



Universidad Tecnológica de la Mixteca

“Diseño de carcasa para un calentador de agua doméstico compacto de alta eficiencia.”

TESIS

Para obtener el título de:

Ingeniero en Diseño

Presenta:

Griselda Legaria Ortega

Directores de tesis:

M.C. Víctor Manuel Cruz Martínez

M.C. Rodolfo Carro López

Huajuapán de León, Oaxaca. Abril de 2011

Índice

1. Estructuración del Problema	1
1.1. Planteamiento del problema	2
1.2. Declaración de objetivos y metas	2
1.2.1. Objetivo Principal	2
1.2.2. Objetivos Específicos	3
1.2.3. Metas	3
1.3. Justificación	3
1.4. Descripción de la metodología	3
1.5. Delimitaciones	6
1.6. Marco Teórico	6
1.6.1. Calentador de agua doméstico por placas de alta eficiencia	6
1.6.2. Estructura interna del calentador de agua doméstico de alta eficiencia	7
1.6.3. Estructura externa de un calentador de agua doméstico convencional	8
2. Proceso Metodológico de Diseño	17
2.1. Establecimiento del fenómeno a analizar	17
2.2. Diagnóstico del fenómeno de acuerdo al enfoque del ingeniero en diseño	17
2.3. Detección de necesidades a nivel de producto	18
2.4. Análisis de información y soluciones existentes	18
2.4.1. Análisis estructural	18
2.4.2. Análisis funcional	19
2.4.3. Análisis de uso	20
2.4.4. Análisis morfológico	21
2.4.5. Análisis de mercado	21
2.5. Especificaciones de diseño	22
3. Diseño preliminar de la carcasa	29
3.1. Definición del concepto guía	29
3.2. Elaboración de alternativas	29
3.3. Selección de alternativas en base a los requerimientos	36
3.3.1. Selección de criterios a considerar	36
3.3.2. Ponderación de los criterios	37
3.3.3. Valoración de las alternativas	37
3.3.4. Análisis de resultados	40
3.3.5. Propuesta seleccionada	41
4. Materiales y procesos de manufactura	45
4.1. Selección de Materiales	45
4.1.1. Aceros	46
4.1.2. Características Generales de los Aceros	47
4.1.3. Comparación y selección del acero para la propuesta	48
4.2. Selección de Procesos de Manufactura	49

4.2.1. Procesos de formado de láminas metálicas	49
4.2.1.1. Cizallado, punzonado y troquelado	49
4.2.1.2. Operaciones de doblado	51
4.2.1.3. Doblado en V y doblado en bordes	51
4.2.1.4. Doblado y formado con rodillos	52
4.2.1.5. Embutido	52
4.2.2. Procesos de unión y ensamble	53
4.2.2.1. Soldadura por resistencia	53
4.2.2.2. Sujetadores mecánicos	54
4.3. Determinación de las especificaciones técnicas del proceso de manufactura	56
4.3.1. Lista estructurada de partes	57
4.3.2. Lista de maquinaria requerida	57
4.3.3. Planeación de Procesos de manufactura	58
4.3.3.1. Diagramas de operaciones de proceso	58
4.3.3.2. Diagrama de ensambles	63
4.4. Análisis de ingeniería de los procesos de manufactura	63
4.4.1. Herramientas para troquelado	63
4.4.2. Herramientas para perforado	64
4.4.2.1. Herramientas de perforado para colocar difusor de gases y puerta	66
4.4.2.2. Herramientas de perforado para colocar compartimento para termostato	66
4.4.3. Herramientas para embutido	67
4.4.3.1. Herramientas de embutido compartimento para termostato	68
4.4.3.2. Herramientas de embutido para tapas	69
4.4.4. Desarrollos iniciales de las piezas a embutir	70
4.4.4.1. Dimensiones de las piezas iniciales para recorte y embutido de las piezas PL-03 y PL-06	71
4.4.4.2. Dimensiones de la pieza inicial para el recorte y embutido de la Pieza PL-05	73
4.4.5. Cálculo de fuerzas requeridas	75
4.4.5.1. Fuerza de perforado	75
4.4.5.2. Fuerza de embutición	77
4.5. Acabados Superficiales	79
4.5.1. Esmalte	79
4.5.2. El color	80
4.5.3. Etiquetado	81
5. Manufactura del prototipo	85
5.1. Carcasa principal	86
5.2. Tapa superior e inferior	87
5.3. Compartimento para termostato	88
5.4. Difusor de gases, puerta y base para puerta	89
5.5. Habilitación de las piezas para aplicar acabados superficiales	89
5.6. Ensamble general de las piezas	90
5.7. Entorno de uso	91

6. Conclusiones	93
Anexo A Formato de encuesta 1	97
Anexo B Resultados de encuesta 1	98
Anexo C Formato de encuesta 2	99
Anexo D Tablas de proceso de operaciones	104
Anexo E Resultados de encuesta 2	105
Anexo F Planos constructivos	106
Anexo G Troquel de corte para pieza #3	112
Anexo H Troquel de corte para piezas #2 y #3	116
Anexo I Troquel de embutido para piezas #2 y #8	120
Anexo J Troquel de embutido para pieza #5	124
Bibliografía	128
Sitios Web	128
Créditos de las imágenes	129
Índice de figuras	
Fig. 1.1 Metodología.	4
Fig. 1.2 Calentador de agua doméstico por placas.	7
Fig. 1.3 Estructura externa del calentador de agua doméstico convencional.	8
Fig. 1.4 Ejemplo de distribución de la información de la etiqueta de calentador de agua doméstico o comercial.	11
Fig. 1.5 Calentador de agua cuadrado y cilíndrico.	12
Fig. 2.1 Acciones factibles de solucionar con la intervención de la Ingeniería en Diseño.	17
Fig. 2.2 Estructura de una carcasa.	19
Fig. 2.3 Posibles direcciones de abatimiento para la puerta de la cámara de combustión.	20
Fig. 2.4 Calentadores.	21
Fig. 3.1 Alternativa de diseño 1.	30
Fig. 3.2 Alternativa de diseño 2.	31
Fig. 3.3 Alternativa de diseño 3.	32
Fig. 3.4 Alternativa de diseño 4.	33
Fig. 3.5 Alternativa de diseño 5.	34
Fig. 3.6 Alternativa de diseño 6.	35
Fig. 3.7 Selección de los criterios en base a los requerimientos de diseño	36
Fig. 3.8 Carcasa seleccionada.	42
Fig. 4.1 Metales y sus aplicaciones.	46
Fig. 4.2 Cizallado de lámina metálica.	50
Fig. 4.3 (a)Operación de punzonado (b)Operación de troquelado.	50
Fig. 4.4 Doblado de lámina metálica.	51
Fig. 4.5 Doblado en V y doblado en bordes.	51
Fig. 4.6 Doblado y formado con rodillos.	52
Fig. 4.7 Operación de embutido.	52
Fig. 4.8 Procesos de unión y ensamble.	53
Fig. 4.9 Secuencia en el proceso de soldadura de punto por resistencia.	53
Fig. 4.10 Sujetadores mecánicos.	54
Fig. 4.11 Remaches pop.	55
Fig. 4.12 Explosivo del modelo de carcasa para calentador de agua (PL-01).	56

Fig. 4.13 Pieza 01: Difusor de gases.	59
Fig. 4.14 Pieza 02: Tapa superior.	59
Fig. 4.15 Pieza 03: Cuerpo.	60
Fig. 4.16 Pieza 04: Cintas Laterales.	60
Fig. 4.17 Pieza 05: Compartimiento para termostato.	61
Fig. 4.18 Pieza 06: Marco para puerta.	61
Fig. 4.19 Pieza 07: Puerta.	62
Fig. 4.20 Pieza 08: Tapa Superior.	62
Fig. 4.21 Ensamble general de las piezas.	63
Fig. 4.22 Perforado para colocar compartimiento para termostato y puerta en el cuerpo de la carcasa.	64
Fig. 4.23 Perforado con sacabocados.	64
Fig. 4.24 Claro angular.	65
Fig. 4.25 Las partes del troquel de perforado para las piezas #2 y #3.	66
Fig. 4.26 Las partes del troquel de perforado para la pieza #3.	67
Fig. 4.27 Operación de embutido.	68
Fig. 4.28 Las partes del troquel de embutido de compartimiento para termostato.	69
Fig. 4.29 Las partes del troquel de embutido para tapas.	69
Fig. 4.30 Dimensiones del recorte para embutido de las piezas.	71
Fig. 4.31 Dimensiones del recorte para embutido de las piezas PL-03 y PL-08.	73
Fig. 4.32 Dimensiones del recorte para embutido de la pieza PL-05.	75
Fig. 4.33 Acabado final.	79
Fig. 4.33 Aplicación del color en la carcasa del calentador.	80
Fig. 4.34 Etiqueta del calentador.	81
Fig. 5.1 Maquinado y preparación de los moldes.	85
Fig. 5.2 Perforado del cuerpo y compartimiento para termostato.	86
Fig. 5.3 Formado de lámina.	86
Fig. 5.4 Formado de las piezas.	87
Fig. 5.5 Perforado con sacabocados.	87
Fig. 5.6 Obtención de todas las piezas para generar una unidad.	88
Fig. 5.7 Aplicación de recubrimiento.	90
Fig. 5.8 Ensamble de las piezas.	90
Fig. 5.9 Simulación de entorno de uso.	91

Índice de tablas

Tabla 1. Tabla de elementos internos que forman parte del intercambiador de calor.	18
Tabla 2. Tabla de elementos de la estructura externa del calentador.	19
Tabla 3. Tabla de dimensiones.	23
Tabla 4. Ponderación de los criterios de evaluación de las alternativas	37
Tabla 5. Obtención del coeficiente de ponderación para cada alternativa con respecto al C1.	38
Tabla 6. Valores obtenidos para la evaluación de costo de las alternativas.	39
Tabla 7. Obtención del coeficiente de ponderación para cada alternativa con respecto al C2.	39
Tabla 8. Obtención del coeficiente de ponderación para cada alternativa con respecto al C3.	40
Tabla 9. Obtención del coeficiente de ponderación para cada alternativa con respecto al C4	40
Tabla 10. Matriz de evaluación final.	41
Tabla 11. Tabla de comparación de los aceros al carbono e inoxidable.	48

Tabla 12. Maquinaria disponible en el taller de metalmecánica de la UTM.	49
Tabla 13. Lista estructurada de materiales.	57
Tabla 14. Maquinaria requerida.	58
Tabla 15. Cálculo de la fuerza de corte para perforación de la pieza PL-04.	76
Tabla 16. Cálculo de la fuerza de corte para perforación de las piezas PL-03 y PL-04.	76
Tabla 17. Cálculo de la fuerza de embutido de las piezas PL-03 y PL-06	78
Tabla 18. Cálculo de la fuerza de embutido de la pieza PL-05	78

Índice de ecuaciones

Ecuación.1. Claro recomendado entre el dado y el punzón de corte.	65
Ecuación 2. Claro recomendado entre el dado y punzón de embutido.	68
Ecuación 3-7. Ecuaciones para calcular los desarrollos iniciales de las piezas a embutir.	70
Ecuación 8. Fuerza de perforado.	75
Ecuación 9. Embutición cilíndrica.	77
Ecuación 10. Embutición rectangular.	77

CAPÍTULO 1

“Reconocer la necesidad es la principal condición para el diseño.”

Charles Eames.

1. Estructuración del Problema

Nos movemos en una realidad cambiante, en constante desarrollo, en la que las problemáticas son cada vez más extensas, sin embargo con matices a su vez más específicos. La contaminación del medio ambiente, en particular debida a la emisión de gases a la atmósfera, constituida principalmente por productos de calefacción doméstica como calentadores de agua y estufas que emplean Gas LP como combustible, continúa siendo una preocupación de la comunidad académico-científica y de la sociedad en general, a pesar de los esfuerzos que se hacen por disminuirla¹.

En la medida que surgen estas nuevas necesidades es importante analizar la posibilidad de un cambio tecnológico en los productos y/o procesos de manera que represente la mejor solución al problema planteado a través de la aplicación del proceso de diseño mediante la comprensión clara de las funciones del objeto, de manera que se puedan definir claramente las especificaciones que serán tomadas en cuenta durante el diseño del producto. Para ello el ingeniero en diseño debe atender las interrelaciones entre materiales de diseño y manufactura así como la economía general de operación². En este contexto, sólo aquellas empresas capaces de diferenciar, así como adaptar y modificar continuamente sus productos podrán mantener su posición u obtener una ventaja sobre sus competidores³.

La Jefatura de Ingeniería Industrial de la Universidad Tecnológica de la Mixteca ha desarrollado una propuesta innovadora para los calentadores de agua residenciales, la cual consiste en adecuar al calentador una tecnología conocida como intercambiador de calor de placas, que permitiría el aprovechamiento de los energéticos con una eficiencia superior, la disminución de contaminantes y el ahorro en el consumo de combustibles¹. Actualmente se cuenta con el intercambiador de calor de alta eficiencia basado en placas, que al no contar con un sistema de recubrimiento (carcasa) presenta pérdida de calor a través de la liberación de los gases producto de la combustión que se genera, los cuales pueden ser aprovechados para mejorar aún más su eficiencia.

En definitiva esta innovación tecnológica es el precedente de un *nuevo producto* el cual sin duda tiene grandes posibilidades de comercialización. Un producto engloba atributos tangibles e intangibles (embalaje, color, precio, prestigio del fabricante y del vendedor, etc.) que el comprador acepta como algo que ofrece satisfacción a sus deseos o necesidades⁴. Para cumplir con este propósito es

1. Carro López, Mendoza Jasso, Cruz Martínez, *Diseño de un calentador de agua de alta eficiencia*, Artículo.

2. Kalpakjian, Serope, Schmid y Steven R., *Manufactura, ingeniería y tecnología*, Prentice Hall, México. Pág. 11.

3. Buil Isabel, Matínez Eva, Montaner Teresa, *Importancia del diseño industrial en la gestión estratégica de la empresa*. Artículo.

4. Fischer Laura, Espejo Jorge, *Mercadotecnia*, Mac Graw Hill, México. Pág. 166.

indispensable llevar a cabo el proceso de diseño de una carcasa para el sistema de calentamiento, que le proporcione el adecuado aislamiento térmico, de manera que se evite la pérdida anticipada de calor retardando la salida de los gases producto de la combustión. Proporcionando a su vez identidad al producto mediante la configuración de sus atributos de percepción visual que permitirán poner al producto en contacto con la mente del consumidor.

Como resultado de esta investigación se presenta el diseño del prototipo de una carcasa para el sistema de calentamiento de agua de alta eficiencia. Definiendo la configuración idónea para que el sistema de calentamiento se encuentre correctamente distribuido y determinando una propuesta de los materiales y métodos de manufactura adecuados para que el diseño pueda ser manufacturado con los recursos de producción disponibles en el taller de metalmecánica de la Universidad Tecnológica de la Mixteca.

1.1 Planteamiento del problema

Se ha desarrollado un nuevo sistema para calentar agua denominado calentador de placas, el cual alcanza eficiencias energéticas mayores a las de los sistemas convencionales. El prototipo del intercambiador de calor de este sistema ya ha sido construido. Sin embargo para que se considere un calentador de agua doméstico y pueda ser utilizado debe contar con una cubierta exterior o carcasa, que *“es una envoltura de ciertos productos que constituye su armazón y sirve también como protección”*⁵, evitando riesgos de accidente para el usuario, ya que al estar en funcionamiento el sistema se calienta a temperaturas elevadas y presenta pérdida de calor a través de la liberación de los gases contaminantes producto de la combustión que se generan y se expiden a la atmósfera.

Por lo tanto, se plantea la necesidad de realizar el diseño de la carcasa para el prototipo de este sistema sirviendo como estructura base para el ensamble, le provea de protección y estética con la finalidad de que pueda ser considerado un producto factible de ser adquirido por el consumidor y sea utilizado sin que represente un riesgo para el mismo.

1.2 Declaración de objetivos y metas

1.2.1 Objetivo Principal

- Diseñar la carcasa para el prototipo de un calentador de agua doméstico compacto de alta eficiencia a través del análisis de los requerimientos funcionales del sistema.

5. Rodríguez M. Gerardo, *Manual de diseño industrial*, G. Gilli, México. Pág. 11.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Conocer el funcionamiento del calentador de agua doméstico compacto de alta eficiencia.
- Conocer los requisitos que marcan las Normas Oficiales Mexicanas.
- Analizar funcional y morfológicamente las carcasas de calentadores existentes en el mercado mexicano.
- Analizar los procesos de ingeniería de las partes que integran la carcasa.
- Determinar el material idóneo para la construcción del prototipo de la carcasa.

1.2.3 Metas

- Determinar los materiales idóneos para lograr la mejor protección y eficiencia del prototipo del sistema de calentamiento.
- Determinar los requerimientos del proceso de manufactura.

1.3 Justificación

Se ha desarrollado el prototipo de un sistema de calentamiento que utiliza de forma eficiente los recursos energéticos indispensables para su funcionamiento y beneficia el ahorro familiar al disminuir su consumo de energía; en el cual el proceso de transferencia de calor se lleva a cabo en presencia de radiación, convección y conducción simultáneamente. El principal fenómeno de transferencia de calor es por radiación, el segundo en importancia es por convección y por último es la conducción térmica. Por lo que los gases producto de la combustión emiten calor de manera radiativa, el cual es captado por las placas del intercambiador de calor; posteriormente esta energía se transmite a través del material del intercambiador de calor para que finalmente la capte el fluido a calentar, en este caso el agua. El primer fenómeno (radiación) provoca una pérdida anticipada de energía en el sistema de calentamiento, además de que por estas condiciones no podría ser utilizado aún por el consumidor debido a la falta de una cubierta externa protectora que aisle el sistema, pues sin ésta el usuario estaría expuesto a la flama directa, representando un peligro constante. De ahí la importancia de llevar a cabo el proceso de diseño de una carcasa que le proporcione el adecuado aislamiento térmico al sistema de calentamiento, de manera que posibilite su uso y evite la pérdida anticipada de calor retardando la salida de los gases producto de la combustión, aprovechando la energía que aún poseen y haciendo rendir al máximo los energéticos utilizados.

1.4 Descripción de la metodología

El diseño como actividad creativa obedece a un método lógico que nos permite ver el proyecto como un todo que engloba una serie de partes capaces de ser analizadas y resueltas una tras otra, de modo que al integrarlas mediante un proceso de ajuste entre cada una de ellas, resulte materializado el todo. Por ello,

para determinar la secuencia de las acciones y los procedimientos a realizar en el desarrollo de este proyecto se ha estructurado de acuerdo a la Metodología para el Desarrollo de un Proyecto de Diseño Industrial de Gerardo Rodríguez M⁶, una metodología, la cual ha sido adaptada para los fines de este proyecto (ver Fig. 1.1).

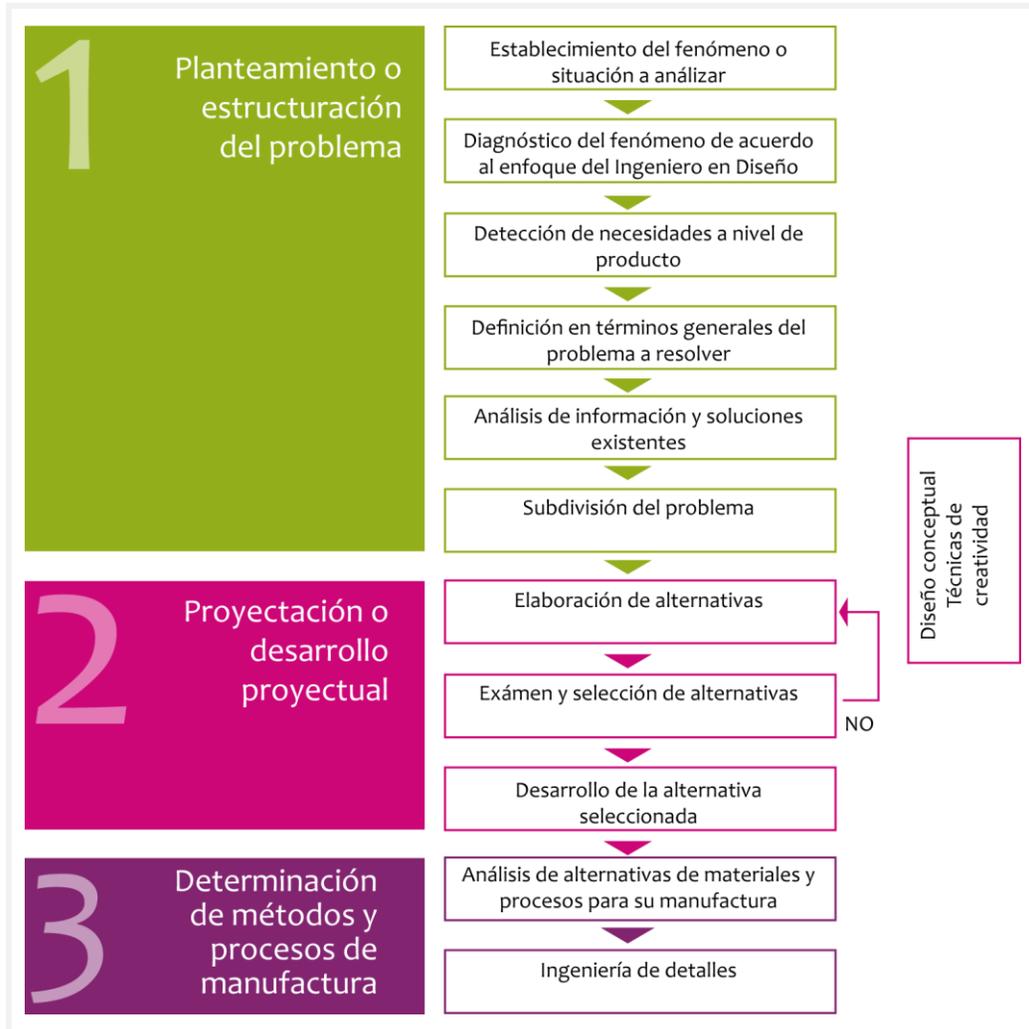


Fig. 1.1 Metodología.

La metodología se ha dividido en tres fases:

I. Planteamiento o estructuración del problema

I.I Establecimiento del fenómeno o situación a analizar.

Seleccionar un área o fenómeno para su estudio y análisis.

I.II Diagnóstico del fenómeno de acuerdo al enfoque del Ingeniero en Diseño.

Detectar y especificar las situaciones las cuales sean factibles solucionar con la intervención de la ingeniería en diseño.

6. Ítem 5. Pág. 91-103.

I.III Detección de necesidades a nivel de producto.

Listar las necesidades del producto según el análisis previo del área o fenómeno.

I.IV Definición en términos generales del problema a resolver.

Definir particularmente el producto por diseñar.

I.V Análisis de información y soluciones existentes.

Establecer las ventajas y desventajas del diseño de carcasa en función de los sistemas existentes, por medio de un análisis estructural, funcional y morfológico de los calentadores existentes en el mercado mexicano.

I.VI Subdivisión del problema.

Definir jerárquicamente el orden de acciones del problema a resolver.

II. Proyección o desarrollo proyectual**II.I Elaboración de alternativas.**

Establecer la “*dirección del diseño*”, generando un concepto para el diseño de la carcasa a partir de toda la información disponible y por medio de alguna técnica para el desarrollo de la creatividad. En base a dicho concepto se generará una serie de alternativas a través de bocetos para su posterior elección.

II.II Examen y selección de alternativas.

Evaluar las alternativas de diseño de carcasa en función de los requerimientos planteados, por medio de una matriz de evaluación. El objetivo de esta etapa es el de seleccionar la propuesta más acorde a las limitaciones y objetivos marcados.

II.III Desarrollo de la alternativa seleccionada

Presentar formalmente la alternativa de diseño de carcasa seleccionada. Desarrollo de la propuesta tridimensional por medio de algún software, precisando las dimensiones generales y específicas de cada uno de los elementos que la integran, así como la presentación de planos, despiece, cortes y detalles.

III. Determinación de métodos y procesos de manufactura**III.I Análisis de las alternativas de materiales y procesos para su manufactura.**

Proponer las alternativas de materiales que se pueden utilizar para la manufactura de la propuesta seleccionada.

III.II Ingeniería de detalles.

Determinar las especificaciones técnicas del concepto desarrollado: proponiendo los procesos de manufactura, así como los acabados superficiales.

1.5 Delimitaciones

Este proyecto se enfoca al diseño y construcción de una carcasa para un calentador de agua doméstico con la finalidad de proveerle protección térmica y estética. La construcción de la carcasa se llevó a cabo con la maquinaria y equipo con que cuenta el taller de metalmecánica de la Universidad Tecnológica de la Mixteca, por lo que el diseño y los procesos de manufactura se vieron limitados a los recursos disponibles para su elaboración. Se realizaron también los análisis de los procesos de manufactura de las partes que integran la carcasa, propuesta de materiales, planos de ensamble y detalles, y se determinaron las especificaciones técnicas del proceso de manufactura.

1.6 Marco Teórico

Un calentador de agua es un aparato o equipo que está diseñado para calentar agua por encima de la temperatura ambiente. Cuenta con una cámara de combustión, un intercambiador de calor, un quemador y un piloto. Utiliza como combustible gas L.P. o gas natural, y puede tener un control de temperatura automático (termostato), semiautomático (válvula) o de presión, con o sin aislamiento térmico.

La Norma Oficial Mexicana NOM-003-ENER-2000⁷ define como calentador doméstico a aquel calentador cuya carga térmica máxima es de 35 kw. Clasificándolos de acuerdo a su funcionamiento de la siguiente manera:

- Calentador de agua tipo almacenamiento.
- Calentador de agua de paso de rápida recuperación.
- Calentador de agua tipo instantáneo.

Sin embargo, además de estos, ha sido desarrollado un nuevo sistema para calentar agua, que se ha denominado calentador de placas.

1.6.1 Calentador de agua doméstico compacto por placas de alta eficiencia

Este calentador está basado en un sistema de placas, el cual funciona transfiriendo calor de manera permanente en el fluido que circula en el interior de cada celda. El

7. Norma Oficial Mexicana. NOM-003-ENER-2000, Eficiencia térmica de calentadores de agua para uso doméstico y comercial. Límites, método de prueba y etiquetado.

dispositivo de intercambio de calor consiste en un arreglo de placas agrupadas paralelamente y de manera vertical sobre un quemador, que transfiere calor a las placas y estas a su vez al fluido.

De acuerdo con R. Carro López, A. J. Mendoza Jasso y V. M. Cruz Martínez⁸ creadores del calentador de agua doméstico de alta eficiencia basado en placas, este sistema tiene como ventajas principales:

- Menor tamaño para la misma capacidad de transferencia de calor.
- Requieren de menos mantenimiento
- Menos tiempo de recuperación desde la temperatura de arranque hasta la temperatura de operación.

1.6.2 Estructura interna del calentador de agua doméstico de alta eficiencia.

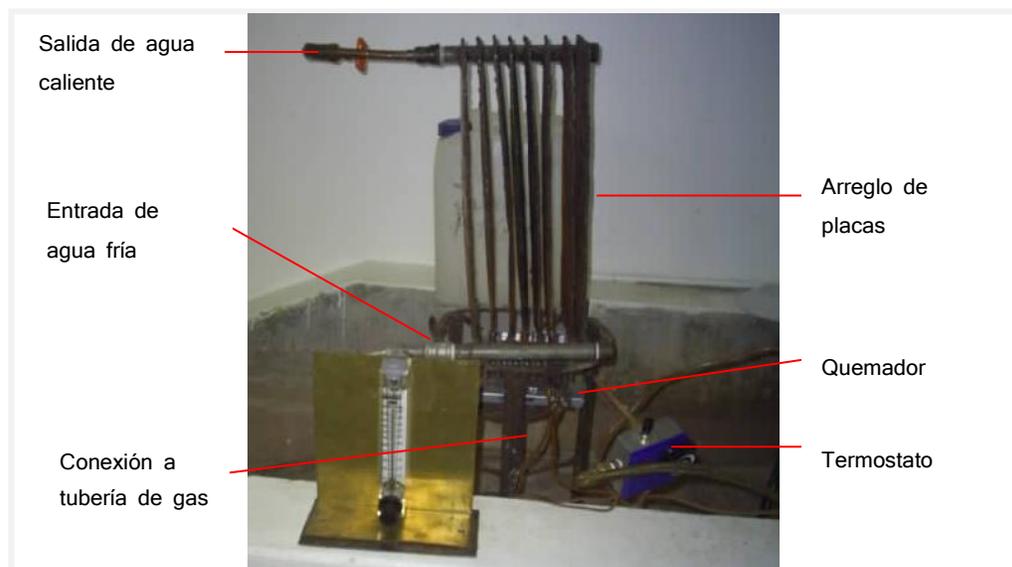


Fig. 1.2 Calentador de agua doméstico compacto por placas.

Como se observa en la Fig. 1.2, el prototipo del calentador de agua doméstico compacto por placas de alta eficiencia consta de una entrada de agua fría en la parte inferior, la cual está conectada directamente a las placas, que a su vez se unen a la entrada de agua caliente en la parte superior; se observa también en la parte inferior el quemador y el regulador de temperatura.

8. Ítem 1

1.6.3 Estructura externa de un calentador de agua doméstico convencional

Los componentes estructurales externos de un calentador de agua doméstico convencional se observan en la siguiente figura (consultar Fig. 1.3):



Fig. 1.3 Estructura externa de un calentador de agua doméstico convencional.

a) Tiro

El tiro es un tubo por medio del cual se expulsan los humos generados por la combustión.

b) Conectores flexibles de cobre

Su función principal es evitar la corrosión separando los metales y el agua.

c) Difusor

Los difusores recogen los humos del tubo de salida para mandarlos afuera por el tiro.

d) Válvula de alivio

La válvula de alivio libera automáticamente el aire de una tubería sin pérdida de agua.

e) Etiqueta

Los calentadores objeto de la Norma NOM-020-SEDG-2000⁹ que se comercialicen en los Estados Unidos Mexicanos deben llevar una etiqueta que proporcione a los usuarios una relación de la energía térmica que consume este producto, con la cual se pueda comparar con otros de su misma carga térmica, funcionamiento y capacidad.

- Permanencia.

La etiqueta debe ir adherida o colocada en el producto ya sea por medio de un engomado, o en su defecto por medio de un cordón, en cuyo caso, la etiqueta debe tener la rigidez suficiente para que no se flexione por su propio peso. En cualquiera de los casos no debe removerse del producto hasta después de que éste haya sido adquirido por el consumidor final.

- Ubicación.

La etiqueta debe estar ubicada en un área de exhibición del producto visible al consumidor.

- Información.

La etiqueta de eficiencia térmica de calentadores debe contener la información, que se lista a continuación, en fuente tipo Arial o Helvética:

- La leyenda "EFICIENCIA ENERGETICA ", en tipo negrita.
- La leyenda "Eficiencia Térmica", en tipo normal.
- La leyenda "Determinado como se establece en la NOM 003-ENER-2000", en tipo normal.
- La leyenda "Marca(s):" seguida del nombre y/o marca(s) registrada(s) del fabricante, en tipo normal.
- La leyenda "Modelo(s):" seguida del modelo(s) del calentador, en tipo normal.
- La leyenda "Carga Térmica:" seguida de la carga térmica, según en tipo normal.
- La leyenda "Funcionamiento", en tipo normal.
- La leyenda "Capacidad" seguida de la capacidad de los calentadores, en tipo normal.
- La leyenda "Eficiencia Térmica Mínima (%)", en tipo normal, seguida del límite de la eficiencia térmica mínima que corresponde al calentador, en tipo negrita.
- La leyenda "Eficiencia Térmica del Producto (%)", en tipo normal, seguida de la Eficiencia del Calentador de agua para uso doméstico o comercial, determinado por la presente Norma, en tipo negrita.
- La leyenda "Compare la eficiencia térmica de este equipo con otros similares antes de comprar", en tipo negrita.

9. Ítem 7

- La leyenda "Ahorro de energía" colocada de manera horizontal, en tipo negrita.

- Una barra horizontal de $8\text{ cm} \pm 0,5\text{ cm}$ de tonos crecientes, del claro hasta el negro, indicando el por ciento de ahorro de energía, del 0% al 50%.

Abajo de la barra en 0% debe colocarse la leyenda "menor ahorro", en tipo negrita y abajo de la barra en 50% debe colocarse la leyenda "mayor ahorro", en tipo negrita.

- La leyenda "Ahorro de energía de este producto", en tipo normal.

- Una flecha con el porcentaje de ahorro de energía que tiene el calentador de agua, obtenido con el siguiente cálculo, en negrita:

Ahorro de energía = Eficiencia térmica del producto - Eficiencia térmica mínima

Esta flecha debe colocarse de tal manera que coincidan su punta y los tonos de la barra que descritos en los puntos anteriores en el punto en que el ahorro de energía se represente gráficamente.

- La leyenda "IMPORTANTE:", en tipo negrita, la leyenda "El sustento de la eficiencia térmica efectiva del producto dependerá de la calidad del gas combustible, el mantenimiento preventivo y localización del producto", en tipo normal.

- La leyenda "La etiqueta no debe retirarse del producto hasta que haya sido adquirido por el consumidor final", en tipo normal.

- Dimensiones.

Las dimensiones de la etiqueta son las siguientes:

Alto $14,0\text{ cm} \pm 1\text{ cm}$

Ancho $10,0\text{ cm} \pm 1\text{ cm}$

- Distribución de la información y colores.

La información debe distribuirse como se muestra en la figura 1.4 de la siguiente página, que presenta un ejemplo de etiqueta.

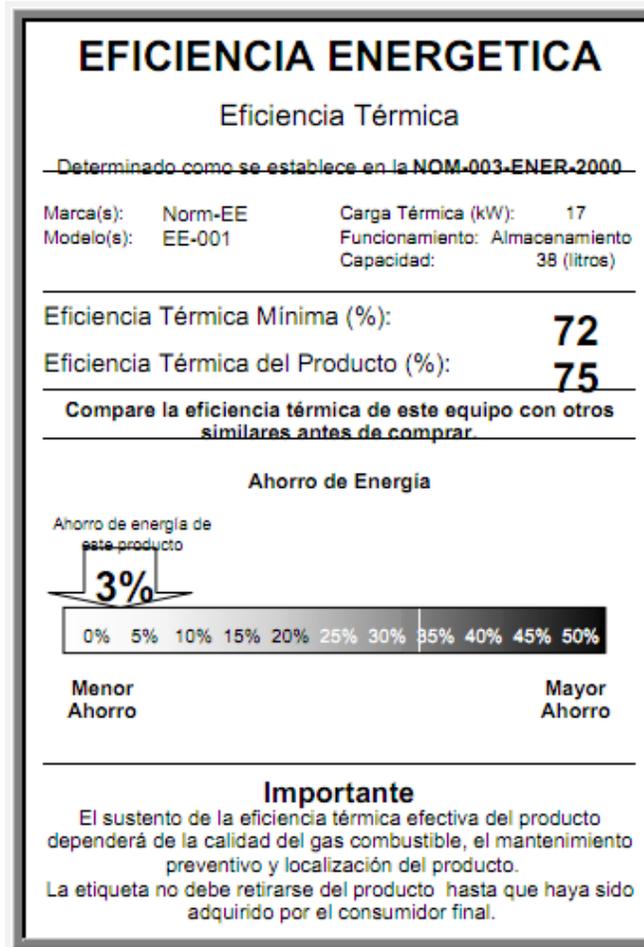


Fig. 1.4 Ejemplo de distribución de la información de la etiqueta de calentador de agua para uso doméstico o comercial.

- Distribución de los colores:

Toda la información descrita, así como las líneas y contorno de la flecha debe ser de color negro.

- El contorno de la etiqueta debe ser sombreado.
- El resto de la etiqueta debe ser de color amarillo.

f) Carcasa

Convencionalmente la construcción de un calentador de agua doméstico, dependiendo del mecanismo de calefacción que utilicen, cuentan con un tanque de almacenamiento de agua en su interior en el cual se almacena el agua a calentar. Este mecanismo de calefacción es fabricado generalmente de metal, y además de éste cuentan con otra estructura de metal de apariencia externa que le provee de una forma protectora: la carcasa. El tanque por lo regular está fabricado con un metal de grueso calibre y la forma externa o carcasa se fabrica con una hoja de metal de calibre más ligero.

En la actualidad la forma de la carcasa y del tanque de almacenamiento de los calentadores de agua suele ser cilíndrica y en ocasiones cuadrada (ver Fig. 1.5).



Fig. 1.5 Calentador de agua cuadrado y cilíndrico.

La forma de la envolvente corresponde generalmente a la configuración de los componentes del sistema de calefacción utilizado. En el caso de los calentadores de agua tipo almacenamiento, esta debe corresponder en igualdad de forma a la del tanque de almacenamiento, pues deben estar ordenados concéntricamente el uno al otro de tal manera que el tamaño de la carcasa debe ser mayor que el diámetro o longitud mayor de la forma del tanque del calentador, logrando que quede un espacio anular o cuadrado entre ellos según corresponda para permitir el aislamiento entre materiales de tal manera que pueda ser colocado en ese espacio un aislador térmico alrededor del tanque. El material de aislamiento puede ser: fibra de vidrio, espuma de poliuretano o una combinación de una capa aislante con espuma en su lugar¹⁰.

g) Banda de terremoto

Los terremotos pueden hacer que los calentadores de agua mal asegurados se tambaleen o lleguen a caerse. Para evitarlo, se debe sujetar a la pared por medio de una banda de terremoto; la cual tiene como función proteger al calentador en caso de caer, pues si esto sucede se puede romper la línea de gas y provocar accidentes.

h) Válvula de drenado

Se utilizan para permitir la salida de los sedimentos o partículas sólidas contenidas en el agua, para evitar su acumulación en el depósito.

10. Tomas E. Nelson, *Weather Heater and Method of Fabrication Same*, United State Patent, 1989 [en línea], URL <http://www.freepatentsonline.com/4865014.html>.

i) Regulador de temperatura

Todos los calentadores cuentan con un regulador que indica generalmente en grados la temperatura del agua.

j) Puerta de cámara de combustión

La puerta de cámara de combustión es un elemento auxiliar que nos permite ver el comportamiento de la flama para saber si el calentador está funcionando correctamente, se coloca generalmente en la parte inferior del calentador.

Como se puede observar, el diseño de la carcasa para un calentador de agua contempla no solo la determinación de la forma y materiales, sino también la ubicación de otros elementos necesarios para su correcto funcionamiento como lo son los antes mencionados.

CAPÍTULO 2

“El diseño es un plan para organizar los elementos de manera tal de lograr mejoras para un propósito en particular”

Charles Eames.

2. Proceso Metodológico de Diseño

En este capítulo se ejecuta la metodología descrita anteriormente. Se presentan los procedimientos específicos y las técnicas que se llevaron a cabo para llegar a un resultado óptimo.

2.1 Establecimiento del fenómeno a analizar.

Determinación del diseño de la carcasa para el prototipo funcional de un calentador de agua doméstico compacto de alta eficiencia.

2.2 Diagnóstico del fenómeno de acuerdo al enfoque del Ingeniero en Diseño.

El ingeniero en diseño es el profesionalista entrenado en el desarrollo de nuevos objetos, en la distribución de espacios y en la creación de un lenguaje visual que demanda una sociedad en constante evolución. Cuando la función del ingeniero en diseño es materializar un objeto necesariamente debe relacionarse con los medios de producción del mismo y la razón de ser funcional del propio objeto. Por lo tanto debe añadir a su trabajo las condicionantes relativas a la función, el uso, los materiales disponibles, los medios que se utilizarán en la producción y la estructura adecuada para hacer un objeto resistente a las condiciones ambientales que lo rodearán.

El siguiente diagrama (ver Fig. 2.1), especifica las acciones que son factibles de solucionar en el diseño de la carcasa para el prototipo funcional de un calentador de agua con la intervención de la ingeniería en diseño.

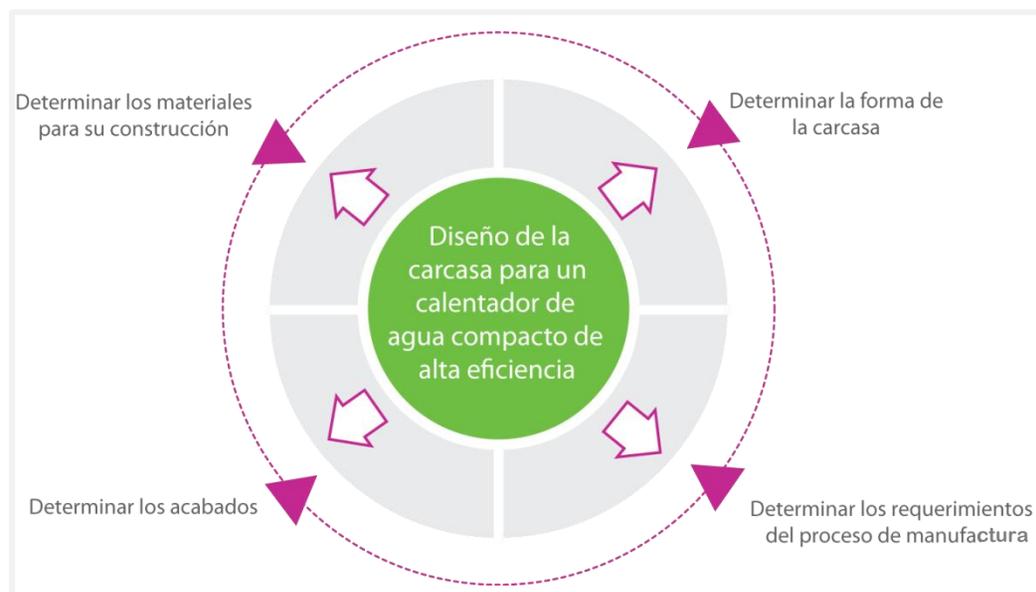


Fig. 2.1 Acciones factibles de solucionar con la intervención de la Ingeniería en Diseño.

2.3 Detección de necesidades a nivel de producto.

- De acuerdo a la forma del intercambiador de calor se propone la geometría de la carcasa.
- La carcasa proporciona aislamiento térmico entre el medio ambiente y los gases de combustión para mejorar la eficiencia, por lo que deben analizarse los posibles materiales que proporcionen este aislamiento.

El diseño de la carcasa debe contemplar la ubicación de los siguientes elementos internos que forman parte del intercambiador de calor (ver tabla 1), de acuerdo con lo descrito en el apartado 1.6.2 en la página. 7.

Tabla 1. Tabla de elementos internos que forman parte del intercambiador de calor.

No.	Descripción
1.	Entrada tubo de agua fría.
2.	Salida tubo de agua caliente.
3.	Ubicación de termostato (Regulador de temperatura).
4.	Arreglo de placas (cuerpo de la carcasa).
5.	Conexión a tubería de gas.

2.4 Análisis de información y soluciones existentes

Se realizó una investigación con la finalidad de establecer las ventajas y desventajas en el diseño de la carcasa en función de los tres sistemas de calentamiento existentes.

2.4.1 Análisis estructural ¿con qué componentes cuenta el producto?

De las carcasas de los calentadores que encontramos actualmente en el mercado (consultar Fig. 2.2, de la página. siguiente) y conforme a lo descrito en el apartado 1.6.3 en la página 8, podemos determinar los siguientes elementos para la configuración externa del calentador:

Tabla 2. Tabla de elementos de la estructura externa del calentador.

No.	Descripción
1.	Difusor de gases producto de la combustión.
2.	Tapa superior.
3.	Envolvente o cuerpo de la carcasa.
4.	Puerta de cámara de combustión.
5.	Tapa inferior.
6.	Banda de terremoto

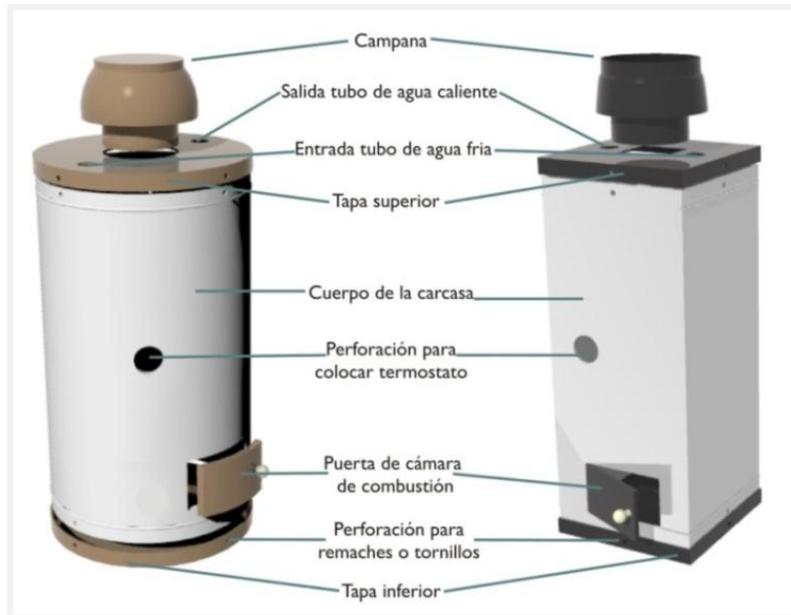


Fig. 2.2 Estructura de una carcasa.

2.4.2 Análisis funcional ¿Cómo se relacionan el producto y el intercambiador de calor?

La carcasa tiene como función proteger el sistema de calentamiento, contribuyendo a disminuir la pérdida de calor y evitando riesgos de accidente para el usuario.

2.4.3 Análisis de uso ¿Cómo es la interrelación entre el producto y el usuario?

La ubicación del termostato y puerta de cámara de combustión indican el frente del producto, por lo que el usuario al identificarlos solo debe abrir la puerta de la cámara de combustión, encender el cerillo colocarlo dentro de la cámara y girar la perilla para encender el calentador. Es importante en este caso definir el tipo de puerta para la cámara de combustión con el propósito de proponer la dirección de abatimiento más adecuado para el usuario.

En la figura 2.3 podemos observar las tres posibilidades en la dirección de abatimiento para colocar la puerta.



Fig. 2.3 Posibles direcciones de abatimiento para la puerta de la cámara de combustión.

Como se observa en la figura anterior el uso de una puerta abatible a la derecha es ideal para un usuario diestro, pues la disposición del sentido de abatimiento esta en dirección de la mano con la que tiene más habilidad por lo tanto es muy probable que utilice esta mano para realizar la actividad de abrir la puerta ya que le resulta más cómodo. En el caso contrario la puerta abatible a la izquierda resultará más conveniente para una persona con mayor destreza en la mano izquierda. La tercera opción en cambio con un sentido de abatimiento hacia abajo es correcta para ambos usuarios, ya que podrán realizar la actividad eficazmente con la mano que más les ajuste.

2.4.4 Análisis morfológico ¿Cuáles son las relaciones estético-formales existentes en el producto?



Fig. 2.4 Calentadores.

Después de observar los calentadores de agua que ofrecen las empresas de principal participación en el mercado nacional (fig. 2.4.1) es posible determinar que presentan:

- Dos formas básicas en el diseño de los calentadores de agua en México: el cilindro y el prisma rectangular, formas geométricas que presentan equilibrio, simetría y volumen.
- Máximo 2 colores, generalmente de la misma gamma, en la composición estética del producto. Principalmente negro, gris, marrón, beige y blanco.
- Elementos gráficos sobresalientes: logotipo del fabricante y etiqueta del producto.

2.4.5 Análisis de mercado ¿Cuál es la demanda del producto?

El calentador de agua doméstico es un producto de especial importancia en el hogar, ya que provee de agua caliente para el aseo personal, por lo que la mayoría de las viviendas que tienen agua potable cuentan con un calentador de agua.

Debido al dinámico crecimiento de la población y la situación económica de las familias en México, en las últimas décadas se ha promovido la planeación y creación de unidades habitacionales de interés social. Existen varias empresas dedicadas a la construcción de éste tipo de viviendas, las cuales ya consideran la

instalación del calentador de agua en la vivienda y adquieren considerables cantidades de calentadores con las empresas que los comercializan.

Se espera que los gobiernos promuevan la planeación y creación de nuevas unidades habitacionales de interés social. De acuerdo con información publicada por la Dirección Sectorial Empresarial del Infonavit, “México requerirá en los próximos años 5.5 millones de viviendas”¹¹. Desde esta perspectiva se puede observar la presencia de un mercado potencial para este producto, constituido por las familias que habitarán esas viviendas.

En la ciudad de Huajuapán de León, Oaxaca existen dos unidades habitacionales del sistema Infonavit y Fovissste, de las cuales la segunda es una unidad aun en crecimiento, pues hasta la fecha se han concluido dos secciones más de viviendas. Una encuesta realizada en estas unidades (consultar Anexos A y B) determinó que de un total de 40 viviendas encuestadas el 100% de éstas fueron entregadas con calentador de agua, de los cuales el 64% está aun en funcionamiento y el 36% restante coinciden en que debido al paso del tiempo estos calentadores ya no funcionan. El 90% de los encuestados manifestó su interés en cambiar su calentador de agua por uno que consuma menos gas. Se observó también que el usuario no presta especial atención al aspecto visual del calentador durante la compra, sino que la decisión de compra está basada principalmente en el costo del producto, la eficiencia y seguridad que le proporciona. Sin embargo manifestaron que no les agrada mucho el aspecto visual de su calentador y consideran que alguna modificación en los atributos visuales del mismo, como forma, dimensiones o colores, contribuiría a mejorar el aspecto visual de su vivienda. La investigación realizada arrojó también que los usuarios solo cambian su calentador de agua cuando éste ya no funciona. El tiempo de vida promedio de estos es de 10 años¹².

Lo anterior nos permite plantear la presencia de un mercado regional potencial, constituido no solo por las personas que habitarán las viviendas próximas a construirse, sino de igual manera por las familias que habitan las unidades habitacionales existentes, cuyas viviendas cuentan con calentadores de agua ahora inservibles.

2.5 Especificaciones de diseño

De acuerdo con el análisis efectuado en el apartado anterior y las características del sistema de calentamiento se determinaron las especificaciones para el diseño de la carcasa.

11. Infonavit DSE, *Tres datos importantes para el futuro*, 2006 [en línea], URL: http://www.infonavit.gob.mx/empresario/canal_emp/sintesis/060911.pdf

12. CALO-MIX, Estudio de Pre factibilidad, Universidad Tecnológica de la Mixteca, Carretera a Aclatlíma Km. 2.5, pág. 8.

1. Tabla de dimensiones

La carcasa debe diseñarse tomando en cuenta las siguientes dimensiones del sistema de calentamiento.

Tabla 3. Tabla de dimensiones.

Descripción	Dimensión
Anchura total del sistema	25cm
Longitud total del sistema	30cm
Altura total del sistema	65cm
Altura del quemador	9cm
Peso total del sistema	38 kg

2. Vida de servicio

El diseño del producto deberá garantizar una vida útil en todos sus componentes de 10 años. La selección de materiales estará condicionada por esta especificación.

3. Mantenimiento

Por la naturaleza del producto quedará expuesto a la intemperie, por lo que se procurará un mantenimiento mínimo.

4. Costo del producto

El costo de un producto es a menudo la consideración única de importancia para la capacidad de mercadeo de un producto y en general para la satisfacción del cliente en relación con el mismo. El diseño de la carcasa debe hacer que el producto sea tan simple como sea posible en su manufactura, para evitar un elevado costo de producción que significaría un elevado costo de venta del producto, por lo tanto en el cálculo del costo de manufactura por unidad deberán considerarse los siguientes criterios:

- Tiempo aproximado de manufactura.
- Cantidad de maquinaria necesaria para su manufactura.
- Cantidad de material.
- Cantidad de remaches.
- Número de piezas.

5. Medios de producción

Los medios de producción necesarios para la fabricación del producto corresponden a la maquinaria disponible en el taller de metalmecánica de la Universidad Tecnológica de la Mixteca.

6. Tamaño

Se acogerá en todas sus dimensiones a las especificadas anteriormente en la Tabla de dimensiones (Tabla 3).

7. Peso

El peso de la carcasa estará determinado por el tipo de material a utilizar.

8. Estética y acabado

La estética del producto, así como el acabado estarán determinados por los materiales y las posibilidades técnicas de estos para configurar y dar forma a los elementos de la carcasa, procurando lograr una armonía y apariencia agradable a la vista.

9. Materiales

- **Resistencia:** Debe considerarse durante el diseño de la geometría de la carcasa que el material a utilizar debe mantener su rigidez al estar expuesto a temperaturas altas (hasta 150° C). Así como ser resistente a la corrosión y oxidación.
- **Unión:** Tomar en cuenta al elegir el sistema de sujeción que se empleará para integrar las partes que conformarán la carcasa; las dimensiones de esta, el costo, la facilidad de mantenimiento y su efecto visual.
- **Estructura:** Debe considerarse que la carcasa servirá como estructura de soporte del sistema de calentamiento, por lo que debe brindarle estabilidad.

10. Normativa

En el diseño de la carcasa únicamente debe considerarse lo establecido en la “Norma Oficial Mexicana NOM-03-ENER-2000, Eficiencia térmica de calentadores de agua para uso doméstico y comercial. Límites, método de prueba y etiquetado”, referente a los requisitos mínimos para información al público sobre los valores de eficiencia térmica de estos aparatos.

11. Seguridad

El producto por su naturaleza representa un factor de riesgo en el hogar, pues se calienta a elevadas temperaturas y por estar conectado a la corriente de suministro de gas debe sujetarse de forma adecuada a la pared para evitar que se caiga. En el análisis estructural de las carcasas (apartado 2.4.1), se listaron los componentes con que cuenta el producto que se ofrece en el mercado nacional. Sin embargo en la fig. 1.3 de la página 18 se puede observar que un elemento importante que debe tomarse en cuenta en el diseño de la carcasa de un calentador de agua es la banda

de terremoto; debido a la importancia en el nivel de seguridad que brinda al usuario al evitar la caída del calentador en caso de sismos evitando accidentes mayores.

CAPÍTULO 3

“El proceso de diseño es, en el mejor de los casos, integrar las aspiraciones del arte, la ciencia y la cultura.”

Jeff Smith

3. Diseño preliminar de la Carcasa

3.1 Definición del concepto guía

De acuerdo con los requerimientos obtenidos en el capítulo anterior y por la naturaleza del producto a diseñar podemos resumir que el usuario no presta especial atención al aspecto visual del calentador durante la compra, sin embargo la decisión de ésta se basa principalmente en el costo del producto, la eficiencia y seguridad que le proporciona, a pesar de ello una mejora en el aspecto visual del calentador sería un plus que pudiera complementar su decisión de compra.

En base a lo anteriormente citado y las especificaciones de diseño señaladas en el apartado 2.5, se desea que la carcasa sea estética y que proporcione una sensación de seguridad al usuario a un bajo costo. De esto se desprende el siguiente concepto.

“Calentador de agua doméstico que inspira seguridad al usuario”

La confianza del usuario hacia el producto se logra principalmente por la eficiencia del mecanismo de calentamiento, sin embargo se puede ver reforzada de manera visual por medio de la integración de un cinturón de seguridad que envuelva a la carcasa y la fije al paramento vertical del cual se soporte.

3.2 Elaboración de alternativas

Bajo el concepto antes citado y basados en las especificaciones de diseño para el producto, en esta etapa se desarrollaron 6 alternativas de diseño para la carcasa del calentador y se llevó a cabo mediante el uso del ordenador, para proporcionar una mejor visualización, definición y construcción de las propuestas. A continuación se presentan las propuestas de diseño para la carcasa del calentador:

ALTERNATIVA • 1

La alternativa #1 (ver Fig. 3.1) es una carcasa constituida por una base rectangular combinada con una superficie curva en forma de “S” que es una combinación de dos curvas relativamente rápidas y cercanas, una de ellas hacia la izquierda y la otra hacia la derecha. Compuesta por 7 piezas desarrolladas en lámina de acero al carbono calibre 24, por medio de corte, dobleces y rolado de lámina, requiere del diseño de troqueles de embutido para las tapas. Se debe poner especial atención en el rolado de la lámina, para garantizar la correspondencia al momento de ensamblar con las otras piezas. Acabados de metal esmaltado porcelanizado en color blanco y naranja.

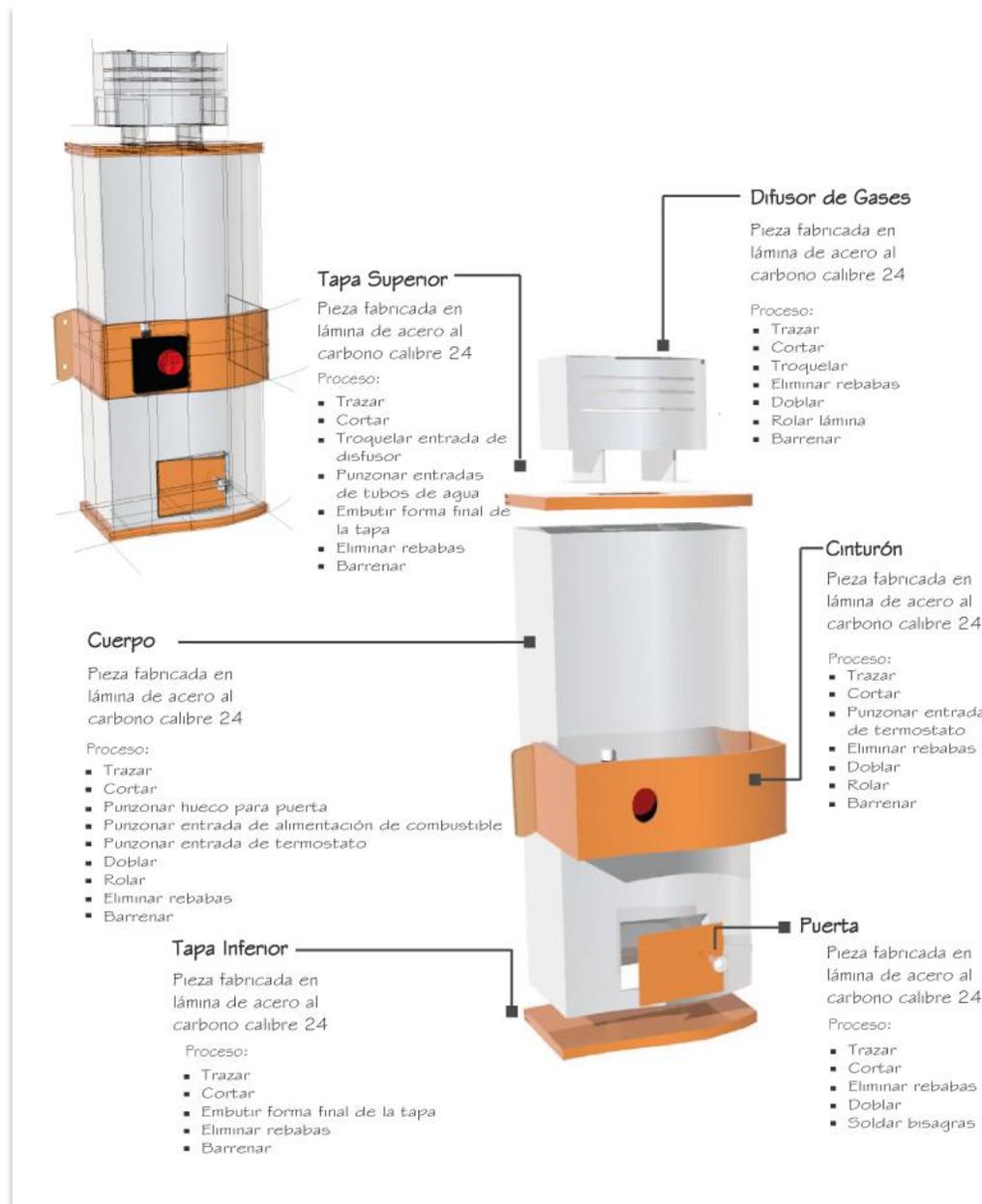


Fig. 3.1 Alternativa de diseño 1

ALTERNATIVA •2

La alternativa #2 (ver Fig. 3.2) es una carcasa constituida por una base rectangular rematada por una superficie curva en la parte frontal. Compuesta por 7 piezas desarrolladas en lámina de acero al carbono calibre 24, por medio de corte, dobleces y rolado de lámina, requiere del diseño de troqueles de embutido para las tapas. Se debe poner especial atención en el rolado de la lámina, para garantizar la correspondencia al momento de ensamblar con las otras piezas. Acabados de metal esmaltado porcelanizado en color blanco y verde.

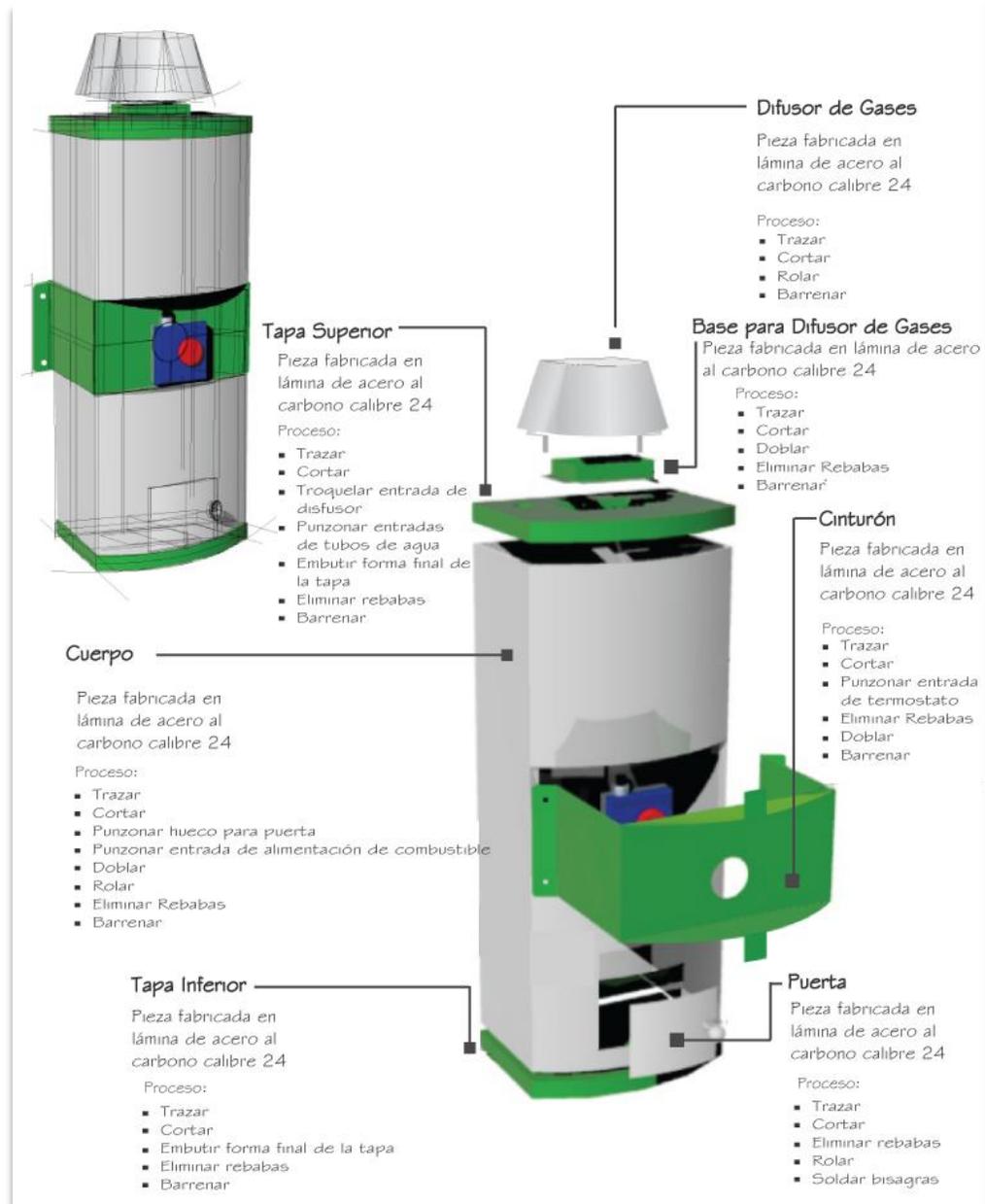


Fig. 3.2 Alternativa de diseño 2

ALTERNATIVA #3

La alternativa #3 (Ver fig. 3.3) es una carcasa constituida por superficies planas que forman un polígono convexo que envuelve al sistema de calentamiento. Compuesta por 6 piezas desarrolladas en lámina de acero al carbono calibre 24, por medio de corte y dobleces de lámina, requiere del diseño de troqueles de embutido para las tapas. Acabados de metal esmaltado porcelanizado en color blanco y azul marino.

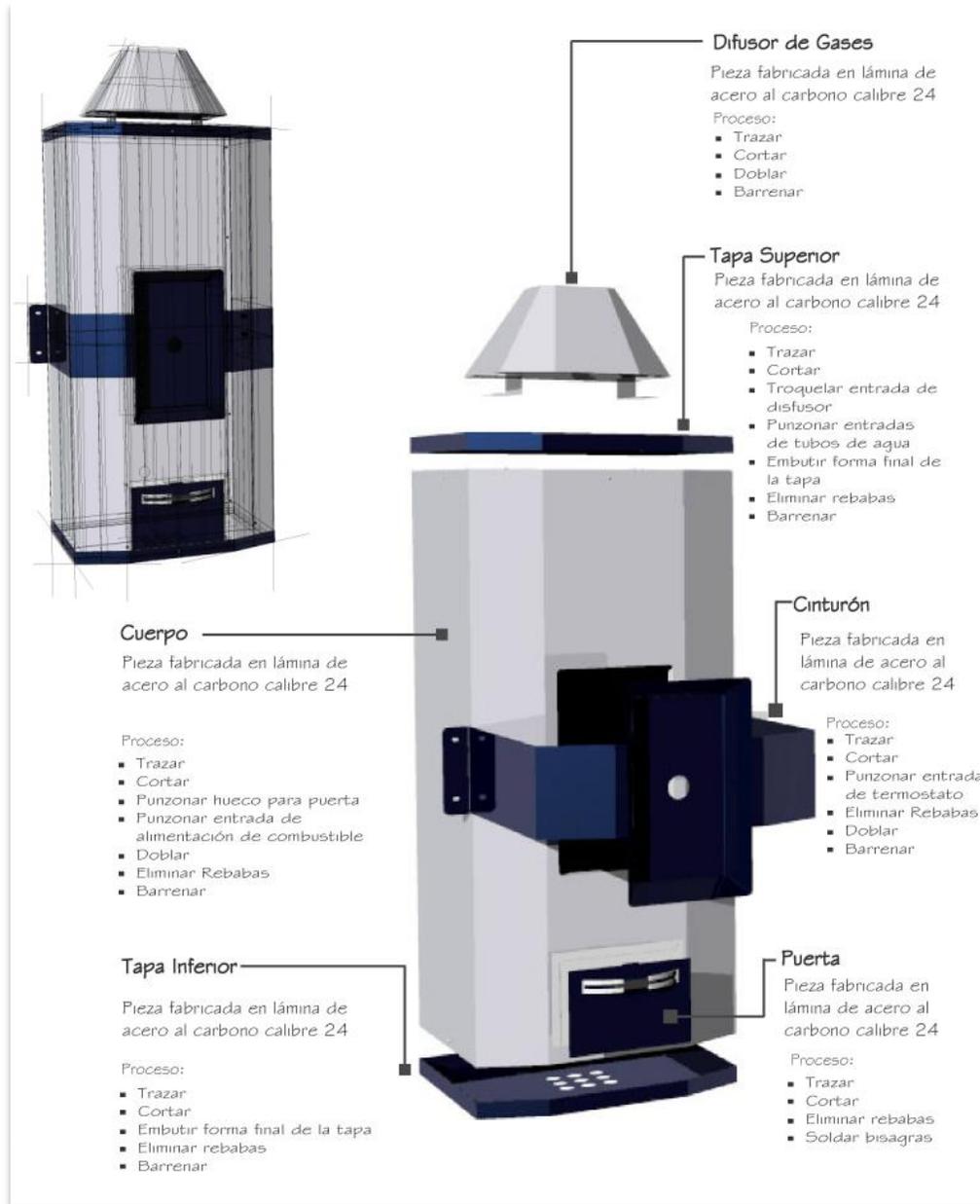


Fig. 3.3 Alternativa de diseño 3

La alternativa #4 (ver Fig. 3.4) es una carcasa constituida por superficies planas y curvas. Compuesta por 8 piezas desarrolladas en lámina de acero al carbono calibre 24, por medio de corte, dobleces y rolado de lámina, requiere del diseño de troqueles de embutido para las tapas. Acabados de metal esmaltado porcelanizado en color blanco y azul aqua.

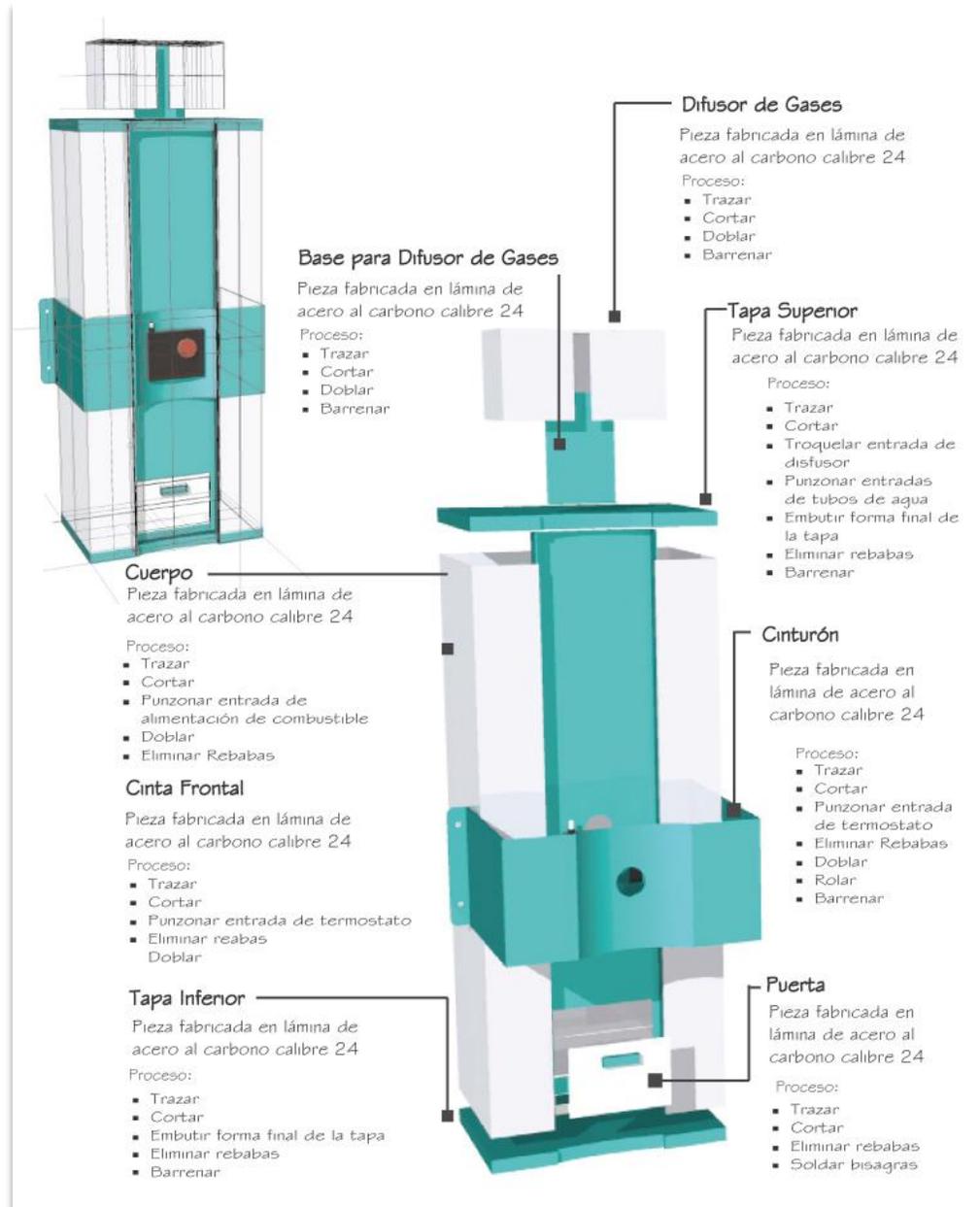


Fig. 3.4 Alternativa de diseño 4

ALTERNATIVA #5

La alternativa #5 (ver Fig. 3.5) es una carcasa constituida por superficies planas, que envuelve al sistema de calentamiento. Compuesta por 7 piezas desarrolladas en lámina de acero al carbono calibre 24, por medio de corte y dobleces de lámina, requiere del diseño de troqueles de embutido para las tapas. Acabados de metal esmaltado porcelanizado en color blanco y verde.

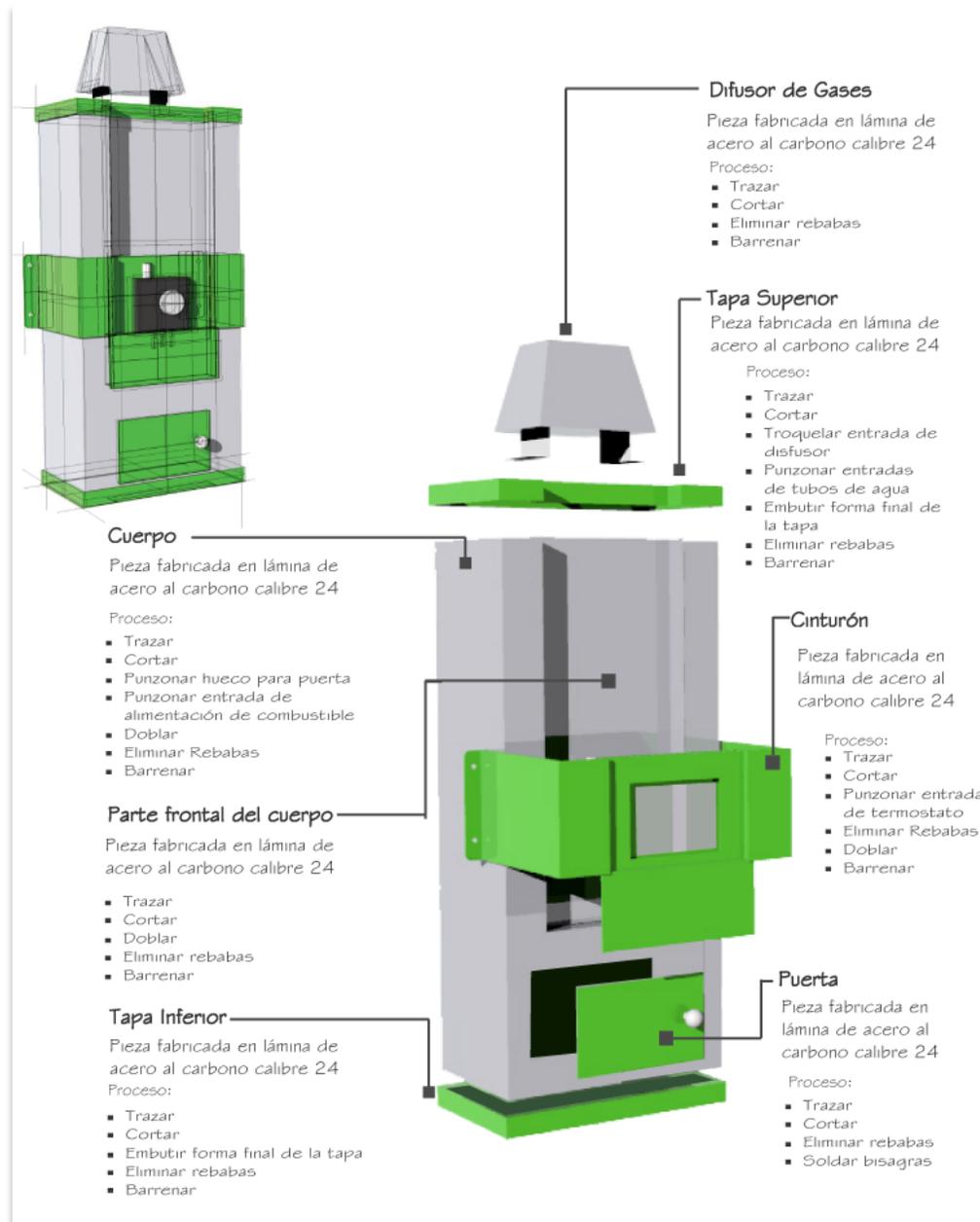


Fig. 3.5 Alternativa de diseño 5

La alternativa #6 (ver Fig. 3.6) es una carcasa de base rectangular con esquinas redondeadas en la cara frontal, constituida por superficies planas y curvas. Compuesta por 7 piezas desarrolladas en lámina de acero al carbono calibre 24, por medio de corte, dobles y rolado de lámina, requiere del diseño de troqueles de embutido para las tapas. Acabados de metal esmaltado porcelanizado en color blanco y rojo.

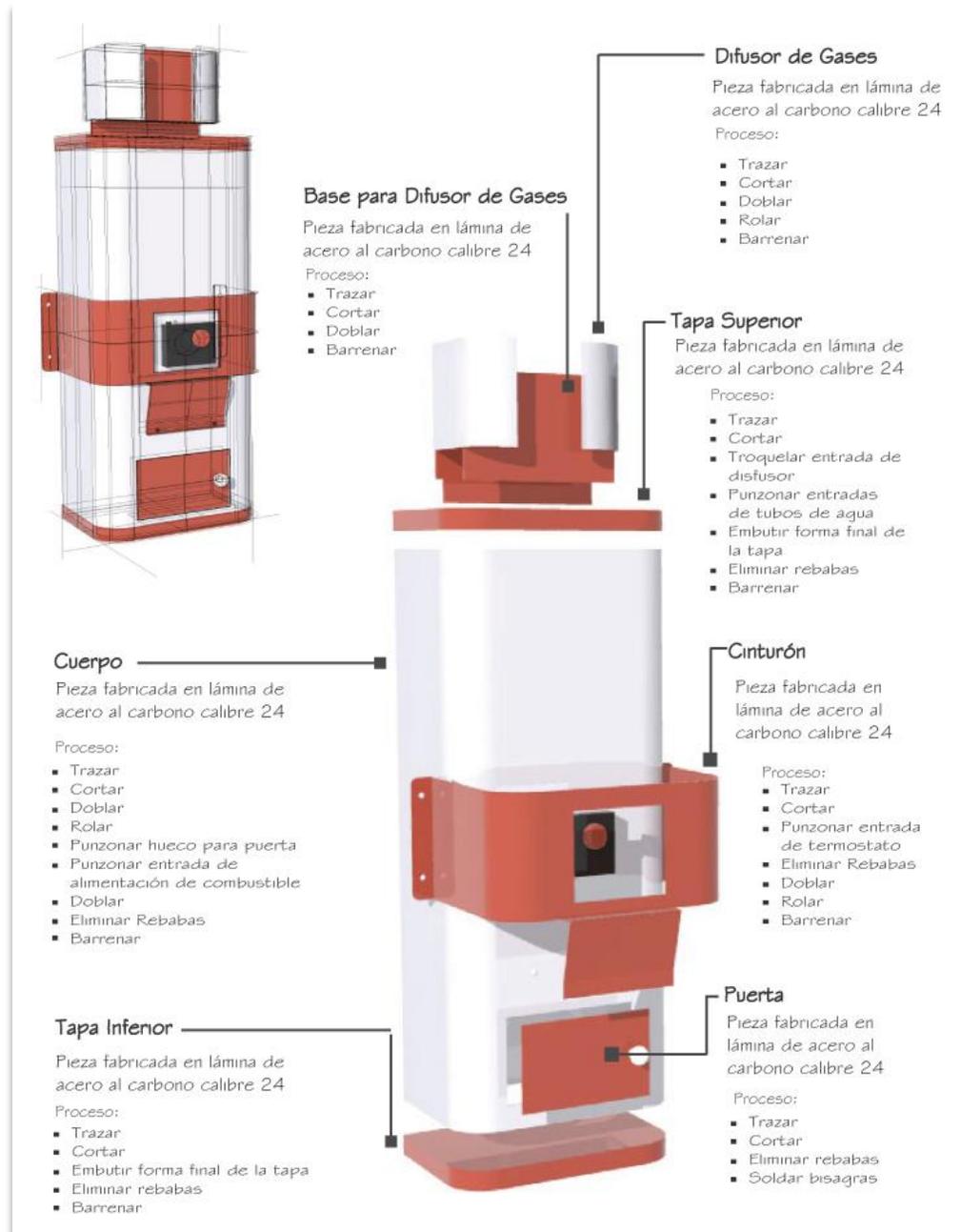


Fig. 3.6 Alternativa de diseño 6

3.3 Selección de las alternativas en base a los requerimientos

La selección de alternativas se llevó a cabo mediante la técnica cuantitativa de la **suma ponderada**¹³.

Se trata de una técnica basada en dotar a las alternativas y criterios de diferencias cuantificables, expresados en función de sus escalas. Para valorar los criterios es necesario realizar un análisis de los factores de entorno que inciden y de algún modo condicionan el proceso.

1. Selección de los criterios a considerar. Se identifican los criterios que se utilizarán para evaluar las alternativas, de acuerdo con los objetivos y metas planteados.
2. Ponderación de los criterios. Se determina el grado de importancia de los criterios a considerar, comparando cada criterio entre sí y determinando su mayor o menor importancia representándola con los números 1 y 0 respectivamente.
3. Valoración de las alternativas. Cada opción es evaluada según cada criterio.
4. Análisis de los resultados.

3.3.1 Selección de los criterios a considerar.

De acuerdo con las especificaciones de diseño descritas en el apartado 2.5 se realizó un análisis de los requerimientos establecidos y se agruparon para obtener los criterios de selección que se considerarán en la evaluación de la alternativa adecuada (ver Figura 3.7)

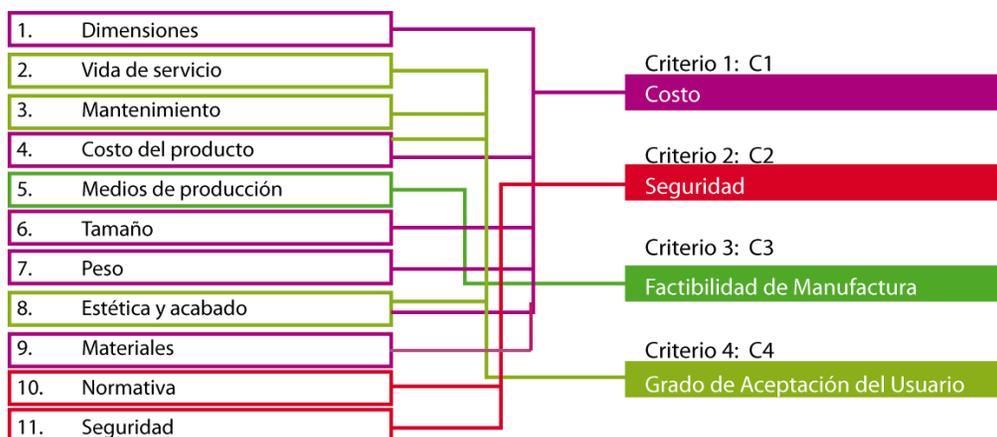


Fig. 3.7 Selección de los criterios en base a los requerimientos de diseño.

13. García M. Mónica, Cloquell B. Vicente, Gómez N. Tomás. *Metodología del Diseño Industrial*. Universidad Politécnica de Valencia. 2004. Pág 200-201.

3.3.2 Ponderación de los criterios.

Para determinar el grado de importancia de los criterios a considerar, se elaboró una matriz y se anotó en la primera columna de la izquierda los criterios básicos a evaluar que se definieron previamente para las alternativas de diseño. Se comparó cada criterio entre sí y se determinó su mayor o menor importancia representándola con los números 1 y 0 respectivamente. Enseguida se obtuvo el coeficiente de énfasis para cada parámetro dividiendo la suma de decisiones positivas (n) entre la suma total de las decisiones positivas de todos los parámetros (N). (Consultar tabla 4).

Tabla 4. Ponderación de los criterios de evaluación de las alternativas.

Criterios	Decisiones						n	Coeficiente de énfasis C(n/N)
	1	2	3	4	5	6		
Costo	0	1	1				2	0.333
Seguridad	1			1	1		3	0.500
Grado de aceptación por parte del usuario		0		0		0	0	0
Factibilidad de manufactura			0		0	1	1	0.166
						N=	6	1.00

De este modo el coeficiente de énfasis para los criterios de selección de las alternativas responderá al siguiente orden de importancia:

1. Seguridad.
2. Costo.
3. Factibilidad de manufactura.
4. Grado de aceptación por parte del usuario.

3.3.3 Valoración de las alternativas.

En una nueva matriz para cada criterio, se compararon las diferentes alternativas con respecto a cada criterio de selección y las decisiones se hicieron en términos de "1" y "0". Donde 1 representa una mayor importancia y 0 menor importancia. El número de decisiones positivas se suma (n) y se obtiene el "coeficiente de ponderación" para cada alternativa.

En las siguientes tablas (Ver tabla 5 a tabla 9) se exponen los resultados obtenidos en la evaluación de las alternativas para cada criterio.

La primera evaluación corresponde al criterio de “seguridad”, en este criterio la decisión de otorgar una mayor o menor calificación estuvo determinada por la mejor adaptación del cinturón de seguridad con respecto al diseño de la carcasa.

Tabla 5. Obtención del coeficiente de ponderación para cada alternativa con respecto al C1.

Parámetros	Alternativas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	n	Coeficiente de ponderación
SEGURIDAD	A1	0	0	1	0	0											1	0.066
	A2	1					0	1	0	0							2	0.133
	A3		1				1				1	1	1				5	0.333
	A4			0				0			0			0	0		0	0.000
	A5				1				1			0		1		1	4	0.266
	A6					1				1			0		1	0	3	0.2

La siguiente evaluación corresponde al criterio de “costo”, para llevar a cabo esta evaluación fue indispensable calcular el costo aproximado (Ver tabla 6) por unidad para cada alternativa por medio del análisis de factores como:

- cantidad de material,
- número de piezas,
- cantidad de remaches,
- cantidad de máquinas necesarias para su manufactura y
- tiempo aproximado de manufactura.

Los cuales permitieron deducir el costo por unidad (consultar anexo C), calculado bajo un lote de producción mensual de 540 calentadores, de acuerdo con el Estudio de pre-factibilidad desarrollado por la Universidad Tecnológica de la Mixteca.

Los resultados de la evaluación de este criterio se resumen en la tabla 7.

Tabla 6. Valores obtenidos para la evaluación de costo de las alternativas.

						
Cantidad de material (m ²)	1.75	2.00	1.7	2.12	2.1	1.94
Número de piezas	7	7	6	8	7	7
Cantidad de remaches	48	50	39	31	57	48
Tiempo aproximado de manufactura (hrs.)	3.21	2.69	2.5	2.35	2.25	3.07
Cantidad de maquinas necesarias para su manufactura	7	7	6	7	6	7
Costo aproximado por unidad *(\$)	319.62	316.18	279.78	304.02	252.21	329.51

Tabla 7. Obtención del coeficiente de ponderación para cada alternativa con respecto al C2.

Parámetros	Alternativas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	n	Coeficiente de ponderación
COSTO	A1	0	0	0	0	1											1	0.066
	A2	1					0	0	0	1							2	0.133
	A3		1				1				1	0	1				4	0.266
	A4			1				1			0			0	1		3	0.2
	A5				1				1			1		1		1	5	0.333
	A6					0				0			0		0	0	0	0

El tercer criterio corresponde a la “factibilidad de manufactura”, en la evaluación de este criterio se tomó en cuenta la disponibilidad de los medios de producción para la manufactura de las alternativas de diseño. Los resultados de esta evaluación se exponen en la tabla 8.

Tabla 8. Obtención del coeficiente de ponderación para cada alternativa con respecto al C3.

Parámetros	Alternativas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	n	Coeficiente de ponderación
FACTIBILIDAD DE MANUFACTURA	A1	0	0	0	0	0											0	0.000
	A2	1					0	0	0	0							1	0.066
	A3		1				1				1	1	1				5	0.333
	A4			1				1			0			0	1		3	0.2
	A5				1				1			0		1		1	4	0.266
	A6					1				1			0		0	0	2	0.133

El último criterio de evaluación es el “grado de aceptación del usuario”, en que la valoración de cada alternativa estuvo determinada por el valor estético de la misma de acuerdo a la opinión del usuario, los resultados que se muestran en la tabla 9 están basados en una encuesta realizada en las unidades de Infonavit y Fovissste a un total de 30 personas (El formato de encuesta, así como los resultados de la misma pueden consultarse en el Anexo D y E).

Tabla 9. Obtención del coeficiente de ponderación para cada alternativa con respecto al C4.

Parámetros	Alternativas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	n	Coeficiente de ponderación
GRADO DE ACEPTACIÓN	A1	1	0	1	1	1											4	0.266
	A2	0					0	0	1	0							1	0.066
	A3		1				1				1	1	1				5	0.333
	A4			0				1			0			1	1		3	0.2
	A5				0				0			0		0		0	0	0.000
	A6					0				1			0		0	1	2	0.133

3.3.4 Análisis de los Resultados

El paso final una vez evaluadas las alternativas con respecto a cada uno de los criterios es realizar la matriz de evaluación final (ver Tabla 10), se colocarán los Coeficientes de ponderación obtenidos en cada evaluación (C_{p_n}) y enseguida se obtendrá el Coeficiente de ponderación (C_{f_n}) correspondiente a la alternativa de acuerdo con el Coeficiente de énfasis del Criterio (C_e) correspondiente:

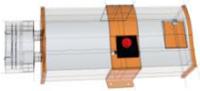
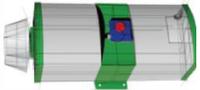
$$C_{f_n} = C_e * C_{p_n}$$

C_{f_n} =Evaluación final de la alternativa con respecto al criterio

C_e = Coeficiente de énfasis

C_{p_n} =Coeficiente de ponderación

Tabla 10. Matriz de evaluación final.

MÉTODO DE LA SUMA PONDERADA: SELECCIÓN DE UNA CARCASA PARA CALENTADOR DE AGUA	Coeficiente de énfasis del Criterio de Evaluación (C)													
	Cp ₁	Cf ₁	Cp ₂	Cf ₂	Cp ₃	Cf ₃	Cp ₄	Cf ₄	Cp ₅	Cf ₅	Cp ₆	Cf ₆		
C1= Seguridad	0.066	0.033	0.133	0.066	0.333	0.166	0.000	0.000	0.266	0.133	0.2	0.100		
C2= Costo de manufactura	0.066	0.021	0.133	0.044	0.266	0.088	0.2	0.066	0.333	0.110	0	0.000		
C3= Factibilidad de manufactura	0.000	0.000	0.066	0.010	0.333	0.055	0.2	0.033	0.266	0.044	0.133	0.022		
C4= Grado de aceptación del usuario	0.266	0.000	0.066	0.000	0.333	0.000	0.2	0.000	0.000	0.000	0.133	0.000		
$\square 1=Cf_1+Cf_2+\dots+Cf_n$ Donde $Cf_n=C * Cp_1$	0.054		0.120		0.309		0.099		0.287		0.122			
Orden	6		4		1		5		2		3			

3.3.5 Propuesta Seleccionada

Los resultados de la evaluación de las propuestas de diseño indican que el diseño que mejor cumple con los requerimientos es la propuesta número 3 (la cual se observa en la Fig. 3.8), ya que es la propuesta en la que mejor se integra el cinturón de seguridad en la configuración de la carcasa, y aunque fue superada por la alternativa 5 en cuanto al costo de manufactura es la propuesta que representa mayor factibilidad para ser construida con la maquinaria disponible, como puede observarse en la matriz de evaluación final de la tabla anterior.



Fig. 3.8 Carcasa seleccionada

CAPÍTULO 4

“Diseñar no es solo producir imágenes de un objeto, es dar respuestas a problemas completos de ingeniería.”

Marzal Alcaide, Más Diego, Ramírez Artacho.

4. Materiales y procesos de manufactura

Para el diseñador es mucho más importante disponer de datos de gran calidad que de imágenes de gran calidad. Es por ello que en esta etapa se hace indispensable el uso del ordenador como herramienta que facilita la definición geométrica de cada una de las partes que integran el objeto, de manera que se puedan generar las instrucciones o indicaciones necesarias para su manufactura: elección de materiales y características de fabricación¹⁴. Por lo tanto una vez que se ha seleccionado la propuesta de diseño adecuada para la carcasa del calentador de agua, se utilizó el software Rhinoceros® y Autocad® para definir a detalle cada una de las piezas de manera que se pudiera visualizar la representación real de éstas en 2D y 3D.

4.1 Selección de Materiales

En la actualidad existen una gran variedad de materiales, cada uno con características propias que le otorgan ventajas y limitaciones propicias para diferentes aplicaciones. Los siguientes son los tipos de materiales utilizados hoy en día en la manufactura de productos, ya sea de manera individual o en combinación¹⁵:

- **Metales ferrosos:** aceros al carbono y aleados, acero inoxidable, y aceros para herramientas y dados.
- **Metales no ferrosos:** aluminio, magnesio, cobre níquel, titanio, superaleaciones, metales refractarios, berilio, circonio, aleaciones de bajo punto de fusión y metales preciosos.
- **Plásticos:** termoplásticos, termoestables y elastómeros.
- **Cerámicas, cerámicas vitrificadas, vidrios, grafito, diamante y materiales parecidos al diamante.**
- **Materiales compósitos:** plástico reforzado, matriz de metal y matriz de cerámica. Estos también se conocen como materiales de ingeniería.
- **Nanomateriales, aleaciones con memoria de forma, aleaciones amorfas, superconductores** y otros materiales diversos con propiedades únicas.

Entre las principales características que se toman en cuenta al momento de seleccionar los materiales están, además de las propiedades mecánicas, físicas, químicas y de manufactura de los mismos, los costos y la disponibilidad de estos así como su apariencia, vida de servicio y reciclado.

14. Alcaide Marzal, Jorge. *Diseño de Producto, métodos y técnicas*. Ed. Alfaomega 2004. Valencia España. Pág. 147

15. Kalpakjian, Serope. Steven R. Schmid, Sánchez García Gabriel tr. (2002). *Manufactura ingeniería y tecnología*. México. Pearson Educación. Pág. 14-16

De acuerdo con las condiciones de operación del producto y los requerimientos funcionales mencionados en el capítulo II, descartamos la utilización del plástico y materiales compósitos debido a su poca resistencia a altas temperaturas, así como los materiales cerámicos y nanomateriales por su alto costo dado que su aplicación es para otra clase de productos. Quedando los metales como el material idóneo para la manufactura de la carcasa, debido su resistencia a altas temperaturas.

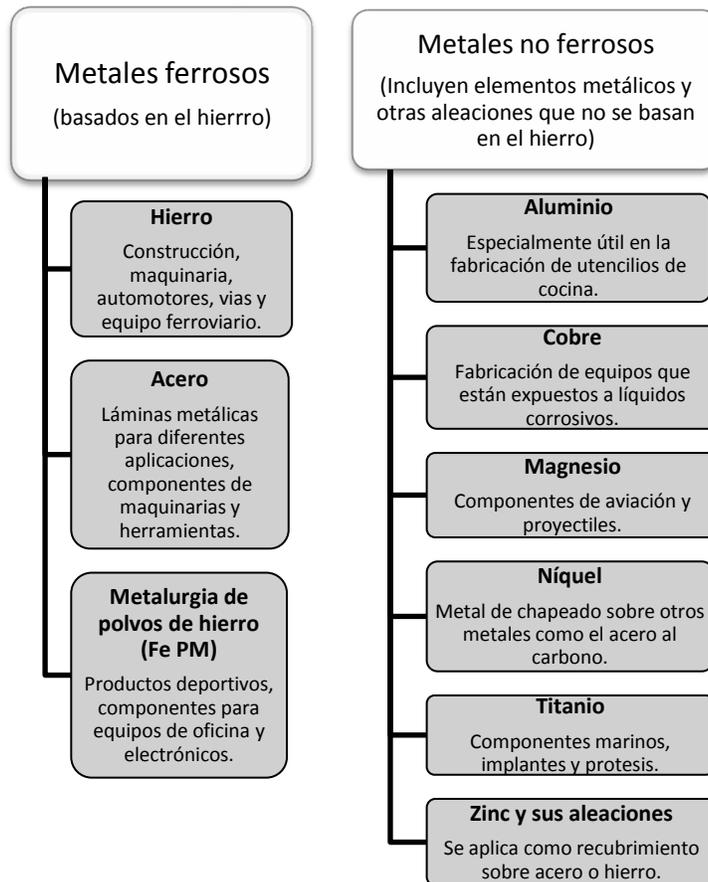


Fig. 4.1 Metales y sus aplicaciones.

Del diagrama anterior (Fig. 4.1) podemos derivar que el acero es el material correcto para la construcción de la carcasa del calentador de agua.

4.1.1 Aceros¹⁶

El acero es una aleación de hierro que contiene entre 0.02 y 2.11% de carbono en peso. Frecuentemente se incluyen otros elementos como: manganeso, cromo, níquel y molibdeno, pero el contenido de carbono es el que convierte el hierro en acero. Los tipos generales de acero se pueden agrupar en las siguientes categorías: al carbono, de baja aleación, inoxidable, y aceros de herramienta.

16. Groover, Mikell P. Fundamentos de Manufactura Moderna: materiales, procesos y sistemas. México. Pearson Educación. Pág. 123-128.

Acero al carbono. Es una aleación de base hierro que contiene carbono y pequeñas partes de otros elementos. El acero se fabrica fundido y forjado en láminas, ángulos barras y tubos, de los cuales se obtienen partes terminadas, cortadas y unidas. El método de desoxidación es importante en la fabricación de este material. Son de los metales de uso más común y tienen una amplia gama de aplicaciones.

Aceros de baja aleación. Son aleaciones hierro-carbono que contienen elementos aleantes adicionales en cantidades que totalizan menos del 5% en peso aproximadamente. Debido a estas aleaciones los aceros de baja aleación tienen propiedades mecánicas que son superiores a los aceros al carbono. Las propiedades significan usualmente mayor resistencia, dureza, dureza en caliente, resistencia al desgaste, tenacidad y combinaciones más deseables de estas propiedades. Sin embargo no se pueden soldar fácilmente, en especial a niveles de medio y alto carbono.

Aceros inoxidables. Tienen un mínimo de 10.5% de cromo como el principal elemento de aleación. Se caracterizan principalmente por su resistencia a la corrosión, elevada resistencia y ductilidad y elevado contenido de cromo. Aunque dichas propiedades son muy deseables, también son significativamente más caras que los aceros al carbono o de baja aleación. Se llaman inoxidables porque en presencia de oxígeno forman una película delgada y dura muy adherente de óxido de cromo que protege al metal contra la corrosión.

Aceros para herramientas. Son una clase de aceros de alta aleación diseñados para usarse como herramientas industriales de corte, dados y moldes. Ofrecen elevada resistencia, tenacidad al impacto y resistencia al desgaste a temperatura ambiente y elevada.

4.1.2 Características Generales de los Aceros

Aunque las características de los aceros varían con los ajustes en su composición y los diversos tratamientos térmicos, químicos o mecánicos, con los que pueden conseguirse aceros con combinaciones de características adecuadas para infinidad de aplicaciones, se pueden citar algunas propiedades genéricas¹⁷:

- El punto de fusión del acero depende del tipo de aleación y los porcentajes de elementos aleantes. El de su componente principal, el hierro es de alrededor de 1510 °C en estado puro (sin alea), sin embargo el acero presenta frecuentemente temperaturas de fusión de alrededor de 1375 °C, y en general la temperatura necesaria para la fusión aumenta a medida que se funde. Por otra parte el acero rápido funde a 1650 °C.
- Su punto de ebullición es de alrededor de 3.000 °C.

17. Wikipedia *la enciclopedia libre* "Aceros" [en línea], . URL: <http://es.wikipedia.org/wiki/Acero> consultado el 22 de enero de 2010

- En función de la temperatura el acero se puede contraer, dilatar o fundir.
- Es maleable. Se pueden obtener láminas delgadas llamadas hojalata. La hojalata es una lamina de acero, de entre 0,5 y 0,12 mm de espesor, recubierta, generalmente de forma electrolítica, por estaño.
- Es un material muy tenaz, especialmente en alguna de las aleaciones usadas para fabricar herramientas. Relativamente dúctil. Con él se obtienen hilos delgados llamados alambres.

4.1.3 Comparación y selección del acero para la propuesta

En base a las características anteriormente mencionadas para cada una de las categorías de aceros, podemos descartar el *acero de baja aleación* ya que no puede ser soldado fácilmente y esto representaría una limitante al momento de seleccionar el proceso de unión. El *acero para herramientas*, nos sería útil si estuviéramos eligiendo el material para construcción de dados o moldes; quedando solamente los aceros al carbono e inoxidables. Es importante realizar una comparación analizando las ventajas y desventajas que el uso de cada uno de ellos representa con el fin de elegir el más adecuado (Tabla 11).

Tabla 11 . Tabla de comparación de los aceros al carbono e inoxidables.

Descripción	Ventajas	Desventajas
Acero al carbono	<ul style="list-style-type: none"> ○ Costo bajo ○ Buenas características generales de resistencia y facilidad de conformado ○ Las abolladuras o imperfectos pueden ser resanados y cubiertos después por el recubrimiento. ○ Permite manejo de color en el acabado. 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Necesario aplicar recubrimiento
Acero inoxidable	<ul style="list-style-type: none"> ○ Proceso de transformación de la lámina de acero delicado, pues debe quedar muy bien detallada para evitar abolladuras. ○ No necesita recubrimiento 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Costo alto

Después de analizar las ventajas y desventajas de cada una de las opciones, se decidió utilizar **lámina de acero al carbono calibre 24¹⁸** por su costo y por la posibilidad que brinda de utilizar color en el acabado de las piezas a través de algún tipo de recubrimiento.

18. Número de calibre es el espesor de una hoja, que usualmente se identifica por un número: mientras más pequeño sea el número, más gruesa será la hoja. Se utilizan varios sistemas de numeración, dependiendo del tipo de lámina de metal que se está clasificando.

4.2 Selección de Procesos de Manufactura

De acuerdo con los requerimientos planteados en el capítulo 2 para la construcción de la carcasa. Esta debe manufacturarse con los recursos disponibles en los talleres de la Universidad Tecnológica de la Mixteca*, es por ello que a continuación se hace una lista de la maquinaria disponible en el taller de metalmecánica (Tabla 12).

Tabla 12. Maquinaria disponible en el taller de metalmecánica de la UTM.

Maquinaria	Modelo	Estado	Uso
Dobladora	Dizher 204	Usado	Doblar de material
Roladora		Usado	Rolar material
Cizalla manual	Dizher G04IR	Usado	Cortar material
Taladro	Vimalert M154	Usado	Barrenar
Soldadora por resistencia	Mac's PMP30	Usado	Puntear
Taladro manual	Bosch	Usado	Barrenar
Remachadora Manual	BlackBecker TTSSA	Usado	Remachar
Prensa	Prensa adaptada mediante el uso de un gato hidráulico	Usado	Aplicación de fuerza para llevar a cabo el corte o embutido de lámina a través de moldes

4.2.1. Procesos de formado de láminas metálicas

A continuación se describen los procesos principales de formado de láminas metálicas para fabricar productos que pueden llevarse a cabo en función de la maquinaria disponible.

4.2.1.1 Cizallado, punzonado y troquelado ¹⁹

Antes de fabricar una pieza de lámina metálica, se saca una pieza bruta de dimensiones adecuadas a partir de una lámina grande (por lo general en rollo) mediante el cizallamiento, corte o troquelado; esto es, la hoja se corta someténdola a esfuerzos cortantes en forma característica los que se desarrollan entre un dado o matriz (Fig. 4.2).

19. Ítem 16 Pág. 502-506

*Maquinaria disponible al mes de mayo de 2008.

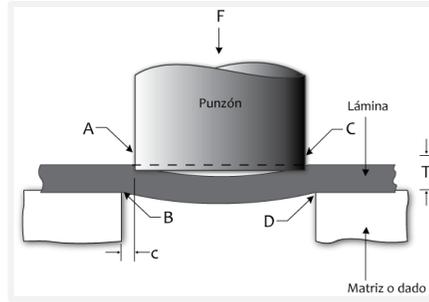


Fig. 4.2 Cizallado de lámina metálica.

Normalmente el corte comienza con la formación de grietas en los bordes superior e inferior de la pieza (A y B y C y D en la fig. 4.2). Estas grietas eventualmente se encuentran entre sí, al final, y se produce la separación. Las superficies de fractura burdas se deben a esas grietas; las superficies bruñidas (endurecidas), lisas y brillantes, en el orificio y en el trozo de material se deben al contacto y frotamiento del borde cizallado contra las paredes del punzón y el dado.

Existen varias operaciones que se basan en el proceso de cizallado. Definiremos solo dos términos: punzonado y perforado. El **punzonado** implica el corte de una lámina de metal a lo largo de una línea cerrada en un solo paso para separar la pieza del material circundante, como se muestra en la figura 4.3a. La parte que se corta es el producto deseado en la operación y se designa como la parte o pieza deseada. El perforado es muy similar al punzonado, excepto que la pieza que se corta se desecha y se llama pedacería. El material remanente es la parte deseada. La distinción se ilustra en la figura 4.3b.

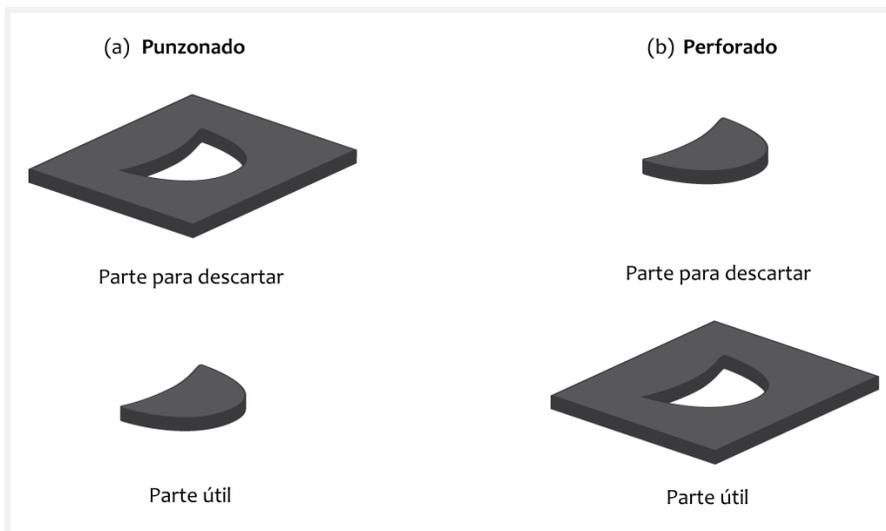


Fig. 4.3 (a) Operación de punzonado (b) Operación de troquelado.

4.2.1.2 Operaciones de doblado ²⁰

En el trabajo de láminas metálicas el doblado se define como la deformación del metal alrededor de un eje recto, como se muestra en la fig. 4.4. Durante la operación de doblado, el metal dentro del plano neutral se comprime, mientras que el metal por fuera del plano neutral se estira. El metal se deforma plásticamente, así que el doblado toma una forma permanente al remover los esfuerzos que lo causaron. El doblado produce poco o ningún cambio en el espesor de la lámina metálica.

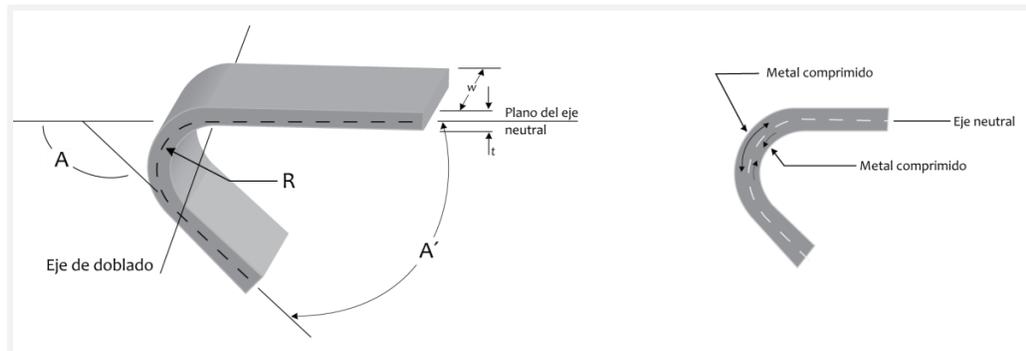


Fig. 4.4 Doblado de lámina metálica.

4.2.1.3 Doblado en V y doblado en bordes

Las operaciones de doblado se realizan usando como herramientas de trabajo diversos tipos de punzones y dados. Los dos métodos de doblado más comunes (Fig. 4.5) y sus herramientas asociadas son el doblado en V, ejecutado con un dado en V; y el doblado de bordes, ejecutado con un dado deslizante.

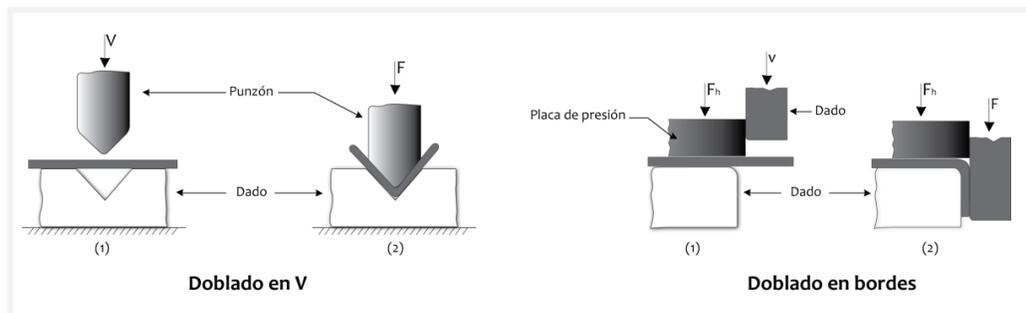


Fig. 4.5 Doblado en V y doblado en bordes.

²⁰. Ítem 16 Pág. 508-509, 531.

4.2.1.4 Doblado y formado con rodillos

El formado con rodillos, también llamado formado con rodillos de contorno, es un proceso continuo de doblado en el cual se usan rodillos opuestos para producir secciones largas de material formado a partir de cintas o rollos de lámina. Generalmente se requieren varios pares de rodillos para lograr progresivamente el doblado del material en la forma deseada (Fig. 4.6).

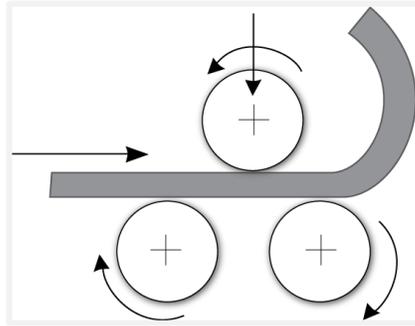


Fig. 4.6 Doblado y formado con rodillos.

4.2.1.5 Embutido²¹

El embutido es una operación de formado de láminas metálicas que se usa para hacer piezas de forma acopada, de caja y otras formas huecas más complejas. Se realiza colocando una lámina de metal sobre la cavidad de un dado y empujando el metal hacia la cavidad de éste con un punzón, como se muestra en la fig. 4.7. La forma debe aplanarse con el dado por un sujetador de formas.

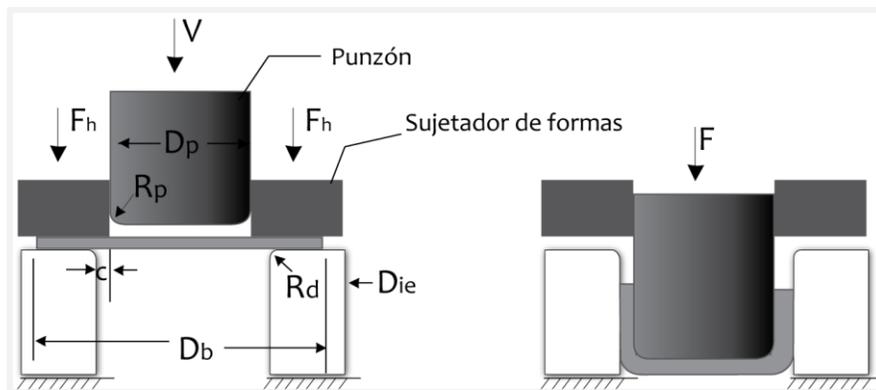


Fig. 4.7 Operación de embutido.

21. Ítem 16 Pág. 513-515.

4.2.2 Procesos de unión y ensamble²²

Casi todos los productos son ensambles y los procesos de manufactura normalmente requieren de la unión de partes de varios materiales. La fig. 4.8 muestra las opciones disponibles. Cada opción tiene ventajas y desventajas y su selección final debe basarse en consideraciones como resistencia de la unión/confiabilidad, apariencia, requerimientos de reparación/ mantenimiento y materiales o partes a unir.

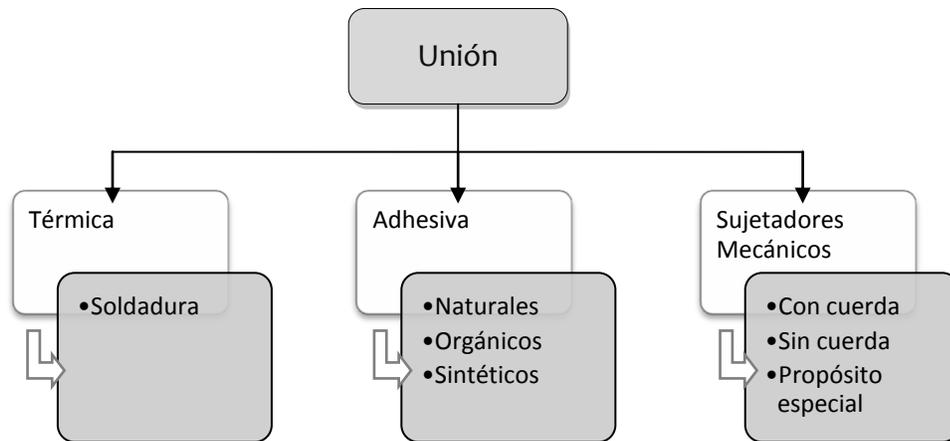


Fig. 4.8 Procesos de unión y ensamble.

4.2.2.1 Soldadura por resistencia

La soldadura de punto por resistencia se utiliza comúnmente en la industria de láminas metálicas y es ampliamente usada en la soldadura automotriz. En este proceso se sujetan las láminas entre dos electrodos que conducen una corriente medida. Se producen pequeñas depresiones que deforman las láminas unidas en los puntos de contacto. La presión de los electrodos se puede ajustar para reducir o eliminar la depresión en el lado del acabado (Fig. 4.9)

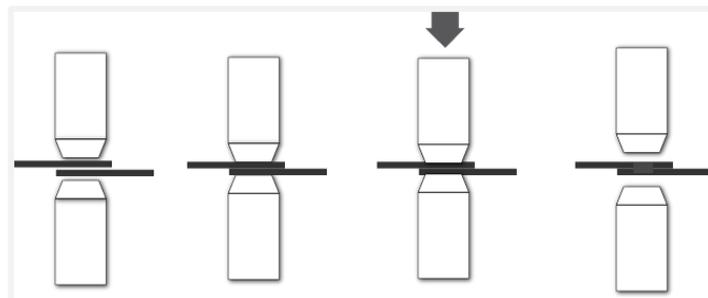


Fig. 4.9 Secuencia en el proceso de soldadura de punto por resistencia.

22. Lesko Jim, *Diseño Industrial: guía de materiales y procesos de manufactura*, Limusa, México, 2004, pág. 83-93

4.2.2.2 Sujetadores mecánicos

Se utilizan los sujetadores mecánicos durante la fase de ensamble de la producción; estas piezas son una parte importante del costo. Al usar sujetadores mecánicos, generalmente el número de partes en un producto es proporcional al costo de ensamble de ese producto. Mientras que los sujetadores mecánicos comúnmente representan menos de 5% del costo total en el taller de manufactura del producto, el ensamble y el sujetador representan la mayor parte del costo de manufactura.

Hay diferentes opciones de sujetadores mecánicos como se observa en la fig. 4.10, siempre es recomendable la estandarización para disminuir los costos de ensamble. No tiene sentido utilizar tornillos y sujetadores de diferentes tamaños para ahorrar unos cuantos centavos cuando el costo real está en acomodar y suministrar sujetadores de diferentes tamaños en el ensamble.

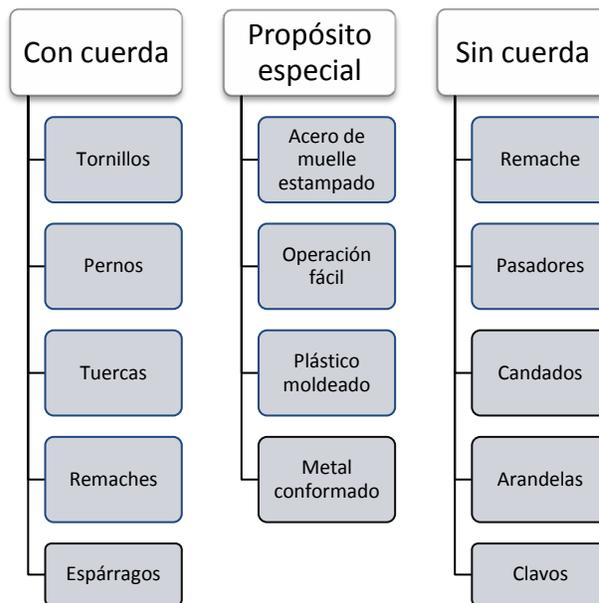


Fig. 4.10 Sujetadores mecánicos.

En este caso se prefirió el ensamble mecánico sobre otros procesos de unión. Las principales razones son:

- Facilidad de desensamble (para los métodos que permiten desensamble).
- Lo realizan generalmente con relativa facilidad trabajadores no calificados, usando un mínimo de herramientas especiales y un tiempo relativamente breve.

Partiendo de la condición de estandarización para disminuir costos se decidió utilizar únicamente remaches pop de 1/8" x 1/8" (Fig.4.11) en el ensamble de las partes que integran la carcasa.



Fig. 4.11 Remaches pop.

4.3 Determinación de las especificaciones técnicas del proceso de manufactura

Una vez revisados los procesos principales de formado de láminas metálicas y con el objetivo de guiar de manera adecuada la construcción del prototipo de la carcasa del calentador. Se realizaron los diagramas de proceso de manufactura, en función de la maquinaria disponible, para cada una de las piezas del prototipo de la carcasa.

En la siguiente figura se enumeran las piezas que componen la carcasa seleccionada (para mayores detalles consultar la Tabla 13):

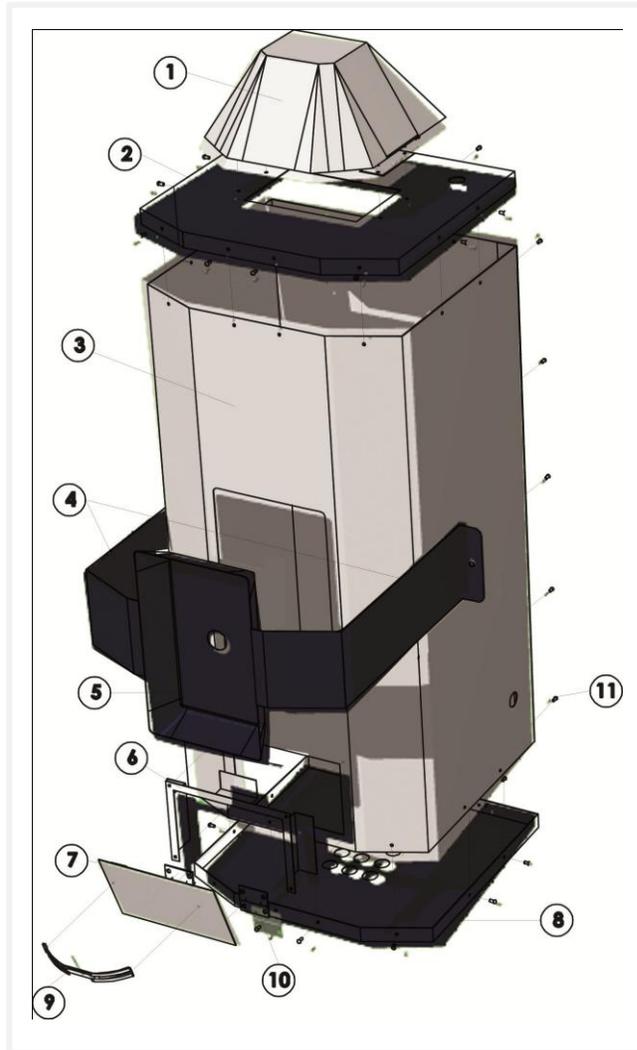


Fig. 4.12 Explosivo del modelo de carcasa para calentador de agua (PL-01).

4.3.1 Lista estructurada de las partes

La lista estructurada de materiales (Tabla 13) proporciona la información necesaria para la construcción del producto, ya que enumera el número y el nombre de cada una de las partes que constituyen un producto terminado²³; así como la cantidad de cada una, el material necesario y la decisión de fabricar o comprar. La decisión acerca de manufacturar o comprar un elemento obedece a la maquinaria disponible y los procesos que se pueden llevar a cabo con ella. Específica también el número de plano donde se pueden consultar los detalles de forma y dimensiones de éstas.

Tabla 13. Lista estructurada de materiales.

No. de pieza	Descripción	Material	Cantidad	Fabricar	Comprar	Referencia Específica
01	Difusor de gases de combustión	Lámina negra calibre 24	1	X		PL-02
02	Tapa superior	Lámina negra calibre 24	1	X		PL-03
03	Cuerpo de la carcasa	Lámina negra calibre 24	1	X		PL-04
04	Cintas laterales	Lámina negra calibre 24	2	X		PL-05
05	Compartimiento para el termostato	Lámina negra calibre 24	1	X		PL-05
06	Marco para puerta	Lámina negra calibre 24	1	X		PL-02
07	Puerta	Lámina negra calibre 24	1	X		PL-02
08	Tapa inferior	Lámina negra calibre 24	1	X		PL-06
09	Manija para puerta		1		X	
10	Bisagras 1 1/2" x 1 7/16"		2		X	
11	Remaches pop 1/8				x	

Nota: Para conocer las especificaciones de cada pieza consultar los planos en el Anexo F.

4.3.2 Lista de maquinaria requerida

En la siguiente tabla se enlista la maquinaria seleccionada para la construcción de la carcasa, las especificaciones referentes a cada una de ellas, así como la descripción de la operación que permite realizar.

23. Stephens P. Matthew , *Diseño de instalaciones de manufactura y manejo de materiales*, Pearson Educación, México, 2006,pág. 30

Tabla 14. Maquinaria requerida.

Maquinaria	Especificaciones	Descripción de operación
Cizalla manual	Marca Dizher modelo Go4IR	Cortar Material
Dobladora	Marca Dizher 204	Dobladora de material
Troqueladora	Prensa adaptada a las necesidades del proyecto.	Troquelar
Taladro manual	Marca Bosch sin modelo	Barrenar
Remachadora manual	Marca BlackBecker TTSSA	Remachar
Troquel circular	1 ½"	Troquelar
Soldadora por resistencia	Marca Vimalert modelo M154	Puntear

4.3.3 Planeación de Procesos de manufactura

La planeación de procesos en la manufactura nos permite determinar el tipo y orden apropiado para las actividades u operaciones necesarias para la fabricación de un producto ó componente de tal manera que se cumpla con las especificaciones del diseño²⁴.

Los procesos de manufactura pueden dividirse en dos tipos básicos:

- a) Operaciones de proceso
- b) Operaciones de ensamble

“Una *operación de proceso* transforma el material de trabajo de una etapa a otra más avanzada, que lo sitúa cerca del estado final deseado para el producto, en este caso la carcasa del calentador de alta eficiencia. Una *operación de ensamble* une dos ó más componentes para crear una nueva entidad llamada ensamble, subensamble o cualquier otra que se refiera al proceso de unir²⁵”.

4.3.3.1 Diagramas de operaciones de proceso

A continuación se presentan los diagramas de proceso para la fabricación de cada una de las partes que conforman la carcasa del calentador de agua de alta eficiencia:

24. Millar David, *Ingeniería Industrial e investigación de operaciones*, 1ª edición, Ed. Limusa, 1992.

Pág. 97-101

25. Ítem 16. Pág. 12

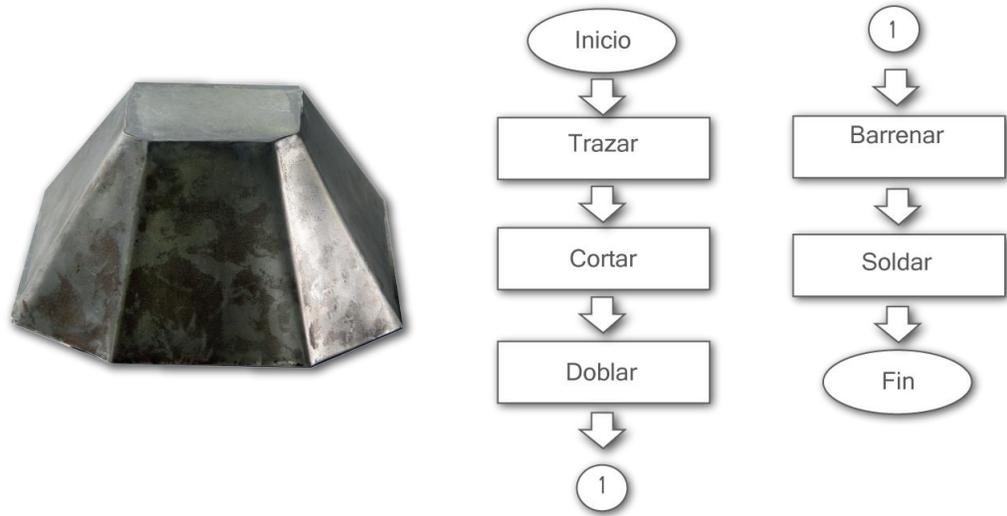


Fig. 4.13 Pieza 01: Difusor de gases.

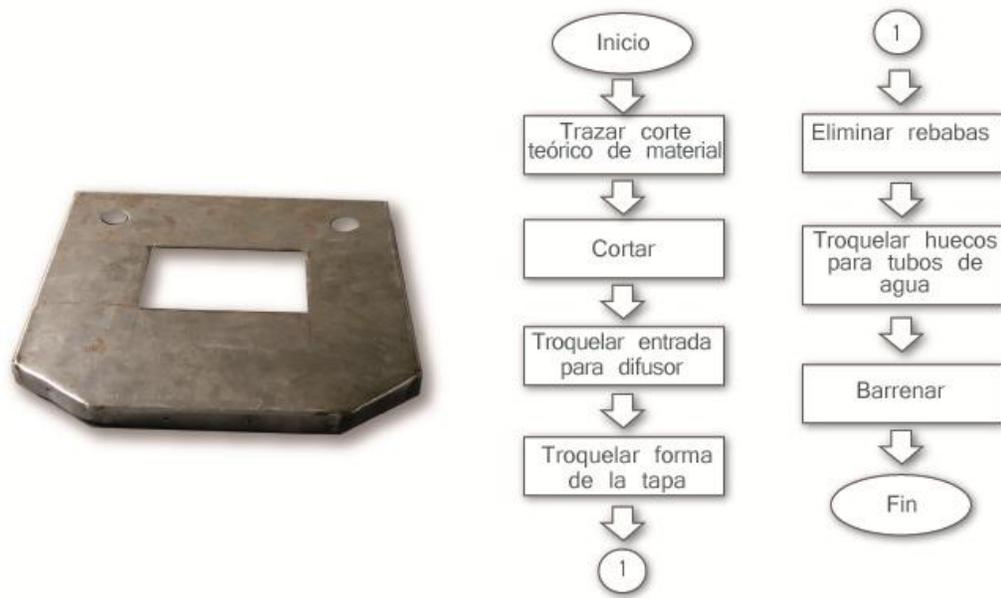


Fig. 4.14 Pieza 02: Tapa superior.

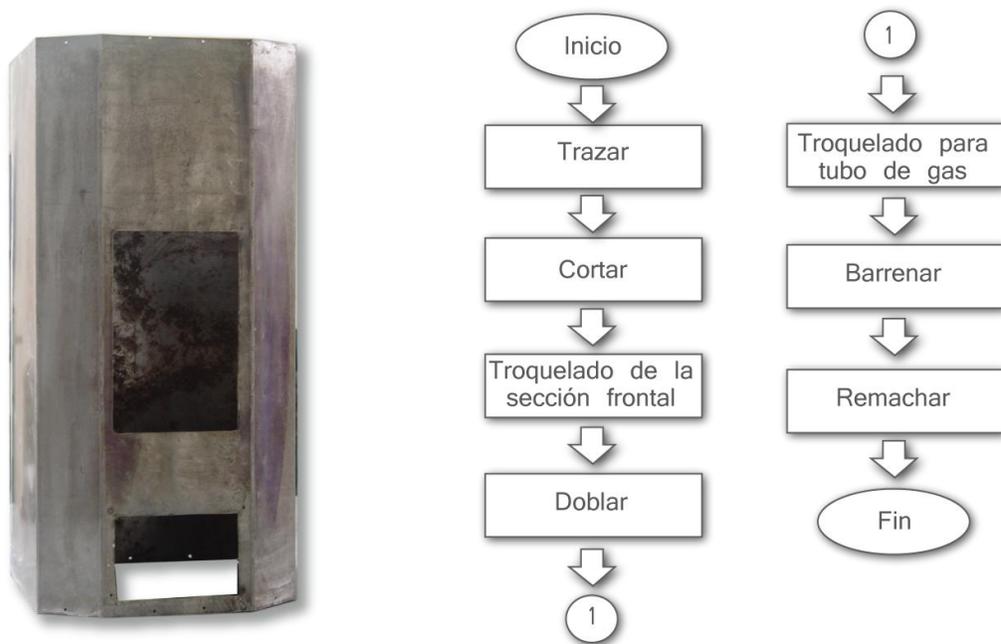


Fig. 4.15 Pieza 03: Cuerpo.

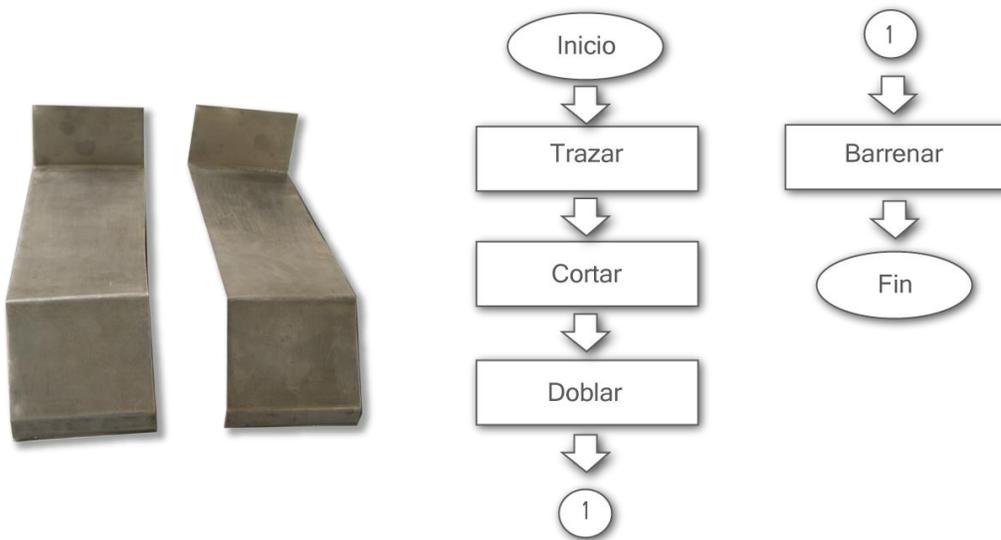


Fig. 4.16 Pieza 04: Cintas laterales.

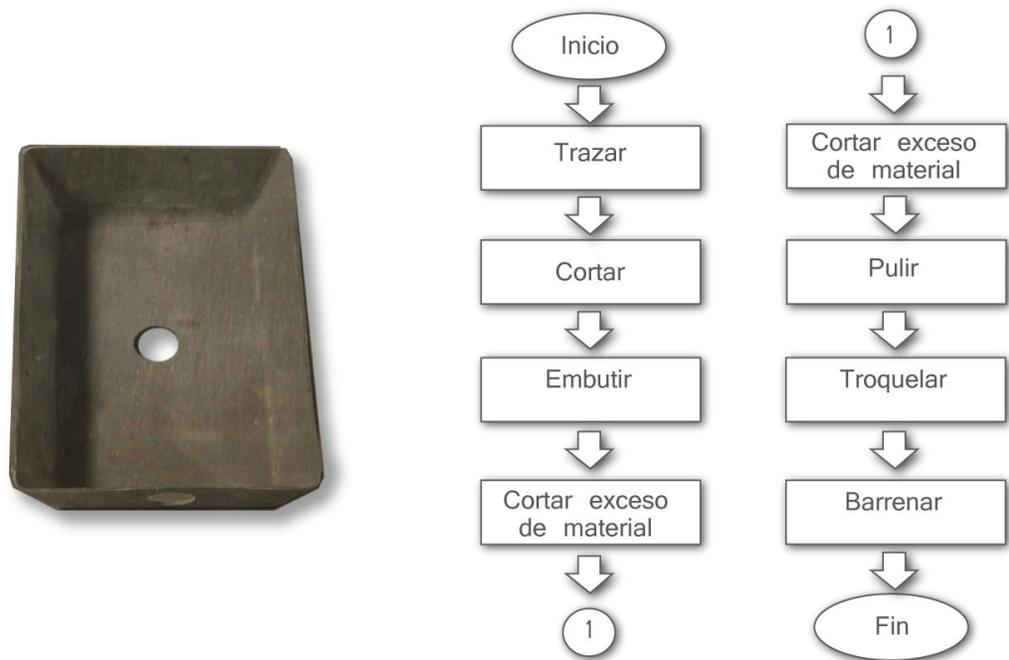


Fig. 4.17 Pieza 05: Compartimiento para termostato.

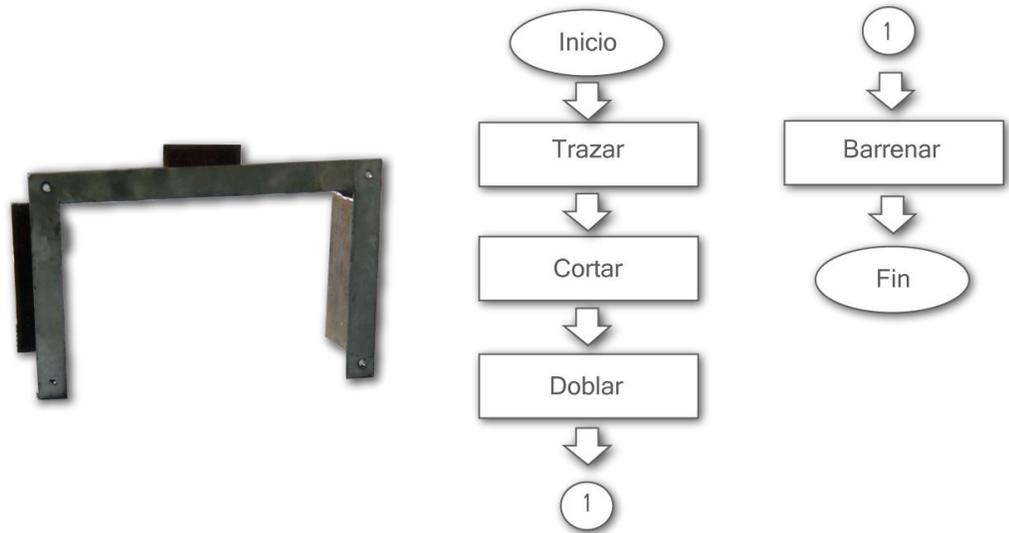


Fig. 4.18 Pieza 06: Marco para puerta.

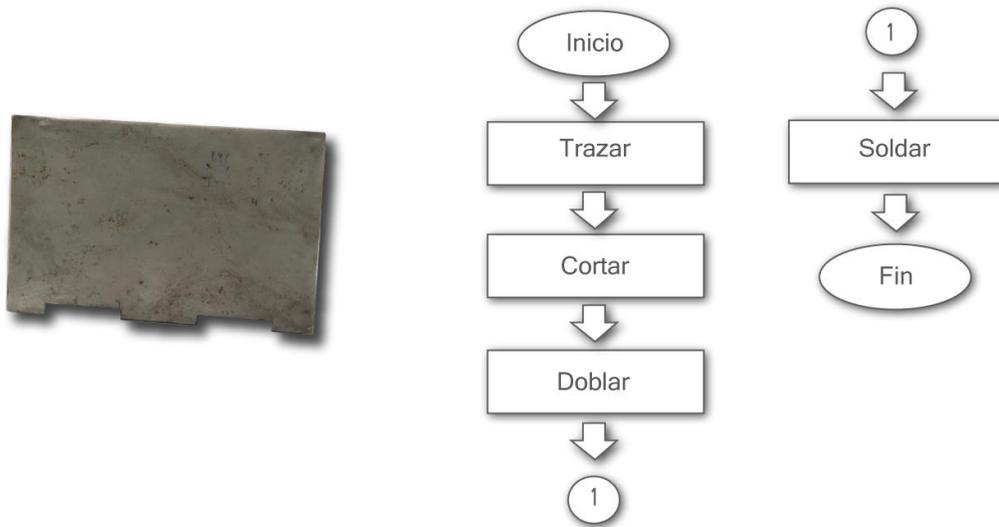


Fig. 4.19 Pieza 06: Puerta.

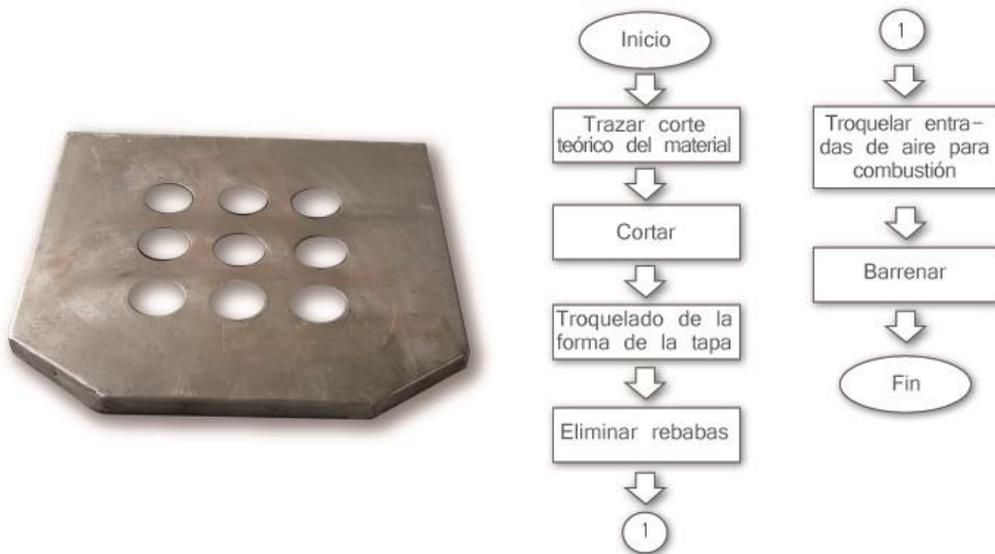


Fig. 4.20 Pieza 08: Tapa inferior.

4.3.3.2 Diagrama de Ensamblajes

A continuación se presentan los diagramas de ensamble de las partes que conforman la carcasa del calentador de agua de alta eficiencia:

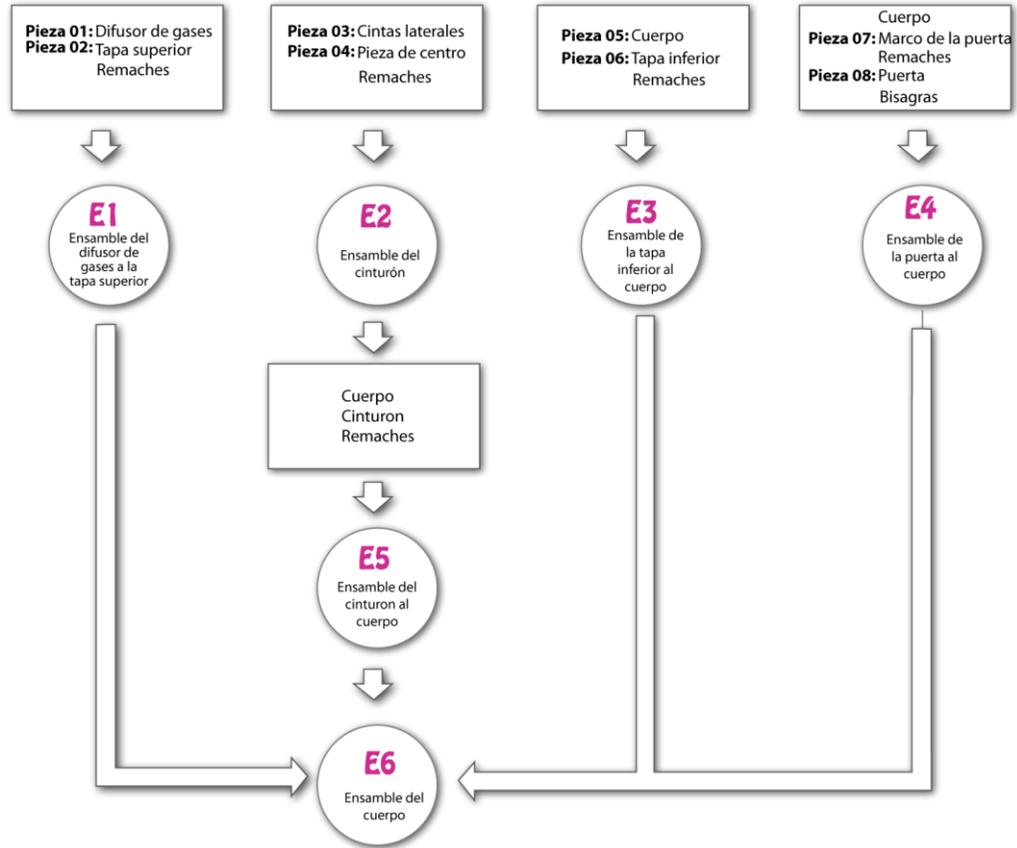


Fig. 4.21 Ensamble general de las piezas.

4.4 Análisis de ingeniería de los procesos de manufactura.

De acuerdo con los procesos especificados para las piezas (fig. 4.13 – fig. 4.20) se realizó un análisis de ingeniería para los procesos más relevantes de las partes a manufacturar.

4.4.1 Herramientas para troquelado

Aunque en el taller de metalmecánica de la UTM no se cuenta con una prensa con las características idóneas que permitan efectuar este proceso, se cuenta con una herramienta similar adaptada mediante el uso de un gato hidráulico que permite aplicar la fuerza necesaria para llevarlo a cabo (ver Fig. 4.22). Aunque por dichas condiciones esta fuerza no puede ser regulable, el diseño de los troqueles y el

calculo de las fuerzas pretenden servir de base para una posterior selección de maquinaria y en consecuencia rediseño de las herramientas de troquelado.

El troquel es un herramental empleado para dar forma a láminas (en su mayoría), existen diferentes tipos de troqueles, en éste caso se utilizarán troqueles de perforación y troqueles de embutir.

4.4.2 Herramientas para perforado.

El perforado mediante un troquel de corte en la manufactura de la carcasa es necesario para llevar a cabo:

- Perforado para colocar difusor de gases .
- Perforado para colocar puerta y compartimiento para termostato (fig. 4.22).



Fig. 4.22 Perforado para colocar compartimiento para termostato y puerta en el cuerpo de la carcasa.

Las operaciones de perforado para entrada y salida de tubos de agua, entrada de conducto de combustible y perforaciones para circulación de oxígeno para mejorar la combustión se realizaron con sacabocados de tornillo (fig.4.23).



Fig. 4.23 Perforado con sacabocados.

Los parámetros importantes en el corte de láminas metálicas son el claro entre el punzón y el dado, el espesor del material, el tipo de metal y su resistencia y la longitud del corte. En una operación de corte el claro c (como se observa en la fig. 4.2 de la pág. 49) es la distancia entre el punzón y el dado. Los claros típicos en el prensado convencional fluctúan entre 4 y 8% del espesor de la lámina metálica t . Si el claro es demasiado pequeño, las líneas de fractura tienden a pasar una sobre otra causando un doble bruñido y requiriendo mayor fuerza de corte. Si el claro es demasiado grande, los bordes de corte pellizcan el metal y resulta una rebaba excesiva. En operaciones como el perforado, el claro es solamente el 1% del espesor del material²⁶.

El claro correcto depende del tipo de lámina y de su espesor. El claro recomendado se puede calcular por la siguiente fórmula:

$$c=at \quad \text{Ec (1)}$$

donde c =claro, pulg (mm); a =tolerancia; t =espesor del material, pulg (mm). La tolerancia se determina de acuerdo con el tipo de metal.

Para el acero al carbono (acero laminado en frio) $a=0.075$

Para la lámina negra calibre 24 $t= 0.76\text{mm}$

Por lo tanto el valor del claro entre el dado y el punzón para cada una de las piezas que serán perforadas debe ser de:

$$c=(0.075)(0.76\text{mm})$$

$$c=0.057\text{mm}$$

Para que la pedacería caiga a traves del dado, la abertura del dado debe tener un claro angular entre 0.25° y 1.5° . El claro angular se ilustra en la Fig. 4.24.

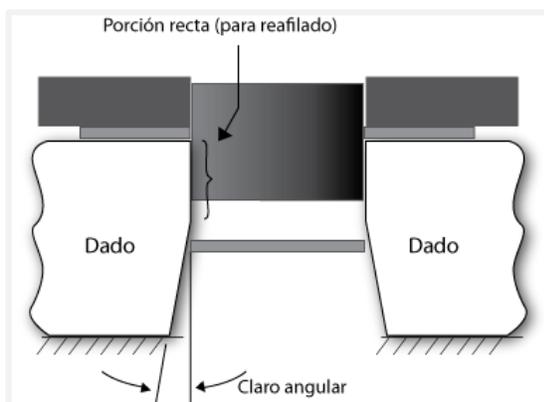


Fig. 4.24 Claro angular.

26. Item 16, pág. 503-508

4.4.2.1 Herramientas de perforado para colocar difusor de gases y puerta.

De acuerdo con las condiciones en que se llevará a cabo el proceso, las herramientas de perforado para colocar difusor de gases (Fig. 4.25) estarán compuestas por las siguientes partes:

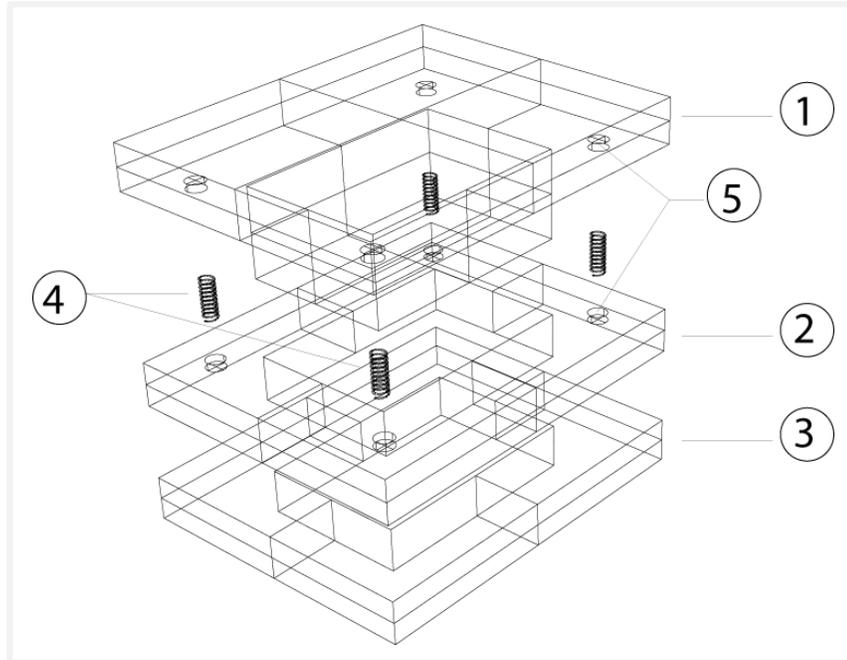


Fig. 4.25 Las partes del troquel de perforado para las piezas #2 y #3.

1. Punzón
2. Sujetador de material
3. Dado o Matriz
4. Resortes para facilitar la expulsión del punzón
5. Guías

4.4.2.2 Herramientas de perforado para colocar compartimiento para termostato.

De acuerdo con las condiciones en que se llevará a cabo el proceso, las herramientas de perforado para colocar compartimiento para termostato (Fig. 4.26) estarán compuestas por las siguientes partes:

1. Punzón
2. Sujetador de material
3. Dado o Matriz
4. Guías para alinear las piezas 1 y 3
5. Resortes para facilitar la expulsión del punzón
6. Guías para resortes

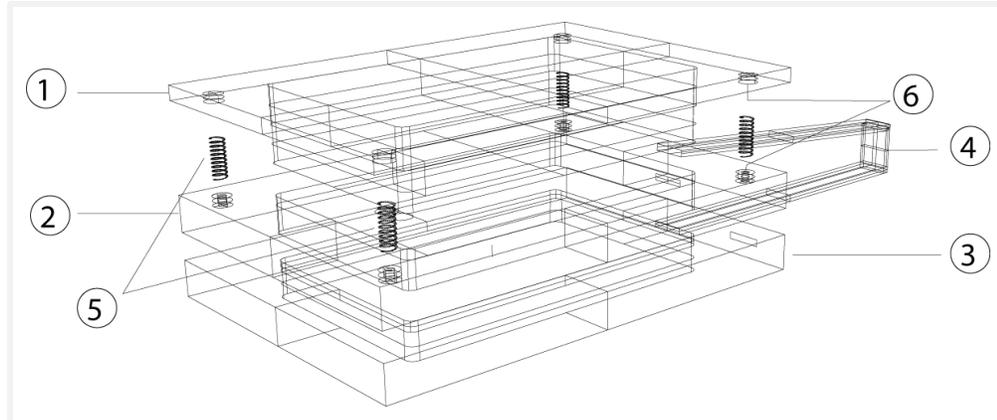


Fig. 4.26 Las partes del troquel de perforado para la pieza #3.

4.4.3 Herramientas para embutido.

Las operaciones de embutido involucran la transformación de una superficie por desplazamiento molecular, partiendo de una pieza denominada recorte para obtener una pieza hueca de superficie no desarrollable y del mismo espesor que el primitivo recorte²⁷.

Debido a su morfología, las piezas con referencia específica PL-03, PL-05, y PL-06 requieren del diseño de un troquel para embutir el material y así obtener la geometría deseada

Las herramientas de embutición se clasifican según :

1. La forma de trabajo y la prensa utilizada: Herramienta de simple efecto para prensa de doble efecto y herramienta de doble efecto para prensa de simple efecto.
2. La operación a realizar: Herramienta para primer paso y herramienta para pasos siguientes.

Debido a que la prensa a utilizar no es propiamente una prensa para embutido y a las condiciones en que se deberá llevar a cabo el proceso, nuestras herramientas de embutido estarán constituidas por:

P : Punzón. Acero duro templado.
St : Sujetador. Acero Duro templado.
M: Matriz. Acero Duro Templado.
E: Expulsor.
G: Guías.
R: Resorte.

27. Villamar Palacios Victor Hugo. (2008), "Diseño de una Prensa Hidráulica para Elaborar Pocetas de Acero Inoxidable ". (Tesis de Grado - Escuela Superior politécnica de Litoral) [En línea]. Disponible en: www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/11967/2/Tesis.docx . [Consulta: julio 2008]

En una operación de embutido (Fig. 4.27) el dado y el punzón deben tener un radio en las esquinas determinado por R_p y R_d . Si el punzón y el dado tienen esquinas agudas (R_p y $R_d=0$), se realizará un operación de perforado de un agujero en lugar de una operación de embutido.

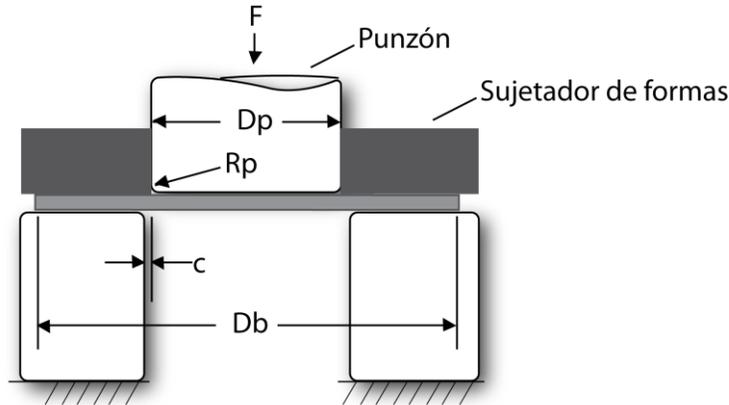


Fig. 4.27 Operación de embutido.

Los lados del punzón y del dado están separados por un claro c . Este claro es aproximadamente 10% mayor que el espesor del material en embutido:

$$c = 1.1t \quad \text{Ec (2)}$$

Para la lámina negra calibre 24 $t = 0.76\text{mm} = 0.076\text{cm}$

Por lo tanto el valor del claro que debe considerarse en el diseño del dado y punzón para las operaciones de embutido de las piezas de la carcasa debe ser:

$$c = 1.1(0.76\text{mm})$$

$$c = 0.836\text{mm}$$

4.4.3.1 Herramientas de embutido compartimiento para termostato.

Las herramienta para embutir compartimiento para termostato (Fig. 4.28) estarán constituidas de la siguiente manera:

1. Punzón
2. Sujetador de material
3. Dado o Matriz
4. Guías para alinear las piezas 2 y 3
5. Resortes para facilitar la expulsión del punzón
6. Guías para resortes

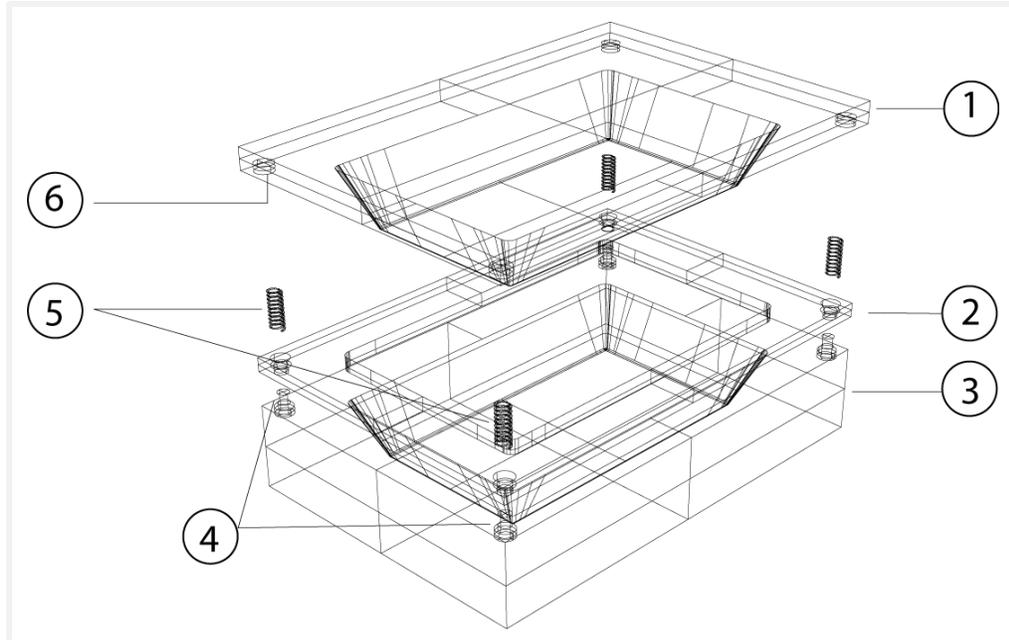


Fig. 4.28 Las partes del troquel de embutido de compartimiento para termostato.

4.4.3.2 Herramientas de embutido para tapas.

Las herramienta para embutir las tapas(Fig. 4.29) estarán constituidas de la siguiente manera:

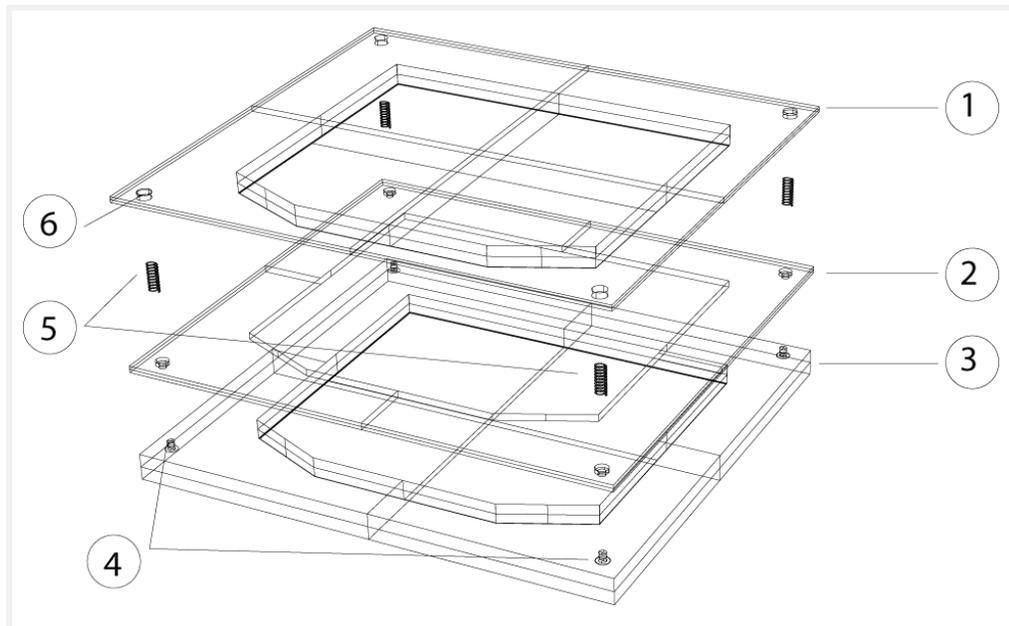


Fig. 4.29 Las partes del troquel de embutido para tapas.

1. Punzón
2. Sujetador de material

3. Dado o Matriz
4. Guías para alinear las piezas 2 y 3
5. Resortes para facilitar la expulsión del punzón
6. Guías para resortes

4.4.4 Desarrollos iniciales de las piezas a embutir

Para llevar a cabo la embutición de una pieza, debemos realizar el recorte del material a embutir (forma de inicio, ver Fig. 4.30).

Debemos de tomar en cuenta que la pieza a obtener está compuesta de superficies planas y superficies cilíndricas, que se calculan separadamente.

El recorte se determina como sigue²⁸:

- a) Trazar un rectángulo A, B, C, D, cuyos ángulos están situados en los centros de los radios r de las esquinas de la pieza a obtener.
- b) En cada esquina, con A, B, C, D, como centro, trazar un cuarto de circunferencia, cuyo radio R se determina como sigue:

$$R = x \cdot P \quad \text{Ec. (3)}$$

$$P = \sqrt{r^2 + 2r(h + 0.5rf)} \quad \text{Ec. (4)}$$

$$Y \ x = 0.07 \left(\frac{P}{2r} \right)^2 + 1 \quad \text{Ec. (5)}$$

Fórmulas en las cuales:

r = radio del redondeado de las paredes

rf = radio del fondo de la embutición

h = altura de la embutición sin el radio del fondo.

- c) Trazar el desarrollo de las partes rectas tomando por longitud de éstas:

$$d) \ Ha = 0.57rf + h + r - 0.8(x^2 - 1) \frac{P^2}{a} \quad \text{Ec. (6)}$$

$$e) \ Hb = 0.57rf + h + r - 0.8(x^2 - 1) \frac{P^2}{b} \quad \text{Ec. (7)}$$

Así se obtiene el recorte teórico que presenta ángulos vivos

²⁸. Item 24, pág. 88-89

$$x = 0.07 \left(\frac{P}{2r} \right)^2 + 1$$

$$x = 0.07 \left(\frac{6.34}{2(1)} \right)^2 + 1$$

$$\mathbf{x = 1.7 \text{ mm}}$$

$$R = x \cdot P$$

$$R = (1.7)(6.34)$$

$$\mathbf{R = 10.79 \text{ mm}}$$

$$Ha = 0.57rf + h + r - 0.8(x^2 - 1) \frac{P^2}{a}$$

$$Ha = 0.57(0.8) + 19.21 + 1 - 0.8(1.7^2 - 1) \frac{6.34^2}{338}$$

$$\mathbf{Ha = 20.486 \text{ mm}}$$

$$Hb = 0.57rf + h + r - 0.8(x^2 - 1) \frac{P^2}{b}$$

$$Hb = 0.57(0.8) + 19.21 + 1 - 0.8(1.7^2 - 1) \frac{6.34^2}{268.3}$$

$$\mathbf{Ha = 20.44 \text{ mm}}$$

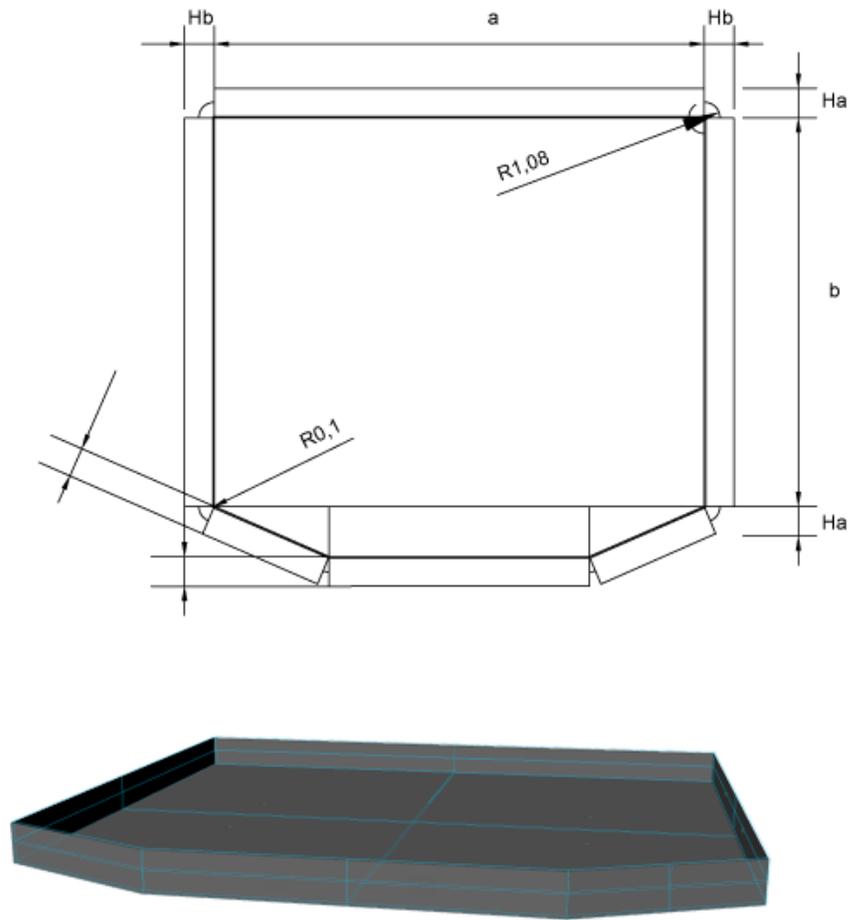


Fig. 4.31 Dimensiones del recorte para embutido de las piezas PL-03 y PL-08.

4.4.4.2 Dimensiones de la pieza inicial para el recorte y embutido de la pieza PL-05

Para realizar el trazo de las dimensiones de los recortes, es necesario primero determinar el valor de las variables de las ecuaciones 3,4,5,6 y 7.

$$R = x \cdot P$$

$$P = \sqrt{r^2 + 2r(h + 0.5rf)}$$

$$P = \sqrt{2.58^2 + 2(2.58)(38.11 + 0.5(2.04))}$$

$$P = 14.44 \text{ mm}$$

$r = 2.58 \text{ mm}$
$rf = 2.04 \text{ mm}$
$h = 38.11 \text{ mm}$
$a = 228 \text{ mm}$
$b = 138 \text{ mm}$

$$x = 0.07 \left(\frac{P}{2r} \right)^2 + 1$$

$$x = 0.07 \left(\frac{14.44}{2(2.58)} \right)^2 + 1$$

$$\mathbf{x = 1.55 \text{ mm}}$$

$$R = x \cdot P$$

$$R = (1.55)(14.44)$$

$$\mathbf{R = 22.35 \text{ mm}}$$

$$Ha = 0.57rf + h + r - 0.8(x^2 - 1) \frac{P^2}{a}$$

$$Ha = 0.57(2.04) + 38.11 + 2.58 - 0.8(1.55^2 - 1) \frac{14.44^2}{228}$$

$$\mathbf{Ha = 40.83 \text{ mm}}$$

$$Hb = 0.57rf + h + r - 0.8(x^2 - 1) \frac{P^2}{b}$$

$$Hb = 0.57(2.04) + 38.11 + 2.58 - 0.8(1.55^2 - 1) \frac{14.44^2}{138}$$

$$\mathbf{Hb = 40.16 \text{ mm}}$$

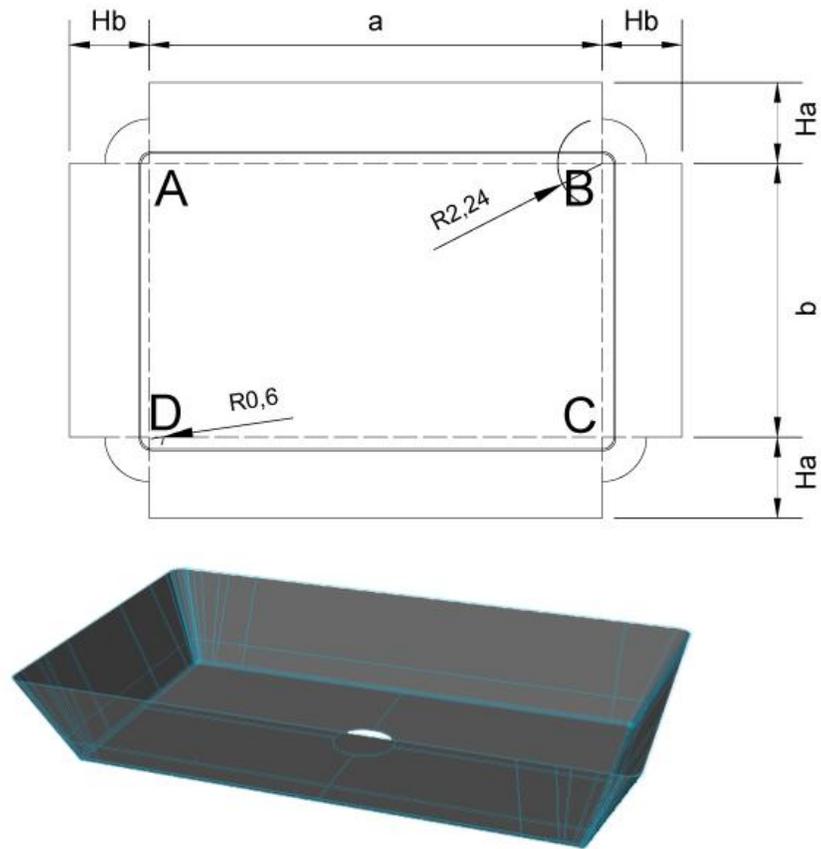


Fig. 4.32 Dimensiones del recorte para embutido de la pieza PL-05.

4.4.5 Cálculo de Fuerzas Requeridas

4.4.5.1 Fuerza de Perforado

Es importante estimar la fuerza de corte porque ésta determina el tamaño de la prensa necesaria. La fuerza de corte F en el trabajo de láminas puede determinarse por²⁹:

$$F = StL \quad \text{Ec. (8)}$$

Donde S =resistencia al corte de la lámina, lb/pulg² (MPa); t =espesor del material, pulg (mm); y L =longitud del borde de corte, pulg(mm). En el punzonado, perforado, ranurado y operaciones similares, L es la longitud del perímetro de la forma o agujero que se corta.

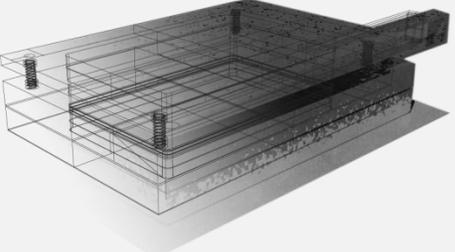
29. Item 15 pág.16, 915.

Para la lámina negra calibre 24 (el acero al carbono) $S=420 \text{ kgf/cm}^2$
 Para la lámina negra calibre 24 $t= 0.76\text{mm}= 0.076\text{cm}$

Ahora podemos calcular la fuerza necesaria de corte por medio de un dado y un punzón para cada una de las piezas que serán perforadas:

- **Perforado para colocar compartimiento para termostato.**

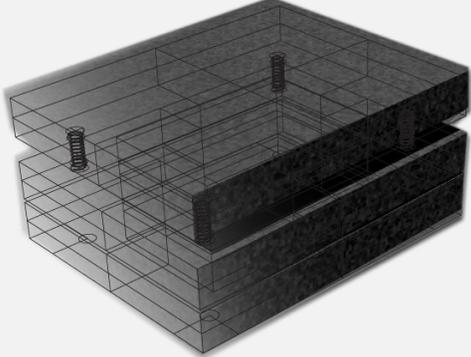
Tabla 15. Cálculo de la fuerza de corte para perforación de la pieza PL-04.

Dado y punzón de perforado en pieza #3	Cálculo de la fuerza requerida
	$L=75.45\text{cm}$
	$F=StL$
	$F=(420\text{kgf/cm}^2)(0.076\text{cm})(75.45\text{cm})$
	$F=2408.364\text{kgf}$
	$F=23617.86\text{N}$

Nota 1: Las dimensiones del dado y punzón pueden consultarse en el Anexo “G”.

- **Perforado para colocar difusor de gases en la tapa superior y perforado para colocar puerta en el cuerpo de la carcasa.**

Tabla 16. Cálculo de la fuerza de corte para perforación de las piezas PL-03 y PL-04.

Dado y punzón de perforado en pieza #2 y #3	Cálculo de la fuerza requerida
	$L=50\text{cm}$
	$F=StL$
	$F=(420\text{kgf/cm}^2)(0.076\text{cm})(50\text{cm})$
	$F=1596 \text{ kgf}$
	$F=15651.33\text{N}$

Nota 2: El diseño de dado y punzón para estas dos piezas es el mismo debido a que la perforación coincide en forma y dimensiones. Las dimensiones del dado y punzón pueden consultarse en el Anexo “F”.

4.4.5.2 fuerza de Embutición

Es importante valorar las limitaciones sobre la magnitud que puede alcanzar el embutido. Se considera:

- La fuerza de embutición propiamente dicho.

La fuerza de embutido requerida para realizar una operación dada se puede estimar aproximadamente mediante la siguientes fórmulas:

Embutición cilíndrica:
$$F = \pi D_p t (TS) \left(\frac{D_b}{D_p} - 0.7 \right) \quad \text{Ec. (9)}$$

Embutición rectangular³⁰:
$$F = 1.6 * (a+b+2r)TS*t \quad \text{Ec. (10)}$$

Donde F=fuerza de embutido, lb(N); t=espesor original de la forma, pulg (mm); TS=resistencia a la tensión lb/pulg² (MPa), D_b y D_p son los diámetros del disco inicial y del punzón, respectivamente, en pulg (mm), a y b son las distancias entre los centros de los radios r de las esquinas (arcos) de la embutición rectangular. La constante 0.7 es un factor de corrección para la fricción. La ecuación anterior estima la fuerza máxima en la operación. La fuerza de embutido varía a través del movimiento hacia abajo del punzón, alcanzando usualmente su máximo valor a una tercera parte de la longitud de la carrera.

En el proceso de manufactura de la carcasa, las piezas que requieren del proceso de embutido son: las tapas superior e inferior y el compartimiento para termostato.

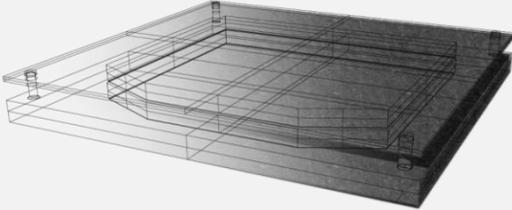
A continuación calculamos la fuerza de embutido necesaria para manufacturar las tapas:

Para la lámina negra calibre 24 (el acero al carbono) TS=420 kgf/cm²

Para la lámina negra calibre 24 t= 0.76mm= 0.076cm

30. Item 24 pág.84,85.

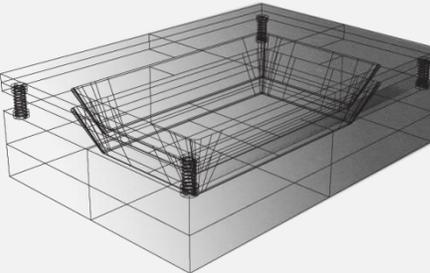
Tabla 17. Cálculo de la fuerza de embutido para la manufactura de las piezas PL-03 y PL-06.

Dado y punzón de embutido para las pieza #2 y #8	Cálculo de la fuerza requerida
	$F = 1.6 * (a+b+2r)TS*t \quad \text{----- ec. 10}$ <p> $a=338\text{mm}=33.8\text{cm}$ $b=268.3\text{mm}=26.83\text{cm}$ $r=1\text{ mm}=0.01\text{cm}$ </p> <p>Por lo tanto</p> $F=1.6 (33.8\text{cm} + 26.83\text{cm} + 2(0.01\text{cm})) \left(\frac{420\text{kgf}}{\text{cm}^2}\right) (0.076\text{cm})$ <p> $F= 3097.52\text{ Kgf}$ $F= 30376.11\text{ N}$ </p>

1 Kgf=9.8066N

Nota 3: Las dimensiones del dado y punzón pueden consultarse en el Anexo “I”.

Tabla 18. Cálculo de la fuerza de embutido de la pieza PL-05.

Dado y punzón de embutido para la pieza #5	Cálculo de la fuerza requerida
	$F=1.6 * (a+b+2r)TS*t \quad \text{----- ec. 10}$ <p> $a=228\text{mm}=22.8\text{cm}$ $b=138\text{mm}=13.8\text{cm}$ $r=2.58\text{ mm}=0.0258\text{cm}$ </p> <p>Por lo tanto</p> $F=1.6 (22.8\text{cm} + 13.8\text{cm} + 2(0.0258\text{cm})) \left(\frac{420\text{kgf}}{\text{cm}^2}\right) (0.076\text{cm})$ <p> $F= 2239.59\text{Kgf}$ $F= 21962.75\text{N}$ </p>

Las fuerzas de embutido calculadas son un máximo, es decir representan la energía total requerida para la operación. Las cuales deben considerarse en la selección de las prensas para llevar a cabo estas operaciones.

4.5 Acabados Superficiales

El acabado es un proceso utilizado en la manufactura de productos que tiene como finalidad obtener una superficie con características específicas de apariencia al producto. La apariencia de los materiales una vez manufacturado el producto, influencia en su atractivo hacia el consumidor. Características como color sensación y textura superficial con consideradas por el usuario al momento de tomar la decisión de adquisición de un producto ³¹.

4.5.1 Esmalte

Los metales se pueden recubrir con diversas capas vítreas para comunicarle resistencia a la corrosión y resistencia eléctrica, así como protección a elevadas temperaturas. Con el fin de mejorar la resistencia a la corrosión y oxidación de la lámina de acero e impartirle cualidades decorativas se optó por aplicarle un esmaltado de porcelana. En la fig. 4.33 se observa la representación del acabado final aplicado a cada una de las piezas del prototipo construido.

Los esmaltes de porcelana son recubrimientos inorgánicos y vítreos que contienen diversos óxidos metálicos. El esmaltado implica fundir el material del esmalte en el sustrato, calentándolos ambos de 425 a 1000°C (800 a 1800°F) para licuar los óxidos. El esmalte se puede aplicar por inmersión, rociado o electrodeposición, y los espesores suelen ser de 0.05 a 0.6 mm (0.002 a 0.025 pulg). Según su composición los esmaltes tienen resistencias variables a los álcalis, ácidos, detergentes, limpiadores y agua, y se producen también en varios colores.



Fig. 4.33 Acabado final

31. Ítem 15 pág.16, 915.

Entre las aplicaciones características de los esmaltes de porcelana están los electrodomésticos, conexiones de plomería, equipo de proceso químico, letreros, artículos de cocina y joyería. Los metales que se recubren con frecuencia son acero, hierro colado y aluminio.

4.5.2 El color

El color es un elemento intangible que va más allá de la percepción, pues influye psicológicamente en el ser humano. Este es uno de los principales elementos visuales en el diseño, pues nos permite percibir un objeto y diferenciarlo de otros.

Se eligió el color azul combinado con blanco para la representación del acabado del prototipo, pues de acuerdo con Eva Heller en su libro *Psicología del Color* el color azul es el que cuenta con más adeptos³². Es el favorito del 46% de los hombres y el 44% de las mujeres. Y casi no hay nadie a quien no le guste. Además se propone el uso de una gama variada de colores combinados con blanco para ofrecer al usuario una mayor variedad al momento de elegir su calentador de agua (Fig. 4.34).



Fig. 4.34 Aplicación del color en la carcasa del calentador.

32. Heller, Eva. *Psicología del color*. Gustavo Gili, Barcelona 2004. Pág. 17-24.

4.5.3 Etiquetado

De acuerdo con la NORMA Oficial Mexicana NOM-003-ENER-2000 el calentador llevará una etiqueta (Fig. 4.35) que proporcione a los usuarios una relación de la energía térmica que consume este producto, con la cual se pueda comparar con otros de su misma carga térmica, funcionamiento y capacidad, la cual estará adherida o colocada en el producto por medio de un engomado. La cual deberá estar ubicada en un área de exhibición del producto visible al consumidor.

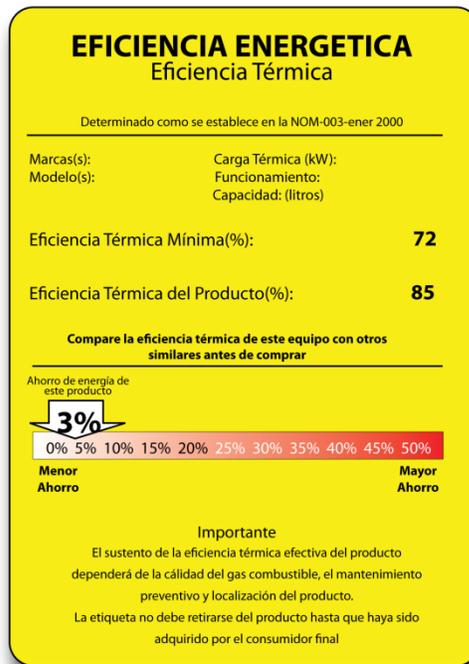


Fig. 4.35 Etiqueta del calentador.

CAPÍTULO 5

“Diseñar es elegir entre un abanico muy grande de opciones cuál es la que construiremos .”

Daniel Mordecki.

5. Manufactura del prototipo

En el capítulo anterior se determinaron el material y las operaciones de manufactura necesarias para realizar un prototipo. En este capítulo se presentan las diferentes etapas para la fabricación de un modelo funcional en las instalaciones del taller de metales de la Universidad Tecnológica de la Mixteca.

La fabricación del prototipo requirió el maquinado de herramientas para las diferentes operaciones de manufactura, corte, doblado y deformado de lámina de acero. El maquinado se realizó con fresadora con control numérico de acuerdo al diseño. Diversas operaciones de taladrado de diferentes características de los herramientas. En la siguiente imagen se muestran los principales procesos empleados para la elaboración del modelo.



Fig. 5.1 Maquinado y preparación de los moldes.

De acuerdo a los requerimientos de fuerza calculados, en el capítulo anterior, para las diferentes operaciones de manufactura, se requiere un equipo hidráulico que no se cuenta en el taller; por lo que se decidió elaborar solamente el dado y el punzón para el corte de la cavidad para el compartimiento del termostato (Fig. 5.1), sobre el cuerpo de la carcasa. Para realizar una operación de corte de lámina se

requiere que el diseño del dado y punzón estén alineados entre sí, con un claro uniforme entre estos. Para lograr este objetivo es requiere maquinar esta herramienta con la mejor precisión posible. Ésto se logró con la fresa de control numérico, en la figura 5.1 se muestra parte de proceso de maquinado de la herramienta de corte, utilizandose diversos utensilios para sujeción.

5.1 Carcasa principal

Como inicio se cortó el cuerpo principal, la carcasa, se trazó y cortó la lámina de acero al carbón calibre 24, de acuerdo al desarrollo proyectado. En este caso en particular, antes de comenzar el doblado de la pieza, primero se llevó a cabo el perforado para puerta y perforado de compartimiento para termostato (Fig. 5.2), como parte del proceso lógico de operaciones establecido en el capítulo anterior. Para el corte de estas características se implemento el uso de una prensa improvisada compuesta por un marco rígido con perfil estructural y un gato hidráulico de dos mil kilos de fuerza. Para guiar el punzón dentro del dado se utilizó un mecanismo bisagra, el corte se realizó de acuerdo a lo establecido.



Fig. 5.2 Perforado de cuerpo y compartimiento para termostato.

Con la pieza inicial de la carcasa principal perforada, seguimos con la operación de doblado, sobre las líneas trazadas en el desarrollo de la lámina, como se muestra en la siguiente figura (Fig. 5.3). Se utilizó una dobladora de muelas previo análisis de la secuencia de operaciones de doblado. Con el desarrollo de los dobleces se conformó el cuerpo principal de la carcasa del calentador, con la rigidez adecuada para darle ubicación a los diferentes componentes. Para la unión de los extremos se utilizaron elementos de unión tipo remache, previa perforación de la lámina donde se ubicarían los remaches.



Fig. 5.3 Doblado de lámina, del cuerpo principal de la carcasa.



Fig. 5.4 Ensamble de los extremos de la carcasa principal.

5.2 Tapas superior e inferior.

Las tapas superior e inferior cuentan con diferentes perforaciones para ubicar diferentes características. Las operaciones de perforado para entrada y salida de tubos de agua, entrada de conducto de combustible y perforaciones para circulación de oxígeno para mejorar la combustión se realizaron con sacabocados de tornillo (fig.5.5). Para darle rigidez a las tapas superior e inferior, se realizó un doblado por su contorno, se maquinaron los dados con la geometría para lograr los dobleces pertinentes. Se perforaron orificios en estas pestañas y el cuerpo

principal de la carcasa para lograr el ensamblaje de las piezas con los rechaces determinados.



Fig. 5.5 Perforado con sacabocados.

5.3 Compartimiento para termostato

El método de manufactura de esta pieza, fue determinado en el capítulo anterior por medio de una operación de embutido, sin embargo debido que la fuerza necesaria para realizar el proceso obtenida en el análisis de fuerzas en el apartado 4.4.5 requiere de un equipo hidráulico con el que no se cuenta en el taller y para efectos de construcción de un modelo. Esta pieza se modeló por medio de fibra de vidrio (Fig.5.6). Posteriormente se llevaron a cabo las perforaciones para colocar el termostato por medio de un taladro.



Fig. 5.6 Compartimiento para termostato.

5.4 Difusor de gases, puerta y base para puerta

Para la elaboración de estas piezas, se trazó el desarrollo de cada una en la lámina, se realizó el corte con cizalla y posteriormente se llevó a la dobladora, donde se efectuaron cada uno de los dobleces para dar rigidez a las piezas, siguiendo los trazos realizados.

5.5 Habilitación de las piezas para aplicar acabados superficiales

Una vez desarrolladas todas las piezas que conforman la carcasa, se llevó a cabo el habilitado de éstas para llevar a cabo la aplicación de acabados superficiales. Se comenzó con la limpieza de cada una de ellas, iniciando con una lija del #240 y para finalizar pulir bien la superficie con una lija del #480.



Fig. 5.7 Habilitado de las piezas para aplicar acabados superficiales.

Una vez habilitadas todas las piezas, se procedió con la aplicación de los acabados superficiales en las mismas, para efectos de modelo se realizó con pintura automotriz Dupont secado rápido esmalte acrílico. Color: Anna Blue P5497 Seat 2003 y color Diamant weiss VS1.



Fig. 5.8 Aplicación de recubrimiento.

5.6 Ensamble general de las piezas.

Por último se realizó el ensamblado de las piezas con la ayuda de una remachadora manual, utilizando remaches pop de 1/8*1/8". Comenzando con los ensambles E1, E2, E3 y E4, especificados en el apartado 4.3.3.2 de la página 63 y una vez instalado el mecanismo de calentamiento se llevaron a cabo los ensambles E5 y E6.

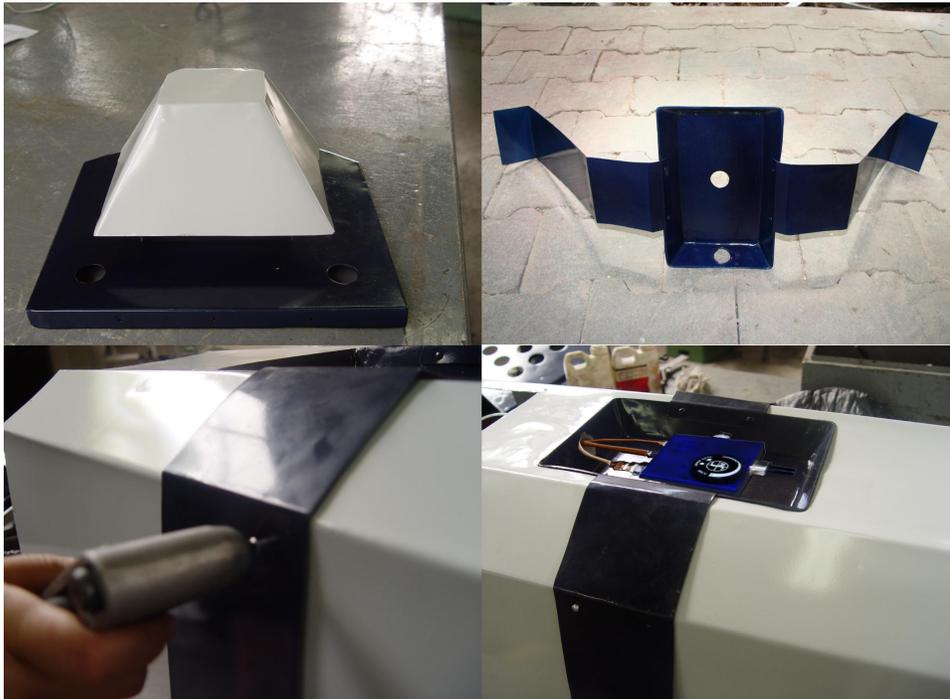


Fig. 5.9 Ensamble de las piezas.

5.7 Entorno de uso.

Una vez integrados el mecanismo de calentamiento y la carcasa, se simuló el uso del calentador en su entorno. Cabe mencionar que el calentador no fue instalado en el lugar de aplicación, solo se llevó a cabo una simulación.



Fig. 5.10 Simulación en entorno de uso.

CAPÍTULO 6

“Un buen diseño es una actitud renacentista que combina la tecnología, ciencia cognitiva, la necesidad humana, y la belleza de producir algo que el mundo no sabía que le faltaba.”

Paola Antonelli.

6. Conclusiones

En el desarrollo de este trabajo se manufacturó el prototipo funcional de la carcasa para el calentador de agua de alta eficiencia. Los objetivos planteados al inicio de este proyecto se cumplieron.

Se analizaron y determinaron los requerimientos a nivel de producto para el diseño de la carcasa, aportando elementos importantes como:

- La determinación de la forma de la carcasa corresponde a una adaptación de la configuración total del intercambiador de calor.
- El uso de un *cinturón de seguridad* integrado en el diseño de la carcasa para evitar la caída del producto en caso de sismo, proporcionando mayor seguridad al usuario.
- El uso de un compartimiento para el termostato, para integrar este elemento al diseño de la carcasa y evitar que parezca un elemento aislado.
- Uso de una puerta abatible hacia abajo para mayor comodidad de los usuarios al momento de encender el calentador, ya que el abatimiento hacia la derecha o izquierda pudiera estorbar durante el procedimiento al usuario zurdo o diestro.

Se realizaron las propuestas de diseño en base a los requerimientos y se evaluaron todas las alternativas por medio del *método de la suma ponderada* para obtener la propuesta que mejor cumplía con los requerimientos establecidos. Definiendo para ello, los criterios a considerar en la evaluación de las alternativas y el grado de importancia de cada uno de los criterios comparando cada criterio entre sí y determinando su mayor o menor importancia. Se evaluaron cada una de las alternativas según cada criterio, se laboraron las tablas de proceso de operaciones para cada propuesta con el fin de obtener los valores correspondientes para evaluar el criterio de costo y finalmente se analizaron los resultados por medio de una matriz de evaluación que permitió determinar la alternativa que mejor cumplía con los requerimientos establecidos.

Se llevó a cabo una investigación acerca de los posibles materiales a utilizar y se analizaron los procesos de manufactura factibles de ejecutarse con la maquinaria disponible en el taller de metalmecánica de la Universidad Tecnológica de la Mixteca al mes de mayo de 2008. Tomando en cuenta, además los costos y posibles acabados para aplicar a la carcasa.

Se determinaron también los requisitos técnicos para la manufactura de la carcasa, indicando el proceso y la maquinaria correspondiente. Además se diseñaron los dados y punzones para algunos procesos necesarios en la construcción de la carcasa, determinando también las fuerzas máximas, es decir la energía total

requerida para llevar a cabo estas operaciones. Estos valores se han calculado con la finalidad de servir de referencia para futuras adaptaciones en la selección de la maquinaria.

Así mismo se llevaron a cabo los cálculos necesarios para determinar las dimensiones preliminares de las piezas de material antes de embutir, lo cual permite lograr una distribución correcta de los cortes de manera que ocupen el menor espacio posible y en consecuencia reducir el desperdicio de material.

El prototipo funcional de la carcasa resultante constituye un producto factible de fabricarse industrialmente en las instalaciones del taller de metalmecánica de la Universidad Tecnológica de la Mixteca, siguiendo las especificaciones planteadas en el desarrollo de este proyecto o bien haciendo las modificaciones que la Universidad considere pertinentes.

Es importante mencionar que una de las principales limitantes en el desarrollo de este proyecto fueron los medios de producción. Por lo tanto queda abierta la posibilidad de llevar a cabo un análisis y selección de maquinaria apta para la manufactura de la carcasa, la cual no se encuentre limitada a la maquinaria existente en la UTM; así como un análisis para determinar los procesos de manufactura óptimos y llevar a cabo la producción de la carcasa de una manera eficaz y eficiente.

ANEXOS

“El diseño es un medio hacia el logro de los objetivos finales de servir a los mercados y la generación de beneficios.”

Thomas F. Schutte.

Encuesta Posibilidades de Mercado de calentadores de agua en Unidades Habitacionales de Huajuapán de León Oaxaca

Objetivo: Determinar posibilidades de mercado en las Unidades Habitacionales INFONAVIT y FOVISSTE de la Ciudad de Huajuapán de León Oaxaca

¿La vivienda cuenta con calentador de agua?

___ sí ___ no ___ ¿por qué?

¿El calentador está ubicado en un lugar especial o fue colocado donde alcanzó?

___ sí ___ no

¿A qué altura está colocado su calentador con respecto al nivel de piso terminado?

¿Qué integrante de la familia enciende el calentador?

¿Considera que la ubicación actual de su calentador representa algún riesgo para sus hijos pequeños?

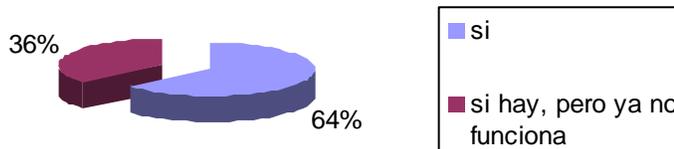
¿Le agrada el aspecto visual de su calentador de agua?

¿Considera que alguna modificación en el aspecto visual de su calentador (forma o colores) contribuiría a mejorar el aspecto de su vivienda?

Resultados de la encuesta 1 realizada en viviendas ubicadas en las unidades habitacionales de FOVISSTE e INFONAVIT en la ciudad de Huajuapán de León, Oaxaca.

Total de viviendas encuestadas: 25

- Número de viviendas que cuentan con calentador de agua



- Por ser una unidad habitacional la ubicación del calentador de agua fue planeada, por lo que en todas las viviendas se colocó en un espacio especial.
- En las viviendas de Fovisstte el calentador de agua fue colocado a 1.25 m. de altura con respecto del nivel de piso terminado; mientras que en las viviendas de Infonavit se ubican a 1.12 m. por arriba del nivel de piso terminado.
- En el 100% de las viviendas encuestadas la operación de encendido del calentador es llevada a cabo por un adulto.
- El 90% de los encuestados considera que no le grada mucho el aspecto visual de su calentador y el resto se encuentra conforme con el aspecto de su calentador de agua.
- El 95% de los encuestados considera que alguna modificación en los atributos visuales de su calentador, como forma, dimensiones o colores, contribuiría a mejorar el aspecto de su vivienda.
- De acuerdo con los encuestados de la unidad habitacional Infonavit todas las viviendas fueron entregadas con calentador de agua, sin embargo con el paso del tiempo la mayoría de estos calentadores ya no funciona.

El análisis para determinar los valores de los parámetros de comparación utilizados en la tabla 5 del apartado 3.3.3, se llevó a cabo para cada una de las propuestas, de la siguiente manera:

1. Se elaboró una lista de la maquinaria disponible en el taller de metalmecánica de la Universidad Tecnológica de la Mixteca al mes de febrero de 2008, así como de los procesos que se llevan a cabo con cada una de ellas.

LISTA DE MAQUINARIA

# de Maquina	Descripción	Operación
1.	Cizalla manual	Corte
2.	Dobladora	Doblar
3.	Troqueladora	Troquelar
4.	Taladro manual	Perforar
5.	Remachadora manual	Remachar
6.	Roladora de lámina	Rolar lámina
7.	Soldadora por resistencia	Soldar

2. Se llevó a cabo un análisis de los tiempos promedio para efectuar los procesos necesarios para la manufactura de las propuestas:

DESCRIPCIÓN DE OPERACIONES Y TIEMPOS PROMEDIO DE EJECUCIÓN		
Operación	Tiempo Promedio	
Trazo sobre lámina (1m)	10 seg 6.5 seg 10.95 seg 7.75 seg 7.75 seg	8.59 seg

Operación	Tiempo Promedio	
Corte cizalla manual (1m)	90seg 60seg 78seg 56seg 62seg	57.7 seg
Troquelar	Este tiempo se estimo de manera considerando el tiempo necesario para colocar los dados en la prensa y aplicar la fuerza necesaria para llevar a cabo la operación de troquelado en la lámina, al cual se le suma un estimado de tiempo de corte y pulido del exceso de material. Tiempo estimado: 15min	
Doblar	10.55seg 16seg 12seg 10seg 11.5seg	12.02seg
Rolar lámina	18.3seg 19.25seg 17.9seg 17.5seg 18seg	18.19seg
Soldar	3.64seg 4.18seg 3.25seg 3.25seg 3.48seg	3.56seg
Barrenar	19seg 16.2seg 14.66seg 18seg 16.7seg	16.9seg
Remachar	17.6seg 16.9seg 15.3seg 14seg 14seg	15.56seg

Operación	Tiempo Promedio	
Eliminar rebabas	Tiempo estimado : 2.33 min	
Soldar (puntear)	3.6seg 2.9seg 3.8seg 3.8seg 3.7seg	3.56seg

- Se elaboró una lista estructurada de las partes que integran cada propuesta en la cual se enumeran: el número y nombre de cada parte y se determina si la pieza será manufacturada o comprada.

LISTA ESTRUCTURADA DE PARTES			
Compañía: Universidad Tecnológica de la Mixteca		Elaborado por: Griselda Legaria Ortega	
Producto: Carcasa para calentador de agua		Fecha: febrero 2008	
Núm. de parte	Nombre de la parte	Fabricar ó comprar	
1.	PARTE 1	X	
2.	PARTE 2		X
3.	PARTE 3		
4.	PARTE 4		
N...	PARTE ...N		

- Se determina el valor del lote de producción, en base al cual se realizará el análisis de las operaciones.

Lote de producción =540 calentadores

- Después se elaboró una hoja de itinerario de cada una de las partes, en ella se listan principalmente los procesos de operación necesarios para fabricar cada pieza, el número de máquina requerida para llevar a cabo cada operación, los tiempos promedio y estándar de cada una de las operaciones y finalmente la cantidad de unidades que pueden producirse por hora de trabajo.

HOJA DE ITINERARIO PROPUESTA 1				Parte núm.: #	Hoja: 1/Total de partes	
Parte: Nombre de la parte				Utilizada: Carcasa para calentador de agua		
Material: Lámina negra calibre 24				Fecha de elaboración: febrero 2008		
Lote económico: 540						
Operación núm.	Descripción	Máquina núm.	Departamento núm.	Tiempo promedio	Tiempo Estándar	Unidad por hora
1.	OPERACIÓN 1	#		seg.	Seg ₁	
2.	OPERACIÓN 2	#		seg.	Seg ₂	
3.	OPERACIÓN 3	#		seg.	Seg ₃	
4.	OPERACIÓN 4	#		seg.	Seg ₄	
...N	OPERACIÓN ...N	#		seg.	Seg ₅	
					Tiempo estándar= Seg ₁ +seg ₂ + ...+seg _n	Unidad por hora= 3600seg./Tiempo Estándar

6. Una vez elaboradas las hojas de itinerario de cada una de las piezas necesarias para construir una unidad, se realiza la suma de las horas de operación de cada una de las piezas necesarias para producir una unidad.

Tiempo total de operación=suma de los tiempos de operación de cada una de las piezas necesarias para manufacturar una unidad.

7. Se calcula también el tiempo total del proceso de ensamble:

Tiempo total de ensamble= Cantidad de remaches ensamblar una unidad x el promedio de tiempo obtenido para hacer un remache.

Total horas hombre= Tiempo total de operación +Tiempo total de ensamble.

8. Finalmente se llevó a cabo un cálculo aproximado del costo de manufactura de una unidad

El salario mínimo para la zona C es de = \$49.50*

Costo de manufactura= Salario x total de horas hombre

*(El Universal "Publica Diario Oficial salarios mínimos para 2008" entrada del jueves 27 de diciembre de 2007, consultado el 16 de febrero de 2008. URL: <http://www.eluniversal.com.mx/notas/470546.html>).

9. Se calculó el costo aproximado de la materia prima por unidad:

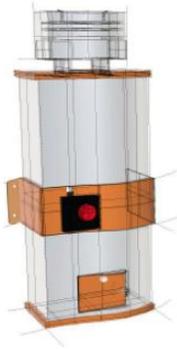
COSTO DE LA MATERIA PRIMA POR UNIDAD			
Concepto	Precio normal	Cantidad	Precio por unidad
Lámina negra calibre 24 (1.20x3.05m)	\$324.00	Área total de lámina por unidad (m ²)	\$324.00 x área total por unidad
Bisagra natural 1 ½" x 1 7/16 "	\$0.87	Cantidad por unidad	\$0.87 x cantidad por unidad
Remaches pop 1/8"x1/8"	\$8.50 el paquete con 100 pzas.	Cantidad por unidad	\$0.085 x cantidad por unidad
Costo total de la materia prima			Suma total de precios

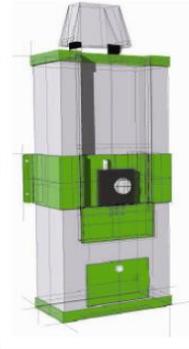
10. Costo total aproximado por unidad: costo de manufactura + costo de la materia prima

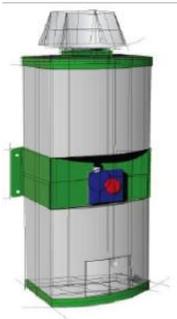
Encuesta Grado de Aceptación por parte del Usuario

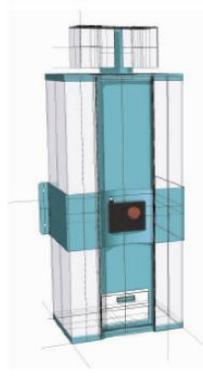
Objetivo: Conocer el grado de preferencia por parte del usuario hacia las propuestas de carcasa para el calentador de agua.

A continuación se presentan las propuestas de diseño para una carcasa de calentador de agua. Enumere cada una dándole un valor de 1 a la que más le agrade y de 6 a la que menos le agrade







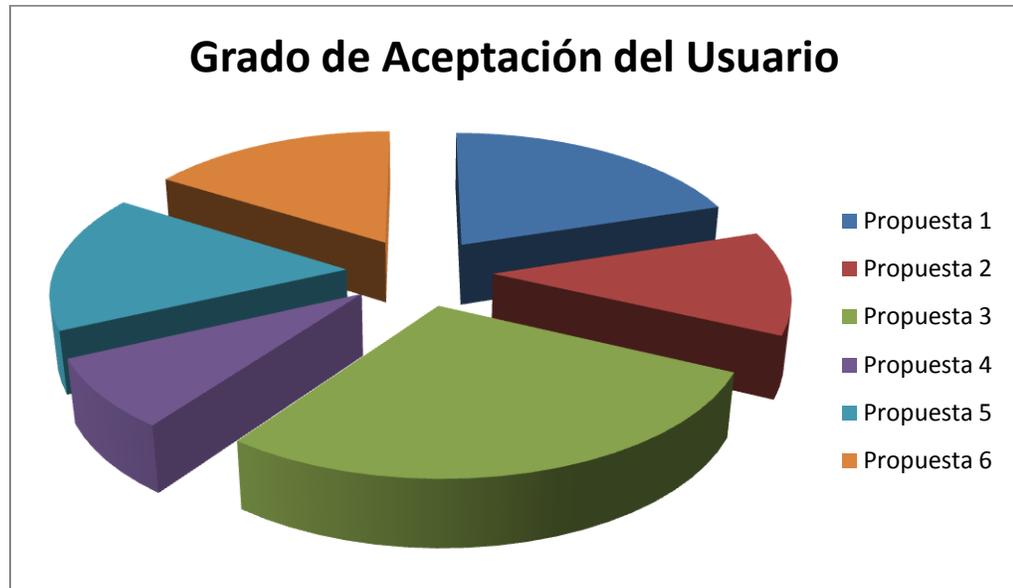


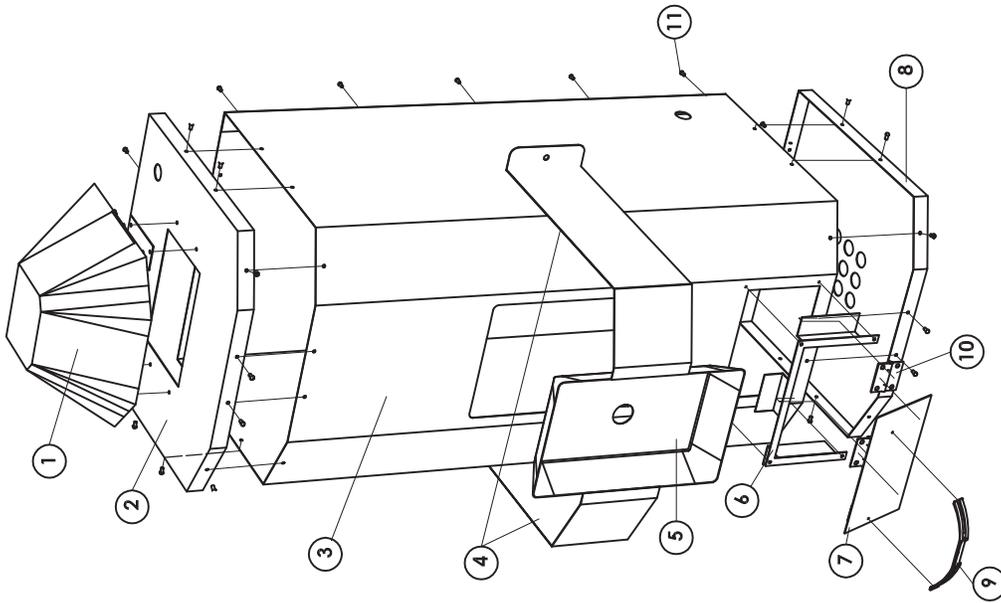




Resultados de encuestas realizadas en viviendas ubicadas en las unidades habitacionales de FOVISSTE e INFONAVIT en la ciudad de Huajuapán de León, Oaxaca.

Total de viviendas encuestadas: 25





Nº. CDMP.	DESCRIPCION	MATERIAL	CANT	FABRICAR/CDMPRAR
1	DIFFUSOR DE GASES	LÁMINA NEGRA CALIBRE 24	1	FABRICAR
2	TAPA SUPERIOR	LÁMINA NEGRA CALIBRE 24	1	FABRICAR
3	CUERPO DE LA CARCASA	LÁMINA NEGRA CALIBRE 24	1	FABRICAR
4	CINTAS LATERALES	LÁMINA NEGRA CALIBRE 24	2	FABRICAR
5	COMPARTIMIENTO PARA TERMOSTATO	LÁMINA NEGRA CALIBRE 24	1	FABRICAR
6	MARCO PARA PUERTA	LÁMINA NEGRA CALIBRE 24	1	FABRICAR
7	PUERTA	LÁMINA NEGRA CALIBRE 24	1	FABRICAR
8	TAPA INFERIOR	LÁMINA NEGRA CALIBRE 24	1	FABRICAR
9	MANILIA PARA PUERTA		1	CDMPRAR
10	BISAGRAS		2	CDMPRAR
11	REMACHES POP		1	CDMPRAR

*** NOTAS GENERALES ***
 -REVISAR NÚM. COMP. HERR. Y FORMA DE PRODUCTOS DEL CDMP.
 -LUGAR DE MONTAJE DE ESTE PLANO ES INDICATIVO.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA
DE LA MIXTECA

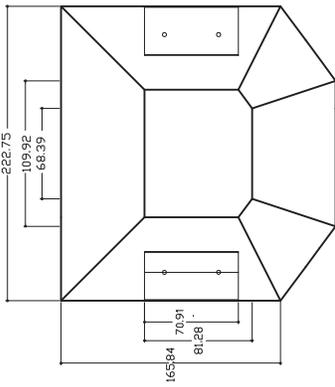
PLANO NÚM.
PL-01

PROYECTO: **MODELO CARCASA PARA CALENTADOR DE AGUA**

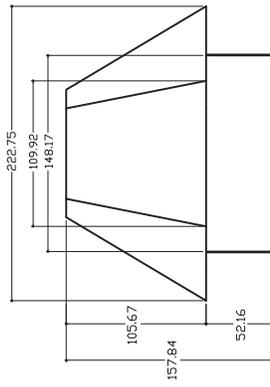
FECHA DE ELABORACIÓN: MAYO 2008	ACOTACIÓN: MM	ESCALA: SIN ESCALA
DISEÑO: CRISSELDA LEGARIA ORTEGA	REVISÓ: VICTOR M. CRUZ MIZ.	SISTEMA:

HOJA:
01 DE 01

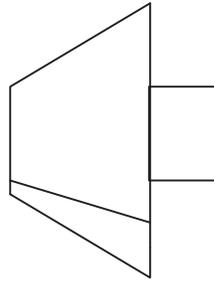
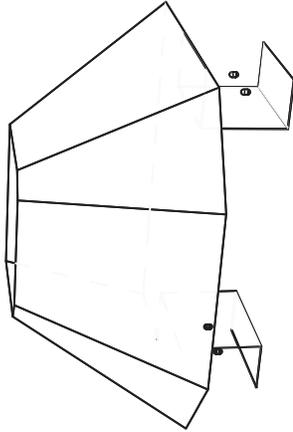
EXPLOSIVO
MODELO DE CARCASA PARA CALENTADOR DE AGUA



VISTA SUPERIOR



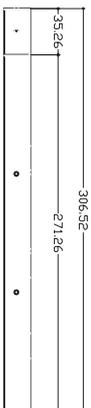
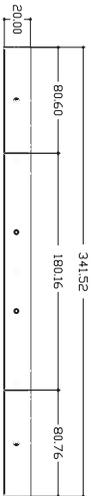
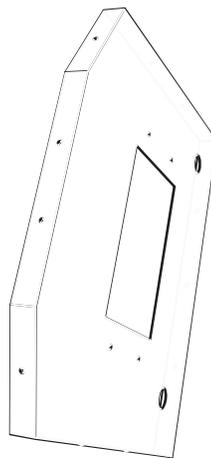
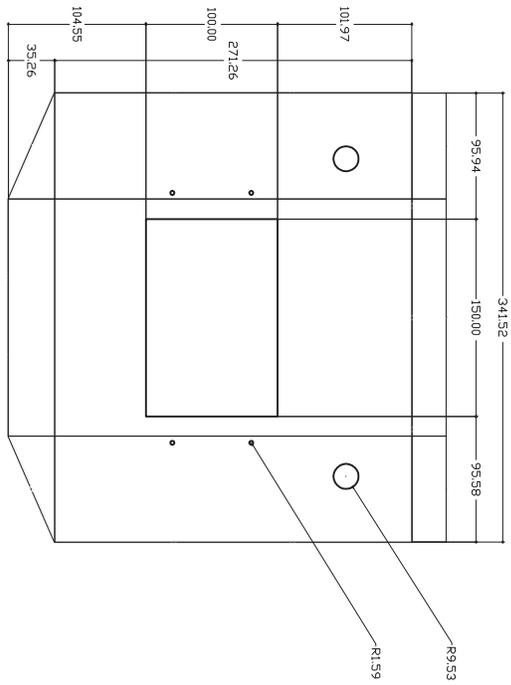
VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL

	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LA MIXTECA		PLANO NO. PL-02		
	PROYECTO:	MODELO CARCASA PARA CALENTADOR DE AGUA			SISTEMA:
FECHA DE ELABORACIÓN:	MAYO 2008	ESCALA:	SIN ESCALA	H.O.A.:	01 DE 01
DIBUJO:	CRISelda LEGARIA ORTEGA	ACCIÓTION:	MM	REVISÓ:	VICTOR M. CRUZ MTZ.

*** NOTAS GENERALES ***
 - EMBALAR FOLIOS CORPANTES Y REBARBAS PRODUCTO DEL CORTE
 - LAS DIMENSIONES DE ESTE PLANO SON NOMINALES.



VISTA SUPERIOR

VISTA FRONTAL

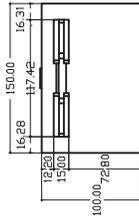
VISTA LATERAL

*** NOTAS GENERALES ***
 - ELIMINAR TIPOS CORRIENTES Y REJILLAS PRODUCIDO DEL CORTE
 - LAS DIMENSIONES DE ESTE PLANO SON NOMINALES

<p>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LA MIXTECA</p>		<p>PLANO: PL-03</p>	
<p>PROYECTO: MODELO CARCASA PARA CALENTADOR DE AGUA</p>	<p>TÍTULO:</p>	<p>ESCALA: SIN ESCALA</p>	<p>HOUA: 01 DE 01</p>
<p>FECHA DE ELABORACIÓN: MAYO 2008</p>	<p>ACCIÓN: MM</p>	<p>SISTEMA: </p>	<p>REVISIÓN: </p>
<p>DISEÑO: GABRIELA LEGARÍA ORTEGA</p>	<p>REVISÓ: VICTOR M. CRUZ MITZ</p>		

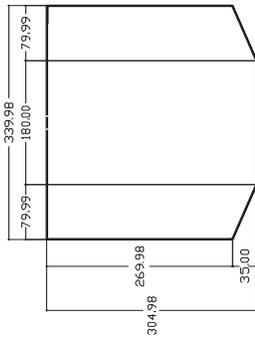
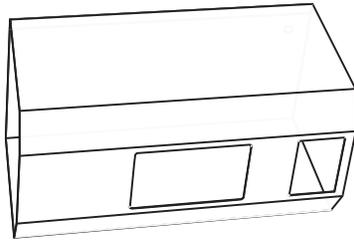


VISTA SUPERIOR



VISTA FRONTAL

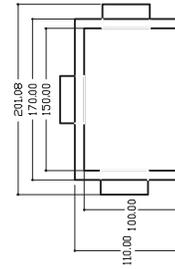
VISTA LATERAL



VISTA SUPERIOR

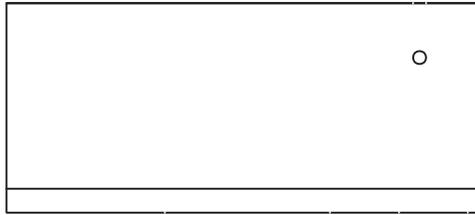


VISTA SUPERIOR

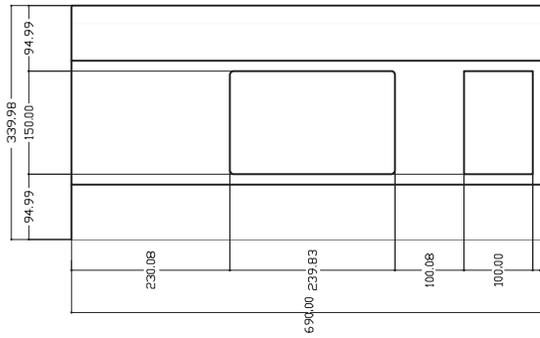


VISTA FRONTAL

VISTA LATERAL



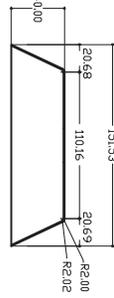
VISTA LATERAL



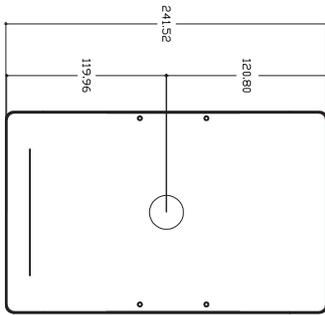
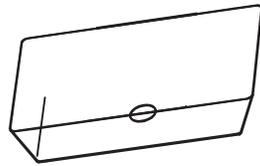
VISTA FRONTAL

*** NOTAS GENERALES ***
 - ELIMINAR FILAS CORTANTES Y REBASAS PRODUCIDO DEL COBRE.
 - LAS DIMENSIONES DE ESTE PLANO SON NOMINALES.

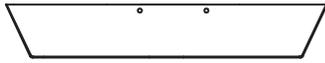
	TÍTULO: MODELO CARCASA PARA CALENTADOR DE AGUA		PLANO No.: PL-04
	PROYECTO:	ESCALA: SIN ESCALA	SISTEMA:
FECHA DE ELABORACIÓN: MAYO 2008	ASOCIACIÓN: MM	ESCALA: SIN ESCALA	SISTEMA:
DIBUJO: CRISSELDA LEGARIA ORTEGA	REVISÓ: VICTOR M. CRUZ MTZ.	ESCALA: SIN ESCALA	SISTEMA:



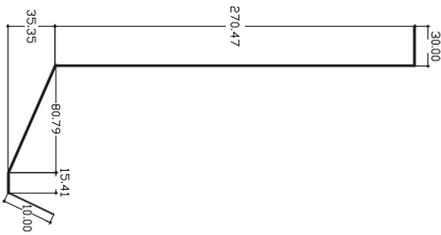
VISTA SUPERIOR



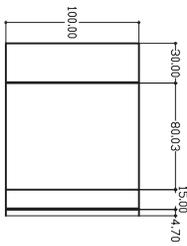
VISTA FRONTAL



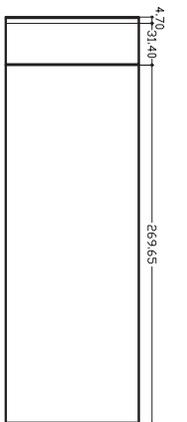
VISTA LATERAL



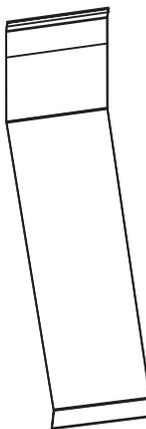
VISTA SUPERIOR



VISTA FRONTAL

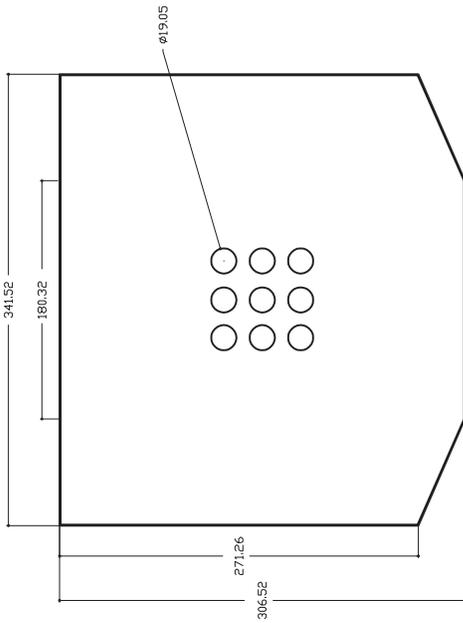


VISTA LATERAL

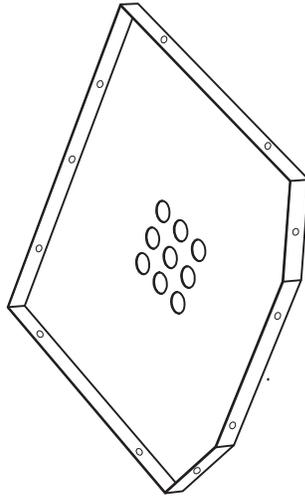


*** NOTAS GENERALES ***
 - ESTUDIAR NOTAS DE INSTRUCCIONES DEL FABRICANTE DEL COMPONENTE.
 - LAS DIMENSIONES SE REFIEREN A LOS ESPESORES NOMINALES.

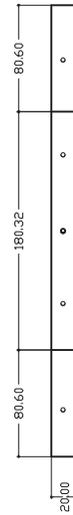
<p>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LA MIXTECA</p>		PLANO NO. PL-05	
PROYECTO:	MODELO CARCASA PARA CALENTADOR DE AGUA		
FECHA DE ELABORACIÓN:	ACCIÓN:	ESCALA:	SISTEMA:
MAYO 2008	MM	SIN ESCALA	
DEBIDO:	REVISÓ:	HOJA:	
ONIBELDA LEGARÍA ORTEGA	VICTOR M. CRUZ MITZ	01 DE 01	



VISTA SUPERIOR



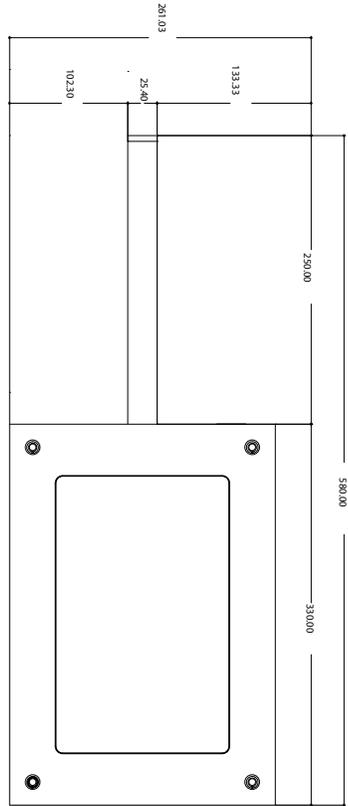
VISTA LATERAL



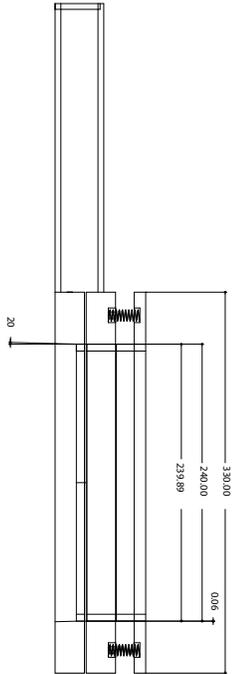
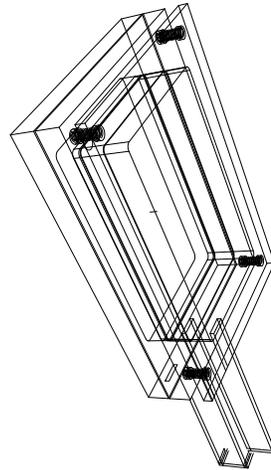
VISTA FRONTAL

	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LA MIXTECA	PLANO No. PL-06
	PROYECTO: MODELO CARCASA PARA CALENTADOR DE AGUA	TÍTULO:
FECHA DE ELABORACIÓN: MAYO 2008	ACOTACIÓN: MM	ESCALA: SIN ESCALA
DISEÑÓ: CRIBELDA LEGARÍA ORTEGA	REVISÓ: VICTOR M. CRUZ MITZ.	SISTEMA:
		HOJA: 01 DE 01

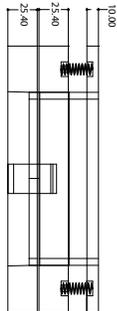
*** NOTAS GENERALES ***
 - ELIMINAR LOS BORDES DEL CORTE.
 - LAS DIMENSIONES DE ESTE PLANO SON NOMINALES.



VISTA SUPERIOR



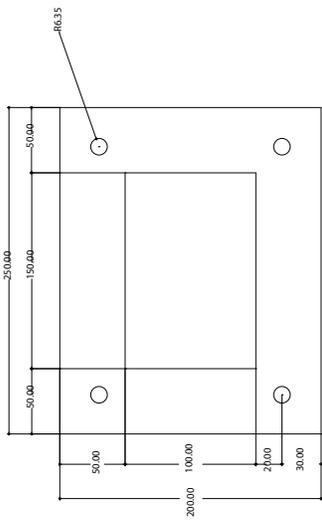
VISTA FRONTAL



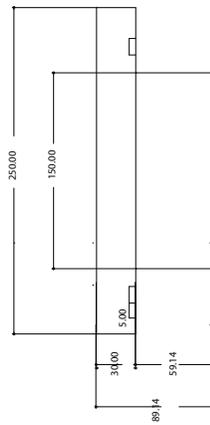
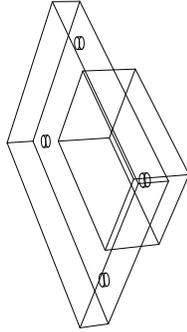
VISTA LATERAL

No. COMP.	DESCRIPCION	MATERIA	CANT
1	DADO	PLACA DE ACERO 1018	1
2	PUNZON	PLACA DE ACERO 1018	1
3	SUETADOR DE FORMAS	PLACA DE ACERO 1018	1

		UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LA MIXTECA		PLANO NO. PL-07	
PROYECTO	TÍTULO	PUNZÓN DE TROQUEL DE CORTE PARA COLOCAR COMPARTIMIENTO PARA TERMOSTATO			
FECHA DE ELABORACION	ACOTACION: MM	ESCALA:	SIN ESCALA		
MAYO 2008	MM	SIN ESCALA			
ELABORÓ:	REVISÓ:				
CRISTELIDA LEGARIA ORTEGA	VICTOR M. CRUZ MITZ.				
SISTEMA:		HOJA: 01 DE 04			



VISTA SUPERIOR

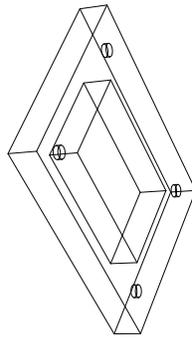
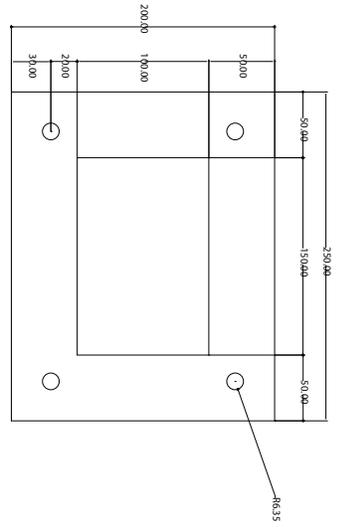


VISTA FRONTAL

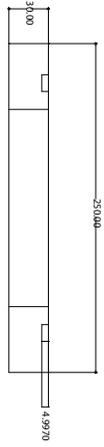


VISTA LATERAL

	TÍTULO: PUNZÓN DE TROQUEL DE CORTE PARA PIEZAS #2 Y #3		PLANO No: PL-07
	PROYECTO:	ESCALA: SIN ESCALA	SISTEMA:
FECHA DE ELABORACIÓN: MAYO 2008	ACOIACIÓN: MM	ESCALA: SIN ESCALA	HOJA: 02 DE 04
DIBUJÓ: CRISELDA LEGARIA ORTEGA	REVISÓ: VICTOR M. CRUZ MITZ.		



VISTA SUPERIOR

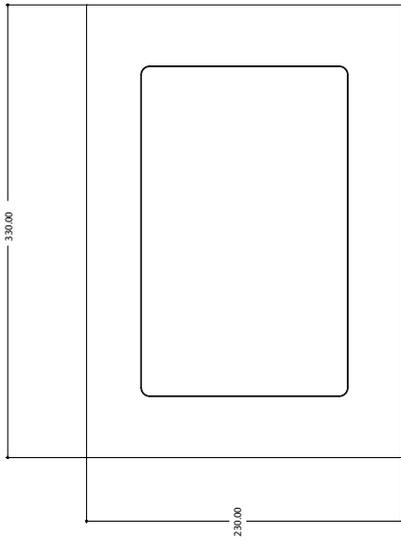


VISTA FRONTAL

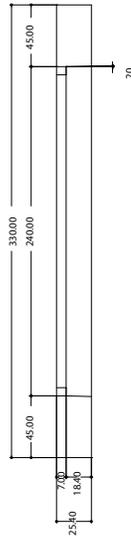
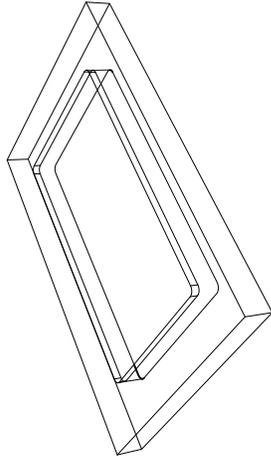


VISTA LATERAL

		UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LA MIXTECA		PLANO No.	
PROYECTO:		TÍTULO:		SUJADOR DE TIPOQUEL DE CORTE PARA PIEZAS #2 Y #3	
FECHA DE ELABORACION: MAYO 2008		ACOYACION:MM		ESCALA: SIN ESCALA	
DIBUJO: GRISEDALEGARIA ORTEGA		REVISÓ: VICTOR M. CRUZ MIZ.		SISTEMA: 	
				HOJA: 03 DE 04	



VISTA SUPERIOR

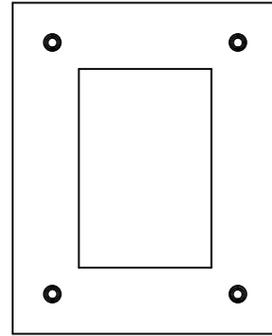


VISTA FRONTAL

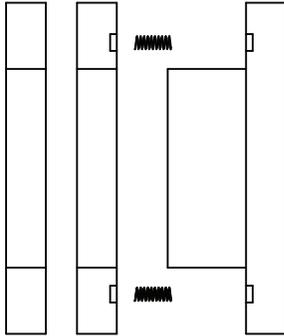


VISTA LATERAL

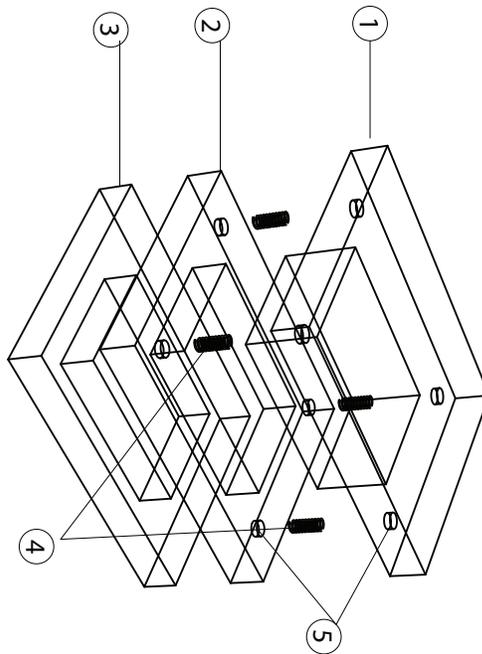
	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LA MIXTECA		PLANO NO. PL-07
	PROYECTO:	TÍTULO:	MODELO CARCASA PARA CALENTADOR DE AGUA
FECHA DE ELABORACIÓN:	ACOTACIÓN: MM	ESCALA:	SISTEMA:
MAYO 2008	SIN ESCALA	SIN ESCALA	HOJA: 04 DE 04
DIBUJO:	GRISelda LEGARIA ORTEGA	REVISO:	VICTOR M. CRUZ MTZ.



VISTA SUPERIOR

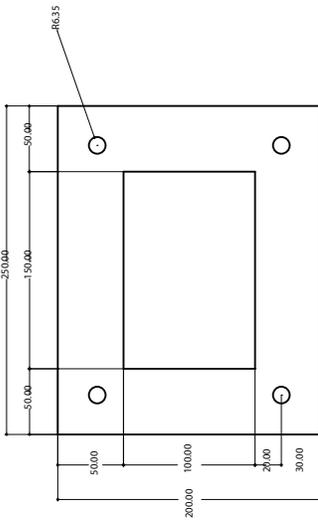


VISTA FRONTAL

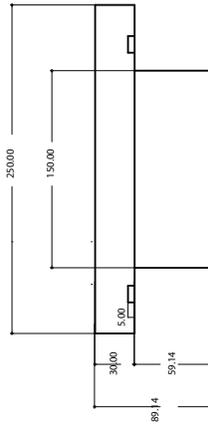
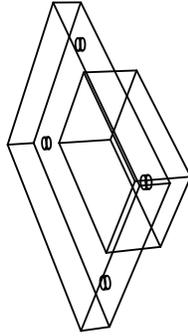


No. COMP.	DESCRIPCION	MATERIA	CANT
1	DADO	PLACA DE ACERO 1018	1
2	SUJETADOR DE MATERIAL	PLACA DE ACERO 1018	1
3	PUNZÓN	PLACA DE ACERO 1018	1
4	RESORTE EMPULSOR		4
5	GUÍAS		8

		UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LA MIXTECA		PLANO No.
PROYECTO:		TÍTULO:		PL-08
FECHA DE ELABORACION:		DADO Y PUNZÓN DE TROQUEL DE CORTE PARA PIEZAS #2 Y #3		
MAYO 2008	ACOLOCACION: MM	ESCALA:	SIN ESCALA	
DIBUJO:	REVISÓ:	SISTEMA:	SISTEMA:	HOJA:
GRISELDA LEGARIA ORTEGA	VICTOR M. CRUZ MITZ.			01 DE 04



VISTA SUPERIOR

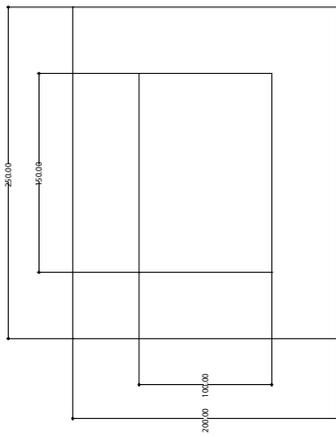


VISTA FRONTAL

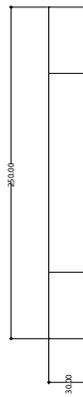
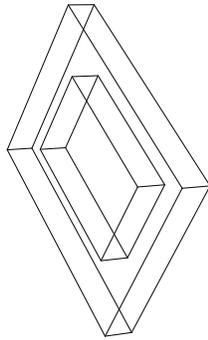


VISTA LATERAL

		PLANO No. PL-08	
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LA MIXTECA		TÍTULO: PUNZÓN DE TROQUEL DE CORTE PARA PIEZAS #2 Y #3	
PROYECTO	FECHA DE ELABORACIÓN: MAYO 2008	ASOCIACIÓN: MM	ESCALA: SIN ESCALA
DIBUJO: GRISELDA LEGARIA ORTEGA	REVISÓ: VICTOR M. CRUZ MITZ.	SISTEMA:	HOJA: 02 DE 04



VISTA SUPERIOR

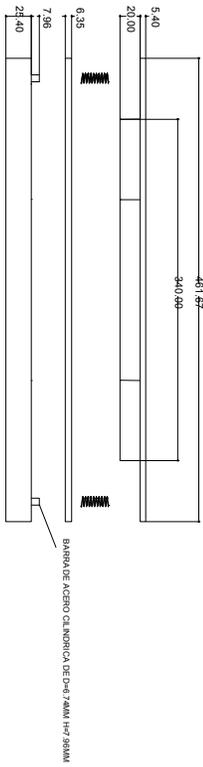
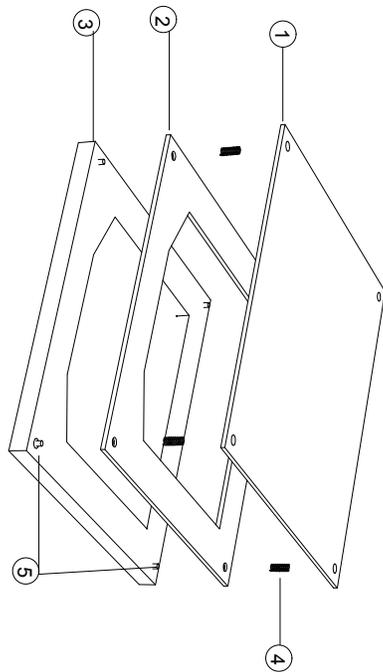
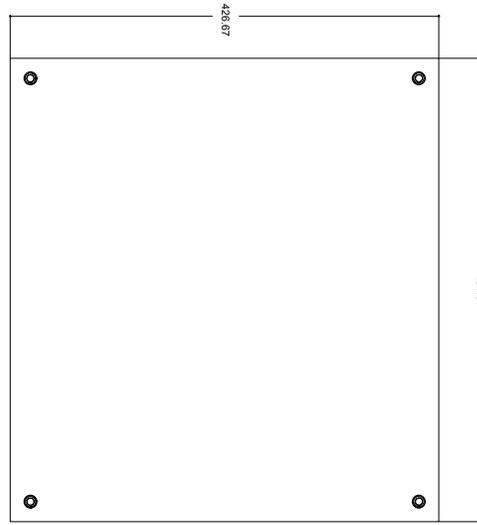


VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL

	PLANO No. PL-08	
	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LA MIXTECA	
PROYECTO:	TÍTULO:	DADO DE TROQUEL DE CORTE PARA PIEZAS #2 Y #3
FECHA DE ELABORACION:	ACOIACION: MM	ESCALA:
MAYO 2008	SIN ESCALA	SIN ESCALA
DIBUJO:	REVISO:	HOJA:
GRISELDA LEGARIA ORTEGA	VICTOR M. CRUZ MITZ.	04 DE 04



No. COMP.	DESCRIPCION	MATERIAL	CANT
1	DADO	PLACA DE ACERO 1018	1
2	SUJADOR DE MATERIAL	PLACA DE ACERO 1018	1
3	PUNZÓN	PLACA DE ACERO 1018	1
4	RESORTES		4
3	GUIAS		4

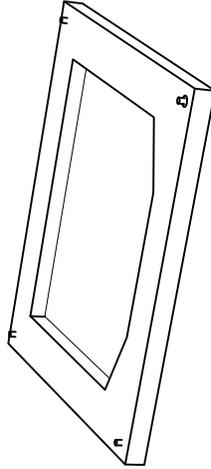
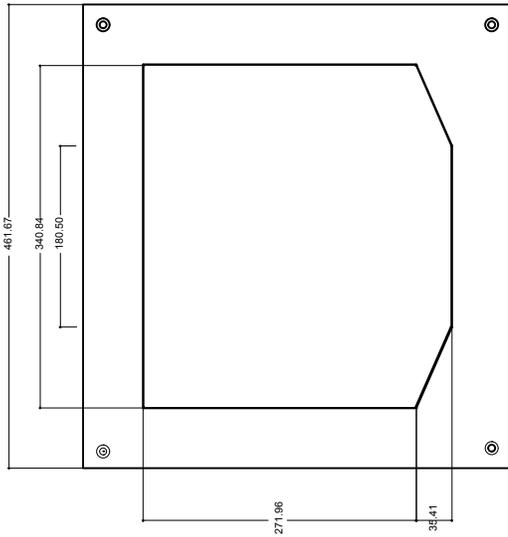


**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA
DE LA MIXTECA**

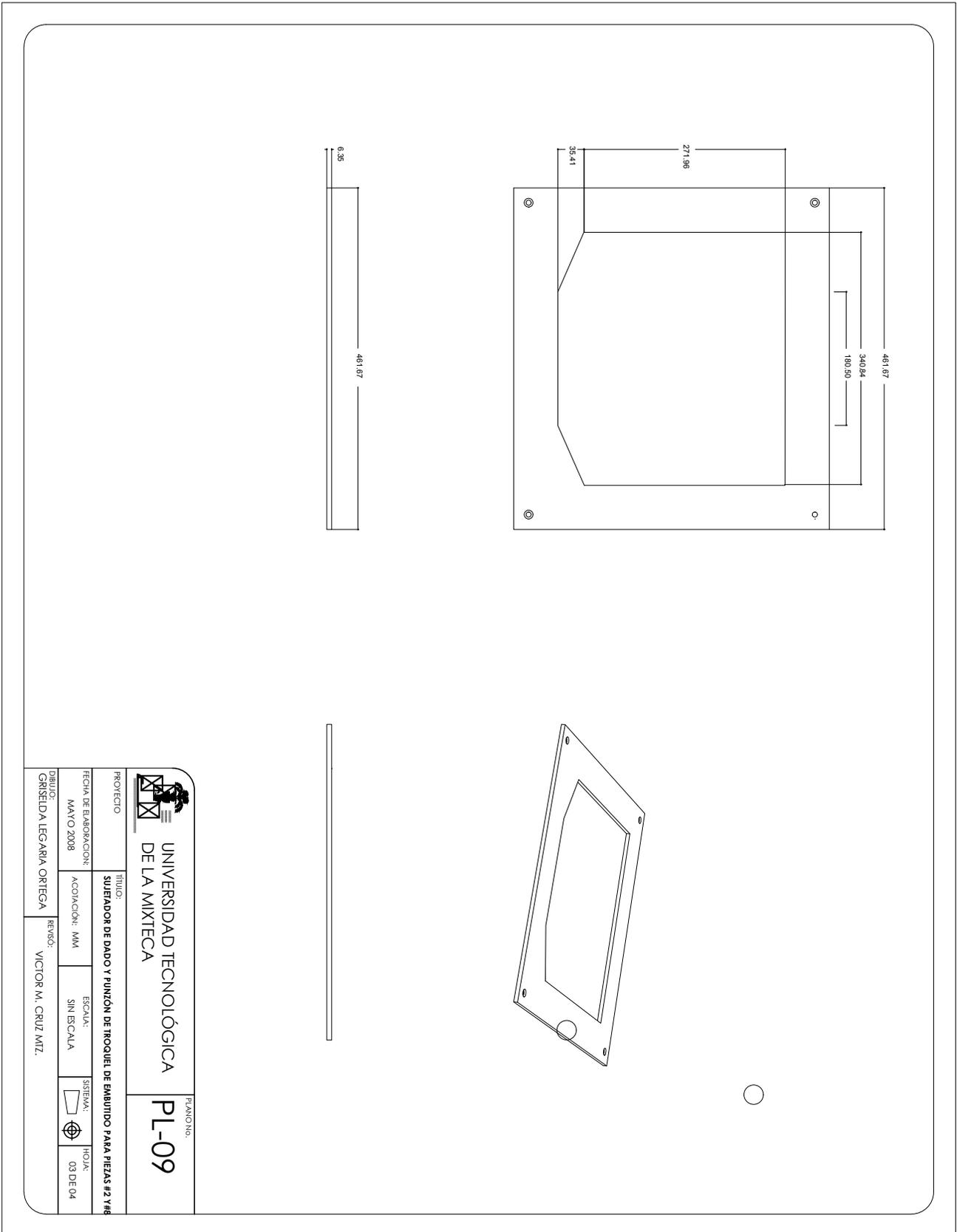
PLANO NO. **PL-09**

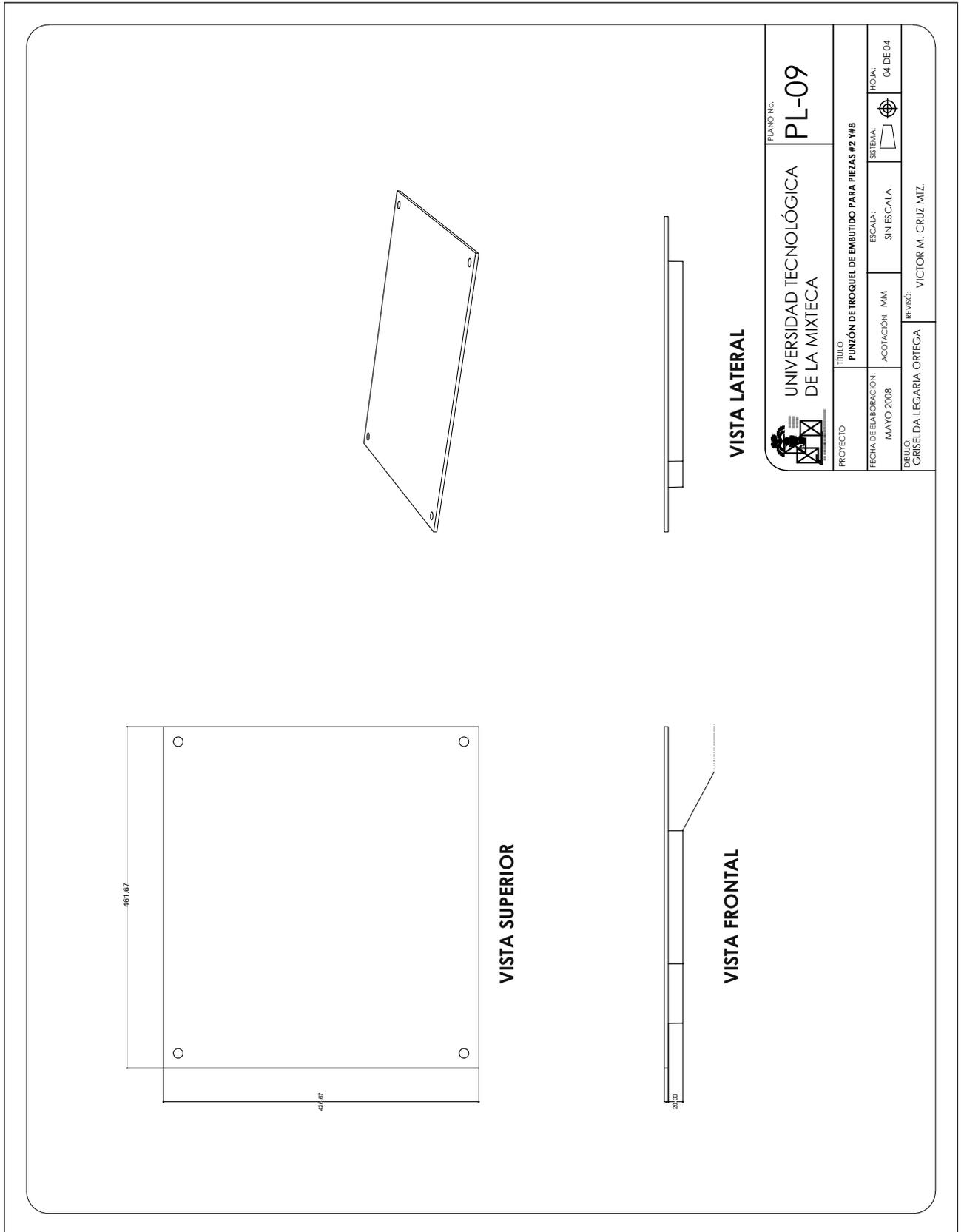
PROYECTO: **DADO Y PUNZÓN DE TROQUEL DE EMBUTIDO PARA PIEZAS #2 Y#8**

FECHA DE ELABORACION: MAYO 2008	ACONICION: MM	ESCALA: SIN ESCALA	SISTEMA: 
ELABORADO POR: KRISTELDA LEGARIA ORTEGA	REVISOR: VICTOR M. CRUZ MITZ	HOLLA: 01 DE 04	

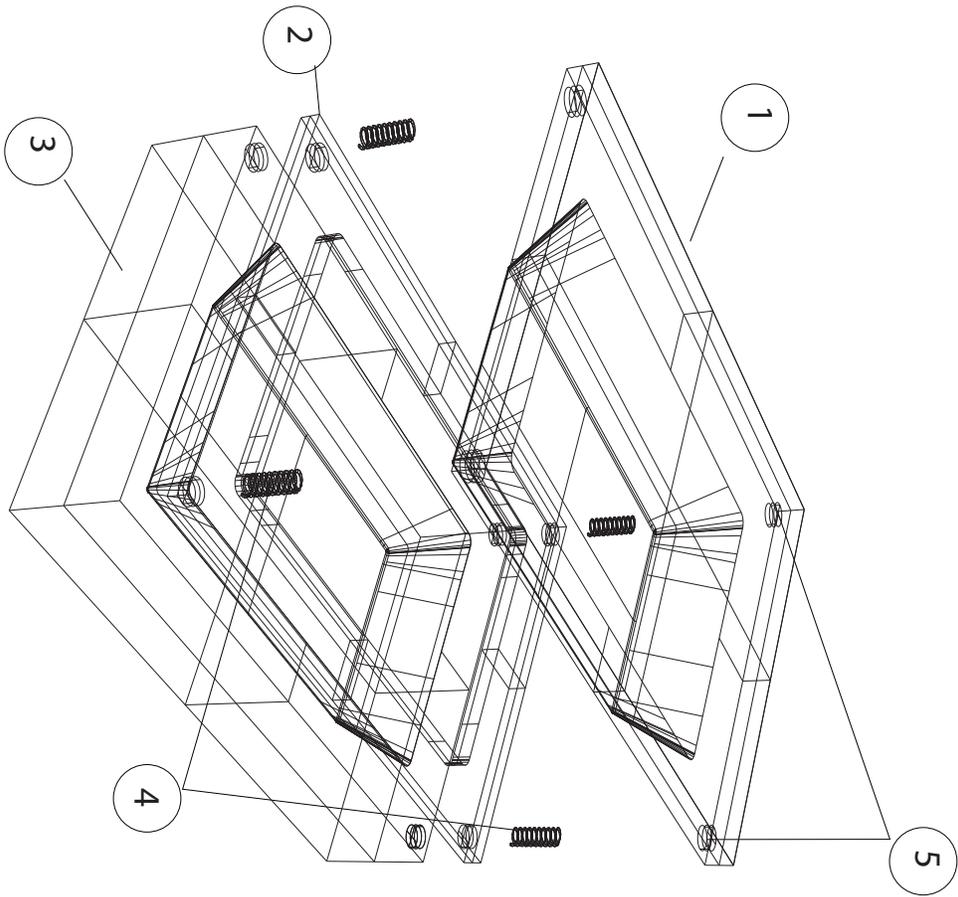


		PLANO No. PL-09	
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LA MIXTECA			
PROYECTO: DADO DE TROQUEL DE EMBUTIDO PARA PIEZAS #2 Y#8	FECHA DE ELABORACIÓN: MAYO 2008	ACOOTACIÓN: MM	ESCALA: SIN ESCALA
DIBUJO: GRISEIDA LEGARIA ORTEGA		REVISÓ: VICTOR M. CRUZ MITZ.	
SISTEMA: 		HOJA: 02 DE 04	





		PLANO No. PL-09
PROYECTO FUNZÓN DE TROQUEL DE EMBUTIDO PARA PIEZAS #2 Y#8	ESCALA: SIN ESCALA	SISTEMA:
FECHA DE ELABORACION: MAYO 2008	ACOTACION: MM	HOJA: 04 DE 04
DIBUJÓ: CRISelda LEGARIA ORTEGA		REVISÓ: VICTOR M. CRUZ MITZ.

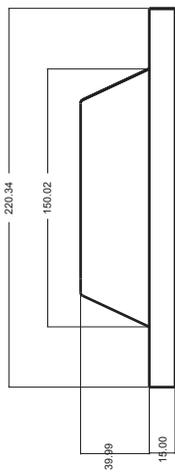
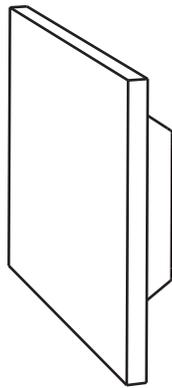


EXPLOSIVO
 MODELO DE DADO Y PUNZÓN PARA EMBUTIDO DE LA
 PIEZA #5

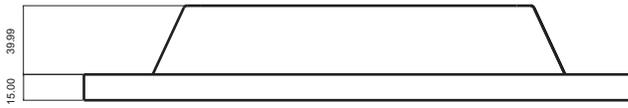
No. PIEZA	DESCRIPCION	MATERIAL	CANT	FABRICACION
1	DADO PARA EMBUTIDO PIEZA DE CENTRO	PLACA DE ACERO 1018 BAJO CARBONO	1	FABRICAR
2	SUETINADOR	PLACA DE ACERO 1018 BAJO CARBONO	1	FABRICAR
3	PUNZON PARA PIEZA DE CENTRO	LAMINA NEGRA CALIBRE 24	1	FABRICAR
4	RESORTES		4	COMPRAR
5	GUAS		8	COMPRAR

*** NOTAS GENERALES ***
 - SUMAR EN CADA COMPONENTE Y REVISAR RESPECTO DEL CORTE.
 - LAS DIMENSIONES DE ESTE PLANO SON NOMINALES.

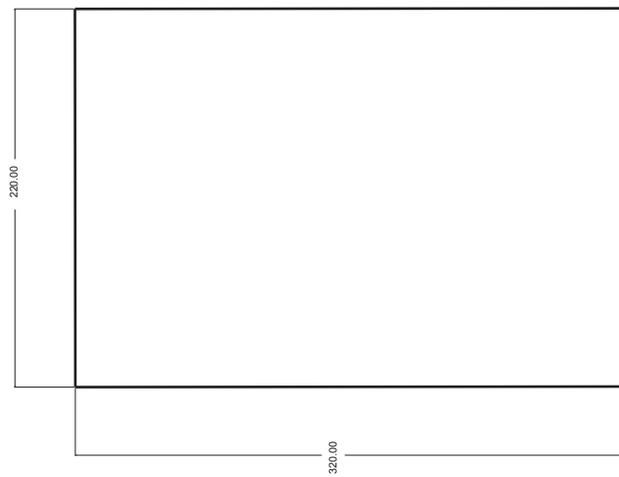
		UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LA MIXTECA		PLANO No. PL-10	
PROYECTO FECHA DE ELABORACION: 28/05/08	TITULO: MODELO DE DADO Y PUNZÓN PARA EMBUTIDO DE LA PIEZA #5	ACOLOCACION: MM	ESCALA: SIN ESCALA	SISTEMA: 	HOJA: 01 DE 04
DIBUJO: GRANIELDA LEGARIA ORITEGA	REVISO: VICTOR M. CRUZ WITZ				



VISTA SUPERIOR



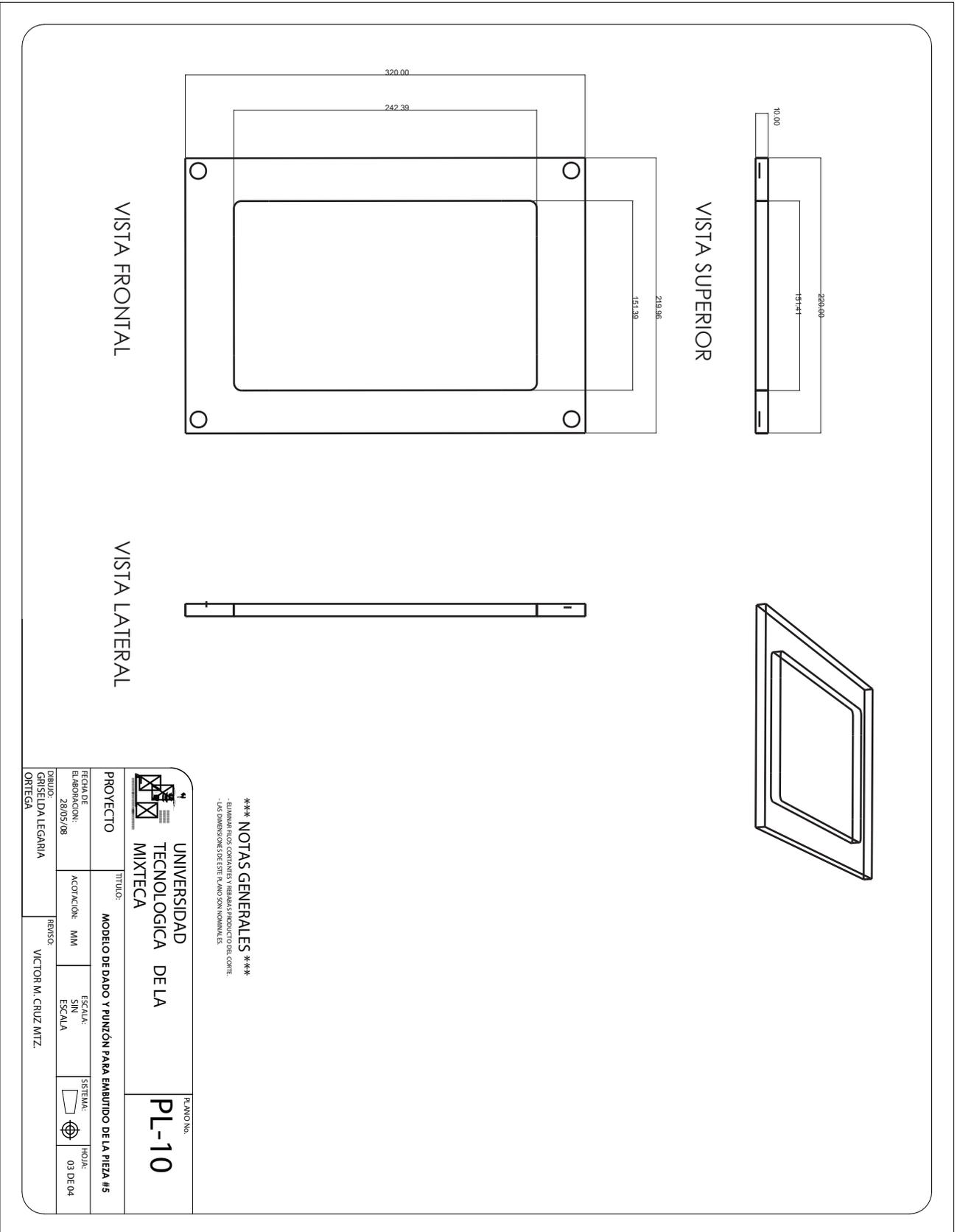
VISTA LATERAL



VISTA FRONTAL

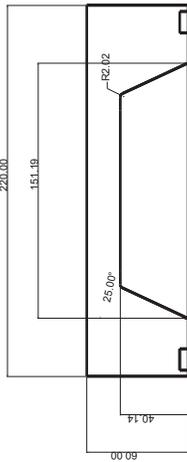
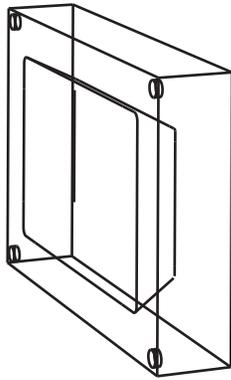
*** NOTAS GENERALES ***
 - ELIMINAR FILAS CORTANTES Y REBASAS PRODUCTO DEL CORTE.
 - LAS DIMENSIONES DE ESTE PLANO SON NOMINALES.

		PLANO No.	PL-10
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LA MIXTECA		TÍTULO: MODELO DE DADO Y PUNZÓN PARA EMBUTIDO DE LA PIEZA #5	
PROYECTO	FECHA DE ELABORACION:	ACOTACION:	ESCALA:
	28/05/08	MM	SIN ESCALA
DIBUJO:	REVISO:	SISTEMA:	
GRISelda LEGARIA ORTEGA	VICTOR M. CRUZ MTZ.	HOJA: 02 DE 04	

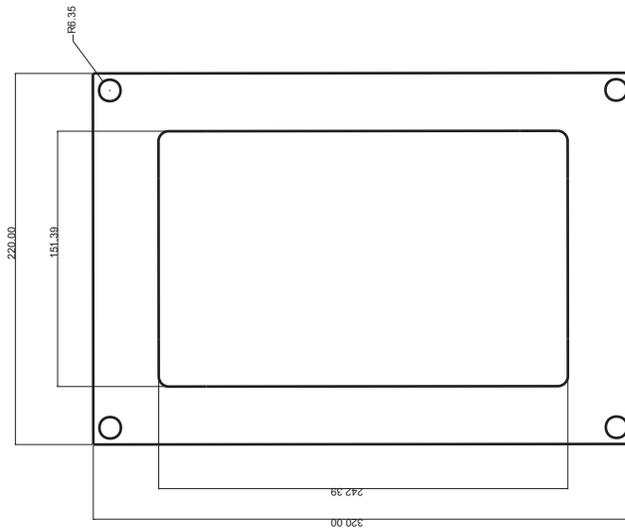


*** NOTAS GENERALES ***
 - TOLERANCIAS COMPARTES Y REBARBAS PRODUCTO DEL CORTE.
 - LAS DIMENSIONES DE ESTE PLANO SON NOMINALES.

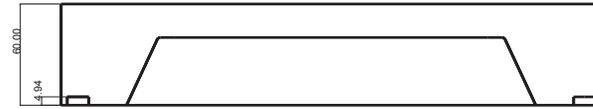
		UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LA MIXTECA		PLANO No. PL-10	
PROYECTO TÍTULO:	MODELO DE DADO Y PUNZÓN PARA EMBUTIDO DE LA PIEZA #5	FECHA DE ELABORACIÓN: 28/05/08	ACOPIACIÓN: MM	ESCALA: ESCALA	SISTEMA:
DISEÑADOR: CRISTÉBAL LEGARÍA	REVISOR: VICTOR M. CRUZ MTZ.				
HOJA: 03 DE 04					



VISTA SUPERIOR



VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL

*** NOTAS GENERALES ***
 -ELIMINAR FILAS CORTANTES Y REBARBAS PRODUCTO DEL CORTE.
 -LAS DIMENSIONES DE ESTE PLANO SON NOMINALES.

		UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LA MIXTECA	PLANO No. PL-10
PROYECTO	TÍTULO: MODELO DE DADO Y PUNZÓN PARA EMBUTIDO DE LA PIEZA #5		
FECHA DE ELABORACION: 28/05/08	ACOTACION: MM	ESCALA: SIN ESCALA	HOJA: 04 DE 04
DIBUJO: GRISELDA LEGARIA ORTEGA	REVISO: VICTOR M. CRUZ MITZ.		

Bibliografía

- Carro López, Mendoza Jasso, Cruz Martínez, *Diseño de un calentador de agua de alta eficiencia*, Artículo.
- Kalpakjian, Seropé, Schmid y Steven R., *Manufactura, ingeniería y tecnología*, Prentice Hall, México.
- Buil Isabel, Martínez Eva, Montaner Teresa, *Importancia del diseño industrial en la gestión estratégica de la empresa*, Artículo.
- Fischer Laura, Espejo Jorge, *Mercadotecnia*, Mac Graw Hill, México.
- Rodríguez M. Gerardo, *Manual de diseño industrial*, G. Gilli, México.
- Norma Oficial Mexicana. NOM-03-ENER-2000, Eficiencia térmica de calentadores de agua para uso doméstico y comercial. Límites, método de prueba y etiquetado.
- CALO-MIX, Estudio de Prefactibilidad, Universidad Tecnológica de la Mixteca, Carretera a Acatlima km 2.5, pág. 8.
- García M. Mónica, Cloquell B. Vicente, Gómez N. Tomás. *Metología del Diseño Industrial*. Universidad Politécnica de Valencia. 2004.
- Alcaide Marzal, Jorge. *Diseño de Producto, métodos y técnicas*. Ed. Alfaomega 2004. Valencia España.
- Groover, Mikell P. *Fundamentos de Manufactura Moderna: materiales, procesos y sistemas*. México. Pearson Education.
- Lesko Jim, *Diseño Industrial: guía de materiales y procesos de manufactura*, Limusa, México, 2004.
- Stephens P. Matthew , *Diseño de instalaciones de manufactura y manejo de materiales*, Pearson Educación, México, 2006, pág. 30
- Millar David, *Ingeniería Industrial e investigación de operaciones*, 1ª edición, Ed. Limusa, 1992.
- Heller Eva. *Psicología del color*. Gustavo Gilli, Barcelona 2004. Pág. 17-24.

Sitios Web

- Tomas e. Nelson, Weather Heater and Method of Fabrication Same, United state Patent, 1989 [en línea], URL: <http://www.freepatentsonline.com/4865014.html>.
- Infonavit, *Tres datos importantes para el futuro*, 2006 [en línea], URL: http://www.infonavit.gob.mx/empresario/canal_emp/sintesis/060911.pdf, consultado en septiembre 2007.
- Wikipedia la enciclopedia libre “Aceros” [en línea], URL: <http://es.wikipedia.org/wiki/Acero>. consultado el 22 de enero de 2010.
- Villamar Palacios Victor Hugo. (2008), “*Diseño de una Prensa Hidráulica para elaborar Pocetas de Acero Inoxidable*”. (Tesis de Grado-Escuela Superior Politécnica de Litoral) [En línea]. URL: www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/11967/2/Tesis.docx. Consultado en julio de 2008.

Créditos de las imágenes

Fig 1.1 Autoría propia.

Fig 1.2 Fotografía tomada por los creadores del sistema de calentamiento.

Fig 1.3 <http://www.waterheaterrescue.com/pages/WHRpages/espanol/LasPaginas/seguridad-en-calentadores.html>.

Fig. 1.4 extraída de Norma Oficial Mexicana. NOM-03-ENER-2000, Eficiencia térmica de calentadores de agua para uso doméstico y comercial. Límites, método de prueba y etiquetado.

Fig. 1.5 Autoría propia.

Fig 2.1 Autoría propia.

Fig 2.2 Autoría propia.

Fig 2.3 Autoría propia.

Fig 2.4 composición elaborada por el autor con imágenes extraídas de internet.

Fig 3.1 - fig. 3.6 Autoría propia.

Fig 3.7 Autoría propia.

Fig 3.8 Autoría propia.

Fig 4.1 - 4.7 , 4.24,4.27 extraída de Kalpakjian, Serope, Schmid y Steven R., Manufactura, ingeniería y tecnología, Prentice Hall, México. Pág. X con modificaciones del autor.

Fig. 4.8 – 4.9 extraída de Lesko Jim, Diseño Industrial: guía de materiales y procesos de manufactura, Limusa, México, 2004. con modificaciones del autor.

Fig. 4.13-4.21 Autoría propia.

Fig. 4.22, 4.23, 4.32 Fotografía tomada por el autor.

Fig. 4.25, 4.26, 4.28-4.31, 4.34 creada por el autor.

Fig. 4.35 extraída de Norma Oficial Mexicana. NOM-03-ENER-2000, Eficiencia térmica de calentadores de agua para uso doméstico y comercial. Límites, método de prueba y etiquetado.

Fig. 5.1-5.9 Fotografías tomadas por el autor.