a un proveedor de resistencias y hornos eléctricos¹⁶ quien recomienda emplear 2 resistencias eléctricas con un consumo de 8Kw.

¹⁶ Industrias Ovelma S.A. Fabricantes de hornos, resistencias y controles térmicos. www.ovelma.com

Grafica 34. Transferencia de calor en lámina de acero.



Cálculos de resistencias y termocupla

Para poder controlar la resistencia se usan tres componentes que son un pirómetro, una termocupla y la resistencia del horno. El pirómetro se encarga de regular la corriente de entrada a la resistencia del horno, pero para saber que potencia debe transmitirle es necesaria una termocupla que convierte la temperatura al interior del horno en resistencia eléctrica la cual el pirómetro puede comparar para limitar la corriente suministrada. La conversión de los datos de temperatura a resistencia de la termocupla se logra al emplear la siguiente fórmula:

$$R = a_1 * e^{(b_1/t)}$$

Donde a1 y b1 son constantes suministradas por la termocupla.

La resistencia necesaria para el funcionamiento del horno debe calentar 1m³ a 350C^o, para esto el proveedor sugiere usar una resistencia doble de tubo con un consumo de 8000watts que excede la capacidad calórica necesaria. Ahora el voltaje de entrada a la que opera el pirómetro es 220v, entonces usando la fórmula de la ley de watt se encuentra la corriente máxima necesaria que necesita el pirómetro para garantizar que el horno produzca mas de los 350°C necesarios en el proceso.

$$V = P / I$$

$$220v = 8000W * I$$

$$I = 36.36A$$

Y la resistencia eléctrica producida por el horno usando la ley de ohm es:

$$V = I * R$$

$$R = V / I$$

$$R = 220v / 36,36A$$

Gracias a este dato se concluye que los fusibles breakers usados en la protección de la máquina proveen 40A de seguridad basados en los 36.36A que consume el horno, ya que este es el componente que más corriente consume.

Enfriamiento del molde

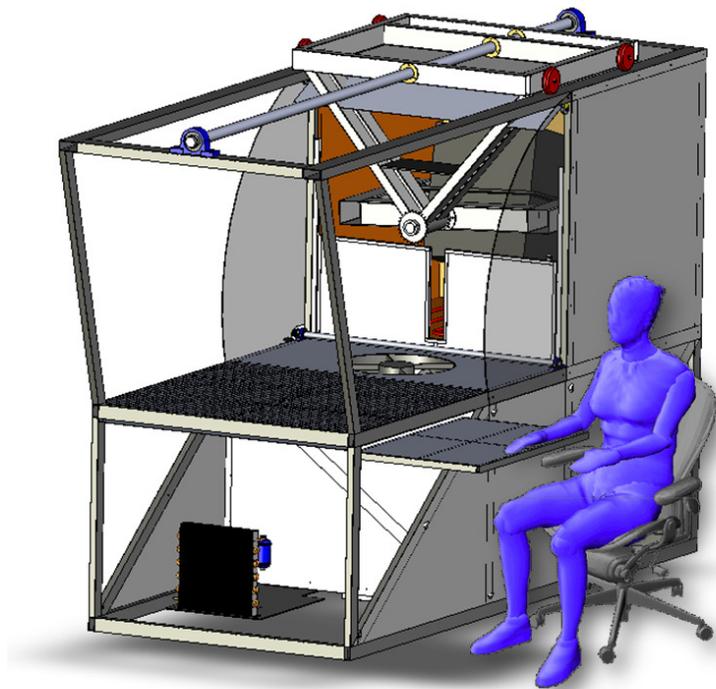
Según las pruebas de enfriamiento con aire direccionado¹⁷ se estableció un tiempo de 5 minutos para el ciclo de conformado. Este tiempo asegura el enfriamiento del molde gracias al chorro de aire frío lanzado desde el condensador por el extractor.

¹⁷ Ver página 116, Pruebas de validación del sistema.

12. RELACIÓN HOMBRE MÁQUINA

Describe toda forma de interacción humana con la máquina, es decir relación de tamaños, posición de los componentes principales, colores, elementos móviles, usos, entre otros.

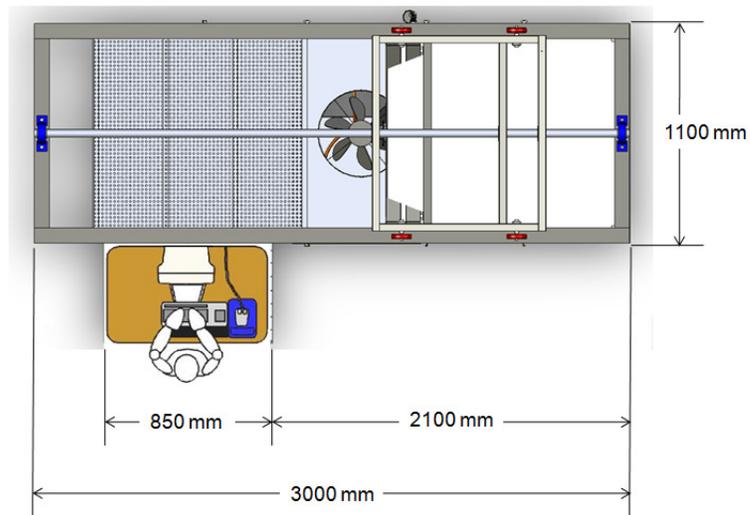
Gráfica 35. Ubicación del usuario en vista isométrica.



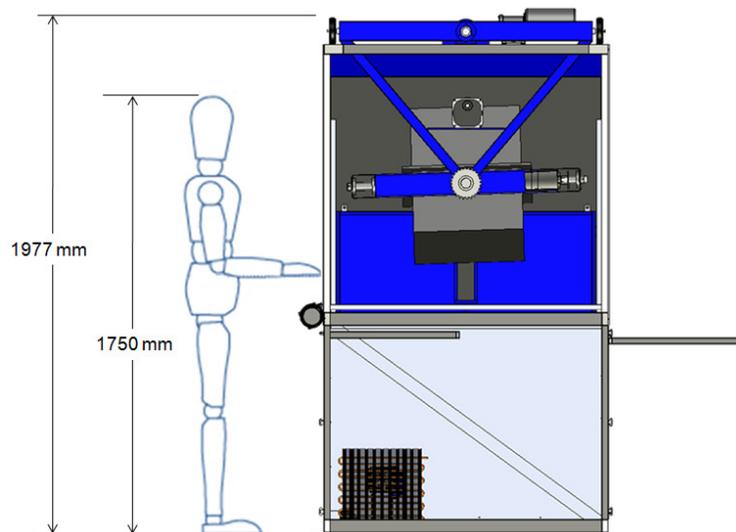
La máquina dispone de una mesa de control de 85cm x 50cm para el operario, allí se encuentra toda clase de elementos para controlar de manera rápida y efectiva todo el proceso. El proceso se controla principalmente por computador, pero en caso de emergencia, también se tiene un variador, un pirómetro y un botón de

parada. También cuenta con protectores laterales en acrílico para la protección del operario, en caso de que el extractor lance algún cuerpo extraño.

Gráfica 36. Ubicación del usuario en vista superior.

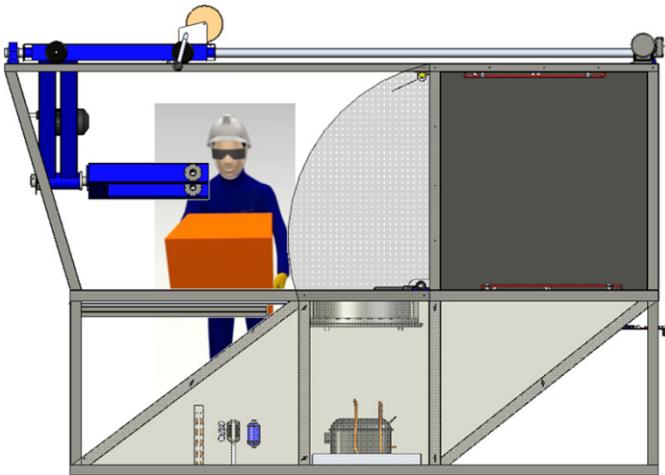


Gráfica 37. Ubicación del usuario en vista frontal.

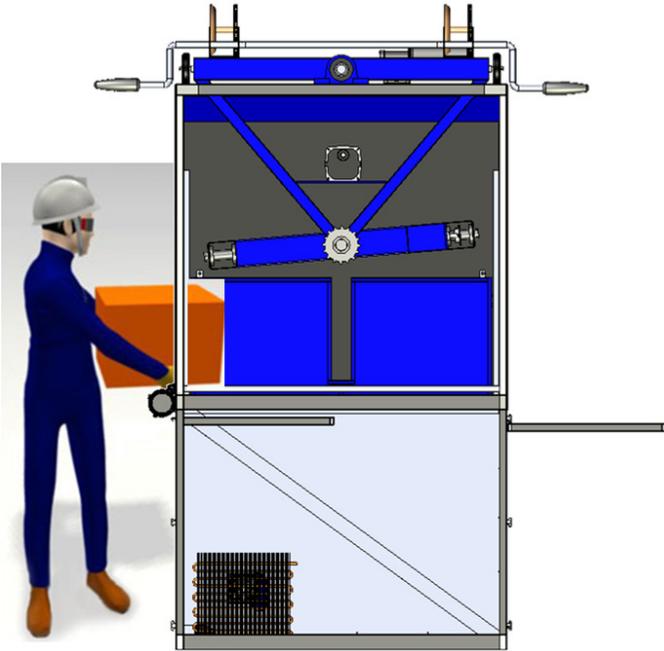


La altura total de la máquina es de 1.80m y la altura de la superficie de montaje del molde es de 80cm.

Gráfica 38. Posición para montaje del molde en vista lateral.



Gráfica 39. Posición para montaje del molde en vista frontal.



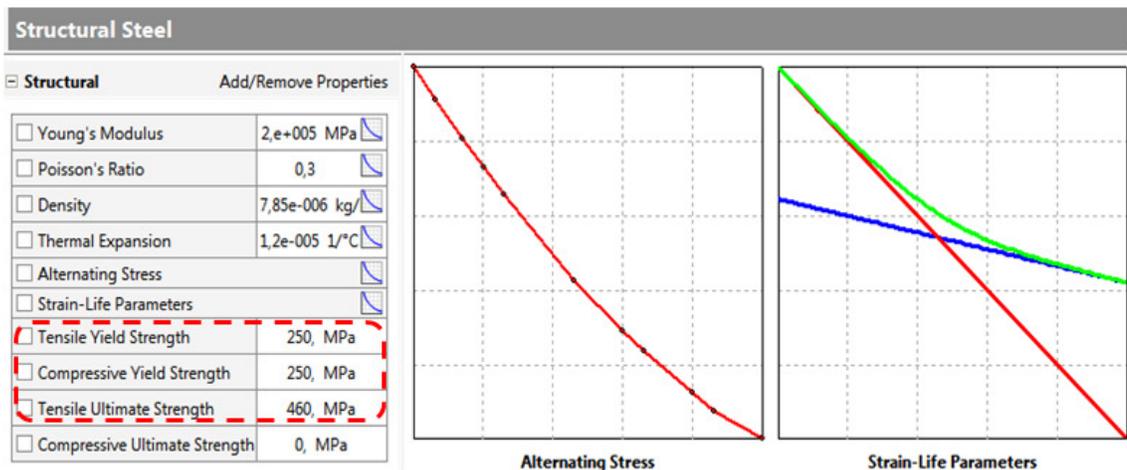
El montaje del molde se realiza por el lado lateral de la máquina. En la parte superior del carro, se encuentran dos winches, que soportan el peso del molde, con el objetivo de proteger el usuario de posibles accidentes.

13. ANALISIS ESTRUCTURAL

13.1. Análisis de elementos finitos

La herramienta de elementos finitos, permite determinar el comportamiento de los cuerpos sometidos a cargas o a condiciones de esfuerzos. Para este análisis se utilizó el programa ANSYS workbench versión 11. Inicialmente se determinó las diferencias entre perfilarías comerciales, es decir, cuales son las ventajas de emplear tubería circular, rectangular o cuadrada. El análisis se le realizó a uno de los componentes principales de la máquina, que es el brazo que soporta el molde. Como este fue un análisis inicial, no es demás aclarar, que el diseño del brazo analizado, no es el definitivo, pero fue determinante a la hora de decidir, cual es el tipo de tubería más conveniente.

Tabla 6. Propiedades del acero estructural.



En este análisis el dato de mayor importancia es el tensile yield strength¹⁸ (límite de elasticidad) que se puede ver en la tabla 6, ya que en teoría es el que determina la resistencia máxima del acero estructural sin que ocurra una deformación plástica o permanente. Si se supera el valor de este límite de elasticidad, quiere decir que en teoría la pieza sufriría algún cambio en su forma y que sería necesario reconsiderar el diseño y/o el material en el que está concebida.

Este análisis inicial del brazo, es con el fin de determinar el perfil de tubería más conveniente para el diseño y construcción de la máquina. Aquí no es de gran importancia la magnitud de la carga, pero sí lo es, que todos los perfiles estén bajo las mismas condiciones.

El siguiente análisis emplea los siguientes parámetros:

- Tres tipos de perfiles (circular, cuadrado y rectangular).
- Cinco medidas diferentes (3", 3" x 3", 3" x 1" /1/2 y 1" x 3/4").
- Carga aplicada de 500N en cada extremo.

¹⁸ Tensile Yield Strength: Es la tensión máxima que un material elástico puede soportar sin sufrir deformaciones permanentes. Si se aplican tensiones superiores a este límite, el material experimenta deformaciones permanentes y no recupera su forma original al retirar las cargas.

Imagen 1. Análisis a sección circular de 3" calibre 18

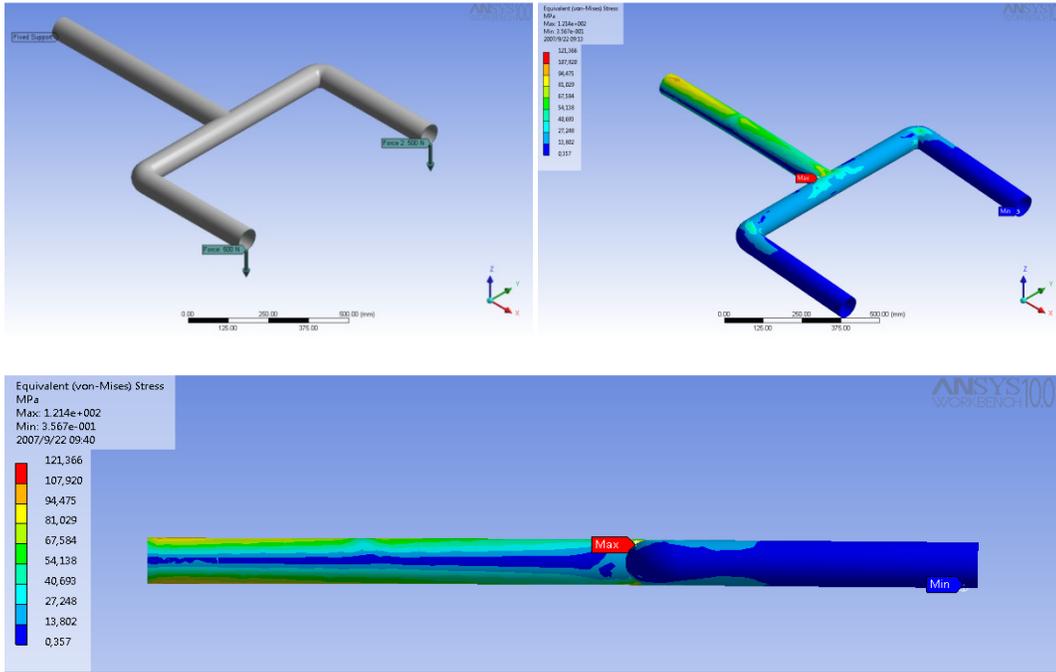


Imagen 2. Análisis a sección de 3"x 3" calibre 18

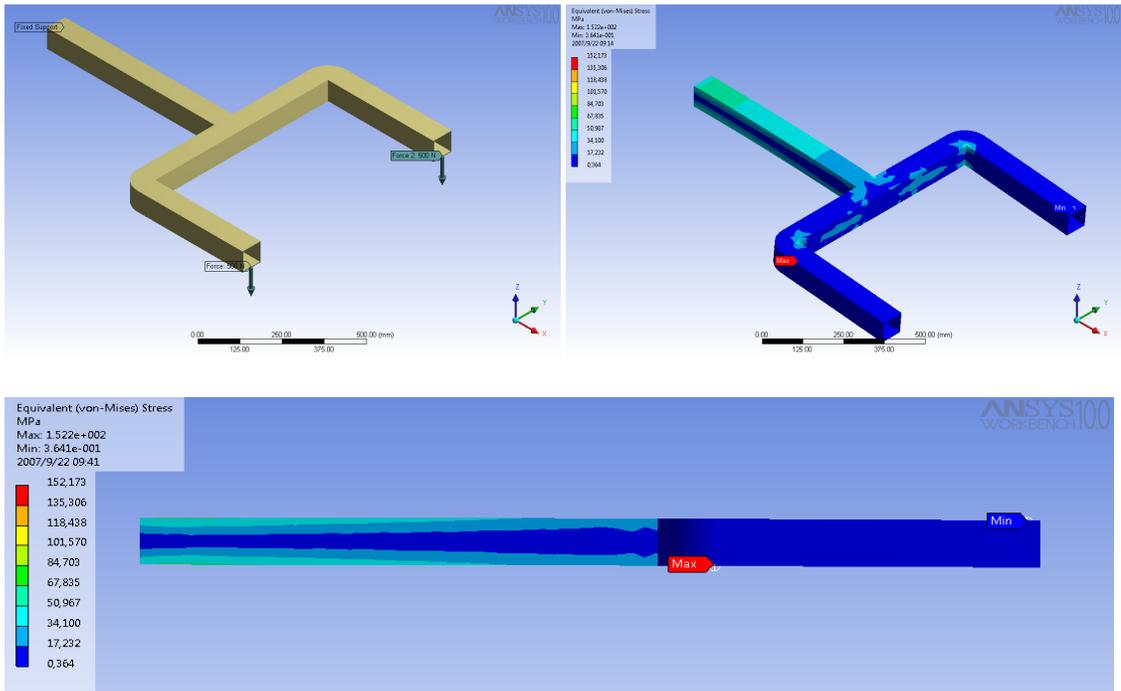


Imagen 3. Análisis a sección de 3"x1" calibre 18

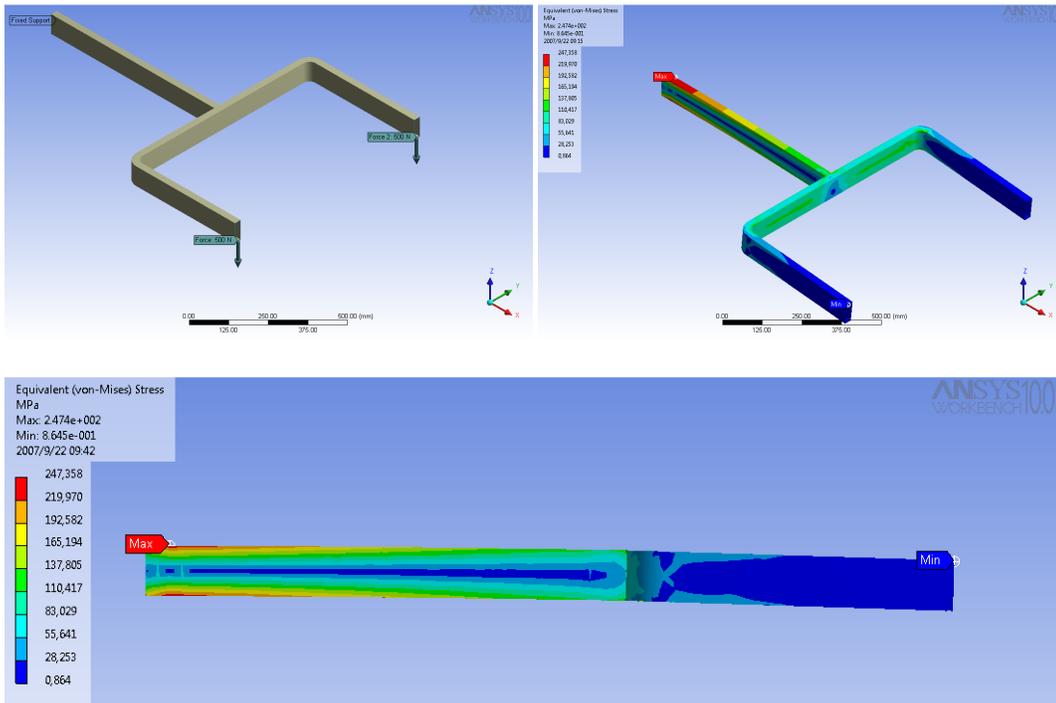


Imagen 4. Análisis a sección circular de 1/2" calibre 18

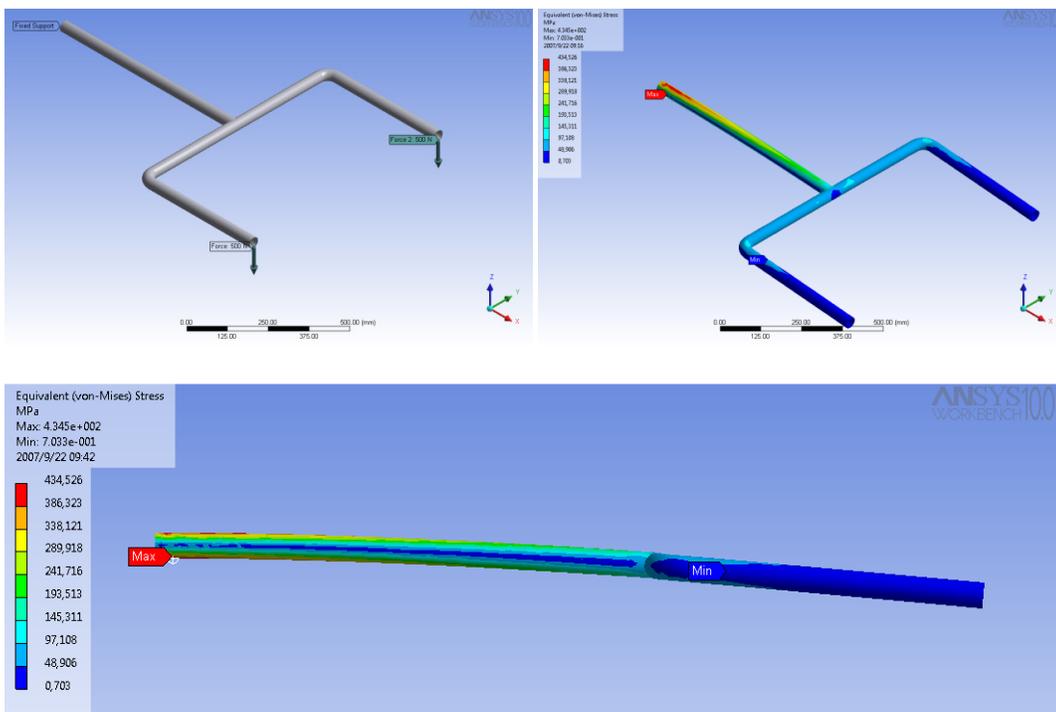
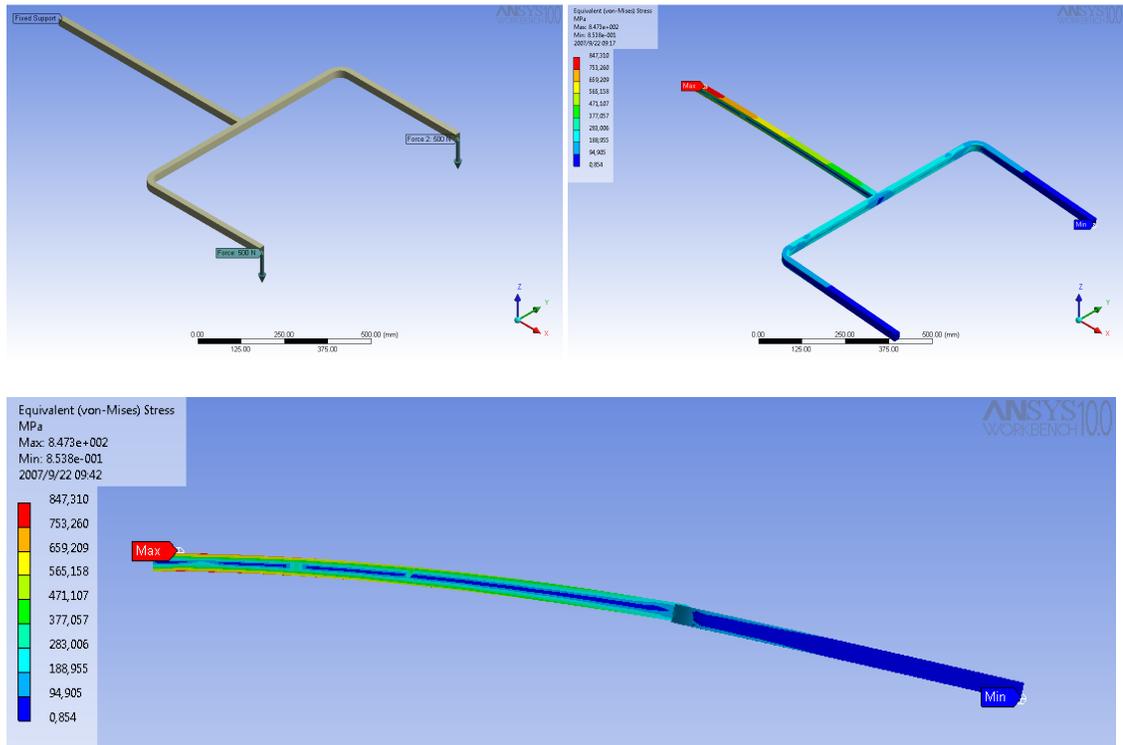
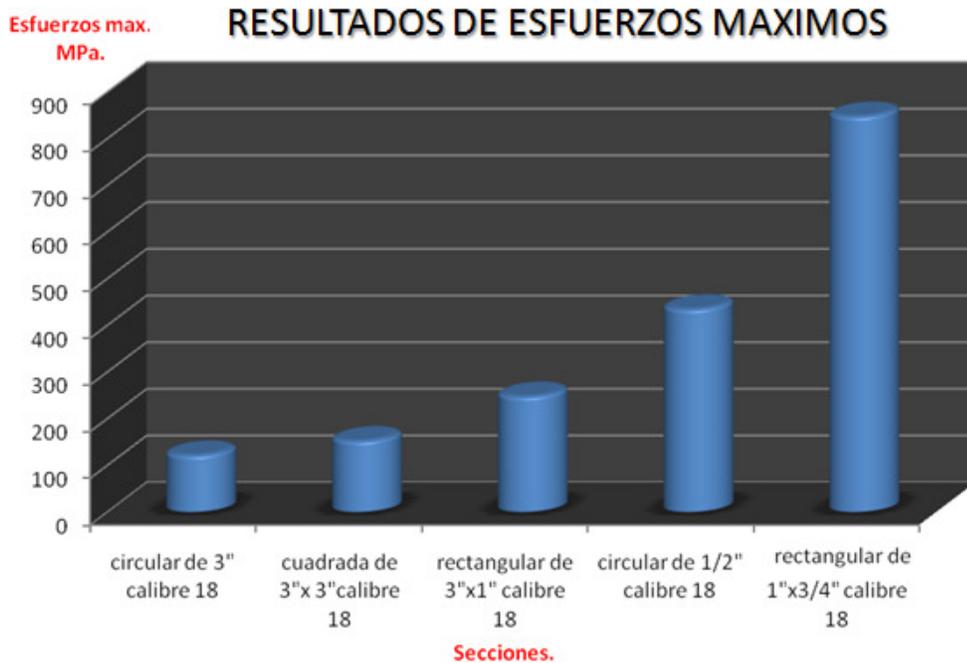


Imagen 5. Análisis a sección rectangular de 1"x3/4" calibre 18



Este análisis arroja unos resultados que muestran que la tubería con mejor desempeño es la circular, por encima de la rectangular y la cuadrada. Ni la tubería circular de 3" ni la rectangular de 3" x 3", superan los 250 MPa de esfuerzo máximo, que es el límite de elasticidad, entonces estaría bien, emplear cualquiera de estas dos tuberías.

Grafica 40. Resultados del análisis realizado a tubería estructural.



Para este proyecto es más conveniente emplear la tubería rectangular, ya que se garantiza la resistencia a las cargas aplicadas sin que ocurra una deformación y facilita a diferencia de la circular, aspectos como soldaduras, cortes, ángulos, maquinados, ensambles entre otros.

Luego de tener el diseño final, es importante determinar los componentes de la máquina que estarían sometidos a grandes esfuerzos, con ayuda del análisis de elementos finitos se puede dar una idea del comportamiento de estos elementos en condiciones hipotéticas, es decir, se determina una carga y se aplica de manera consecuente con el funcionamiento de dicha máquina. Es importante decir, que estas cargas en lo posible, sean mayores a las cargas reales, ya que

así implícitamente se está teniendo en cuenta un factor de seguridad y se minimizan posibles errores tanto de software como humanos, siempre y cuando el entorno este bien creado. En este caso el factor de seguridad es de aproximadamente 4, ya que el peso máximo real del molde (según el PDS) es de 50 Kg y la fuerza aplicada en la plataforma workbench ha sido de 2000N (200Kgf).

A partir del diseño final, se considera que los dos componentes más críticos a la hora de hablar de cargas y esfuerzos, son el chasis principal y el brazo que soporta el molde. El chasis en la parte superior sostiene el carro que transporta el molde, el cual va a estar en movimiento continuamente y que unido al molde puede tener un peso aproximado de 80Kg (dato estimado con la ayuda de un software modelador)

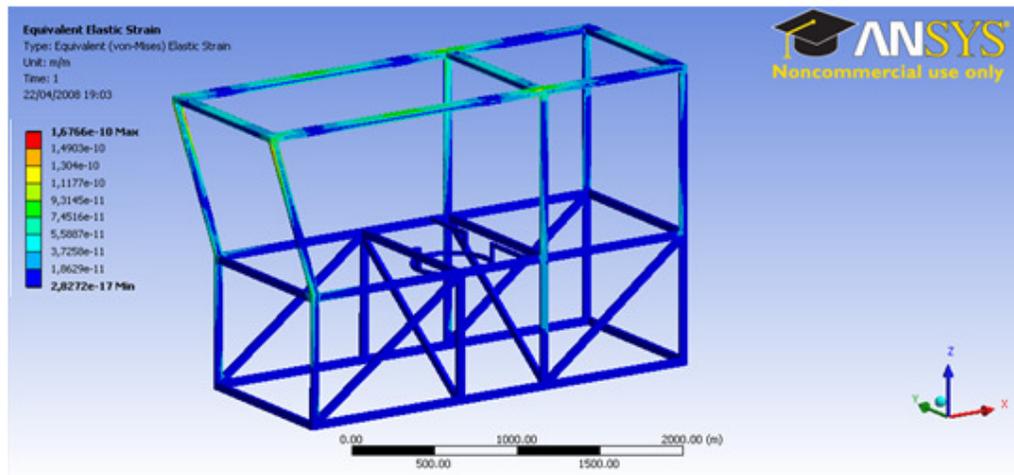
El brazo estará sometido a un torque continuo, generado por el peso del molde que es aproximadamente 50Kg. Se describe como torque debido a que en un extremo estará fijo y sujetado por la horquilla del carro, y en el otro extremo, soporta el peso del molde; entonces lo más probable es que en caso que el brazo falle, ésta ocurrirá en la parte fija.

A continuación se describe el análisis realizado al chasis principal y al brazo del molde, ya que como se menciono anteriormente, son los dos componentes críticos.

Variables del análisis:

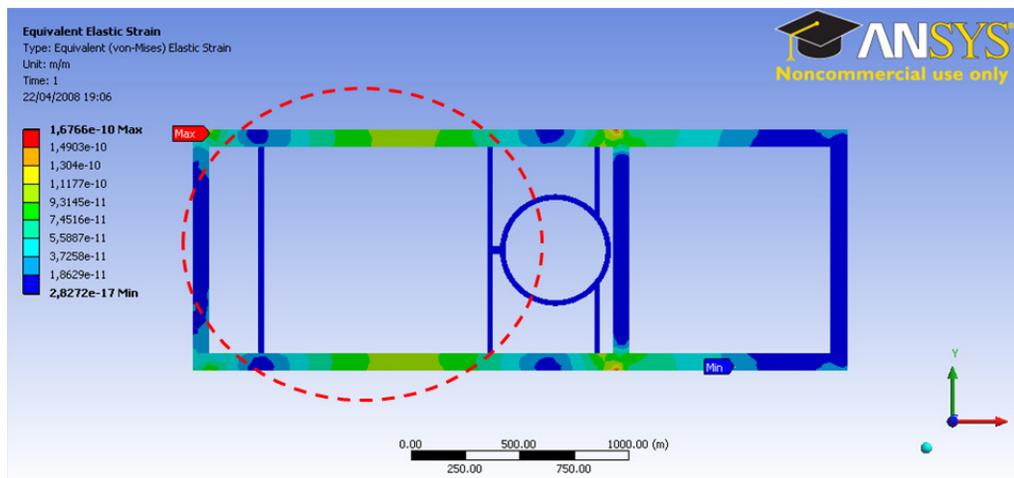
- Carga aplicada al chasis = 2000 N (en dirección Z negativo).
- Aplicación de carga en el chasis, en la parte superior.
- Aplicación de restricción de movimiento al chasis, en la parte inferior (restricción en todos los grados de libertad).
- Carga aplicada al brazo= 1000 N en cada extremo (en dirección Y negativo).
- Aplicación de carga en el brazo, en ambos extremos de la tubería cuadrada.
- Aplicación de restricción de movimiento al brazo, en el extremo del eje de rotación (restricción en 5 grados de libertad, bajo condiciones radiales y hay libertad de rotación en Z).

Imagen 6. Vista en perspectiva de esfuerzos y deformaciones del chasis.



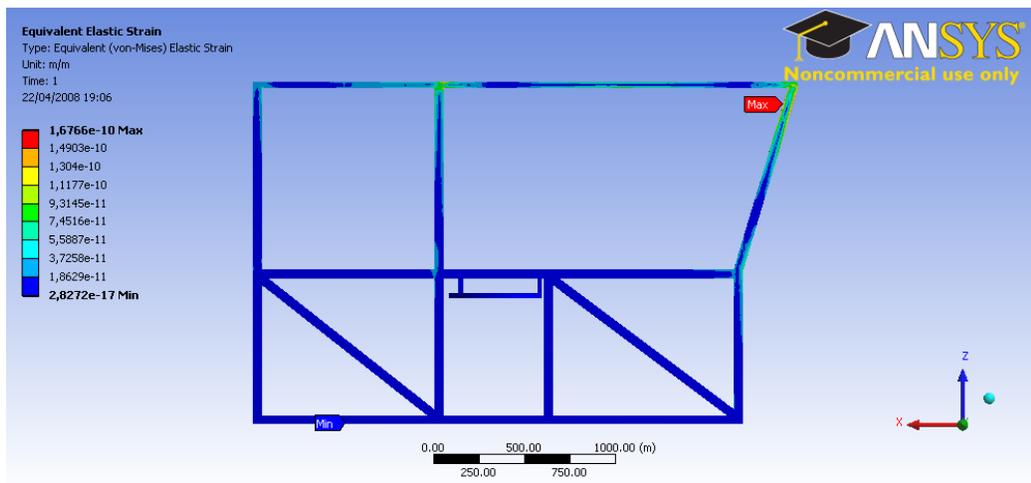
Como se ve en la imagen 6, el esfuerzo máximo es de $1,6766 \times 10^{-10}$ y el límite elástico que soporta el material (acero estructural) es de 250 MPa, de manera que el chasis resiste perfectamente la carga aplicada sin deformaciones permanentes.

Imagen 7. Vista superior de esfuerzos y deformaciones del chasis.



La carga es absorbida principalmente por el tramo en donde no hay columnas, entonces en esta parte del chasis es donde hay más deformación, siendo ésta despreciable, ya que es tan pequeña que no es necesario tomarla en cuenta.

Imagen 8. Vista lateral de esfuerzos y deformaciones del chasis.



Como se puede ver en la imagen 8, la parte inferior del chasis no sufre cambios significativos en términos de deformaciones y esfuerzos.

Imagen 9. Brazo del molde.

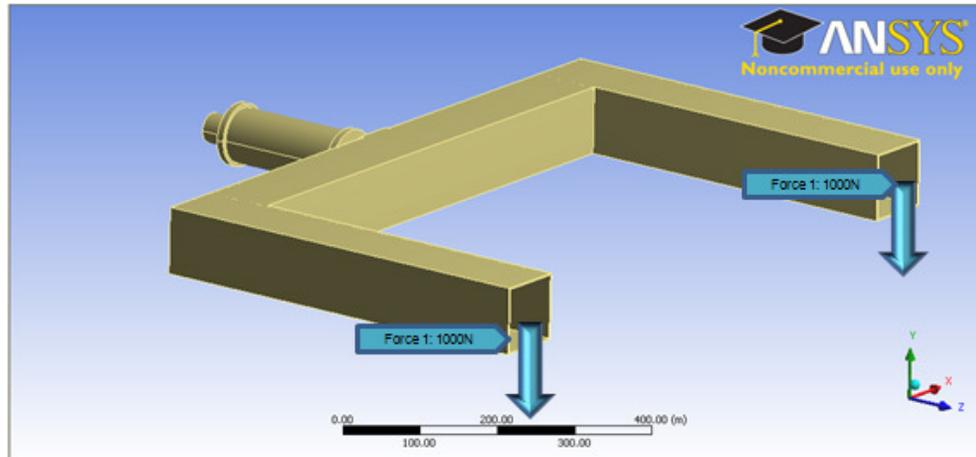


Imagen 10. Esfuerzos y deformaciones del brazo del molde.

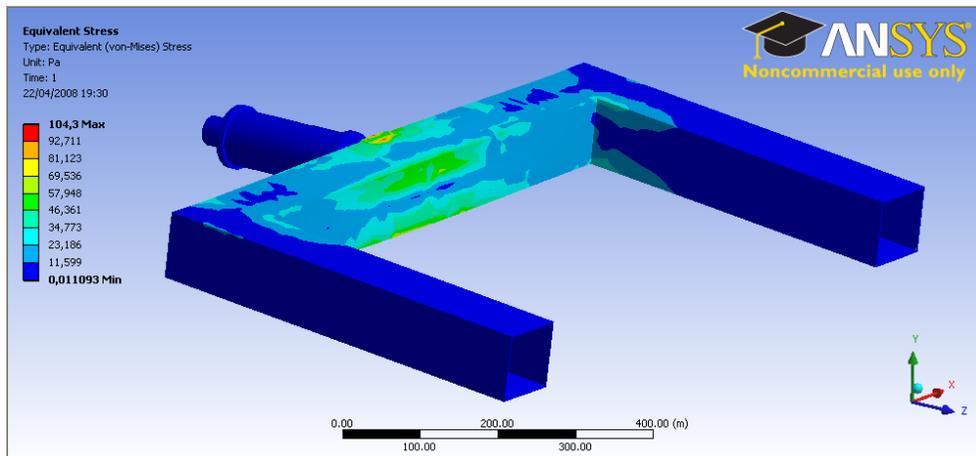


Imagen 11. Vista superior de esfuerzos y deformaciones del brazo del molde.

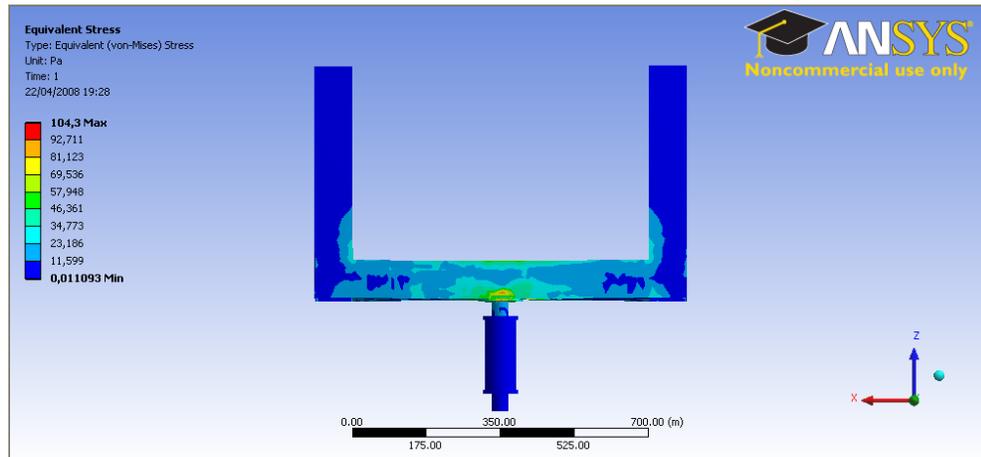


Imagen 12. Vista lateral de esfuerzo y deformación del brazo del molde.

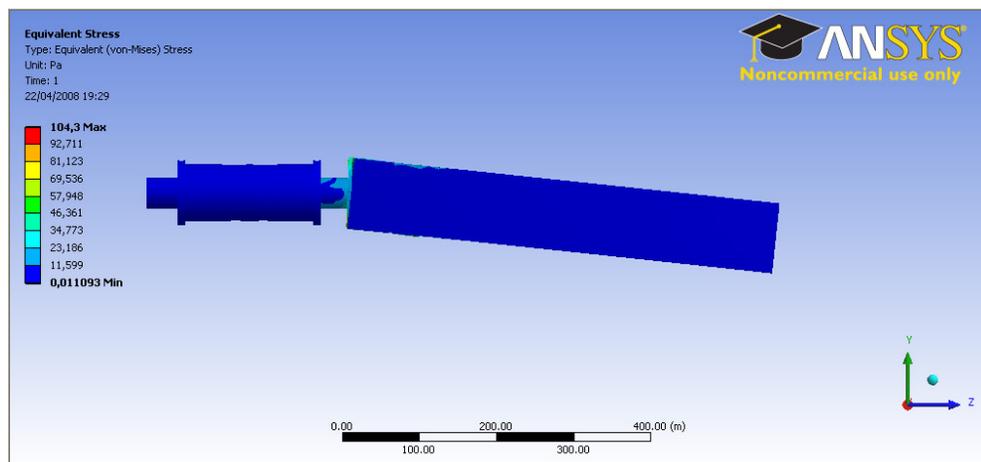


Tabla 7. Resultados de análisis del chasis y del brazo del molde.

ELEMENTO	ESFUERZO MAX. (Pa)	ESFUERZO MIN. (Pa)
Chasis	1,6766 e -10	2,8272 e -17
Brazo sujetador del molde	104,30	1,1093 e -003

Ninguno de estos elementos supera la región elástica (250 MPa), así que lo más probable es que en la realidad no haya inconvenientes en cuanto a la resistencia. Hay que aclarar que esto no es definitivo, y que a la hora de materializar la máquina y de someterla a pruebas de carga, se requieran modificaciones.

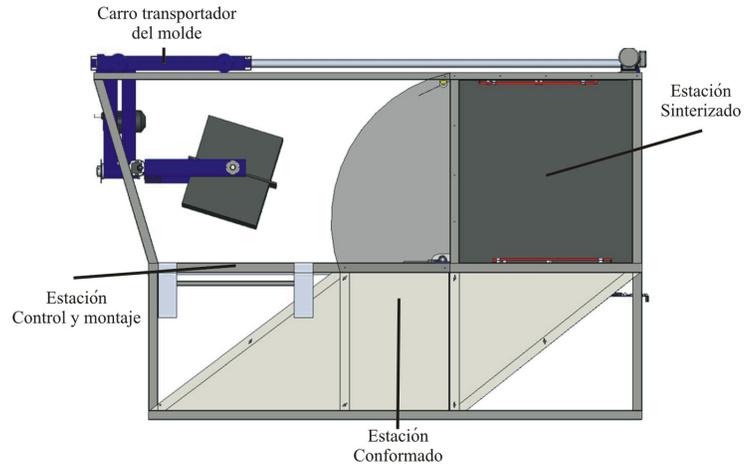
14. CONFIGURACION DEL SISTEMA (Software, Hardware y conexiones)

Para el desarrollo básico de la máquina se emplea una configuración horizontal y lineal muy similar a los mecanismos encontrados en las máquinas tipo Shuttle¹⁹, a partir de los resultados positivos de funcionalidad, accesibilidad y costos de estas hallados en la investigación de antecedentes y PDS.

La configuración funcional de la maquina de rotomoldeo se divide en 4 subsistemas que son: estación de control y montajes, estación de conformado, estación de sinterizado y carro de traslación del molde.

¹⁹ Shuttle: máquinas de rotomoldeo que se caracterizan por desplazar el molde horizontalmente por las diferentes fases del proceso en línea recta hasta un extremo donde se encuentra el horno de sinterizado y pasando por una fase de conformado.

Gráfica 41. Distribución de sistemas en la máquina



Para el desarrollo del mapa de funcionamiento necesario para describir la ruta que llevara el programa controlador de los diferentes motores, sensores y diversos componentes de la rotomoldeadora.

14.1 Componentes de hardware

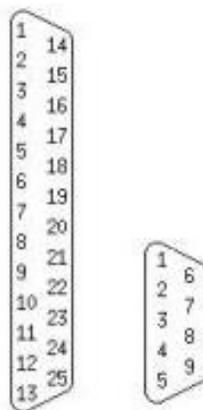
14.1.1. Estación de control y montaje

PC controlador: Para controlar la función de la máquina de rotomoldeo se emplea un PC laptop con sistema operativo Windows XPSP2 que usa *Labview*²⁰ para programar y controlar los componentes y funciones de la maquina de rotomoldeo. Las entradas y salidas se envían y reciben a través de los puertos paralelo (LPT) y seriales (COM1 - COM2 - COM3) del PC como se ve en la gráfica

²⁰ Natonal instruments Labview 7: Software de programación grafica empleado para diseñar controles para un sistema físico (mecanismo eléctricos comúnmente) desde una interfaz predeterminada por el programador. El programa empleado cuenta con licencia a nombre de la universidad EAFIT.

34, el puerto paralelo envía y recibe 5v por lo cual, todos los componentes de la board que estén controlados o envíen información a través del puerto paralelo, funcionaran al mismo voltaje. Para controlar los variadores de frecuencia y el pirometro se usan 3 puertos paralelos. En caso que el PC solo posea un solo puerto serial es necesario convertir los puertos usb en seriales usando un convertidor y asignando la dirección del puerto en el administrador del hardware del PC.

Gráfica 42. Distribución de pines de puerto paralelo (izquierda) y serial (derecha)



Las salidas del programa controlador están distribuidas de la siguiente manera en el puerto paralelo (LPT):

Pin 2 = Arranque Mz

Pin 3 = Arranque Mw

Pin 4 = Arranque Eº

Pin 5 = Arranque Rº

Pin 6 = Sentido de Giro Mz

Pin 7 = Sentido de Giro Mw

Pin 8 = Variador Mx

Pin 9 = Variador My

Las entradas del programa controlador están distribuidas de la siguiente manera en el puerto paralelo (LPT):

Pin 10 = Sensor E

Pin 11 = Sensor Mz

Pin 12 = Sensor Mw

Las salidas del controlador para el horno están distribuidas de la siguiente manera en el puerto serial 1 (COM1):

Pin 3 = Control pirómetro

Las entradas del controlador para el horno están distribuidas de la siguiente manera en el puerto serial 1 (COM2):

Pin 2 = Datos pirómetro

Las salidas del variador de frecuencia para Mx están distribuidas de la siguiente manera en el puerto serial 2 (COM2):

Pin 3 = Control Variador Vx

Las entradas del variador de frecuencia para Mx están distribuidas de la siguiente manera en el puerto serial 2 (COM2):

Pin 2 = Datos Variador Vx

Las salidas del variador de frecuencia para My están distribuidas de la siguiente manera en el puerto serial 3 (COM3):

Pin 3 = Control Variador Vy

Las entradas del variador de frecuencia para My están distribuidas de la siguiente manera en el puerto serial 3 (COM3):

Pin 2 = Datos Variador Vy

Tomas de energía: Tomas de corriente alterna a 220v la cual va a la board principal donde controla su voltaje para ser distribuida a todos los componentes eléctricos y electrónicos. Los componentes como motores, resistencias, extractor y unidad de condensación funciona a 220v, excepto el motor de la puerta que funciona a 110v, los demás elementos de control como reles, microswitches y sensores funcionan a 5v, para ello se usa un rectificador de voltaje que convierte 110v a 5v.

Sensor de posición (Sz): Este sensor está compuesto de 2 microswitches (*Mz1* y *Mz2*), uno sobre la estación de montaje y otro sobre el horno. La función de este sensor es la de detectar en que momento el carro transportador del molde se posiciona sobre los extremos de la maquina para que el programa controlador sepa en que momento debe apagar y encender el motor, así como cambiarle el sentido de giro.

Botón parada de emergencia (B1): Permite el paso de corriente directamente de los tomas de energía a la board, si el botón esta en posición *Off* la máquina no funcionara en lo absoluto al cortarse todo suministro de energía.

Caja de fusibles: Caja con 2 breakers o fusibles para corriente alterna que se ubican entre las tomas de energía alterna y la board principal. En caso que ocurra un exceso de corriente que pueda comprometer el funcionamiento de los

componentes electrónicos, este fusible cumplirá la misma función del botón parada de emergencia (*B1*). La protección que ofrecen es de 40A.

Board principal: Tarjeta en la cual se encuentran los diferentes puertos de comunicación y control entre el PC (*LabView*) y todos los componentes electrónicos y mecanismos eléctricos de la máquina, también aquí se distribuye la energía eléctrica controlada y no controlada. Los componentes de la board son los siguientes:

Tabla 8. Componentes de la board.

Nombre de pieza	Cantidad
Rele	6
Transistor	5
Microswitch	5
Fusible	2
Termocupla	1
Board	1
Borneras	16x2
Resistencias	14
Botón parada	1
Cable serial	2
Cable Paralelo	1
Terminal paralela	1
Cable conductor tarjeta circuitos	2m x 2
Cable conductor energía	5m x 3
Regulador 5v	1

14.1. 2. Estación de conformado

Unidad de condensación (C^o): La función del condensador es la de bajar la temperatura del agua contenida bajo la estación de conformada para hacer mas rápido y eficiente el enfriamiento del aire que es lanzado por el extractor hacia el molde. Este compresor funciona a 220v. Para ver todas las especificaciones técnicas del compresor, referirse al anexo 5, especificaciones técnicas de partes.

Extractor de aire (E^o): La función del extractor es la de enviar un chorro de aire enfriado previamente por el condensador hacia el molde, justo después de salir del horno para realizar el proceso de enfriamiento del molde y conformado de la pieza. El extractor funciona a 220v, su tiempo de funcionamiento es constante y quedo establecido en 5 minutos²¹. Para ver todas las especificaciones técnicas del extractor, referirse al anexo 5, especificaciones técnicas de partes.

Sensor de posición (Se): Microswitch ubicado sobre el extractor. La función de este sensor es la de detectar en que momento el carro transportador del molde se posiciona sobre la estación de conformado para notificar al programa controlador cuando apagar y encender el motor del carro transportador y poder iniciar el ciclo de enfriamiento y conformado.

14.1.3. Estación de sinterizado

²¹ Ver anexo 6, ensayos y pruebas: Tiempo establecido en pruebas y experimentos de enfriamiento con aire direccionado.

Resistencias (R°): Resistencias eléctricas para horno industrial tipo tubular, con capacidad para producir hasta 350°C en 1m³, el control y monitoreo de la resistencia y su temperatura se realiza a través del uso del pirometro y la termocupla del horno. Para ver todas las especificaciones técnicas de la resistencia, referirse al anexo 5, especificaciones técnicas de partes.

Sensor puerta horno (Sw): Este sensor esta compuesto de 2 microswitches (Sw1 y Sw2), uno sobre la puerta del horno y otro en la parte inferior del horno en la base de la maquina. La función de este sensor es la de detectar en que momento la puerta del horno esta completamente cerrada o abierta para que el programa controlador sepa en que momento debe apagar y encender el motor, así como cambiarle el sentido de giro.

Pirómetro (P°): Hardware de control industrial encargado de regular la resistencia del horno. Posee un panel frontal en el cual se puede ingresar la temperatura en grados °C de forma manual, también se puede ingresar la temperatura desde la interface del labview ya que posee un puerto de comunicación tipo serial a través del cual se envía un código binario que interpreta el pirómetro. Otra de las funciones de este componente es la de comparar la temperatura interna del horno con la temperatura ingresada, esto lo hace a través de una termocupla que envía una señal de resistencia que el pirometro interpreta y envía a labview. Para ver todas las especificaciones técnicas del pirómetro, referirse al anexo 5, especificaciones técnicas de partes.

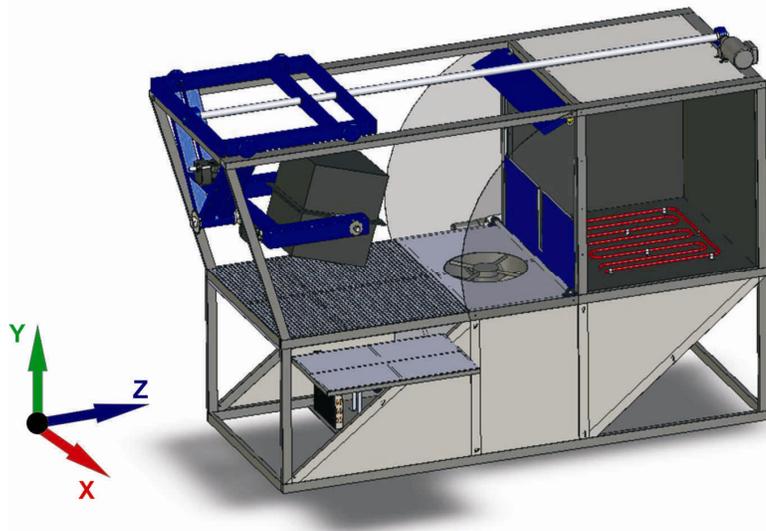
Motor puerta (*Mw*): Motor AC, cuya función es la de abrir y cerrar las puertas del horno, trabaja a 110v y posee una fuerza de 1/25 hp. Para ver todas las especificaciones técnicas del motor, referirse al anexo 5, especificaciones técnicas de partes.

14.1.4. Carro transportador del molde

Motor traslación del carro (*Mz*): Motor tipo AC, cuya función es la de trasladar el carro transportador del molde, trabaja a 220v y posee una fuerza de 1/4 hp. Para ver todas las especificaciones técnicas del motor, referirse al anexo 5, especificaciones técnicas de partes.

Motor rotacional del molde (*My*): Motor AC de 3 fases, cuya función es la de rotar el soporte del molde en dirección **y** de la coordenadas de la maquina y en sentido horario. Las rpms son variables, esto se logra al usar el variador de frecuencia *Vy* y podrán ser reguladas entre 0 rpm – 28 rpm desde el panel de control del variador según los requerimientos que necesite cada molde. Para ver todas las especificaciones técnicas del motor, referirse al anexo 5, especificaciones técnicas de partes.

Gráfica 43. Sistema coordenado de la máquina



Motor rotacional del molde (M_x): Motor AC, cuya función es la de rotar el soporte del molde en dirección x de la coordenadas de la máquina y en sentido horario. Las rpms son variable, esto se logra al usar el variador de frecuencia V_x y pueden ser reguladas entre 0 rpm – 28 rpm desde el panel de control del variador según los requerimientos que necesite cada molde. Para ver todas las especificaciones técnicas del motor, referirse al anexo 5, especificaciones técnicas de partes.

Variador de frecuencia (V_x y V_y): Hardware tipo PLC²² cuya función es la de regular las rpms de los motores del molde, esto se logra variando el voltaje y la frecuencia de la corriente de entrada de los motores y deriva en el cambio de velocidades y giro en los mismos. El variador posee una interface de entrada para ser controlado desde *Labview* usando un código binario enviado través del puerto

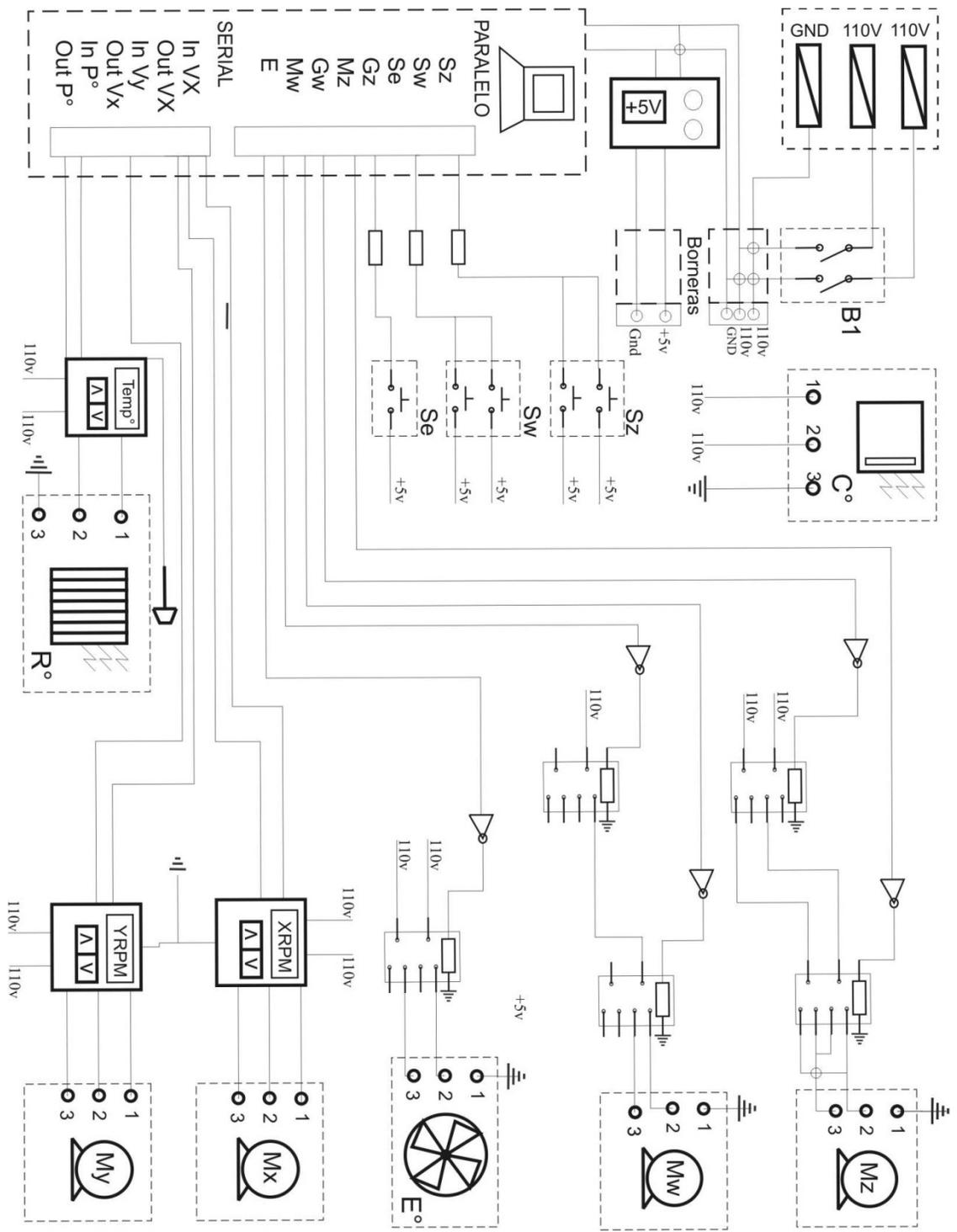
²² PLC (Programmable logic controller) Controladores industriales usados para automatizar y maniobrar componentes electromecánicos.

serial (COM2 – COM3). Para ver todas las especificaciones técnicas del motor, referirse al anexo 5, especificaciones técnicas de partes.

14.2. Plano de conexiones

El siguiente gráfico muestra la distribución y conexión de todos los componentes del hardware de la máquina y sus interfaces de comunicación con el PC controlador.

Grafica 44. Plano de conexiones



14.3. Controladores desde software labview.

Control de temperatura de las resistencias (*P^{gr}*): Case numérico del programa controlador, el usuario debe ingresar la temperatura entre 80°C y 350°C para que el programa establezca usando una conversión binaria²³, la resistencia necesaria para que el pirómetro controle la resistencia del horno. La conversión de los datos de temperatura a resistencia se realiza usando la siguiente fórmula, teniendo en cuenta que la relación entre la resistencia y la temperatura no es lineal sino exponencial.

$$R = A * e^{\frac{B}{T}}$$

Donde A y B son constantes que dependen de la termocupla.

Entrar datos (*Ok-DATA*): Al oprimir esta orden el programa realiza las siguientes acciones:

- Establece el tiempo que estarán encendidas las resistencias durante el proceso de sinterizado del material una vez el molde haya ingresado al horno y este haya alcanzado la temperatura establecida.
- Establece la resistencia necesaria para que el horno alcance la temperatura establecida por el usuario, luego el programa enciende la resistencias y

²³ Protocolo de conversión y envío de datos entre el PC y el pirometro a través del puerto serial.

espera por la orden de inicio del ciclo por parte del usuario y que simultáneamente el horno alcance la temperatura esperada para que arranque el ciclo. La temperatura del horno se mide a través de de la termocupla T° .

- Establece las revoluciones de los motores de rotación del molde al enviar la información por código binario desde el PC hasta los variadores de frecuencia de los motores.

Iniciar (*Iniciar*): La función de esta orden es permitir que arranque el ciclo de funcionamiento de la máquina, esta orden se cumple si y solo si la termocupla ha registrado la temperatura establecida por el usuario para el horno ($P \gamma = T \gamma$).

Reset (*Reset*): La función de esta orden, es la de abrir un mini-programa en labview, que se encarga de llevar los componentes de la máquina a su posición inicial, en caso de una parada de emergencia o un corte de energía.

Tiempo de sinterizado (*ContR* 9): Contador del programa, el usuario deberá ingresar el tiempo que estarán encendidas las resistencias durante el proceso de sinterizado del material. Este tiempo varía según el tipo de molde y propiedades del material a usarse.

Tiempo de conformado ($ContE$): Contador del programa, este contador no es modificado por el usuario ya que es un tiempo constante para todos los procesos de conformado de la máquina, este tiempo es de 5 minutos.

Resistencia de la termocupla ($T\gamma$): Señal térmica que atrapa la termocupla que convierte a resistencia eléctrica. Esta es necesaria para el pirómetro poder comparar cuando el horno ha alcanzado la temperatura ingresada por el usuario en $P\gamma$ y poder ver a que temperatura se encuentra el interior del horno.

Retardos o delays (Dn): estos retardos son pausas que hace el programa controlador en los mecanismos de la máquina con el objetivo de darle tiempo a los mismo de detenerse completamente y así eliminar momentos de inercia que comprometan la estructura y funcionamiento de la máquina. A través del mapa de funcionamiento del programa controlador encontramos varios retardos con un valor de 2000 milisegundos para todos.

14.4. Entradas y salidas del sistema

Para poder emplear un PC para controlar las diferentes funciones y procesos su uso el del software *Labview* el cual se encarga de recibir datos iniciales para el funcionamiento de la máquina que son arranque de motores, duración de ciclos, encendido, apagado, etc., para que a través del hardware de conexión con la rotomoldeadora, esta pueda funcionar de manera autónoma y se pueda

monitorear desde la interfaz del software. *Labview* posee todas las herramientas para poder diseñar controles para máquinas de estado finito²⁴, además que provee una interfaz amigable para controlar y monitorear el funcionamiento de un sistema físico que sea capaz de recibir y enviar información. El programa en *Labview* diseñado para la máquina se encuentra descrito en el anexo 3.

Para poder diseñar el mapa de funciones de la máquina de estado finito primero establecemos los componentes que necesitan ser controlados (salidas) y los componentes que sirven para controlar y monitorear el funcionamiento sincrónico de la máquina (entradas).

14.4.1. Salidas del sistema

Nombraremos salidas a las partes del sistema que necesitan ser controladas por el software para que la rotomoldeadora funcione de manera correcta y consecutiva. Tenemos entonces como salidas del sistema:

- Motor traslación del carro (***Mz***)
- Motores rotacionales del molde (***Mx*** y ***My***)
- Motor puerta del horno (***Mw***)
- Resistencias (***R***^o)

²⁴ Representación de transiciones de estado, la cual acepta símbolos de entrada y genera símbolos de salida, además de cambiar su estado interno según un plan predefinido.

- Extractor de aire(**E**)
- Unidad de condensación (**C**)

14.4.2. Entradas del sistema

Nombraremos entradas de sistema a las piezas u ordenes necesarias para controlar las salidas. Aquí tenemos dos tipos de entradas, que nombraremos entradas software (datos que se ingresan desde la interfaz) y entradas del hardware (sensores de la máquina). Tenemos entonces:

Entradas software del sistema:

- Control de temperatura de las resistencias (**P**)
- Resistencia de la termocupla (**T**)
- Control de variadores (**CVxy**)
- Botón Iniciar (**Iniciar**)
- Botón entrar datos (**Ok-DATA**)
- Tiempo de sinterizado (**Contr**)

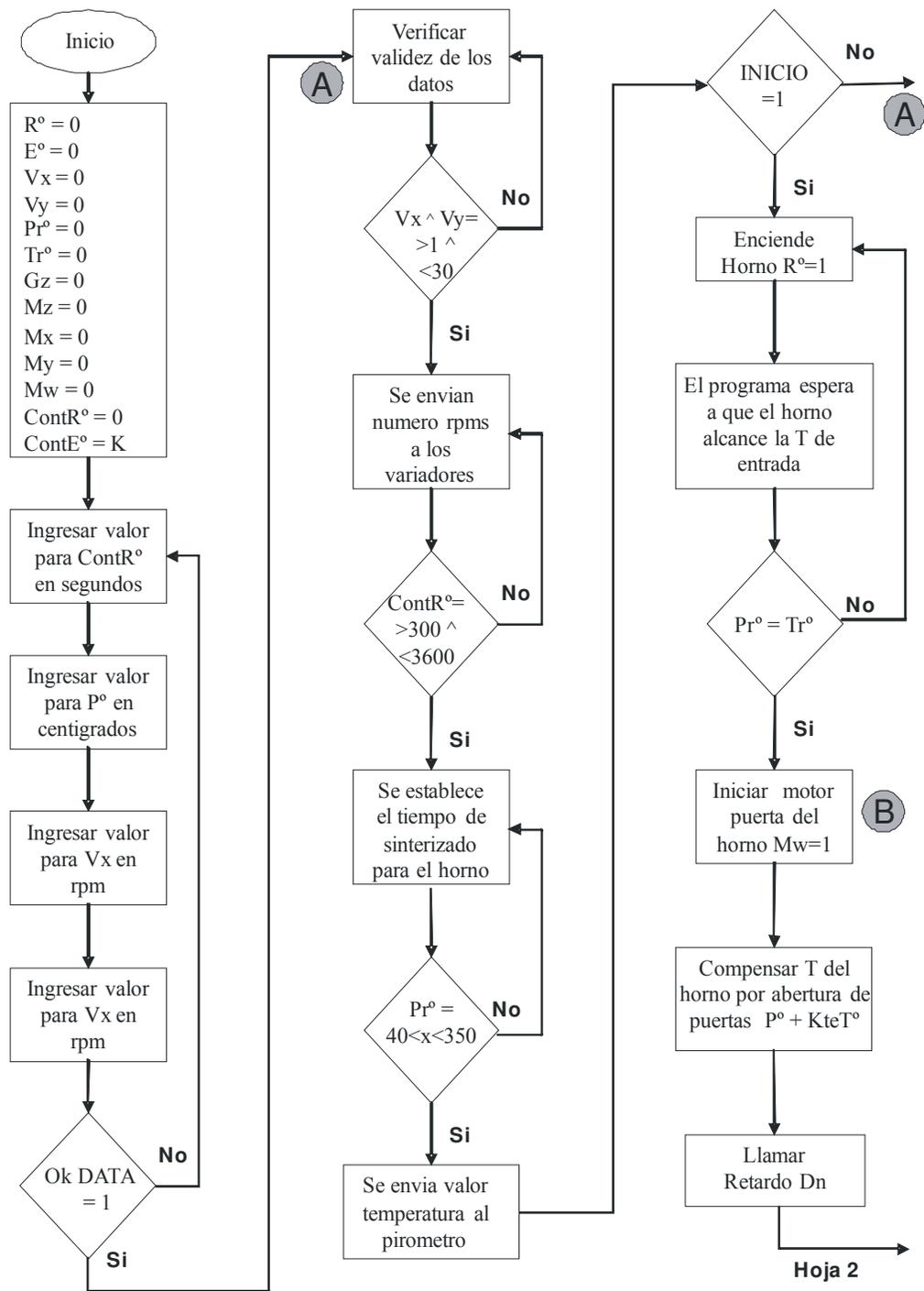
Entradas hardware del sistema:

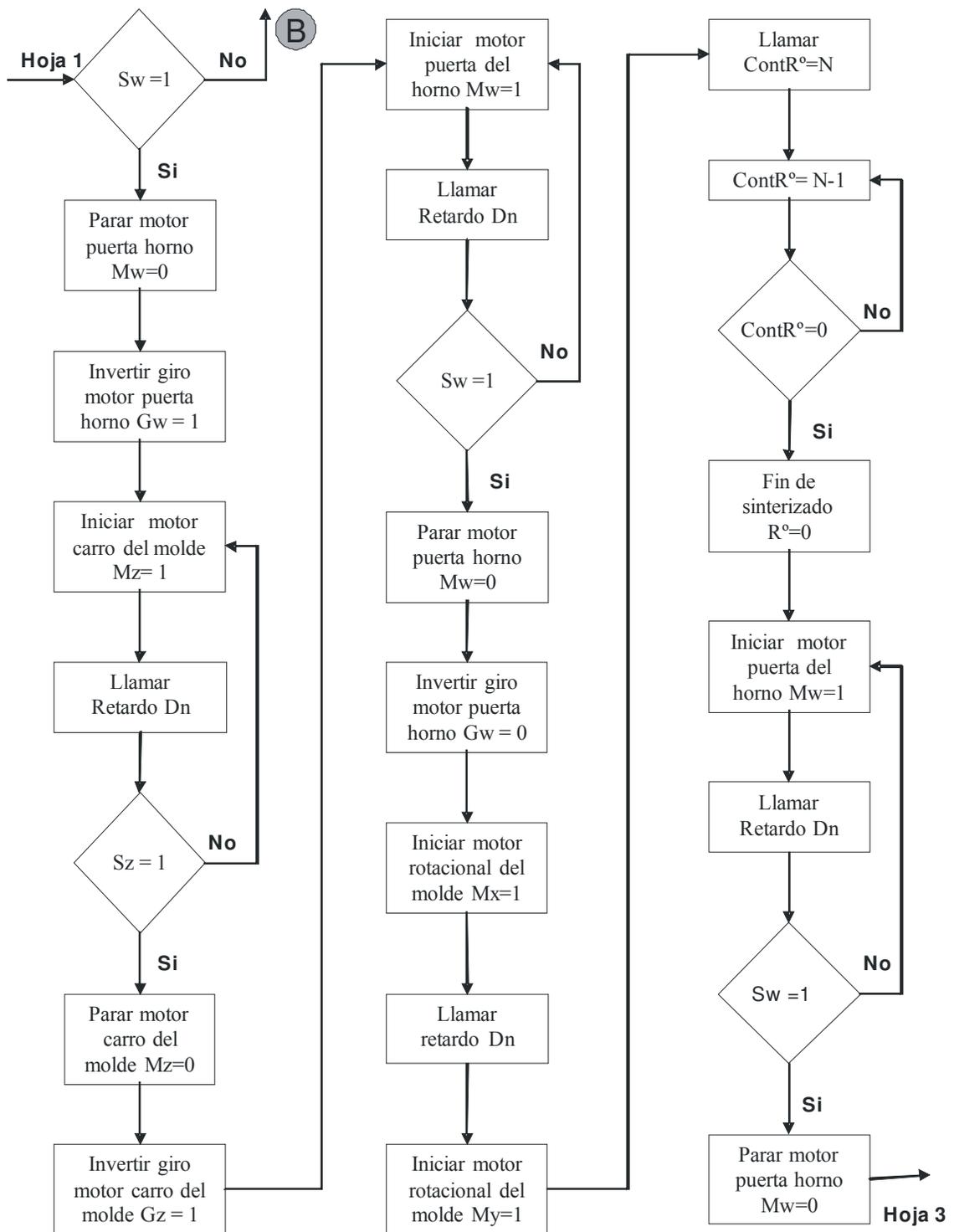
- Sensor de posición del carro(**Sz**)
- Sensor de posición de la puerta (**Sw**)
- Sensor de posición del extractor(**Se**)

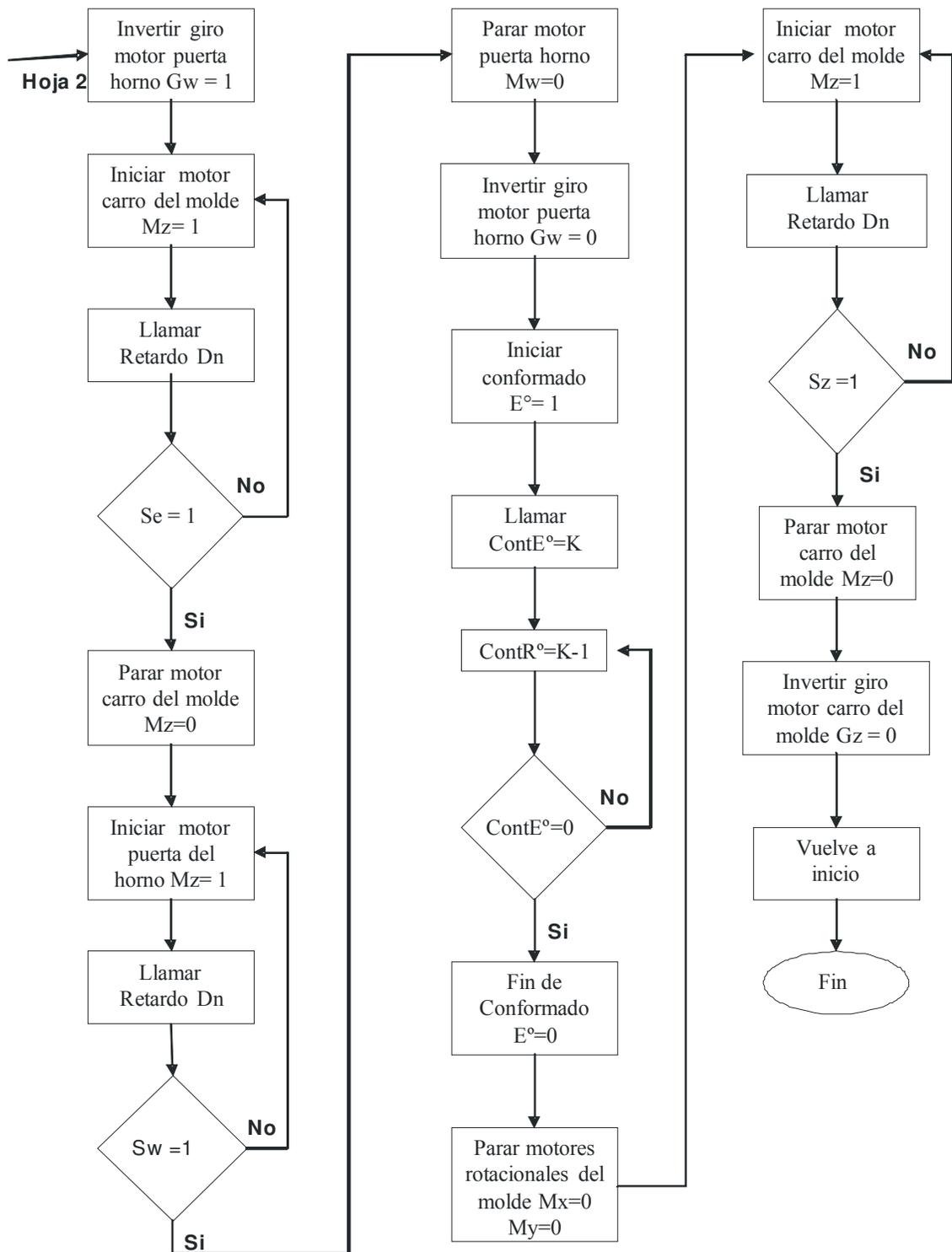
- Botón parada de emergencia (**B1**)
- Sensor termocupla (**T°**)
- Pirometro (**P°**)
- Variadores (**Vx y Vy**)

14.5. Flujograma del sistema de control del software

Gráfica 44. Flujograma del sistema de control del software.







15. PARAMETROS DE FUNCIONAMIENTO Y FICHA TECNICA DE LA MAQUINA

15.1. Ciclo de la máquina y tiempo de procesos

El ciclo de la maquina quedo establecido según los resultados obtenidos en la ingeniería de detalle donde se obtuvieron tiempos de desplazamiento de los mecanismos, y tiempos de funcionamiento máximo de los procesos de la maquina.

El ciclo de la maquina es el siguiente:

Pre calentamiento del horno: Una vez el usuario ingresa los parámetros de funcionamiento de la maquina, el programa controlador enciende el horno para que una vez ingrese el molde al interior de este, ya se encuentre a la temperatura indicada y comience inmediatamente la plastificación por calor del polímero.

Cuando se oprime la orden de inicio de ciclo, el programa controlador espera y compara la temperatura de entrada con la temperatura real dentro del horno, hasta que no sean iguales, el ciclo no comenzara.

Abertura y cerrado de puertas: Esta operación se realiza cada vez que el carro con el molde ingresa o se retira del horno. El tiempo de cerrado y abertura de la puerta es de 4 segundos para cada uno.

Ingreso del carro transportador y molde al horno: Una vez se inicia el ciclo, las puertas del horno se abren y el carro transportador dirige el molde al interior de este, una vez ubicado allí se cierran las puertas, comienza el molde a rotar y arranca el ciclo de plastificación. El tiempo que tarda el carro en transportar el molde es de 18 segundos.

Ciclo de plastificación: Una vez ha ingresado el molde al horno y se cierran las puertas, inicia el ciclo de plastificación del polímero. Los motores comienzan a rotar según las rpms establecidas por el usuario durante el tiempo que este ingreso en el panel de control para plastificar el polímero al interior del molde. El tiempo mínimo del ciclo es de 5 minutos, el máximo de 60 minutos.

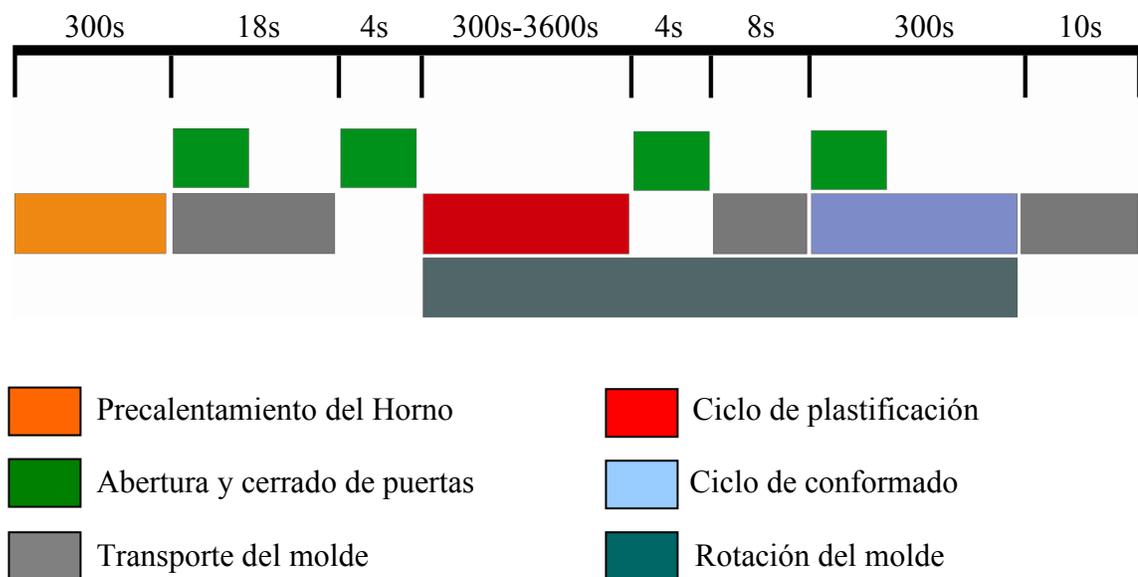
Salida del carro y molde del horno: Una vez se cumple el tiempo de ciclo de plastificación, el programa controlador procede a abrir las puertas del horno, una vez hecho, el carro transportador se retira con el molde aun en rotación y lo posiciona sobre el área de enfriamiento donde se inicia el ciclo de conformado. El tiempo que tarda el carro en ubicar el molde es de 8 segundos.

Ciclo de conformado: Una vez el carro ubica el molde sobre el área de enfriamiento, se cierra la puerta del horno y comienza el ciclo de enfriamiento, el

cual quedo establecido en 5 minutos según las pruebas realizadas²⁵. El agua contenida bajo del extractor ha sido enfriada desde que se enciende la maquina y una vez comienza el ciclo, el extractor arranca, lanzado un chorro de aire frío al molde aun rotando para conformar el polímero fundido al interior del molde. Una vez concluye el tiempo del ciclo el sistema completo de enfriamiento es apagado por el programa controlador.

Una vez concluye el ciclo de conformado, el carro transporta el molde de nuevo al punto de inicio del ciclo, donde el molde puede ser manipulado para descargar la pieza terminada. El tiempo de desplazamiento es de 10 segundos. Una vez el carro está ubicado en la posición inicial el usuario puede comenzar un nuevo ciclo.

Grafica 45. Ciclo y tiempo de la máquina.



²⁵ Ver página 116, Pruebas de validación de sistema.

15.2. Ficha técnica de la máquina

Tabla 9. Ficha técnica de la máquina

Voltaje	220v AC
Corriente	36A
Rangos de funcionamiento del horno	Entre 60C° y 350C°
Rangos de rpm de los motores del molde Mx y My	Entre 1 rpm y 30 rpms
Rangos de funcionamiento del ciclo de plastificación	Entre 300s y 3600s
Capacidad de enfriamiento de unidad de condensación	2883 Btu
Duración del ciclo de enfriamiento	300s (5 min)
Caudal del extractor	2.93 m ³ /s
Velocidad de desplazamiento del carro del molde	90 mm/s
Velocidad de desplazamiento de la puerta	20 mm/s
Duración mínima del ciclo de la maquina	944 (16 min)
Duración máxima del ciclo de la maquina	4244s (71 min)

16. RETROALIMENTACION

16.1. Pruebas para validación de sistemas

Prueba de enfriamiento con aire direccionado

Para esta prueba se utilizaron 3 tipos diferentes de metales, los cuales tenían características diferentes y por tanto, diferencias entre sus especificaciones.

Los productos o materiales utilizados en dicha prueba son:

- Lamina CR #24 – diámetro 180mm
- Tubo O # 12 (2.4mm aprox.) – longitud 50mm
- Tornillo cabeza hexagonal ¼" x ½"

Los elementos de medición para esta prueba son:

- Termocupla
- Flexómetro
- Cronometro

Los elementos utilizados para realizar los cambios de temperatura de los materiales son:

- Mechero de gas
- Túnel de viento

Todas las muestras fueron expuestas al mechero por un tiempo de 10 minutos, luego de esto se realizó el primer registro, tomando esta temperatura como la temperatura inicial del material para la prueba. Luego de esto se procede a tomar la temperatura al minuto 1, minuto 2, minuto 4 y minuto 8.

Prueba # 1

Material: lamina CR #24

$T^{\circ} 0 = 110^{\circ}\text{C}$, con $t=0$

$T^{\circ} 1 = 88^{\circ}\text{C}$, con $t=1$

$T^{\circ} 2 = 28.9^{\circ}\text{C}$, con $t=2$

$T^{\circ} 3 = 26.4^{\circ}\text{C}$, con $t=4$

$T^{\circ} 4 = 26.5^{\circ}\text{C}$, con $t=8$

Prueba # 2

Material: tornillo cabeza hexagonal $\frac{1}{4}$ "x $\frac{1}{2}$ "

$T^{\circ} 0 = 122^{\circ}\text{C}$, con $t=0$

$T^{\circ} 1 = 68.5^{\circ}\text{C}$, con $t=1$

$T^{\circ} 2 = 47.6^{\circ}\text{C}$, con $t=2$

$T^{\circ} 3 = 26.1^{\circ}\text{C}$, con $t=4$

$T^{\circ} 4 = 26^{\circ}\text{C}$, con $t=8$

Prueba # 3

Material: tubo O #12

$T^{\circ} 0 = 164.7^{\circ}\text{C}$, con $t=0$

$T^{\circ} 1 = 87.4^{\circ}\text{C}$, con $t=1$

$T^{\circ} 2 = 41.1^{\circ}\text{C}$, con $t=2$

$T^{\circ} 3 = 28^{\circ}\text{C}$, con $t=4$

$T^{\circ} 4 = 26.5^{\circ}\text{C}$, con $t=8$

16.2. Conclusiones de prueba de enfriamiento

Por la prueba anteriormente realizada y basándose en los datos que la misma arrojó, se puede concluir que:

1. Alrededor de 5 minutos, el material expuesto al ataque directo de la fuente de aire reduce totalmente su temperatura a la temperatura ambiente o incluso un poco menos (los datos pueden variar dependiendo de la masa del material)

2. el ataque con aire direccionado sobre la superficie del metal logra el objetivo de reducir la temperatura del mismo.

16.3. Prueba de pérdida de Calor

Objetivo de la prueba:

Determinar la disminución de temperatura en el horno durante el proceso de apertura y cierre de la puerta con la finalidad de hallar una constante para compensar dicha perdida.

Descripción de la prueba:

Tomando como base el objetivo de la prueba, se realizaran 3 mediciones con diferencias de tiempos iguales con el fin de establecer una cifra significativa.

Para realizar la prueba se llevará el horno a 350°C (apagado del piloto del horno), luego de esto se abrirá la puerta del horno y procederá con las mediciones. La primera medición se realizará inmediatamente se abre la puerta del horno, la segunda medición se tomará transcurridos 20 segundos después de abrir la puerta y a continuación se realizará una tercera medida 40 segundos después de abrir la puerta.

Las medidas se realizaran con equipos electrónicos, con el fin de obtener datos precisos de temperatura y tiempo.

Equipos de medición:

- Termocupla
- Cronometro

Equipos para la muestra:

- Horno eléctrico HACEB – Referencia E-501-3

Datos de la muestra

Muestra 1

$t=0$; $T^{\circ}=353.12^{\circ}\text{C}$

Muestra 2

$t=20$; $T^{\circ}=254.2464^{\circ}\text{C}$

Muestra 3

$t=40$; $T^{\circ}= 183.0575^{\circ}\text{C}$

16.4. Conclusiones de prueba de pérdida de calor

Dados los resultados obtenidos y luego de aplicar la formula descrita en el marco teórico de la prueba se asume que el porcentaje de pedida de calor durante el

proceso de descenso y ascenso de la puerta del horno es del 28%. Con este resultado es claro que la temperatura a la cual se debe llevar el horno para garantizar que en el momento del proceso de sinterizado la temperatura al interior del horno sea la establecida para el proceso es de 448°C.

16.5. Prueba de funcionamiento del programa de control.

Para verificar el correcto funcionamiento del programa de control se han realizado diferentes pruebas al mismo y analizar las posibles fallas que éste presente.

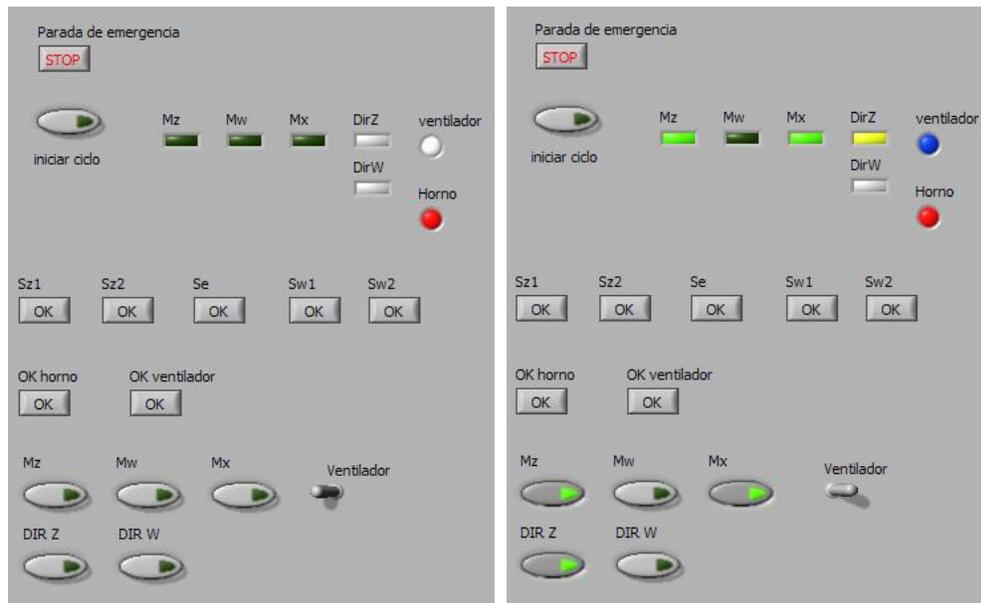
Prueba virtual de funcionamiento.

La prueba virtual se realizó en el computador, bajo la plataforma LabView versión 7.0. En esta prueba se simulan en el computador las diferentes entradas y salidas que tiene la máquina y se pretende principalmente verificar tanto la correcta secuencia del programa como el envío de las diferentes señales. Para esto se crearon en el programa 4 motores, una señal de funcionamiento de la resistencia (señal luminosa) y una señal de funcionamiento del ventilador (señal luminosa), de igual forma se crearon señales luminosas que identificaban cada uno de los sensores de la máquina.

Nota: Todas las señales luminosas se nombraron con su respectiva función para evitar distorsión o errores en los resultados.

Como resultado de la prueba se concluye que tanto la secuencia como las señales de entrada y salida del sistema de control se encuentran conforme al diseño del programa y de la máquina.

Grafica 46. Panel de control del programa para prueba virtual.



16.6. Oportunidades de mejora

Compensación de pérdida de calor.

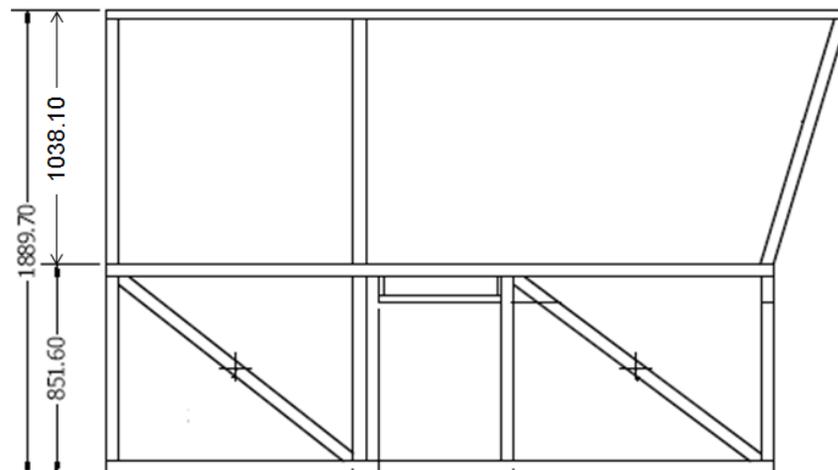
Como resultado de las pruebas realizadas, se detectó que la pérdida de calor al interior del horno durante el proceso de descenso y ascenso de la puerta era muy significativa, se determinó que para garantizar la temperatura establecida en el proceso (350°C) era necesario compensar dicha pérdida. Para esto se realizaron

cambios en el programa de control, los cuales incrementan en 28% el valor de entrada digitado por el usuario. Con lo anterior, se reducen los tiempos de fabricación, el costo por consumo de energía y los posibles problemas durante el proceso de fabricación de las piezas²⁶. (ver prueba de pérdida de calor).

Justificación pestaña batiente.

Para compensar la diferencia de dimensiones entre la estructura superior y la estructura inferior, en la cual se aloja la puerta del horno cuando se encuentra abierto, se a diseñado una puerta o pestaña batiente, la cual permite que cuando se cierre la puerta del horno, no se generen perdidas de calor por dicha diferencia. Debido a que la posición del brazo para ingresar al horno puede ser controlada por el operario de la maquina, pero la salida de este no, se requiere que la pestaña permita movimiento hacia fuera del horno, mas no hacia el interior.

Gráfica 47. Diferencia dimensional parte superior/inferior de la estructura.



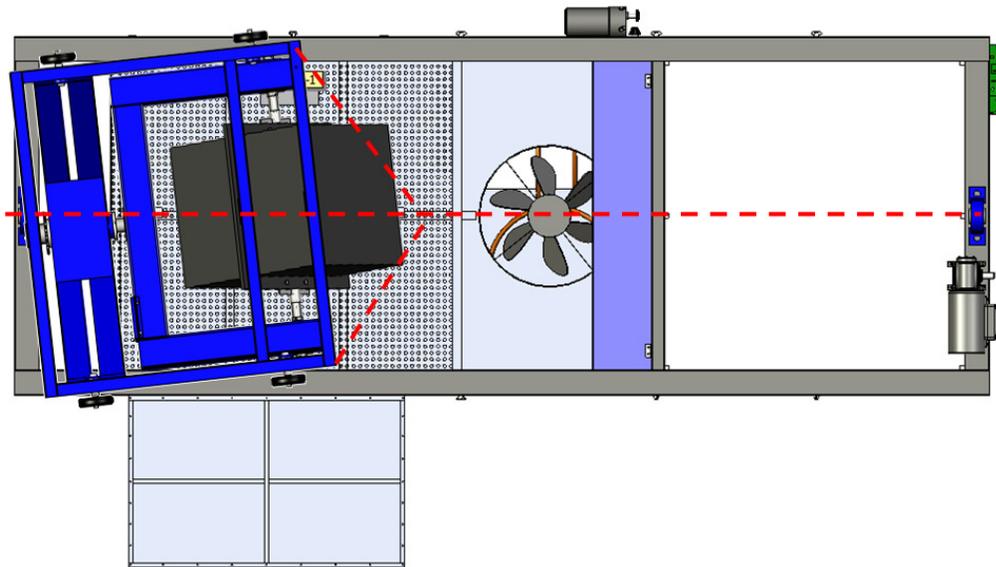
²⁶ Ver página 122, prueba de pedida de calor.

Justificación de uso de tornillo sin fin.

El sistema de traslación del carro superior, surge como resultado al problema que presentaba el diseño original de realizar este desplazamiento por medio de cadena o guaya.

Los sistemas de tracción por cadena o guaya deben ser fabricados y ensamblados con una alta precisión para que tengan efecto y su funcionamiento no presente problemas. Adicional a esto, estos sistemas aplicados al diseño de la maquina requieren de canales guía para evitar el descarrilamiento. No obstante, con el uso de estos sistemas complementados con canales se pueden presentar otro tipo de problemas como lo es el efecto cuña como se puede apreciar en la grafica 48.

Gráfica 48. Ilustración de efecto cuña.



Como respuesta a este problema, se decide utilizar un sistema de traslación por medio de tornillo sin fin, el cual no requiere de canales guía y no es afectado de forma radical por las fuerzas generadas por la rotación del brazo.

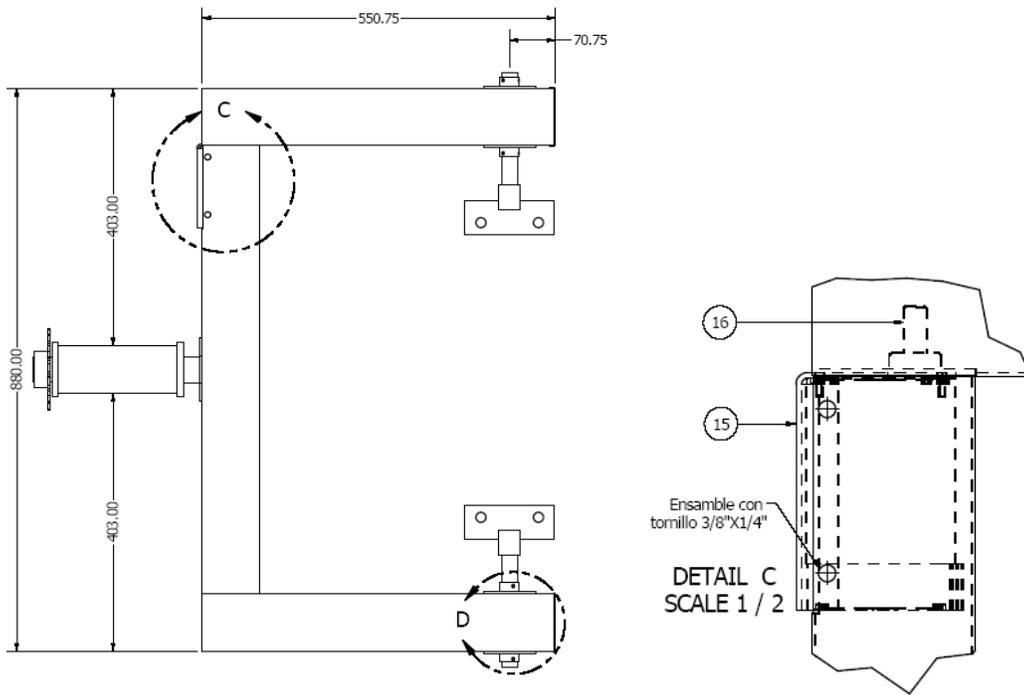
Justificación uso de porta motor del brazo.

Debido a la necesidad de ubicar el motor de rotación del eje porta molde (motor Y) en el interior del brazo y a las dimensiones especificadas para el brazo porta molde se ha requerido el uso del porta motor del brazo. Con este sistema se optimiza el tiempo de ensamble del equipo, al igual que su posterior mantenimiento, debido a que su ensamble en la maquina es más sencillo.

El diseño del porta motor, se han tenido en cuenta diferentes aspectos como:

- Posición de montaje permitida
- Las dimensiones del motor
- La fijación del motor
- La extracción del motor
- La conexión del motor.
- El sistema de fijación.

Gráfica 49. Plano del brazo porta molde.



**17. RESULTADOS COMPARATIVOS DE ESPECIFICACIONES DE DISEÑO
Vs. DISEÑO FINAL.**

Tabla 10. Resultados (comparativo PDS vs. Diseño final)

PDS	Real
• Tubería, perfiles y/o ángulos en acero estructural con calibres entre 14 y 18.	Cumple: Si
Las diferentes estructuras de la maquina conformen una unidad visual.	Cumple: Si
• Alta participación en el mercado.	Cumple: No
• Fabricar piezas rotomoldeadas para experimentación y pruebas.	Cumple: No
• El precio de venta no puede superar los \$30,000.000	Cumple: Si
• Los costos fabricación no deben exceder los \$5,000.000	Cumple: No
• Utilizar proveedores nacionales.	Cumple: Si
• Uso de un PC con plataforma de LABVIEW.	Cumple: Si
• No es necesario más de una persona para su operación.	Cumple: Si
• El precio de reventa del producto permita recuperar un 30% de su valor inicial	Cumple: Si
• Un 70% de los componentes deben ser reutilizables	Cumple: Si
• El documento debe contener la ficha técnica y manual de usuario.	Cumple: Si
• No debe haber emisiones de CO ₂ , CH ₄ .	Cumple: Si
• Las piezas removibles no puede exceder los 50 Kg.	Cumple: Si
• La altura de la superficie de control no debe superar los 750mm.	Cumple: No
• Los controles de la maquina deben estar en un cono de visión de 30°	Cumple: Si
• El suministro eléctrico que sea de 220V.	Cumple: Si
• El área de trabajo no debe ser menor a 9 metros cuadrados	Cumple: Si
• Que el área de trabajo sea un cuarto cerrado	Cumple: Si
• Conexiones eléctricas con insumos aprobados por la norma RETIE	Cumple: No
• Que la maquina no contamine según la normatividad ambiental	Cumple: Si
• El producto tendrá 15.000 horas de	Cumple: Si

operación	
• Realizar un mínimo de 1 prueba a cada subsistema	Cumple: Si
• Que el mantenimiento diario se realice con una sola herramienta	Cumple: No
• Que el 60% de las partes fusibles se puedan conseguir fácilmente en el mercado	Cumple: Si
• Que sea necesario una persona para la realización del mantenimiento	Cumple: Si
• No se debe fabricar mas del 40% del prototipo	Cumple: No
• Fabricar piezas máximo de 400 x 400 x 400 (mm)	Cumple: Si
• Cumplimiento de normatividad aplicable en la NTC para instalaciones eléctricas	Cumple: Si
• Cumplimiento de normatividad ambiental aplicable	Cumple: Si
• Tubería estructural o mecánica, PTS, rodamientos FAG, motores SIEMENS, etc	Cumple: No
• Pedir y almacenar la información técnica de los materiales a utilizar (densidad, % elongación, resistencia máx., temperatura de trabajo, etc.)	Cumple: No
• Búsqueda de patentes o registros en Colombia sobre sistemas de rotomoldeo para prototipos	Cumple: No
• Trabajo continuo durante 8 horas	Cumple: Si
• Hermetizado del horno y del área de enfriamiento de mínimo 80%	Cumple: Si
• No debe superar los 90 decibeles (db).	Cumple: Si
• Stickers con gráficos y texto que indiquen los posibles accidentes	Cumple: Si
• Barras protectoras para evitar que el usuario tenga contacto con las partes móviles de ésta, mientras esta en funcionamiento.	Cumple: No
• Para su transporte no se debe requerir más de 3 personas	Cumple: Si
• A la hora de transportarse, no debe ser necesario desmontar más del 20% del prototipo	Cumple: Si
• Sub-división en 3 o 4 módulos	Cumple: Si
• Peso de cada modulo inferior a 80kg.	
• La maquina debe caber en una área de base de 9 metros cuadrados	Cumple: Si
• Utilizar y adaptar sistemas de calor, enfriamiento, rotación y control estándar	Cumple: Si
• Diseño de tabla de especificaciones de operación e instructivo de armado. Tanto escrita como en Stickers	Cumple: No

<ul style="list-style-type: none"> Realizar entre 2 y 4 pruebas a cada subsistema y entre 4 y 8 pruebas al producto ensamblado 	Cumple: No
<ul style="list-style-type: none"> Funcionamiento continuo, sin sobresaltos o interrupciones 	Cumple: Si
<ul style="list-style-type: none"> Funcionamiento continuo durante 8 horas 	Cumple: Si
<ul style="list-style-type: none"> El prototipo completo no debe superar los 400 Kg. 	Cumple: Si
<ul style="list-style-type: none"> Área de trabajo con capacidad de carga hasta 5 toneladas. 	Cumple: Si

18. CONCLUSIONES

- El objetivo principal del proyecto de diseñar una máquina para la fabricación de prototipos rotomoldeados, se logro de manera concluyente y con resultados satisfactorios, gracias al buen manejo interdisciplinario de las herramientas adquiridas durante la formación como ingenieros de diseño. Para este proyecto se aplicaron conceptos de metodología de diseño de producto, ingeniería mecánica, planeación de proyectos, producción, modelación 3D, mecatrónica, mercadeo y administración.
- Las ventajas competitivas de la máquina 3 Axiss se enfocan en la capacidad de producir a baja escala y de manera económica con respecto a las maquinas existentes productos rotomoldeados y en la posibilidad de la aplicación hacia el Prototipaje rápido para este proceso. Ofrece también economía en las herramientas e insumos empleados en el proceso de diseño y una interface de fácil uso y manejo que permite controlar y monitorear las funciones de la máquina.
- Según los resultados arrojados por el estudio de mercado y su posterior análisis en el plan de negocios se concluye que las expectativas de incursionar en la empresa del plástico con la maquina 3 Axiss son

alentadoras debido al constante crecimiento de la industria, en especial la del plástico y rotomoldeo en Colombia y América latina.

- El público objetivo detectado para ofertar la máquina 3 Axiss, son empresas dedicadas a la producción y comercialización de productos plásticos por cualquiera de los procesos productivos interesadas en innovar y explorar en nuevos procesos como el rotomoldeo, esto se estableció así, debido que el tamaño de la muestra de empresas dedicadas al rotomoldeo es muy pequeña y no sería viable que fuera nuestro público objetivo, por lo cual se decidió que fuera nuestro público secundario.
- En el proceso de diseño de la máquina se encontraron varias dificultades, entre ellas la escases de productos similares en el área local, para poder realizar un estudio técnico y detallado de mecanismos y funciones, por lo cual fue necesario, complementar esta información, recurriendo a máquinas con funciones y mecanismos similares que cumplieran con requerimientos de diseño.
- La mayor dificultad que presento el proyecto y tuvo como consecuencia cambios en el alcance de este, fue el costo de componentes, materiales y procesos, para la fabricación del prototipo a escala real. Fue necesario replantear el alcance para ajustarlo a un presupuesto más asequible al del

proyecto, pero que al mismo tiempo muestre de manera clara el ciclo y funciones del prototipo real.

19. BIBLIOGRAFÍA

- AVALLONE, Eugene A. y BAUMEISTE, Theodore. (1995). Manual del ingeniero Mecánico. Tomo 7, Mc Graw Hill, México. 9na edición. Traducción: Francisco G. Noriega. Cap 4. Calor p. 4,16 – 4,84. Cap 6. Materiales de ingeniería p. 6,3 y 6,130. Cap 14. Ventiladores, bombas y compresores. Cap 16. Controles automáticos p. 16,1 -16,28.
- CHAPMAN, Stephen J. (2000). Máquinas eléctricas. Mc Graw Hill. Bogotá, 3ra edición. Traducción: Eduardo Roso Castillo. Cap 4. Fundamentos de máquinas AC p. 233 – 251. Apd A. Circuitos trifásicos.
- A. CENGEL, Yunus y A. BOLES. (1999). Termodinámica, Tomo 2. Mc Graw Hill. México, 2da edición. Traducción: Gabriel Nagone Cazares. Cap 10. Ciclos de refrigeración p. 584 – 589.
- BEDFORD, Anthony y FOWLER, Wallace. (1996). Dinámica, mecánica para ingeniería. Addison Wesley, Iberoamericana. USA, 4ta edición. Traducción: Jose E. de la Cera. Cap 2. Posición, velocidad y aceleración p. 16 – 18. Cap 3. Fuerza, masa y aceleración p. 100 – 115. Cap 4. Trabajo y energía p. 141 – 149.

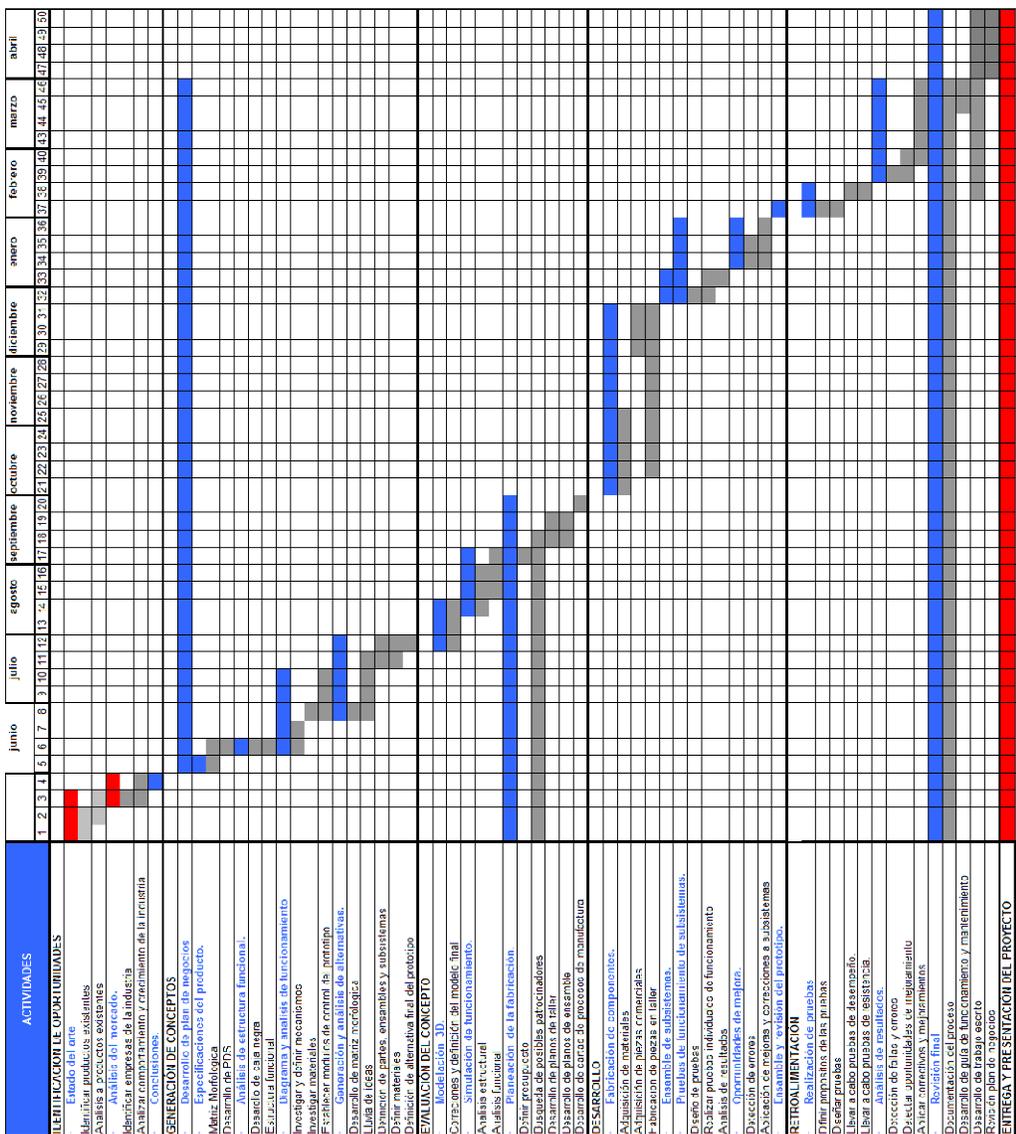
- ALCALDE, Pablo San Miguel. (2001). Electrotecnia, equipos e instalaciones eléctricas. Thomson paraninfo editores. México, 4ta edición. Cap 2. Resistencia eléctrica p. 15. Cap 3. Potencia eléctrica p. 21 – 24. Cap 5. Aplicaciones del efecto térmico p. 37 – 43. Cap 15. Sistemas trifásicos p. 150 – 158. Cap 21. Motores AC p. 253 – 268.
- PIRALLA, Meli. (1993). Diseño estructural. Limusa editores. México, 4ta edición. Cap 4. Materiales estructurales p. 256 – 263.
- Diseño de prácticas de laboratorio de control industrial y control automático. Universidad EAFIT escuela de ingeniería. (1999). Catherin Restrepo, Lina Saldarriaga. P629.8m779.vol2.
- Guía de electrónica básica. Universidad EAFIT, departamento de ingeniería de diseño.(2002). Hugo Alberto Murillo, Esteban Uribe.
- Guía hardware y conexiones. Universidad EAFIT, departamento de ingeniería de diseño.(2004). Hugo Alberto Murillo, Ana Tamayo.
- Guía de mecatrónica para diseñadores. Universidad EAFIT, departamento de ingeniería de diseño.(2003). Juan Manuel Mejía.

- KNIGHTS, Mikell (ARM 1997). Revista Tecnología del plástico No 80 – Fabricación de plásticos. Santa Fe de Bogotá: p 48.
- KNIGHTS, Mikell (ARM 1995). Revista Tecnología del plástico No 72 – El rotomoldeo es ahora más sofisticado. Santa Fe de Bogotá: p26.
- (Association of rotational molders). Grupo y base de datos de empresarios del moldeo rotacional a nivel internacional. (www.rotomolding.com). 10/08/2007.
- (Tecnología del plástico). Base de datos de empresarios del plástico a nivel latinoamericano. (www.plasticos.com). 9/07/2007.
- (DANE). Base de datos estadísticos a nivel nacional. (www.dane.gov.co). 22/05/2007.
- (Proexport). Plataforma y base de datos de empresario que importan y exportan productos en Colombia ([www.proexport.com.co\nversion](http://www.proexport.com.co/nversion)). 23/02/2008.
- (Fondo emprendedor). Fondo de financiación de proyectos de creación de empresas para profesionales emprendedores. (www.fondeemprender.gov.co). 11/11/2007.

ANEXOS

ANEXO 1 CRONOGRAMA DEL PROYECTO.

Gráfica 50. Cronograma del proyecto.



ANEXO 2 PLAN DE NEGOCIOS

1. RESUMEN EJECUTIVO

Nombre Del Proyecto

Desarrollo y comercialización de una maquina para la producción de prototipos plásticos enfocada al mercado nacional.

Nombre de la empresa

Rototyping S.A.

Nombre del producto

3 AX/SS. Maquina de rotomoldeo.

Grupo emprendedor

Santiago Londoño Franco

Estudiante de último semestre de ingeniería de diseño de producto. Durante su carrera hizo énfasis en electrónica y modelación 3D, y realizó los programas de extensión de fundamentos de calidad ISO 9001 – 2000 y auditor interno de calidad ISO 9001 – 2000 ofrecido por la universidad EAFIT. Domina software de ingeniería como Solid Works, Pro-Engineer, Autocad y workbench.

Alexander David Palacio Velásquez

Estudiante de último semestre de Ingeniería de Diseño de Productos. Posee un énfasis en electrónica, mecatrónica y modelación asistida por computador. Domina software de diseño e ingeniería de materiales como Solid Works, Ansys, Pro-E, Rhino, e Inventor. Curso todos los niveles de educación en el idioma inglés en The Community College of Rhode Island en los Estados Unidos. Posee experiencia laboral en áreas de metalmecánica, desarrollo de productos.

Juan Esteban Mejía Londoño

Estudiante de último semestre de ingeniería de diseño de producto. Actualmente labora en el área de diseño e ingeniería en la empresa ISOLUX S.A. Realizó estudios y énfasis en electrónica y modelación 3D. posee conocimientos y manejo en software como inventor, Pro/E.

2. ANTECEDENTES

Los antecedentes exigidos para el plan de negocios son los mismos que encontramos en el desarrollo del trabajo de proyecto de grado. Referirse a la página 1 para ver los antecedentes completos del proyecto.

3. ORIGEN DE LA IDEA DE NEGOCIO

Idea de negocio

El proyecto trata sobre desarrollar una idea de negocio que parte del diseño de maquina que sirve para la producción de prototipos en polímeros para la industria del plástico y establecer todas las variables que afectan al proyecto para poder comercializar efectiva y correctamente el producto en el mercado local y así obtener una ganancia.

El proyecto constara entonces de las siguientes etapas fundamentales que son la planeación del proyecto, diseño y desarrollo del producto y desarrollo del plan de negocios.

Caracterización del proyecto

Se trata de un proyecto de carácter *privado* ya que este será preparado y ejecutado por personas naturales, con recursos privados y en busca de rentabilidad y las mejores oportunidades del mercado.

Ya que el proyecto esta orientado a desarrollar y comercializar un nuevo producto (bien capital) para la industria del plástico, se puede clasificar también según su carácter económico como un proyecto *industrial*.

¿Qué bien o servicio se va ofrecer?

El bien que se ofrecerá es una máquina de moldeo rotacional desarrollada especialmente para fabricar prototipos plásticos con el fin de que los diseñadores de la industria tengan la posibilidad de experimentar y probar sus productos a costos mas bajos que los necesarios en una empresa. Además permite experimentar e innovar nuevos procesos y productos ya que el moldeo rotacional es una técnica económica pero poco conocida en nuestra industria local.

Existen básicamente 4 tipos de máquinas empleadas en el moldeo rotacional que aunque poseen leves diferencias en su funcionamiento, trabajan con los cuatro ciclos normales del moldeo rotacional (carga, plastificación por calor, conformado

de la pieza y extracción del producto). Para este efecto existen en el mercado maquinas tipo carrusel, shuttle, box y de carros independientes.

El sistema escogido para el desarrollo de la propuesta es el de las máquinas tipo shuttle. Este sistema de maquinaria fue escogido por ser el mas sencillo, económico y más extendido del moldeo rotacional

Imagen 13. Máquina de moldeo rotacional tipo shuttle.



Los artículos que pueden fabricarse por moldeo rotacional aumentan continuamente tanto por las innovaciones implementadas en las instalaciones como por las investigaciones sobre los materiales. Una máquina de moldeo rotacional ofrece la posibilidad de manufacturar la siguiente gama de productos, la mayoría bienes finales de alta rotación:

- Comederos para animales, distribuidores de pienso, silos, cajas para la irrigación y alimentación programada, canalización y derivaciones
- Contenedores para residuos urbanos.
- Pequeños silos y pequeñas cisternas
- Cisternas enterradas
- Recipientes cilíndricos graduados.
- Chasis de butacas y sofás.
- Bancos y otros elementos de mobiliario para exterior.
- Catamaranes.
- Canoas.
- Salvavidas.
- Toboganes.
- Maniquís.

Aspectos que motivaron la idea de realizar el proyecto.

Básicamente el aspecto que motivo a escoger esta idea para realizar el proyecto fue la de aprovechar una oportunidad de negocio.

La industria del roto moldeo es relativamente nueva en América latina, existe la primera empresa solo desde 1981 y desde entonces hasta la fecha, hay un total 105 organizaciones (registradas) involucradas con el moldeo rotacional. De estas 67 fabrican artículos roto moldeados; 25 se dedican a la producción, preparación

y/o comercialización de la materia prima; en la fabricación de moldes trabajan 10 empresas, y 3 suministran maquinaria:

Paralelamente se tiene que la industria del moldeo rotacional ha venido presentando un crecimiento en la región del 10% anual constante en los últimos 3 años, lo cual es una tasa elevada y promisoría teniendo en cuenta el crecimiento actual de las economías de los países que esta por un promedio del 5%:

Si se enfoca mas al mercado nacional se obtiene según la investigación del sector, que solo se detectaron 4 empresas que son Rotoplast, Coldeplast, Colempaques y J. C. Asociados en Colombia involucradas en la industria del rotomoldeo, pero que solo se dedican a manufacturar las piezas y no se encontró ninguna empresa que suministre la maquinaria.

Se observa que el crecimiento de la industria a nivel nacional puede ser explotado al poder suministrar este tipo de maquinaria, repuestos y moldes ya que existen alrededor de 400 empresas que están involucradas en la manufactura de productos plásticos y que desconocen de las ventajas competitivas que ofrece el moldeo rotacional.

4. JUSTIFICACIÓN

La realización de este plan de negocios se justifica, porque apunta a crear una empresa basada en un producto que es una máquina de rotomoldeo para incursionar en un nuevo mercado que viene en crecimiento constante en los últimos años en Latinoamérica y el país como nos muestra el estudio de mercado, con un producto que satisface una necesidad detectada en las empresas del plástico de tener herramientas de diseño que les permita innovar en el proceso y los productos rotomoldeados con bajos costos operativos.

5. OBJETIVOS DEL PROYECTO.

1. Analizar el mercado a nivel local y suramericano involucrado en el desarrollo de prototipos construidos con los parámetros del moldeo rotacional para establecer que variables afectan al proyecto.
2. Identificar los públicos objetivo y secundario interesados en la adquisición del producto utilizando para esto la metodología del estudio de mercados.
3. Establecer riesgos y beneficios del proyecto para detectar oportunidades y así poder plantear diferentes escenarios de crecimiento.
4. Determinar y conocer la demanda para plantear estrategias de oferta del producto y predecir las fluctuaciones de la misma.
5. Innovar en la industria para diferenciarnos de la competencia.

6. Desarrollar y ofrecer al mercado un producto nuevo que es una máquina de moldeo rotativo para la fabricación de prototipos plásticos, empleando las herramientas metódicas para el desarrollo de productos.

6. INVESTIGACION DE MERCADOS

Para la investigación de mercados se realizaron 2 investigaciones, una a nivel local sobre empresas de rotomoldeo encontradas en Colombia y otra sobre la industria a nivel latinoamericano. Esta investigación a nivel latinoamericano se realiza para comprender de una manera más realista y precisa las tendencias de crecimiento y desarrollo de la empresa de rotomoldeo ya que en Colombia solo se detectaron 4 empresas, lo cual limita mucho la información adquirida.

La investigación se realizó usando información de fuentes secundarias, que proveen las mismas empresas e información encontrada en la red en sitios y asociaciones de rotomoldeadores.

Información adquirida

Empresas encontradas: La muestra se compone de la siguiente manera: 67 de las empresas encontradas fabrican artículos rotomoldeados; 25 se dedican a la producción, preparación y/o comercialización de materia prima; en la fabricación

de moldes trabajan 10 de las empresas de la muestra, y 3 suministran maquinaria²⁷.

A nivel local se encontraron 4 empresas involucradas en el rotomoldeo:

Rotoplast – Medellín

Coldeplast – Medellín

Colempaques – Bogotá

CJS Asosicados – Bogotá

Perfil de las empresas: En América Latina la industria es relativamente joven. El 67% existe hace menos de cinco años. Sin embargo hay un dato interesante, y es que el 25% ya tiene una trayectoria superior a diez años.

Volumen de ventas: Según el volumen anual de ventas, puede establecerse que el 65% de las empresas tiene ventas anuales inferiores a US\$100.000. Sin embargo, se puede destacar que hay 21 empresas que venden más de US\$500.000 al año. 52 empresas no exportan, el resto lo hace.

Tecnología disponible: La tecnología de llama abierta es la más utilizada, 38 empresas tienen al menos una máquina de este tipo en su planta.

En la muestra, 33 empresas tienen máquinas tipo carrusel.

²⁷ Información extraída del artículo "la industria del rotomoldeo en América latina" de la página en internet www.plastico.com

24 empresas cuentan con máquinas de tipo lanzadera ("shuttle").

En total, 17 empresas tienen al menos una máquina tipo cofre ("clamshell") dentro de su planta productiva.

Para la manufactura de artículos rotomoldeados, los moldes que mayor demanda tienen son los de lámina de acero, que representan el 60% del total de moldes empleados. Los de fundición de aluminio representan el 25%, los maquinados de aluminio el 6%, y otro tipo de moldes ocupa el porcentaje restante.

Productos manufacturados: Entre las empresas de la muestra, el 39% de los productos fabricados son tanques de agua y almacenamiento, y el 11% son estibas. La manufactura de juguetes representa un 21% del total de artículos manufacturados, y el 13% corresponde a artículos deportivos. El porcentaje restante se explica por otro tipo de productos.

Necesidades de la industria: El principal problema tecnológico de las empresas rotomoldeadoras se encuentra en el control de proceso. La mayoría de las empresas rotacionales identificó ésta como la principal limitante de la tecnología que emplea actualmente.

Las dimensiones del producto rotomoldeado son un problema de importancia similar, aproximadamente la mitad de las empresas lo identificó como su principal

limitante tecnológica. Para el otro grupo de empresas la tasa de producción es lo que limita su crecimiento.

7. ANÁLISIS DEL MERCADO

Producto

Identificar producto principal y subproductos: En un mercado en constante evolución como lo es el mercado local de Medellín se requieren constantemente de productos innovadores y eficientes que suplan las necesidades y demandas de los consumidores. Para esto las empresas requieren de una mayor inversión tanto en investigación como en desarrollo (I+D), lo cual implica mejores equipos, personal especializado y un mayor presupuesto para dicha área.

Al enfocarse directamente en un mercado de los productos plásticos se establece que en el área metropolitana del valle de aburra se encontraron dos empresas dedicadas a la prestación de servicios de rotomoldeo, estas empresas manejan el monopolio del mercado de tal forma que son los clientes quienes deben acomodarse a las limitaciones o condiciones impuestas por las empresas. Estas limitaciones o condiciones consisten básicamente en que los clientes quienes no solo deben pagar por el molde para la producción de su producto, deben también firmar una cláusula que limita el uso de este a la empresa prestadora de servicio.

No obstante, también existen limitaciones para la producción de productos a mediana escala por esta técnica, puesto que la maquinaria empleada por las empresas locales solo permite manipular moldes de determinadas dimensiones.

Lo anterior representa una necesidad clara en el mercado, un mercado que requiere de un producto de tipo industrial que permita fabricar modelos experimentales o de prueba a un bajo costo comparado con los productos existentes y que a su vez permita visualizar de un modo mas cercano el producto diseñado. Este es un concepto que acerca al diseñador al Prototipaje rápido.

También se consideraran los sub productos de este como productos prestadores de servicios para la producción de productos plásticos de baja escala, tanto de producción como de tamaño, fabricados por medio de la técnica del roto moldeo. Los sub-productos se podrían utilizar en diferentes aplicaciones y para diferentes mercados desde el mercado de la comercialización hasta las aplicaciones publicitarias y se convertirían en un modo de amortización de los costos generados en la fabricación de los prototipos.

Características en función del mercado

- **Uso:** el uso para el cual se diseñó el producto apunta a la producción a baja escala de productos rotomoldeados.

- **Usuarios:** Este producto será usado por las todas las empresas que diseñan productos a partir de material polimérico con el fin de realizar una estimación del producto futuro. También se comercializara en empresas que actualmente prestan el servicio de roto moldeo.
- **Composición:** El producto será fabricado con materiales aptos para el desempeño del mismo, esto significa el uso de partes de distribuidores que cuenten con los certificados de calidad requeridos.
- **Características físicas:** El producto tendrá colores sobrios pero a sus ves modernas, para esto se utilizaran los colores azul y gris que producen sensación de seguridad y firmeza estructural. El peso del producto debe oscilar entre 300 y 400kg.
- **Producto:** Producto tipo industrial, para la producción de piezas rotomoldeadas.
- **Sustitutos:** Los productos sustitutos que actualmente se deben considerar son las maquinas de roto moldeo tradicionales que fabrican piezas de grandes

- **Bienes de capital, intermediarios y finales:** El producto se clasifica como un bien intermedio, puesto que se utilizara principalmente para la fabricación de productos finales.
- **Insumos:** Los insumos para la fabricación de los prototipos serán suministrados por empresas como TEXNE PLASICOS dedicadas a la comercialización de pelets de PP y resinas a base de vinilo.
- **Distribución:** La empresa a conformar prestará el servicio de transporte e instalación del producto, este costo será diferenciado del precio de venta del producto y permitirá que se perciba por nuestros clientes como una empresa responsable.

Demanda

Debido a la escasa presencia de empresas dedicadas al rotomoldeo en el mercado local y dado la creciente demanda en el mercado de productos plásticos, se concluye que este sector se está convirtiendo en mercado en crecimiento.

Área geográfica del mercado: El mercado al cual va dirigido este proyecto, es un mercado local inicialmente ubicado en la ciudad de Medellín, para posteriormente

abarcar las 5 principales ciudades de Colombia en las cuales el servicio de rotomoldeo no se encontró.

Características de los usuarios o consumidores: El volumen actual de los usuarios es de 400 empresas en Colombia²⁸ de la industria del plástico empresas específicas de la industria del rotomoldeo, la tasa de crecimiento de la industria del plástico es del 4 % un tanto cercana al crecimiento de la economía del país que está en un 5%, pero la industria del rotomoldeo crece a pasos gigantes con un tasa del 10%. Las empresas de la industria del plástico se encuentran distribuidas en las 5 principales ciudades de Colombia y las de roto moldeo específicamente en Medellín y Bogotá.

Información estadística de la demanda

Tabla 11. Datos de la demanda en el país.²⁹

Año	Trimestre	Miles de dólares		
		Importaciones	Exportaciones	Balanza Comercial
2001	I	56 137,6	44 007,4	-12 130,2
	II	60 259,2	52 961,8	-7 297,4
	III	59 492,8	53 680,2	-5 812,6
	IV	60 632,6	49 763,7	-10 868,9
2002	I	53 850,7	51 884,7	-1 966,0
	II	61 832,5	59 392,7	-2 439,8
	III	62 511,6	65 552,8	3 041,2
	IV	60 762,0	57 820,7	-2 941,3
2003	I	56 406,1	55 558,1	- 848,0

²⁸ Ver tabla 13, lista de la demanda.

²⁹ Datos proporcionados por el DANE. (www.dane.gov.co)

	II	59 330,4	60 507,6	1 177,3
	III	64 496,1	68 174,2	3 678,1
	IV	70 334,3	62 820,6	-7 513,7
2004	I	62 891,2	67 979,6	5 088,4
	II	72 791,6	73 015,3	223,7
	III	76 840,6	87 769,5	10 928,9
	IV	93 836,7	87 213,8	-6 622,9
2005	I	86 972,4	82 334,1	-4 638,2
	II	100 568,7	102 693,5	2 124,8
	III	100 058,1	103 528,8	3 470,7

Análisis de los factores que puedan amenazar la demanda: Según el estudio de mercados la industria del plástico está creciendo a un tasa del 4%, un factor relacionado con este dato que podría amenazar la demanda sería la disminución de esta tasa de crecimiento que va paralela a la economía de Colombia, igualmente la demanda de productos plásticos está en crecimiento y otro factor que podría afectar la demanda es la invasión de productos chinos en el mercado que cada día harán que la industria colombiana deje de crecer en la manera que lo ha venido haciendo durante estos últimos 5 años debido a la fuerte competencia de precios.

Vida del producto: La vida estimada del producto es de 5 años. Basado en la depreciación contable de máquinas para la industria en Colombia.

Proyección de la demanda el horizonte del proyecto: Se espera que la demandada vaya en crecimiento con la línea de tiempo, se espera obtener el primer año ventas por \$200.000.000, por concepto de la venta de la máquina,

cada máquina tendrá un costo de \$100.000.000 y se pretenden vender 2 maquinas al primer año de funcionamiento de la empresa.

Oferta

Características de la oferta: La demanda se caracteriza por ser un oligopolio, debido a que son pocas las empresas productoras de este tipo de maquinaria en el mundo.

Estas empresas buscan las decisiones que en concordancia con las acciones de sus rivales, causen el mayor beneficio y el menor riesgo de pérdida. Así como impedir el ingreso de nuevos productores al mercado.

Características y calidades de productos fabricados nacional e internacionales:

Las máquinas fabricadas en el primer mundo como ejemplo en el reino unido son de shuttle y carrusel y son maquinas que cumplen con los más altos estándares de calidad y tecnología de punta³⁰, que incluye diferentes temperaturas en el horno de conveccion, mecanismo de accionamiento de velocidad variable para el

³⁰ Información extraída de la página en internet del grupo internacional de rotomoldeadores, www.rotomolding.com

brazo, brazos rectos y descentrados, calentamiento por una corriente de aire forzada y tiene hasta 4 carros independientes, completamente automatizadas.

Las máquinas que son fabricadas en argentina por ejemplo son de buena calidad pero se ve algo de rusticidad en su fabricación, es evidente que las máquinas europeas son las que superan en calidad a las máquinas fabricadas en otros países, por su tecnología y funcionalidad.

Política de precios: Como se había mencionado anteriormente, la característica de la demanda es el oligopolio, por lo tanto los precios se manejan de una manera particular, debido a que su posición ejerce un poder de mercado provocando que los precios sean más altos y la producción inferior y tratan de impedir el ingreso de nuevos competidores en el mercado.

Tecnología empleada: La maquinaria para el sistema de moldeo rotacional es de una relativa simplicidad mecánica, puesto que habitualmente consta de dos ejes cruzados, de giro sincronizado mecánicamente, en el segundo de los cuales van montados los moldes. Sea la carga de látex, plastisol o termoplástico en polvo, se aplica calor al molde cuya rotación sobre ejes cruzados distribuye el material uniformemente por las paredes. Al enfriarse, el material se solidifica o vulcaniza, y se extrae la pieza endurecida.

Existen diversos tipos de máquinas, desde unas pequeñas y sencillas, hasta otras de grandes diámetros de giro con sofisticado sistema eléctrico de control. Su selección se realiza en base a determinados parámetros a considerar, como el tamaño de pieza, ritmo de producción, inversión prevista. Hay también distintos sistemas de rotomoldeo; los más simples conocidos como fijos o estático a los cuales ingresan y egresan los carros porta molde (shuttle); otros con una unidad giratoria central o carrusel, con tres, cuatro, o más brazos que se mueven entre las distintas estaciones de trabajo (carga, calentamiento, enfriamiento, carga / descarga). Para piezas de grandes dimensiones se usan las máquinas de tipo de lanzadera.

Hay un nuevo procedimiento, actualmente en evaluación en el Pôle Européen de la Plasturgie de Oyonnax³¹, de calentamiento por radiación infrarroja, que ahorra componentes mecánicos y energía al tiempo que el enfriamiento se hace en la misma cámara que la calefacción al no precisar conservarla caliente, ahorrando de este modo la mecánica del movimiento adicional del portamoldes para trasladarlo de una a otra cámara.

Posibilidad de utilización de la capacidad ociosa y/o proyectos de ampliación: Eliminar la capacidad ociosa depende factores de planeación dentro de la compañía sino también de factores externos u operativos no utilizados en la

³¹ Pagina web con información sobre tecnología de punta en procesos de manufactura de plásticos (www.poleplasturgie.net)

producción, la idea es aumentar la cantidad de proyectos. La capacidad instalada de la planta se establece con base en las buenas expectativas y en el constante crecimiento del mercado, por lo cual se espera que las ventas aumente de forma consecuente con el crecimiento de la industria

Tabla 12. Capacidad instalada de la planta.

Año	1	2	2	3	5	6	7	8	9	10
Capacidad Instalada por año	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Número de proyectos por año	2	3	4	5	6	7	8	9	10	10
Capacidad ociosa por año	8	7	6	5	4	3	2	1	0	0

Estimación de la oferta futura: Como se vio anteriormente, el mercado de rotomoldeo se esta incrementando en un 10% anual en Latinoamérica, podemos estimar que la oferta de las empresas fabricantes de productos rotomoldeados se incrementará en un 65% en los próximos 10 años y el de las empresas fabricantes de máquinas para rotomoldeo será de un 3%, esto es esencia por que la oferta es muy poca pero la demanda es mucha.

Canales de distribución: Se emplea un canal directo para la comercialización de las máquinas, vendiendo directamente al consumidor sin intermediarios, realizando ventas telefónicas, ventas por Internet, venta por correo y a domicilio.

Precio

Fijación de valores máximos y mínimos del precio unitario de venta: Los efectos de la demanda hacen que los precios de la máquina estén de U\$48.000 a U\$40.000 dólares dejando muy altos los otros precios de la maquinaria del mercado logrando así un precio muy competitivo en la industria. El precio de la máquina *3 Axiss* será de \$100.000.000.

Comercialización

Distribución geográfica del mercado:

- Maquinaria Argentina a nivel de latino América
- En Norteamérica EEUU
- A nivel europeo se tiene a Alemania, España y Francia.

Requerimientos en la forma de presentación del producto: El producto debe presentarse de forma segura para el operario, útil para el ingeniero, económico para la empresa y que se diferencie entre las demás máquinas.

Canales de distribución actuales y posibilidad de otros canales: Los canales de comercialización se realizan de forma directa a los usuarios. Por su baja

rotación en el mercado el producto se promocionaría en ferias de tecnología o especializadas.

Condiciones especiales para introducir el producto en el mercado: El producto debe ser introducido al mercado de una forma eficiente donde el cliente vea la posibilidad de satisfacer sus necesidades de producción de una manera eficiente y económica.

Formas de almacenaje y transporte: Se almacenaría ensamblada y se transportaría vía terrestre y aérea dado el caso.

Posibilidad y condiciones del mercado internacional: Poco probable, ya que las industrias que predominan en el mercado poseen experiencia y recursos mas allá de nuestras metas iniciales, pero ya que se trata de una máquina rotomoldeadora para prototipos podría tener una gran acogida puesto que es un producto nuevo e innovador.

Asistencia técnica de post-venta: Se ofrece asistencia técnica a domicilio, dependiendo de la evaluación previa de los inconvenientes.

Promoción y publicidad: Mediante las empresas del gremio y las ferias especializadas se realizarían las promociones y publicidades. A través de los canales y redes informáticas.

8. CONCLUSIONES DEL ANÁLISIS DE MERCADO

El panorama de la industria de rotomoldeo en Latinoamérica y Colombia es alentador ya que ha presentado un crecimiento constante en los últimos años, para 2006 se obtuvo un crecimiento del 10%.

La principal necesidad de los industriales de rotomoldeo es encontrar soporte técnico; encontrar moldes de calidad es otro requerimiento de primera instancia. Otro grupo de empresarios cree que el suministro de materia prima es su principal problema, y el grupo más nutrido piensa que su mayor urgencia es contar con equipo de procesamiento de calidad.

El proceso de diseño e innovación en las empresas es limitado. El 70% de las empresas produce entre 1 y 5 nuevos productos al año; el 18% produce entre 5 y 10 productos al año, y el porcentaje restante produce entre 10 y 50. Solamente dos empresas producen más de 50 productos anualmente.

Los empresarios deberán diversificar su línea de productos si quieren que la industria siga vigente y en crecimiento. Para las empresas, el principal desafío a su éxito está en la diversificación de mercados y muy de cerca lo sigue en importancia el financiamiento y la innovación en o productos

9. CLIENTES

Segmentación del mercado

Debido al escaso margen que representa la fábrica del rotomoldeo dentro de la industria del plástico en Colombia, se estableció este modelo de segmentación del mercado:

Publico objetivo

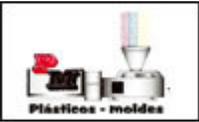
Empresas del sector del plástico que fabriquen productos que puedan ser fácilmente fabricados por la técnica del rotomoldeo (canecas, recipientes, potes de basura, envases complicados o únicos, juguetes, etc) y que a su vez represente un plus en términos de operación o costos. Dentro de estas empresas encontramos procesos como el soplado o la inyección de plásticos que son procesos costosos y solamente rentables para la producción a gran escala. Debemos penetrar este mercado y expandir la aplicación del rotomoldeo a estas organizaciones.

Publico secundario

Empresas del sector que ya implementan el rotomoldeo.

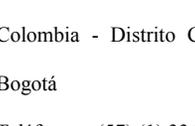
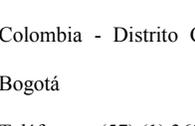
Lista de la demanda

Tabla 13. Lista de la demanda.

BOGOTA	PLASTIFAMOL	PLÁSTICOS OJARA S.A.	CALI
<p>MAQUITEC ANDINA S.A.</p> <p>Tr 93 # 53-32 Bdg 73</p> <p>Colombia - Distrito Capital, Bogotá</p> <p>Teléfonos : (57) (1) 4366799</p> <p>Fax : (57) (1) 2768349</p> 	<p>Cl 39Sur # 31A-35</p> <p>Colombia - Distrito Capital, Bogotá</p> <p>Teléfonos : (57) (1) 2032694</p> <p>Telefax : (57) (1) 2039582</p> 	<p>Cr 42 # 54A-153 B- 1</p> <p>Colombia - Antioquia, Itagüí</p> <p>Teléfonos : (57) (4) 2818786,(57) (4) 2816284,(57) (4) 3760131</p> <p>Fax : (57) (4) 3715058</p> 	<p>UNION PLASTICA LTDA.</p> <p>Cr 39 # 12A-151 Acopi</p> <p>Colombia - Valle del Cauca, Cali</p> <p>Teléfonos : (57) (2) 6644425</p> <p>Fax : (57) (2) 6647336</p> 
<p>POLIPACK LTDA.</p> <p>Dg 7 # 37-69</p> <p>Colombia - Distrito Capital, Bogotá</p> <p>Teléfonos : (57) (1) 2204905,(57) (1) 2204906</p> <p>Fax : (57) (1) 2372155</p> 	<p>SOCOMEX S.A.</p> <p>Tr 55B # 115A-06</p> <p>Colombia - Distrito Capital, Bogotá</p> <p>Teléfonos : (57) (1) 6130093</p> <p>Telefax : (57) (1) 6133550</p> 	<p>CODIPLAX S.A.</p> <p>Cr 65 # 30-27</p> <p>Colombia - Antioquia, Medellín</p> <p>Teléfonos : (57) (4) 3513432</p> <p>Fax : (57) (4) 3515450</p> 	<p>DISTRIBUIDORA POLIEXPORT S.A.</p> <p>Aeropuerto Zona Franca Palmaseca Bdg A 7 A</p> <p>Colombia - Valle del Cauca, Cali</p> <p>Teléfonos : (57) (2) 6511052,(57) (2) 6666464</p> <p>Fax : (57) (2) 6511053</p> 
<p>PLÁSTICOS ROYAL ABELLA LTDA.</p> <p>Av Américas # 63-39</p> <p>Colombia - Distrito Capital, Bogotá</p> <p>Teléfonos : (57) (1) 2629523,(57) (1) 2604153</p> <p>Fax : (57) (1) 4137355</p>	<p>DISTRIBUIDORA DE MATERIAS PRIMAS Y COLORANTES</p> <p>Cr 16 # 8-42 Sur</p> <p>Colombia - Distrito Capital, Bogotá</p> <p>Teléfonos : (57) (1) 3371011</p> <p>Fax : (57) (1) 3371066</p> 	<p>DICOPLAST S.A.</p> <p>Cl 8Sur # 50E-38</p> <p>Colombia - Antioquia, Medellín</p> <p>Teléfonos : (57) (4) 2555018</p> <p>Fax : (57) (4) 2555134</p> 	<p>POLYSER LTDA.</p> <p>Cr 27B # 13-215 B- 8 Bdg 10</p> <p>Arroyohondo Yumbo</p> <p>Colombia - Valle del Cauca, Cali</p> <p>Teléfonos : (57) (2)</p>

 <p><u>MONPLAST LTDA.</u> Av Caracas # 15-79 Colombia - Distrito Capital, Bogotá Teléfonos : (57) (1) 2815892,(57) (1) 2811515 Ext. PBX,(57) (1)2815505,(57) (1) 3425616 Fax : (57) (1) 2862912</p>  <p><u>ACME LEÓN PLÁSTICOS LTDA.</u> Cr 42 # 12B-45 Colombia - Distrito Capital, Bogotá Teléfonos : (57) (1) 2686905,(57) (1) 3688836 Fax : (57) (1) 2686905</p>  <p><u>SOY-D E.U.</u> Cl 18A # 68D-45 Colombia - Distrito Capital, Bogotá</p>	<p><u>PLACECOL S.A.</u> "Especializados en Marcas Blancas y Propias.Servicio de Maquila en Encerado e Inyección" Cr 35 # 166-25 Colombia - Distrito Capital, Bogotá Teléfonos : (57) (1) 6790909 Fax : (57) (1) 6782098</p>  <p><u>PLASTICOS SAN MATEO</u> Av Caracas # 18-07 Colombia - Distrito Capital, Bogotá Teléfonos : (57) (1) 4823142 Telefax : (57) (1) 5667404</p>  <p><u>BOTELLAS PET S.A.</u> Cr 68B # 12-66 Colombia - Distrito Capital, Bogotá Teléfonos : (57) (1) 4473111 Fax : (57) (1) 4473100</p>	<p><u>SOLUPLAST</u> Cr 45A # 72-72 Itagüí Colombia - Antioquia, Medellín Teléfonos : (57) (4) 2773121</p>  <p><u>DISTRIBUIDORA PERSAL LTDA.</u> Cr 54 # 79Aa S-40 Manz A Bdg 144 La Estrella Colombia - Antioquia, Medellín Teléfonos : (57) (4) 3094785,(57) (4) 3092229 Fax : (57) (4) 3092371</p>  <p><u>FELIPLAST</u> Cr 49 # 78D Sur-90 Colombia - Antioquia, Medellín Teléfonos : (57) (4) 3783636 Fax : (57) (4) 3783593</p>  <p><u>MECAPLAST</u></p>	<p>6904779,(57) (2) 6904778 Fax : (57) (2) 6904779 Ext. 107 Celular : (57) 3165250347</p>  <p><u>M.B.O. MASTER BATCH DE OCCIDENTE S.A.</u> Zona Franca Palmaseca Bod.A 8 A Colombia - Valle del Cauca, Cali Teléfonos : (57) (2) 6511052,(57) (2) 6666464 Fax : (57) (2) 6511053</p>  <p><u>EJE CAFETERO</u></p> <p><u>PLASTIAGRO</u> Cl 50 # 21-56 Colombia - Quindío, Armenia Telefax : (57) (6) 7472943</p> 
--	--	--	---

<p>Teléfonos : (57) (1) 4111110 Fax : (57) (1) 4120607</p>  <p><u>COENPLAS S.A.</u> Cl 18 # 68D-76 Colombia - Distrito Capital, Bogotá Teléfonos : (57) (1) 4051200 Fax : (57) (1) 4241937</p>  <p><u>INDUSTRIAS PAVAPLAST LTDA.</u> Cl 65Bis # 88-57 Colombia - Distrito Capital, Bogotá Teléfonos : (57) (1) 4304817 Fax : (57) (1) 4308450</p>  <p><u>INGECROM</u> AvCl6 32A-10 Colombia - Distrito Capital, Bogotá Teléfonos : (57) (1) 2777222 Fax : (57) (1) 2018719</p>	 <p><u>ESTIBAS PLASTICAS LTDA.</u> Bogota Colombia - Distrito Capital, Bogotá Telefax : (57) (1) 6091189 Celular : (57) 3115257774</p>  <p><u>HUMPLAST</u> Cl 37A Sur # 72L-81 Colombia - Distrito Capital, Bogotá Teléfonos : (57) (1) 4506425 Fax : (57) (1) 4501455</p>  <p><u>P-3 PERFILES Y PROYECTOS DE PLASTICOS LTDA.</u> Cr 72L # 37B-65 Sur Colombia - Distrito Capital, Bogotá Teléfonos : (57) (1) 2991721 Telefax : (57) (1) 4512113</p>	<p><u>INTERNACIONAL LTDA.</u> Cl 85 # 48-66 Itagüí Colombia - Antioquia, Medellín Teléfonos : (57) (4) 2852921,(57) (4) 2852139 Fax : (57) (4) 2850544,(57) (4) 2852731</p>  <p><u>PARCO LTDA.</u> Cr 54 # 79Aa Sur-40 Bdg 141 La Estrella Colombia - Antioquia, Medellín Teléfonos : (57) (4) 4440159 Fax : (57) (4) 3099850</p>  <p><u>PLASTIPOL LTDA.</u> Cr 50A # 39A-06 Itagüí Colombia - Antioquia, Medellín Teléfonos : (57) (4) 2779861,(57) (4) 3778493</p> 	<p><u>OTRAS CIUDADES</u></p> <p><u>SOLIPLAST S.A.</u> Parque Industrial II Etapa Forjandes Km 7 Via Palenque Café Madr Colombia - Santander, Bucaramanga Teléfonos : (57) (7) 6760987,(57) (7) 6769191</p>  <p><u>MAO PLASTICOS S.A</u> Km 7 Via Giron Colombia - Santander, Bucaramanga Teléfonos : (57) (7) 6466870,(57) (7) 6823445 Fax : (57) (7) 6465040</p>  <p><u>LOPLAST S.A.</u> Av Circunvar # 32-120 Bdg 10 Colombia - Atlántico, Barranquilla Teléfonos : (57) (5) 3592680</p>
--	---	--	--

		<p><u>ISOPLAST LTDA.</u></p> <p>Cr 52 # 7S-85</p> <p>Colombia - Antioquia,</p>	
<p><u>PLASTICOS DE LA SABANA LTDA.</u></p>	<p><u>PLASTICOS MONCLAT LTDA.</u></p>	<p>Medellin</p>	<p><u>GREIF COLOMBIA S.A.</u></p>
<p>Cr 12 # 14-41</p> <p>Colombia - Distrito Capital,</p> <p>Bogotá</p> <p>Teléfonos : (57) (1) 3340400</p> <p>Fax : (57) (1) 3344335</p>	<p>Cr 44 # 19-30</p> <p>Colombia - Distrito Capital,</p> <p>Bogotá</p> <p>Teléfonos : (57) (1) 3680599</p> <p>Fax : (57) (1) 3350060</p>	<p>Teléfonos : (57) (4) 3622425</p> <p>Fax : (57) (4) 2859907</p>	<p>Zona Industrial Mamonal Km 9</p>
		 <p><u>INDUSTRIAS PLASTICAS PENTA S.A</u></p> <p>CI 52 # 73-32</p> <p>Colombia - Antioquia,</p> <p>Medellin</p> <p>Teléfonos : (57) (4) 2604909</p> <p>Fax : (57) (4) 2300365</p>	<p>Colombia - Bolívar,</p> <p>Cartagena</p> <p>Teléfonos : (57) (5) 6685571,(57) (5) 6685009</p> <p>Fax : (57) (5) 6685415</p>
<p><u>POLIMEROS TECNICOS S.A.</u></p> <p>Cr 67 # 10A-45</p> <p>Colombia - Distrito Capital,</p> <p>Bogotá</p> <p>Teléfonos : (57) (1) 4808287</p> <p>Fax : (57) (1) 4136701</p>	<p><u>PLASTICOS RECICLABLES LTDA.</u></p> <p>Tr 6 # 14-60 E- 1 Cazucá</p> <p>Colombia - Distrito Capital,</p> <p>Bogotá</p> <p>Teléfonos : (57) (1) 7820302</p> <p>Telefax : (57) (1) 7750070</p>	 <p><u>PALACIO RAMÍREZ LTDA.</u></p> <p>Cr 73 # 41-19</p> <p>Colombia - Antioquia,</p> <p>Medellin</p> <p>Teléfonos : (57) (4) 2502909</p> <p>Fax : (57) (4) 4141110</p>	
		<p><u>TECNPOL LTDA.</u></p> <p>Cr 64 # 7-79</p> <p>Colombia - Distrito Capital,</p> <p>Bogotá</p> <p>Teléfonos : (57) (1) 4202017,(57) 2612358,(57)</p>	<p><u>POLIMES S.A</u></p> <p>Cr 106 # 15-25 Int 111 -112</p> <p>Colombia - Distrito Capital,</p> <p>Bogotá</p> <p>Fax : (57) (1) 4046607</p> <p>PBX : (57) (1) 4046600</p>
<p>Teléfonos : (57) (1) 4202017,(57) 2612358,(57)</p>	<p>Fax : (57) (1) 4046607</p> <p>PBX : (57) (1) 4046600</p>		

<p>4190881,(57) (1) 2613935 Fax : (57) (1) 4204960</p>  <p><u>CAJAS PLASTICAS</u> <u>GUER-S E.U.</u> Cl 13 # 68B-55 Colombia - Distrito Capital, Bogotá Telefax : (57) (1) 2609200</p>  <p><u>IDEPLAS LTDA.</u> Cl 36A Sur # 72L-47 Colombia - Distrito Capital, Bogotá Teléfonos : (57) (1) 4522863 Fax : (57) (1) 4522863 Ext. 113</p>  <p><u>TAPAS ALBERT LTDA.</u> Cl 15 # 40-75 Colombia - Distrito Capital, Bogotá Teléfonos : (57) (1) 2696599 Fax : (57) (1) 2688798</p>	 <p>MEDELLIN</p> <p><u>PLÁSTICOS TRUHER</u> <u>S.A.</u> Cl 67Sur # 48B-95 Sabaneta Colombia - Antioquia, Medellín Fax : (57) (4) 3050321 Conmutador : (57) (4) 3051100</p>  <p><u>PLESCO S.A.</u> Cl 28 # 45-27 Colombia - Antioquia, Medellín Teléfonos : (57) (4) 3810044 Fax : (57) (4) 2320476</p>  <p><u>PARAPLÁSTICOS S.A.</u> Cl 85 # 50A-90 Itagüí Colombia - Antioquia, Medellín Teléfonos : (57) (4)</p>	<p><u>PLASTEXTIL S.A.</u> Telas para Parasoles, Carpas, Toldos, Pisos, Dotación Industrial, Publicidad. Cr 44 # 28-36 Colombia - Antioquia, Medellín Teléfonos : (57) (4) 2322440 Fax : (57) (4) 2328673</p>  <p>BEL - PLÁSTICOS Cr 55 # 49-98 Colombia - Antioquia, Medellín Teléfonos : (57) (4) 2319452 Fax : (57) (4) 2319452</p>  <p><u>TECNIPLAS LIMITADA</u> Cl 30A # 65A-03 Colombia - Antioquia, Medellín Teléfonos : (57) (4) 2652722 Fax : (57) (4) 3511366</p> 	
---	---	--	--

 <p>INDUSTRIAS VANYPLAS</p> <p><u>S.A.</u></p> <p>Artículos para el Hogar, El Aseo y Muebles Plásticos.</p> <p>Cl 19 # 69B-88</p> <p>Colombia - Distrito Capital, Bogotá</p> <p>Teléfonos : (57) (1) 2922400</p> <p>Fax : (57) (1) 2926324</p> 	<p>2628633,(57) (4) 2554634</p> <p>Fax : (57) (4) 2554634</p>  <p><u>ESTRA S.A.</u></p> <p>Cl 30 # 55-72</p> <p>Colombia - Antioquia, Medellín</p> <p>Teléfonos : (57) (4) 3500050</p> <p>Fax : (57) (4) 2658830,(57) (4) 3511080</p> 	<p>IDEPLAST LTDA.</p> <p>Cr 64 # 35-28 Itagüí</p> <p>Colombia - Antioquia, Medellín</p> <p>Teléfonos : (57) (4) 3743737</p> <p>Fax : (57) (4) 3743737</p> 	
---	--	---	--

Distribución geográfica de la demanda

En la demanda investigada se tiene un total de 58 que entran o encajan en el perfil de público objetivo, según esto las distribuciones de ellas en las zonas del país es la siguiente:

Bogota: 29 empresas

Medellín: 20 empresas

Cali: 4 empresas

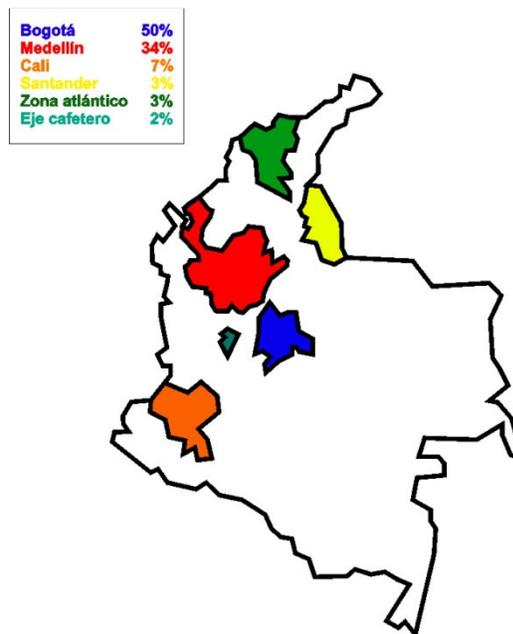
Santander: 2 empresas

Región atlántica: 2 empresas

Región eje cafetero: 1 empresa

La mayor concentración de empresas fabricantes de productos plásticos se encuentra en la zona andina, en las regiones industrializadas como Bogotá, Medellín y la ciudad de Cali. La presencia de este tipo de empresas en otras regiones es muy escasa.

Gráfica 51. Distribución de la demanda.



En el mapa se observa la concentración de empresas que hacen parte del público objetivo encontradas en la región colombiana. Se ve a simple vista que la mejor

ubicación de la planta física de la empresa es en las ciudades de Bogotá o Medellín que poseen la concentración más alta de empresas del sector, además de ser un punto central para alcanzar los mercados más pequeños de las otras ciudades.

10. PROVEEDORES

Para encontrar los proveedores se investigo en primera medida el mercado local, luego en el nacional y posteriorenente en el internacional. Las partes fabricadas por proveedores internacionales se distribuyen en Colombia a traves de empresas representantes en Medellín³².

Cabe anotar que el proveedor principal es la empresa METALCAM LTDA. Que trabajara junto con Rototyping como un proveedor de mano de obra y aliado estrategico, su función es la de fabricar el chasis de la máquina listo y pintado para el ensamble que nosotros realizamos en nuestra bodega. A continuación se encuentra una tabla con los proveedores escogidos.

Tabla 14. Proveedores seleccionados.

Componentes y materiales	Proveedor	Ubicación	Costo
Motor del carro	Baldor Electric Corp.	TX, USA	U\$450
Motor puerta del horno	Baldor Electric Corp.	TX, USA	U\$371
Motor x del molde	Bodine Electric Company	CHI, USA	U\$1540

³² Ver anexo 5 para información detallada de los proveedores internacionales.

Motor y del molde	Bodine Electric Company	CHI, USA	U\$1200
Extractor	G y G extractores	Med, COL	U\$130
Unidad de compresión	ACC Compresors	OHI, USA	U\$1800
Resistencias del horno	Resistencias omega	Med, COL	U\$30
Variadores	Yaskawa	CHI, USA	U\$4400
Pirometro	Pyrometer Company	NJ, USA	U\$120
Tarjeta de circuitos	Compel S.A.	Med, COL	U\$11
Winch o grua del molde	Ferretaria moderna	Med, COL	U\$70
Rodamientos	Timken	Med, COL	U\$250
Poleas	Timken	Med, COL	U\$20
Tornilleria y remaches	Tornilin	Med, COL	U\$25
Cableado	Ferretería moderna	Med, COL	U\$120
Ensamble y pintura del chasis y troquelado de lamina.	MetalCam LTDA.	Med, COL	U\$742
TOTAL EN DOLARES			U\$9279
TOTAL EN PESOS	Tasa de cambio \$1800		\$1670000

Tabla 15. Formato MRP del producto

FORMATO MRP PARA REQUERIMIENTOS DE PRODUCTO 3-AXISS						
REQUERIMIENTO	LOTE	STOCK MINIMO EN PLANTA	TIEMPO DE ENTREGA (DIAS)	FECHA DE PEDIDO	ENTREGA	TIEMPO DE ENSAMBLE (MINUTOS)
MOTOR X	50	10	90		30/03/1900	45
MOTOR Y	50	10	90		30/03/1900	75
MOTOR Z	10	10	3		03/01/1900	30
MOTOR W	10	10	3		03/01/1900	10
EXTRACTOR	10	10	8		08/01/1900	30
UNIDAD DE ENFRIAMIENTO	20	10	10		10/01/1900	80
COMPRESOR						
FILTRO						
CONDENSADOR						
RESISTENCIA ELECTRICA	40	20	30		30/01/1900	40
TARJETA CIRCUITO	5	10	5		05/01/1900	120
RELE 5V						
BREAKER 40amp						
TERMORESISTENCIA						
TERMISTOR						
TRANSISTOR NP2222						
RESISTENCIA 330 - 1K - 100						
PUERTO SERIAL						
CABLE SERIAL						
BORNERA						
VARIADOR DE FRECUENCIA	40	20	90		30/03/1900	120
PULSADOR INDUSTRIAL	100	10	1		01/01/1900	12
RODAMIENTO EJE DE MOLDE	400	40	5		05/01/1900	20
RODAMIENTO EJE DE BRAZO	200	20	5		05/01/1900	10
RODAMIENTO EJE DE RUEDA	800	80	5		05/01/1900	40
CHUMACERA TORNILLO SIN FIN	400	20	5		05/01/1900	10
CHUMACERA EJE DE PUERTA	400	20	5		05/01/1900	10
TORNILLO SIN FIN	100	10	60		29/02/1900	30
SPROKET EJE BRAZO	200	20	5		05/01/1900	10
SPROKET EJE MOLDE	200	20	5		05/01/1900	10
ESTRUCTURA	2	10	30		30/01/1900	1
CARRO SUPERIOR	1	10	30		30/01/1900	20
MESA	1	10	30		30/01/1900	1
RUEDA CARRO SUPERIOR	100	40	5		05/01/1900	8
TAPAS SISTEMA RUEDAS	200	80	45		14/02/1900	2
TAPAS EJE DE BRAZO	200	80	45		14/02/1900	1
TAPAS EJE DE MOLDE	200	20	45		14/02/1900	5
EJE DE MOLDE	300	20	45		14/02/1900	2
SUJECIONES DE MOLDE	2	20	30		30/01/1900	1
WINCHES	2	20	2		02/01/1900	

11. UBICACIÓN

Macro localización, análisis de la localización óptima

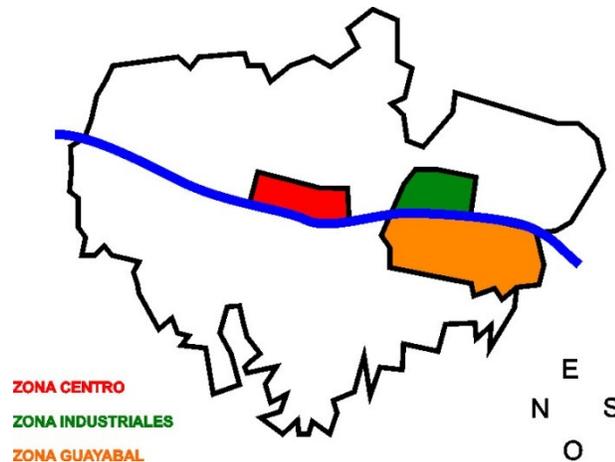
Costos por transporte: Se necesita costear el transporte de las herramientas que estarán en la planta, si tenemos en cuenta el precio de un viaje dentro de la ciudad por un camión de carga mediano que es de \$300.000, se necesitarían 3 de estos viajes para poder ubicar las maquinas (\$900.000), el resto de equipos e insumos al ser de volúmenes pequeños serian transportados por un automóvil patrimonio de uno de los socios. Se contabilizaría el precio de la gasolina por motivos de estos viajes (\$150.000, equivalentes a 2 días de recorrido en la ciudad). El transporte de la materia prima se haría 1 vez por año, y se adquirirá únicamente lo necesario para los volúmenes de producción establecidos para el año en curso (\$400.000). Debemos tener en cuenta también un gasto mensual de gasolina para el transporte de insumos, personal y material de oficina (\$400.000).

Disponibilidad: Herramientas, insumos y materias primas son de fácil consecución en la ciudad. Los principales conglomerados de distribuidores los podemos encontrar en la zona centro de Medellín y en las respectivas zonas industriales de los municipios aledaños. Para este efecto se considera el centro de Medellín como la opción mas indicada ya que se podrían salvar muchos costos por transporte al contar con todos los distribuidores en una misma zona. También

es importante anotar que en la zona del centro de la ciudad se cuenta con todo tipo de servicios profesionales en mantenimiento y aplicación de tecnología.

Condiciones de localización: El lugar donde se montaría la planta física sería rentado. La renta por un lugar adecuado para el proyecto que está pensado en 80 m² de área, oscila por los \$2.000.000 en las zonas industriales de la ciudad. Según la localización si es en el centro de la ciudad el precio estaría alrededor de los \$2.800.000. Se necesita contar con todos los servicios públicos de agua, energía, alcantarillado y comunicaciones (Internet incluido). Para una empresa de la envergadura se estaría esperando cancelar una suma mensual de \$700.000 por estos efectos.

Gráfica 52. Áreas óptimas en la ciudad para localización.



Decisión: Existen dos alternativas viables que son rentar un en la zona central de Medellín o rentar en alguna de las zonas industriales de la ciudad o municipios aledaños. Se ha optado por rentar en la centro de la ciudad por razones de peso tales como:

- Recorte en costos de transporte por ubicación cercana de todos los proveedores.
- Cercanía a servicios técnicos de mantenimiento y aplicación de tecnologías
- Disponibilidad garantizada de todos los insumos y materias primas
- Ubicación óptima para promocionar la empresa y el producto
- Facilidad de transporte de los empleados

Tabla 16. Costos por ubicación en la zona central de Medellín.

Concepto	Costo único (solo se paga una vez)	Costo mensual	Costo anual
Transporte de maquinas, estantes y mobiliario industrial	\$900.000		
Transporte de insumos de oficina	\$150.000		
Transporte de materia prima			\$400.000
Transporte de personal y varios		\$200.000	\$2.400.000
Renta		\$2.800.000	\$33.000.000
Servicios públicos		\$700.000	\$8.400.000

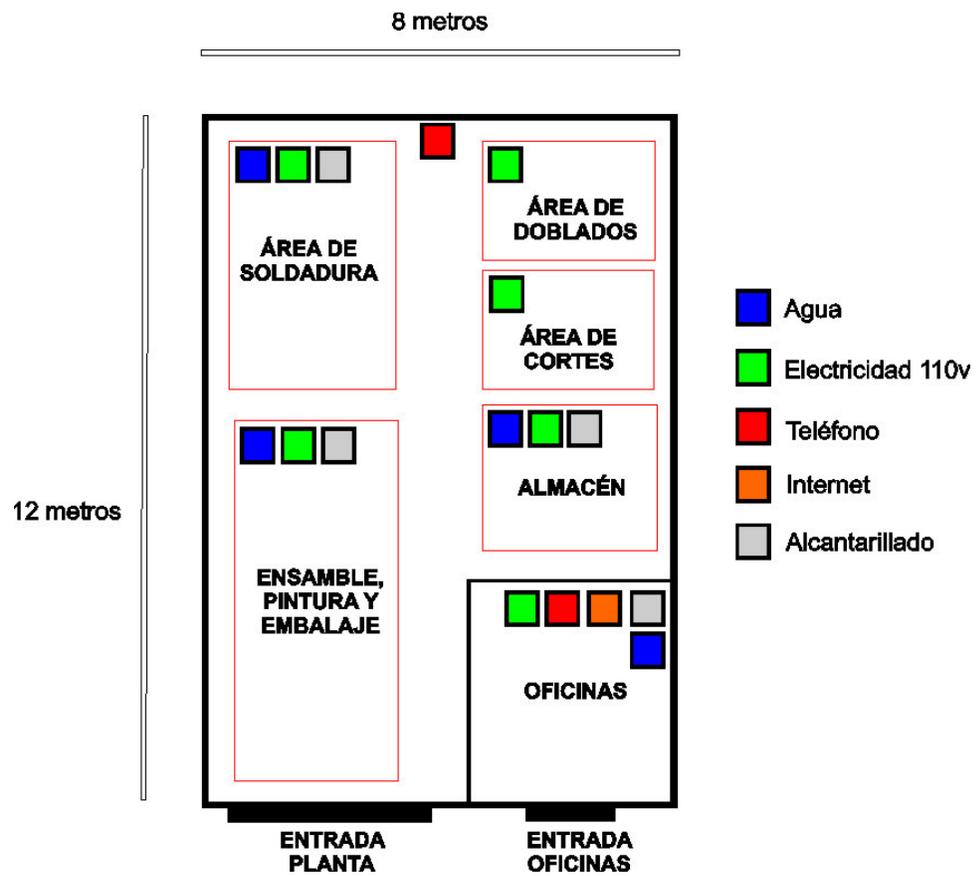
Micro localización, análisis de la localización óptima

Se facilita mucho al ser un lugar rentado en el sentido que no hay que tener consideraciones de orden jurídico o regulaciones debido a factores políticos, sociales, climáticos o culturales ya que estos fueron considerados de antemano por el arrendatario.

Con respecto a regulaciones urbanísticas debemos tener en cuenta no exceder los niveles de permitidos de contaminación por emisiones y ruido establecidos en Medellín. Deberemos también tener en cuenta las consideraciones que pueda tomar el arrendatario ya que estas deberán ser acordes a las del proyecto.

Con respecto al área física necesaria se tiene en la grafica de distribución de planta las distribuciones y espacio necesario para realizar las tareas productivas y administrativas.

Gráfica 53. Distribución y área del espacio físico.



Factores que determinaron la decisión de localización.

- Recorte en costos de transporte por ubicación cercana de todos los proveedores. En la zona central de Medellín existe una gran oferta de insumos y materias primas para la realización del proyecto.
- Cercanía a servicios técnicos de mantenimiento y aplicación de tecnologías en caso de presentarse fallas o malfuncionamientos en los equipos de la empresa. La rapidez con la que se actué ante un malfuncionamiento podría salvar costos.
- Disponibilidad garantizada de todos los insumos y materias primas en cualquier momento que fuera necesario por fuera de lo programado.
- Ubicación óptima para promocionar la empresa y el producto.
- Facilidad de transporte de los empleados gracias al las diversas vías de movilización (Metro y rutas urbanas de buses, taxiss, etc).
- Cercanía a entidades financieras.
- Seguridad en la zona por parte del estado.
- No había la necesidad de u terreno o condiciones climatológicas específicas para este proyecto, por lo cual la decisión de ubicación se basa casi en su totalidad en las ventajas que brinda la cercanía de proveedores de insumos, servicios y materias primas, además pensando en la movilidad de los involucrados.

13. ANALISIS FINANCIERO

Capacidad financiera

Para el inicio del proyecto se cuenta con una inversión inicial por parte de los socios de \$50.000.000 y con la finalización de un plan de negocios competente aspirara a que el proyecto sea financiado por parte del fondo emprendedor³³ con \$85.000.000, en caso que esto no suceda, nos veríamos en la necesidad de realizar el préstamo por la misma suma en una entidad financiera.

En total, la inversión inicial del proyecto estimada es de \$135.000.000

Estructura de financiación: La inversión inicial del proyecto será de \$135.000.000 de los cuales \$50.000.000 serán invertidos por los 5 socios y los otros \$85.000.000 serán financiados a través de la participación en el Fondo emprendedor. Esto quiere decir que no nos veremos en la obligación de financiara este dinero una vez el proyecto entre en su etapa de operación.

Inversionistas: 37% (\$50.000.000)

Fondo emprendedor: 63% (\$85.000.000)

³³ Es un Fondo creado por el Gobierno Nacional para financiar proyectos empresariales provenientes de aprendices, Practicantes Universitarios que se encuentren en el último año de la carrera profesional o profesionales que no superen dos años de haber recibido su primer título profesional.
<http://www.fondoemprender.com>

Proyección de los flujos y evaluación financiera

Tabla 17. Proyección de flujos y evaluación financiera.

Vida útil														
Inversión inicial														
Socios														
Financiación Fondo emprendier														
Capacidad														
Precio														
Costos de producción														
Costos montaje de planta														
Costos por renta														
Costos por servicios														
Costos de maquinarias														
Mano de obra														
Transporte														
Ingresos														
Egresos por préstamos														
Egresos														
Depreciación														
UaII														
Gastos financieros														
Impuestos														
UDII														
Inversión														
Amortización														
Depreciación														
K de WY														
Recuperación del Kdaew														
FCP														
TIO														
VPN														
TIR														

Para el desarrollo de los flujos de caja se establecieron e investigaron los siguientes datos:

La depreciación de las máquinas se realizara durante los 4 primeros años de la operación del proyecto y se realizara en 4 porcentajes iguales. El costo de todas las máquinas es de \$50.000.000.

La tasa de interés de oportunidad (TIO) quedo establecida en un 30%.

La tasa de impuestos queda establecida en un 35%

Todos los incrementos porcentuales en los costos e ingresos del proyecto están acorde a las tendencias de la inflación y el crecimiento económico del país durante los últimos 5 años³⁴.

Evaluación financiera

VPN: \$ 353.217.053

TIR: 93%

³⁴ Ver pagina del DANE www.dane.gov.co para revisar indicadores de inflación durante los últimos años, así como incrementos a la gasolina y alzas en salarios.

Recomendaciones

Tras haberse realizado el análisis financiero del proyecto, se puede apreciar que arroja muy buenos resultados y ganancias para cuando se llegue a la liquidación del mismo. Tras haber analizado los ingresos y capital de trabajo con el que se puede contar se pueden hacer las siguientes recomendaciones:

- La empresa estaría en capacidad de aumentar su producción anual hasta en un 30% los dos primeros años y mas del 50% de ahí en adelante, por lo cual el departamento de mercadeo deberá estar al tanto de promocionar y hacer crecer las ventas para que de igual manera crezcan los ingresos.
- Se puede invertir en mejores elementos técnicos de la máquina a medida que la empresa comience su crecimiento, para esto recomendamos que se haga una inversión de parte del capital de trabajo en el área de I+D para encontrar mejores vías productivas y desarrollar productos mas eficientes y modernos.
- Para efectos de motivación de personal se puede considerar que parte del capital de trabajo igualmente sea destinado al desarrollo de programas e incentivos, así como incrementos meritorios de salarios para los empleados.

14. ORGANIZACIÓN

La estructura organizacional de la empresa constara tan solo 2 niveles jerárquicos, en una primero donde están los 5 socios, los cuales a su vez asumen el manejo de las 4 grupos de trabajo en los cuales se ha decido que se desarrollen las diferentes actividades de la empresa. En un segundo nivel jerárquico estarán los empleados contratados y que serán necesarios para la puesta en marcha del proyecto.

Estructura organizacional y grupos de trabajo

La estructura de la empresa constara entonces de 5 diferentes grupos de trabajo:

Junta directiva

Esta integrada por los socios, aquí se tomaran todas las decisiones concernientes a la empresa de manera democrática.

Mercadeo, ventas y promoción

Estará compuesta por dos personas, un jefe y un asistente, estará encargada de contactar empresas que hagan parte del público objetivo para promocionar la

maquina 3Axxis. Trabajara de la mano con las áreas de diseño dándole información valiosa del mercado e igual para el área financiera.

Investigación y desarrollo (I+D)

Estará compuesta por una persona, un ingeniero de diseño y se encargara de toda la parte técnica y formal de los productos, al igual que del mantenimiento de las instalaciones, trabajar de la mano con las áreas de mercadeo y producción.

Producción

Estará compuesta por un jefe ingeniero y los demás operarios necesarios para la producción de las maquinas. Esta directamente relacionada con el área de I+D en la búsqueda constante del mejoramiento de los productos y los procesos.

Administración financiera y recursos humanos

Estará compuesta por una persona que estará encargada básicamente de todos los asuntos jurídicos y financieros de la organización. Hará las contrataciones y los pagos de nomina, así como la contabilidad de la empresa. La persona por si misma no podrá realizar decisiones sin el consentimiento de toda la junta directiva.

Gráfica 54. Organigrama de la organización.

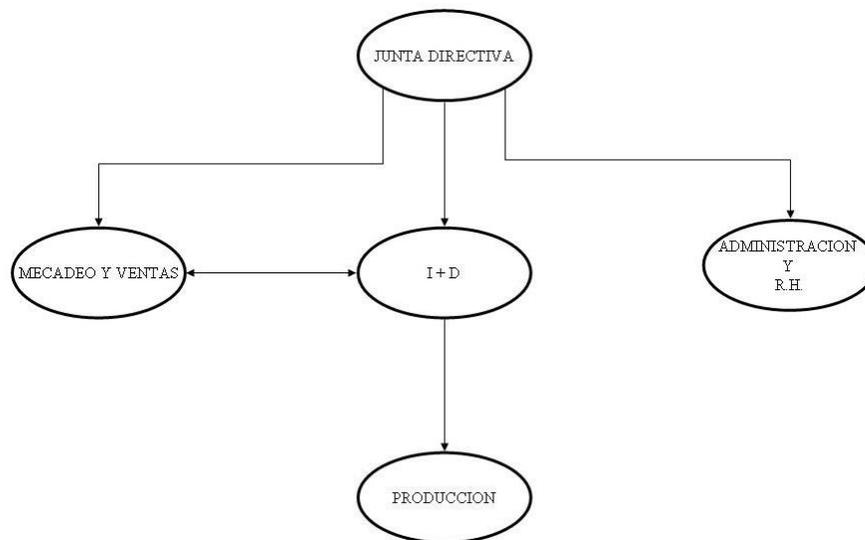


Tabla 18. Personal y nomina necesarios para el proyecto.

Personal	Sueldo mensual	Sueldo anual
Jefe de mercadeo y ventas	\$500.000	\$6.000.000
Jefe de I+D	\$600.000	\$7.200.000
Jefe de administración y R.H.	\$600.000	\$7.200.000
Jefe de producción	\$600.000	\$7.200.000
Asistente Mercadeo y Ventas	\$500.000	\$6.000.000
Electricista	\$500.000	\$6.000.000
Operario metal mecánico	\$500.000	\$6.000.000
TOTAL	\$3.800.000	\$45.600.000

15. PROYECCION Y PUESTA EN MARCHA

Lista de actividades

Se divide el proyecto en 3 partes, una primera será la planeación, la segunda sería el montaje físico del y una tercera sería ya la puesta en marcha del mismo.

Planeación

El tiempo de duración de la planeación del proyecto ha sido establecido para realizarse en 6 meses, en este se llevaran a cabo todos los estudios de pre factibilidad. Para esta tarea se ha conformado un grupo de trabajo con 4 ingenieros de diseño. Las tareas a trabajar y el tiempo de la actividad aparecen en la tabla 14, casi todas las actividades se podrán realizar paralelamente a otras.

Tabla 19. Tareas a realizar durante la planeación del proyecto

Tarea	Tiempo
Concepción y análisis de ideas	15 días
Análisis sectorial	1 meses
Análisis estratégico dentro del sector	15 días
Estudio de mercados	2 meses
Estudio de materias primas	15 días
Estudio técnico	1 mes
Estudio organizacional	15 días
Aspectos legales	15 días
Estudio financiero y conclusiones	1 mes

Montaje de la empresa

Para esta tarea es necesario un tiempo de 6 meses. Para esta actividad será necesarios tener a la mano los recursos físicos y económicos estipulados en el proyecto.

Tabla 20. Tareas a realizar durante el montaje de la empresa

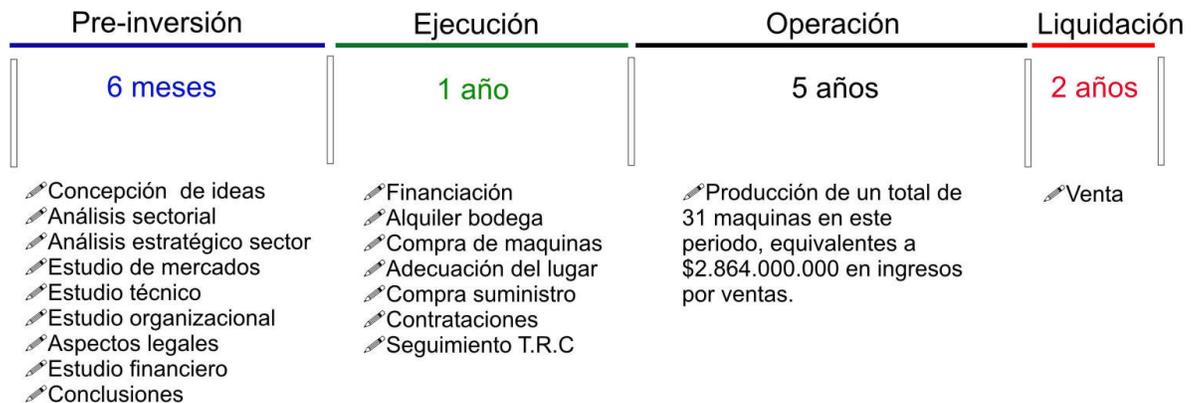
Tarea	Tiempo
Financiación por fondo emprender	3 meses
Búsqueda y alquiler de bodega	1 mes
Búsqueda y compra de maquinas herramientas	1 mes
Adecuación del lugar	15 días
Compra de suministros y materias primas	15 días
Búsqueda y contratación de personal necesario	1 mes
Seguimiento de indicadores (T-R-C)	1 año

Puesta en marcha del proyecto

Después de tener la planta lista, el próximo paso es el de arrancar la producción de las maquinas de rotomoldeo, las cuales para el primer año se tiene planeado la fabricación de 2 de ellas. El tiempo de fabricación de una máquina es de 3 meses, con un costo de \$5.500.000.

Horizonte del proyecto

Grafico 55. Horizonte del proyecto.



16. ASPECTOS LEGALES DEL PROYECTO

Organización jurídica

Sociedad anónima legal bajo una escritura publica con un número de mínimo 5 socios, puesto que con la conformación de sociedad anónima en caso de un embargo o cualquier inconveniente serian con los capitales de la empresa y no con los de cada socio.

Patentes, licencias, registro de la sociedad, aprobaciones, permisos, trámites DIAN, Cámara de Comercio, otros.

Las patentes son fundamentales en el diseño de la máquina ya que es un diseño innovador y no se quiere que ninguno de la competencia se lucre de este diseño,

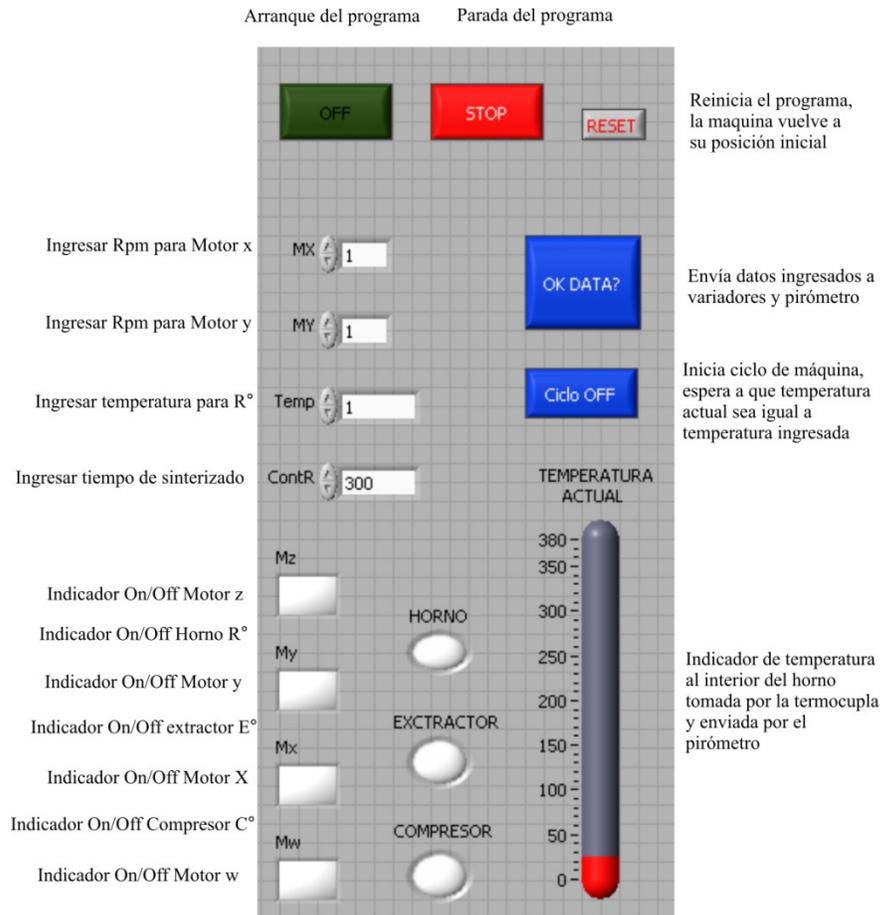
esto con el fin de proteger el diseño. En cuanto a la cámara de comercio y los tramites necesarios, se deben realizar cuando este constituida la sociedad, con el fin de que el nombre de la empresa figure en todos estos papeles y pueda tener las siglas de S.A.

ANEXO 3 PROGRAMA CONTROLADOR LABVIEW 7.

Descripción de componentes

El desarrollo de los controles para la máquina 3 Axis fue hecho gracias al software *Labview* que permite el control de máquinas con componentes electromecánicos. A continuación se presentan la apariencia del panel de control contados sus componentes y controles y estados.

Imagen 14. Componentes del panel de control



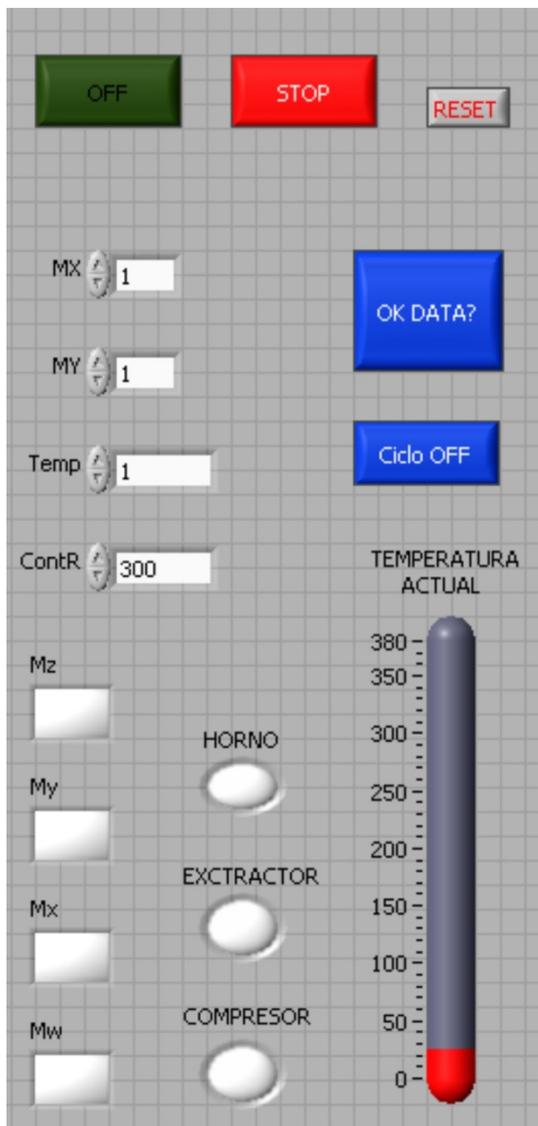
Estado de los componentes y distribución grafica

En las siguientes gráficas se muestran los componentes del panel de control en sus diferentes estados de On y OFF.

Imagen 15. Estados del panel de control

Componentes en estado OFF del panel

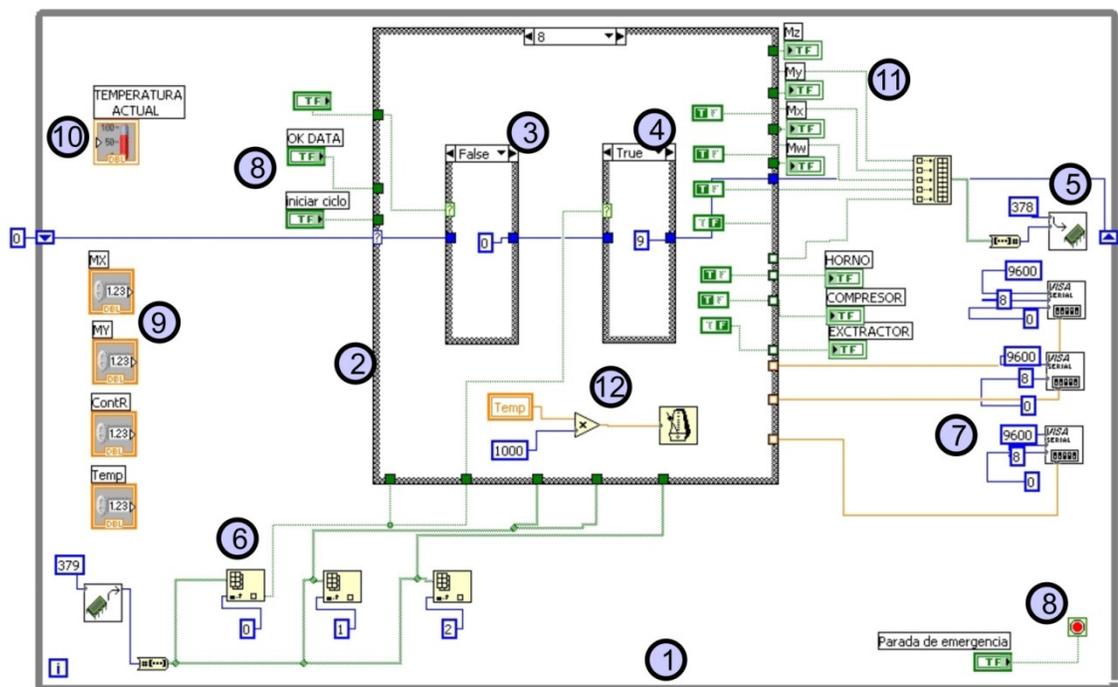
Componentes en estado ON del panel



Apariencia del programa

A continuación se muestran imágenes de la apariencia del programa en *Labview* para controlar la máquina 3 *Axiss*. El funcionamiento del programa se presenta junto al prototipo a escala de la máquina.

Imagen 16. Estructura del programa en Labview



Estructura y partes del programa

1. While loop. Contiene todas las subestructuras del programa y las repite continuamente hasta que una orden booleana 1 / 0, es recibida por la terminal de entrada 8.

2. Estructura case numérica. Posee uno o más sub diagramas, para este caso posee un total de 16 diagramas dentro de los cuales se encuentran divididos todas las funciones de la máquina y de manera consecutiva, como encendido del horno, arranque del extractor, arranque de motores, retardos, sentido de giro de motores, etc. Se ejecuta el sub diagrama correspondiente al número que envía el shift register, quien está encargado de hacer que se ejecuten de manera ordenada y ubicada las secuencias del programa.

3. Estructura case booleano 1. La función de este case es la de recibir la orden RESET del programa, inmediatamente recibe un "1" envía el programa al case numérico "0" donde el programa controla la máquina para que todas sus partes regresen a su posición de inicio de ciclo. Esto es en caso de una parada de emergencia o un corte de energía.

4. Estructura case booleano 2. La función de este case es la de recibir las señales de entrada tanto de los botones booleanos del panel de control como de los sensores externos de la maquina. Esta programado para que según la orden

que reciba cambie el shift register y el programa pueda avanzar en los casos numéricos de manera automática y ordenada.

5. Puerto OUT paralelo: Salida de ordenes booleanas al puerto paralelo de la máquina.

6. Puerto IN paralelo: Entrada de ordenes booleanas desde el puerto paralelo de la máquina.

7. Interface comunicación puertos seriales: Interface de comunicación del programa vía puerto serial con los componentes externos de control como variadores y pirómetro.

8. Terminal del while loop: Terminal de entrada del while principal del programa, si la orden booleana de entrada es "1", el programa se detiene de inmediato. La orden de entrada corresponde al botón de parada de emergencia.

9. Cases de entada de datos: En estos cases se ingresan los datos variables de la máquina que son las rpm de los motores, la temperatura del horno y el tiempo de sinterizado. Estos datos se encuentran dentro de la estructura del case numérico como variables locales para poder manipularlas a través de todos los cases necesarios. Para poder ser enviadas por el puerto serial deben ser

traducidas a código binario para que el puerto serial de los elementos externos de control los puedan parametrizar.

10. Indicador de temperatura: La función de este indicador es la de recibir los datos recolectados por el pirómetro y proyectar la temperatura del horno. Los datos enviados por el pirómetro son binarios por lo cual son traducidos a dígitos de temperatura.

11. Indicadores del programa. Indicadores leds ubicados en el panel de control del programa, sirven para monitorear desde allí todos los componentes que se encuentran funcionando en el ciclo de la máquina.

12. Retardo: en total son 9 retardo encontrados en el funcionamiento del programa, la función es la de esperar a que el programa realice acciones con holgura de tiempo para que los mecanismos en particular tengan tiempo de trabajar adecuadamente. El retardo mostrado en la imagen 4 es para el tiempo de encendido del extractor.

ANEXO 4 INSUMOS PARA ROTOMOLDEO

Polímeros para el rotomoldeo

En el proceso de moldeo rotacional se pueden usar algunos polímeros termoplásticos y termofijos.

Los materiales poliméricos que se muestran a continuación, permiten ser trabajados bajo el proceso de rotomoldeo:

- Acetato
- PVC (Líquido o en polvo)
- Polietileno (baja, media y alta densidad)
- Polietileno (Grado de eslabón cruzado)
- Policarbonato
- Polibutileno
- Nylon (Alguno grados)
- Poliéster termoplástico
- Uretano (Termofijo – Espuma)
- Flurocarbonato (principalmente para tubería)
- Butyrate (butireno)

Es bueno saber que en la actualidad, el 90% del material empleado para el

rotomoldeo es polietileno³⁵.

Características de materiales para rotomoldeo

Los materiales poliméricos que se emplean para el moldeo rotacional, deben estar en polvo o líquido, ya que de no ser así, el proceso no se puede llevar a cabo, o por lo menos no tendría resultados exitosos. Es bueno aclarar que cuando se dice que el material debe estar en polvo, es en un polvo fino y no es en pellets, como normalmente viene la materia prima.

Si se tiene en mente, procesar la materia prima hasta convertirla en material óptimo para el moldeo rotacional, sin necesidad de recurrir a proveedores, es importante tener en cuenta ciertos parámetros que se deben cumplir, para que el material procesado sea adecuado para dicho proceso. Una buena resina para el rotomoldeo puede definirse por los siguientes parámetros:

- **Facilidad de molienda:** La facilidad de un material para la molienda se refiere a su capacidad para ser molido hasta un polvo fino. Los grados de resina que tienen bajo índice de fluidez no se muelen fácilmente. En algunos casos una resina con bajo índice de fluidez puede ser molida bajo una atmósfera de

³⁵ Información extraída del artículo "pulverizado de polietileno para el rotomoldeo", en la página en internet www.plastico.com

nitrógeno líquido o algún otro método de enfriamiento para que el material no se caliente excesivamente durante el proceso.

- **Distribución de partícula:** La distribución de tamaños de partícula del polvo debe ser estrecha. La presencia de partículas muy pequeñas con partículas relativamente grandes, trae como consecuencia que la absorción de calor de las partículas sea poco homogénea, lo que podría originar un recubrimiento no uniforme de las paredes del molde.
- **Tamaño de partícula:** El tamaño de partícula es una medida de la abertura de malla a través de la cual pasa el 95% de las partículas. Los tamaños de malla comunes para polvos usados en rotomoldeo van de 16 a 50, correspondiendo a tamaños de partícula entre 1,9 y 0,30 mm respectivamente. Un tamaño de partícula del polvo de 35 *mesh* es apropiado para al rotomoldeo.
- **Fluidización:** Para que el material se adhiera apropiadamente al molde, el polvo debe fluir fácilmente sin ninguna presión externa diferente a la gravedad. Esta propiedad es llamada fluidización, y se mide contabilizando el tiempo requerido para que un peso dado del polvo del material fluya a través de un embudo estándar. Si se emplea el procedimiento de prueba indicado en la Norma ASTM 1895, una velocidad de flujo mínima de 185 gramos/minuto caracteriza polvos apropiados para el moldeo rotacional.

- **Densidad a granel (*bulk density*):** Es una medida de la densidad del polvo antes de ser calentado o compactado, es decir, es la densidad del polvo justo después de ser molido. Entre mayor sea la densidad a granel del material mejor es su procesabilidad para el rotomoldeo, porque se favorece la compactación en estrechos paquetes, ayudando a la fusión de la resina.
- **Facilidad de fusión:** las partículas deben fusionarse fácilmente durante el ciclo de calentamiento. Si el peso molecular del plástico es demasiado alto (índice de fluidez bajo) las partículas necesitarán más energía para moverse juntas y llegar a fusionarse, y por lo tanto serán necesarias altas temperaturas, pudiendo incluso provocar degradación térmica del material. Si el peso molecular es demasiado bajo, el material se fundirá antes de fusionarse; si el material se funde, formará pequeños charcos en el molde y las paredes no serán uniformemente cubiertas. Además, para cada resina un rango de pesos moleculares debe ser establecido. Este rango generalmente es expresado como un rango del índice de fluidez. Para el HDPE, el rango de índice de fluidez normal es de 3 a 7. Dentro de este rango las resinas con alto índice de fluidez son seleccionadas cuando la pieza es muy compleja y buen flujo es requerido en ciertas áreas complicadas. Resinas con bajo índice de fluidez son apropiadas cuando se necesita mejorar la resistencia al impacto, al agrietamiento por esfuerzos y a la carga. Desde el punto de vista del

desempeño físico, las resinas con bajo índice de fluidez son preferidas, aunque son difíciles de moldear y no pueden ser usadas para la elaboración de algunas piezas.

- **Entrecruzamiento:** Un método para obviar el problema de la necesidad de un bajo índice de fluidez por las propiedades del producto final y la necesidad de un alto índice de fluidez por facilidad de procesamiento, consiste en moldear una resina de alto índice de fluidez y, cuando la fusión ya haya ocurrido, incrementar el peso molecular por entrecruzamiento químico de la resina. Las resinas usadas normalmente en rotomoldeo (como el polietileno), generalmente no presentan entrecruzamiento por métodos químicos, pero bajo ciertas circunstancias esto puede lograrse con la adición de un peróxido (agente iniciador), calor y algo de tiempo, aunque la duración del ciclo de calentamiento generalmente es suficiente para que ocurran las reacciones de entrecruzamiento³⁶. (información sacada de plastico.com)

Consecución de insumos (polímeros) para rotomoldeo

A continuación se presentan, dos tablas que muestran algunos proveedores de materiales poliméricos para rotomoldeo, tanto nacionales como internacionales.

³⁶ Información extraída del artículo "pulverizado de polietileno para el rotomoldeo", en la página en internet www.plastico.com

Hay que aclarar que estos proveedores no son los únicos que hay, solo son algunos que se han logrado detectar en una base de datos³⁷.

Tabla 21. Proveedores de insumos nacionales.

PROVEEDORES NACIONALES.

EMPRESA	DESCRIPCION	TELEFONO	DIRECCION	PAGINA WEB	LOGOTIPO
PETROTRADE S.A.	Productores de materiales poliméricos para rotomoldeo.	(57) (1) 6360007	Cr 17 # 93-82 Of 504 Bogotá-Colombia	www.colombiapack.com/petrotrade.htm	
ALCOPLAST	Productor de plastisoles.		Av. Carrera 39 N° 19-43 B. Bogotá-Colombia	www.alcoplastcolombia.com	
BASF	Productores de polímeros.	(1) 6 34 19 42.	Bogotá-Colombia E-Mail. erick.pineda@basf.com	www.basf.com.co	

Tabla 22. Proveedores de insumos internacionales.

PROVEEDORES INTERNACIONALES.

EMPRESA	DESCRIPCION	ORIGEN	PAGINA WEB	LOGOTIPO
Polímeros Mexicanos (POLIMERS)	Productores de polímeros para rotomoldeo.	México	www.polimers.com.mx	
Plásticos Plasvimex S.A.	Productores de plastisoles.	México	www.plasvimex.com	
POLNAC	Productores de resinas para rotomoldeo.	México	www.polnac.com	
IPIRANGA Petroquímica	Poliétileno para rotomoldeo.	Brasil	www.ipq.com.br/	
Reduction International	Equipos y materia prima para rotomoldeo.	USA	www.reductioninternational.com	

³⁷ Información extraída de base de datos www.quiminet.com

ANEXO 5 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE PARTES

Motor puerta del horno (Mw)

Motor AC, de 1/25 Hp, reversible.



Imagen 17. Motor de la puerta del horno.

Tabla 23. Datos del motor de la puerta del horno.

Fabricante	Baldor Electric Corp. (Texas, USA)
Contacto	www.baldor.com
Distribuidor local	Consortio industrial (Sabaneta, CO)
Numero de catalogo	GCP24124
Numero de serie	24E236W007G1
Peso de carga	5 kg
Precio de lista	US\$ 371

Numero de fases	1
Voltage	115 v
Revoluciones	27.3 rpm
Torque	80.7 lb/in
Potencia real	1/25 Hp
Rango del reductor	60:1
Corriente	0.55 A
Frecuencia	50//60 Hz
Polos	3
Rotación	Derecha

Motor del carro transportador del molde (Mz)

Motor AC, de 1/3 Hp, reversible.



Imagen 18. Motor del carro.

Tabla 24. Datos del motor del carro.

Fabricante	Baldor Electric Corp. (Texas, USA)
Contacto	www.baldor.com
Distribuidor local	Consortio industrial (Sabaneta, CO)
Numero de catalogo	GM2506
Numero de serie	25E569W347G3
Peso de carga	14 kg
Precio de lista	US\$ 371

Numero de fases	3
Voltaje	208-230/460 v.
Revoluciones	43 rpm
Torque	230 lb/in
Potencia real	1\3 Hp
Rango del reductor	60:1
Corriente	1.32-1.38/.67 A
Frecuencia	60 Hz
Polos	4
Rotación	Derecha

Motor rotacional del molde eje x (Mx)

Motor AC, de 1/4 Hp, reversible, con moto reductor paralelo.



Imagen 19. Motor del molde eje x.

Tabla 25. Datos del motor del molde eje x.

Fabricante	Bodine Electric Corp. (Chicago, USA)
Contacto	www.bodine-electric.com
Distribuidor local	NA
Numero de catalogo	42R-E Series - Model 0667
Numero de serie	42R5BFPP-E3
Peso de carga	7.25 kg
Precio de lista	US\$ 1540

Numero de fases	3
Voltaje	230 v
Revoluciones	28 rpm
Torque	270 lb/in
Potencia real	1\4 Hp
Rango del reductor	60:1
Corriente	1.2 A
Frecuencia	60 Hz
Polos	6
Rotación	Derecha

Motor rotacional del molde eje y (My)

Motor AC, de 1/25 Hp, reversible, con moto reductor paralelo.



Imagen 20. Motor del molde eje y.

Tabla 26. Datos del motor del molde eje y.

Fabricante	Bodine Electric Corp. (Chicago, USA)
Contacto	www.bodine-electric.com
Distribuidor local	NA
Numero de catalogo	30R-D - Model 5461
Numero de serie	30R1BECI-D4
Peso de carga	3 kg
Precio de lista	US\$ 1200

Numero de fases	3
Voltaje	220 v
Revoluciones	20 rpm
Torque	60 lb/in
Potencia real	1\25 Hp
Rango del reductor	90:1
Corriente	0.33 A
Frecuencia	60 Hz
Polos	3
Insulación	B (Resistente a altas temperatura)
Rotación	Derecha

Extractor (Eº)

Extractor industrial de 18 pulgadas de diámetro, 220v con caudal 2.93 m³/s. Su función es la de lanzar un chorro de aire frío proveniente de la unidad de condensación hacia el molde.



Imagen 21. Extractor axial

Tabla 27. Datos del extractor axial.

Fabricante	G & G extractores (Bogota, Colombia)
Contacto	contactogyg@geonet.com
Distribuidor local	G & G extractores (Medellin, CO)
Numero de serie	EI-18-3
Peso de carga	20 kg
Precio de lista	US\$ 130

Diámetro	460 mm
Voltaje	220 v
Caudal	2.93 m ³ /s
Potencia	660 W
Velocidad	1800 rpm
Corriente	3 A
Nivel de ruido	78 Db
Polos	3
Rotación	Derecha

Unidad de condensación (Cº)

Unidad de condensación de 2883 BTU/h, la función del condensador es enfriar el aire lanzado por el extractor para conformar la pieza en el Interior del molde. Consta de motor compresor, filtro, condensador y serpentín.

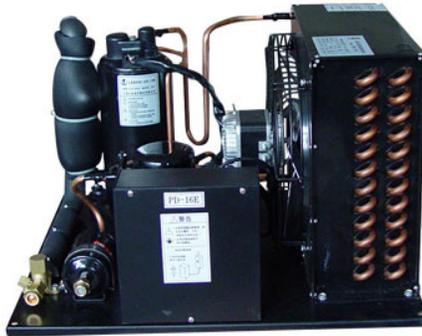


Imagen 22. Unidad de condensación.

Tabla 28. Datos de la unidad de condensación.

Fabricante	ACC Compressors, (NJ, USA)
Contacto	www.acccompressors.com
Distribuidor en Colombia	Imporfrio de Colombia LTDA.
Numero de catalogo	R134a
Numero de serie	CGX18TB_N
Peso de carga	26 kg
Precio de lista	US\$ 1800

Capacidad de enfriamiento	2883 BTU/h
Voltaje	220 - 240 v
Potencia del motor	1/2 Hp
Potencia de la unidad	845 Watts
Corriente	5.10 A
Frecuencia	50 Hz
Tubo de succión	3/8 in
Tubo de compresión	3/8 in

Resistencia del horno (Rº)

Resistencia eléctrica del horno a 220 v, su tope máximo de calefacción es de 350 C en 1m³ (volumen del horno).

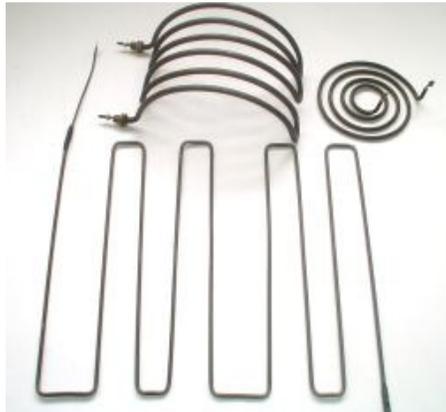


Imagen 23. Resistencias tubulares

Tabla 29. Datos de la resistencia del horno.

Fabricante	Resistencias ALFA OMEGA (Medellín, CO)
Contacto	(57) (4) 2620706
Distribuidor local	Resistencias ALFA OMEGA (Medellín, CO)
Numero de serie	NA (Fabricada a pedido)
Peso de carga	0.98 kg
Precio de lista	US\$ 30

Capacidad de calefacción	350 Cº en 1m ³
Tipo de resistencia	Tubular
Material	Incoloy (aleación níquel, hierro, cromo)
Voltaje	220 v
Potencia	800 W
Corriente	1.80 A
Frecuencia	60 Hz

Datos del PC controlador

Computador Compaq Presario que sirve de plataforma para el programa controlador labview 7. Posee puertos paralelo y seriales que son la interface de comunicación con la máquina de rotomoldeo.



Imagen 24. PC controlador

Tabla 30. Datos del PC controlador.

Fabricante	Compaq Corp (Chicago, USA)
Contacto	www.compaq.com
Numero de catalogo	Presario 2100
Numero de serie	2186RS
Peso de carga	2.5 kg
Precio de lista	US\$ 300

Sistema operativo	Windows XPSP2
Programa controlador	National Instruments LabView 7.0
Salidas perifericas	1 serial, 2 usb, 1 paralela, 1 supervideo.

Variador de frecuencia (Vx y Vy)

Variador de frecuencia para motores AC trifásicos, con frecuencia de 60 Hz.



Imagen 25. Variador de frecuencia

Tabla 31. Datos del variador de frecuencia.

Fabricante	Yaskawa (Chicago, USA)
Contacto	www.yaskawa.com
Proveedor local	Variadores S.A. (57) (4) 255 74 50
Numero de catalogo	30R-D - Model 5461
Numero de serie	30R1BECI-D4
Peso de carga	30 kg
Precio de lista	US\$ 1200

Rango de funcionamiento	1/25 hp – 10 hp
Voltaje	220v
Frecuencia	0.06 - 60 Hz
Tipo de control	Voltaje/frecuencia -V/Hz
Interface	Puerto serial, 7 entradas digitales multifunción

Pirómetro (Pº)

Controlador industrial para resistencias eléctricas, trabaja a 220v, controla encendido, apagado, temperatura. Posee puerto tipo serial para comunicación con un PC.



Imagen 26. Pirómetro

Tabla 32. Datos del pirómetro

Fabricante	Pyrometer Instrument Company (N. Jersey, USA)
Contacto	www.pyrometer.com
Proveedor local	NA
Numero de catalogo	KS
Numero de serie	KS 92
Peso de carga	1,5 kg
Precio de lista	US\$ 120

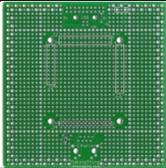
Voltaje	220 v
Frecuencia	48 - 60 Hz
Corriente	0.4 A
Interface	Puerto bus serial

Hardware de control, tarjeta de circuitos y componentes

El hardware de control son los sensores y pulsadores necesarios para el control de la máquina. La tarjeta de circuitos es una board que contiene todos los elementos electrónicos necesarios para que exista comunicación y control entre el software y los componentes mecánicos de la máquina de rotomoldeo. La descripción y cantidad de elementos los encontramos en el siguiente cuadro.

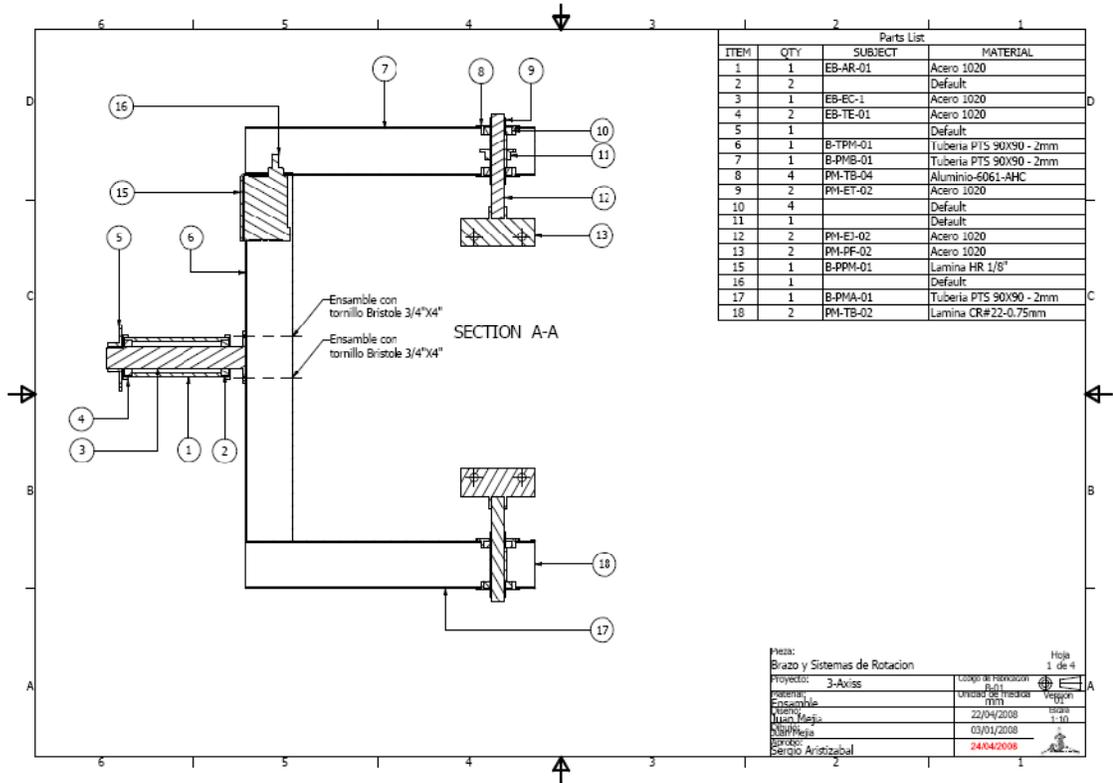
Tabla 33. Elementos electrónicos para control de la máquina.

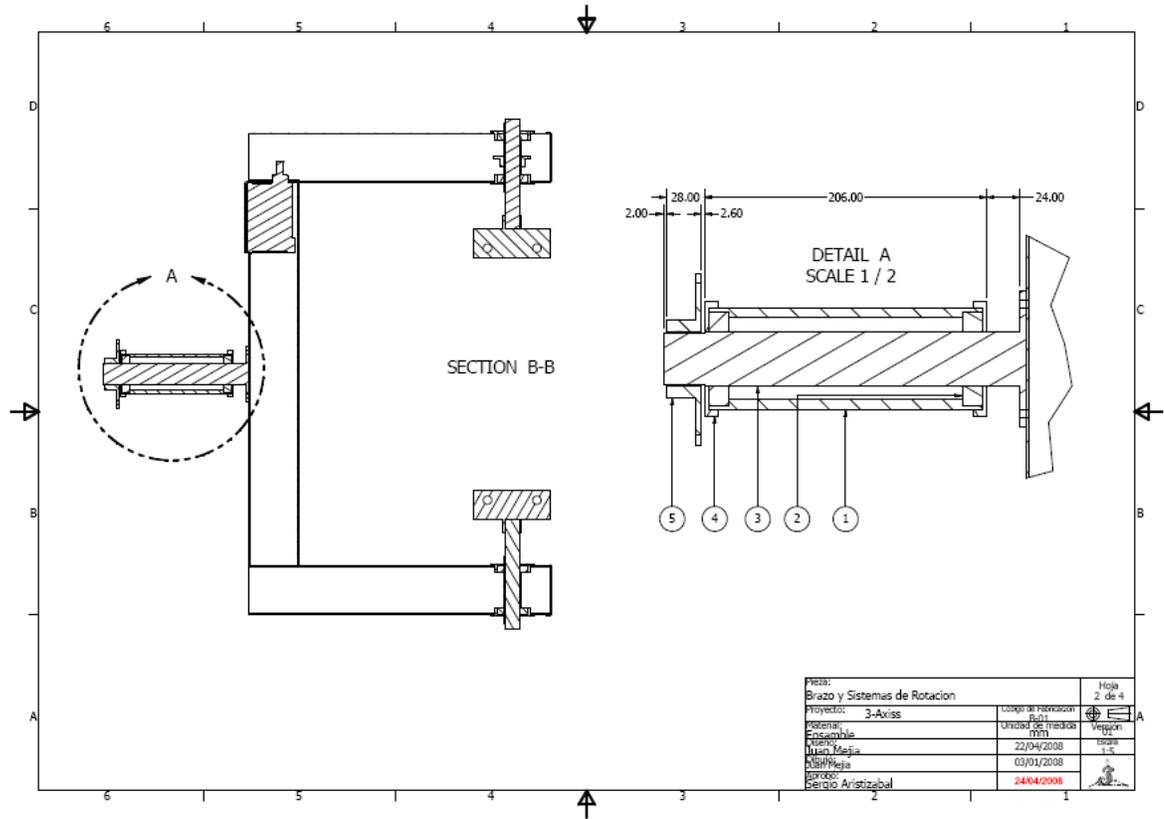
Pieza	Descripción	Cant.	Proveedor	Imagen
Rele	Bobina 5v, con 4 switches, para controlar arranque de motores y cambio de giro	6	Compel S.A (57) (4) 3515900	
Transistor	NPN2222, su función es la de activar la bobina de los relees	5	Compel S.A (57) (4) 3515900	
Microswitch	Microswitch sencillo con rodamiento, su función es la de ubicar la posición de los componentes móviles	5	Compel S.A (57) (4) 3515900	
Fusible	Fusible de 20 A, su función es la de proteger la tarjeta y todos los componentes de descargas eléctricas	1	Compel S.A (57) (4) 3515900	
Termocupla	Sensor de temperatura que al ser sometida a cambios de temperatura cambia su resistencia eléctrica	1	Compel S.A (57) (4) 3515900	

Board	Borrada diseñada para portar los componentes electrónicos	1	Compel S.A (57) (4) 3515900	
Borneras	Puertos de llegada y salida de cables conductores de energía y datos de la borrada, cada una contiene 12 entradas	2	Compel S.A (57) (4) 3515900	
Resistencias	Resistencias eléctricas de diferentes ohmios, encargadas de regular las corrientes de entrada y salida en los transistores	14	Compel S.A (57) (4) 3515900	
Botón parada	Switch de dos posiciones, su función es la de cortar todo suministro de energía a la maquina	1	Compel S.A (57) (4) 3515900	
Cable serial	Cable encargado de comunicar el puerto serial del computador con la Terminal serial de la board	1	Compel S.A (57) (4) 3515900	
Terminal serial	Terminal encargado de recibir el cable serial proveniente del puerto serial del PC	1	Compel S.A (57) (4) 3515900	
Cable Paralelo	Cable encargado de comunicar el puerto paralelo del computador con la Terminal paralela de la board	1	Compel S.A (57) (4) 3515900	
Terminal paralela	Terminal encargado de recibir el cable paralelo proveniente del puerto paralelo del pc	1	Compel S.A (57) (4) 3515900	
Cable conductor tarjeta circuitos	Cable AWG 22, para transportar energía y datos en la tarjeta de circuitos. (rojo +5v, blanco tierra)	2m c/u	Compel S.A (57) (4) 3515900	

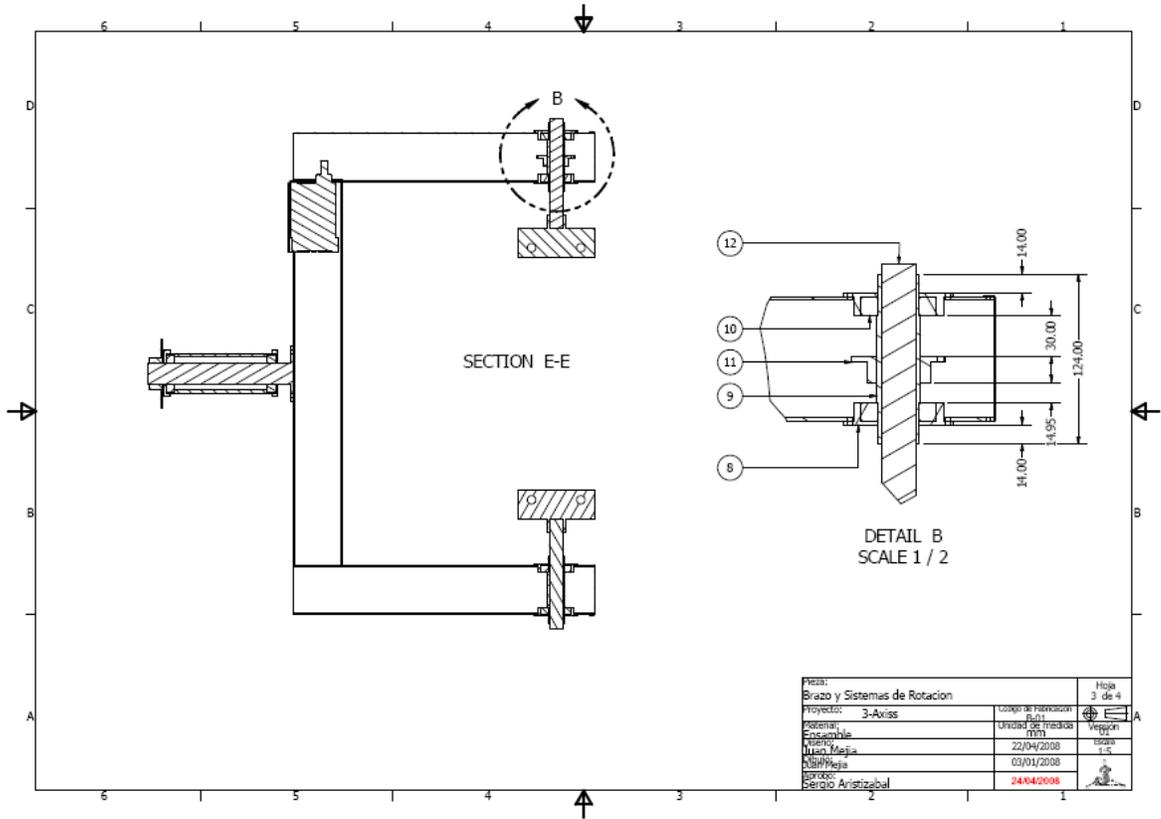
Cable conductor energía	Cable AWG 12, para transportar energía a los componentes electromecánicos de la maquina. (rojo 110v, azul 110v, blanco tierra)	5m c/u	Compel S.A (57) (4) 3515900	
Regulador	Regulador de voltaje de 110v a 5v, su función es la de suministrar energía eléctrica a los componentes a 5v	1	Compel S.A (57) (4) 3515900	

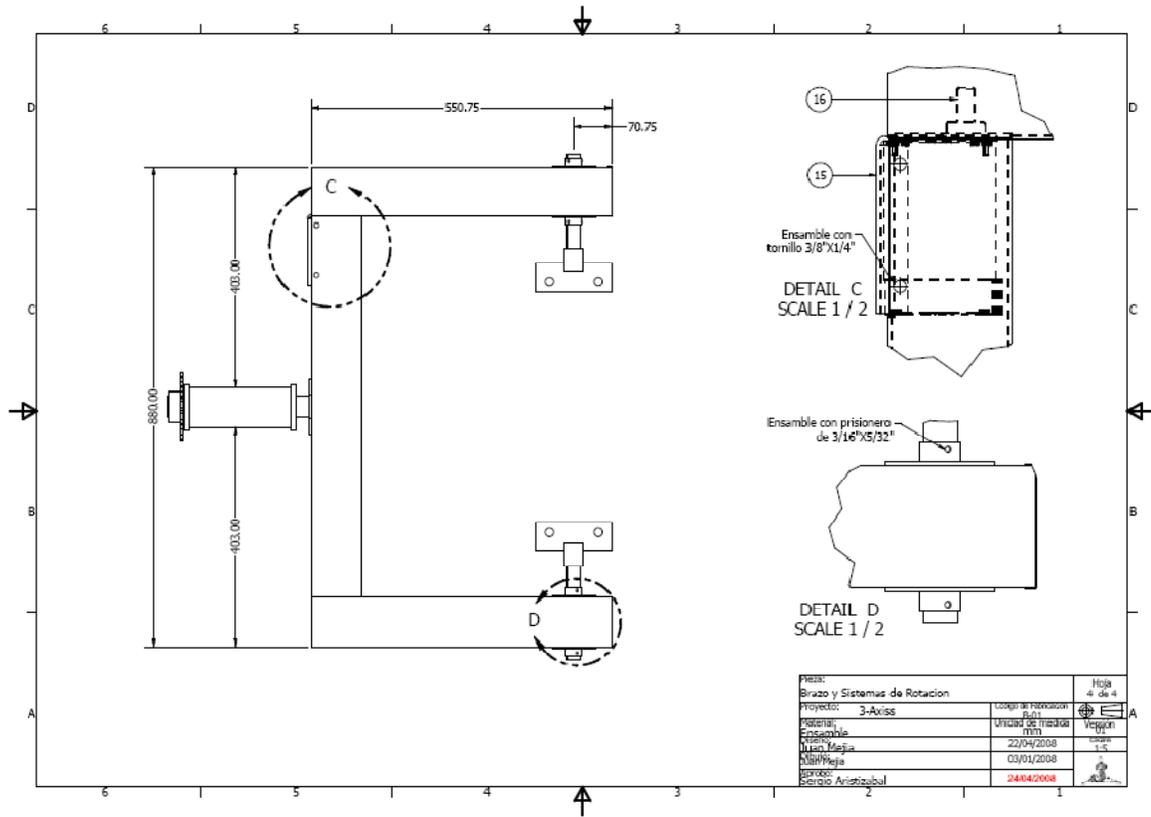
ANEXO 6 PLANOS DE FABRICACIÓN.



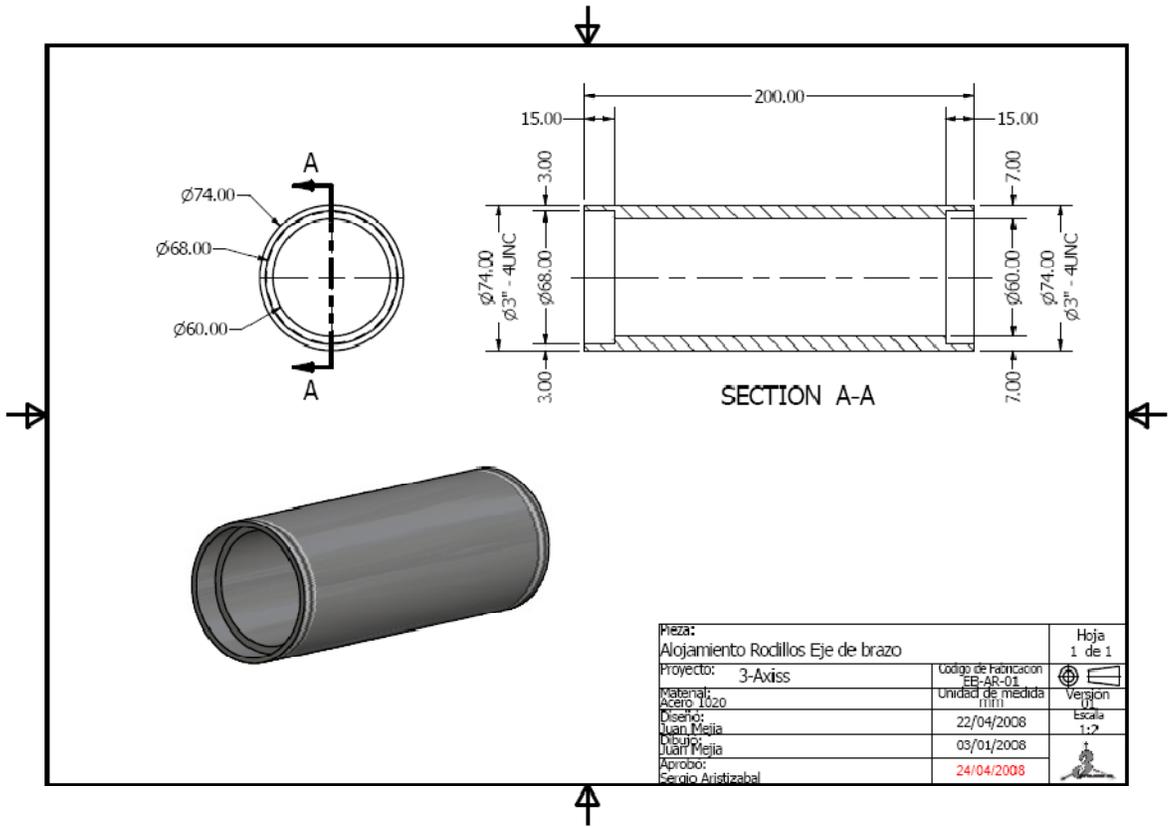


Pieza:		Hoja	
Brazo y Sistemas de Rotacion		2 de 4	
Proyecto:	3-Axis	Código de Referencia:	014
Planta:		Unidad de Medida:	mm
Elaborado:	22/04/2008	Version:	1-5
Modificado:	03/01/2008		
Dibujado:			
Revisado:			
Dibujante: Sergio Aristizabal			

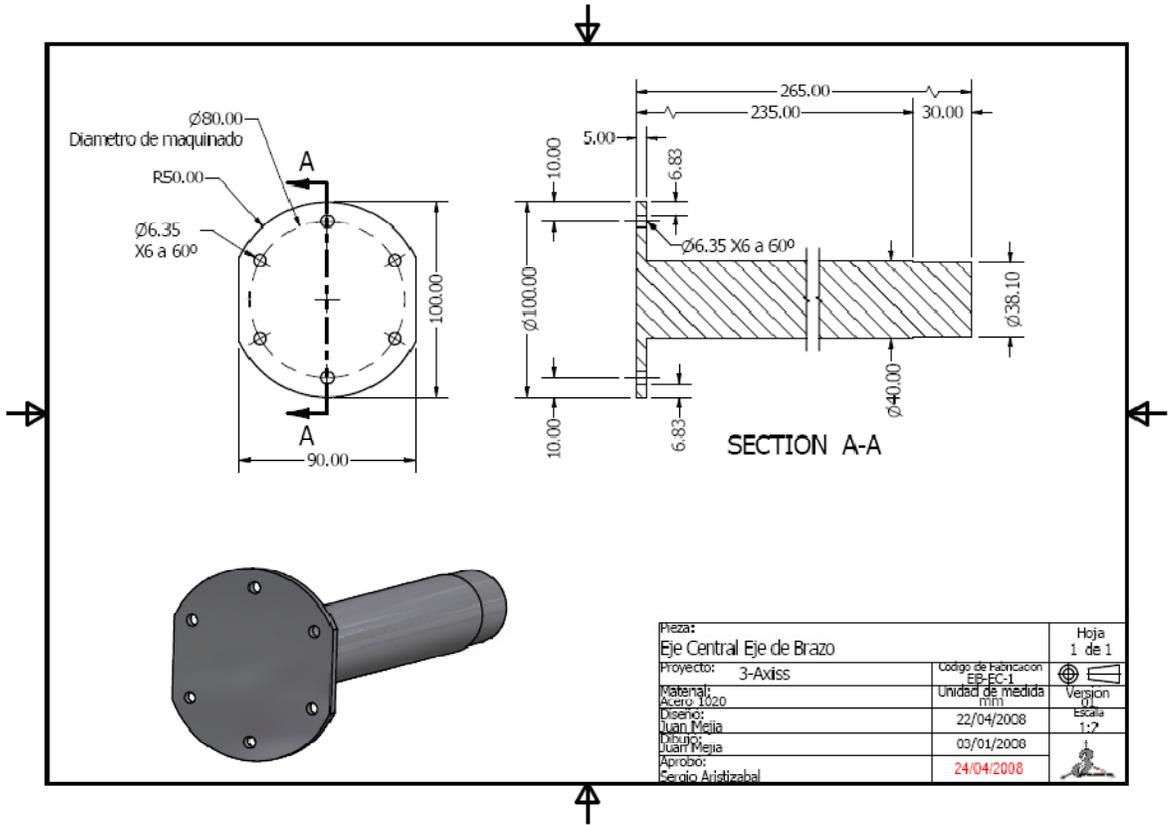


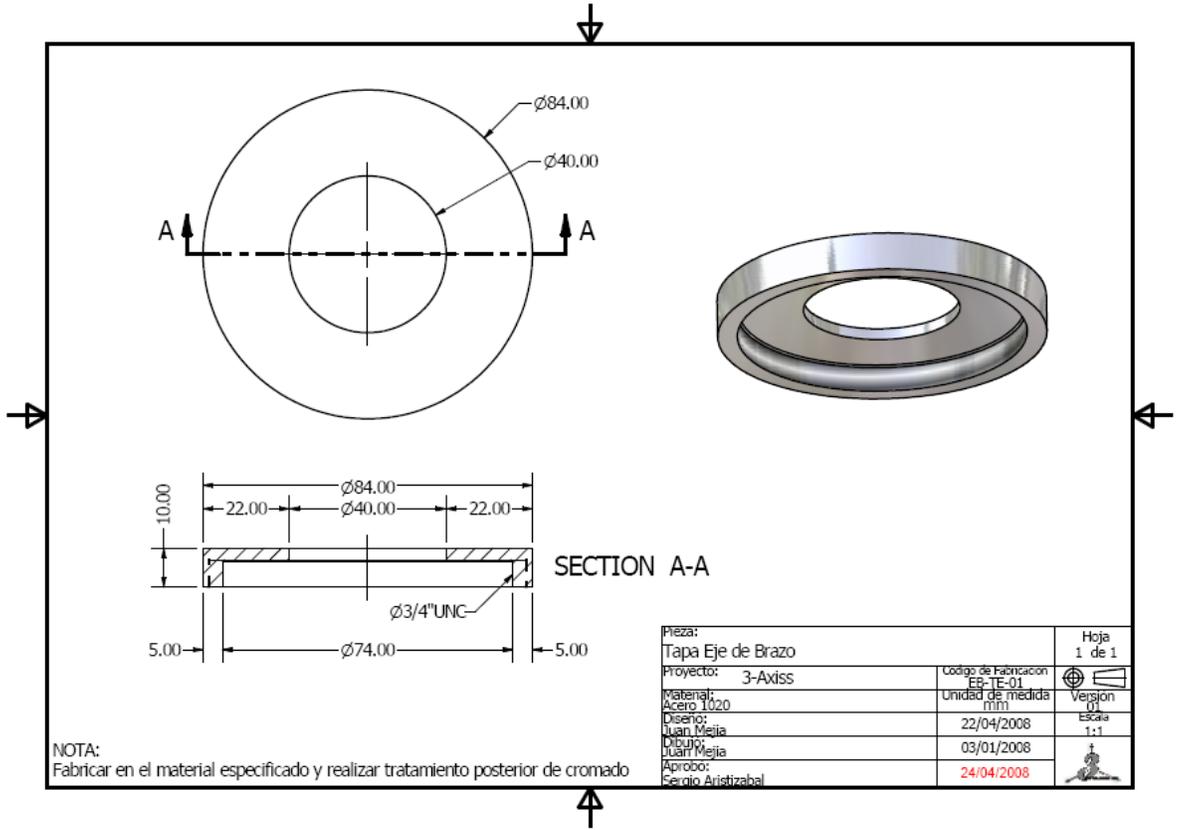


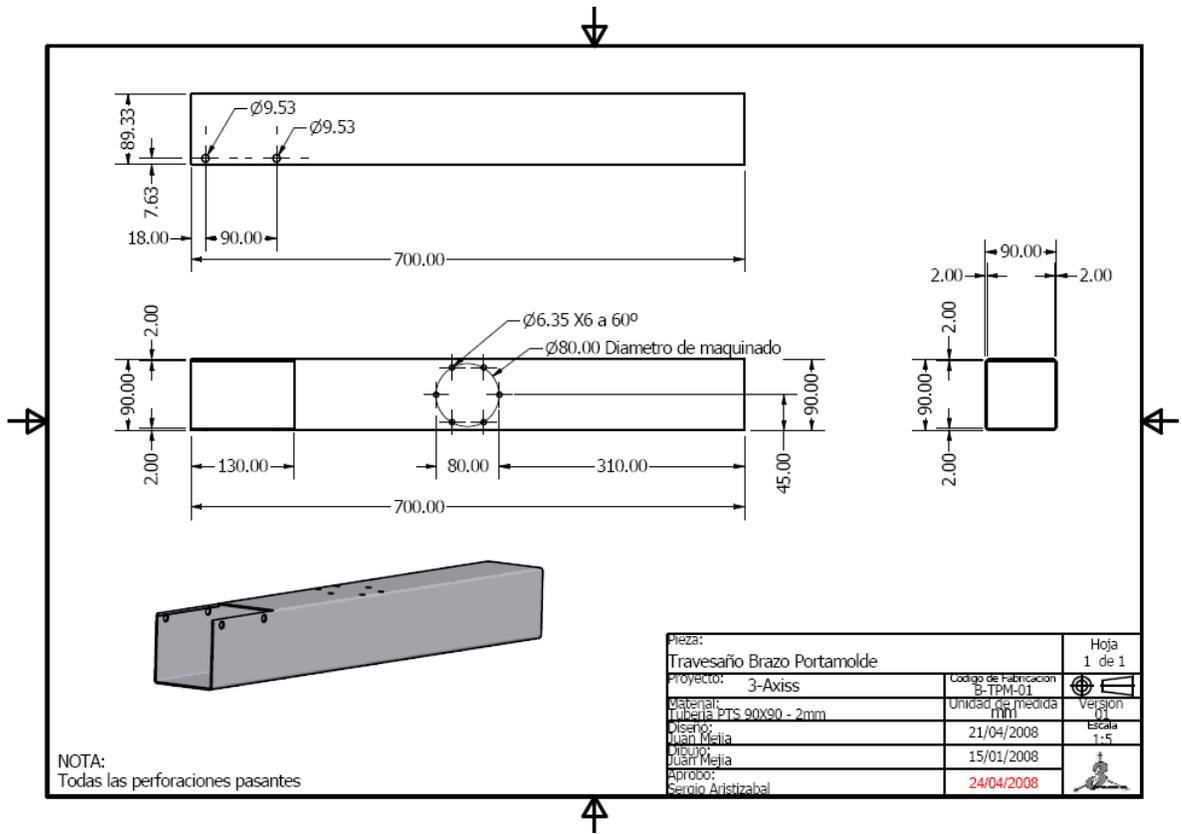
Part:	Bravo y Sistemas de Rotacion	Hoja	4 de 4
Proyecto:	3-Axis	Logo de Rotacion	
Material:	Acero inoxidable	Unidad de medida	mm
Fecha:	22/04/2008	Escala	1:1
Modificado:	03/01/2008	Estado	Final
Revisado:	24/04/2008	Autenticado:	

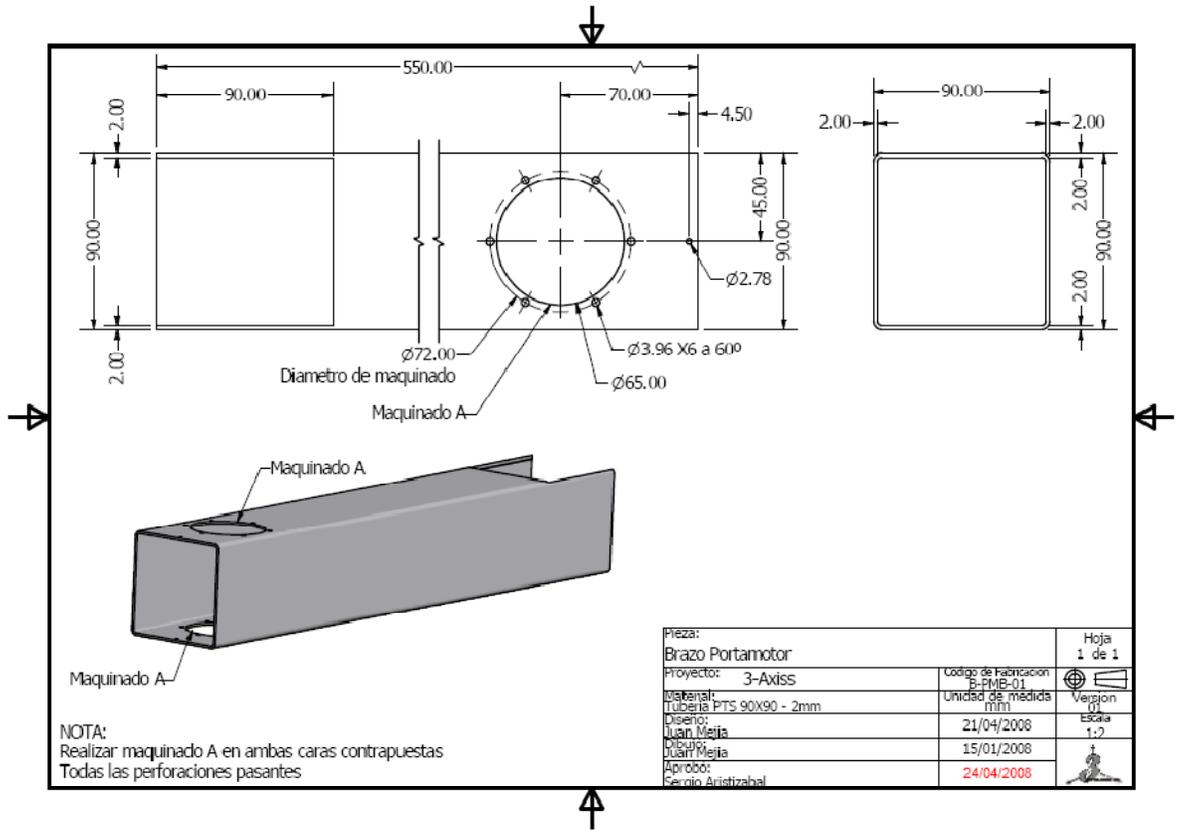


Pieza:		Hoja
Alojamiento Rodillos Eje de brazo		1 de 1
Proyecto:	3-Axis	Código de Fabricación
Material:	Acero 1020	EB-AR-01
Diseño:	Juan Mejia	Unidad de medida
Dibujó:	Juan Mejia	mm
Aprobó:	Sevijo Aristizabal	Version
		01
		Fecha
		22/04/2008
		Escala
		1:2
		Fecha
		24/04/2008

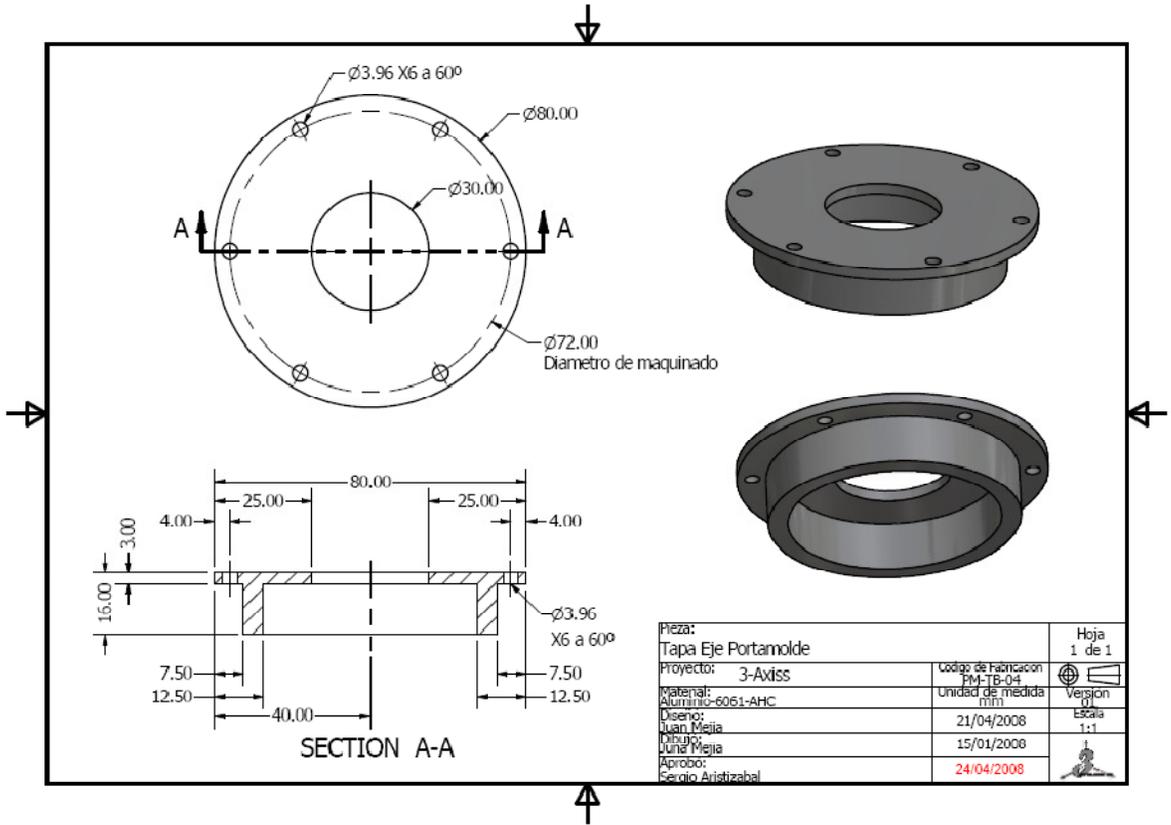




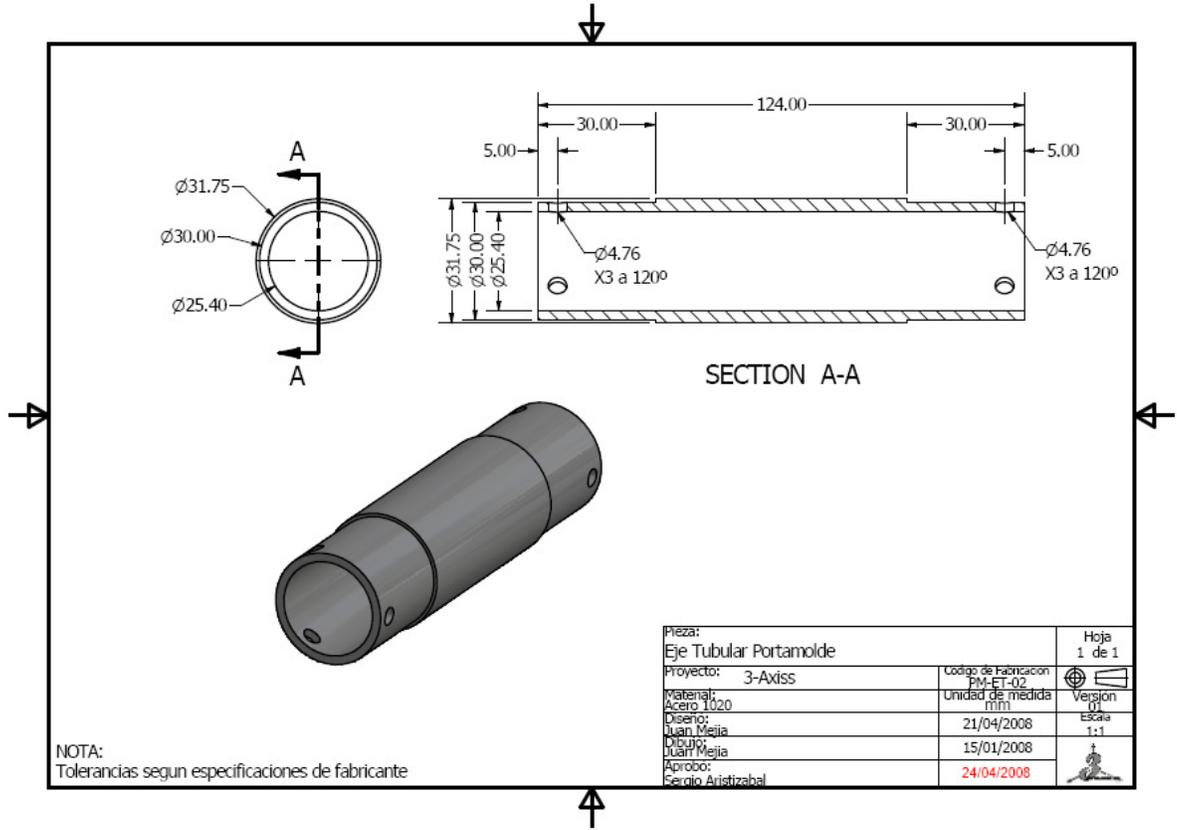




Pieza:	Brazo Portamotor		Hoja	1 de 1
Proyecto:	3-Axis	Código de fabricación	B-PME-01	
Materia:	Aluminio PTS 90X90 - 2mm	Unidad de medida	mm	
Diseño:	Juan Mejia	Fecha	21/04/2008	
Revisión:	Juan Mejia	Fecha	15/01/2008	
Aprobó:	Sergio Aristizabal	Fecha	24/04/2008	

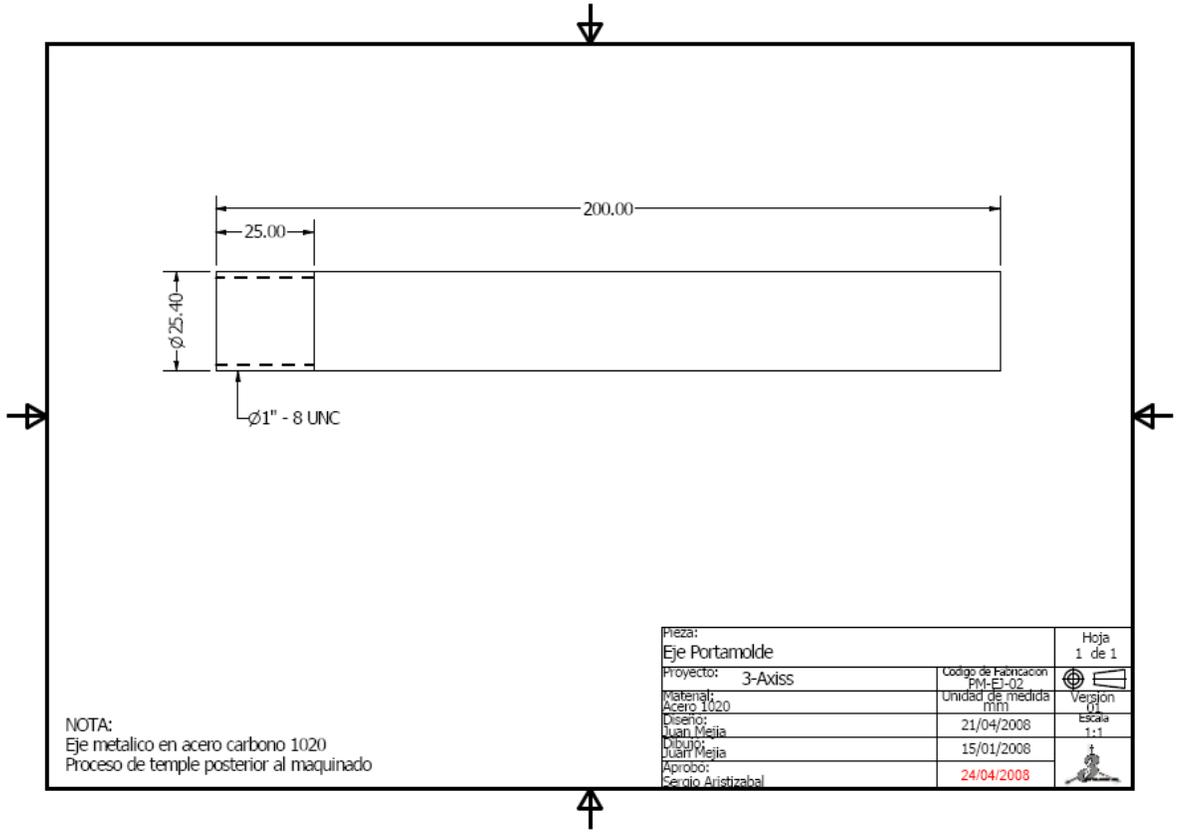


Pieza:		Hoja	
Tapa Eje Portamolde		1 de 1	
Proyecto:	3-Axis	Código de fabricación	PM-TB-04
Material:	Aluminio-6061-AHC	Unidad de medida	mm
Diseño:	Juan Mejía	21/04/2008	Version
Dibujó:	Juan Mejía	15/01/2008	1:1
Aprobó:	Seoigo Aristizabal	24/04/2008	



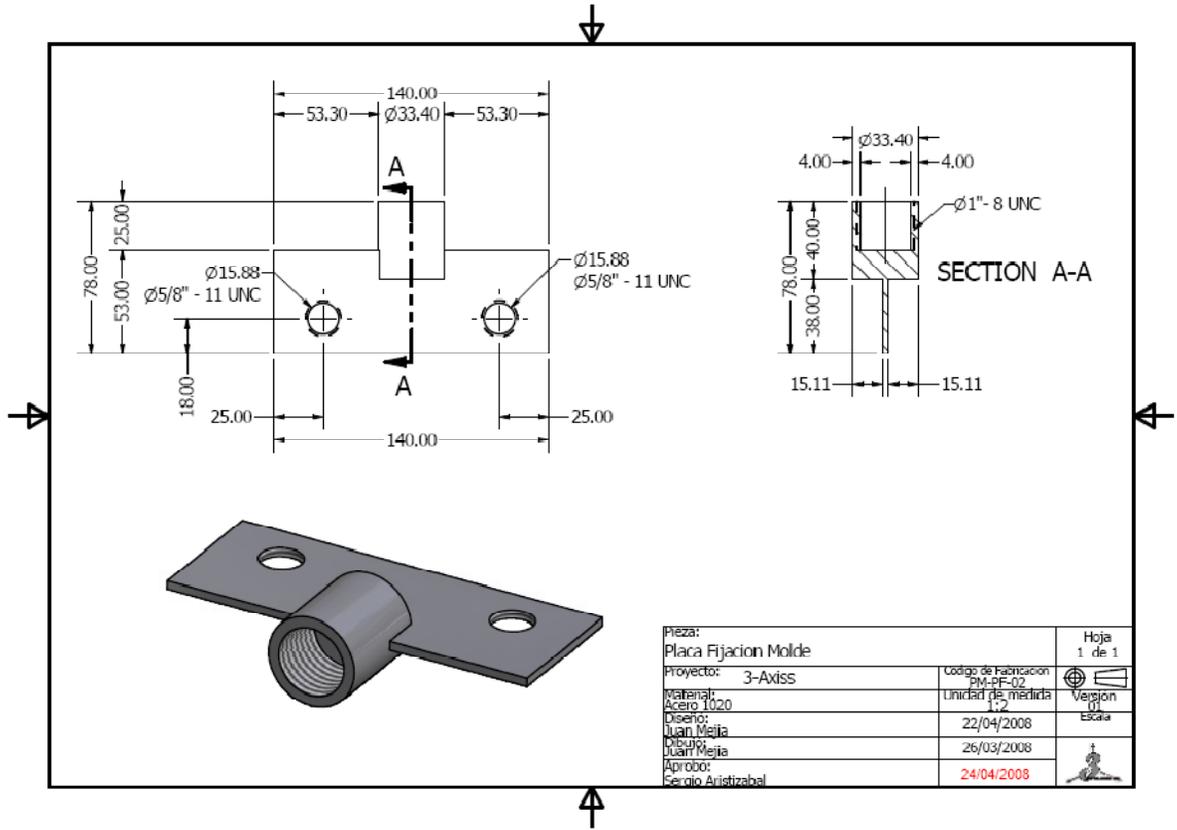
NOTA:
Tolerancias segun especificaciones de fabricante

Pieza: Eje Tubular Portamolde		Hoja 1 de 1
Proyecto: 3-Axis	Codigo de fabricacion PM-ET-02	
Material: Acero 1020	Unidad de medida (mm)	Version 01
Diseño: Juan Mejia	21/04/2008	Escala 1:1
Revisión: Juan Mejia	15/01/2008	
Aprobó: Sergio Aristizabal	24/04/2008	

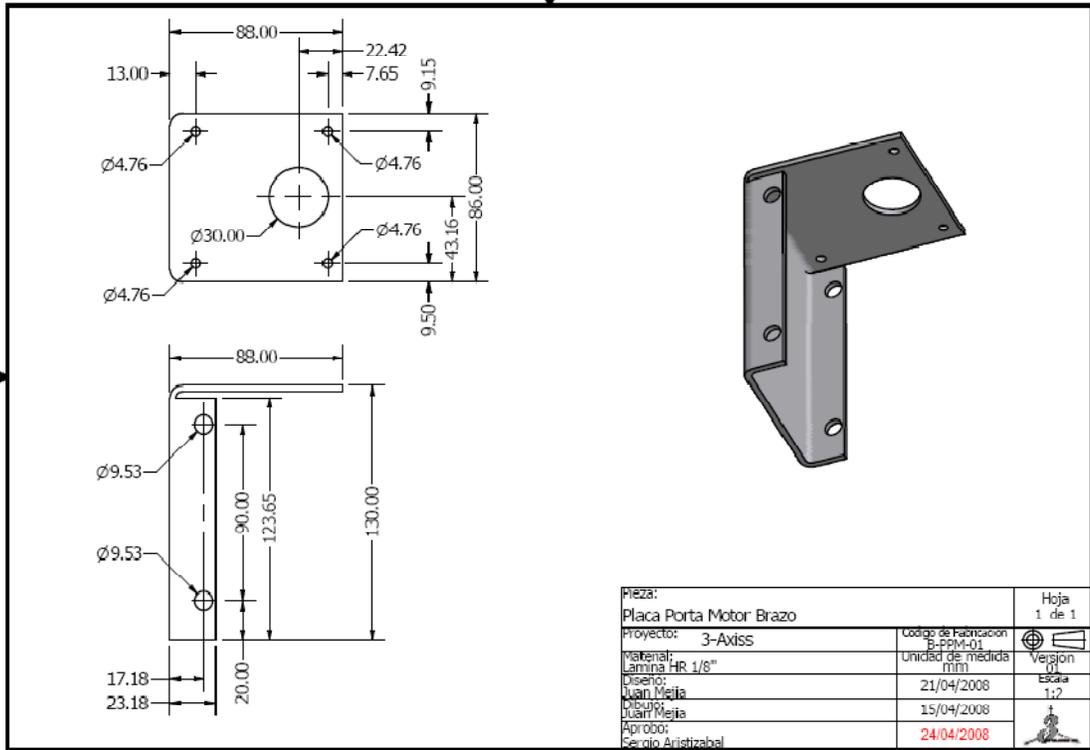


NOTA:
Eje metalico en acero carbono 1020
Proceso de temple posterior al maquinado

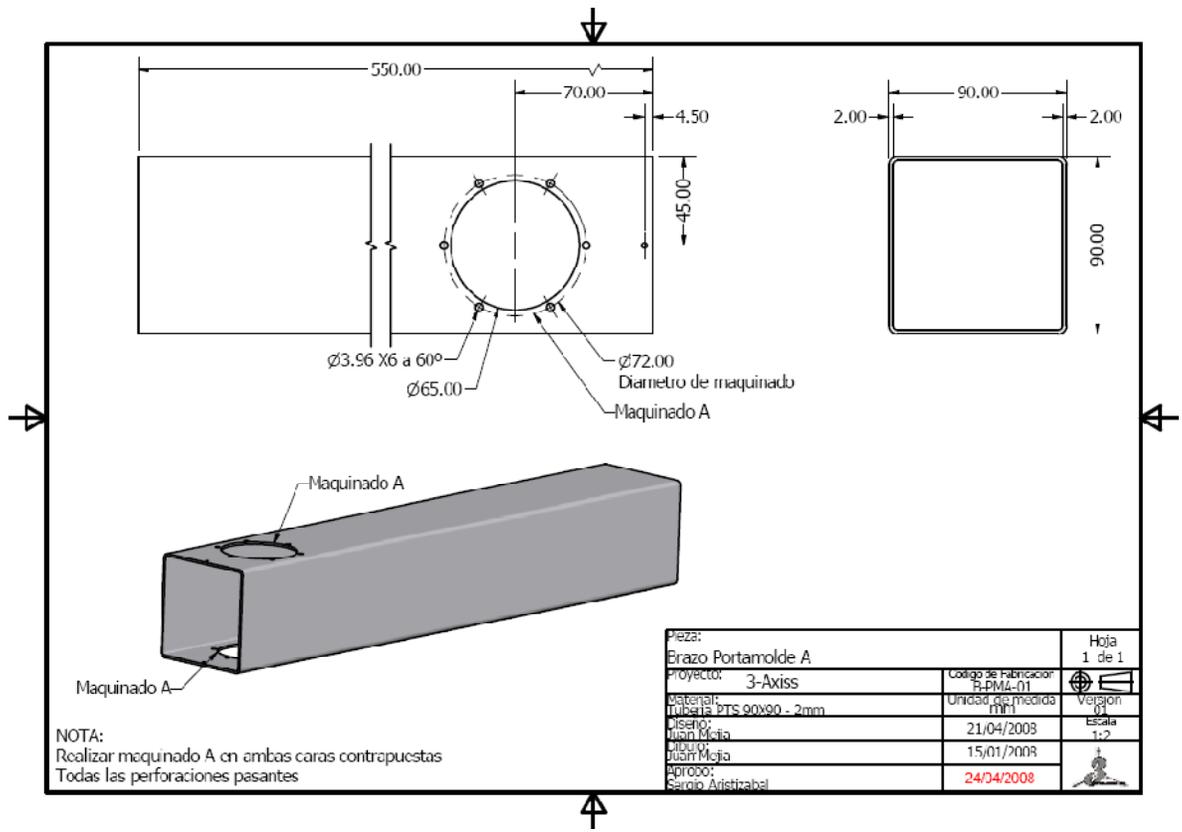
Pieza: Eje Portamolde		Hoja 1 de 1
Proyecto: 3-Axis	Codigo de Fabricacion PM-E1-02	
Materia: Acero 1020	Unidad de medida mm	Version 01
Diseño: Juan Mejia	21/04/2008	Escala 1:1
Dibujo: Juan Mejia	15/01/2008	
Aprobo: Sergio Aristizabal	24/04/2008	

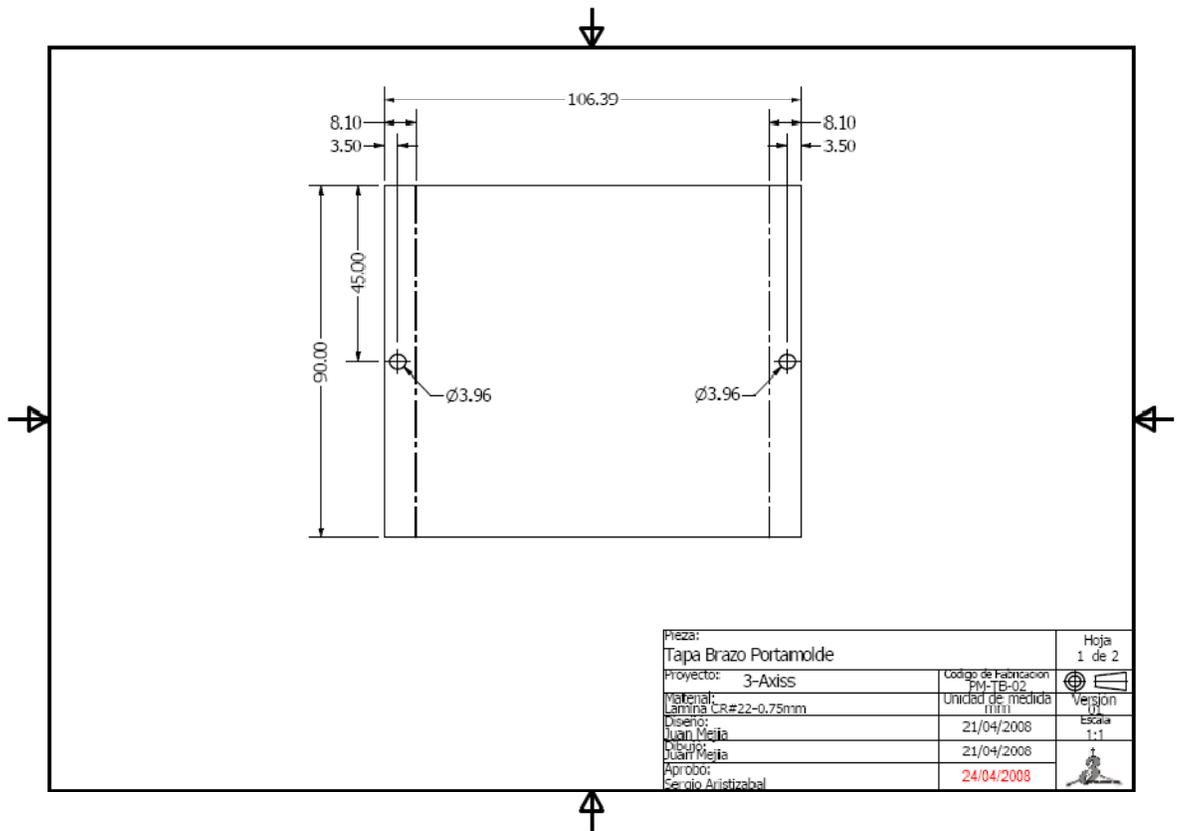


Pieza: Placa Fijacion Molde		Hoja 1 de 1
Proyecto: 3-Axis	Codigo de Fabricacion PM-PF-02	 
Material: Acero 1020	Unidad de medida 1:2	
Diseño: Juan Mejia	22/04/2008	Version 01
Revisado: Juan Mejia	26/03/2008	Escala
Aprobado: Sergio Aristizabal	24/04/2008	

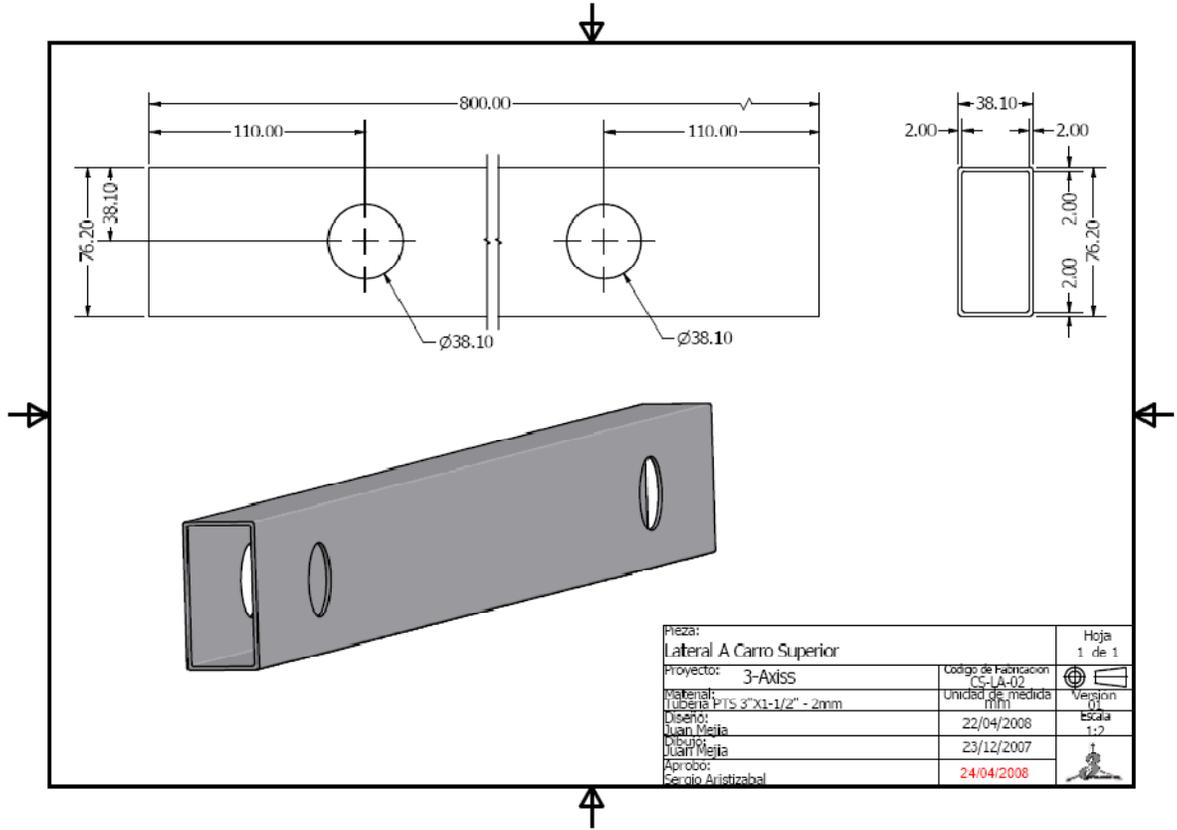


Pieza: Placa Porta Motor Brazo		Hoja 1 de 1
Proyecto: 3-Axis	Código de Fabricación B-PPM-01	
Materia: Lamina HR 1/8"	Unidad de medida (mm)	Version 01
Diseño: Juan Mejia	21/04/2008	Escala 1:2
Revisó: Juan Mejia	15/04/2008	
Aprobó: Sergio Aristizabal	24/04/2008	

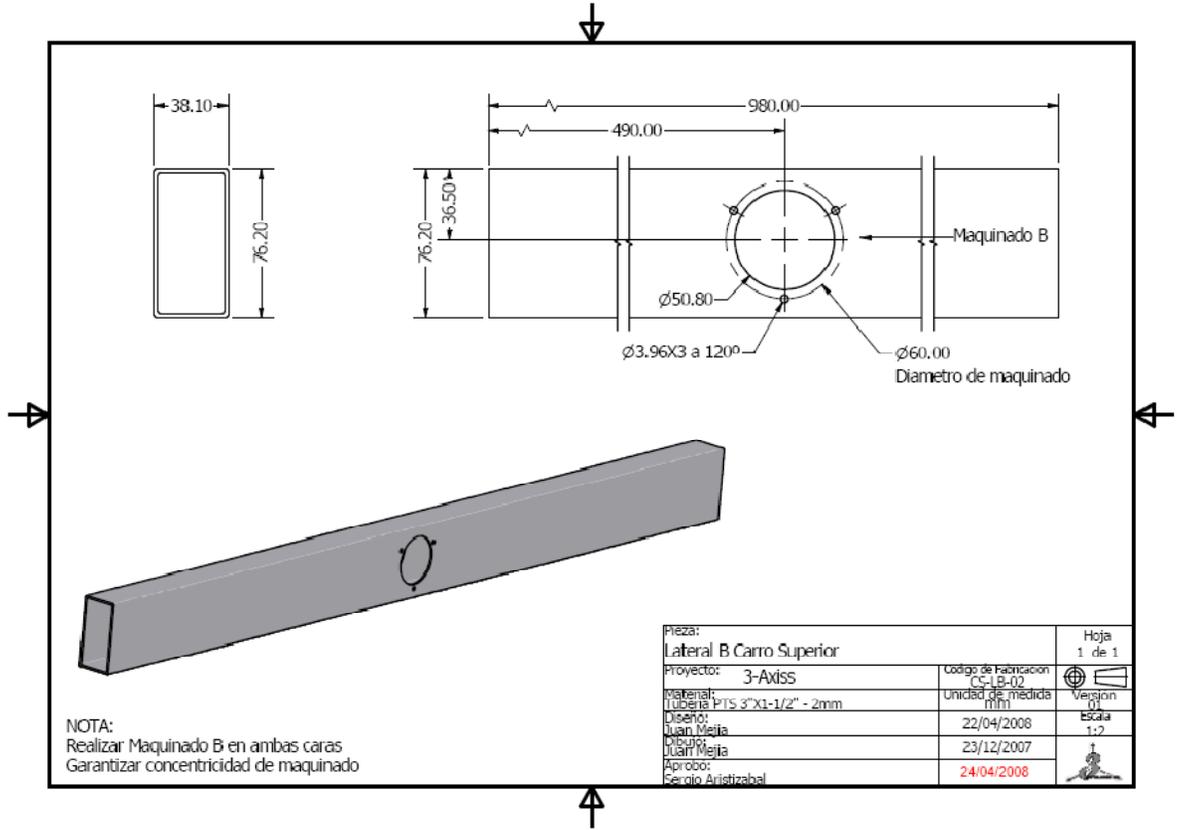




Pieza: Tapa Brazo Portamolde		Hoja 1 de 2
Proyecto: 3-Axis	Código de Fabricación PM-TE-02	
Material: Lamina CR#22-0.75mm	Unidad de medida mm	Version 01
Diseño: Juan Mejia	21/04/2008	Escala 1:1
Dibujó: Juan Mejia	21/04/2008	
Aprobó: Servio Aristizabal	24/04/2008	

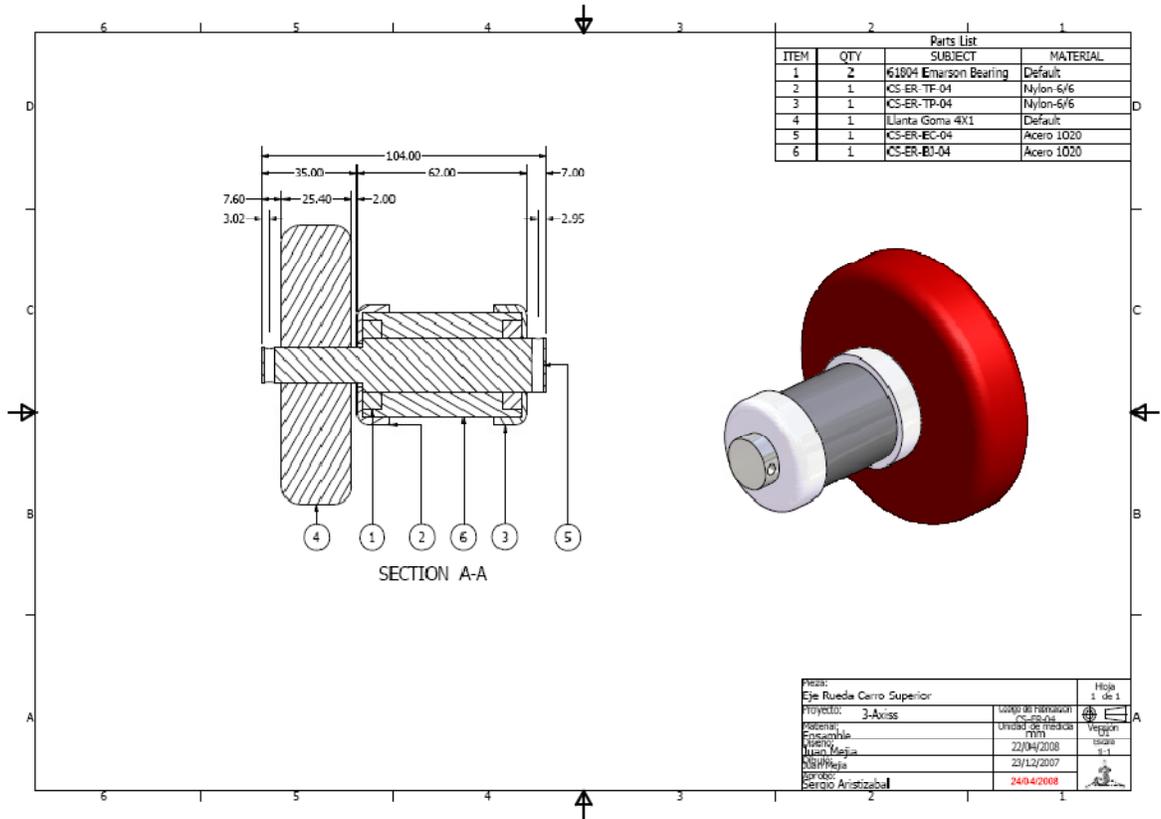


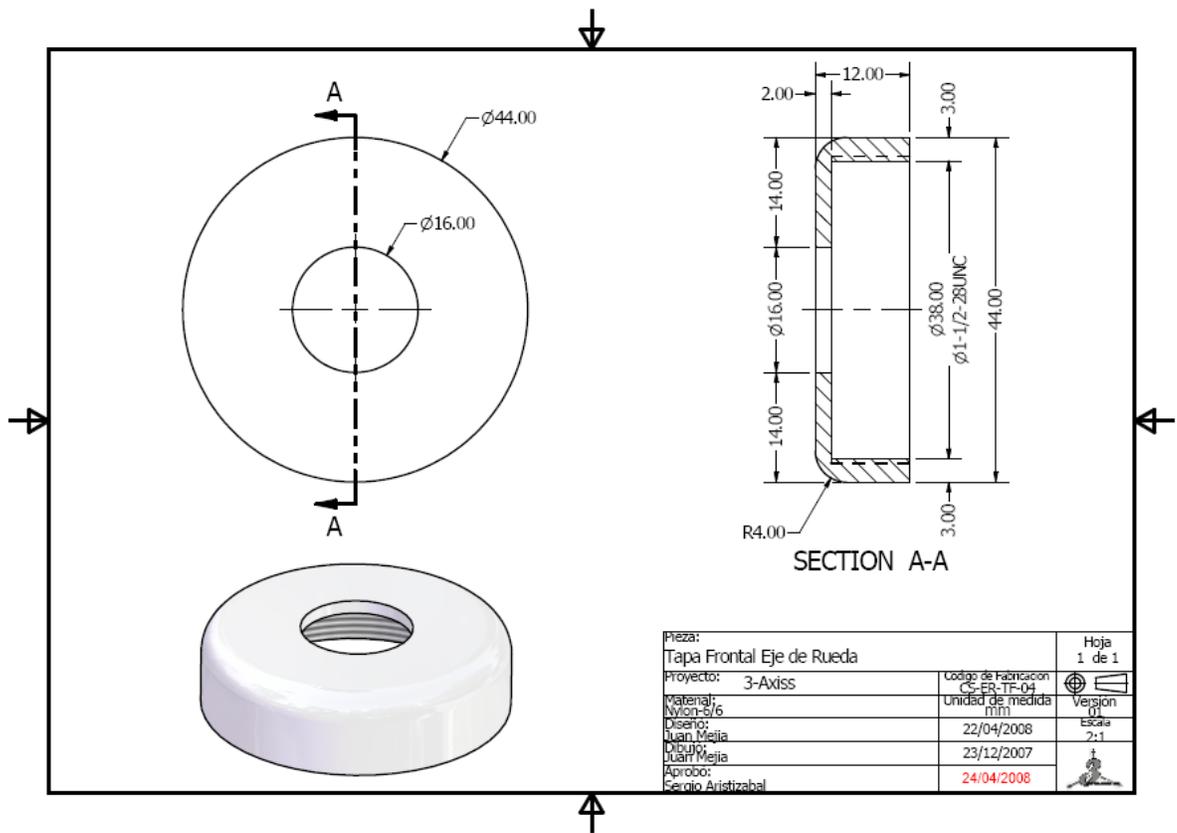
Pieza:	Lateral A Carro Superior		Hoja
Proyecto:	3-Axis	Código de fabricación	1 de 1
Materia:	Aluminio P15 3"x1-1/2" - 2mm	Unidad de medida	
Diseño:	Juan Mejia	Fecha	01
Revisión:	Juan Mejia	Escala	1:2
Aprobó:	Sergio Aristizabal	Fecha	
		24/04/2008	



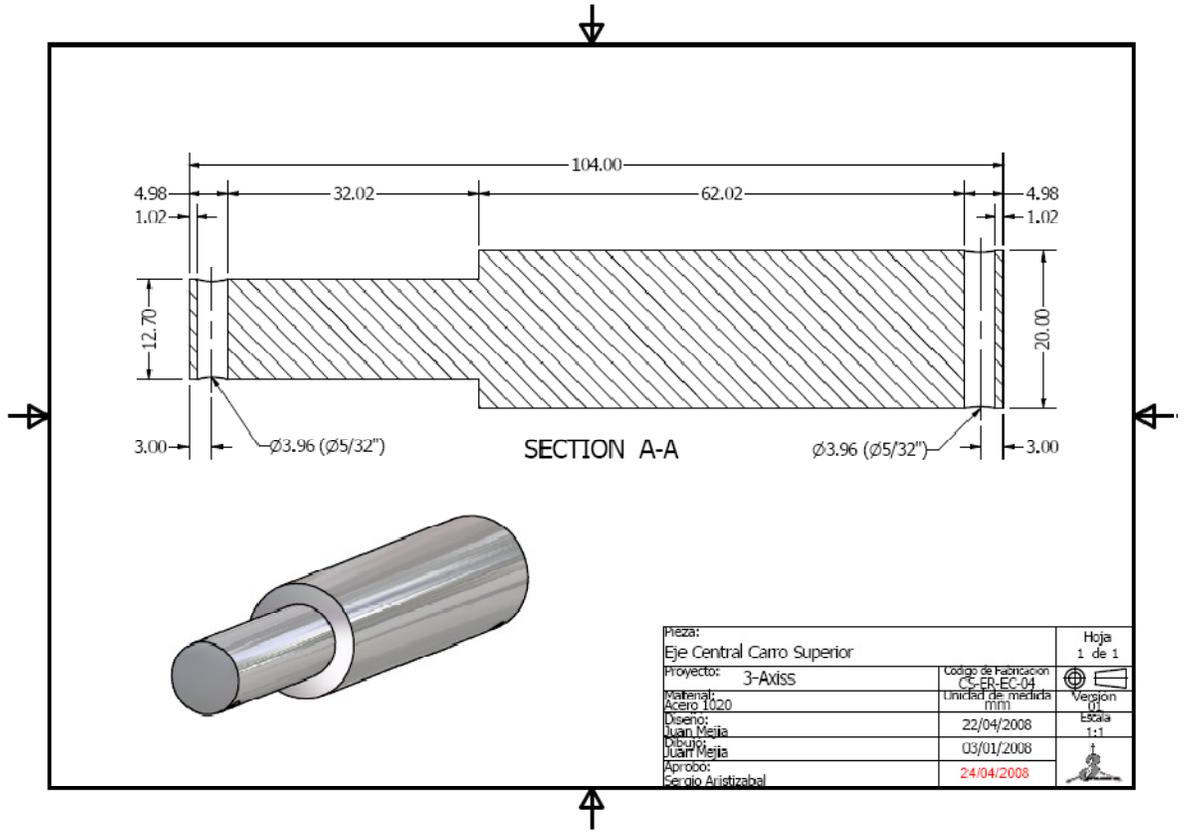
NOTA:
 Realizar Maquinado B en ambas caras
 Garantizar concentricidad de maquinado

Pieza:	Lateral B Carro Superior		Hoja
Proyecto:	3-Axis	Código de fabricación	1 de 1
Materia:	Aluminio P15 3"x1-1/2" - 2mm	CS-LB-02	
Diseño:	Juan Mejia	Unidad de medida	mm
Revisión:	Juan Mejia	Version	01
Aprobó:	Sergio Aristizabal	Fecha	24/04/2008
		Escala	1:2

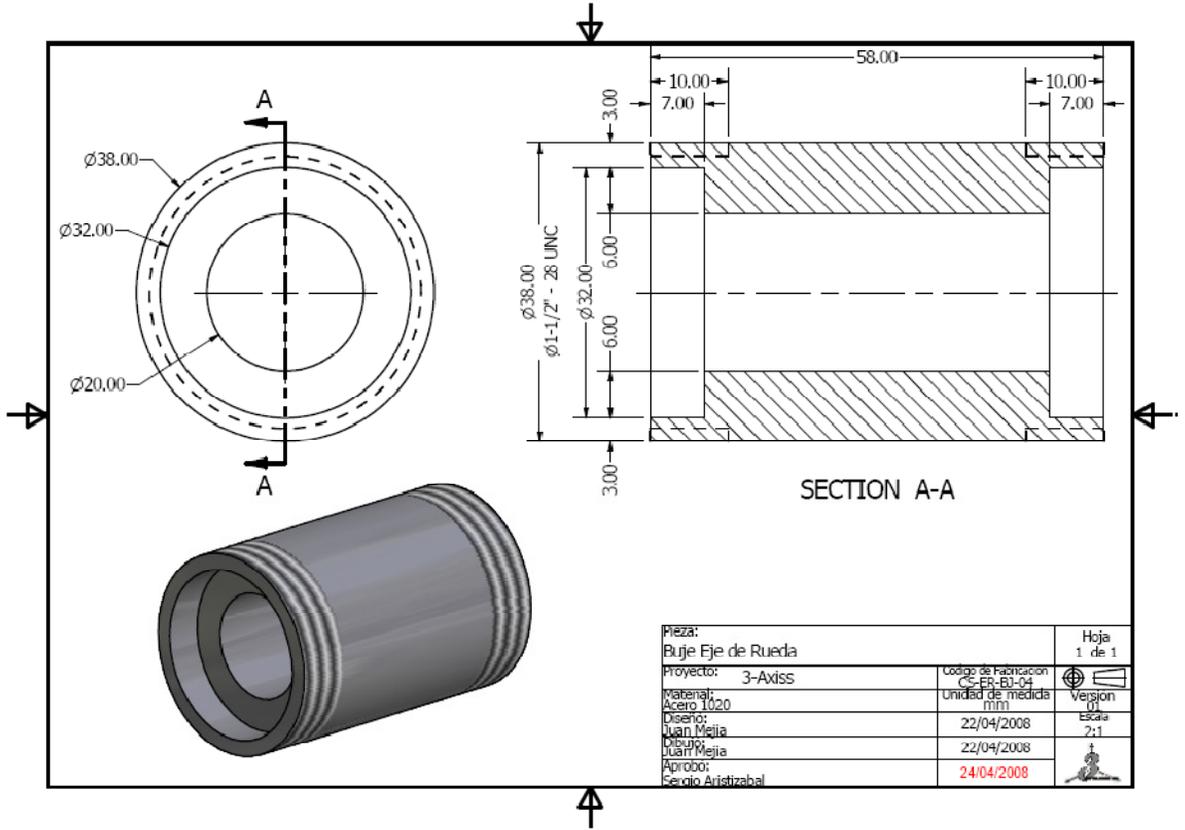




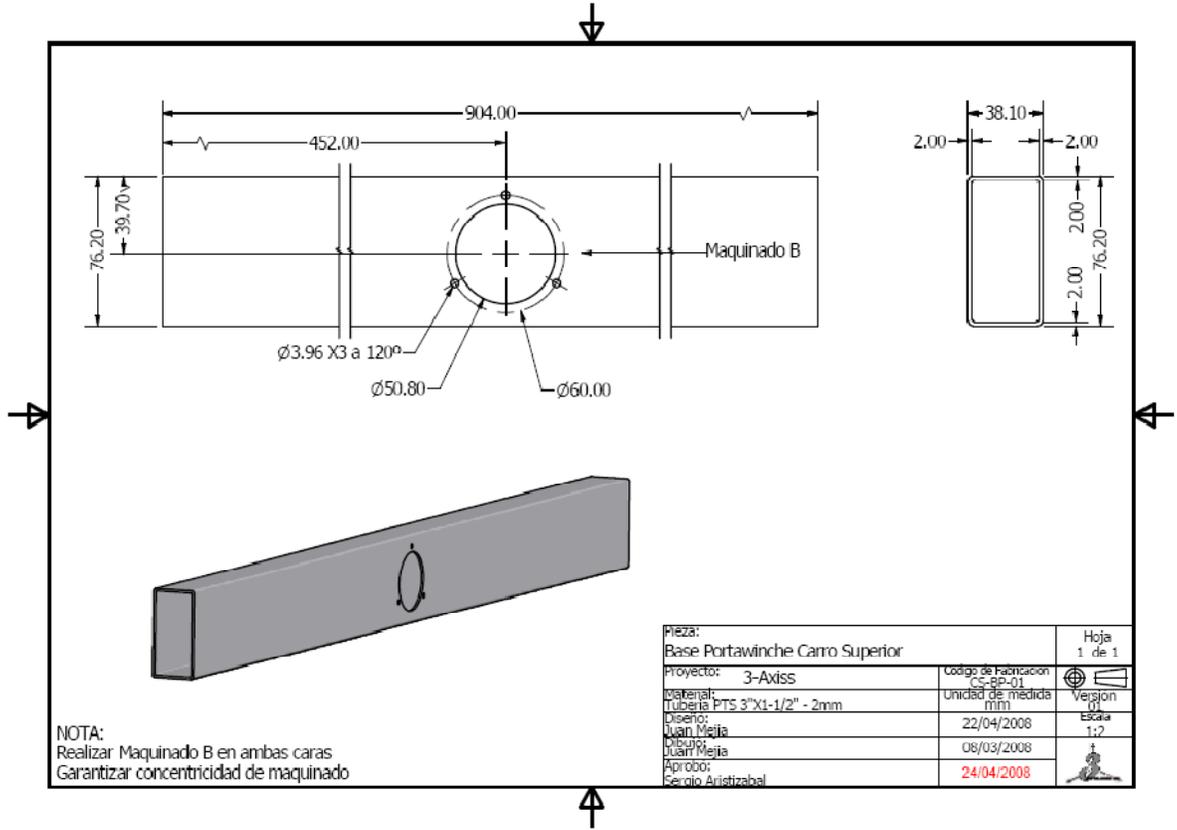
Pieza:		Hoja	
Tapa Frontal Eje de Rueda		1 de 1	
Proyecto:	3-Axis	Código de fabricación	CS-ER-TF-04
Material:	Nylon-6/6	Unidad de medida	mm
Diseño:	Juan Mejia	22/04/2008	2:1
Dibujo:	Juan Mejia	23/12/2007	
Aprobo:	Servio Aristizabal	24/04/2008	



Pieza: Eje Central Carro Superior		Hoja 1 de 1
Proyecto: 3-Axis	Código de Fabricación CC-EP-EC-04	
Materia: Acero 1020	Unidad de medida mm	Version 01
Diseño: Juan Mejia	22/04/2008	Escala 1:1
Diseño: Juan Mejia	03/01/2008	
Aprobó: Sergio Aristizabal	24/04/2008	

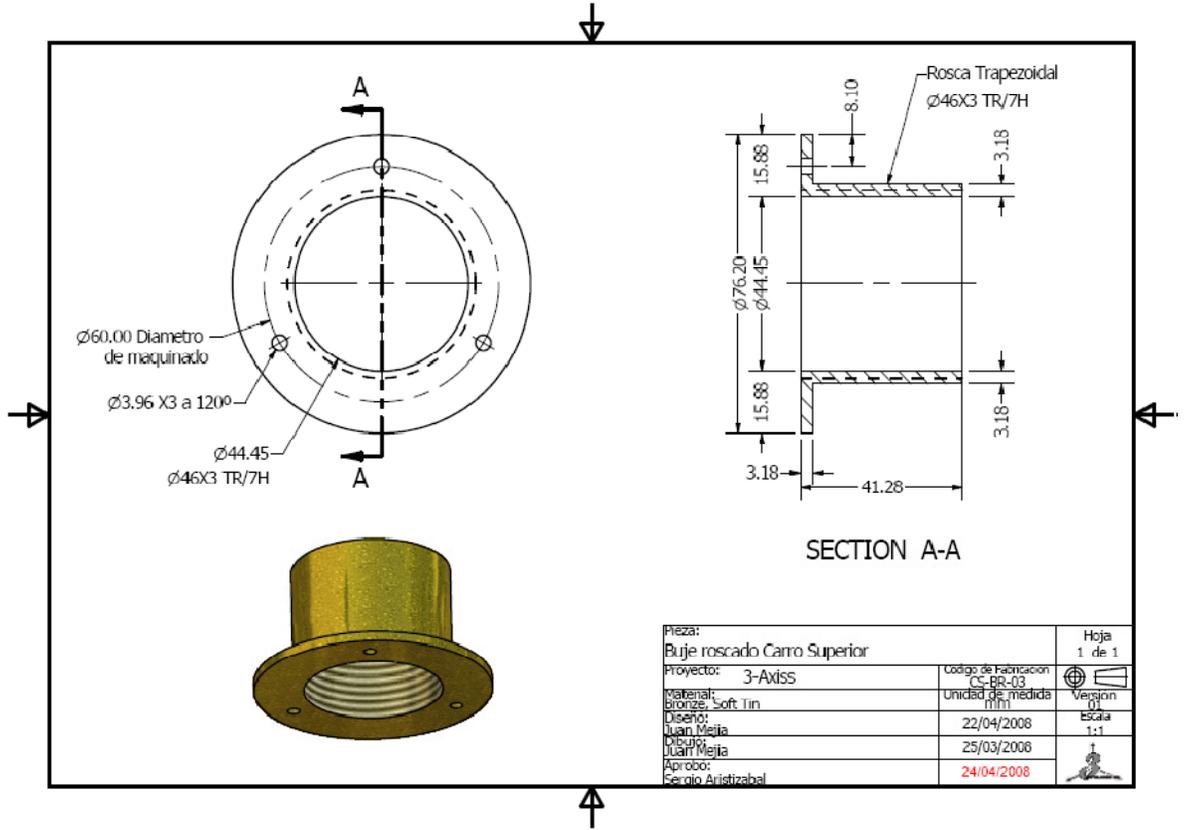


Pieza: Buje Eje de Rueda		Hoja 1 de 1
Proyecto: 3-Axis	Código de Fabricación CS-ER-BJ-04	Version 01
Material: Acero 1020	unidad de medida mm	Escala 2:1
Diseño: Juan Mejia	22/04/2008	
Diseño: Juan Mejia	22/04/2008	
Aprobó: Seoilo Aristizabal	24/04/2008	

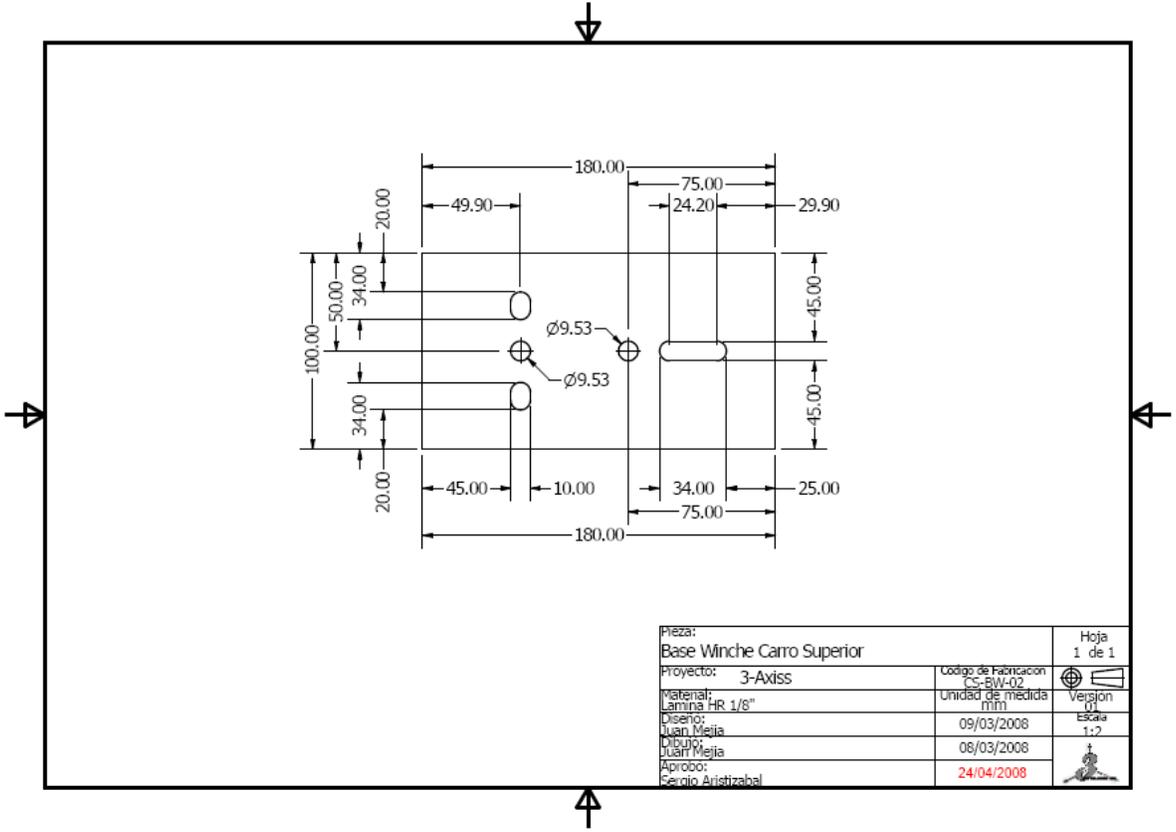


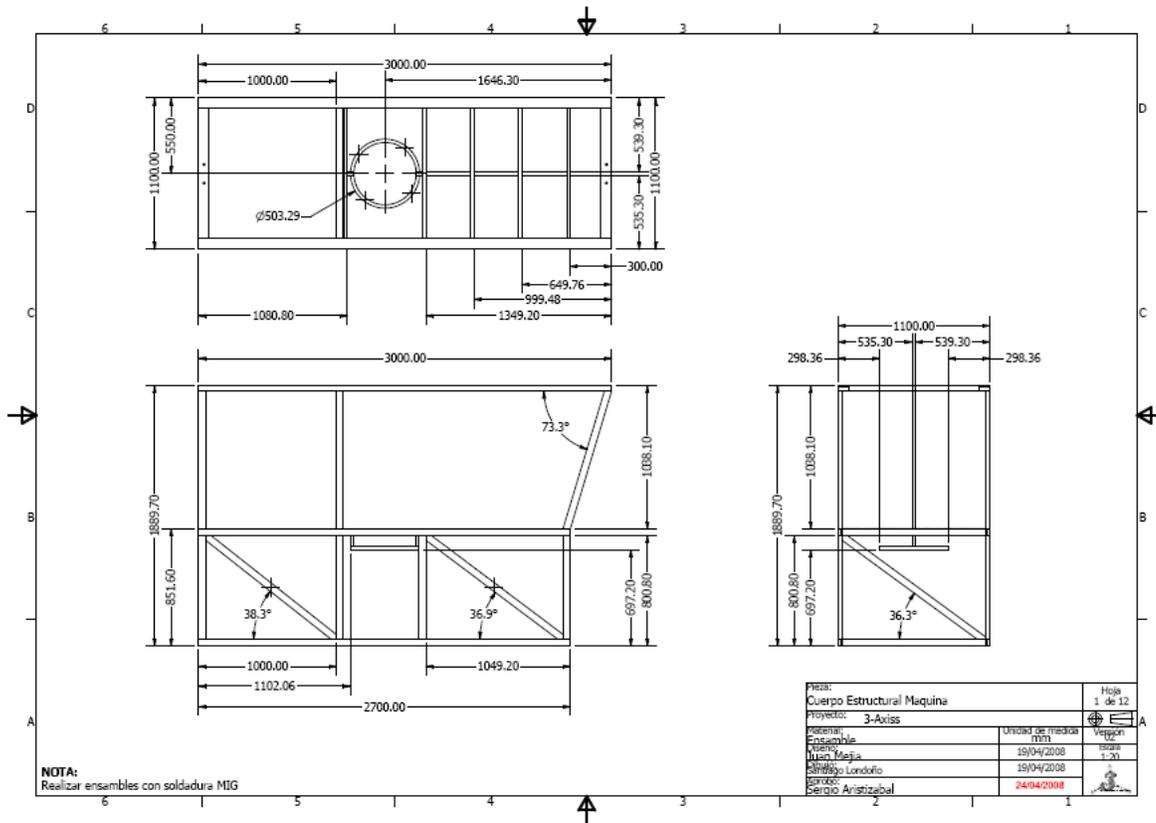
NOTA:
 Realizar Maquinado B en ambas caras
 Garantizar concentricidad de maquinado

Pieza: Base Portawinche Carro Superior		Hoja 1 de 1
Proyecto: 3-Axis	Código de Fabricación CS-8P-01	 Versión 01
Materia: Alumina PMS 3"X1-1/2" - 2mm	Unidad de medida mm	
Diseño: Juan Mejia	Fecha: 22/04/2008	Escala 1:2
Revisó: Juan Mejia	Fecha: 08/03/2008	 Aprobó: Sergio Aristizabal
Aprobó: Sergio Aristizabal	Fecha: 24/04/2008	



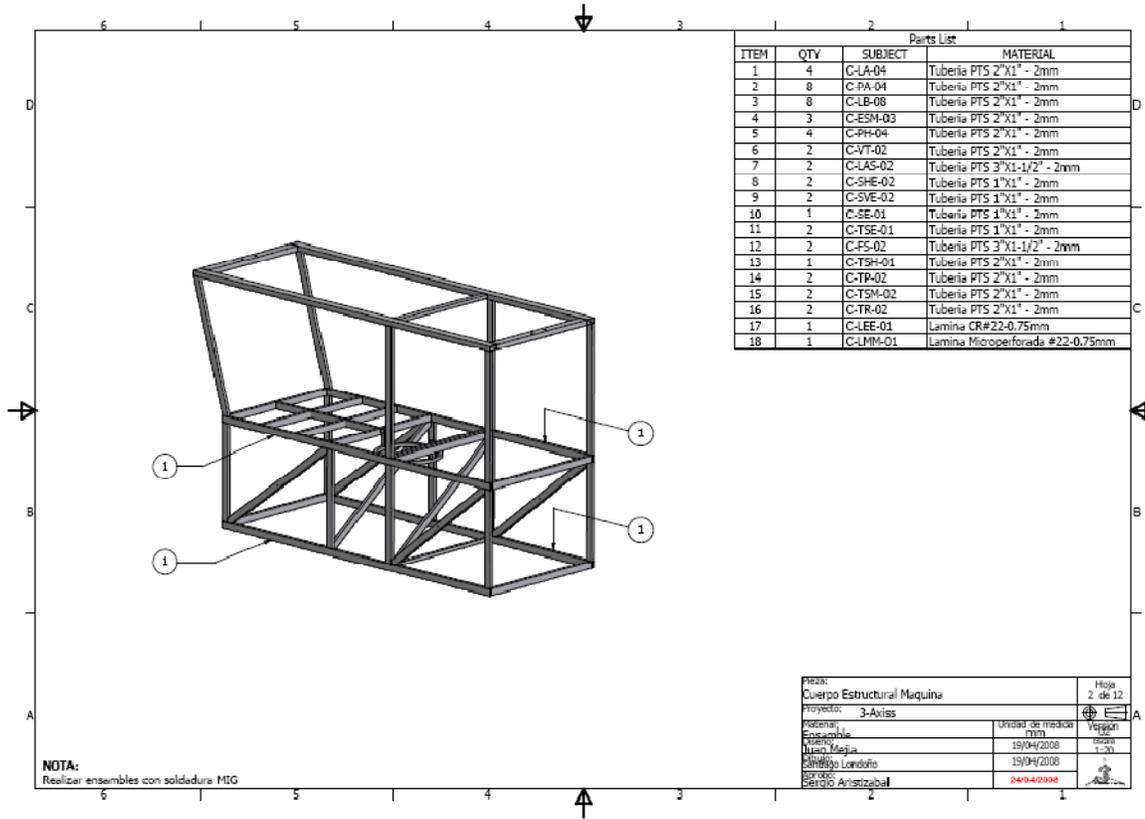
Pieza: Buje roscado Carro Superior		Hoja 1 de 1
Proyecto: 3-Axis	Código de fabricación CS-BR-03	
Material: Bronce soft Tin	Unidad de medida (mm)	
Diseño: Juan Mejía	22/04/2008	Escala 1:1
Revisión: Juan Mejía	25/03/2008	
Aprobó: Sergio Aristizabal	24/04/2008	





NOTA:
Realizar ensambles con soldadura MIG

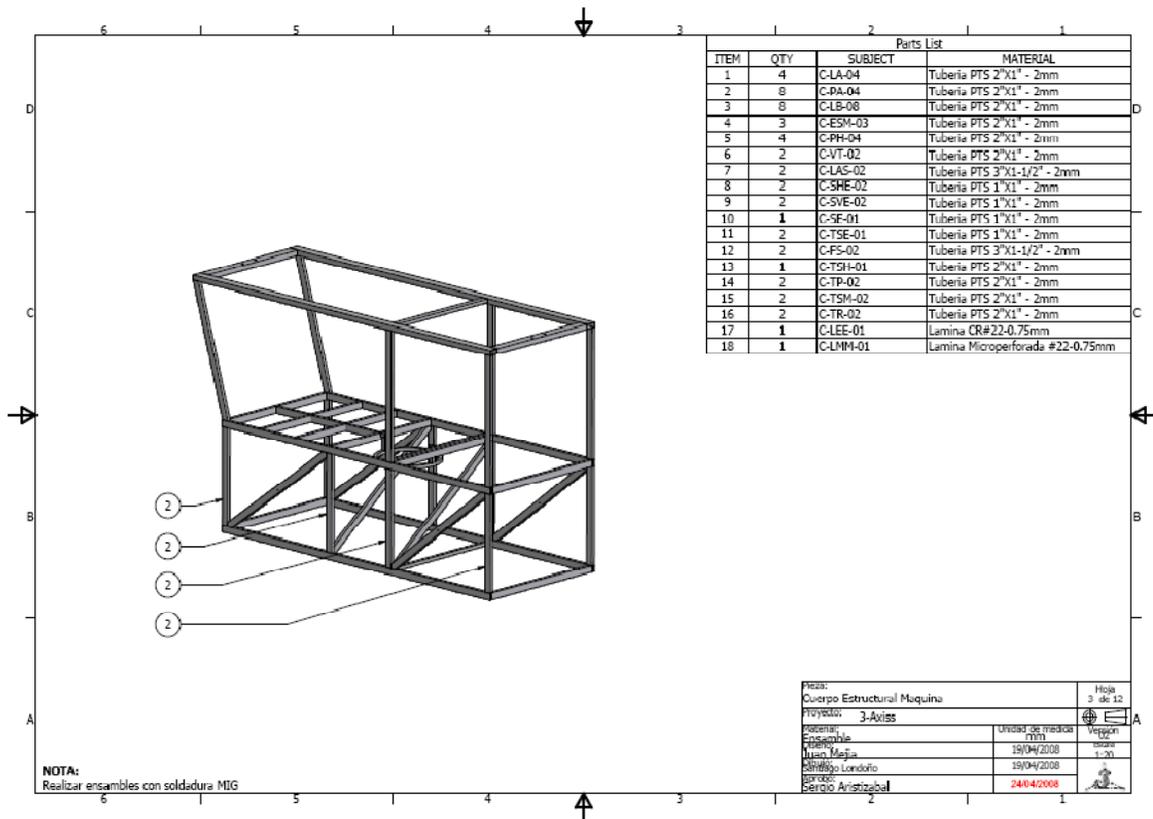
Pieza:		Cuerpo Estructural Maquina	Hoja
Proyecto:		3-Axis	1 de 12
Plantilla:	Unidad de medida:	mm	
Ensamble:	Version:	1.00	
Fecha:	19/04/2008	1.20	
Modificado:	19/04/2008		
Elaborado:	24/04/2008		
Revisado:	Berqio Aristzagabal		



Parts List			
ITEM	QTY	SUBJECT	MATERIAL
1	4	C-LA-04	Tuberia PTS 2" X1" - 2mm
2	8	C-PA-04	Tuberia PTS 2" X1" - 2mm
3	8	C-LB-08	Tuberia PTS 2" X1" - 2mm
4	3	C-ESM-03	Tuberia PTS 2" X1" - 2mm
5	4	C-PH-04	Tuberia PTS 2" X1" - 2mm
6	2	C-VT-02	Tuberia PTS 2" X1" - 2mm
7	2	C-LAS-02	Tuberia PTS 3" X1-1/2" - 2mm
8	2	C-SHE-02	Tuberia PTS 1" X1" - 2mm
9	2	C-SVE-02	Tuberia PTS 1" X1" - 2mm
10	1	C-SE-01	Tuberia PTS 1" X1" - 2mm
11	2	C-TSE-01	Tuberia PTS 1" X1" - 2mm
12	2	C-FS-02	Tuberia PTS 3" X1-1/2" - 2mm
13	1	C-TSH-01	Tuberia PTS 2" X1" - 2mm
14	2	C-TP-02	Tuberia PTS 2" X1" - 2mm
15	2	C-TSM-02	Tuberia PTS 2" X1" - 2mm
16	2	C-TR-02	Tuberia PTS 2" X1" - 2mm
17	1	C-LEE-01	Lamina CR#22-0.75mm
18	1	C-LMM-01	Lamina Microperforada #22-0.75mm

NOTA:
Realizar ensambles con soldadura MIG

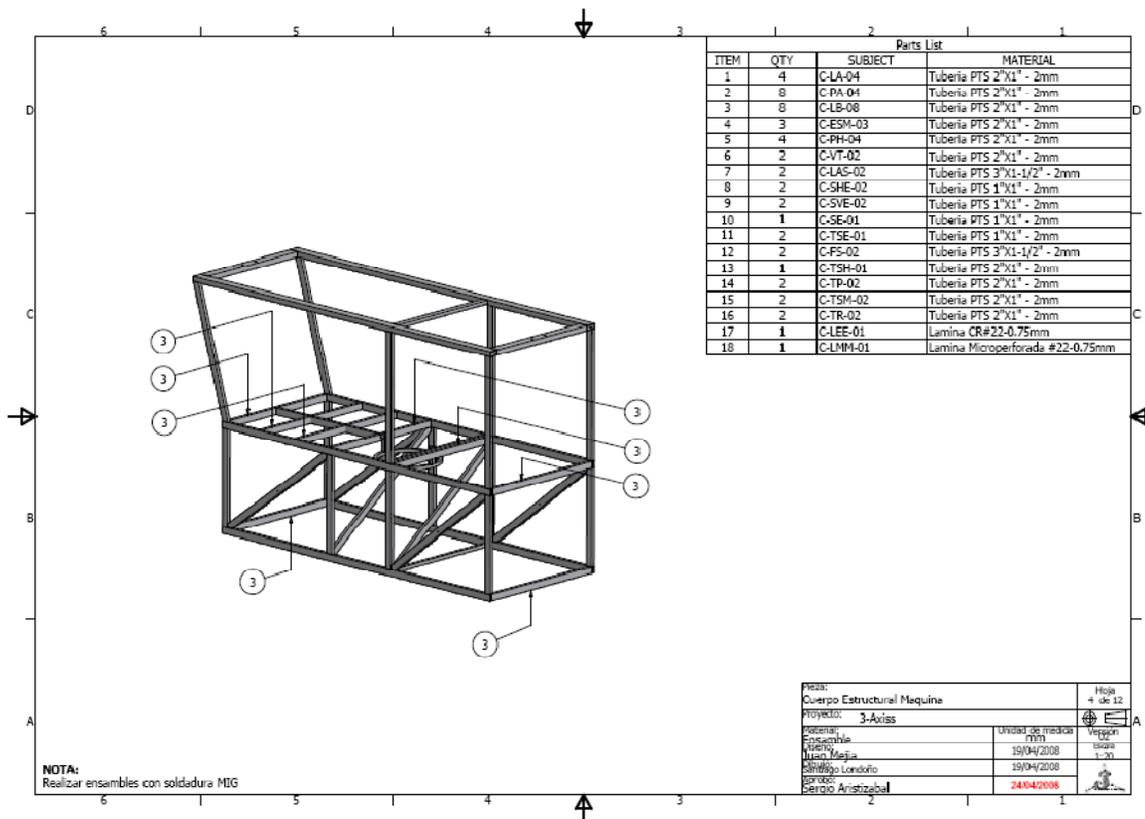
Pieza:		Hoja	
Cuerpo Estructural Maquina		2 de 12	
Proyecto:		3-Axis	
Ubicacion:	Unidad de medicion	Verifica	
Fecha:	2008	1:20	
Revision:	19/04/2008	1:20	
Elaborado:	19/04/2008	1:20	
Revisado:	24/04/2008	1:20	
Diseño: Sergio Aristizabal		1:20	



Parts List			
ITEM	QTY	SUBJECT	MATERIAL
1	4	C-LA-04	Tubería PTS 2" x1" - 2mm
2	8	C-PA-04	Tubería PTS 2" x1" - 2mm
3	8	C-LB-08	Tubería PTS 2" x1" - 2mm
4	3	C-ESM-03	Tubería PTS 2" x1" - 2mm
5	4	C-PH-04	Tubería PTS 2" x1" - 2mm
6	2	C-VT-02	Tubería PTS 2" x1" - 2mm
7	2	C-LAS-02	Tubería PTS 3" x1-1/2" - 2mm
8	2	C-SHE-02	Tubería PTS 1" x1" - 2mm
9	2	C-SVE-02	Tubería PTS 1" x1" - 2mm
10	1	C-SF-01	Tubería PTS 1" x1" - 2mm
11	2	C-TSE-01	Tubería PTS 1" x1" - 2mm
12	2	C-FS-02	Tubería PTS 3" x1-1/2" - 2mm
13	1	C-TSH-01	Tubería PTS 2" x1" - 2mm
14	2	C-TP-02	Tubería PTS 2" x1" - 2mm
15	2	C-TSM-02	Tubería PTS 2" x1" - 2mm
16	2	C-TR-02	Tubería PTS 2" x1" - 2mm
17	1	C-LEE-01	Lamina CR#22-0.75mm
18	1	C-LHM-01	Lamina Microperforada #22-0.75mm

Pieza:		Hoja	
Cuerpo Estructural Maquina		3 de 12	
Proyecto: 3-Axiss			
Elaborado:	Unidad de medida:		
Revisado:	mm		
Fecha:	19/04/2008		
Elaborado:	19/04/2008		
Revisado:			
Elaborado:	24/4/2008		
Revisado:			

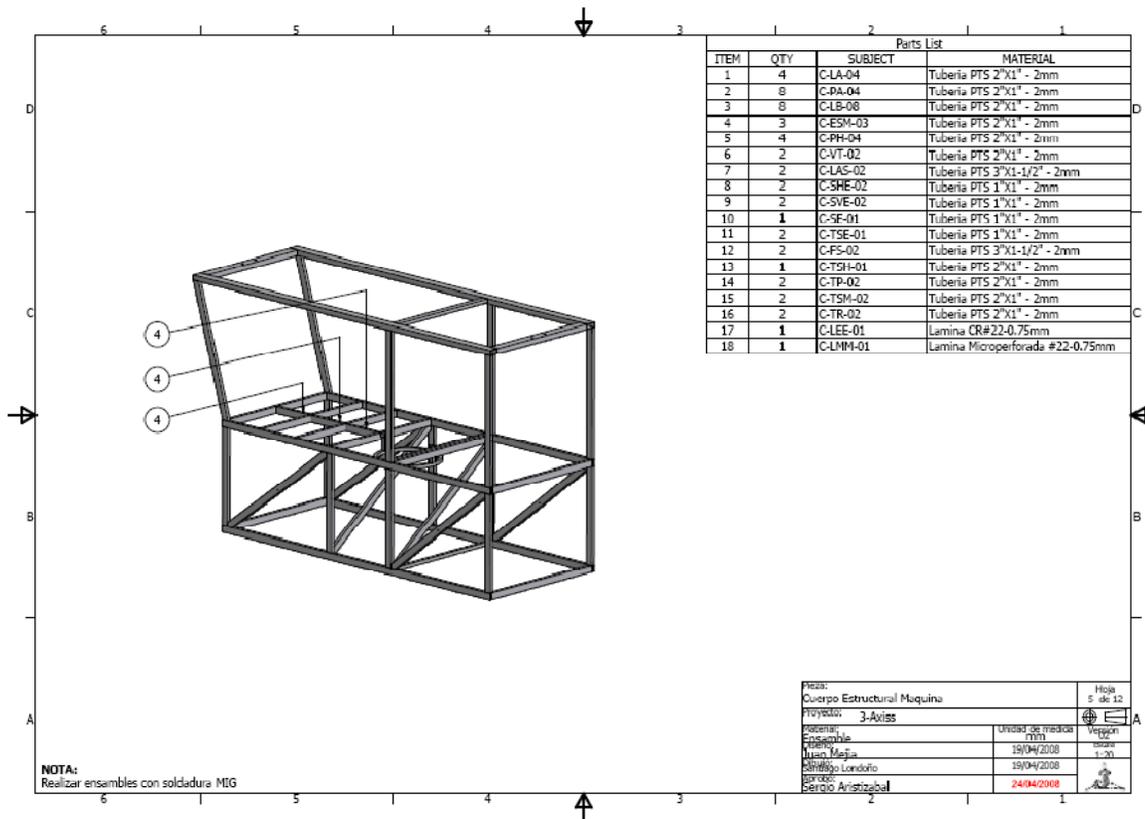
NOTA:
Realizar ensambles con soldadura MIG



Parts List			
ITEM	QTY	SUBJECT	MATERIAL
1	4	C-LA-04	Tubería PTS 2" X1" - 2mm
2	8	C-PA-04	Tubería PTS 2" X1" - 2mm
3	8	C-LB-08	Tubería PTS 2" X1" - 2mm
4	3	C-EM-03	Tubería PTS 2" X1" - 2mm
5	4	C-PH-04	Tubería PTS 2" X1" - 2mm
6	2	C-VT-02	Tubería PTS 2" X1" - 2mm
7	2	C-LAS-02	Tubería PTS 3" X1-1/2" - 2mm
8	2	C-SHE-02	Tubería PTS 1" X1" - 2mm
9	2	C-SVE-02	Tubería PTS 1" X1" - 2mm
10	1	C-SE-01	Tubería PTS 1" X1" - 2mm
11	2	C-TSE-01	Tubería PTS 1" X1" - 2mm
12	2	C-FS-02	Tubería PTS 3" X1-1/2" - 2mm
13	1	C-TSH-01	Tubería PTS 2" X1" - 2mm
14	2	C-TP-02	Tubería PTS 2" X1" - 2mm
15	2	C-TSM-02	Tubería PTS 2" X1" - 2mm
16	2	C-TR-02	Tubería PTS 2" X1" - 2mm
17	1	C-LEE-01	Lamina CR#22-0.75mm
18	1	C-LMM-01	Lamina Microperforada #22-0.75mm

NOTA:
Realizar ensambles con soldadura MIG

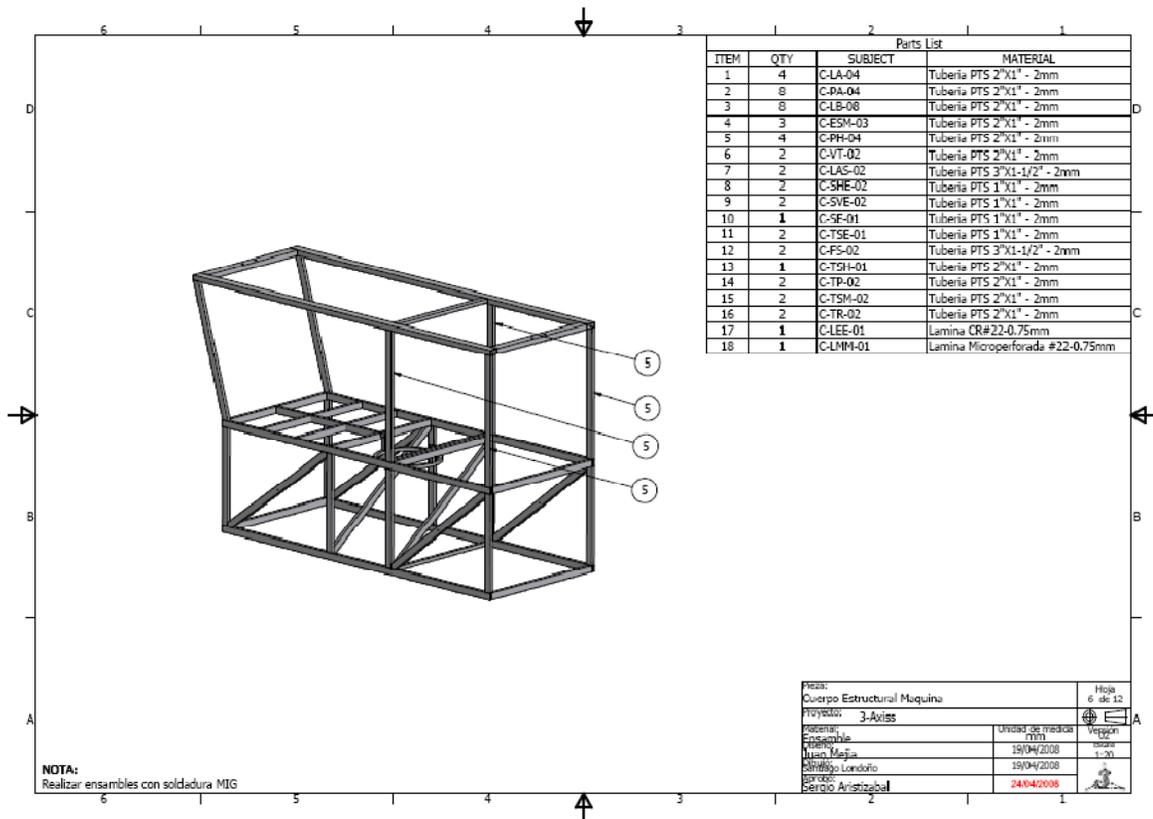
Pieza:		Hoja	
Cuerpo Estructural Maquina		4 de 12	
Proyecto: 3-Axis		E	
Autencia:	Unidad de medida:	Version:	
Fecha:	mm	1.0	
Diseño: MEFJA	19/04/2008	Escala:	
Revisión: Lumbaflo	19/04/2008	1:1	
Dibujó:	24/04/2008	Aprobado:	
Diseño: Sergio Aristizabal			



Parts List			
ITEM	QTY	SUBJECT	MATERIAL
1	4	C-LA-04	Tubería PTS 2" x1" - 2mm
2	8	C-PA-04	Tubería PTS 2" x1" - 2mm
3	8	C-LB-08	Tubería PTS 2" x1" - 2mm
4	3	C-ESM-03	Tubería PTS 2" x1" - 2mm
5	4	C-PH-04	Tubería PTS 2" x1" - 2mm
6	2	C-VT-02	Tubería PTS 2" x1" - 2mm
7	2	C-LAS-02	Tubería PTS 3" x1-1/2" - 2mm
8	2	C-SHE-02	Tubería PTS 1" x1" - 2mm
9	2	C-SVE-02	Tubería PTS 1" x1" - 2mm
10	1	C-SF-01	Tubería PTS 1" x1" - 2mm
11	2	C-TSE-01	Tubería PTS 1" x1" - 2mm
12	2	C-FS-02	Tubería PTS 3" x1-1/2" - 2mm
13	1	C-TSH-01	Tubería PTS 2" x1" - 2mm
14	2	C-TP-02	Tubería PTS 2" x1" - 2mm
15	2	C-TSM-02	Tubería PTS 2" x1" - 2mm
16	2	C-TR-02	Tubería PTS 2" x1" - 2mm
17	1	C-LEE-01	Lamina CR#22-0.75mm
18	1	C-LHM-01	Lamina Microperforada #22-0.75mm

Pieza:		Hoja
Cuerpo Estructural Maquina		5 de 12
Proyecto:	3-Axiss	
Presenta:	Unidad de medida	MM
Elaborado:	19/04/2008	
Revisado:	19/04/2008	
Elaborado:	19/04/2008	
Revisado:	24/04/2008	
Elaborado:		
Revisado:		

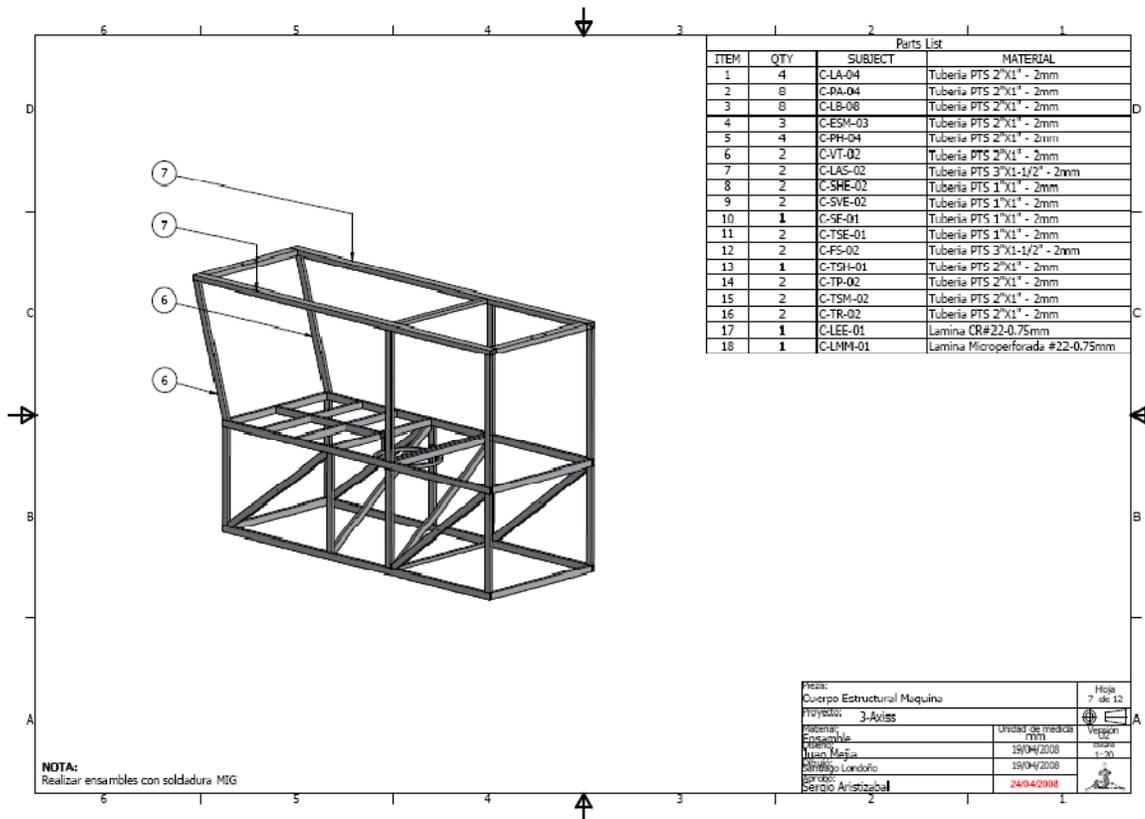
NOTA:
Realizar ensambles con soldadura MIG



Parts List			
ITEM	QTY	SUBJECT	MATERIAL
1	4	C-LA-04	Tubería PTS 2" x1" - 2mm
2	8	C-PA-04	Tubería PTS 2" x1" - 2mm
3	8	C-LB-08	Tubería PTS 2" x1" - 2mm
4	3	C-EM-03	Tubería PTS 2" x1" - 2mm
5	4	C-PH-04	Tubería PTS 2" x1" - 2mm
6	2	C-VT-02	Tubería PTS 2" x1" - 2mm
7	2	C-LAS-02	Tubería PTS 3" x1-1/2" - 2mm
8	2	C-SHE-02	Tubería PTS 1" x1" - 2mm
9	2	C-SVE-02	Tubería PTS 1" x1" - 2mm
10	1	C-SF-01	Tubería PTS 1" x1" - 2mm
11	2	C-TSE-01	Tubería PTS 1" x1" - 2mm
12	2	C-FS-02	Tubería PTS 3" x1-1/2" - 2mm
13	1	C-TSH-01	Tubería PTS 2" x1" - 2mm
14	2	C-TP-02	Tubería PTS 2" x1" - 2mm
15	2	C-TSM-02	Tubería PTS 2" x1" - 2mm
16	2	C-TR-02	Tubería PTS 2" x1" - 2mm
17	1	C-LEE-01	Lamina CR#22-0.75mm
18	1	C-LHM-01	Lamina Microperforada #22-0.75mm

Pieza:		Hoja
Cuerpo Estructural Maquina		6 de 12
Proyecto:	3-Axiss	
Responsable:	Unidad de maquina	Mejoran
Fecha:	19/04/2008	1:20
Modificado:	19/04/2008	
Por:	Bericio Aristizabal	24/04/2008

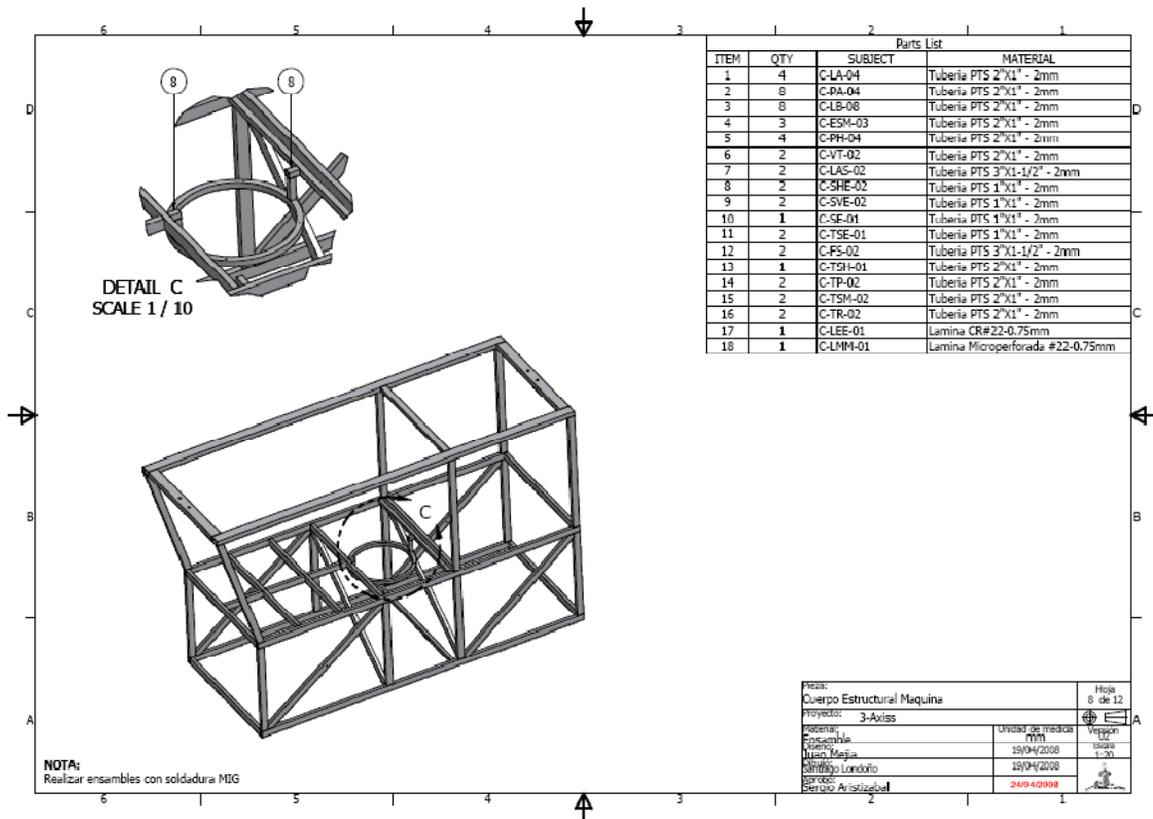
NOTA:
Realizar ensambles con soldadura MIG



Parts List			
ITEM	QTY	SUBJECT	MATERIAL
1	4	C-LA-04	Tubería PTS 2" x1" - 2mm
2	8	C-PA-04	Tubería PTS 2" x1" - 2mm
3	8	C-LB-08	Tubería PTS 2" x1" - 2mm
4	3	C-EM-03	Tubería PTS 2" x1" - 2mm
5	4	C-PH-04	Tubería PTS 2" x1" - 2mm
6	2	C-VT-02	Tubería PTS 2" x1" - 2mm
7	2	C-LAS-02	Tubería PTS 3" x1-1/2" - 2mm
8	2	C-SHE-02	Tubería PTS 1" x1" - 2mm
9	2	C-SVE-02	Tubería PTS 1" x1" - 2mm
10	1	C-SF-01	Tubería PTS 1" x1" - 2mm
11	2	C-TSE-01	Tubería PTS 1" x1" - 2mm
12	2	C-FS-02	Tubería PTS 3" x1-1/2" - 2mm
13	1	C-TSH-01	Tubería PTS 2" x1" - 2mm
14	2	C-TP-02	Tubería PTS 2" x1" - 2mm
15	2	C-TSM-02	Tubería PTS 2" x1" - 2mm
16	2	C-TR-02	Tubería PTS 2" x1" - 2mm
17	1	C-LEE-01	Lamina CR#22-0.75mm
18	1	C-LHM-01	Lamina Microperforada #22-0.75mm

Pieza:		Hoja
Cuerpo Estructural Maquina		7 de 12
Proyecto:	3-Axiss	
Responsable:	Unidad de maquina	Mejora
Fecha:	19/04/2008	1:20
Modificado:	19/04/2008	
Por:	Sergio Aristizabal	
Numero:	24042008	

NOTA:
Realizar ensambles con soldadura MIG

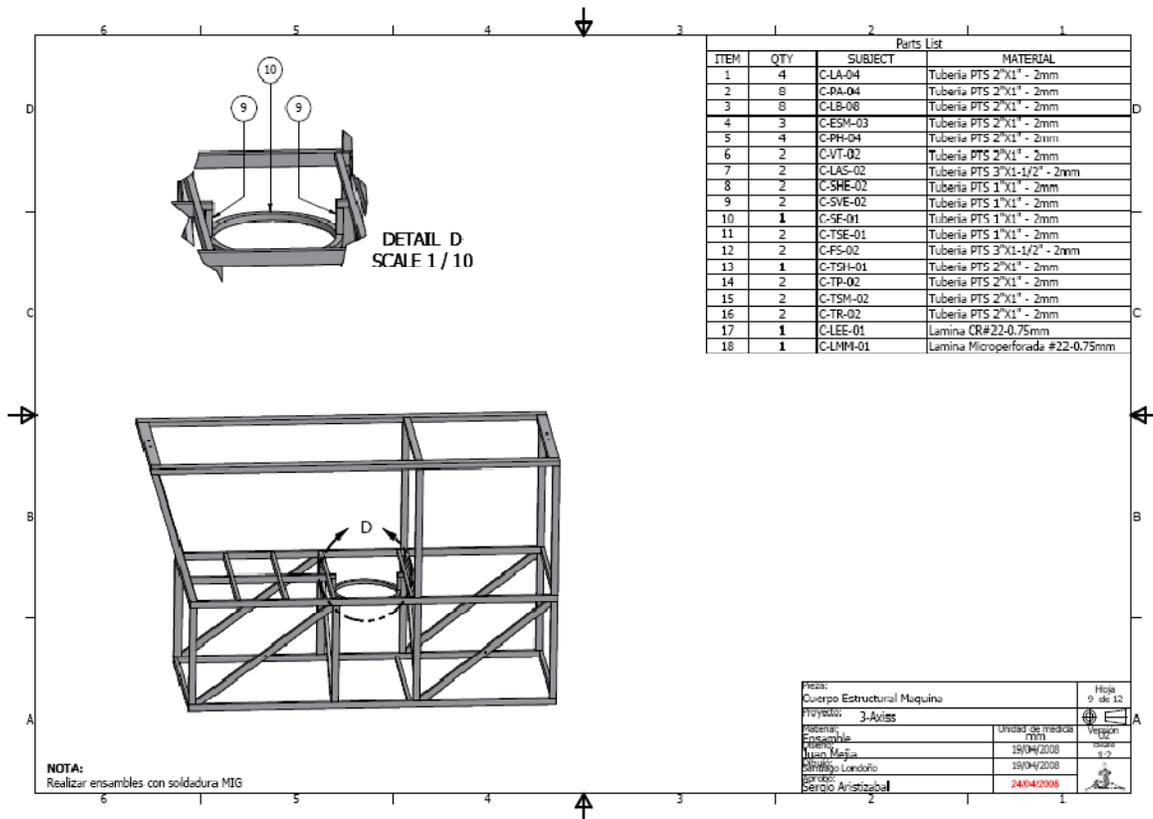


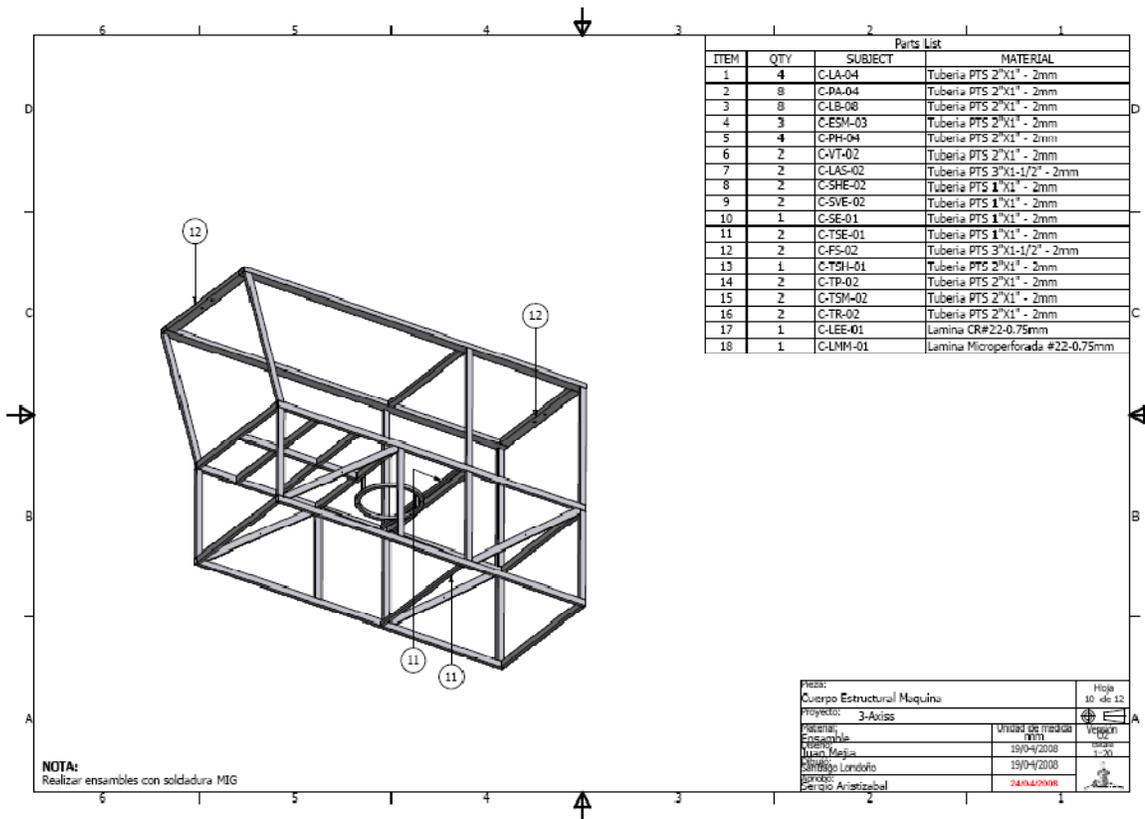
Parts List			
ITEM	QTY	SUBJECT	MATERIAL
1	4	C-LA-04	Tubería PTS 2" x1" - 2mm
2	8	C-PA-04	Tubería PTS 2" x1" - 2mm
3	8	C-LB-08	Tubería PTS 2" x1" - 2mm
4	3	C-EM-03	Tubería PTS 2" x1" - 2mm
5	4	C-PH-04	Tubería PTS 2" x1" - 2mm
6	2	C-VT-02	Tubería PTS 2" x1" - 2mm
7	2	C-LAS-02	Tubería PTS 3" x1-1/2" - 2mm
8	2	C-SHE-02	Tubería PTS 1" x1" - 2mm
9	2	C-SVE-02	Tubería PTS 1" x1" - 2mm
10	1	C-SF-01	Tubería PTS 1" x1" - 2mm
11	2	C-TSE-01	Tubería PTS 1" x1" - 2mm
12	2	C-FS-02	Tubería PTS 3" x1-1/2" - 2mm
13	1	C-TSH-01	Tubería PTS 2" x1" - 2mm
14	2	C-TP-02	Tubería PTS 2" x1" - 2mm
15	2	C-TSM-02	Tubería PTS 2" x1" - 2mm
16	2	C-TR-02	Tubería PTS 2" x1" - 2mm
17	1	C-LEE-01	Lamina CR#22-0.75mm
18	1	C-LHM-01	Lamina Microperforada #22-0.75mm

DETAIL C
SCALE 1 / 10

NOTA:
Realizar ensambles con soldadura MIG

Pieza:		Hoja	
Cuerpo Estructural Maquina		8 de 12	
Proyecto:		3-Axis	
Revisión:	Unidad de medida:	Métrico	
Elaborado:	Fecha:	19/04/2008	
Revisado:	Escala:	1:1	
Elaborado:	Fecha:	19/04/2008	
Revisado:	Fecha:	19/04/2008	

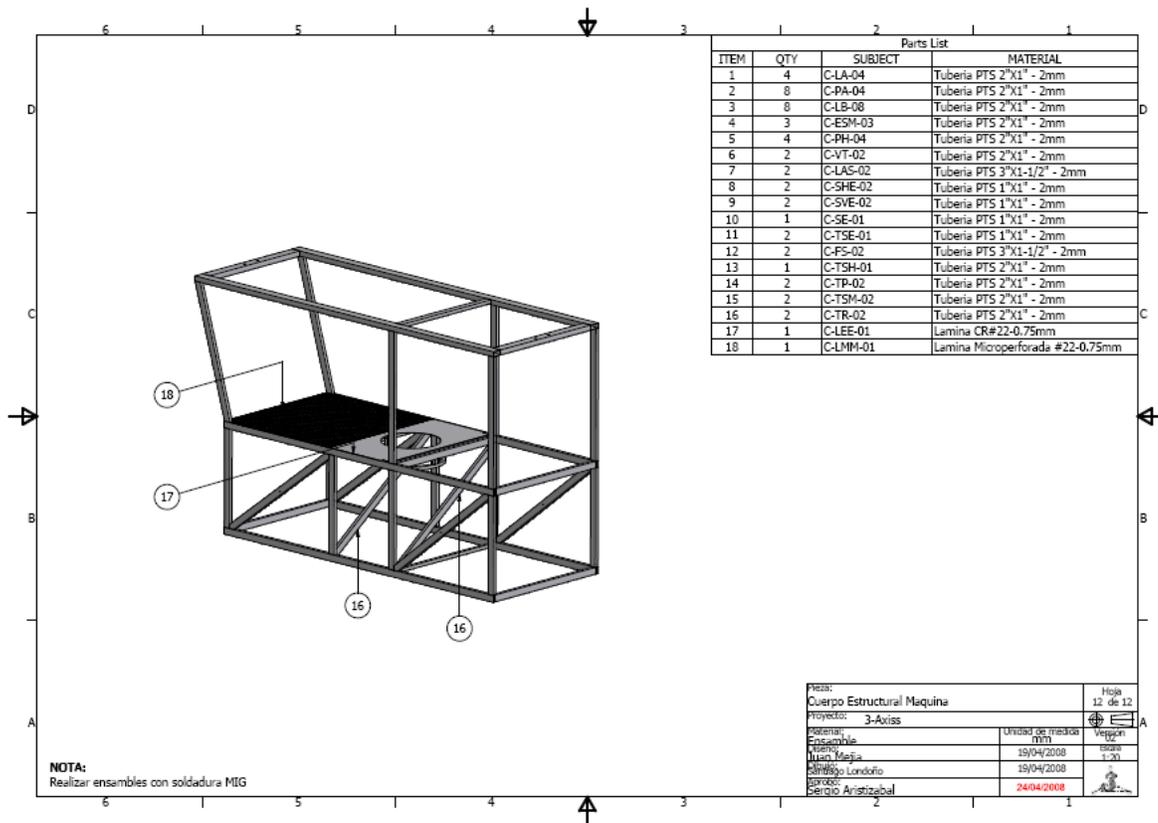


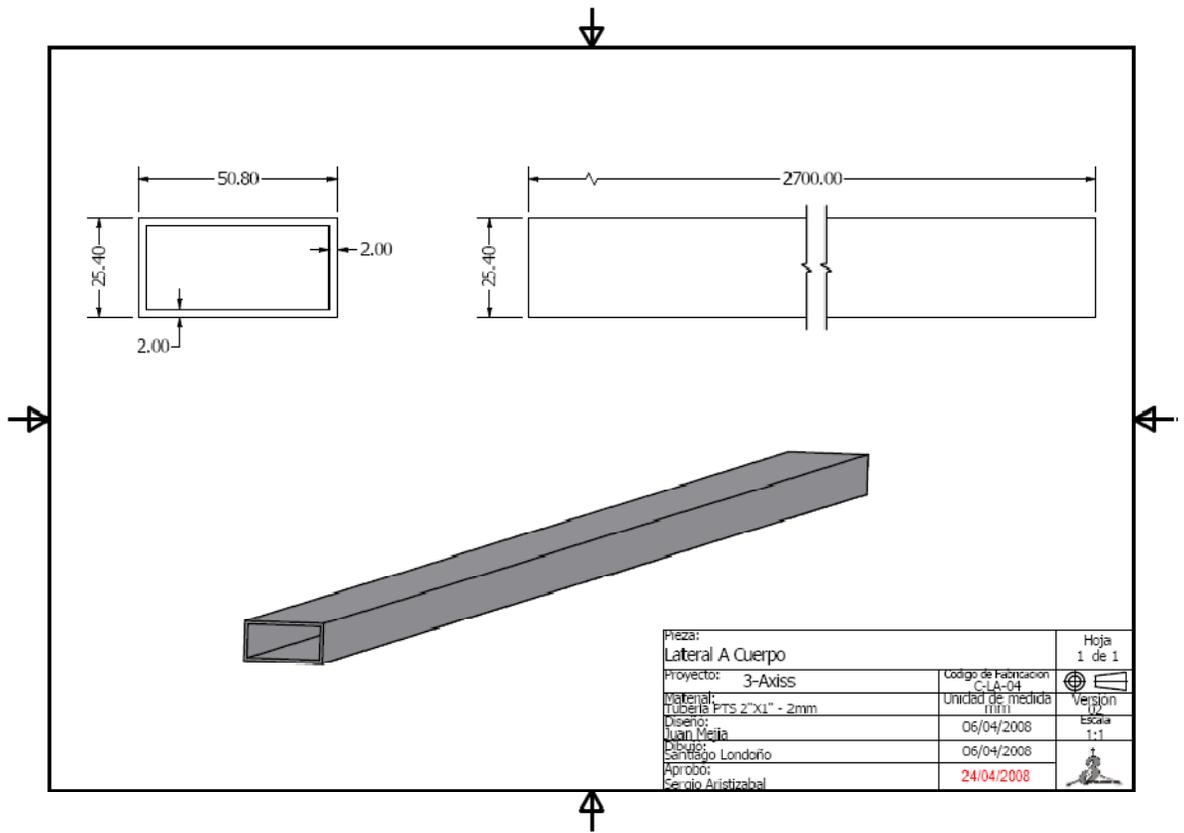


Parts List			
ITEM	QTY	SUBJECT	MATERIAL
1	4	C-LA-04	Tubería PTS 2"x1" - 2mm
2	8	C-PA-04	Tubería PTS 2"x1" - 2mm
3	8	C-LB-08	Tubería PTS 2"x1" - 2mm
4	3	C-EM-03	Tubería PTS 2"x1" - 2mm
5	4	C-PH-04	Tubería PTS 2"x1" - 2mm
6	2	C-VI-02	Tubería PTS 2"x1" - 2mm
7	2	C-LAS-02	Tubería PTS 3"x1-1/2" - 2mm
8	2	C-SHE-02	Tubería PTS 1"x1" - 2mm
9	2	C-SVE-02	Tubería PTS 1"x1" - 2mm
10	1	C-SE-01	Tubería PTS 1"x1" - 2mm
11	2	C-TSE-01	Tubería PTS 1"x1" - 2mm
12	2	C-FS-02	Tubería PTS 3"x1-1/2" - 2mm
13	1	C-TSI-01	Tubería PTS 2"x1" - 2mm
14	2	C-TP-02	Tubería PTS 2"x1" - 2mm
15	2	C-TSM-02	Tubería PTS 2"x1" - 2mm
16	2	C-TR-02	Tubería PTS 2"x1" - 2mm
17	1	C-LEE-01	Lamina CR#22-0.75mm
18	1	C-LMM-01	Lamina Microperforada #22-0.75mm

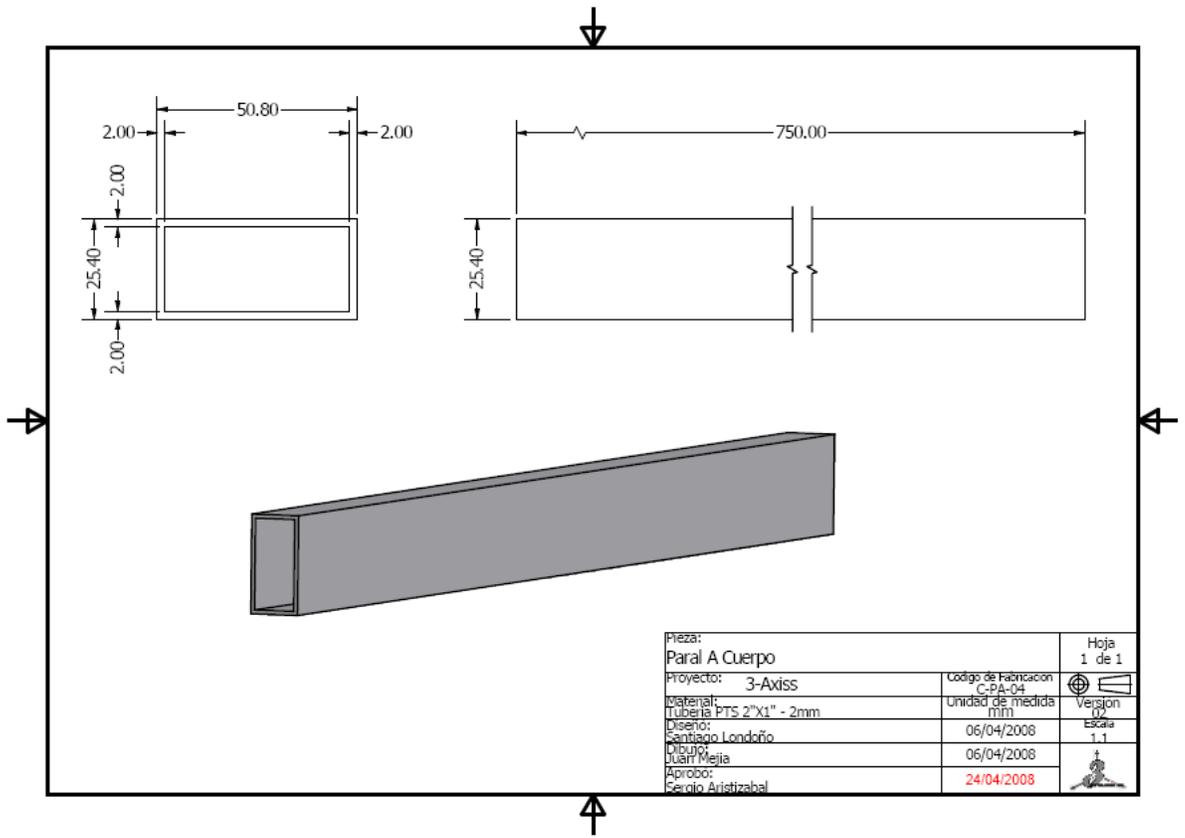
Pieza:		Hoja	
Cuerpo Estructural Maquina		10 de 12	
Proyecto: 3-Axis			
Revisión:	Unidad de trabajo:	Version	
Empedrado	MTR	1-0	
Medio Medija		1-0	
Simbago Landaño		1-0	
Gerente: Aristizabal	34642908		

NOTA:
Realizar ensambles con soldadura MIG

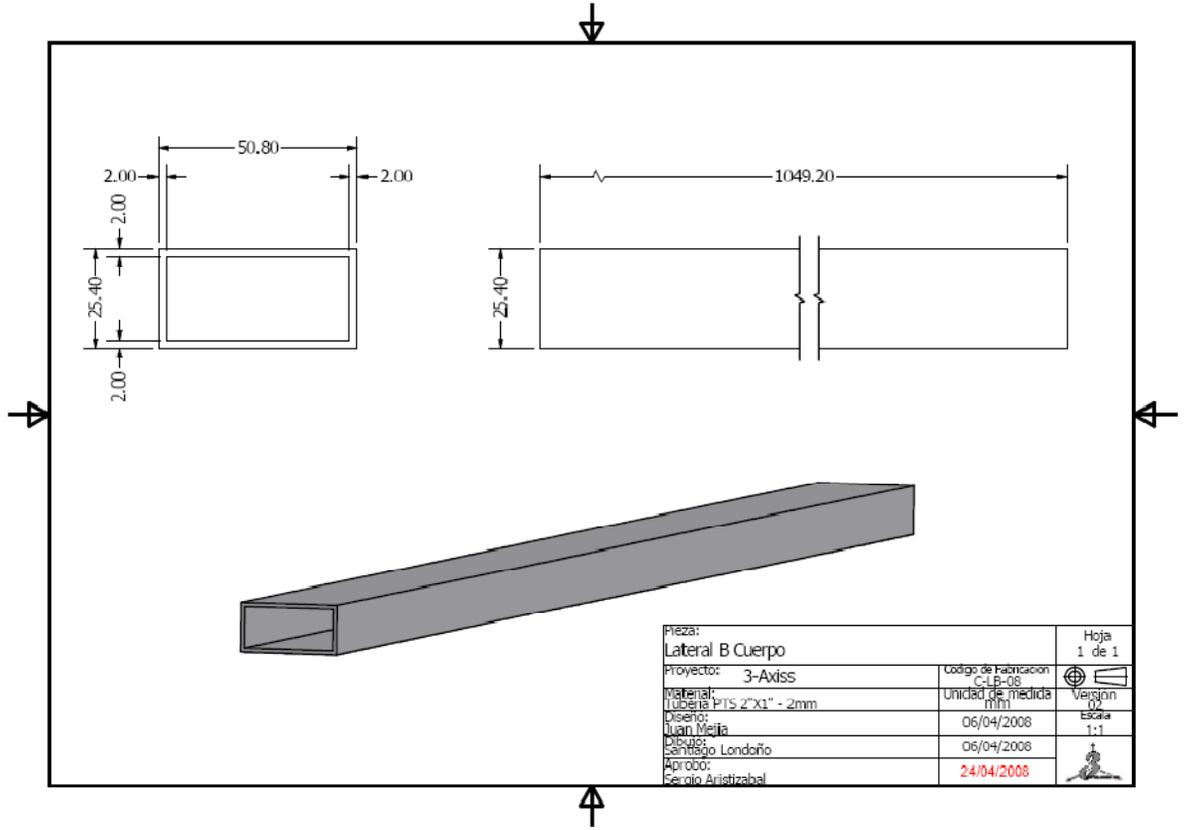




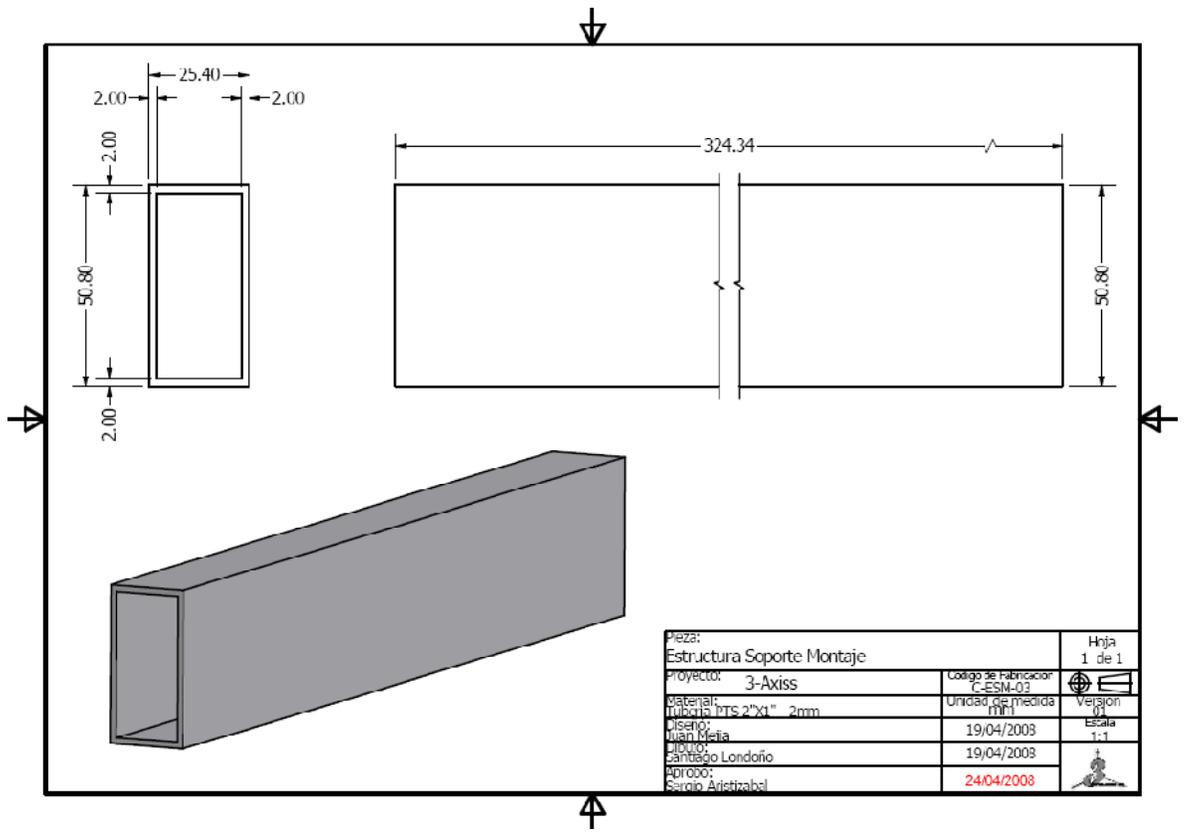
Pieza:		Hoja
Lateral A Cuerpo		1 de 1
Proyecto:	3-Axis	 
Material:	Tubería PTS 2"x1" - 2mm	
Código de Fabricación:	C-LA-04	Version
Unidad de medida:	mm	Escala
Diseño:	06/04/2008	1:1
Dibujó:	Santiago Londoño	
Aprobó:	06/04/2008	
Servicio Aristizabal	24/04/2008	



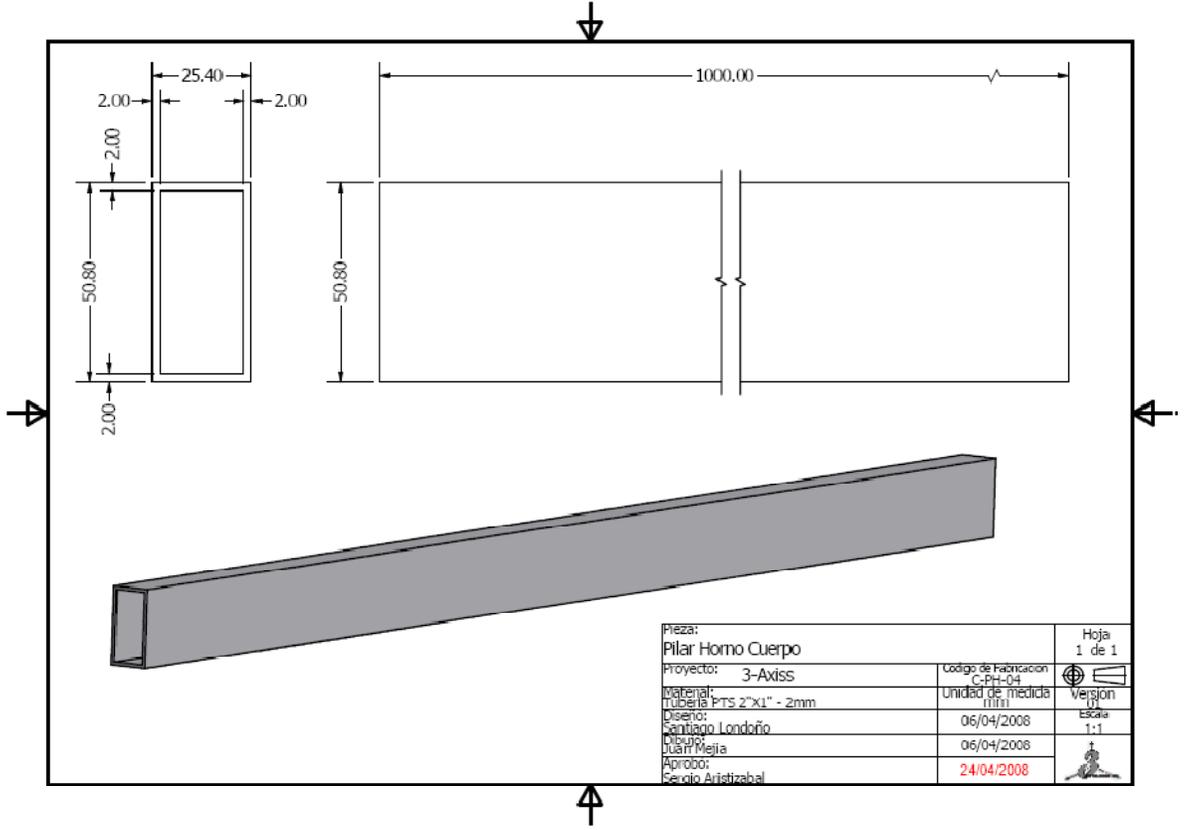
Pieza: Paral A Cuerpo		Hoja 1 de 1
Proyecto: 3-Axis	Código de fabricación C-PA-04	
Material: Tuberia PTS 2"X1" - 2mm	Unidad de medida (mm)	Version 01
Diseño: Santiago Londoño	06/04/2008	Escala 1:1
Dibujo: Juan Mejia	06/04/2008	
Aprobó: Sergio Aristizabal	24/04/2008	



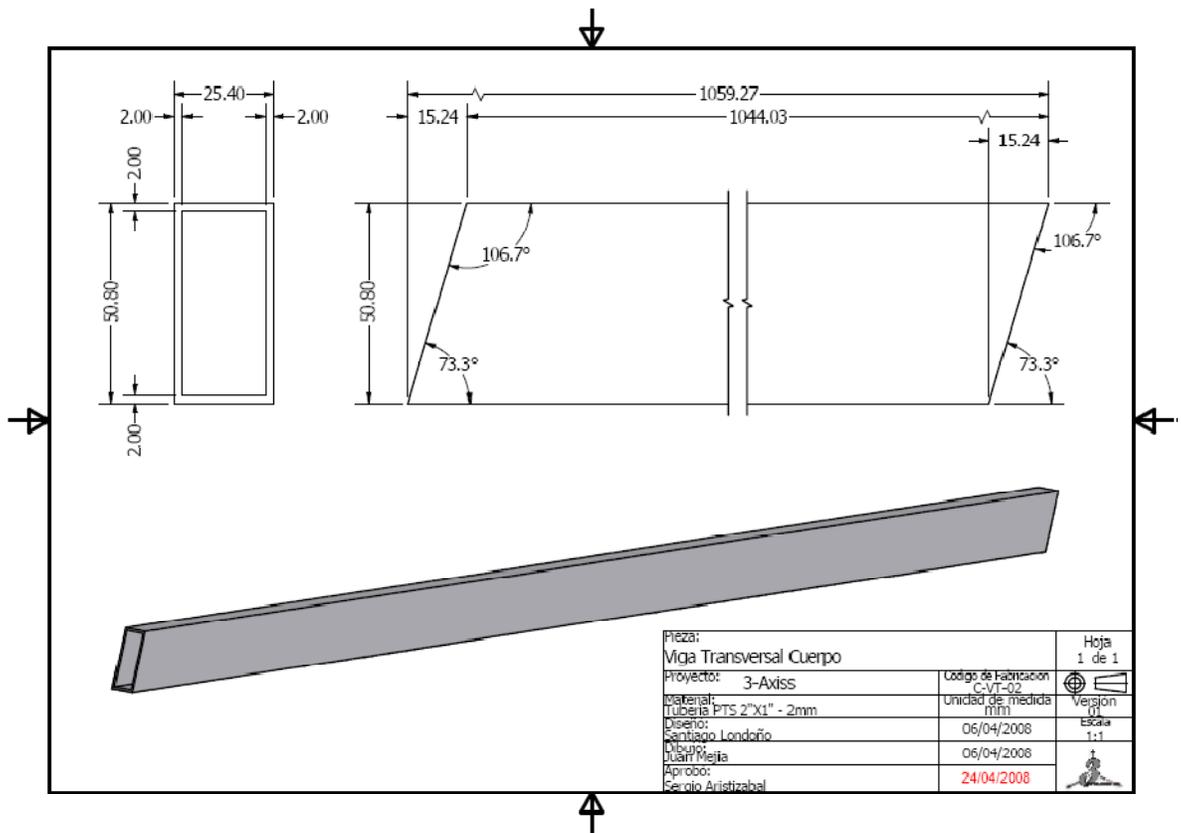
Pieza: Lateral B Cuerpo		Hoja 1 de 1
Proyecto: 3-Axis	Código de Fabricación C-LB-06	
Materia: Tubo de PIS 2"x1" - 2mm	Unidad de medida (mm)	Version 02
Diseño: Juan Mejia	06/04/2008	Escala 1:1
Dibujó: Santiago Londoño	06/04/2008	
Aprobó: Sergio Aristizabal	24/04/2008	



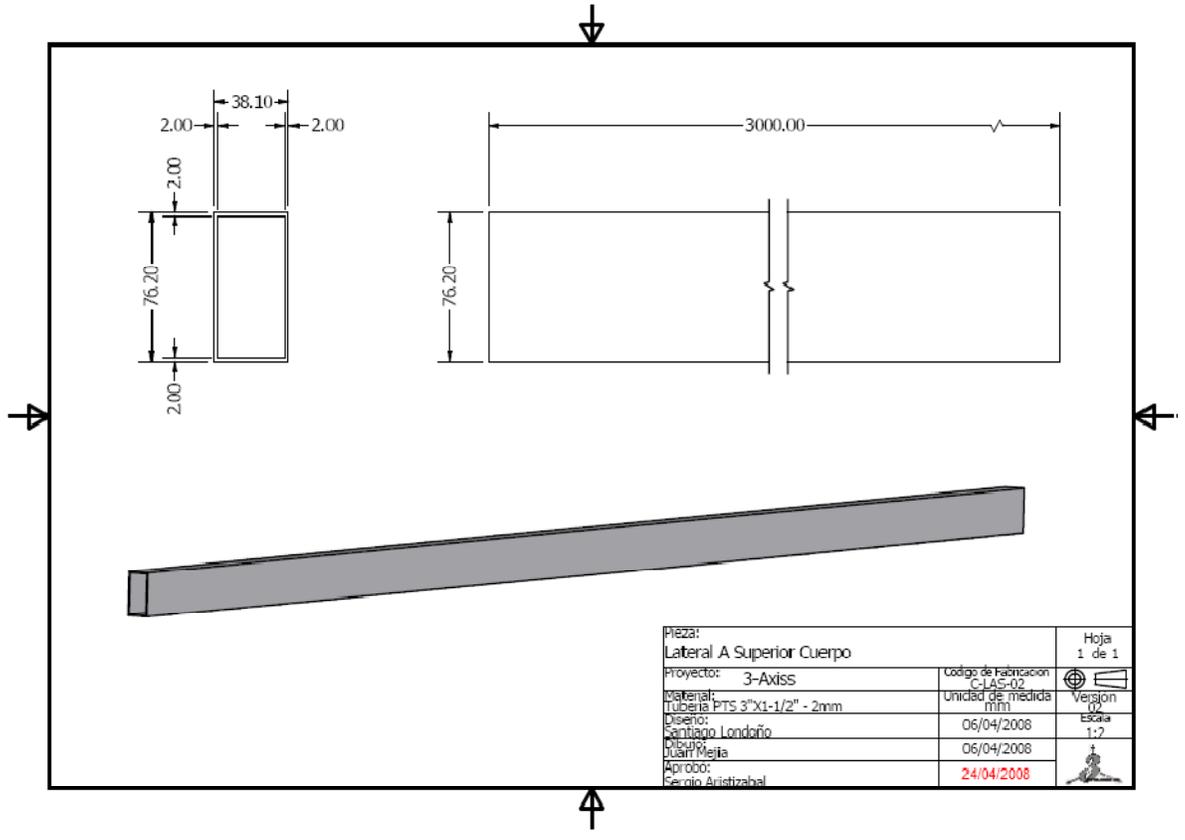
Pieza:		Hoja
Estructura Soporte Montaje		1 de 1
Proyecto:	3-Axis	
Material:	Tuberia MTS 2"x1" 2mm	Unidad de medida mm
Diseño:	Juan Mejia	Version 01
Dibujo:	Santiago Londoño	Escala 1:1
Aprobado:	Gerardo Aristizabal	24/04/2008



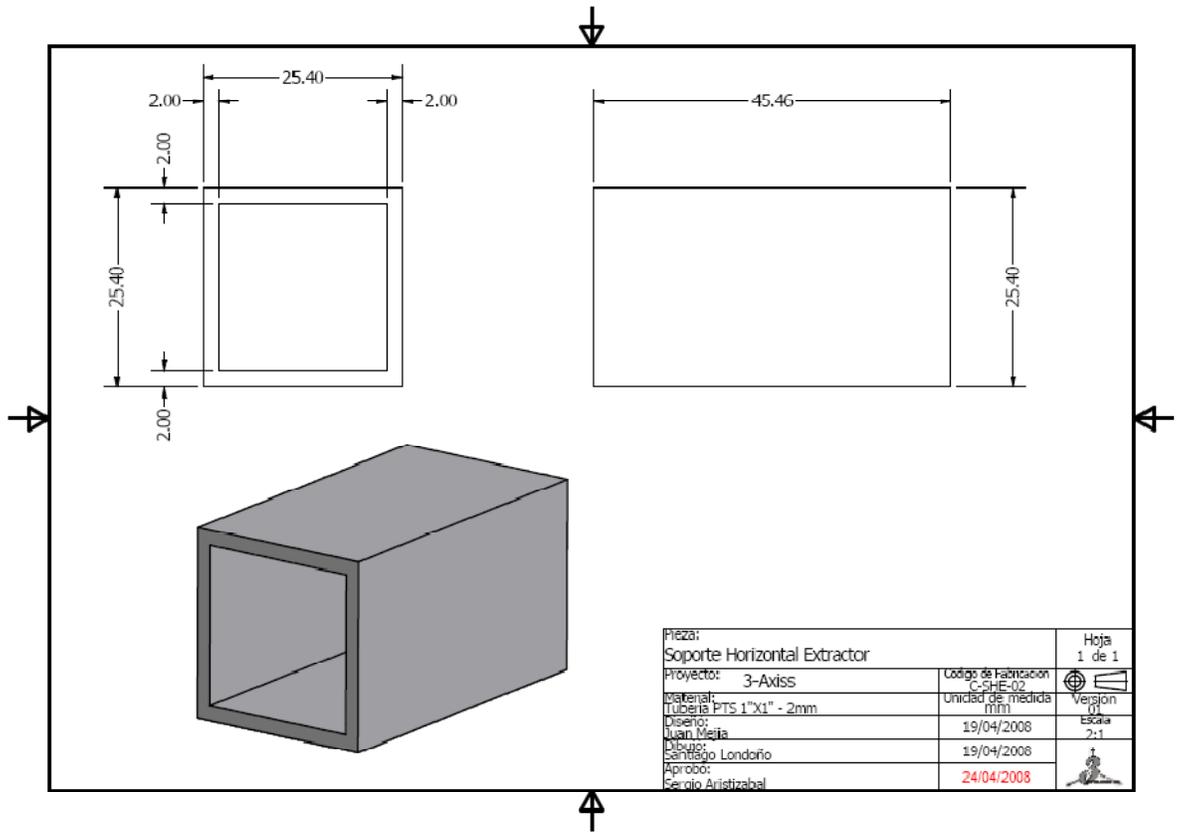
Pieza: Pilar Homo Cuerpo		Hoja 1 de 1
Proyecto: 3-Axis	Código de Fabricación C-PH-04	 
Material: TUBERÍA P-TS 2"x1" - 2mm	Unidad de medida (mm)	
Diseño: Santiago Londoño	06/04/2008	Escala 1:1
Dibujó: JUAN Mejía	06/04/2008	
Aprobó: Sevijo Aristizabal	24/04/2008	



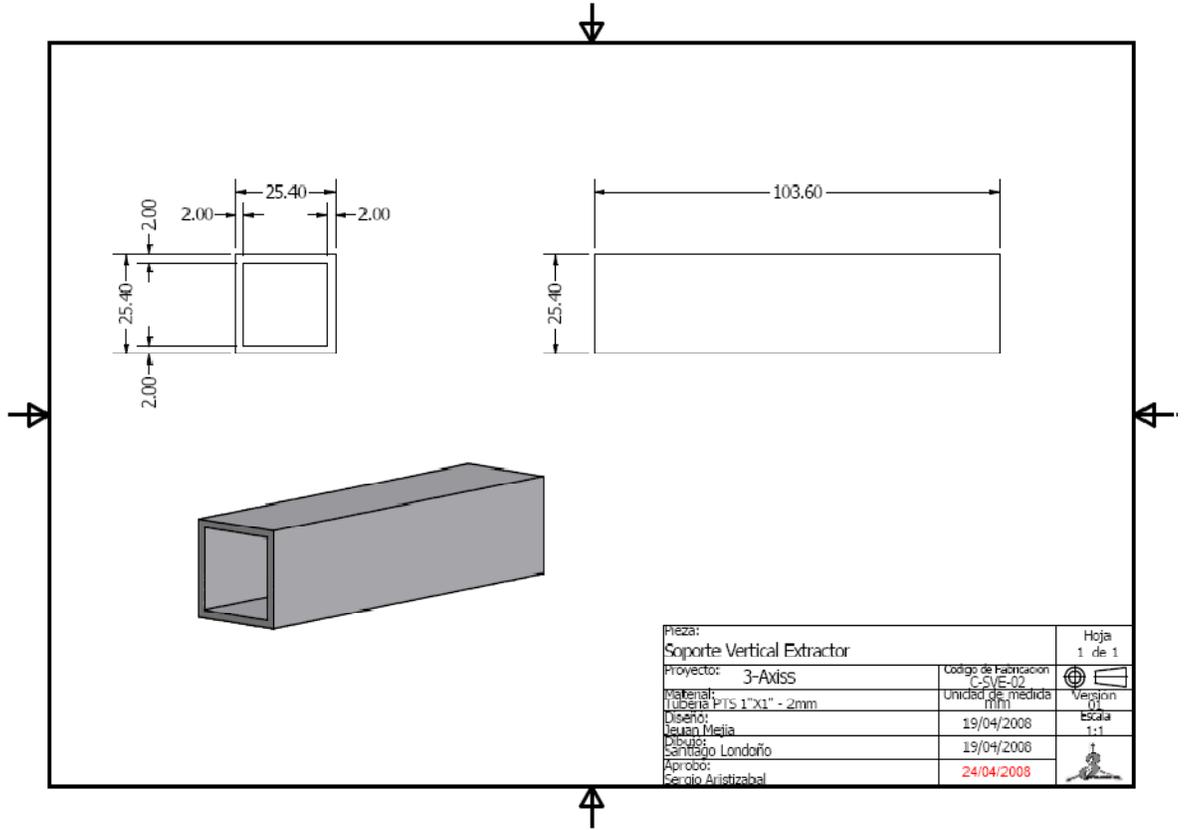
Pieza:		Hoja
Viga Transversal Cuerpo		1 de 1
Proyecto:	3-Axis	 
Material:	Tubería PTS 2"x1" - 2mm	
Código de fabricación:	C-VT-02	Version
Unidad de medida:	mm	Escala
Diseño:	06/04/2008	1:1
Dibujó:	06/04/2008	
Aprobó:	24/04/2008	
Servicio:	Aristizabal	



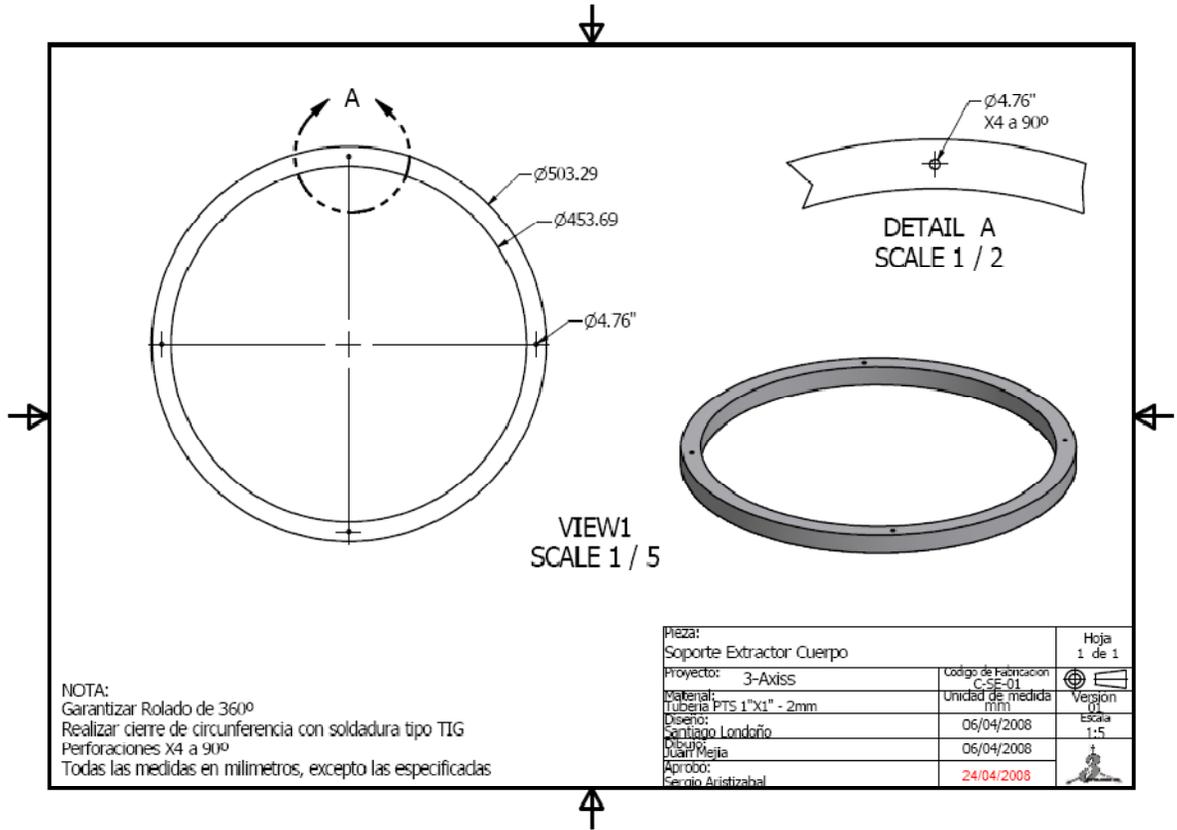
Pieza: Lateral A Superior Cuerpo		Hoja 1 de 1
Proyecto:	3-Axis	Código de fabricación C-LAS-02
Materia:	Tuberia PTS 3"x1-1/2" - 2mm	Unidad de medida (mm)
Diseño:	Santiago Londonio	Version 02
Dibujó:	Luani Mejia	Escala 1:2
Aprobó:	Sergio Aristizabal	Fecha 24/04/2008



Pieza:		Hoja
Soporte Horizontal Extractor		1 de 1
Proyecto:	3-Axis	Código de fabricación
Material:	Tubería PTS 1"x1" - 2mm	C-SHE-02
Diseño:	Juan Mejía	Unidad de medida
Dibujo:	Santiago Londoño	mm
Aprobó:	Servio Aristizabal	Version
		01
		Escala
		2:1



Pieza: Soporte Vertical Extractor		Hoja 1 de 1
Proyecto: 3-Axis	Código de fabricación C-SVE-02	 
Materia: Tubo de PVS 1"x1" - 2mm	Unidad de medida (mm)	
Diseño: Juan Mejia	19/04/2008	 
Revisó: Santiago Londoño	19/04/2008	
Aprobó: Sergio Aristizabal	24/04/2008	

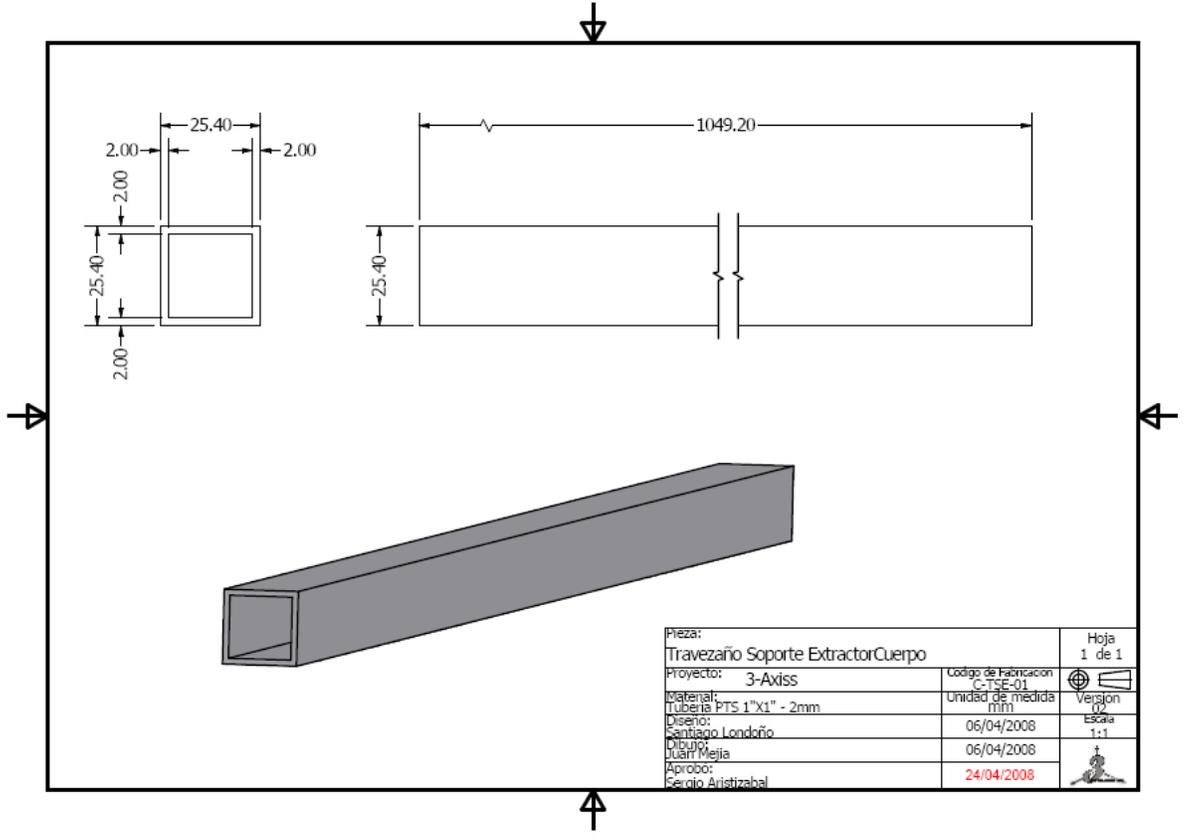


NOTA:
 Garantizar Rolado de 360º
 Realizar cierre de circunferencia con soldadura tipo TIG
 Perforaciones X4 a 90º
 Todas las medidas en milímetros, excepto las especificadas

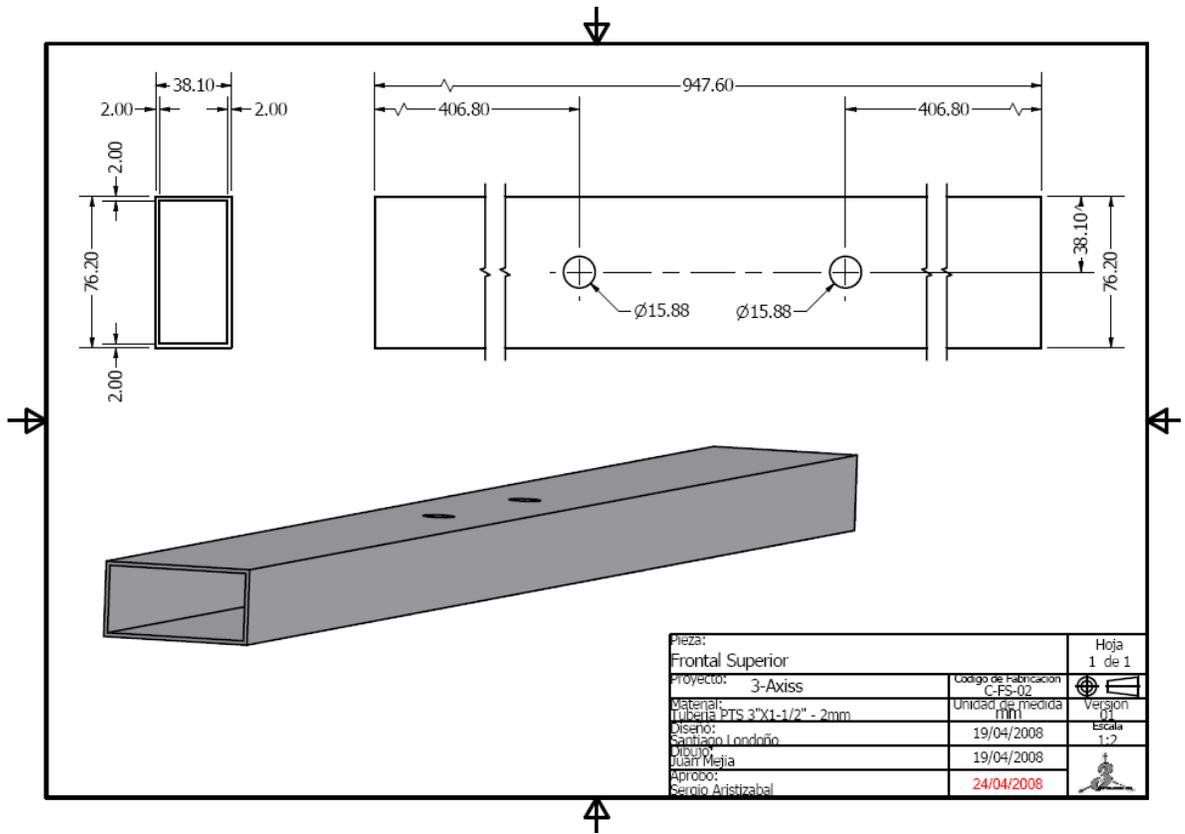
VIEW1
SCALE 1 / 5

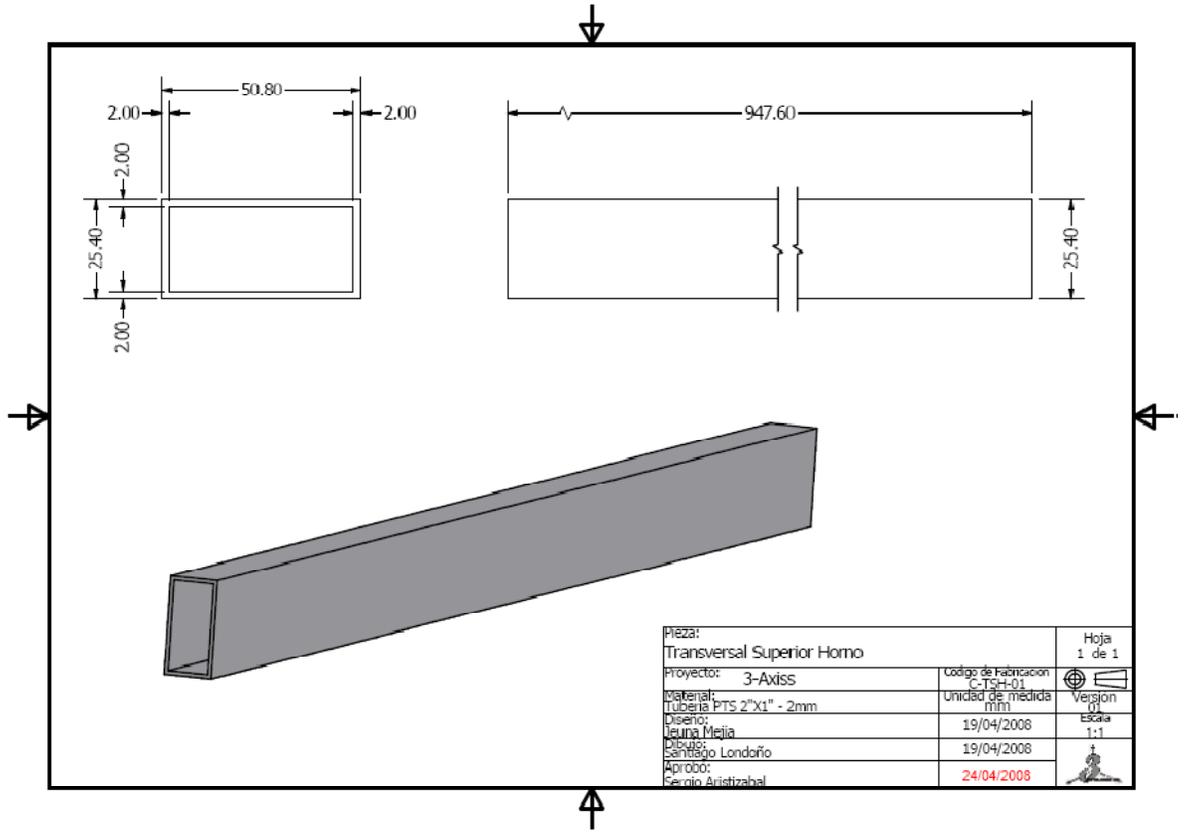
DETAIL A
SCALE 1 / 2

Pieza:	Soporte Extractor Cuerpo		Hoja
Proyecto:	3-Axis	Código de fabricación	1 de 1
Materia:	Tuberia PTS 1"x1" - 2mm	C-SE-01	
Diseño:	Santiago Londoño	Unidad de medida	
Desarrollado por:	Juan Mejía	(mm)	Version
Aprobado:	Sergio Aristizabal	06/04/2008	01
		06/04/2008	Escala
		24/04/2008	1:5

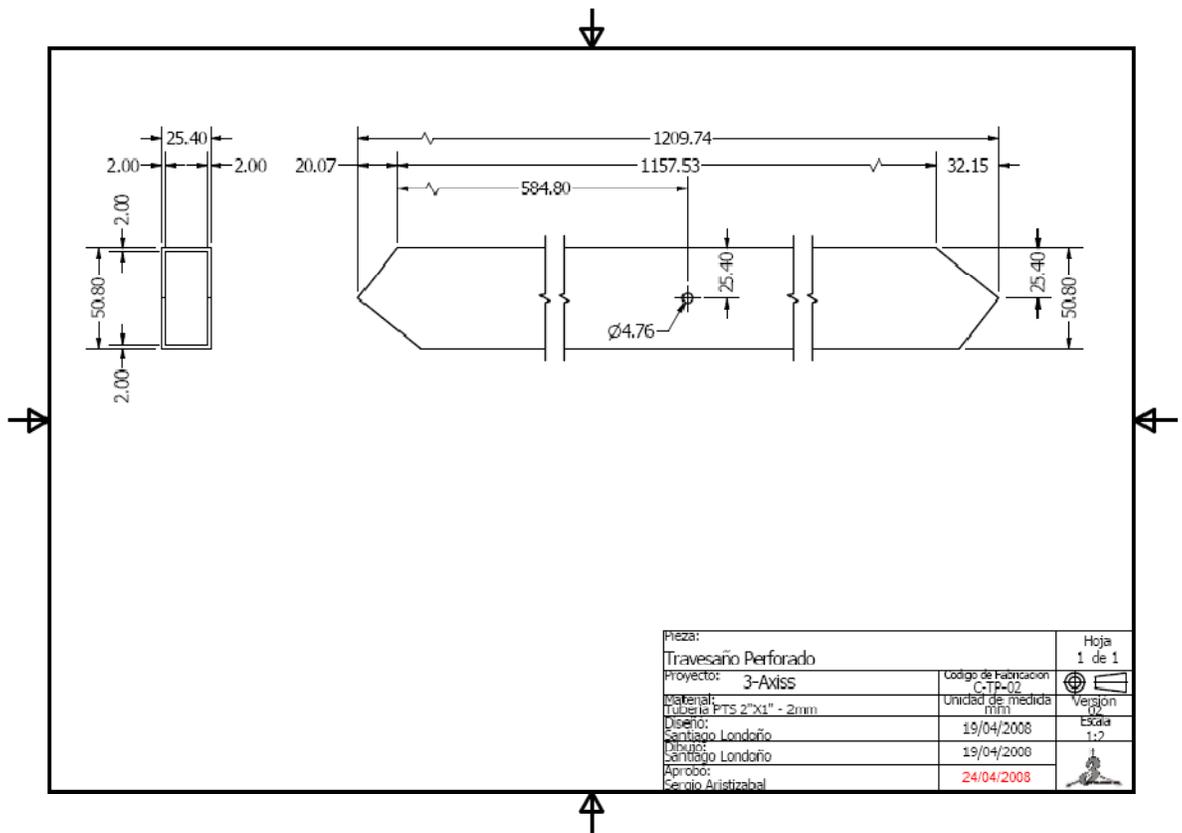


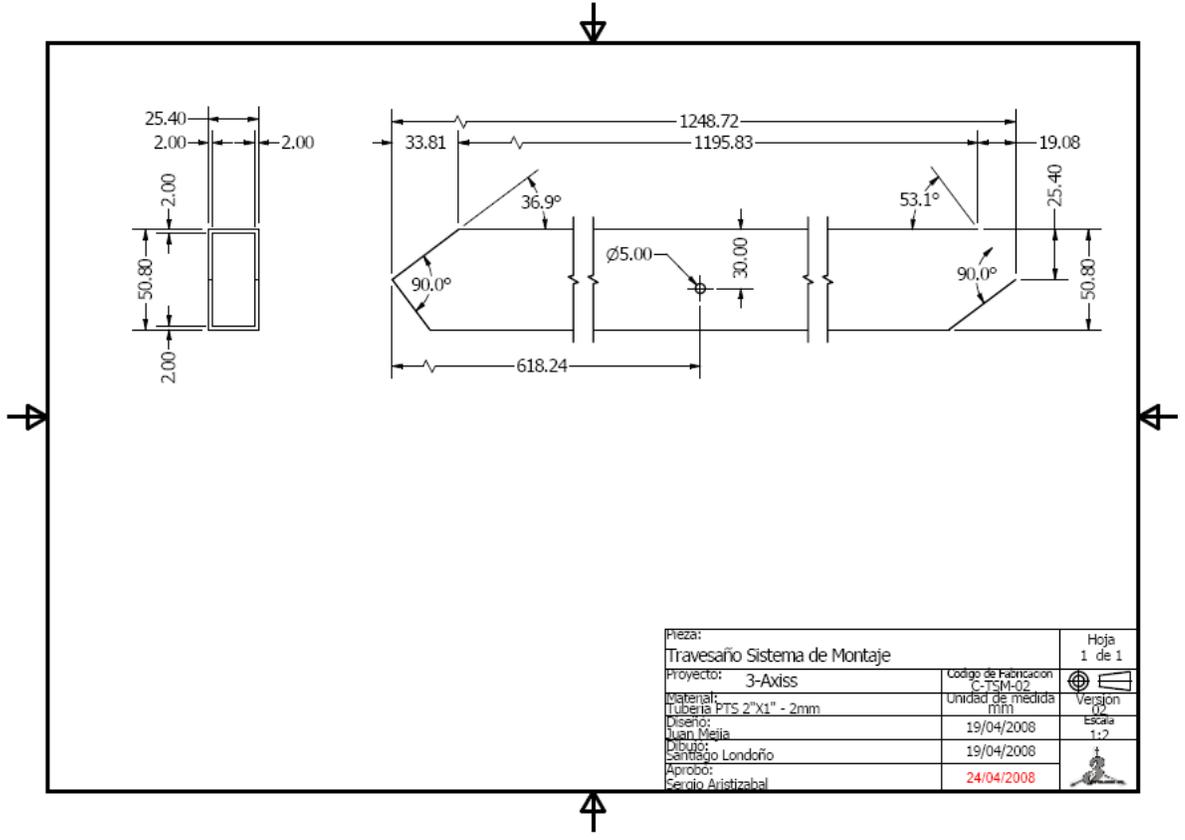
Pieza:		Hoja
Travezaño Soporte ExtractorCuerpo		1 de 1
Proyecto:	3-Axis	Código de Fabricación
Material:	Tubería PTS 1"X1" - 2mm	C-TSE-01
Diseño:	Santiago Londoño	Unidad de medida
Dibujo:	Juan Mejia	m/m
Aprobó:	Sergio Aristizabal	Version
		02
		Escala
		1:1



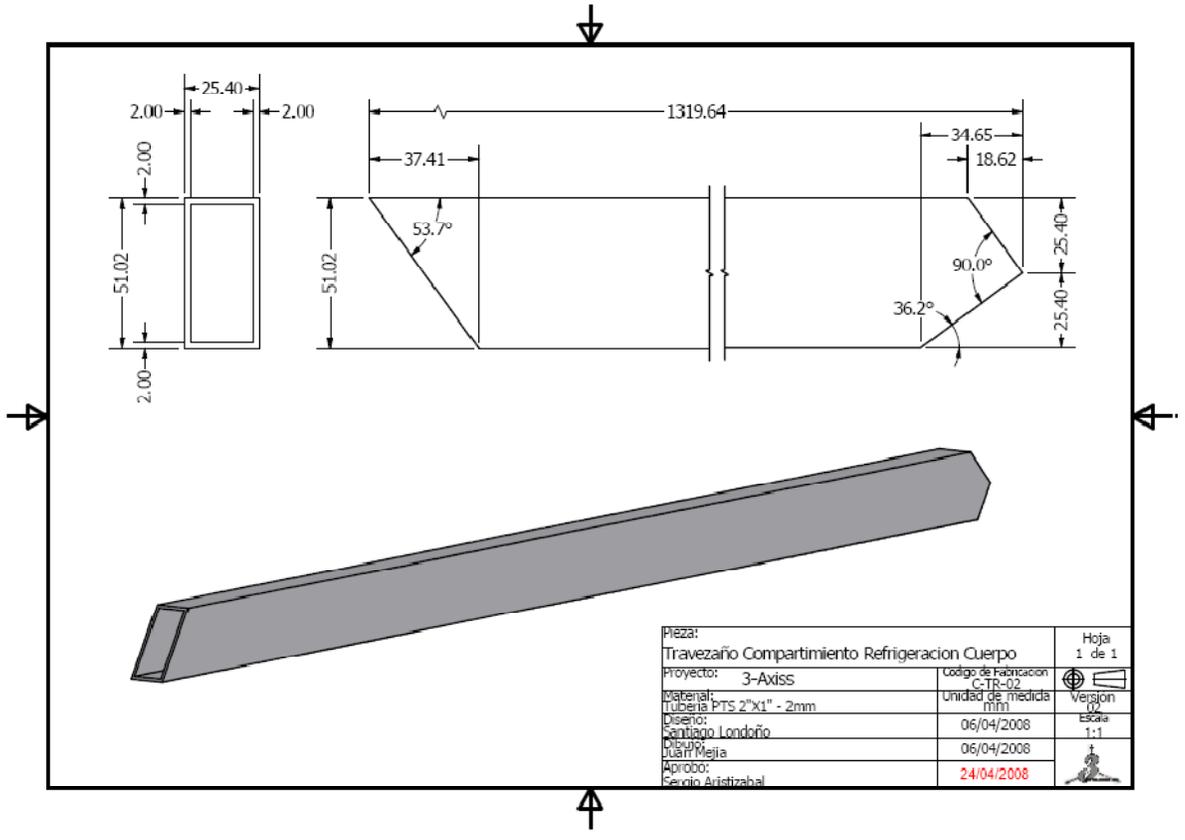


Pieza: Transversal Superior Homo		Hoja 1 de 1
Proyecto:	3-Axis	Código de fabricación C-TSH-01
Materia:	Tuberia PPS 2"x1" - 2mm	Unidad de medida (mm)
Diseño:	Yeuna Mejia	19/04/2008
Dibujó:	Santiago Londoño	19/04/2008
Aprobó:	Sergio Aristizabal	24/04/2008
		  

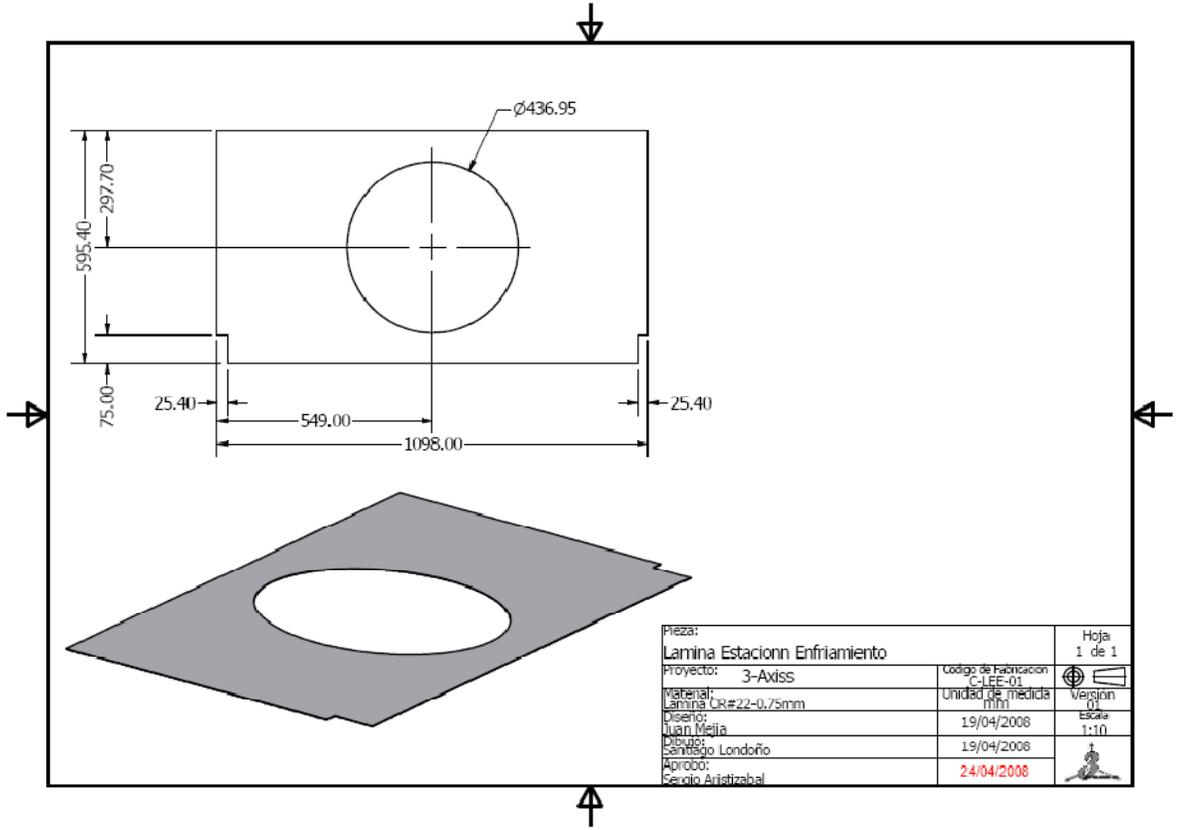




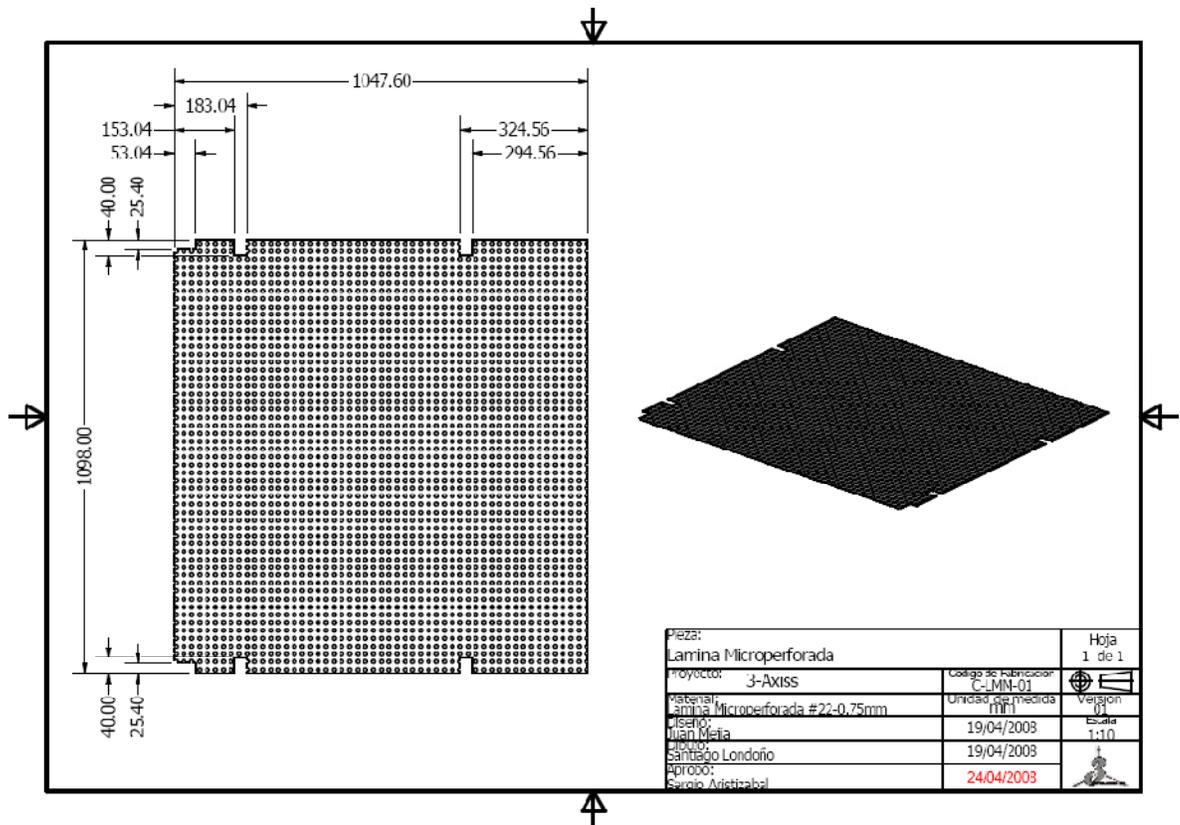
Pieza:		Travesaño Sistema de Montaje		Hoja 1 de 1	
Proyecto:	3-Axis	Código de Fabricación	C-TSM-02		
Materia:	Tuberia PTS 2"x1" - 2mm	Unidad de medida	mm		
Diseño:	Juan Mejia	Fecha	19/04/2008	Version	02
Dibujó:	Santiago Londoño	Fecha	19/04/2008	Escala	1:2
Aprobó:	Sergio Aristizabal	Fecha	24/04/2008		

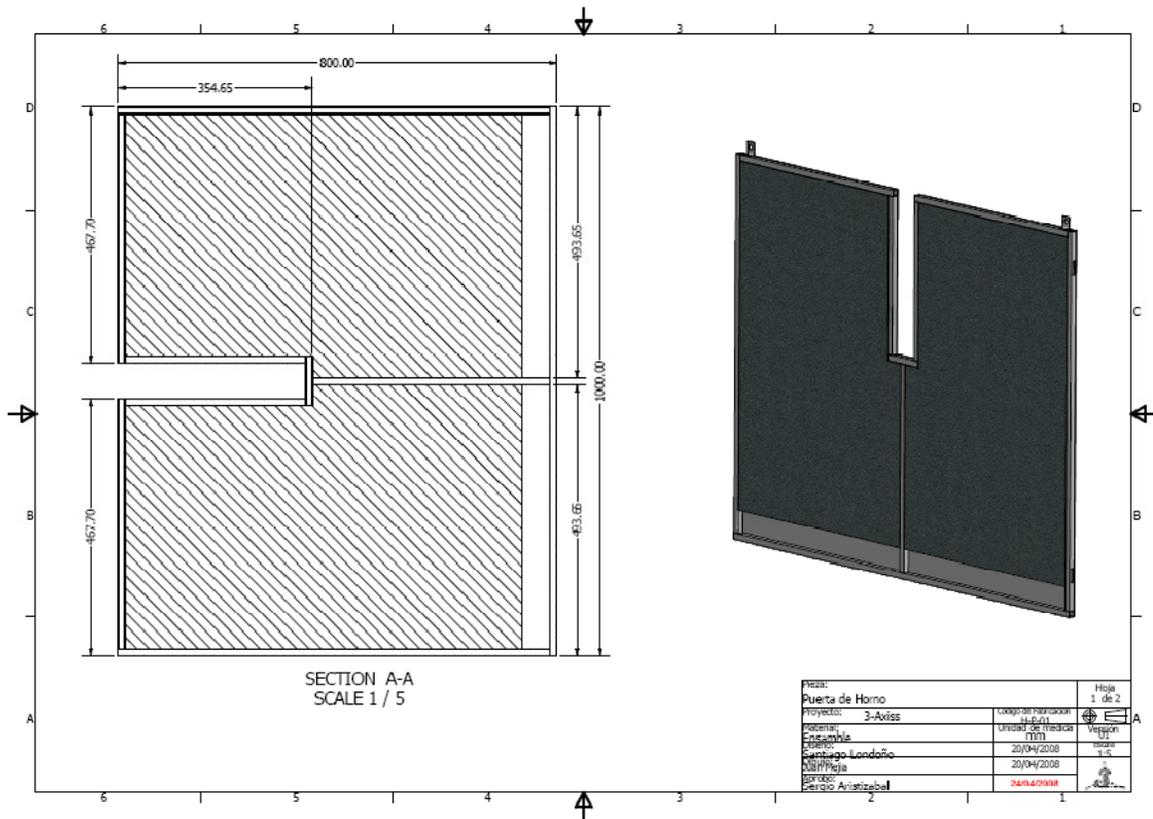


Pieza:		Hoja
Travezaño Compartimiento Refrigeracion Cuerpo		1 de 1
Proyecto:	3-Axis	Código de Fabricación
Material:	Tuberia PTS 2"x1" - 2mm	C-TR-02
Diseño:	Santiago Londoño	Unidad de medida
Dibujó:	Quirineja	(mm)
Aprobó:	Sevino Aristizabal	Version
		02
		Fecha
		06/04/2008
		Escala
		1:1
		Fecha de Aprobación
		24/04/2008



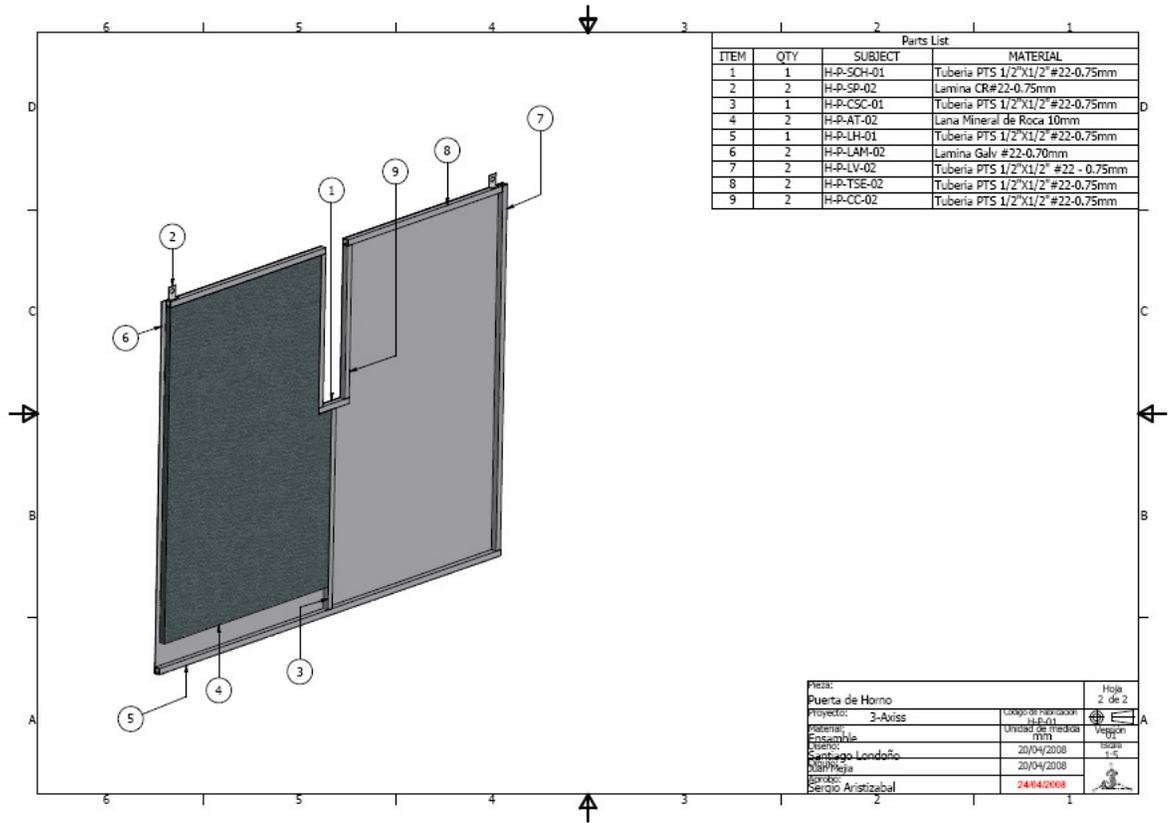
Pieza:		Hoja
Lamina Estacionn Enfriamiento		1 de 1
Proyecto:	3-Axis	 
Material:	Lamina CR#22-0.75mm	
Diseño:	Juan Mejia	Version
Dibujos:	Santiago Londoño	01
Aprobado:	Sergio Aristizabal	Escala
		1:10
		
		24/04/2008





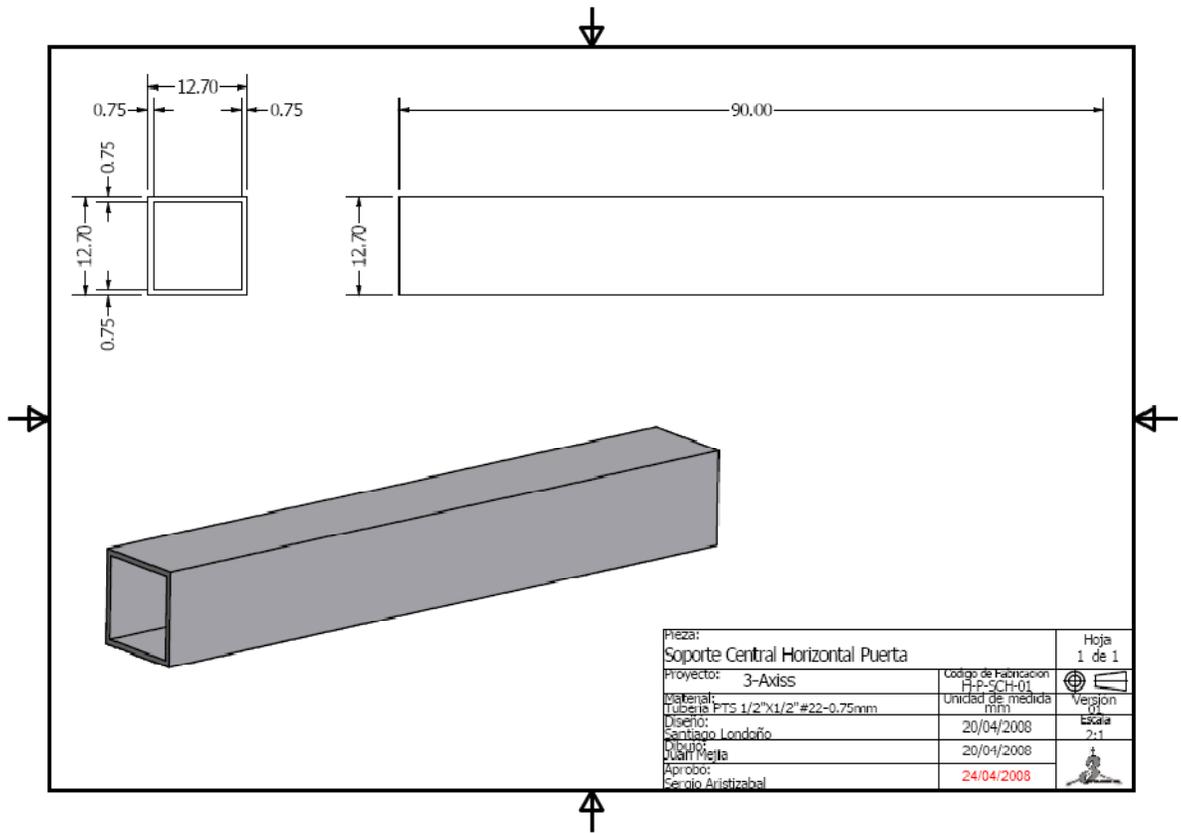
SECTION A-A
SCALE 1 / 5

Pieza:		Hoja	
Puerta de Horno		1 de 2	
Proyecto:	3-Axis	Ubicación:	PTM
Empresa:		Unidad de Medida:	mm
Elaborado:	Santiago Londoño	Fecha:	20/04/2008
Revisado:		Version:	1.0
Grupo:	Perico Arístizabal	Numero:	34147098

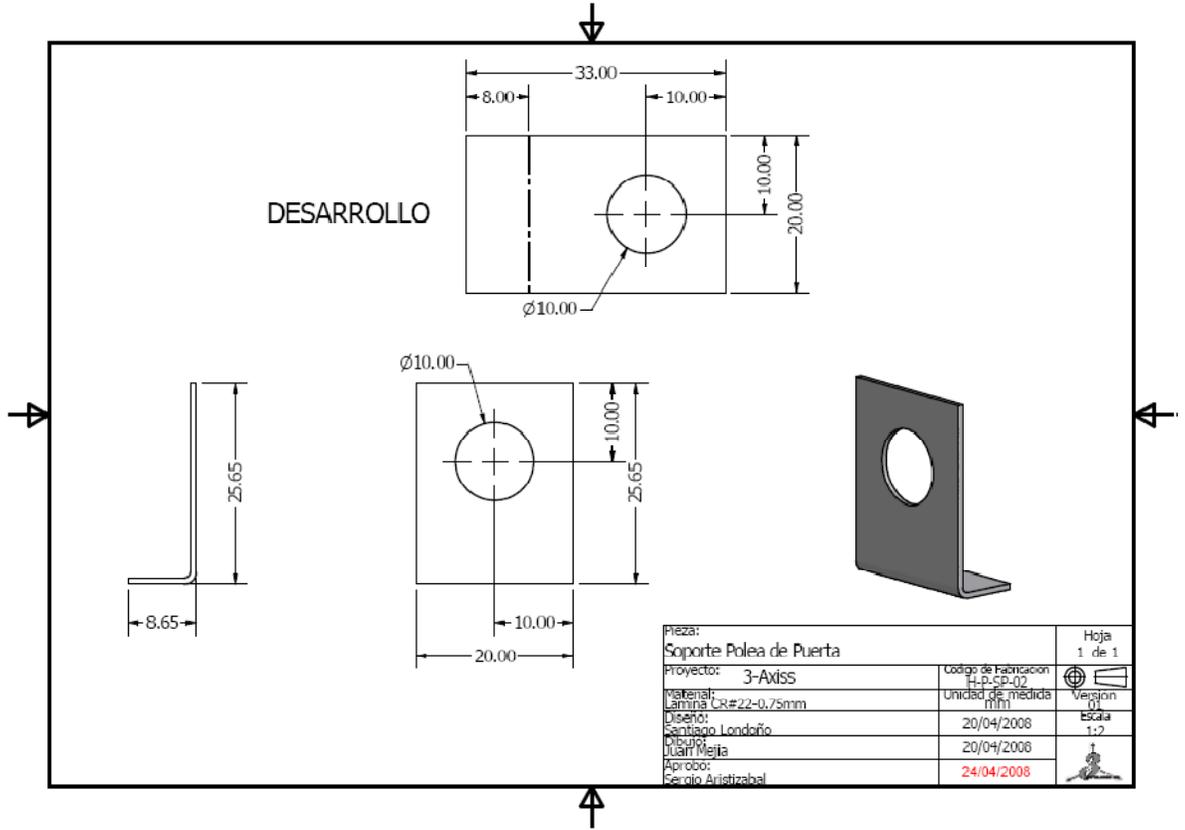


Parts List			
ITEM	QTY	SUBJECT	MATERIAL
1	1	H-P-SCH-01	Tubería PTS 1/2"X1/2" #22-0.75mm
2	2	H-P-SP-02	Lamina CR#22-0.75mm
3	1	H-P-CSC-01	Tubería PTS 1/2"X1/2" #22-0.75mm
4	2	H-P-AT-02	Lana Mineral de Roca 10mm
5	1	H-P-LH-01	Tubería PTS 1/2"X1/2" #22-0.75mm
6	2	H-P-LAM-02	Lamina Galv #22-0.70mm
7	2	H-P-LV-02	Tubería PTS 1/2"X1/2" #22 - 0.75mm
8	2	H-P-TSE-02	Tubería PTS 1/2"X1/2" #22-0.75mm
9	2	H-P-CC-02	Tubería PTS 1/2"X1/2" #22-0.75mm

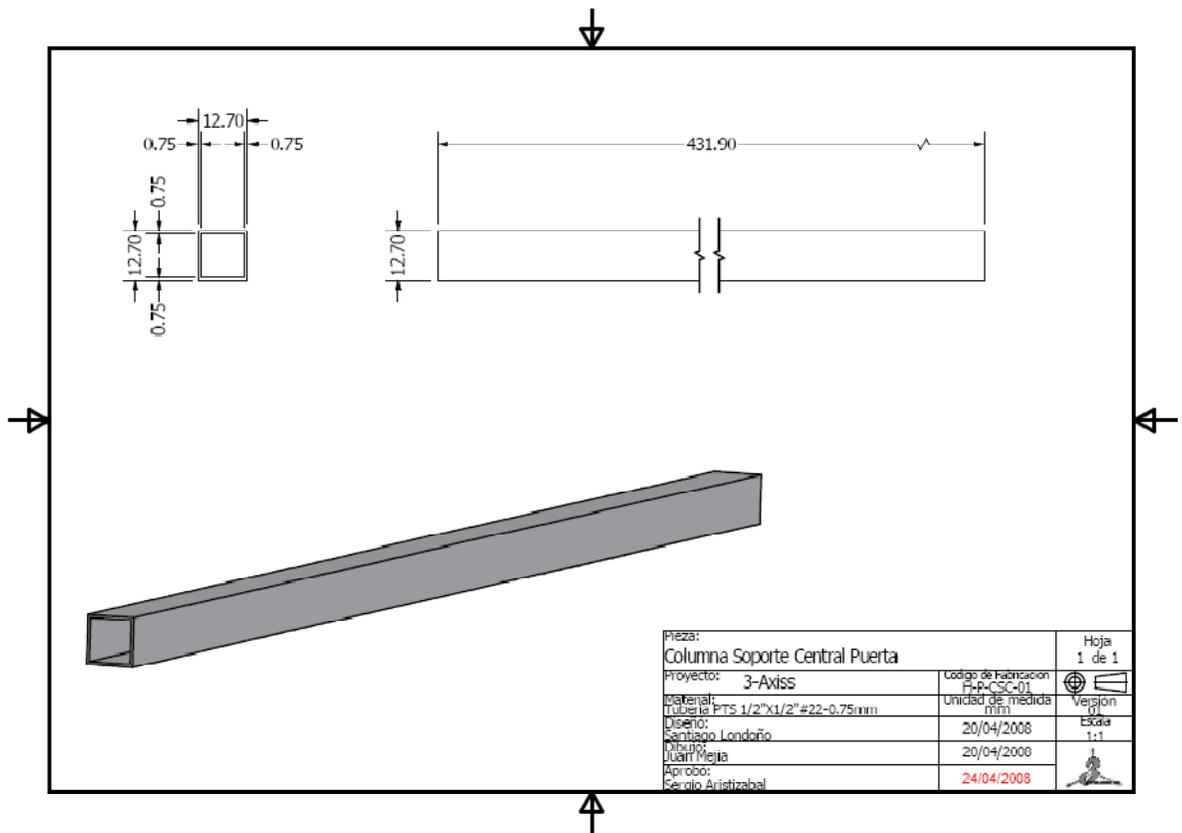
Pieza:		Hoja	
Puerta de Horno		2 de 2	
Proyecto:	3-Axis	Ubicación:	Unidad de Frío
Empresa:		Fecha:	20/04/2008
Cliente:	Londofco	Usuario:	r.s.
Modificado:		Fecha:	20/04/2008
Modificado por:	Gerardo Aristizabal	Numero:	24404008



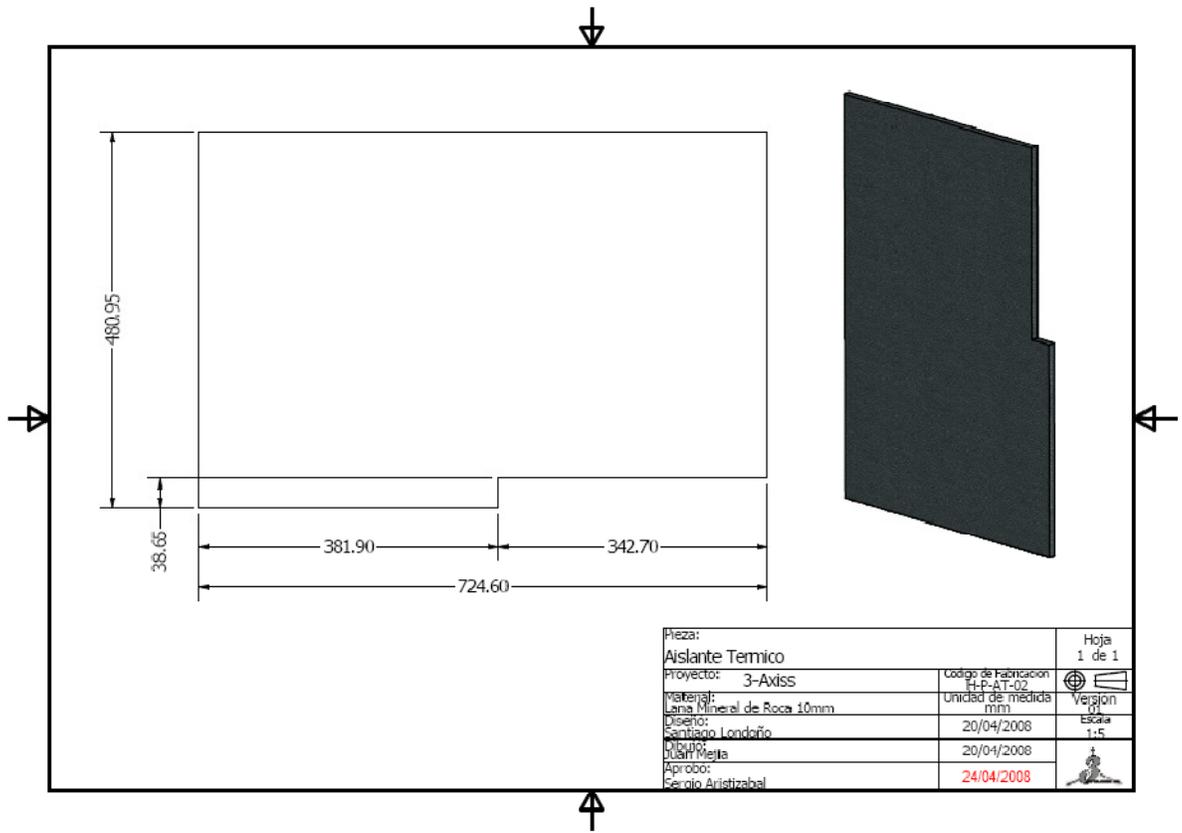
Pieza: Soporte Central Horizontal Puerta		Hoja 1 de 1
Proyecto: 3-Axis	Código de Fabricación H-P-SCH-01	
Materia: Tuberia PTS 1/2"x1/2" #22-0.75mm	Unidad de medida mm	Version 01
Diseño: Santiago Londoño	20/04/2008	Escala 2:1
Dibujó: Juan Mejía	20/04/2008	
Aprobó: Sergio Aristizabal	24/04/2008	



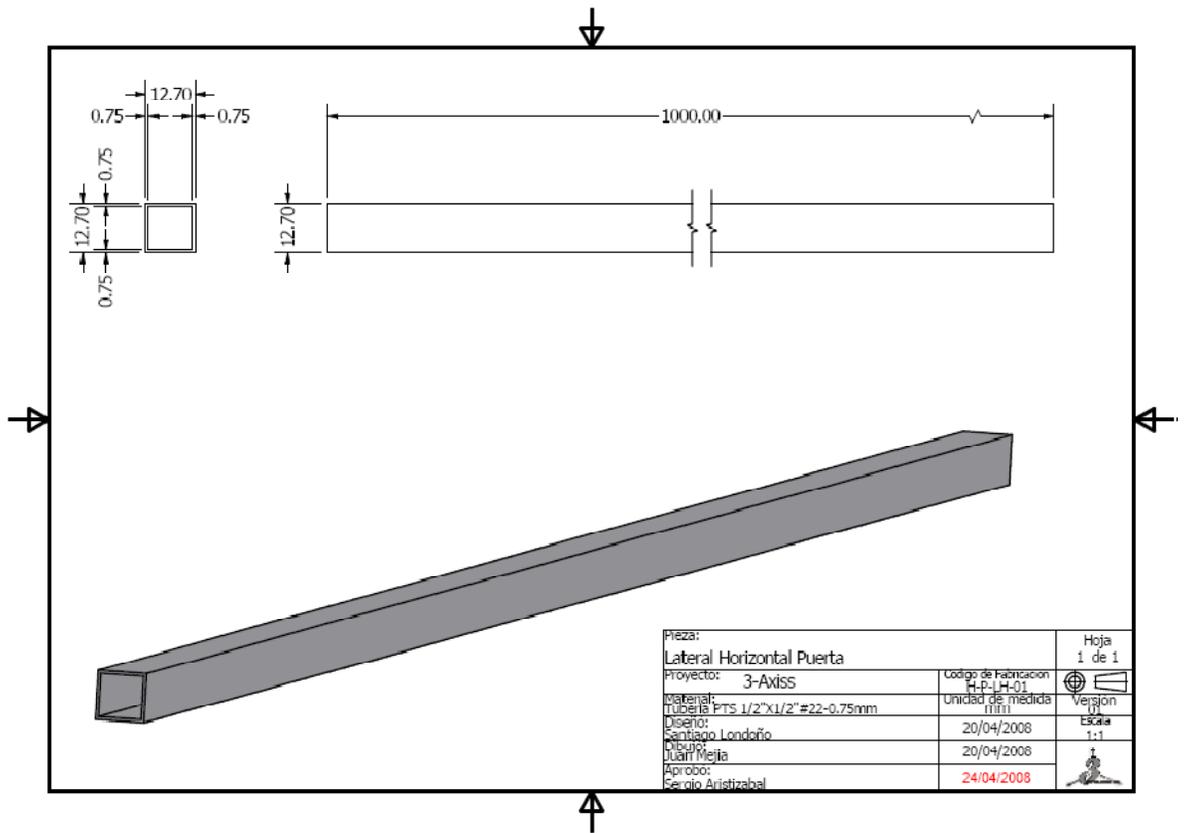
Pieza:		Hoja
Soporte Polea de Puerta		1 de 1
Proyecto:	3-Axis	Código de Fabricación
Material:	laminado CR#22-0.75mm	H.P.CP.02
Diseño:	Santiago Londoño	Unidad de medida
Plazo:	Juan Mejía	(mm)
Aprobo:	Sergio Aristizabal	Version
		01
		Escala
		1:2



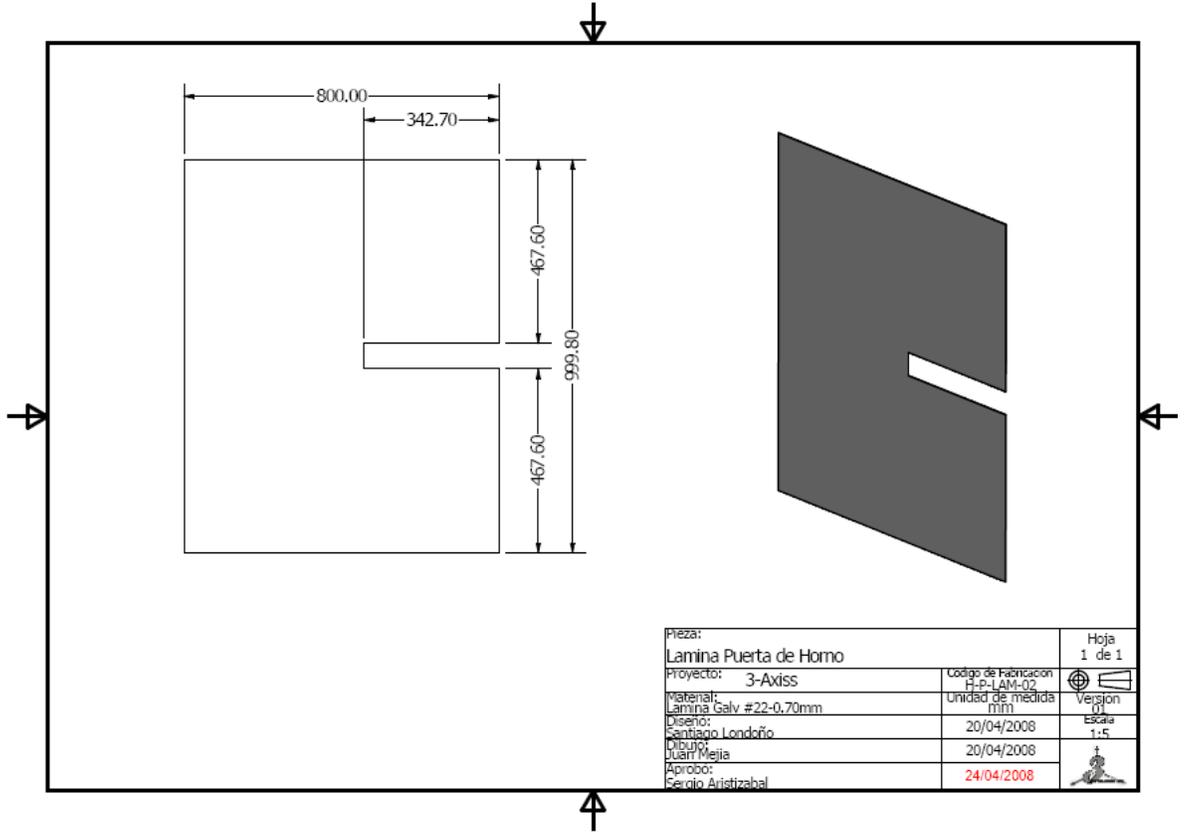
Pieza:		Hoja
Columna Soporte Central Puerta		1 de 1
Proyecto:	3-Axis	Código de Fabricación
Material:	Tubete PTS 1/2"x1/2" #22-0.75mm	FPP-CSC-01
Diseño:	Santiago Londoño	Unidad de medida
Dibujó:	Juan Mejía	mm
Aprobó:	Servio Aristizabal	Version
		1
		Escala
		1:1



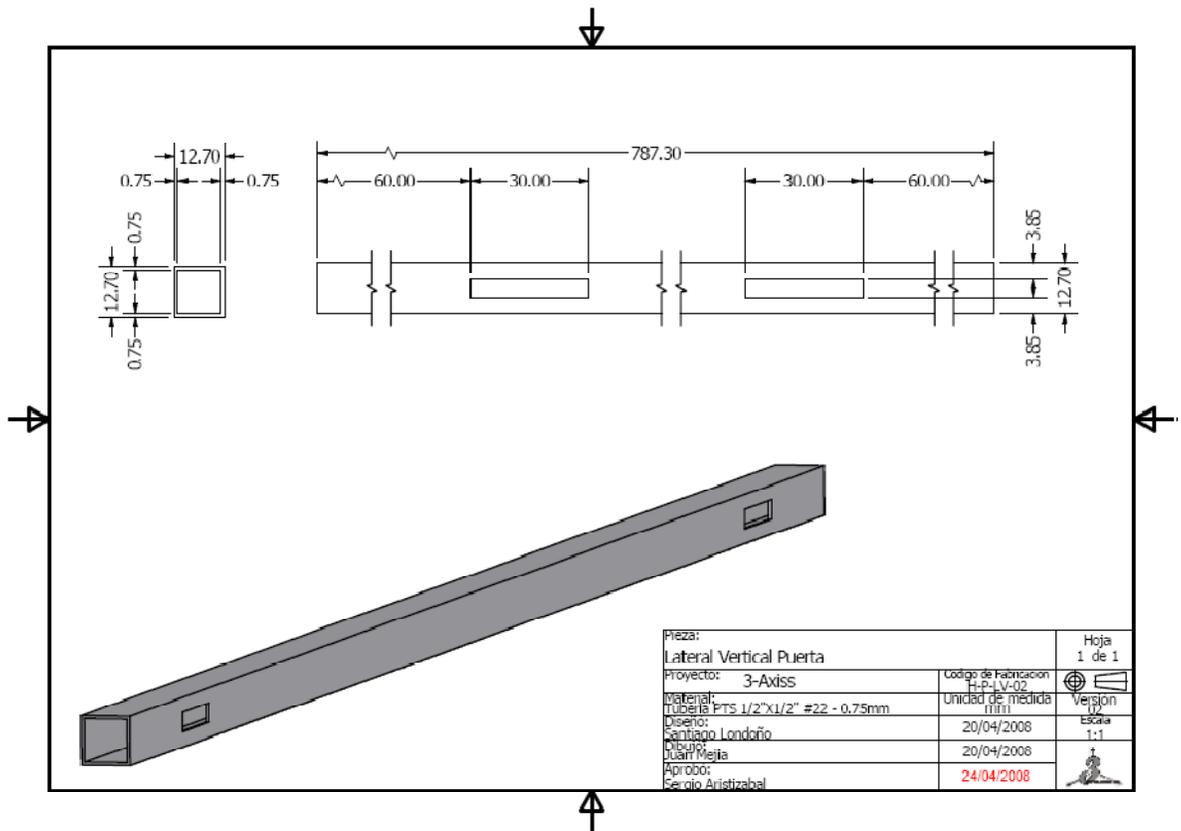
Pieza:		Hoja
Aislante Termico		1 de 1
Proyecto:	3-Axis	
Material:	Lana Mineral de Roca 10mm	
Diseño:	Santiago Londoño	Version
Dibujó:	Juan Mejia	20/04/2008
Aprobó:	Sergio Aristizabal	24/04/2008
		



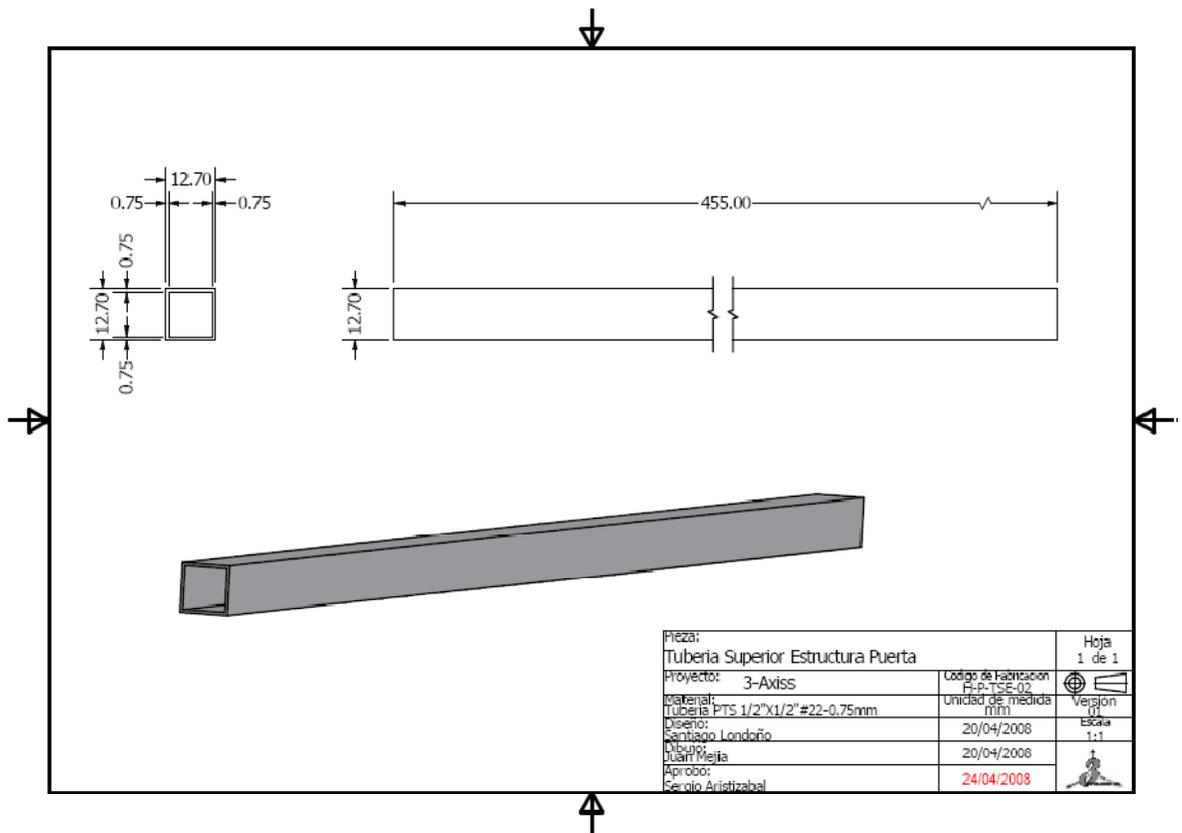
Pieza: Lateral Horizontal Puerta		Hoja 1 de 1
Proyecto: 3-Axis	Código de Fabricación H.P.-H-01	
Materia: Tubo de PTS 1/2"x1/2" #22-0.75mm	Unidad de medida mm	Version 1
Diseño: Santiago Londoño	20/04/2008	Escala 1:1
Dibujó: Juan Mejía	20/04/2008	
Aprobó: Servio Aristizabal	24/04/2008	



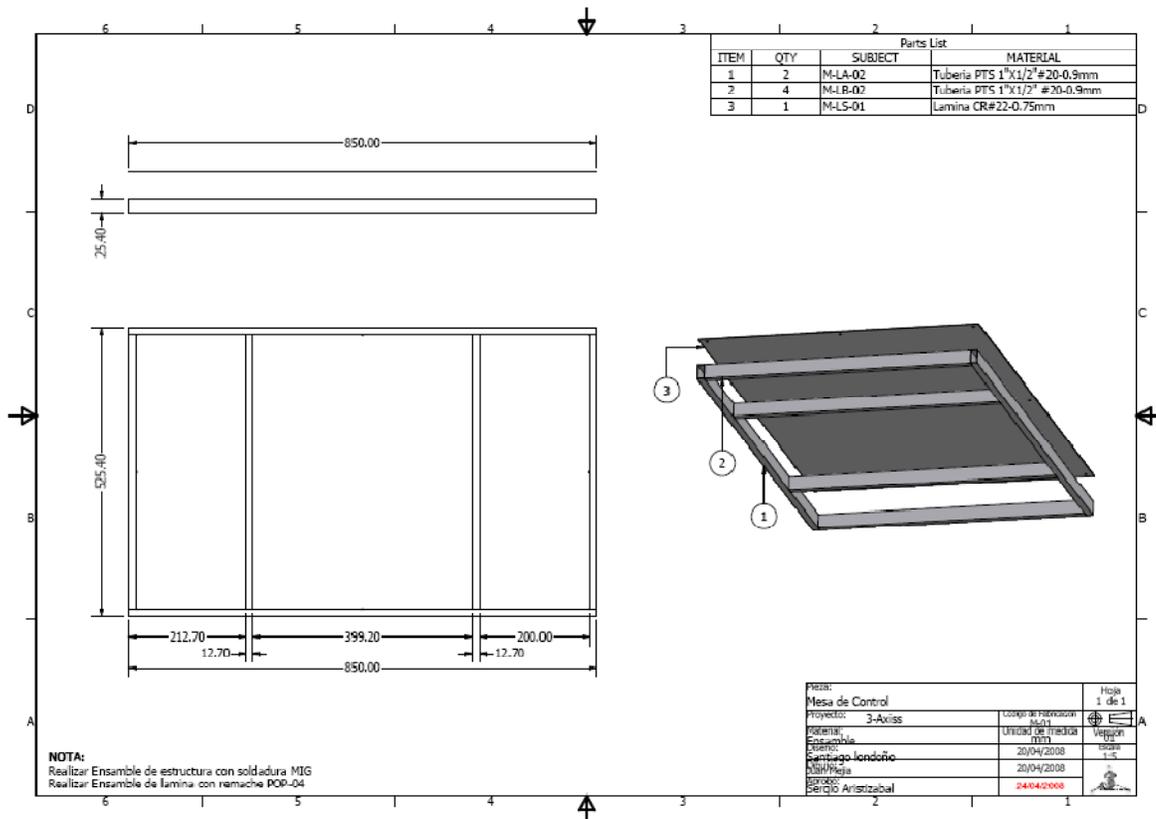
Pieza:		Hoja	
Lamina Puerta de Homo		1 de 1	
Proyecto:	3-Axis	Código de Fabricación	H-P-LAM-02
Material:	Lamina Galv. #22-0.70mm	Unidad de medida	mm
Diseño:	Santiago Londoño	20/04/2008	20/04/2008
Dibujó:	Juan Mejia	20/04/2008	20/04/2008
Aprobó:	Sergio Aristizabal	24/04/2008	24/04/2008

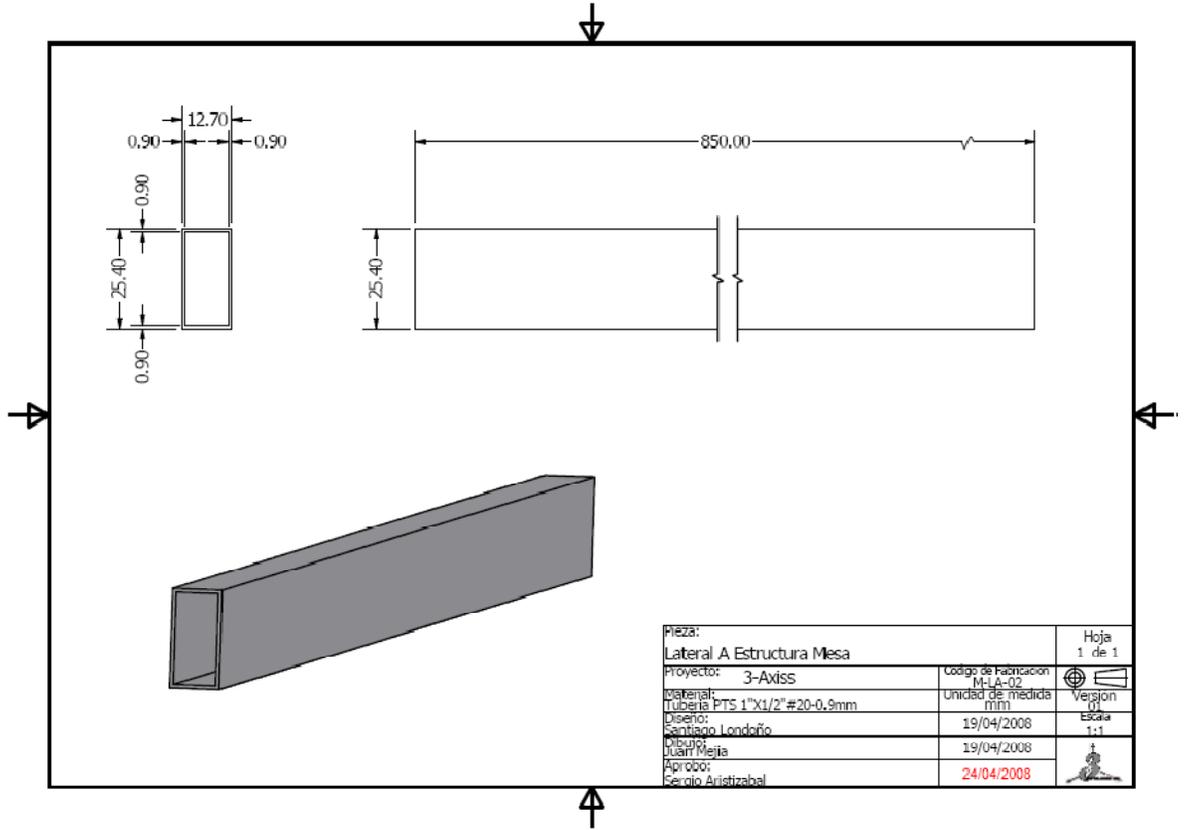


Pieza: Lateral Vertical Puerta		Hoja 1 de 1
Proyecto: 3-Axis	Código de Fabricación R-P-V-02	 Version 1
Materia: Tuberia PTS 1/2"x1/2" #22 - 0.75mm	Unidad de medida (mm)	
Diseño: Santiago Londoño	Fecha: 20/04/2008	Escala 1:1
Dibujó: Juan Mejía	Aprobó: Servio Aristizabal	
		24/04/2008

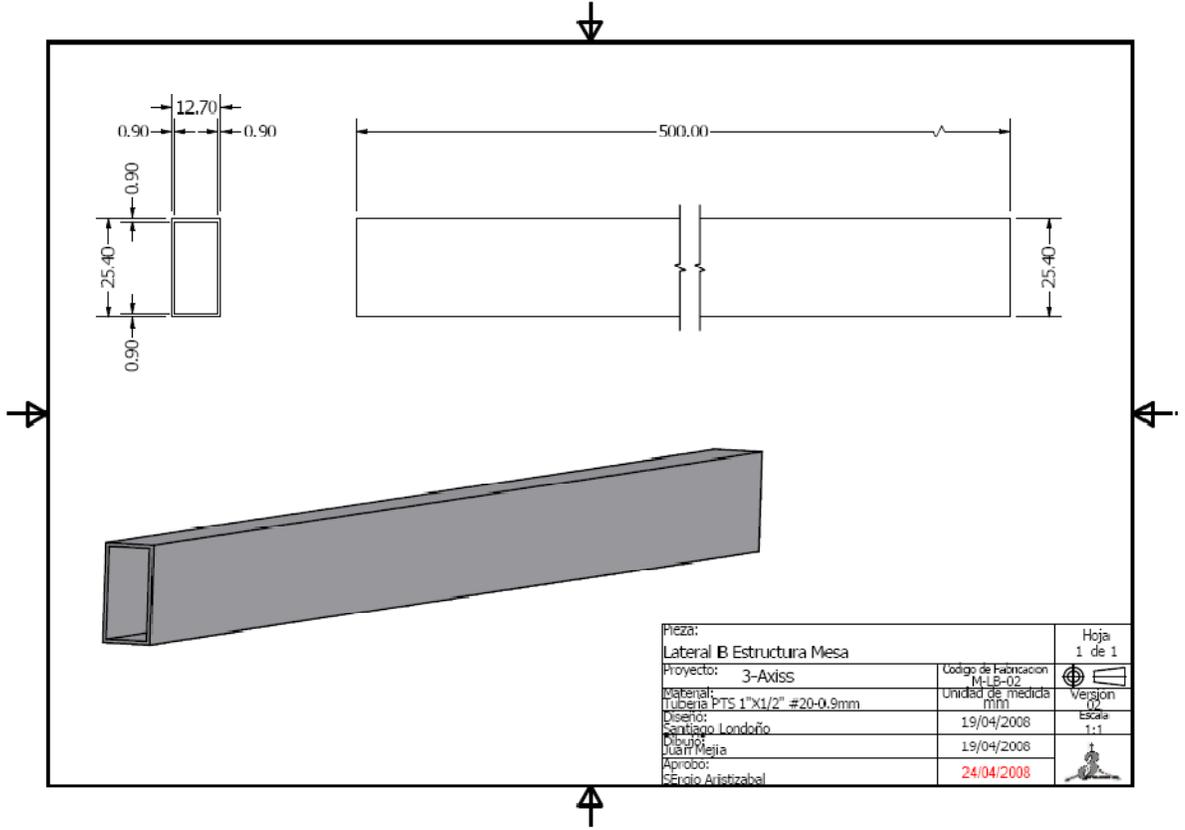


Pieza:		Hoja
Tubería Superior Estructura Puerta		1 de 1
Proyecto:	3-Axis	Código de Fabricación
Material:	Tubería PTS 1/2"x1/2" #22-0.75mm	F-P-TSE-02
Diseño:	Santiago Londoño	Unidad de medida
Dibujó:	Juan Mejía	mm
Aprobó:	Servio Aristizabal	Version
		01
		Escala
		1:1

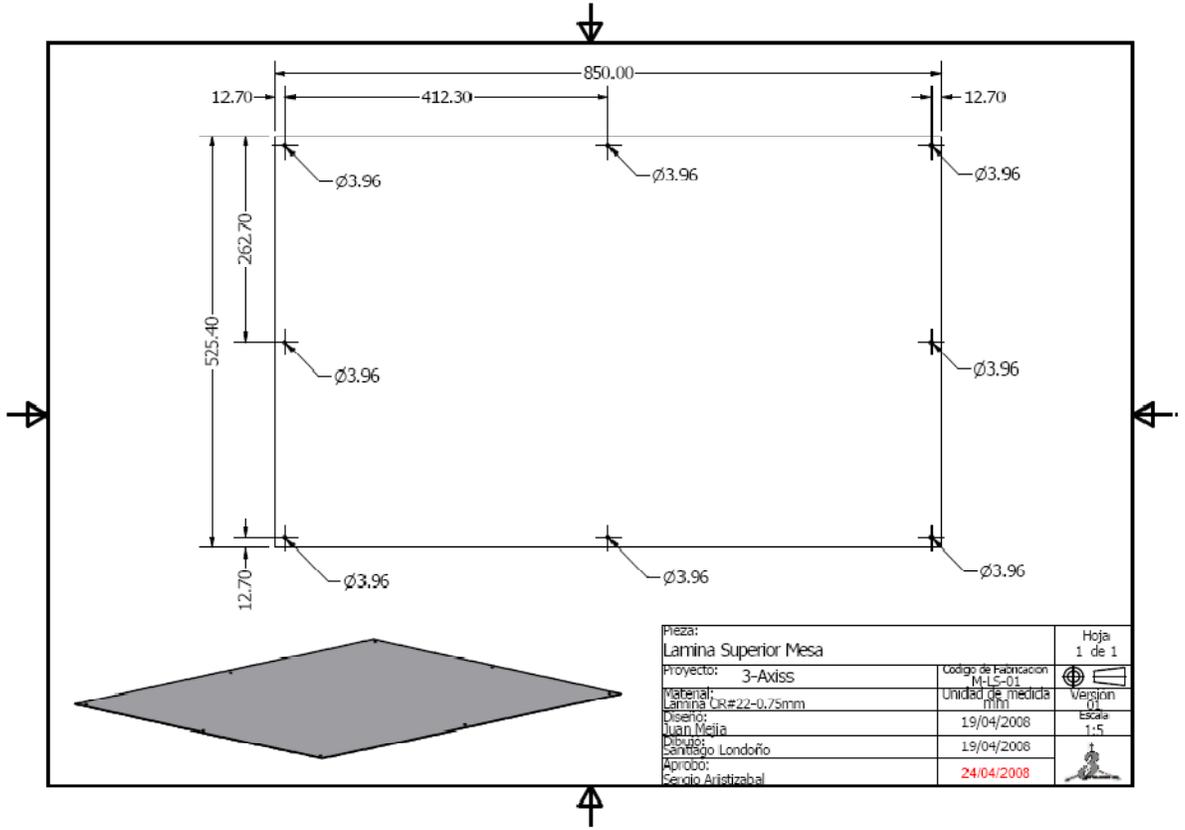


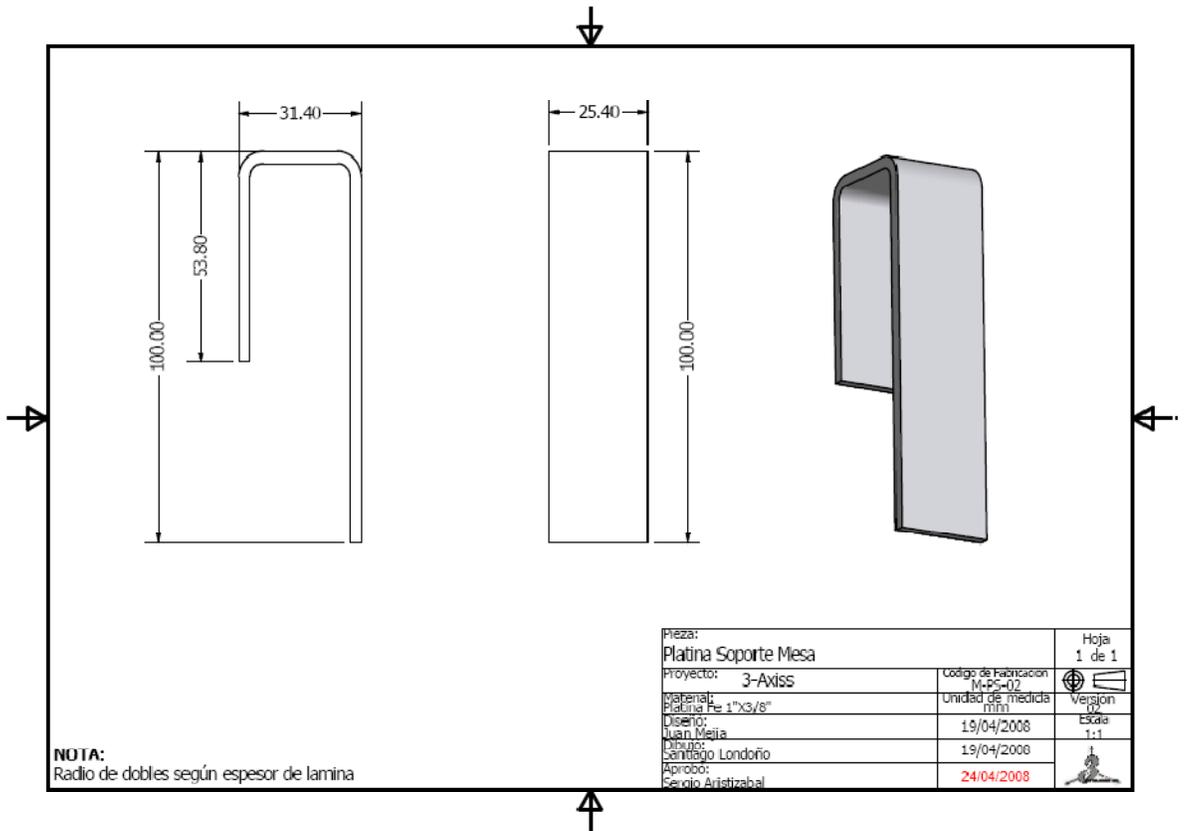


Pieza: Lateral A Estructura Mesa		Hoja 1 de 1
Proyecto: 3-Axis	Código de Fabricación M-LA-02	
Materia: Tuberia PTS 1"x1/2"#20-0.9mm	Unidad de medida (mm)	Version 01
Diseño: Santiago Londoño	19/04/2008	Escala 1:1
Revisó: Juan Mejía	19/04/2008	
Aprobó: Gerjo Aristizabal	24/04/2008	



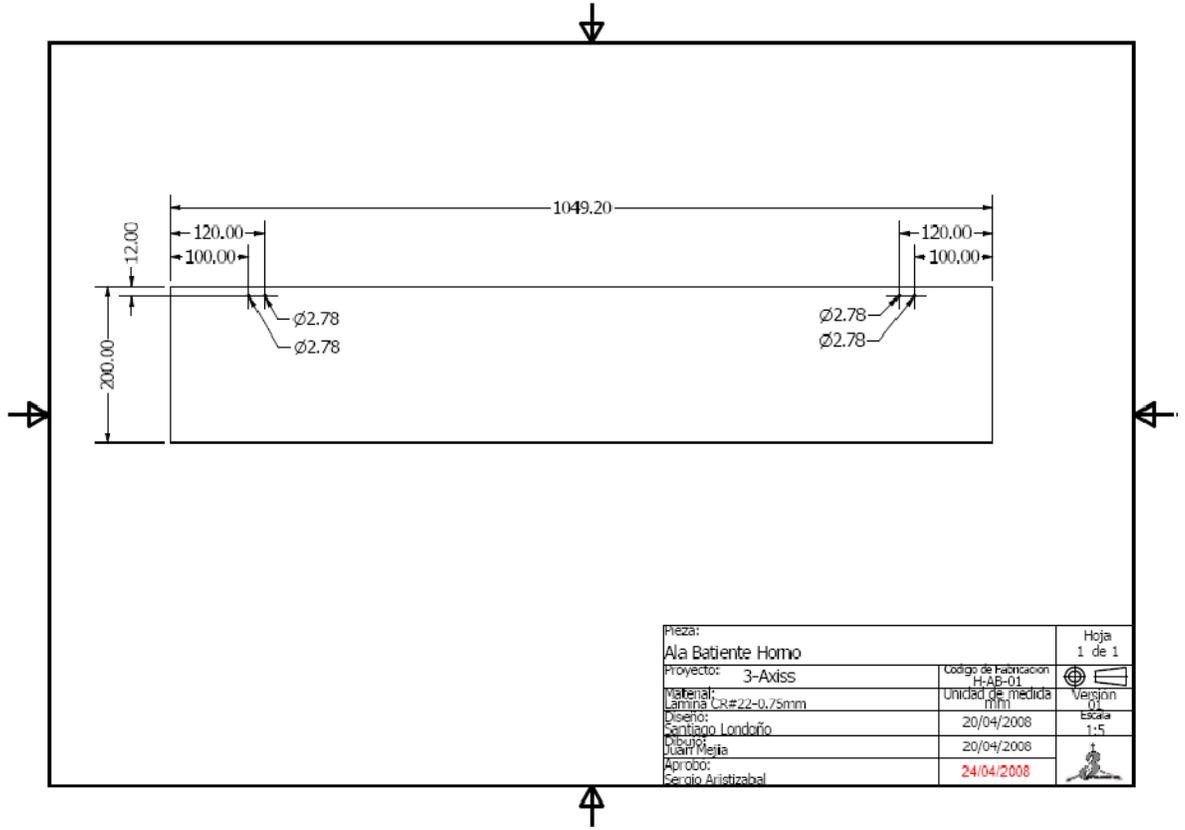
Pieza: Lateral B Estructura Mesa		Hoja 1 de 1
Proyecto: 3-Axis	Código de Fabricación M-LB-02	 
Materiales: Tuberia PTS 1"x1/2" #20-0.9mm	Unidad de medida mm	
Diseño: Santiago Londoño	19/04/2008	Version 02
Dibujó: Julia Mejia	19/04/2008	Escala 1:1
Aprobó: Ercio Aristizabal	24/04/2008	



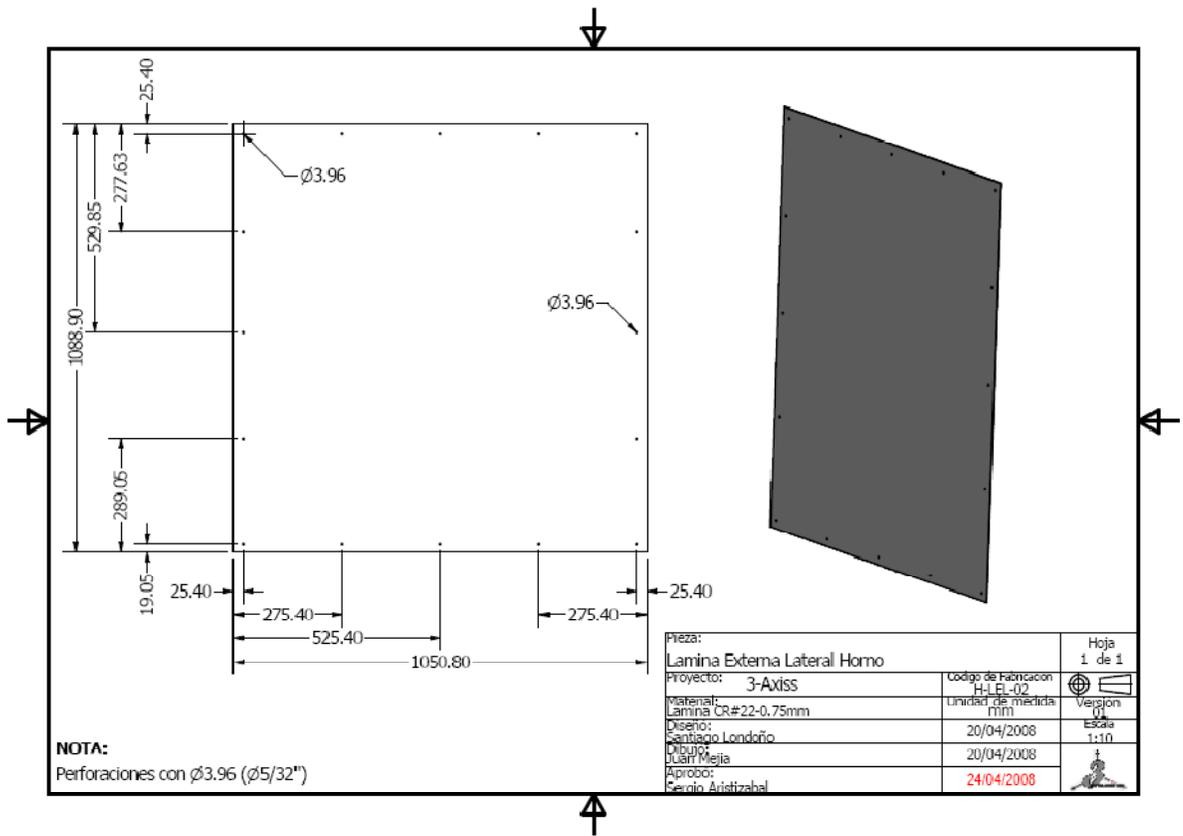


NOTA:
Radio de dobles según espesor de lamina

Pieza: Platina Soporte Mesa		Hoja 1 de 1
Proyecto: 3-AXISS	Código de fabricación M-25-02	 
Material: Platina Fe 1"x3/8"	Unidad de medida mm	
Diseño: Juan Mejia	19/04/2008	Escala 1:1
Dibujos: Santiago Londoño	19/04/2008	
Aprobado: Sevicio Aristizabal	24/04/2008	

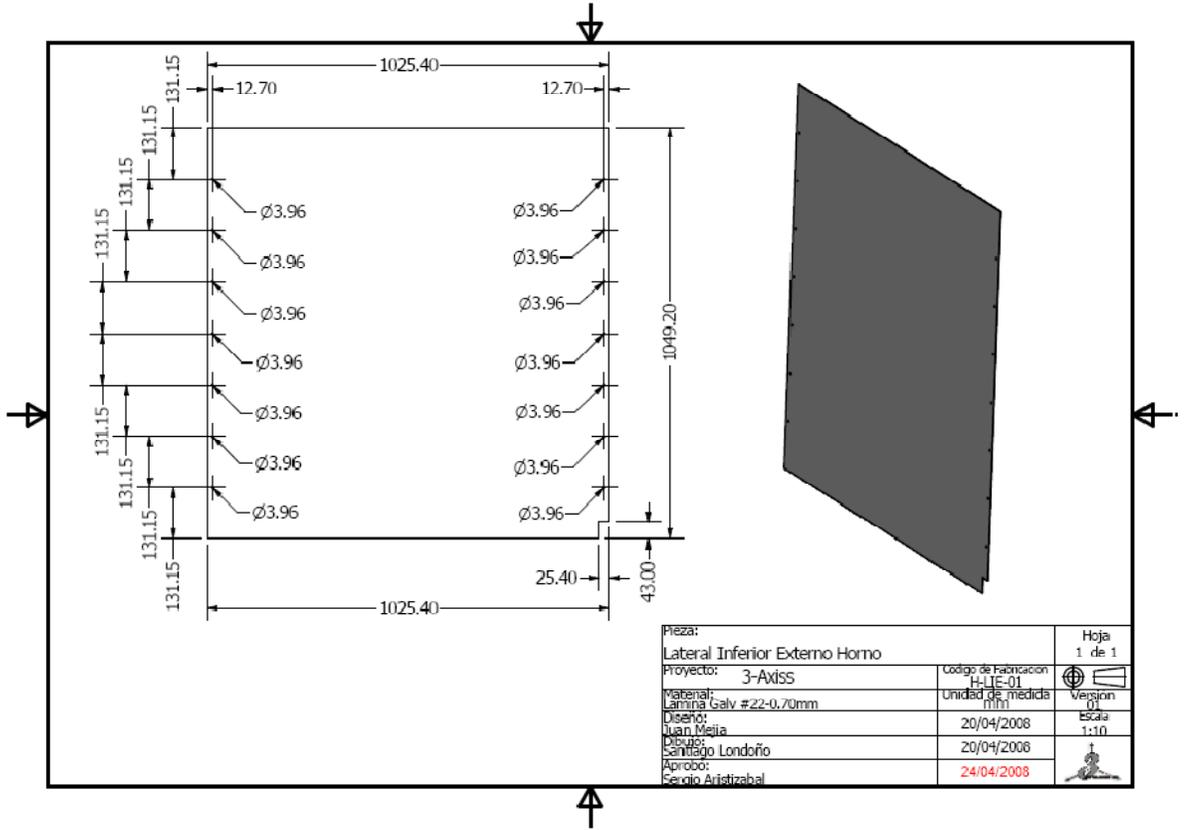


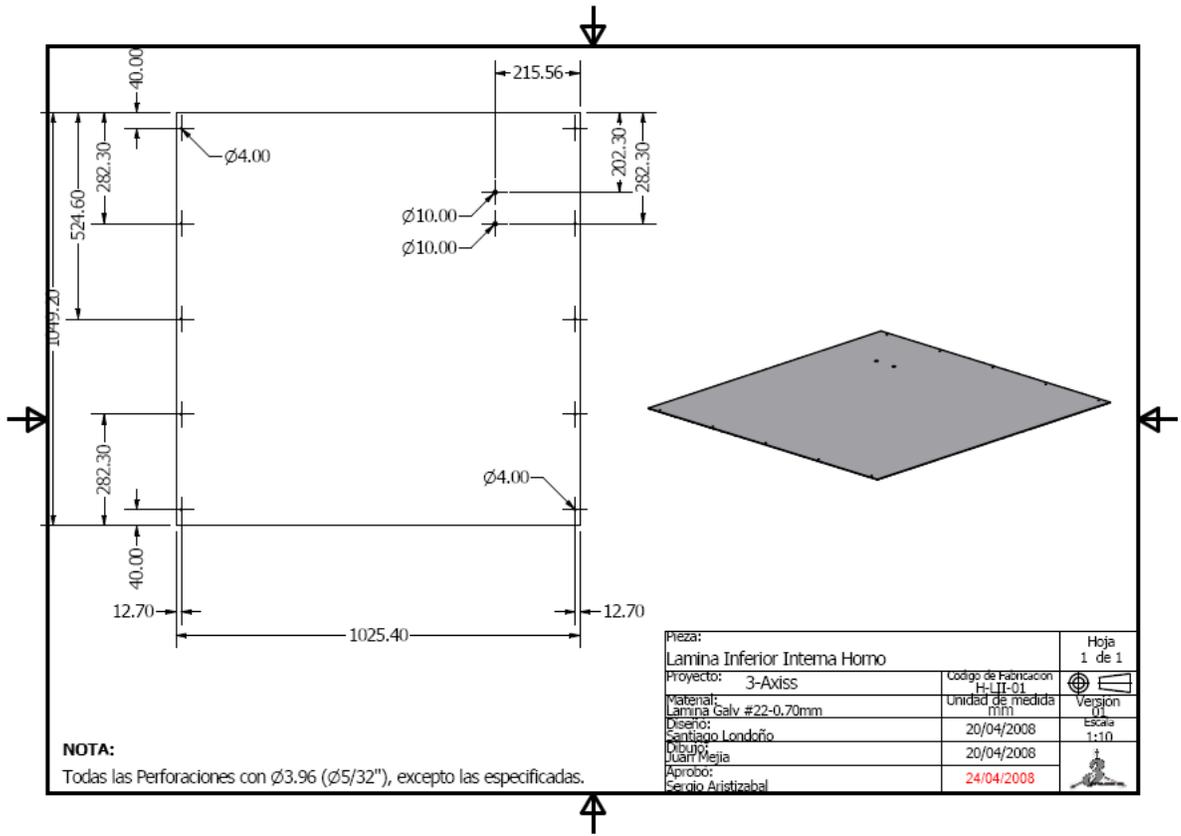
Pieza: Aja Batiente Homio		Hoja 1 de 1
Proyecto: 3-Axis	Código de fabricación H-AB-01	
Materia: Lamina CR#22-0.75mm	Unidad de medida (mm)	Version 01
Diseño: Santiago Londoño	20/04/2008	Escala 1:5
Dibujó: Juan Mejía	20/04/2008	
Aprobó: Sercio Aristizabal	24/04/2008	



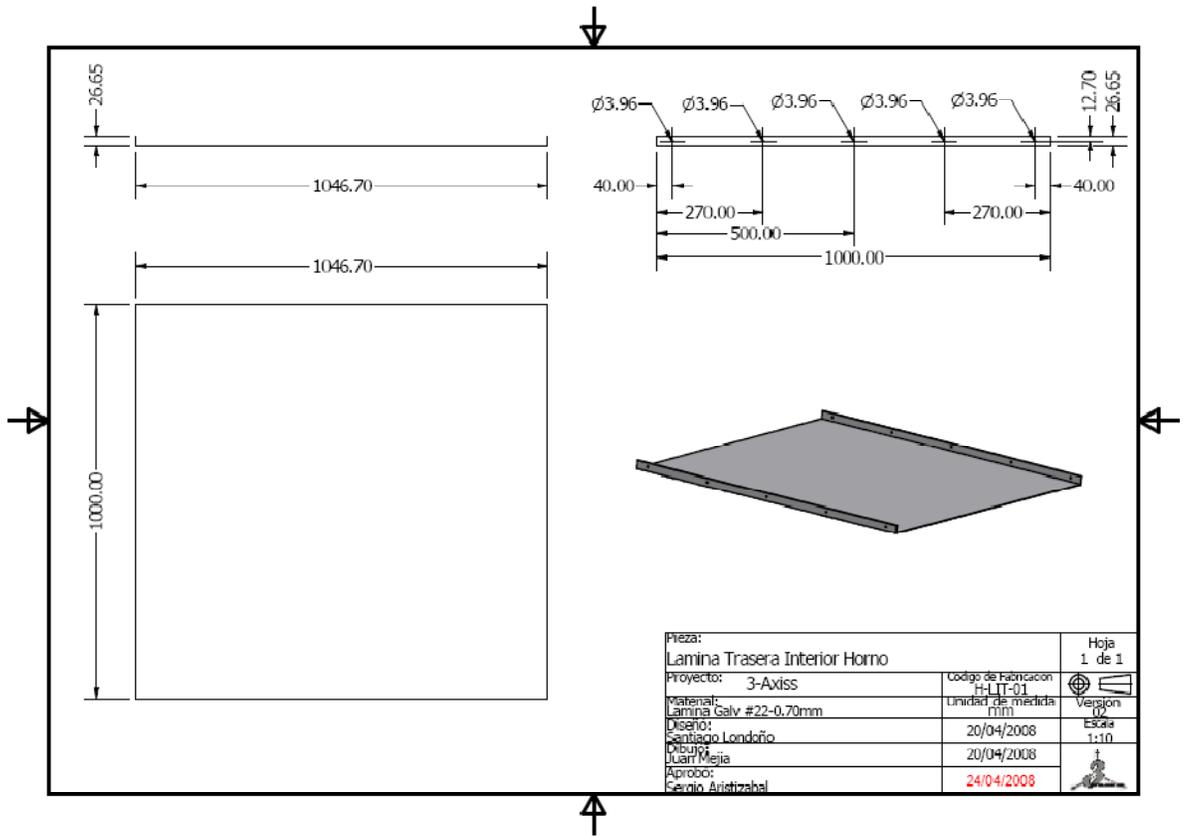
NOTA:
Perforaciones con $\phi 3.96$ ($\phi 5/32''$)

Pieza:	Lamina Externa Lateral Horno		Hoja	1 de 1
Proyecto:	3-Axis	Código de fabricación	H-EI-02	
Materia:	Lamina CR#22-0.75mm	Unidad de medida:	mm	Version
Diseño:	Santiago Londono	Fecha:	20/04/2008	1:10
Dibujó:	Luigi Mejia	Fecha:	20/04/2008	
Aprobó:	Gervin Aristizabal	Fecha:	24/04/2008	

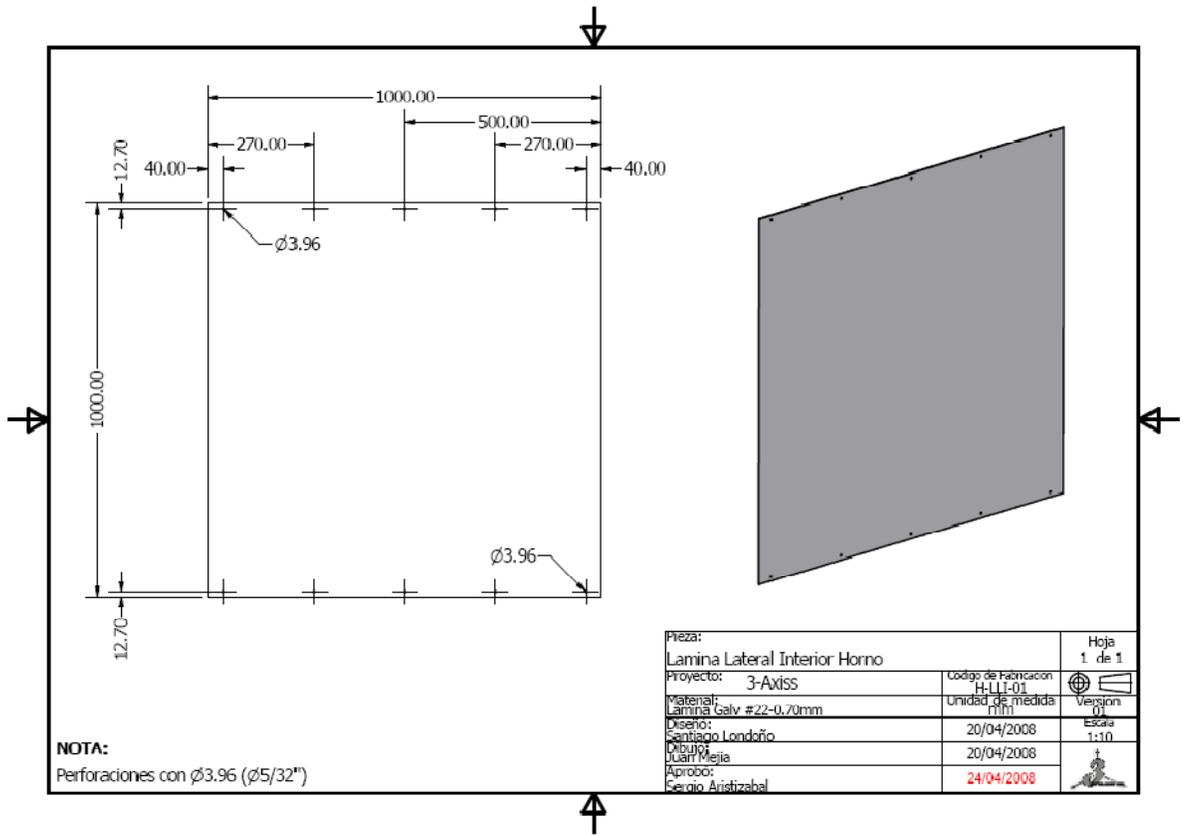




Pieza:		Hoja
Lamina Inferior Interna Homo		1 de 1
Proyecto:	3-Axis	Código de Fabricación
Material:	Lamina Galv #22-0.70mm	H-IIT-01
Diseño:	Santiago Londoño	Unidad de medida
Órgano:	Juan Mejía	1010
Aprobo:	Sergio Aristizabal	Version
		01
		Escala
		1:10
		Fecha
		24/04/2008

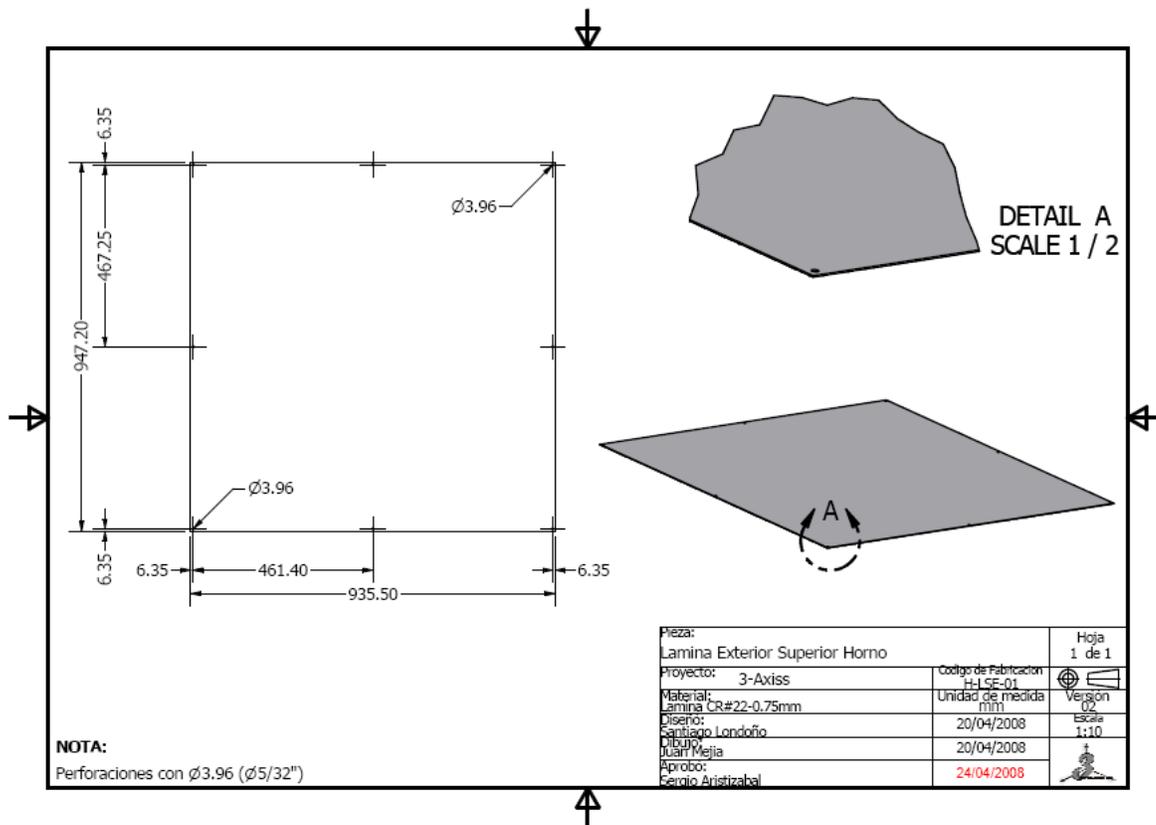


Pieza: Lamina Trasera Interior Horno		Hoja 1 de 1
Proyecto: 3-Axis	Código de Fabricación H-LIT-01	
Materia: Lamina Galv #22-0.70mm	Unidad de medida mm	Version 02
Diseño: Santiago Londoño	20/04/2008	Escala 1:10
Dibujo: Juan Mejia	20/04/2008	
Aprobó: Gerjo Aristizabal	24/04/2008	



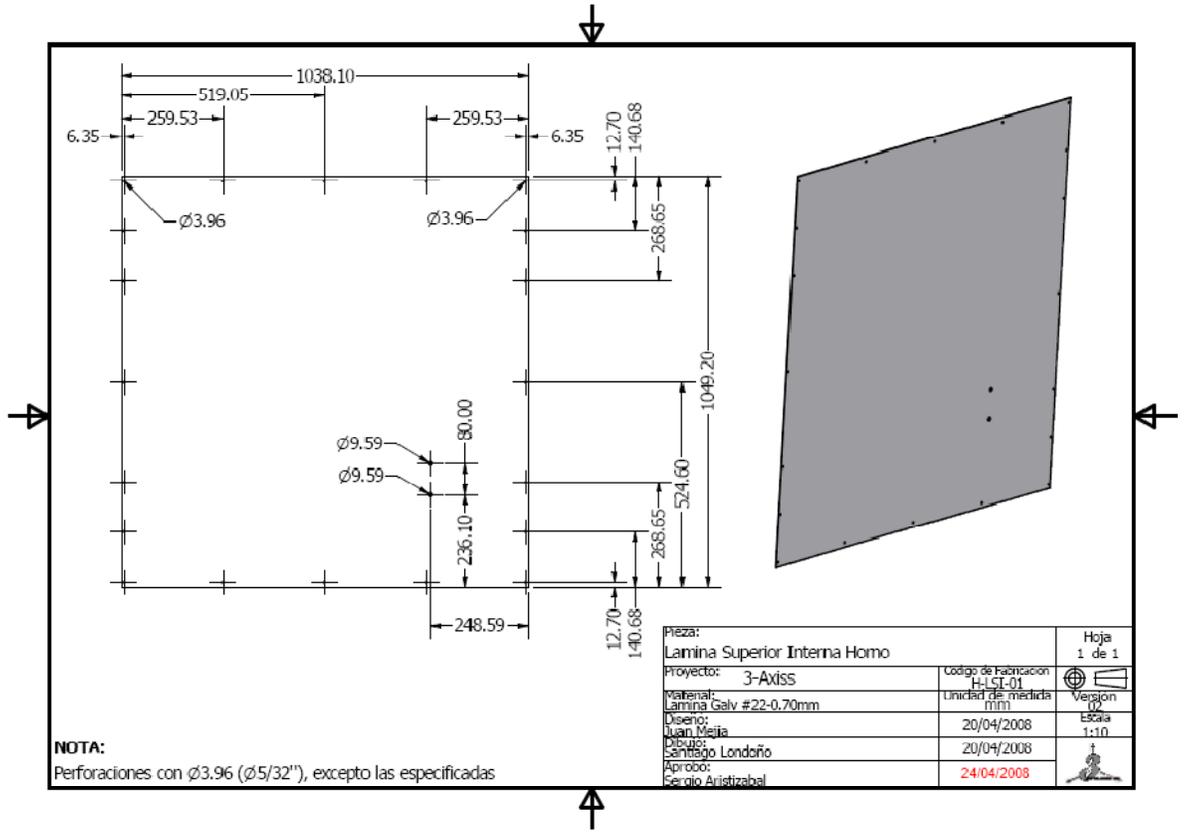
NOTA:
Perforaciones con $\phi 3.96$ ($\phi 5/32''$)

Pieza:	Lamina Lateral Interior Horno		Hoja
Proyecto:	3-Axis	Código de fabricación	1 de 1
Material:	lamina calv #22-0.70mm	H-LI-01	
Diseño:	Santiago Londoño	Unidad de medida	Version
Dibujó:	Luani Mejia	(mm)	01
Aprobó:	Sergio Aristizabal	20/04/2008	Escala
		20/04/2008	1:10
		24/04/2008	



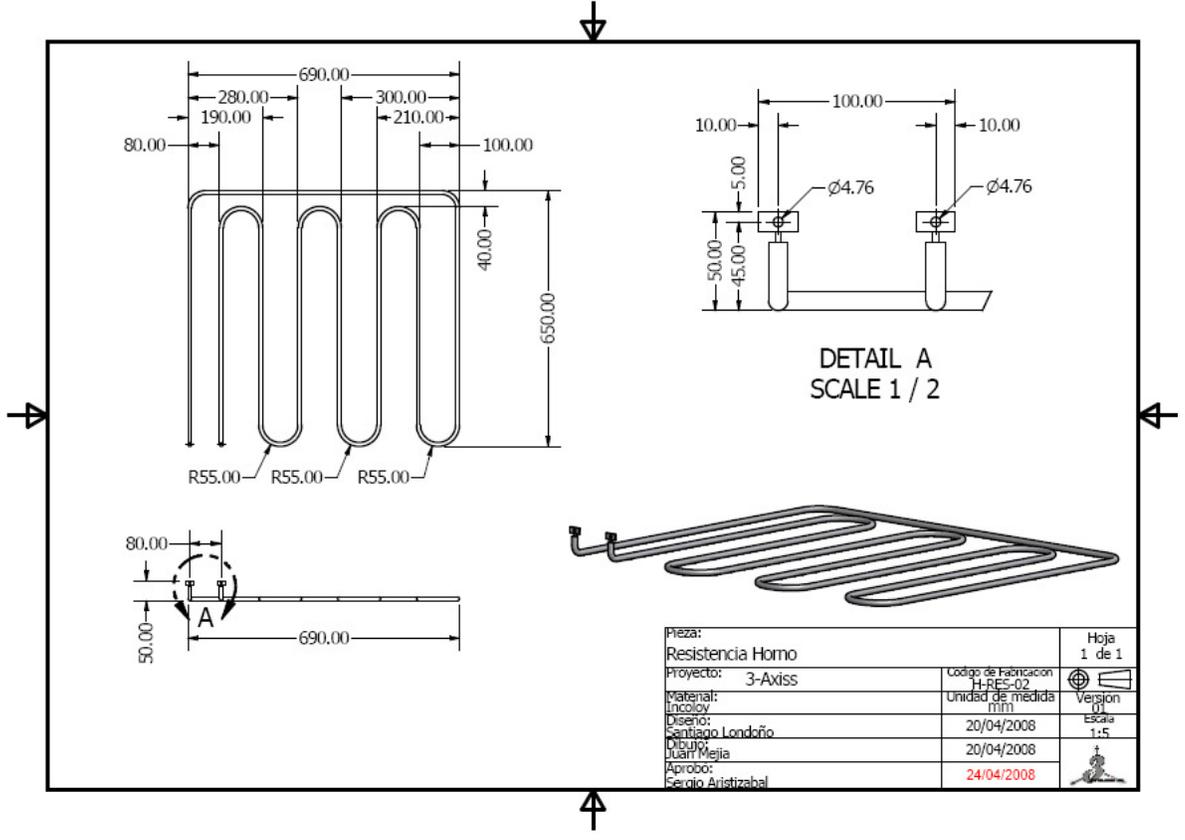
NOTA:
Perforaciones con $\varnothing 3.96$ ($\varnothing 5/32''$)

Pieza:		Hoja
Lamina Exterior Superior Horno		1 de 1
Proyecto:	3-Axis	Código de Fabricación
Material:	Lamina CR#22-0.75mm	H-LSF-01
Diseño:	Santiago Londoño	Unidad de medida
Dibujo:	Juan Mejía	mm
Aprobo:	Sergio Aristizabal	Version
		02
		Escala
		1:10
		20/04/2008
		24/04/2008

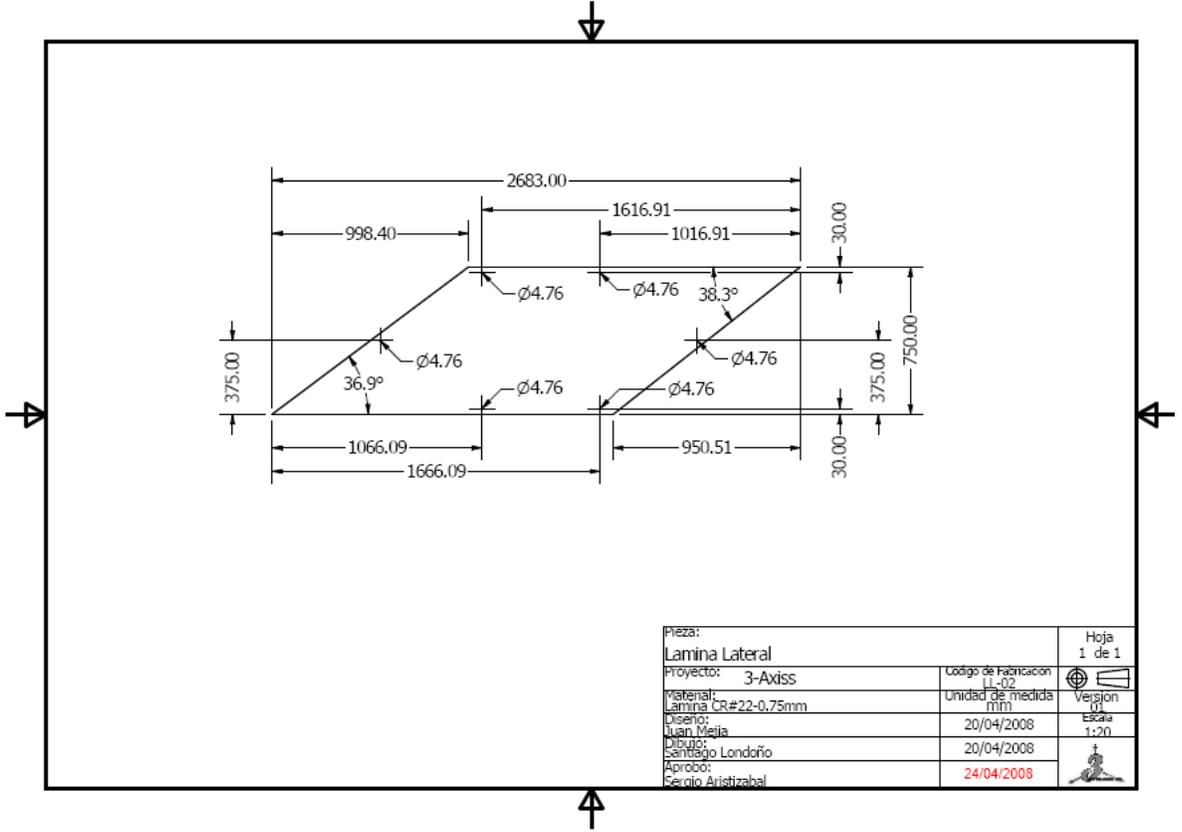


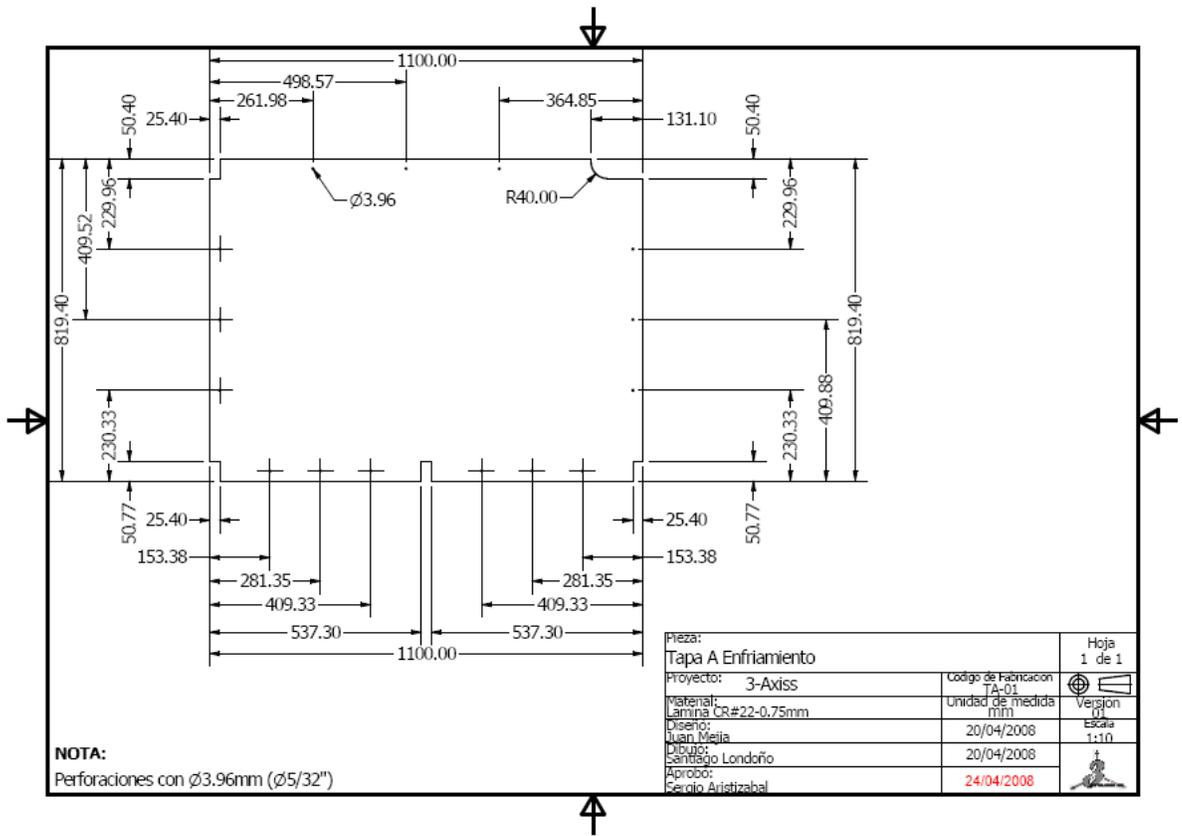
NOTA:
Perforaciones con $\varnothing 3.96$ ($\varnothing 5/32''$), excepto las especificadas

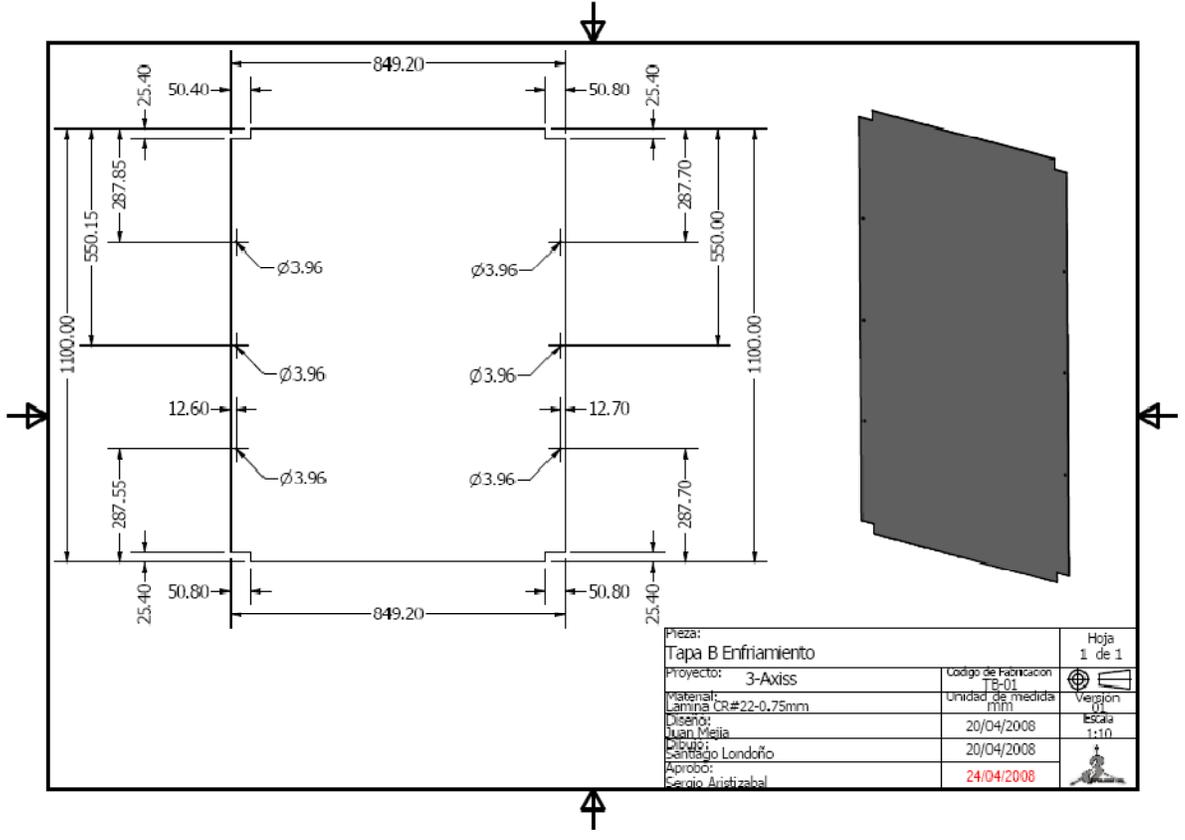
Pieza:	Lamina Superior Interna Homo	Hoja	1 de 1
Proyecto:	3-Axis	Código de Fabricación	H-LGT-01
Material:	Lamina Galv #22-0.70mm	Unidad de medida	(mm)
Diseño:	Juan Mejia	Fecha	20/04/2008
Dibujo:	Santiago Londoño	Escala	1:10
Aprobó:	Sergio Aristizabal	Fecha	24/04/2008

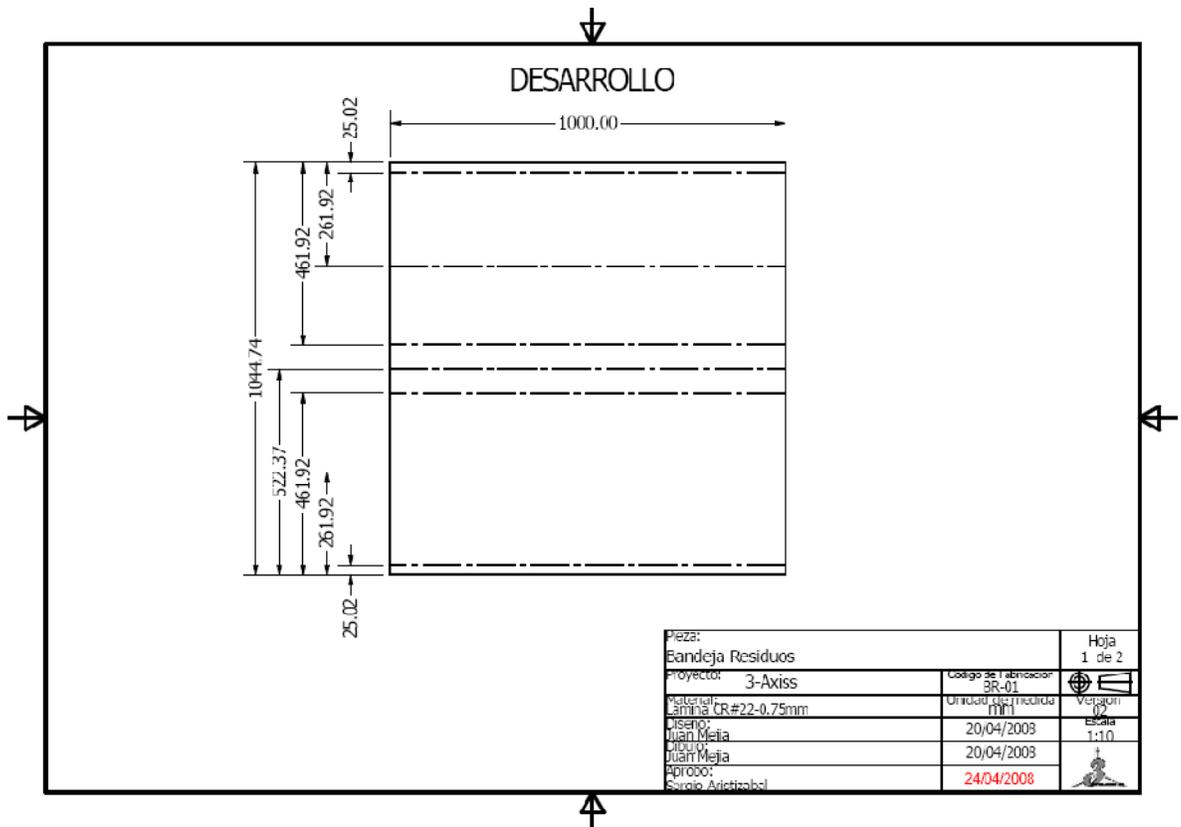


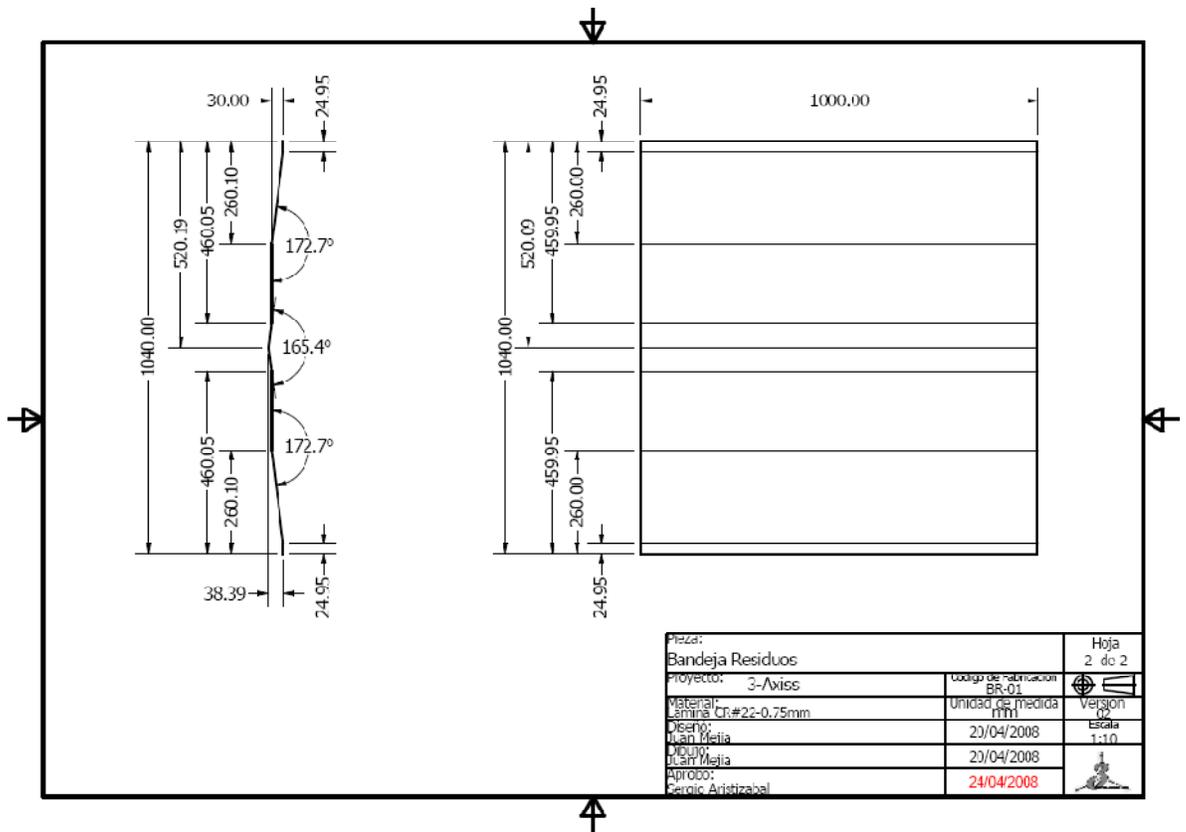
Pieza:		Resistencia Homo	Hoja
Proyecto:		3-Axiss	1 de 1
Material:	Código de fabricación	H-RES-02	 Version
Unidad:	Unidad de medida	(mm)	
Diseño:		20/04/2008	EScala
Dibujó:		20/04/2008	1:5
Aprobó:		24/04/2008	
Aprobó:		Sergio Aristizabal	











Pieza:		Hoja
Bandeja Residuos		2 de 2
Proyecto:	3-Axis	
Material:	Lamina Cr.#22-0.75mm	Version
Diseño:	Juan Mejia	1-10
Dibujo:	Juan Mejia	23/04/2008
Aprobado:	Servicio Ariztizabal	24/04/2008

ANEXO 7 PRODUCTOS EXISTENTES (MAQUINAS DE ROTOMOLDEO)³⁸

Imagen 27. Máquina tipo carrusel



Imagen 28. Máquina tipo shuttle o de rieles



³⁸ Imágenes extraídas de la página en internet www.polivinil.com

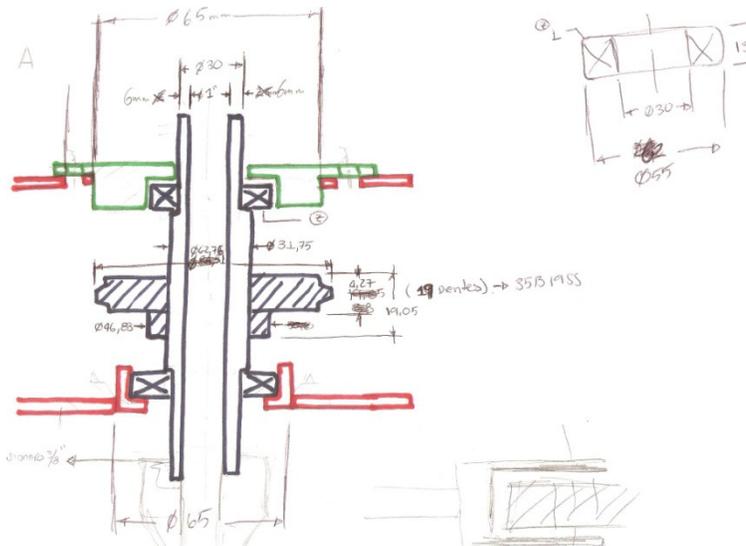
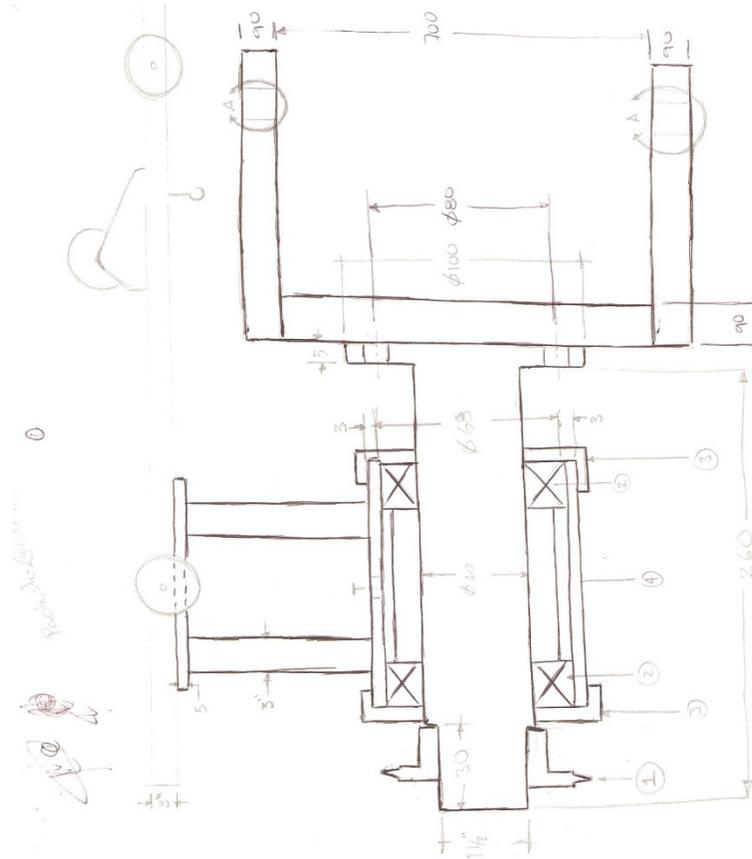
Imagen 29. Máquina tipo carros independientes

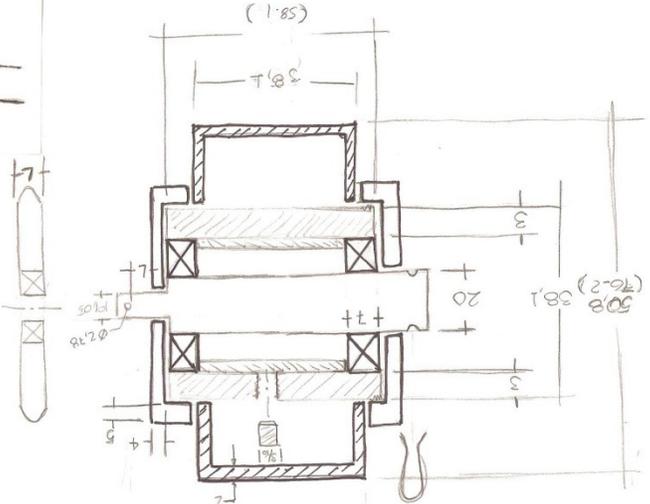
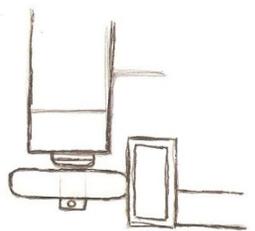
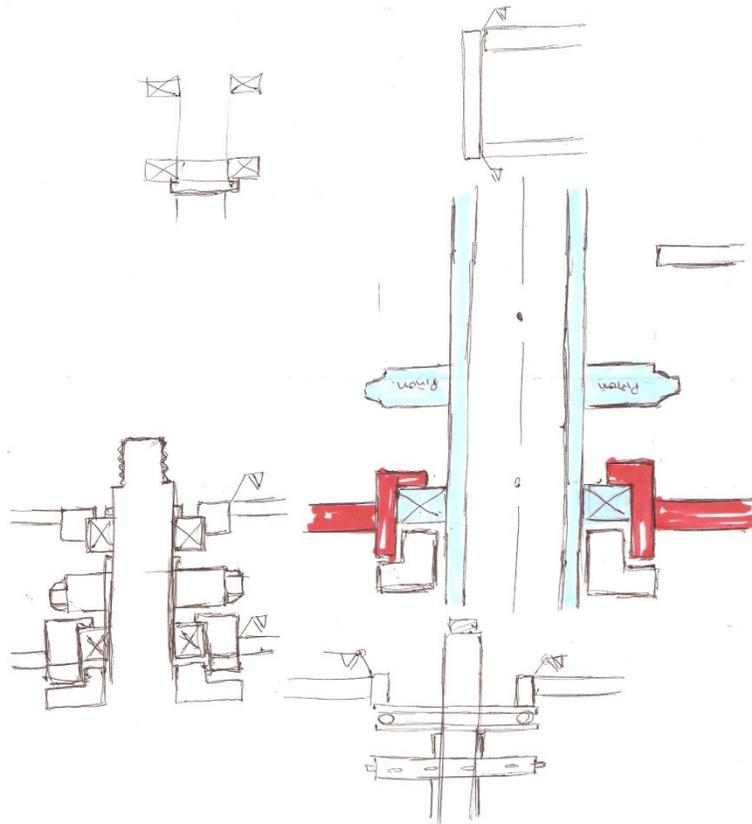


Imagen 30. Máquina tipo caja de horno



ANEXO 8 MEMORIAS DE DISEÑO





$3.175 \rightarrow 1/8$
 $9.376 \rightarrow 3/16$
 $6.35 \rightarrow 1/4$
 $7.58 \rightarrow 3/8$

