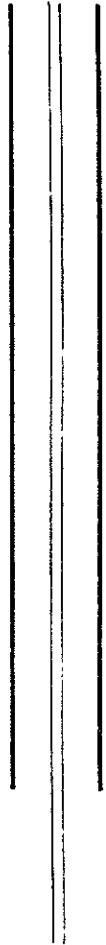


07713



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA  
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO  
AREA DE MECANICA



“APLICACION DEL ANALISIS DEL VALOR  
AL REDISEÑO DE PRODUCTOS”

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE  
MAESTRO EN INGENIERIA

P R E S E N T A :

**MIGUEL ANGEL FLORES RENTERIA**



273408

DIRECTOR DE TESIS: DR. VICENTE BORJA RAMIREZ

CIUDAD UNIVERSITARIA, D. F., ENERO DEL 2000



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

**A mis padres**

Por infundir en mi  
el amor al aprendizaje  
la inquietud por la creación  
y la satisfacción por la realización

**A mis hermanos**

Por su apoyo  
por su amistad  
por su comprensión

## AGRADECIMIENTO

Por sus sugerencias.

Por sus ideas expresadas.

Por sus consejos y atención.

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento a las siguientes personas:

Dr. Marcelo López Parra

MI. Leopoldo González González

Ing. Gustavo Valeriano B.

Ing. Minoru Hata Okamoto

De una manera muy especial, agradezco al Dr. Vicente Borja Ramírez. sus innumerables sugerencias, las cuales condujeron a la conclusión de este trabajo.

## Resumen

Diversos autores han desarrollado varias formas de diseño para mejorar la apariencia de sus productos, y mantenerse competitivos en los diversos mercados. Una manera de mantener la presencia de un producto en el mercado es manteniendo o incrementando su funcionalidad reduciendo sus costos. Un método de diseño enfocado al incremento de la funcionalidad y la reducción de costos de los productos es el análisis del valor, el cual mediante el análisis funcional describe la acción que realiza el producto, enfocándose principalmente a lo que el producto hace por el cliente o usuario.

Aunque el análisis del valor es una herramienta de gran importancia, que puede ser aplicada en cualquier etapa del diseño de un producto, el mayor éxito lo ha tenido en las etapas de planeación y desarrollo del producto. La mayor parte del costo de un producto generalmente dependen del buen desempeño que se logre en estas dos etapas. El análisis del valor enfoca sus esfuerzos a lograr la realización de la función del producto, esto provoca que en la manufactura no se le considere desde las primeras etapas del análisis.

Esta tesis sintetiza una metodología para incorporar al diseño para manufactura y ensamble desde las primeras actividades del análisis del valor. Se parte de las obras de diversos autores y la experiencia profesional del autor de esta tesis. El método está constituido por siete etapas, las cuales son explicadas por medio de ejemplos. La metodología incluye técnicas para realizar investigación de las necesidades de los usuarios, para aplicar el análisis funcional y para evaluar alternativas de solución.

Con el fin de comprobar la utilidad de la metodología propuesta en la tesis, se presenta su aplicación para diseñar una puerta sandwichera para un refrigerador. El diseño se obtiene a partir del análisis de productos existentes en el mercado y presenta ventajas respecto a ellos.

Tanto la metodología propuesta como el diseño de la puerta sandwichera obtenidos con su aplicación, son importantes aportaciones de la tesis.

# INDICE

	Página
Introducción	1
<b><i>Capítulo 1 Diseño para manufactura y análisis del valor</i></b>	<b>4</b>
1.1 Antecedentes del diseño para manufactura	5
1.2 Principio del diseño para manufactura	7
1.3 Disciplinas relacionadas con el diseño para manufactura	7
1.3.1 Diseño Axiomático	8
1.3.2 Ingeniería concurrente	9
1.4 Principales técnicas que se aplican en el diseño para manufactura	12
1.4.1 Diseño para ensamble	13
1.4.2 Diseño para manufactura	14
1.5 Análisis del valor	16
1.5.1 Diferentes metodologías del análisis del valor	18
1.5.2 Criterios para introducir al diseño para manufactura y ensamble en el análisis del valor.	20
1.5.3 Metodología para implementar el análisis del valor.	24
1.5.4 Diferencias entre diseñar aplicando análisis del valor y otra técnica de diseño.	25
<b><i>Capítulo 2 Implementación del análisis del valor</i></b>	<b>29</b>
2.1 Procedimiento de implementación del análisis del valor	30
2.2 Etapa 1 Preparación e información	31
2.2.1 Evaluación de las necesidades del usuario.	33
2.3 Etapa 2 Análisis	39
2.3.1 Determinación de funciones	39
2.3.2 Tipos de funciones	41
2.3.3 Sistematización de funciones	42
2.3.4 Árbol de familias de funciones	43

2.3.5 Diagrama FAST	48
2.3.6 Costos de las funciones	54
2.4 Etapa 3 Creatividad	57
2.5 Etapa 4 Síntesis	58
2.6 Etapa 5 Desarrollo	58
2.7 Etapa 6 Presentación	62
2.8 Etapa 7 Implantación	63

***Capítulo 3 Aplicación del análisis del valor  
al rediseño de un refrigerador***

3.1 Introducción	65
3.2 Etapa 1 Información y preparación	67
3.2.1 Descripción del problema	67
3.2.2 Planteamiento del problema	70
3.2.2.1 Resultado de la investigación de las necesidades del usuario	70
3.2.3 Descripción de puertas tipo Sandwicheras existentes en el mercado	78
3.2.4 Número de partes que integran a las puertas	81
3.2.5 Costos de las puertas de acceso rápido	86
3.3 Etapa 2 Análisis	91
3.3.1 Formulación de funciones	91
3.3.2 Determinación del costo de las funciones	94
3.4 Etapa 3 Creatividad	98
3.4.1 Tormenta de ideas	98
3.4.2 Ideas generadas de la tormenta de ideas	99
3.5 Etapa 4 Síntesis	100
3.6 Etapa 5 Desarrollo	107
3.6.1 Análisis de las puertas propuestas en la etapa de síntesis	107
3.6.2 Evaluación	109
3.6.3 Definición de criterios	109
3.6.4 Importancia de los criterios entre ellos mismos	110
3.7 Etapa 6 Presentación	112

3.8 Etapa 7 Implantación	114
Conclusión	115
Bibliografía	117
Apéndice1	121
Apéndice2	131

## Introducción

La mayoría de las empresas dirigen sus esfuerzos a mejorar las propiedades físicas de sus productos, tales como la estructura, materiales y dimensiones. Los productos manufacturados son objetos físicos. Pero quienes usan esos productos les interesa algo más que las propiedades físicas, al usuario le interesa la función que el producto realiza. Por ejemplo, al usuario de un refrigerador le interesa conservar alimentos, hacer helados, ahorrar energía y por su puesto la forma, el color, es decir, la apariencia del producto. Entonces el valor de un producto depende del usuario y de su contexto. Por ejemplo un paquete de cómputo puede tener un valor alto, mientras que una máquina de escribir o una computadora no, pero desde el punto de vista de la ingeniería la apreciación puede ser diferente.

Con la finalidad de incrementar el valor de los productos, han surgido diferentes técnicas de evaluación y diseño, una de ellas es el análisis del valor, el cual pretende reducir los costos de los productos incrementando su valor. En la actualidad, el análisis del valor tiene aplicación en todos los procesos productivos: en el diseño, en procesos de mejoras, en el control de la calidad, etc. Su principal herramienta es el análisis funcional, con el cual cambia el punto de vista del diseñador, pues se pretende mantener un mayor enfoque sobre lo que el producto hace por el usuario, y no lo que hace desde el punto de vista mecánico. El análisis del valor está enfocado a satisfacer las necesidades y gustos de los usuarios, atacando principalmente a los costos innecesarios de un producto. La esencia del análisis del valor es identificar las funciones del producto y examinar las diferentes formas en la que éstas se pueden lograr, eligiéndose la de menor costo.

De esta manera el diseñador tiene que dar forma concreta a las demandas de los usuarios. Para lograrlo asigna a las propiedades físicas, las funciones requeridas por el usuario. Por su aportación a la reducción de costos, al incremento del valor de los productos, es por lo que el análisis del valor es una valiosa herramienta en el diseño y mejoramiento de productos y servicios.

Es importante destacar que esta tesis surge de la combinación de dos intereses. Por un lado, el de aplicar una técnica de diseño, en este caso análisis del valor, y por otro lado el mejorar un producto de consumo popular. En particular, el incluir una puerta sandwichera a un refrigerador austero, esta ultima fue una propuesta expresa de una empresa, y de acuerdo a ella se planteó el caso de estudio en el capítulo 3. Por ello no se hizo, en este caso, una especificación del problema con una extensa investigación de mercado. Por otro lado la problemática universitaria durante el desarrollo de este trabajo, planteó severas restricciones a la relación con la empresa y alcances del rediseño.

Los objetivos de esta tesis son:

- Sintetizar una metodología para aplicar el análisis del valor.
- Aplicar dicha metodología en el rediseño de la puerta de un refrigerador.

La tesis, parte de analizar productos existentes en el mercado utilizando la metodología propuesta, la puerta diseñada es original y presenta ventajas respecto a los productos actuales. El método del análisis del valor expuesto en el presente trabajo, es una síntesis del tema presentado por diversos autores y desarrollado de acuerdo a la experiencia profesional del autor, se plantea la introducción del diseño para la manufactura y ensamble, como una actividad dentro de la metodología del análisis del valor. Debido a la limitación de recursos y de tiempo, el alcance de la tesis sólo cubre una propuesta de diseño y la

generación de planos, la fabricación e implementación, quedan pendientes para trabajos posteriores.

El trabajo está estructurado en tres capítulos. En el capítulo 1, se introduce al lector a las disciplinas que están relacionadas con el análisis del valor, pero que algunos autores no incluyen en las actividades del análisis del valor. La intención es que el lector tenga una clara idea de lo que es el diseño para manufactura y ensamble y la relación que se tiene con el análisis del valor, señalando en que etapas del análisis del valor se pretende introducir el diseño para manufactura y ensamble. Intentando destacar que la importancia del análisis del valor, no sólo es en la etapa de planeación del producto y diseño, que es donde más reconocimiento tiene, sino en todo el proceso productivo, tanto de productos como de servicios. En el capítulo 2 se describe una metodología con la cual se puede implementar el análisis del valor al rediseño de productos, se describen los pasos que integran a este método, detallándose con algunos ejemplos. En el capítulo 3, se aplica la metodología descrita en el capítulo 2 al rediseño de una puerta de un refrigerador de uso doméstico, desde la recolección de información hasta la presentación de planos de detalle que describen a la propuesta presentada. Por último se presentan las conclusiones de la tesis.

# ***CAPÍTULO***

***1***

***DISEÑO PARA MANUFACTURA***

***Y***

***ANÁLISIS DEL VALOR***

## 1.1 Antecedentes del diseño para manufactura

El diseño para manufactura es una manera de enfocar un viejo problema, este es, la relación entre el diseño y la manufactura. El problema está en la manera de apreciar y entender donde interviene el diseño para la manufactura.

La importancia de la manufactura en el diseño del producto se reconoció años atrás. A pesar de esto, la mayoría de las decisiones en el diseño del producto habían sido basadas en tres factores: en la función del producto, en la vida del producto y en los costos de los componentes. Los costos de los componentes han sido la primera consideración en el diseño del producto involucrando a la manufactura. Una de las técnicas que auxilian al diseñador en el análisis de los costos es la conocida como análisis del valor.

A principios de los 70's, las empresas manufactureras de los E.U.A. empezaron a ver amenazada su posición en el mercado internacional. Esto los obligó a investigar, y crear nuevos procesos de automatización y al florecimiento de nuevas tecnologías, tales como la robótica, sistemas de manufactura flexible y manufactura integrada por computadora. A pesar de todos estos intentos las empresas no obtuvieron los resultados esperados. Entonces se puso mayor énfasis a la relación *Diseño / Manufactura* [ Stoll, Henry W. 1986].

El modelo de producción, usado en los años 70's en los E.U.A., era un modelo, en donde las decisiones del concepto del diseño, del producto y las pruebas, eran ejecutadas sin considerar la participación de los procesos de manufactura, de planeación y de producción. La experiencia con las nuevas tecnologías de manufactura avanzada demostraron que el diseño, función e implementación de esas tecnologías, estaba relacionada con el producto que se iba a producir. Por lo tanto, era necesario la interacción de ambos, del producto y

el proceso, lo cual implicaba que la toma de decisiones entre los conceptos del producto y manufactura debieran ser tomadas en paralelo.

Las investigaciones realizadas [ Stoll, Henry W. 1986] mostraron que el síntoma era lo mucho que tardaba el desarrollo de producto, el costo tan elevado de éste y a veces no lograr lo esperado o prometido. La causa identificada fue que el diseño del producto estaba aislado del diseño del proceso de manufactura empleado. El resultado es la pérdida de información e intención, la falta de explotación de los conocimientos de la producción y el descuido de la manufactura en el desarrollo del proyecto.

Surge la esperanza de que si tan solo el diseño de la manufactura asociada y los procesos, fueran emprendidos más o menos al mismo tiempo que el diseño del producto, se diseñaría de una manera más eficiente.

La integración del diseño del producto y proceso era ya una necesidad, se había reconocido la importancia suprema de la manufactura. Todo esto hace surgir un nuevo concepto, ingeniería concurrente. La ingeniería concurrente integra a el diseño y la manufactura de productos, con la intención de optimizar todos los elementos que intervienen en el ciclo de vida del producto. Ciclo de vida significa que todos los aspectos de un producto, tales como el diseño, desarrollo producción, distribución, uso, reciclaje, etc., son considerados simultáneamente. La intención fundamental del diseño para manufactura en la ingeniería concurrente es, minimizar el diseño del producto, los cambios de ingeniería, tiempos y costos involucrados, desde el concepto del diseño hasta la producción e introducción del producto en el mercado.

## 1.2 Principios del diseño para manufactura

Para auxiliar a los diseñadores del producto, y a los ingenieros del producto, a considerar la manufactura desde el principio del proceso de diseño, se han establecido principios, reglas, guías, etc. Muchos de estos principios, reglas o guías, tienen una larga historia dentro del diseño y la manufactura. La mayoría de ellos han sido aprendidos de manera empírica. Su organización y establecimiento en el contexto de la disciplina del diseño para manufactura les da un nuevo valor y uso. Algunos de los principios usados en el diseño para manufactura son los siguientes [ Stoll, Henry W. 1986]:

- Minimizar el número de partes.
- Desarrollo de un diseño modular.
- Usar componentes estándar.
- Diseñar partes multifuncionales.
- Minimizar las direcciones del ensamble.
- Minimizar los manejos.

## 1.3 Disciplinas relacionadas con el diseño para manufactura

Dentro de las metas principales del diseño para manufactura están; minimizar el diseño del producto, reducir los costos y tiempos, entre otras. Para lograr alcanzar estas metas, el diseño para manufactura hace uso de algunas disciplinas, como lo son el *Diseño Axiomático*, y la *Ingeniería Concurrente*, con las cuales pretende integrar el diseño y la manufactura. Con estas dos disciplinas tenemos por una lado, una serie de principios y por otro lado una metodología que integra tales principios.

### **1.3.1 Diseño axiomático.**

Los principios señalados en el diseño para manufactura, son más bien conceptos empíricos [Suh, N. P. 1980]. Tales principios involucran una gran cantidad y variedad de casos de diseño. Suh presentó una alternativa para el diseño de productos, y lo llamó " Método Axiomático".

En el método axiomático, se define un conjunto de axiomas, que pueden ser aplicados en el proceso de toma de decisiones hechas durante todo el proceso de manufactura. Los axiomas propuestos por Suh fueron reducidos por Yasuhara a dos [Yasuhara, M 1980]. Los dos axiomas propuestos por Suh y Yasuhara no se han podido comprobar, pero tampoco existe ejemplo alguno que los contradiga. Los axiomas son los siguientes:

**Axioma 1.** *En un buen diseño se mantiene la independencia entre requerimientos funcionales. Un diseño con funciones independientes es mejor que un diseño con funciones dependientes.*

**Axioma 2.** *Entre los diseños que satisfagan al primer axioma, el mejor es aquel que contenga la mínima información.*

Estos axiomas implican que la especificación de más requerimientos funcionales que los necesarios se traduce en un mal diseño.

Los requerimientos funcionales deben ser evaluados dentro de ciertas tolerancias especificadas. A consecuencia de esto surgen algunos corolarios de diseño. En contraste con los axiomas, los corolarios pueden aplicarse en todo el proceso de diseño o relacionarlos sólo a una de sus etapas. Algunos de los corolarios presentados por Suh y Yasuhara son los siguientes:

1. Integrar requerimientos funcionales en una sola solución, si estos, pueden ser independientemente satisfechos en la solución propuesta.
2. Minimizar el número de requerimientos funcionales y restricciones.
3. Usar partes estándares ó intercambiables donde sea posible.
4. Hacer uso de las simetrías para reducir el contenido de la información
5. Conservar materiales y energía.
6. Una parte debe ser continua si la conducción de la energía es importante.

Podemos observar que algunos de los corolarios fueron considerados anteriormente como principios del diseño para manufactura. El diseño axiomático tiende a mejorar la calidad en la toma de decisiones del diseño. Los axiomas discutidos arriba son, además, una base firme para intuir lo que el diseñador espera de su diseño de una manera sistemática.

### **1.3.2 Ingeniería concurrente**

En el proceso de diseño de un producto, lo primero que se requiere es tener una idea clara de las funciones del producto, el cual puede ser una nueva versión de un producto establecido o creación. Deben ser definidos con claridad y con anticipación el mercado y usos, por lo tanto se requiere contar con la ayuda del personal de las áreas de diseño, manufactura, mercadotecnia y ventas entre otros.

Tradicionalmente, las actividades de diseño y manufactura se daban de forma secuencial, de modo que los problemas de diseño, manufactura y mercadotecnia, etc. no eran anticipados. En la figura 1.1 se muestra el proceso diseño de un producto en forma convencional.

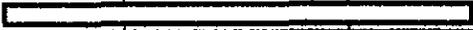
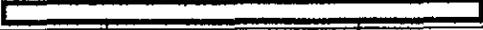
Actividad Área	Desarrollo del Concepto	Desarrollo del Diseño	Validación del Diseño	Desarrollo de la Producción
Mercadotecnia Planeación				
Ingeniería				
Pruebas				
Manufactura				

Figura 1.1 Proceso de diseño de un producto en forma convencional [ Hartley, John R. 1998]

Las relaciones dadas en el diseño de un producto deben ser, de tal modo, que se permita la integración entre el diseño y la manufactura.

La ingeniería concurrente, algunas veces llamada ingeniería simultánea, fue formalmente definida en los Estados Unidos de Norteamérica en 1989 [Sohlenius, G. 1992 ]. Aunque, de alguna manera, ya se practicaba en Japón con anterioridad. Es una consecuencia de la creciente competencia comercial internacional y del desarrollo de la computación.

El término de ingeniería concurrente expresa diferentes ideas para diferentes personas. Su significado general es una forma más sistemática y comprensiva de planear y ejecutar un trabajo [Sohlenius, G. 1992]. Con el tiempo muchos otros métodos han sido desarrollados para referirse a los aspectos de costo, calidad y tiempo, particularmente en el área de manufactura. Estos métodos han ocasionado una gran variedad de términos para mejorar la calidad, desde el antiguo control estadístico de la calidad hasta el actualmente llamado manejo total de la calidad.

La ingeniería concurrente es una integración sistemática del diseño de productos y la relación de sus procesos, incluyendo desde la manufactura y hasta el soporte del producto [Cleetus, K. S. 1992]. Esta integración tiene la intención

de motivar el desarrollo considerando todos los elementos que intervienen en el ciclo de vida del producto, desde la concepción hasta el desecho. En la figura 1.2 se muestra un diagrama con el proceso de diseño de un producto mediante ingeniería concurrente.

Área	Actividad	Desarrollo del Concepto	Desarrollo del Diseño	Validación del Diseño	Desarrollo de la Producción
Mercadotecnia y Planeación		[Barra]			
Ingeniería de	Viabilidad	[Barra]			
	Diseño del producto		[Barra]		
Prueba de	Nueva tecnología	[Barra]			
	Programa principal			[Barra]	
Manufactura	Tolerancias	[Barra]			
	Estudio de Herramientas		[Barra]		
	Mecanizado			[Barra]	

Figura 1.2. Proceso de diseño de un producto mediante ingeniería concurrente. [ Hartley, John R. ]

Una definición más sugestiva [Cleetus, K.S. 1992] es la siguiente: Ingeniería concurrente es una integración sistemática del desarrollo del producto, enfatizando la respuesta a las expectativas del cliente, tal integración, involucra la cooperación y confianza de los equipos de trabajo, compartiendo el proceso de toma de decisiones de manera paralela.

El trabajo concurrente tiene la desventaja de ser inconsistente [Albert, Y. et al 1995]. En algún momento, la partición de las tareas se hace en las mejores condiciones, pero el traslape de actividades permanece presente. Esto conduce a conflictos en las decisiones individuales así como en las tareas paralelas. La solución de estos conflictos ha sido planeada anunciando puntos de sincronización. De esta manera el tiempo para llegar a un acuerdo es menor, esto

implica que en el trabajo coordinado de equipos se tenga un intercambio de información que impacte a las decisiones hechas. Por lo tanto, es importante definir cuándo y cómo coordinar el traslape de funciones.

Entre los objetivos de la ingeniería concurrente está el mejorar la calidad en el producto y en el proceso, satisfaciendo los requerimientos del cliente dentro de los niveles de costos más bajos posibles.

En conclusión, la ingeniería concurrente ha estimulado un desarrollo industrial dirigido a reducir los tiempos, bajar los costos y mejorar la satisfacción del cliente, el desarrollar equipos de trabajo y la educación han sido factores importantes. La integración del producto y el desarrollo de los procesos han sido la principal razón de su éxito.

#### **1.4 Principales técnicas que se aplican en el diseño para manufactura.**

En puntos anteriores se hace referencia al problema que se presenta al considerar de manera separada al diseño y la manufactura, de esto se destaca la necesidad de diseñar para la manufactura [Cleetus, K.S. 1992]. Como se mencionó en el apartado 1.3, el diseño para manufactura hace uso de los principios del diseño axiomático y de la ingeniería concurrente para lograr sus metas, dentro de estas metas están, minimizar el diseño del producto, (se entiende por minimización del diseño, la reducción de las partes del producto) Aquí es donde interviene una de las técnicas más importantes del diseño, es *El Diseño para Manufactura y Ensamble*. El cual utiliza al *Diseño Para el Ensamble* para analizar la facilidad de ensamble. y al *Diseño para la Manufacturabilidad* para analizar la manufacturabilidad de los productos. estos se explican a continuación.

### 1.4.1 Diseño para ensamble

El método de Boothroyd y Dewhurst [Boothroyd, G and Dewhurst, P 1983 ] es el más conocido en el diseño para ensamble. El objetivo principal del método es minimizar el costo del ensamble dentro de las restricciones impuestas por los requerimientos del diseño. Lo primero que propone el método, es reducir el número de partes en el ensamble, asegurando que las partes restantes a ensamblar sean relativamente fáciles de ensamblar. Esencialmente el método está dividido en dos partes.

La primera parte proporciona un procedimiento para elegir entre el ensamble manual y el automático. Se requiere sólo de información básica (volumen de producción, número de parte del producto o ensamble, etc ) para hacer una buena estimación del procedimiento de ensamble, y seleccionar el más fácil y económico. El método de Boothroyd y Dewhurst incluye un catálogo de tipos y formas de partes, clasificadas por grupos o familias de acuerdo a la facilidad de su ensamble. La consideración de facilidad de ensamble, ya sea por medios manuales o automáticos, se hace con base en el tiempo. El método consiste en comparar un tiempo de ensamble ideal con un tiempo de ensamble estimado. El tiempo de ensamble ideal es calculado suponiendo un ensamble con un mínimo teórico de partes, cada una de las partes debe ser ensamblada en un tiempo ideal de 3 segundos. En este tiempo se supone que cada pieza es relativamente fácil de ensamblar, manejar e insertar, además, que un tercio de las partes están inmediatamente disponibles. El tiempo actual de ensamble es una evaluación de la dificultad que presenta una pieza al ser manipulada y ensamblada. Dependiendo del grado de dificultad se le asignan tiempos de penalización. Las penalizaciones están basadas en una recopilación de tiempos estándares, los cuales son resultado de consideraciones hechas en estudios y

experimentos. Estos datos están tabulados en función de la geometría, características de orientación, manejo y método de fijación de la parte. Con estos datos se crea dos tablas, una con datos para ensamble otra para el manejo. El tiempo de ensamble actual es la suma entre el tiempo de manejo y el tiempo de ensamble. La eficiencia del diseño de ensamble es la relación el tiempo ideal de ensamble y el tiempo actual de ensamble. Con estos datos puede ser realizado un rediseño y comparar su eficiencia con el diseño anterior.

Un diseñador puede estimar el tiempo y eficiencia de ensamble consultando el catálogo de tipos y formas de partes desarrollado por Boothroyd [Boothroyd, G and Dewhurst, P 1989] .

La segunda parte del método, es una serie de reglas, consejos o sugerencias para una buena práctica de la manufactura. Se supone que si todos los criterios son cumplidos, el diseño del producto habrá logrado algún ahorro en el costo por ensamblaje.

#### **1.4.2 Diseño para manufacturabilidad**

El diseño para manufacturabilidad es una técnica mediante la cual, un producto es diseñado analizando la manufacturabilidad o técnicas de maquinado [Kazuo Kobayashi, 1996].

Su objetivo principal es garantizar que las partes hechas puedan ser manufacturadas, ensambladas y probadas cumpliendo con las especificaciones del diseño sin perder calidad. Además, busca proteger los intereses de la manufactura. Presumiblemente, el diseño para manufacturabilidad busca que el diseño tenga la máxima probabilidad de lograr las funciones del producto.

Consiste en buscar una manera fácil, rápida y económica de manufacturar un producto, mediante la selección de nuevos materiales o no usados, que permitan una fácil manipulación, aplicando las herramientas, métodos y procedimientos más adecuados.

Algunos de los factores que influyen en la manufacturabilidad son los siguientes [Bedworth, D. D, Henderson H, 1991]:

- Seleccionar un proceso de acuerdo con las tolerancias y acabados requeridos.
- Seleccionar las dimensiones de las piezas y los parámetros de los acabados de las superficies, de tal manera que se permita el más amplio rango de tolerancia posible, y variación en el acabado de superficie.
- Hacer uso de prototipos.
- Realizar un análisis de las partes, principalmente en costo del ensamble para la producción por volumen mediante diferentes procedimientos.

La importancia del diseño para manufacturabilidad radica en la facilidad para manufacturar con medios alternos, reduciendo los costos y cumpliendo con los requisitos de funcionamiento.

## 1.5 Análisis del valor

Surge por la necesidad de sustituir materiales. Muchas de las sustituciones hechas derivaron no sólo en la obtención de un mejor producto, sino también en un producto a un menor costo. Su importancia radica en la reducción de los costos de las funciones requeridas [Fowler, Theodore C.1986].

El análisis del valor es una técnica para identificar y eliminar los costos inútiles de un producto, es una evaluación del producto a través de los elementos que lo definen, como son: especificaciones, diseño, suministro de materiales, fabricación, mantenimiento, etc. Esta estimación pretende mejorar la calidad al menor costo

El poder del análisis del valor está en la aplicación del análisis funcional, con el cual cambia el punto de vista sobre el problema a resolver. Por ejemplo, se es más creativo si se pide reducir la contaminación ambiental que si se pide mejorar un convertidor catalítico. El análisis funcional, consiste en reducir al producto o proceso a un conjunto de pares de palabras ( verbo y objeto directo ). Estos pares de palabras son las funciones que describen al producto o proceso, además, pueden ser cuantificadas con un parámetro o una cantidad, es decir, son medibles. De esta manera, el estudio del producto se concentra en estos pares de palabras más que en el mismo producto o proceso. Así damos origen, al diseño de productos enfocado en el análisis de las funciones que describen el funcionamiento de dicho producto o proceso. En el análisis de funciones, interesa más lo que el producto hace por el cliente que lo que hace el producto desde el punto de vista mecánico. Otro aspecto importante en el análisis del valor, es la representación de la esencia de un producto complejo en una página. A esta representación se le llama diagrama de funciones, y es una estructura jerárquica de las funciones que realiza el producto.

Así pues, el objetivo principal de un diseñador utilizando el análisis del valor es obtener el máximo rendimiento al menor costo. Además, entregar al cliente o usuario los productos requeridos con un costo mínimo, y mejorar la aceptación del producto por el cliente.

Algunos autores [Morup, M.1992] definen al valor de un producto, como la medida de la aceptación del cliente. Esta medida está en función de la calidad y los costos, siendo una parte natural de cualquier proyecto de diseño. Entonces, el valor de un producto, es la relación existente entre la aceptación del cliente y el costo del ciclo de vida del producto.

El valor se analiza a través de la evaluación del producto, identificando su alcance y buscando alternativas a menor costo que cumplan con las funciones especificadas en el diseño. El valor máximo de un producto está determinado por el menor costo que permita alcanzar las especificaciones del producto. Este menor costo se logra mediante la realización de un estudio del producto que permita modificar, eliminar, sustituir o simplificar piezas, funciones, métodos y procedimientos de fabricación.

Para aplicar el análisis del valor no es suficiente conocer los costos implicados en el desarrollo del producto, deben de ser comprendidos perfectamente para distinguirlos y saber lo que representan, y así reducirlos o eliminarlos.

El análisis del valor es, por lo tanto, una disciplina y un sistema para resolver problemas. Es primeramente un procedimiento: una serie de pasos definidos en un orden regular.

### 1.5.1 Diferentes metodologías del análisis del valor

El análisis del valor es una metodología que se origina en los años 40's. A través de los años ha sido modificado, adaptándose a las necesidades del momento manteniendo su esencia. Algunos cambios han sido para bien, otro no. Esta tesis sintetiza las metodologías expuesta por diversos autores, tales como Boris Arratia, Gershon Blumstein, James Brown, Theodore C. Fowler, Lawrence D. Miles, Society American for Value Engineering, Canadian Society for Value Analysis, John Wixon entre otros. La intención de esta síntesis es la de resaltar un detalle que para el autor de la tesis es importante, se trata de introducir al diseño para manufactura como una actividad del análisis del valor desde las primeras etapas de la metodología.

En la tabla 1.3, se muestra la metodología aplicada al análisis del valor por tres de los expertos más reconocidos en el tema, estos son:

Lawrence D. Miles Fue quien creó el análisis del valor durante los años 40's. su principal objetivo fue la sustitución de materiales durante la segunda guerra mundial. En los años 50's es cuando le da forma como análisis del valor.

Theodore C Fowler. Es una de las persona que más a escrito sobre el tema, y es considerado como uno de los máximos exponentes.

Sociedad Americana de Ingeniería del Valor. Es la asociación más respetadas a nivel internacional sobre el tema y con más integrantes.

Lawrence D. Miles	Theodore C. Fowler	Sociedad Americana de Ingeniería del Valor
<p><b>Etapa 1 Organización</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Objetivos</li> <li>- Causas del problema</li> <li>- Riesgos económicos</li> <li>- Restricciones</li> <li>- Medios.</li> <li>- Participantes</li> </ul> <p><b>Etapa 2 Recolección de información</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Inventario</li> <li>- Formulación de problema</li> <li>- Información, técnica, industrial, económica, comercial, social, reguladora</li> </ul> <p><b>Etapa 3 Análisis de funciones y costos de Funciones</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Estimación y análisis del costo por función</li> <li>- Validación de las necesidades y objetivos</li> </ul> <p><b>Etapa 4 Desarrollo de ideas y medios de solución</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Técnicas de creatividad.</li> <li>- Desarrollo de soluciones.</li> <li>- Clasificación y evaluación de soluciones</li> </ul> <p><b>Etapa 5 Estudio y evaluación de soluciones.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Valoración de las posibles soluciones</li> <li>- Recomendaciones.</li> <li>- Manejo de decisiones</li> </ul> <p><b>Etapa 6 Evaluación.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Valoración de las soluciones propuestas</li> <li>- Valoración de las posibles soluciones</li> <li>- Recomendaciones</li> </ul> <p><b>Etapa 7 Implementación</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Análisis de defectos</li> <li>- Reporte de implementación</li> </ul>	<p><b>Etapa 1 Preparación</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Selección del producto o problema de estudio.</li> <li>- División del producto en partes</li> <li>- Selección del equipo de trabajo</li> <li>- Recopilación de información.</li> </ul> <p><b>Etapa 2 Información</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Determinación de funciones</li> <li>- Identificación de funciones.</li> <li>- Generación de diagrama FAST.</li> </ul> <p><b>Etapa 3 Análisis</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Definición de los costos por funciones</li> <li>- Análisis de funciones.</li> <li>- Identificar las metas del análisis del valor.</li> <li>- Enfocar las funciones a la creatividad.</li> </ul> <p><b>Etapa 4 Creatividad</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Generación de ideas enfocadas en las funciones.</li> </ul> <p><b>Etapa 5 Síntesis</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Evaluación de ideas para la solución soluciones.</li> </ul> <p><b>Etapa 6 Desarrollo</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Selección de las solución(es)</li> </ul> <p><b>Etapa 7 Presentación</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Preparación de un reporte</li> </ul> <p><b>Etapa 8 Implementación</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Implementar los cambios.</li> <li>- Asegurar los ahorros.</li> </ul>	<p><b>PRE - ESTUDIO</b></p> <p>Comportamiento del mercado</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Datos de archivos</li> <li>- Factores de evaluación</li> <li>- Alcance del estudio</li> <li>- Datos para la construcción de posibles modelos</li> <li>- Determinar los integrantes del equipo.</li> </ul> <p><b>ESTUDIO DEL VALOR</b></p> <p><b>ETAPA DE INFORMACIÓN</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Recolección de información complementaria</li> <li>- Modificar los alcances del estudio</li> </ul> <p><b>ETAPA DE ANÁLISIS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Identificación de funciones.</li> <li>- Clasificación de funciones.</li> <li>- Desarrollo de diagramas de funciones.</li> <li>- Establecer funciones de más valor.</li> <li>- Establecer el costo de las funciones.</li> <li>- Seleccionar funciones por medio del análisis de funciones</li> </ul> <p><b>ETAPA DE CREATIVIDAD</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Desarrollo de ideas por funciones.</li> </ul> <p><b>ETAPA DE EVALUACIÓN</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Clasificación y evaluación ideas.</li> <li>- Selección de ideas para su desarrollo.</li> </ul> <p><b>ETAPA DE DESARROLLO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Completar el paquete de datos técnicos.</li> <li>- Creación de un plan de implementación</li> <li>- Preparación de los propósitos finales.</li> </ul> <p><b>ETAPA DE PRESENTACIÓN</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Presentación de reporte oral.</li> <li>- Preparación de reporte escrito.</li> </ul> <p><b>POS -ESTUDIO</b></p> <p><b>ETAPA DE IMPLANTACIÓN</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Completar los cambios</li> <li>- Implementación de cambio</li> <li>- Monitoreo el estado del proceso</li> </ul>

Tabla 1.4. Diferentes metodologías de análisis del valor.

### **1.5.2 Criterios para introducir el diseño para manufactura y ensamble en el análisis del valor**

De manera general, las actividades a realizar en cada una de las metodologías mencionada en el inciso 1.5.1, se resumen los siguientes puntos.

- Recolectar información.
- Definir funciones.
- Clasificar funciones.
- Evaluar Funciones .
- Analizar costo por función.
- Determinar objetivos del análisis del valor.
- Generar ideas.
- Combinar ideas
- Examinar ideas
- Evaluar ideas.
- Evaluar costos totales
- Síntesis
- Desarrollo
- Implementación.

De acuerdo a la experiencia del autor , estas actividades están enfocadas a incrementar la creatividad, motivándola a través del estudio de las funciones que realizan las partes que integran a un producto, y a la generación de ideas. Cuando el análisis del valor se aplica siguiendo estas actividades, se cometen los siguientes errores:

1. En la generación de ideas, la manufactura es olvidada. Tiene mayor prioridad el lograr la realización de las funciones.

2. Al evaluar las ideas, la manufactura es considerada en una manera muy vaga.
3. Al examinar a las ideas, y al corregir los defectos, el enfoque de los participantes es principalmente en detalles de diseño y no de manufactura.

Con lo expresado anteriormente, no se quiere decir que la manufactura no sea considerada en el análisis del valor, se considera, pero en las últimas etapas, principalmente en la de evaluación o desarrollo e implementación.

Las causas por las que se incurre en estos errores son las siguientes:

1. Dentro de las actividades del análisis del valor, no se contempla el estudio de la producción.
2. No se tiene un método para evaluar la producción dentro de las actividades del análisis del valor.
3. No se considera el mejoramiento de la producción.

Considerando las causas señaladas anteriormente, el problema se resuelve integrando un método que evalúe a la producción y a la técnica para mejorarla. El diseño para manufactura y ensamble es uno de los métodos que evalúan a la producción. Al introducir el diseño para manufactura y ensamble en análisis del valor se ha considerado que:

1. La técnica de evaluación de la productividad que se incorpora en el análisis del valor debe ser llevada a cabo de manera concurrente con los demás departamentos.
2. Las actividades del análisis del valor podrían ser más valiosas al introducir el estudio de la producción en las etapas iniciales.

Existe una relación entre el diseño para manufactura y ensamble y el análisis del valor, que hace posible la integración, esta relación corrige mutuamente las desventajas que se presentan en ambos métodos. El diseño para manufactura y ensamble presenta dos desventajas.

1. No se tiene una evaluación de las funciones. La evaluación del proceso de producción no contempla el estudio de las funciones, esto provoca que una parte, pieza o ensamble pueda fabricarse sin darse cuenta que realizará funciones secundarias o auxiliares, en algunos casos la pieza no cumplirá con los requerimientos indicados debido a los cambios generados en los procesos de manufactura.
2. No existe la suficiente cantidad de ideas. El diseño para manufactura y ensamble no contempla la generación de ideas.

Por otro lado, el análisis del valor no contempla la evaluación de la productividad. Una manera de evaluar y mejorar la productividad es integrando el diseño para manufactura y ensamble en las actividades del análisis del valor, de esta manera se pueden lograr dos aspectos:

1. En el análisis del valor, la productividad puede ser cuantitativamente entendida y evaluada.
2. En el diseño para manufactura y ensamble, se pueden lograr mejoras en la productividad sin perder la funcionalidad de las partes, piezas o ensambles.

Al introducir el diseño para manufactura y ensamble en el análisis del valor se espera que:

- 1 Al tener en consideración a la producción en las actividades iniciales del análisis del valor, se mejore la calidad en el desarrollo de productos.
2. El análisis del valor se puede realizar con las técnicas estándares, llevándose a cabo de manera simultánea con los demás departamentos.

La introducción del diseño para manufactura en las actividades del análisis del valor se muestra en la Tabla 1.4. En esta metodología se rescatan dos aspectos muy importantes de las tres metodologías expuestas en la tabla 1.3. El estudio de las necesidades de los clientes y la creatividad enfocada a lograr funciones requeridas por los clientes o usuarios.

Actividades del análisis del valor (PROPUESTO)	Diseño para manufactura y ensamble
<p>Etapa 1 Preparación e Información</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Selección del producto o problema de estudio.</li> <li>- Selección del equipo de trabajo.</li> <li>- Recopilación de información.</li> </ul> <p>Etapa 2 Análisis</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Determinación de funciones</li> <li>- Identificación de funciones.</li> <li>- Generación de diagrama FAST</li> <li>- Definición de los costos por funciones.</li> <li>- Enfocar las funciones a la creatividad.</li> </ul> <p>Etapa 3 Creatividad</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Generación de ideas enfocadas en las funciones.</li> </ul> <p>Etapa 4 Síntesis</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Evaluación de ideas para la solución soluciones</li> </ul> <p>Etapa 5 Desarrollo</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Selección de las solución(es)</li> </ul> <p>Etapa 6 Presentación</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Preparación de un reporte</li> </ul> <p>Etapa 7 Implementación</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Implementar los cambios.</li> <li>- Asegurar los ahorros.</li> </ul>	<p>Entender, por medio del DPME la forma producción actual, con el objeto de identificar o clarificar metas en la producción.</p> <p>Proponer ideas que contemplan la producción.</p> <p>Identificar puntos de mejoramiento en la producción a través del DPME que cumplan con los requerimientos de las funciones. Evaluar la productividad, comparándola con los métodos actuales.</p>

Tabla 1.4. Introducción del diseño para manufactura en el análisis del valor

### 1.5.3 Metodología para implementar el análisis del valor.

La Implementación del análisis del valor que se propone se lleva a cabo siguiendo la siguiente serie de pasos.

- 1 **Preparación e Información** . Se investigan los requerimientos de los clientes sobre un producto determinado. El producto es separado en las partes que lo integran, se aplica el diseño para manufactura y ensamble, se recopilando la mayor cantidad de datos involucrados con la producción y ensamble. Además de los costos para cada parte del producto o sistema. Se formalizan sesiones y definen participantes. Este paso implica la recolección de información sobre los requerimientos, y costos presentes en el producto.
2. **Análisis**. En esta fase se analiza la funcionalidad del producto, y la posibilidad de que una parte esté realizando alguna operación no necesaria. Es la fase en la cual las funciones son puestas en función de su valor y clasificadas como básica o primarias.
- 3 **Creativa**. Se crean ideas y conceptos con el fin de buscar un balance entre función, precio y costo del producto. Para obtener este balance es necesario considerar en las ideas al diseño para manufactura y ensamble. Se investiga si una pieza o función con un valor bajo tendría un alto costo.
4. **Síntesis**. Aquí se reciben las propuestas, se examinan las alternativas de menor costo y se elige la más fiable.
5. **Desarrollo**. El equipo decide cuál de los conceptos generados en la etapa de síntesis debe seleccionar y desarrollarse (corregir errores) para ser presentado como propuesta.

**6. Presentación.** Se presentan las soluciones a la dirección. Este es un informe en el cual se presenta la descripción de la situación actual del problema, la información y la solución, incluyendo los ahorros.

**7.- Implementación.** Consiste en asegurar que las modificaciones al producto o sistema se lleven a cabo, garantizando así, los ahorros o modificaciones determinadas por estudio del análisis del valor.

En el capítulo dos se desarrollarán más a fondo los puntos anteriormente señalados, incluyendo algunos ejemplos de aplicación.

#### **1.5.4 Diferencias entre diseñar aplicando análisis del valor y otra técnica de diseño**

Cuando el lector lea esta tesis posiblemente se pregunte por qué utilizar el análisis del valor. Si un diseño es bien preparado, minuciosamente revisado, con las parte necesarias, y realizado por una prestigiada firma. Para qué utilizar análisis del valor. Antes de contestar esta pregunta es necesario considerar dos aspectos que el autor de esta tesis considera importantes.

1. Gran parte de los diseños son el resultado de las percepciones de los diseñadores sobre las necesidades, requerimientos o deseos de los usuarios o clientes, tal percepción está basada en la experiencia, pronósticos, medio ambiente, sabores etc.
- 2 Si esta misma percepción se le da otro diseñador, el diseño sería totalmente diferente. Entonces ¿Quién decide si un diseño o producto fue bien pensado?, ¿Nosotros mismos, el diseñador, el usuario final, otros?, ¿Cómo medimos un buen diseño?. Para responder a estas preguntas, a continuación enumeramos algunas razones por las que se

debería usar el análisis del valor. Estas razones son además, algunos de los errores que se cometen cuando se diseña con un método tradicional.

1. - Las necesidades del diseñador para ser creativo, innovador, distinguido y para satisfacer su propio estímulo lo conducen a diseñar con altos costos [Hira N. Ahuja and Michele A. Walsh 1983].
2. - El diseñador es insensible a los costos, porque no le interesan o porque son una restricción a su imaginación.
3. - La mayor parte de la concentración del diseñador se enfoca a la estética para lograr una buena impresión.
4. - El nivel social y grado cultural en el cual se desenvuelve el diseñador limitan su conocimiento sobre las necesidades, y requerimientos de otro nivel social [Saleh Th. Alasheash 1996].
5. La experiencia del diseñador y educación influyen en su proceso de pensamiento.
6. Los diseñadores son ejecutores de sus propios requerimientos, y para cambiar esos requerimientos se necesita de habilidad y esfuerzos más allá del alcance de su trabajo o deseos.
7. Cada individuo tiene su propia interpretación de la calidad, y muy a menudo, esa interpretación no coincide con la de los demás.

Los aspectos citados anteriormente se corrigen al practicar el análisis del valor por lo siguiente. El análisis del valor es un procedimiento sistemático que promueve el trabajo en equipo enfocado a la creatividad. Por su estructura, promueve la interacción entre diferentes disciplinas y la experiencia y preparaciones en un grupo de trabajo dinámico con una sola meta, la racionalización de los recursos para lograr un buen producto en todos los

aspectos, (calidad, función, confiabilidad, etc.) procurando cumplir con una adecuada realización de la función principal del producto al menor costo.

La diferencia principal entre el análisis del valor y los otros métodos de diseño es la siguiente. El análisis del valor es un método estructurado que revisa el trabajo, adecuación y seguridad de un diseño contra códigos y prácticas establecidas. Esta es una forma estándar de control de calidad llevada a cabo por cada disciplina participante, asegurando que no se tengan omisiones o que ocurran errores. Por otro lado, el análisis del valor es una técnica que logra un balance entre la función del producto, su confiabilidad, ejecución y costo total.

# ***CAPÍTULO***

***2***

## ***IMPLEMENTACIÓN DEL ANÁLISIS DEL VALOR***

## 2 Implantación del análisis del valor

En el capítulo 1, ya se trató el tema del análisis del valor, ahora se estudiará con mayor profundidad. Además de lo ya dicho, el análisis del valor debe ser un asistente en las funciones realizadas por otras disciplinas, tales como: compras, diseño, manufactura, y para los especialistas en los laboratorios, pues todos ellos necesitan constantemente información relacionada con los costos. El análisis del valor puede ser un asistente en la interminable labor de búsqueda de materiales y procesos.

El análisis del valor es una evaluación científica y sensible de cualquier costo monetario, de las partes, ensamble, servicios, procesos, ideas, etc., aplicándose a cualquier volumen de producción [Osborn, Alex 1986]. El papel que desempeña el análisis del valor, es el de crear conciencia de los costos en todo el personal involucrado en el diseño, revisiones, modificaciones, manufactura y procuración de los sistemas. Lo anterior nos conduce a pensar que el análisis del valor debe estar presente en todas las etapas del proceso productivo.

Para analizar el valor de un producto, se requiere de un estudio enfocado especialmente hacia él, acompañado de las siguientes preguntas.

1. ¿Qué producto es el que se está analizando ?
2. ¿Cuánto cuesta?
3. ¿Qué hace?
4. ¿Puede realizar otra función?
5. ¿Cuánto costaría realizar la nueva función?

Aunque pueda parecer una actividad fácil, el análisis del valor puede resultar una actividad muy compleja. Primero, porque se trata con las actitudes

humanas y por lo tanto, se trabaja con una mezcla de información real y ficticia. Con esta información se deben pronosticar nuevos productos y materiales para ser usados a futuro.

## 2.1 Procedimiento de implantación del análisis del valor

En el punto 1.4.3 se describieron siete pasos o etapas para la implantación del análisis del valor, la secuencia de las etapas se muestra en figura 2.1

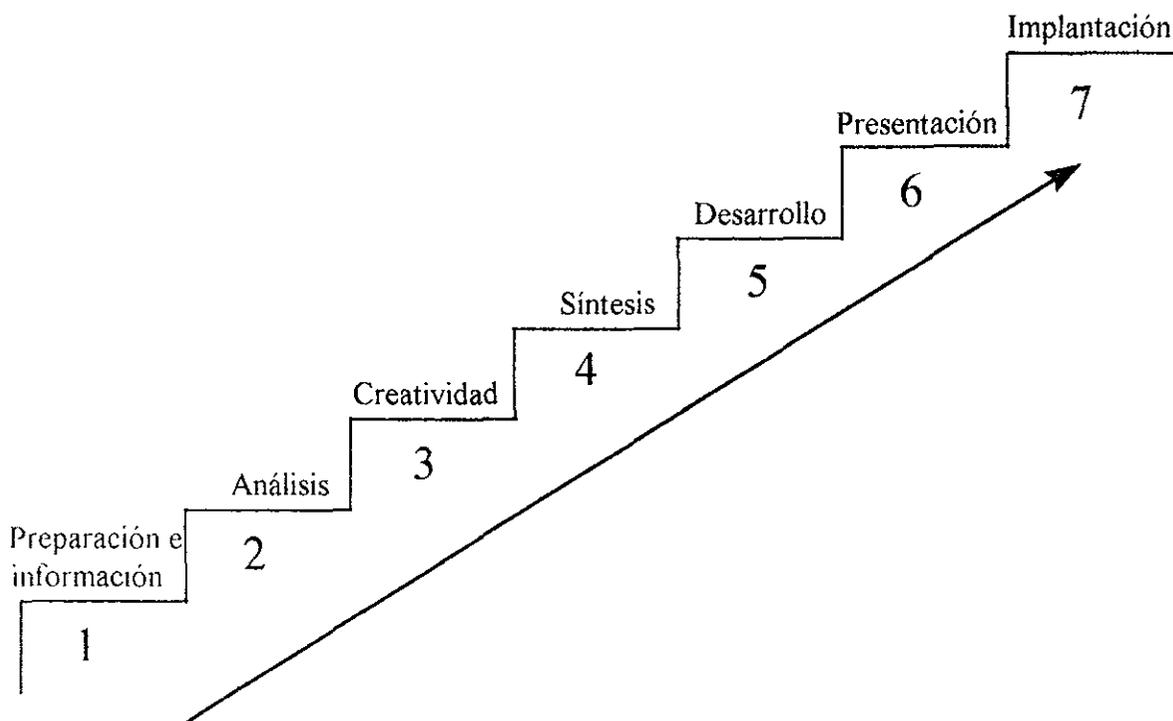


Figura 2.1 Etapas del análisis del valor.

A continuación se describen cada una de las etapas que interviene en el método.

## 2.2 Etapa 1. Preparación e información

La primera de las fases, la de preparación e información, consiste en definir un producto específico y seleccionar a un equipo de trabajo adecuado, que contribuya a su mejoramiento. Un buen equipo se logra con integrantes de diferentes áreas, tales como; diseño, operaciones, costos, ventas, mercadotecnia. Una vez seleccionado el producto y los integrantes, se requieren suministrar datos al equipo de trabajo. En esta etapa se recolecta toda la información disponible sobre el producto, incluyendo; planos, costos de materiales, de maquinado, costos de las piezas, especificaciones de materiales, hojas de operaciones, cantidades, listas, métodos de manufactura, etc. Estos datos se obtienen teniendo contacto directo con los usuarios o clientes, ingenieros de diseño, de procesos, con la gente de compras, con los vendedores y en general, con cualquier persona que tenga contacto con el uso y funciones del producto.

El producto debe ser dividido en piezas, partes o ensamblajes para poder ser analizado y determinar el tipo de manufactura y costo. Este es el primer paso y probablemente el más difícil

Las especificaciones son muy importantes en esta etapa. Se deben considerar las especificaciones en; las funciones del producto, diseño, materiales etc. Para indagar acerca de ellas se propone la siguiente serie de preguntas[6].

Especificaciones en:

1.- Funciones.

- ¿Puede una función ser eliminada ?
- ¿Puede ser simplificada ?
- ¿Puede ser realizada por otra parte ?

## 2.- Diseño.

- ¿El producto está diseñado para un proceso específico de manufactura?
- ¿Qué se considero antes del diseño ?
- ¿Qué alternativas se consideran ? ¿Cuáles se desecharon ?

## 3 - Requerimientos especiales.

- ¿Está diseñado para un medio ambiente especial ?
- ¿Qué características de operaciones especiales se requieren ?
- ¿Qué grado de confiabilidad se requiere ?
- ¿Hay requisitos especiales referentes al mantenimiento, instalación, prueba o seguridad?

## 4.- Materiales.

- ¿Se requiere de dureza especial o materiales más caros?
- ¿Qué alternativas se tienen ?
- ¿El material es difícil de manejar o procesar ?
- ¿Cómo se comprará el material? ¿Qué cantidades?
- ¿Se requiere desarrollar nuevos materiales ?

## 5.- Manufactura.

- ¿Cómo se fabricará la pieza ? ¿Quién la fabricará ? ¿Cuánto costará ?
- ¿Se requiere de operaciones costosas en su manufactura?

## 6.- Manejo del producto.

- ¿Hay algún problema asociado al manejo, empaque, almacenaje, o transportación ?

Estos son algunos de los aspectos que deben ser considerados en la recolección de datos. No se debe olvidar recolectar la mayor cantidad posible de información, aprender de todas las facetas del problema, considerar siempre el

aspecto de las relaciones humanas. Todos los datos obtenidos deben estar organizados con un sentido común, se debe revisar la información de la cual se desconfíe. Con esto se tiene una gran cantidad de datos para realizar la decisión que a juicio del equipo de trabajo, considere la más correcta.

### **2.2.1 Evaluación de las necesidades del usuario**

Dentro de los objetivos principales del análisis del valor esta el de satisfacer las necesidades y deseos de los clientes. Las necesidades son relativamente fáciles de evaluar, estas son comúnmente controladas por las especificaciones, pero las especificaciones presenta cierta dificultad para ser evaluadas, pues estas representan la relación usuario/cliente - proveedor [Fowler, Theodore C. 1986].

Uno de los métodos más aceptados para evaluar las necesidades de los clientes es el cuestionario. A continuación se presenta una serie de cuatro preguntas para poder evaluar las necesidades de los clientes.

#### **Cuestionario.**

El cuestionario abarca cuatro aspectos generales sobre el producto, en este caso, se trata de investigar la necesidad de incluir una puerta sandwichera en refrigeradores de uso doméstico, por lo tanto, las preguntas están enfocadas a un refrigerador.

##### **1.- Información sobre la función del producto.**

El objetivo es investigar si el usuario está actualmente usando la función.  
La pregunta es:

¿ Su refrigerador está equipado o diseñado de tal manera que le permita preparar un refrigerio?

La respuesta debe ser Sí , No, No se.

## 2.- Frecuencia de uso

El objetivo es saber que tan frecuente la función es usada. La pregunta es

¿ Qué tan frecuente usted prepara refrigerios?

En la respuesta el usuario debe tener la opción de elegir entre *NO PREPARO* refrigerios y *LOS PREPARO MUY FRECUENTEMENTE*.

## 3.- Apariencia / utilidad

El objetivo es saber como el usuario evalúa la relación apariencia / utilidad del la función. Las preguntas son:

¿ Considera usted de utilidad que su refrigerador incluya una puerta sandwichera?

¿Le parece atractivo incluir una puerta sandwichera a su refrigerador?

El usuario debe tener la opción de elegir entre *NO ES DE UTILIDAD* y *MUY ÚTIL* para la estimación de la utilidad, y *NO ES ATRACTIVO* y *MUY ATRACTIVO* para la estimación de la función referente a la apariencia

## 4.- Evaluación de la función.

El objetivo es conocer cuantitativamente el valor de la especificación.

La pregunta es.

¿Cuánto pagaría como una puerta sandwichera?

En la respuesta el usuario debe elegir entre precios ya establecidos.

### Estándares de evaluación

Las especificaciones deben ser determinadas con base en la opinión del usuario. Las cuatro preguntas descritas anteriormente están mutuamente relacionadas, la siguiente evaluación es hecha para decidir el mejoramiento de las funciones.

a) Relación entre *frecuencia de uso / utilidad*.

Se tienen cuatro casos de combinación Utilidad / frecuencia de uso con las opciones “**bajo**” y “**alto**”, estos son:

1. “**baja**” frecuencia de uso y “**baja**” utilidad. Este es un caso en el cual el fabricante impone su opinión a los usuarios. La función no es de utilidad y tampoco empleada.
- 2 “**bajo**” uso de frecuencia y “**alta**” utilidad. En este caso la función es de utilidad pero no es empleada, es un caso en el que la función es difícil de usar y la evitan los usuarios.
3. “**alta**” frecuencia de uso y “**baja**” utilidad. Si la función es a menudo usada, quiere decir que la función tiene grandes posibilidades de ser mejorada. Las demandas de los usuarios deben ser investigadas para mejorar la función.
- 4 “**alta**” frecuencia de uso y “**alta**” utilidad. Este es un caso donde los usuarios disfrutan del producto como lo esperaba el fabricante.

b) Relación *Utilidad / Apariencia* entre refrigerador modificado y sin modificar. Se tiene cuatro casos de combinaciones, con alta y baja frecuencia.

1 “baja” relación *Utilidad / Apariencia*. Evaluada por usuarios con cambios y “baja” relación *Utilidad / Apariencia*. Evaluada por usuarios sin cambios. En este caso la función básica y la utilidad deberían ser revisadas. Si la función no es mejorada debe ser eliminada.

2. “baja” relación *Utilidad / Apariencia*. Evaluada por usuarios con cambios y “alta” relación *Utilidad / Apariencia*. Evaluada por usuarios sin cambios. La diferencia de opiniones puede deberse a las siguientes razones

#### Usuarios con cambios

- Al principio la función era considerada útil, pero actualmente no satisface las necesidades del usuario.
- La función fue proporcionada a causa de estándares de especificación, aunque se sabía que no era útil.

#### Usuarios cambios

- La función es considerada útil, pero no es proporcionada por causas económicas.
- La función no es proporcionada porque contradice las restricciones en las condiciones para seleccionar especificaciones.

3 - “alta” relación *Utilidad / Apariencia*. Evaluada por usuarios con cambios y “baja” relación *Utilidad / Apariencia*. Evaluada por usuarios sin cambios. En este caso sólo los usuarios que aprecian la función la usan. El problema en este caso es incrementar el número de usuarios que aprecien el valor de la función, una solución podría ser reducir precios y costos o buscar la manera en la que la utilidad sea más apreciada.

4.- “alta” relación *Utilidad / Apariencia*. Evaluada por usuarios con cambios y “alta” relación *Utilidad / Apariencia*. Evaluada por usuarios con cambios. El problema aquí es que muchos usuarios no tienen los cambios en sus refrigeradores, pero los aprecian. Las razones pueden ser las siguientes:

- La utilidad es apreciada, pero la función no es proporcionada por causas económicas.
- La función no es suministrada por restricciones en la selección de especificaciones.

c) Relación entre la función, precio y costo.

En la evaluación de la relación entre función (F), precio de venta (P), y costo de manufactura (C), se tienen seis casos.

1.  $C > P > F$  En este caso se considera que el precio es alto, y más aun lo es el costo por manufactura. El costo debe ser reducido o la función tiene que ser mejorada.
2.  $C > F > P$  El precio es razonable, la función contribuye poco, el costo tiene que ser reducido o la función mejorada.
3.  $P > C > F$  La función contribuye, pero resulta caro para el usuario, debe de reducirse el precio y el costo.
4.  $P > F > C$  La función contribuye, pero resulta cara para el usuario.
5.  $F > C > P$  La función es útil para el usuario, pero es necesario reducir los costos para beneficiario
6.  $F > P > C$  Este es un caso ideal, el usuario considera que no es costosa.

Producto: *Refrigerador con puerta sandwichera*

Fecha: *Marzo de 1999*

Lugar de la encuesta:

Pregunta No 1

*¿Su refrigerador está equipado de tal manera que le permita preparar un refrigerio (sandwich) sobre el mismo refrigerador?*  SI  NO  No se

*Si la respuesta es sí, indique que tipo.*

*¿Prepara usted otra clase de refrigerios o comidas rápidas? ¿Qué tipo?*

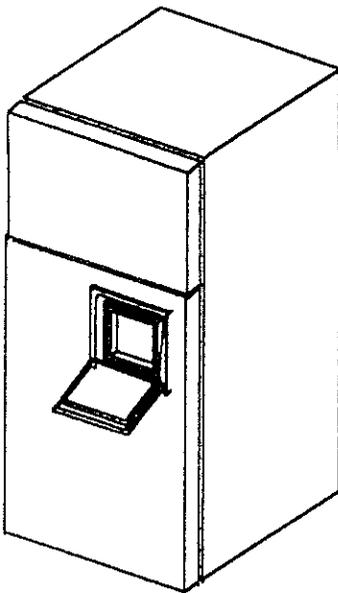
Pregunta No 2

*¿Qué tan frecuente usted prepara refrigerios?*

No preparo refrigerios

Los preparo muy frecuentemente

Pregunta No 3



*¿Considera usted de utilidad que su refrigerador incluya una puerta sandwichera?*

No es útil

Muy útil

*¿Le parece atractivo incluir una puerta sandwichera a su refrigerador?*

No es atractiva

Muy atractiva

Pregunta No 4

*¿Cuánto más pagaría por una puerta sandwichera?*

\$ 200.00

\$ 300.00

\$ 500.00

## 2.3 Etapa 2. Análisis

El objetivo del análisis es identificar dónde el equipo de análisis del valor debe concentrar su creatividad para lograr un mayor impacto. En esta etapa se analiza la funcionalidad del producto y la posibilidad, de que una parte esté realizando alguna operación no necesaria. Es la etapa en la cuál las funciones son organizadas de acuerdo a su valor, y clasificadas como básicas, primarias ó secundarias. Esta clasificación se hace con base en los datos recolectados en la etapa anterior. En la etapa de análisis ya se pueden conocer las funciones que realiza el producto, y lo que cuesta realizar cada función. Además, da una idea a cerca de qué parte del producto puede ser simplificada o eliminada. Los pasos a seguir, en la etapa de análisis son:

- Determinación de funciones
  - Tipos de función
  - Sistematización de funciones
  - Costos de funciones
- └─ Árbol de familia de funciones
- └─ Diagrama FAST

### 2.3.1 Determinación de funciones

La función de un producto se define como la acción que realiza, se expresa en términos de un verbo y un sustantivo. Algunos ejemplos se muestran en la tabla 2.1.

<i>Producto</i>	<i>Verbo</i>	<i>Sustantivo</i>
	<i>Función</i>	
Reloj	Indicar	Tiempo
Fusible	Cortar	Corriente
Cigarro	Liberar	Tensión

Tabla 2.1 Funciones de productos

La manera de describir funciones se ejemplifica a continuación.

Ejemplo 2.1 Indicar las funciones que describen: a) El funcionamiento de un foco y b) funcionamiento de un bolígrafo.

a) Las funciones deben describir, la acción del foco y de las partes que lo integran (ver figura 2.2). El foco, está integrado por un filamento, una base roscada y una burbuja de cristal.



Figura 2.2 Partes que integran a un foco

Las funciones que realiza un foco y sus partes son las siguientes:

PARTE	FUNCIÓN
Foco	Alumbrar
Filamento	Producir luz
Base roscada	Intercambiar el bulbo
Burbuja de cristal	Proteger el filamento
Foco	Proporcionar decoración

b) Las partes que integran a un bolígrafo (ver figura 2.3) son; un repuesto o cartucho, una tapa y un cuerpo.

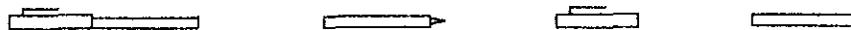


Figura 2.3 Partes que integran a un bolígrafo

Las funciones que realizan la pluma y sus partes, son las siguientes:

PARTE	FUNCIÓN
Bolígrafo	Liberar tinta
Cartucho	Suministrar tinta
Tapa	Sujetarse a la bolsa
Tapa	Proteger la puntilla
Cuerpo	Fijar las partes

En estos dos ejemplos, la primera función de cada uno de ellos, Alumbrar y liberar tinta, son funciones básicas, el resto de las funciones son primarias o secundarias, y sirven para entender cómo se logra la realización de la función básica.

### 2.3.2 Tipos de funciones

Las funciones que se pueden encontrar en un producto, se clasifican en los siguientes tipos:

- Funciones de orden superior. Son las funciones más importantes de todas las que constituyen el objetivo del análisis, o son también el producto de las funciones básicas y del objeto en estudio. Sólo es empleada en el diagrama FAST (sección 2.3.5), se colocan del lado izquierdo de las funciones básicas. Cualquier otra función colocada a la izquierda de una ruta crítica es una función orden superior.
- Función básica. Es el principal propósito o acción que ejecuta un producto, siempre debe existir, se puede decir que es la función que da la razón a la existencia del producto. Se colocan en el extremo izquierdo del árbol de familias de funciones (sección 2.3.4). En el diagrama FAST (sección 2.3.5) se coloca inmediatamente a la derecha de la función de más alto orden.

- Función primaria. Sólo la emplea el árbol de familias de funciones (sección 2.3.4). Son todas las funciones que asisten a la realización de las funciones básicas. Se colocan a la derecha de la función básica.
- Función de soporte. Son funciones que están enfocados a garantizar la:

*Confiabilidad del producto.* Las funciones que garantizan el funcionamiento del producto, están enfocadas a reducir el deterioro del producto ( se refieren a la protección; por corrosión, por efectos del medio ambiente, por mal uso, etc.).

*Comodidad.* La comodidad es lo que favorece al usuario el empleo del producto, por ejemplo, instructivos, limpieza, reparación, ergonomía, etc.

*Realce del producto.* Es lo que aumenta el valor del producto, como el confort, tamaño, peso, etc.

*Agradable a los sentidos.* Estas son funciones con características físicas y estéticas, tales como, la apariencia, nivel de ruido, robustez, etc.

Las funciones de soporte son independientes de las otras funciones, su posición en el diagrama FAST, es por encima de la ruta crítica y en el diagrama de familias de funciones debajo de las funciones primarias.

- Funciones dependientes. Empezando con la función a la derecha de la función básica, cada función sucesiva es una función dependiente si dependen de la función que esta a su izquierda, su posición en el diagrama es a la derecha de la función básica no es empleada en el árbol de familias de funciones.

### 2.3.3 Sistematización de funciones

Una sistematización de funciones es la representación, mediante un diagrama, de las relaciones existentes entre las funciones que describen el funcionamiento de un producto.

El objetivo de sistematizar las funciones es; identificar a las funciones que el producto necesita realizar y las relaciones que existen entre ellas, y crear alternativas de diseño. Dos de los métodos más usados para sistematizar funciones son, el árbol de familias de funciones que utiliza la lógica *Metas / Medios* [Brown James 1994] , y el diagrama FAST ( del inglés FUNCTION ANALYSIS SISTEM TECHNIQUE ) el cual emplea la lógica *Cómo/Para qué* [Brown James 1994]. Ambos métodos son muy usados, principalmente el diagrama FAST.

### 2.3.4 Árbol de familias de funciones

En este método, las funciones obedecen la lógica *Metas / Medios*, es decir, a través de funciones metas, se tienen que definir las funciones medios que conducirán a lograr la meta básica del producto. En el diagrama de árbol de familia de funciones, la función básica, se convierte en función meta básica, y las funciones primarias y de soporte son función medio primaria y función medio de soporte. Su colocación en el diagrama es la misma que se definió anteriormente (ver sección 2.3.1). La figura 2.4 muestra la estructura de un árbol de familia de funciones.

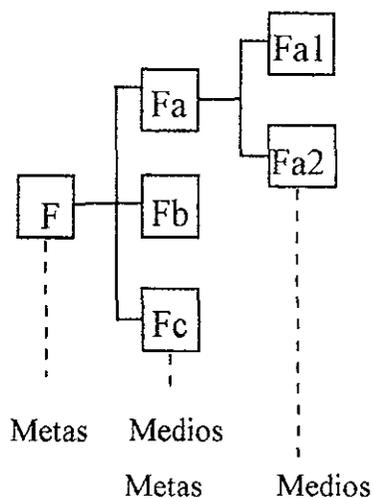


Figura 2.4 Árbol de familias de funciones.

Un método para realizar el árbol de familias de funciones es el siguiente:

- 1.- Identificar las funciones del producto.
- 2.-Clasificar las funciones. Se clasifican en básicas, primarias, de soporte y secundarias.
- 3.- Encontrar la relación existente entre las funciones ( realizar el árbol de familias de funciones )
- 4.-Verificar que el árbol tenga una lógica correcta.

Para profundizar más en lo que es y cómo se realiza un árbol de familias de funciones se presenta el siguiente ejemplo.

Ejemplo 2.2. Definir el árbol de familias de funciones de una lámpara de bolsillo (ver figura 2.5) que es usada tanto en interiores como exteriores. La lámpara tiene una iluminación intensa, es del tamaño de una cajetilla de cigarrillos y pesa 100gr.

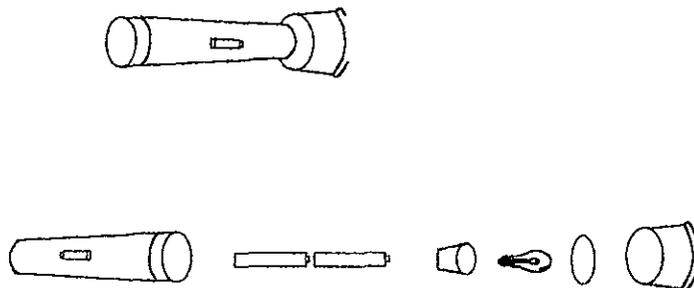


Figura 2.5 Lámpara de bolsillo y sus partes

1.- Identificación de funciones del producto.

PARTE	FUNCIÓN
Lámpara	Alumbrar el exterior
Foco	Proporcionar luz
Cubierta	Proteger las partes
Cuerpo	Sostener las partes
Pilas	Suministrar energía
Mica o cristal	Proteger al foco
Socket	Sostene al foco
Ajuste	Enfocar luz
Reflector	Reflejar luz

2.- Clasificación de funciones.

Función meta básica, ( Función buscada por el cliente o usuario)

Alumbrar el exterior

Funcione meta primaria. ( Función que asiste a la función básica )

Proporcionar luz.

Funciones medios secundarias. ( Asisten a las funciones primarias)

Suministrar energía

Proteger al foco

Sostener al foco

Enfocar luz

Reflejar luz

Unir baterias

Funciones meta de soporte. (Garantizan la confiabilidad, comodidad etc.)

Proteger las partes  
Sostener las partes.  
Conservar la belleza.

3.- Encontrar la relacionar existente entre las funciones.

Aquí, la función meta básica es lo que se tiene que lograr, se buscan las relaciones entre las funciones metas primarias y las funciones medios secundarias.

Considérese la función meta primaria "Proporcionar luz"; mediante la lógica *Metas / Medios* se buscan las funciones medios secundarias con las que se relaciona. El medio para proporcionar luz es suministrar corriente, pero para lograr la meta de alumbrar el exterior, es necesario sostener al foco, proteger al foco y enfocar luz. La figura 2.6 muestra el diagrama correspondiente a la función primaria "Proporcionar luz".

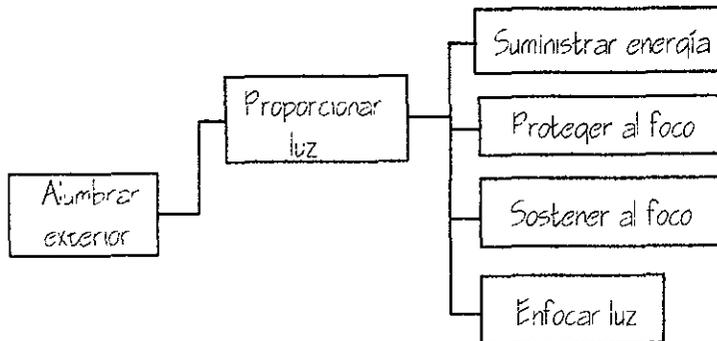


Figura 2.6. Parte de diagrama de árbol de familia de funciones.

Obsérvese que existen funciones medios secundarias relacionadas con otras funciones medios secundarias, es el caso de "suministrar energía" que se relaciona con "uniendo baterías" y "enfocar luz" que está relacionada con "reflejar luz" (ver sección 2.3.1). Cuando esto sucede, las funciones medios secundarias se convierten en funciones metas primarias. Para el ejemplo, las funciones "suministrar energía" y "enfocar luz" son ya funciones metas primarias

y las funciones "unir baterías" y "reflejar luz", continúan siendo funciones medios secundarias.

4.- Se genera el árbol de familias de funciones y se revisa que tenga una relación lógica

Hasta aquí, se conocen las funciones y su clasificación, lo que procede es colocarlas de manera jerárquica, esto es, crear el árbol de familias de funciones, y verificar la lógica del diagrama.

5 - Se colocan los criterios en las funciones correspondiente.

El diagrama del árbol de familias de funciones con la lógica metas / medios correspondiente a una lámpara de bolsillo se muestra en la figura E2.7. Los criterios están indicados encima del cuadro de la función a la cual corresponden.

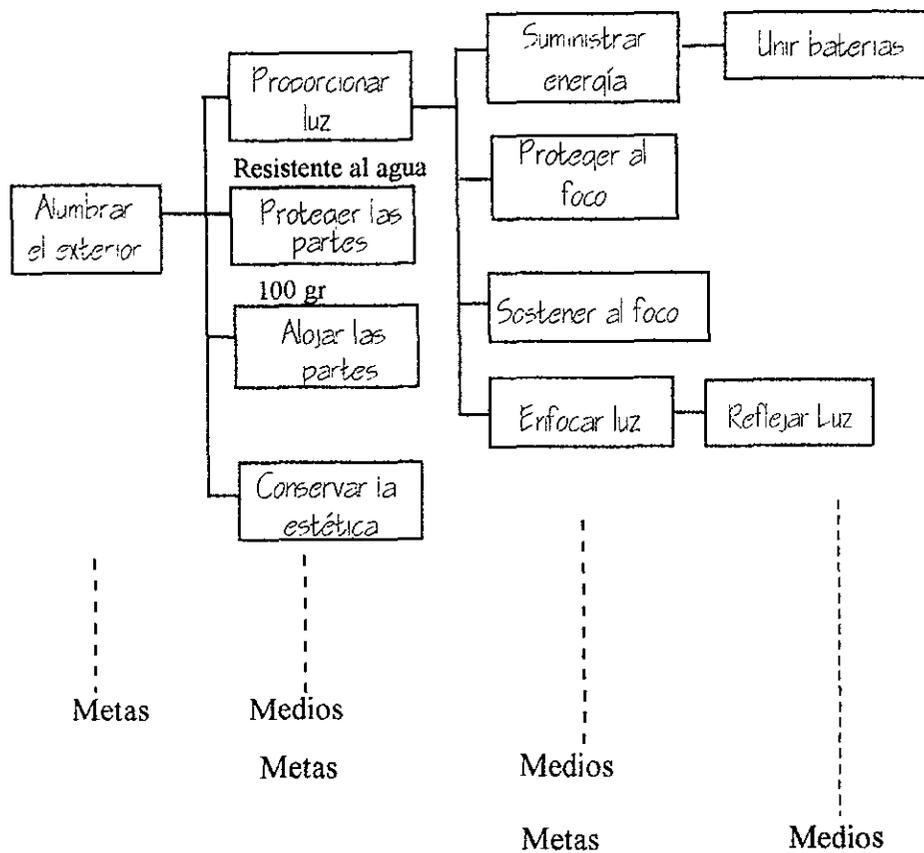


Figura 2.7 Árbol de familia de funciones de una lámpara de bolsillo.

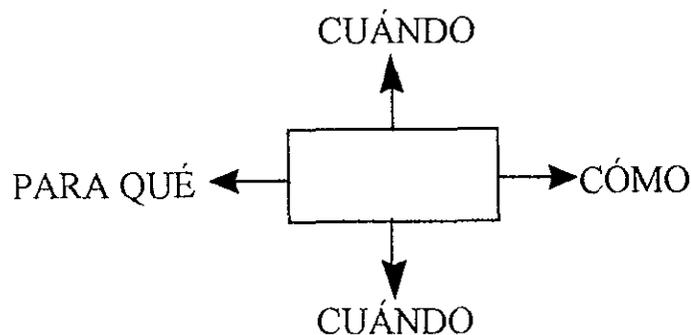
### 2.3.5 Diagrama FAST

En la sistematización FAST, que también es la más usada en el análisis del valor, la dependencia entre funciones se da respondiendo las preguntas *¿Cómo?* y *¿Para qué?*. La pregunta *¿Cómo?* es siempre leída de izquierda a derecha y la pregunta *¿Para qué?* de derecha a izquierda. Estas dos preguntas son el fundamento del proceso del diagrama FAST. La importancia de las preguntas *¿Cómo?* y *¿Para qué?* es la siguiente:

El *¿Cómo?* de la función, indica el método en el cual la función se está llevando a cabo. Cuando se pregunta el *¿Para qué?* de la función, la respuesta es la meta que se pretende alcanzar con la función.

#### Simbología estándar del diagrama FAST

La siguiente notación es reconocida como estándar por la mayoría de los autores, representa las direcciones principales del diagrama.

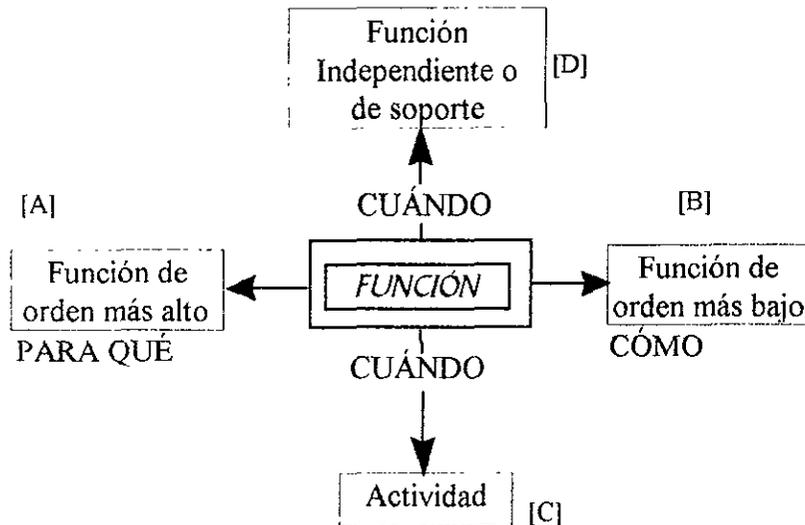


Las direcciones *CÓMO* y *PARA QUÉ* siempre son rutas críticas, ya sea de orden mayor o menor.

La dirección *CUÁNDO*, indica en la parte superior a las funciones independientes o de soporte, y en la inferior a las actividades. En la actualidad raramente se usa la designación de actividades, la razón es que una actividad no

es una función, se designa una actividad cuando se ha terminado con todas las funciones.

### Determinación lógica de las funciones en el diagrama FAST

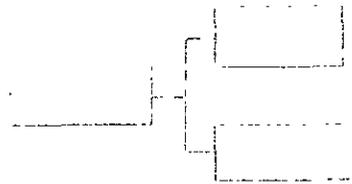


- 1 - ¿ CÓMO la *FUNCIÓN* es llevada a cabo por B ?
- 2.- ¿ PARA QUÉ es necesario que ( A ) realizar la *FUNCIÓN*?
- 3 - ¿ Cuando la *FUNCIÓN* se ejecuta , se ejecuta también ( C ) o ( D ) ?

La anterior es la forma tradicional de representar las funciones en un diagrama FAST, pero puede multiplicarse si se emplean los conectores lógicos Y (AND), y O (OR).

### Representación del conector lógico Y (AND) en una ruta crítica

El conector Y (AND), es representado por una bifurcación, ambas funciones pueden tener la misma importancia, o una puede ser más importante que otra



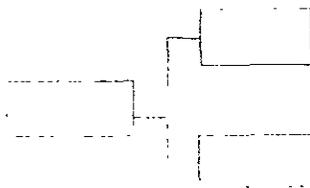
a) Igual importancia



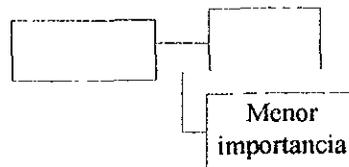
b) Menor importancia

### Representación del conector lógico O (OR) en una ruta crítica

El conector O (OR) es representado por múltiples salidas que indican las posibles elecciones. Al igual que en el conector Y, existen de mayor y menor importancia.



a) Igual importancia



b) Menor importancia

La metodología para formar el diagrama FAST [Brown James 1994] es la siguiente:

- 1 - Definición de las funciones. Se definen las funciones realizadas por el producto y por cualquiera de sus partes ( La definición de las funciones y su posición en los diagramas, son las mismas que se usaron en el árbol de familia de funciones, se dieron en la sección 2.3.2).
- 2 - Clasificación de las funciones. Se clasifican en; Función básica, funciones primaria, de soporte y funciones secundarias.
- 3.- Crear el diagrama FAST determinando la ruta crítica de las funciones.
- 4.- Verificar la lógica del diagrama.

En el siguiente ejemplo, se muestra la forma de aplicar la metodología anterior.

Ejemplo 2.3 Determine el diagrama FAST para el problema del ejemplo 2.2.

De acuerdo a la metodología expuesta anteriormente, se tiene lo siguiente.

1.- Definición de las funciones.

PARTE	FUNCIÓN
Lámpara	Alumbrar el exterior
Foco	Proporcionar luz
Cubierta	Proteger las partes
Cuerpo	Sostener las partes
Pilas	Suministrar energía
Mica o cristal	Proteger al foco
Socket	Sostene al foco
Ajuste	Enfocar luz
Reflector	Reflejar luz

2.- Clasificación de funciones.

Función de orden superior

Alumbrar el exterior

Funcion básica

Proporcionar luz.

Funciones independientes o de soporte.

Proteger las partes

Sostener las partes.

Conservar la belleza.

Funciones dependientes.

Suministrar energía

Proteger al foco  
Sostener al foco  
Enfocar luz  
Reflejar luz  
Unir baterías

3.- Crear el diagrama FAST determinando la ruta crítica de las funciones.

Para crear la ruta crítica del diagrama, se tiene que saber cómo la función de orden superior es realizada. La función de orden superior es "alumbrar el exterior". La respuesta a ¿Cómo alumbrar el exterior?, es proporcionando luz ¿Cómo se proporciona luz?. Suministrando energía ¿Cómo se suministra energía?. Uniendo baterías. ¿Cómo unir baterías?. Cerrando un circuito. La parte del diagrama correspondiente se muestra en la figura 2.8.

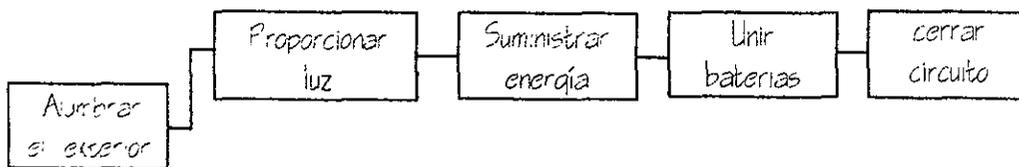


Figura 2.8 parte del diagrama FAST.

Obrsérvece que se ha creado una nueva función, "cerrar circuito". La función básica "proporcionar luz", sólo necesita dos funciones de soporte, éstas son; "alojar las partes" y "determinar la posición de las partes", que es también una función nueva. El diagrama completo se muestra en la figura 2.9.

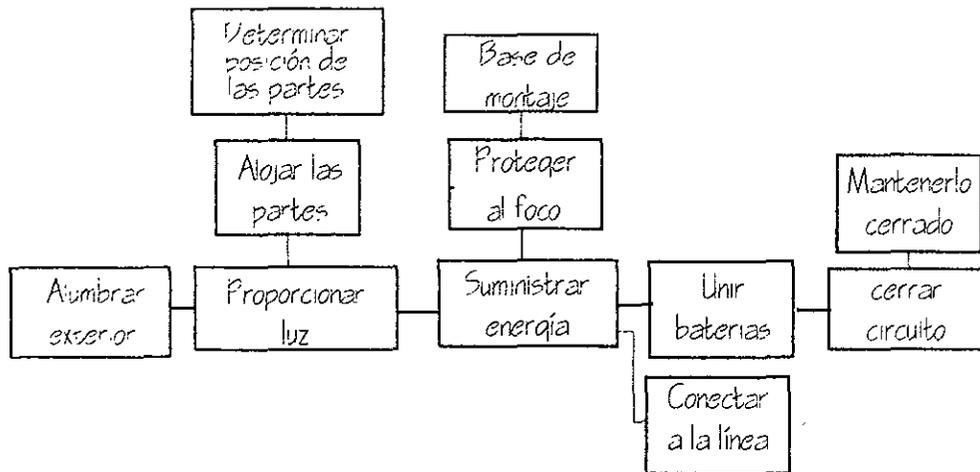


Figura 2.9 Diagrama FAST de las funciones de un foco.

#### 4.- Verificar el diagrama.

Para verificar la lógica del diagrama se procede de derecha a izquierda y se determina para qué se realizó dicha función. ¿ Para qué se cerró el circuito?. Para unir baterías, etc.

La diferencia más importante entre el árbol de familias de funciones y el diagrama FAST, radica en la lógica que siguen para determinar la relación entre funciones. En el árbol de familias de funciones sólo se busca relacionar las funciones entre sí, mientras que en el diagrama FAST, el preguntar cómo se relacionan las funciones, puede dar origen a la generación de nuevas funciones o a la eliminación de algunas, como sucedió en el ejemplo anterior. El método del diagrama FAST, está más enfocado a desarrollar la creatividad y a la generación de ideas.

Cuando las funciones han sido sistematizadas por medio de un árbol de familias de funciones o de un diagrama FAST, ambos mostrarán, los elementos necesarios para lograr la realización de las funciones del producto, de esta manera ya se puede tener una idea de la apariencia del producto, se pueden generar ideas y alternativas de diseño.

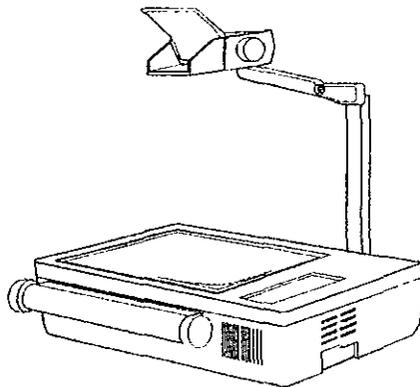
### 2.3.6 Costos de las funciones

El siguiente paso es determinar el costo de las funciones. Para esto se hace lo siguiente.

- 1.- Se determina el costo de cada elemento del producto
- 2.- Se determina qué función(es) es(son) ejecutada(s) por cada uno de estos elementos.
- 3.- Se suman los costos de los elementos participantes.
- 4.- Se representan las partes y costos en una matriz de costos de funciones.

La matriz de costos se forma de la siguiente manera; En la columna del lado izquierdo se anotan todas las diferentes partes y sub ensambles pertinentes. En la columna siguiente se colocan los costos correspondientes a cada parte de la primera columna.

*Ejemplo 2.4, Determinar el costo de las funciones para un proyector de acetatos, ver figura 2.10.*



*Figura 2.10 Proyector de acetatos*

Se determinan las funciones del producto y de sus partes:

- Proporcionar superficie ( para el acetato )
- Proyectar imagen.
- Suministrar luz.
- Concentrar luz.
- Facilitar transporte y almacenamiento.
- Enfriar emisor de luz.
- Posicionar y proteger elementos.
- Ajustar imagen.

Para simplificar el ejemplo, sólo se considera la función primaria: "Proyectar imagen". La figura 2.11 muestra la parte del diagrama de árbol de familias de funciones, correspondiente sólo a la función "proyectar imagen". De bajo de las funciones, aparecen las partes que intervienen en la realización de dicha función.

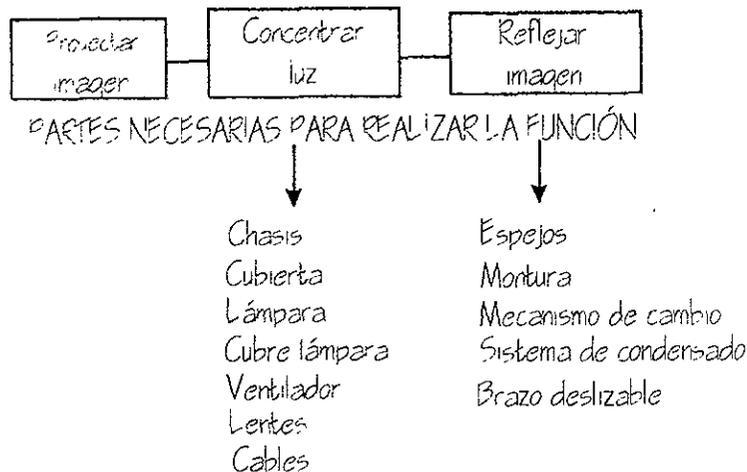


Figura 2.11 Partes que intervienen en la realización de la función "Proyectar imagen"

La matriz de costos correspondiente se muestra en la tabla 2.2

<b>Función: <i>Proyectar imagen</i></b>	
<b>Parte</b>	<b>Costo en pesos*</b>
Chasis	\$40,00
Cubierta	\$10,00
Lámpara	\$10,00
Cubre lámpara	\$20,00
Sist. de condensado	\$20,00
Lentes proyectores	\$100,00
Montura para lentes	\$20,00
Brazo deslizable	\$5,00
Mec. para cambios	\$25,00
Ventilador	\$50,00
Cables	\$20,00
Costo total de la función	\$320,00

**\* Costos estimados**

Tabla 2.2 Matriz de costos de la función "Proyectar imagen"

Ahora se puede comparar el costo de las funciones e identificar las metas del análisis del valor. La designación de costos a una función, indica dónde se pueden reducir los costos para que la función se satisfaga, es decir, es posible determinar si una función secundaria está costando más de lo que realiza, de esta manera se demuestra que una función menor es responsable de una mayor parte de los costos o viceversa. Por ejemplo, si en el ejemplo anterior se hubiera tenido los siguientes costos en las funciones; "proyectar imagen \$320.0", "suministrar energía \$150.0", "concentrar luz \$ 175.0", "facilitar transporte \$300.0". En estos costos, la función secundaria "facilitar transporte" tiene un costo similar al de la función básica "proyectar imagen". El equipo del análisis del valor se debe enfocar a reducir los costos de la función "facilitar transporte". En términos de partes, también puede mostrarse que alguna cosa de relativa importancia está costando mucho más. La ventaja de los costos de las funciones es, que se está forzando a un análisis riguroso y a entender la naturaleza del producto.

La investigación sobre el producto analizado, aún continua. Ya se conoce lo que cuesta realizar una función, ahora es importante conocer a los proveedores, conocer sus proceso de fabricación, materiales y si es posible discutir con ellos el diseño y sacar ventaja de sus habilidades. La intención es generar ideas que permitan reducir los costos. Algunas de las preguntas que se pueden hacer para estimular algunas ideas son:

1. - ¿Cuánto de este producto es resultado de la opinión del cliente ?
2. - ¿Cuál es la mejor manera para ejecutar sus funciones?
3. - ¿Quién más puede construirlo?
4. - ¿Cómo sería más fácil ensamblarlo ?
5. - ¿Qué otro material se podría emplear ?
6. - ¿Existe un producto similar a menor precio ?
7. - ¿Cómo otras compañías resolvieron el mismo problema ?

## **2.4 Etapa 3. Creatividad**

La creatividad es una etapa de innovación, de aplicación, de implementación creativa. Esta etapa está enfocada, a la funcionalidad, se trata de mantener una perspectiva crítica sobre la función, es decir, de calificar, enfocados a qué hace cada función por el cliente y no cómo lo hace.

Uno de los métodos más usado para la generación de ideas es el llamado tormenta de ideas. El método, consiste en reunir a un grupo de personas de diferentes especialidades, y motivarlos a exponer sus ideas sobre un tema específico. Para crear una atmósfera adecuada para la generación de nuevas ideas, el proceso de tormenta de ideas tiene que ser controlado por algunas reglas [Miles, L. D 1981].

- 1.- No criticar.
- 2.- Combinar pensamiento e ideas para ampliarlos y mejorarlos.
- 3.- Fomentar la creación de la mayor cantidad de ideas .

Se sugiere un tiempo de sesión de entre 15 y 30 minutos en la tormenta de ideas para cada función.

Como resultado de la tormenta de ideas, se tiene una amplia variedad de ideas. Se requiere de una etapa de síntesis para seleccionar a las mejores.

## **2.5 Etapa 4. Síntesis**

En esta etapa del análisis del valor se estudian las propuestas finales, se examinan las alternativas de menor costo y se eligen las más fiables. En la etapa de síntesis se determinan tres cosas:

- Se define la situación actual del problema.
- La solución del problema
- El suministro de toda la información recolectada concerniente al problema, de modo que pueda ser fácilmente comprendida.

## **2.6 Etapa 5. Desarrollo**

El objetivo de esta etapa es, que el equipo de diseño decida, en cuál de los conceptos generados en la etapa de síntesis se debe continuar trabajando, y desarrollarse para ser presentado como propuesta, el reto es analizar varias propuestas y seleccionar la mejor solución. En esta etapa se presenta un nuevo problema, se tiene una gran cantidad de soluciones para un mismo problema, es claro que para analizarlas se debe tener una metodología, para esto se proponen los siguientes pasos [ Osborn, Alex. 1989 ].

1. Seleccionar criterios.
2. Definir límites.
3. Establecer funciones de peso.
- 4 Se determina el alcance de cada alternativa.

Los criterios de evaluación son, simplemente un conjunto de objetivos mediante los cuales se valorará una alternativa. Los criterios deben ser medibles e independiente entre sí. Comúnmente son parámetros (costos, riesgos, servicios, etc.). Se trata de establecer objetivos estándares, mediante los cuales se juzgará el valor de las diferentes alternativas.

La definición de límites, consiste en establecer un rango dentro del cual, deberán estar los criterios. Se establecen los límites superior e inferior, el más bajo es el mínimo aceptable o la peor condición permitida, el nivel más alto es la mejor opción.

Asignaciones del factor de peso. Cuando los criterios son establecidos con base en el juicio personal, se pueden cometer algunos errores. Uno de ellos es provocado por los diferentes enfoques de los evaluadores, otro de los errores es emocional, provocado por las preferencias personales, otro más es producido por la complejidad, para no caer en estos errores se asigna un factor de peso a los criterios. La asignación de peso consiste en asignar un valor numérico a los criterios de evaluación, así se supone que todos los criterios tienen la misma importancia, con esta suposición se obliga a realizar una comparación y por lo tanto a determinar cuál es más importante.

Finalmente se comparan las alternativas y se selecciona la de mayores méritos.

*Ejemplo 2.4. Determine el peso que mantienen los criterios A, B, C entre sí, sin importar cuales sean estos criterios.*

Primero se establecen los límites, el inferior es 1, el superior es 10, y el medio es 5. Ahora se comparan entre sí los criterios, para esto ya se ha establecido, por medio de los criterios, una escala de 1 a 10. Entonces la pregunta es, ¿dentro de la escala de 1 a 10, qué criterio es más importante, A o B?. Supóngase que A tiene mayor importancia que B, una importancia entre superior y media, por ejemplo 7, se escribe A-7, es decir, A tiene una importancia de 7 en una escala de 1 a 10 con respecto al criterio B. Los resultados de las comparaciones y la forma de representarlos se muestra en la tabla 2.3.

	B	C
A	A-7	C-5
B		B-2

Tabla 2.3 Representación de la importancia de criterios.

Una vez realizada la comparación, se contabilizan los puntos que acumularon cada uno de los criterios, y se representan como se muestra en la tabla 2.4.

A	7
B	2
C	5

Tabla 2.4 Representación de la suma de puntos de los criterios

Para determinar cuál es el peso de cada criterio, se determina qué puntuación le corresponde en la escala de 1 a 10. El peso de cada criterio se muestra en la tabla 2.5, y nos indica que el criterio A con 7 puntos, le corresponde el máximo valor dentro de la escala, es decir, 10. Si al criterio A le corresponde un peso de 10, al criterio B con 2 puntos le corresponde un peso de 2.9 y a C con 5 puntos, un peso de 7.1.

A	10
B	29
C	71

Tabla 2.5 Representación del peso de los criterios.

Cada uno de los criterios es medible e independiente, es decir, tiene un valor que es determinado por distintos métodos. Por ejemplo, tiene un valor numérico el costo de un producto, los resultados de una encuesta, también es posible asignar un valor por simple apreciación o comparación.

Para determinar cual es la mejor alternativa, se emplea una escala de 70 a 100. Supóngase que el criterio C corresponde a los costos de un producto, el costo más bajo lo tiene la alternativa 1, por ello tiene el valor más alto dentro de la escala de 70 a 100, el costo más alto lo tiene la alternativa 3 y por ello el valor mas bajo de la escala. Para la alternativa 2 se determina la posición de la escala por medio de una interpolación. La forma de representar los valores se muestra en la tabla 2.6.

Alternativa	CRITERIO		
	A	B	C
1	70	80	100
2	70	100	90
3	100	90	70

Tabla 2.6 Valores de los criterios.

El siguiente paso es multiplicar el criterio por el peso que éste tiene y sumar los puntos acumulados. Se representan en la tabla 2.7

		CRITERIO			Total	I-10	
		A	B	C			
Alter.	Peso	10.0	2.9	7.1			
	1	700	232	710	1642	9.4	2
2	700	290	639	1629	9.3	3	
3	1000	261	479	1749	10	1	

Tabla 2.7 Matriz de decisiones.

Esta es la matriz de decisiones que nos indica, que la mejor opción es la alternativa 3, después la número 1 y la última posición corresponde a la alternativa 2.

**2.7 Etapa 6. Presentación.** La presentación, que es la etapa 6 del análisis del valor, consta de un informe que presenta la descripción de la situación del problema, la solución y la información incluyendo los ahorros alcanzados. Además se debe incluir:

- Esquemas de las partes antes y después del análisis
- Cantidades usadas por año
- Materiales, mano de obra y costos
- La descripción del estado de las funciones
- Sugerencias en forma condensada

El reporte es la representación del desarrollo de un nuevo producto. La manera de redactarlo es importante, se debe tener la suficiente calidad para interesar a la directiva desde la primera página. El siguiente es un formato formal para presentar el reporte.

- Título:** Debe ser descriptivo, específico, interesante y breve.
- Problema:** Se indica la función básica, cómo se está realizando y los costos involucrados en su realización.
- Resumen:** Se proponen la alternativas de solución para reducir los costos, indicando el ahorro alcanzado o que se pretende alcanzar.
- Cuerpo principal:** Describe el funcionamiento del producto en su estado inicial y en sus estado modificado. Se dan los argumentos que justifiquen a las modificaciones y las conclusiones que se alcanzaron .
- Apéndice:** Se suministran los datos técnicos, diagramas, cartas, maquetas, detalles etc.

## 2.8 Etapa 7. Implantación

Consiste en asegurar que las propuestas presentadas, por el equipo de trabajo del análisis del valor para la reducción de costos, se lleven a cabo. Además, el equipo de trabajo prepara una lista de todas las áreas ( compras, mercadotecnia, etc. ) en las cuales se pudieran presentar obstáculos para lograr las modificaciones a los producto y las acciones necesarias para corregir estos obstáculos.

Este punto está enfocado a asegurar las reducciones de costos en los productos, superando los obstáculos que se puedan presentar. Se busca comprometer a los diseñadores, proyectistas y líderes de otras disciplinas para logra la implantación de las recomendaciones hechas por el equipo de trabajo

# ***CAPÍTULO***

**3**

## ***APLICACIÓN DEL ANÁLISIS DEL VALOR AL REDISEÑO DE UNA PUERTA DE REFRIGERADOR***

### 3.1 Introducción.

En el capítulo 2, se presentó la metodología del análisis del valor. Para mostrar su utilidad, en este capítulo se aplicara dicha metodología para el rediseño de un producto comercial, el cual es un refrigerador doméstico flexible.

Un refrigerador es un equipo que reduce la temperatura de manera artificial. La función principal del refrigerador que se requiere rediseñar, es la de conservar alimentos. Generalmente un refrigerador está dividido en dos zonas con diferentes temperaturas, una es de congelamiento y la otra de enfriamiento. En cada zona se conservan diferentes tipos de alimentos, y por lo tanto, tienen diferente frecuencia de uso. Con el fin de ahorrar energía, muchos modelos de refrigeradores cuentan con puertas independientes para cada zona. La función de las puertas es conservar las temperaturas interiores durante el mayor tiempo posible, y por consiguiente lograr un mayor ahorro en el consumo de energía.

La necesidad de lograr mejores resultados y ser más competitivos motivó a nuevas investigaciones, principalmente enfocadas a satisfacer las necesidades de los clientes. Una de las hipótesis hecha señala que en la mayoría de las ocasiones la puerta del enfriador es abierta sólo para sacar un artículo, y esta acción se repite con los artículos de mayor uso. La acción de abrir la puerta del enfriador, en su totalidad, en ocasiones a 180° y por un tiempo prolongado, se debe a que las personas no conocen en lugar donde están colocados los artículos, provocando una pérdida de tiempo en la localización de estos y preparación de refrigerios.

Por lo tanto, se propone una modificación en la puerta del enfriador. La modificación consiste en incluir una puerta pequeña, que permita obtener los artículos de mayor consumo y la preparación de refrigerios ( sandwiches). Tales

artículos estarían colocados, principalmente, en la parte posterior de la puerta del enfriador.

En el rediseño de la puerta, se aplicará la metodología del análisis del valor descrita en el capítulo 2.

Para un mejor entendimiento de los conceptos que se manejarán en este capítulo, se define a continuación los siguientes conceptos:

**Refrigerador.** Un refrigerador es un producto electrodoméstico que reduce la temperatura de manera artificial, está constituido por un congelador y un enfriador.

**Refrigerador tipo austero.** Es un refrigerador que cuenta con los elementos mínimos necesarios para realizar las funciones de enfriar, congelar y conservar alimentos a bajas temperaturas.

**Refrigerador de lujo.** Es un refrigerador que además de contar con los elementos mínimos necesarios para realizar las funciones de; enfriar, congelar y conservar artículos; tiene elementos que le permiten realizar funciones tales como control electrónico de flujos de aire y temperatura, servidores de agua fría, hielo, etc.

**Puerta del enfriador.** Es la puerta de mayor tamaño, la cual permite el acceso al interior del enfriador del refrigerador.

**Puerta sandwichera.** Es la puerta que se propone diseñar para permitir una rápida preparación de refrigerios.

**Anaqueles.** Es el cuerpo interior del refrigerador, cubre la parte interior del enfriador, congelador y las puertas.

**Artículos de uso común.** Es aquel que tiene un uso común entre la mayoría de los usuarios, tales como yogurt, refrescos, leche, etc.

**Artículos necesarios.** Son los artículos que se requieren para la preparación de un refrigerio, tales como jamón, queso, crema, chiles, etc.

**Refrigerio.** Alimento ligero (sandwich).

### **3.2 Etapa 1. Información y preparación.**

Esta etapa tiene por objetivo seleccionar un producto, recabar toda la información relacionada con él, y determinar un equipo de trabajo.

El producto seleccionado, es un refrigerador de uso doméstico de 14 pies<sup>3</sup>. Se seleccionó el refrigerador con esta capacidad, por ser uno de los más comercializados en las tiendas de electrodomésticos. La información correspondiente fue recolectada de diversas fuentes, por ejemplo, la descripción de los refrigeradores fue por parte de los fabricantes, los costos de material y manufactura fueron proporcionados por una empresa dedicada a la manufactura de plásticos, y de investigación de campo. La información se resume en las siguientes secciones.

#### **3.2.1 Descripción del producto.**

El equipo que se requiere rediseñar, es un refrigerador doméstico de fabricación nacional, de tamaño mediano y austero. El objetivo es adaptar una puerta sandwichera a la puerta de enfriador del refrigerador.

El refrigerador tiene una capacidad de 14 pies<sup>3</sup>, está dividido en dos zonas que mantienen diferentes temperaturas. Una zona es de congelamiento y la otra de enfriamiento. Al congelador con capacidad de 4.0 pies<sup>3</sup> lo integran: una parrilla de alambón, dos charolas para hielos, cajón de usos múltiples y dos anaqueles en la contrapuerta. El enfriador tiene ( ver figura 3.1 ); control de temperaturas al frente; tres medias parrillas de alambón, una a todo lo ancho y una media parrilla de cristal templado, todas son intercambiables; tres cajones transparentes con tapa de cristal templado, uno de ellos para carne y dos más para legumbres; comportamientos multiusos transparentes; charola para mantequilla; organizador de alimentos y tres divisiones en la parte posterior de la puerta del enfriador.

El rediseño del refrigerador está enfocado a la modificación de la puerta del enfriador. La puerta está construida con dos materiales distintos, la parte exterior, es de lámina calibre 22, doblada en forma rectangular. La contra puerta es estireno termoformado con tres divisiones cuya función es la de soportar artículos. Entre la lámina y el material termoformado se usa como aislante cloruro de polivinilo.

En la actualidad, existen en el mercado mexicano tres modelos de refrigeradores con puerta de acceso tipo sandwichera, dos de ellos fabricados por la empresa General Electric y uno más fabricado por Samsung.

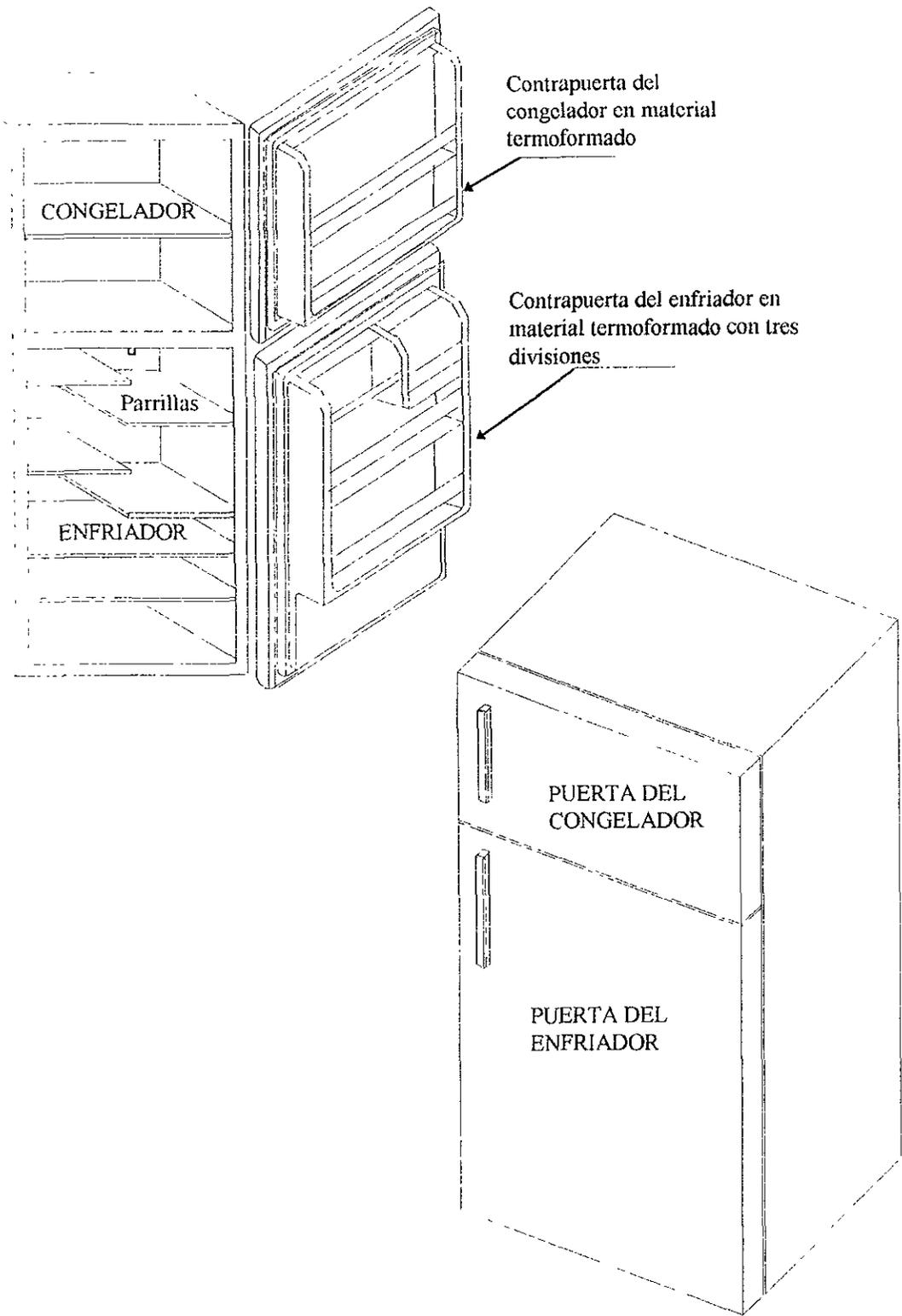


Figura 3.1 Refrigerador doméstico a rediseñar

### 3.2.2 Planteamiento del problema

Algunos fabricantes de refrigeradores domésticos en los EUA están incluyendo una puerta pequeña, colocada en la puerta del enfriador. La función de esta puerta es facilitar la preparación de refrigerios rápidos. Desde inicios de 1999, estos refrigeradores están siendo introducidos a nuestro país. Se trata de refrigeradores de lujo de gran capacidad de almacenamiento y refrigeración. Además, según los datos del fabricante, son muy eficientes en su consumo eléctrico. El problema que se presenta es el de tratar de llevar las características de un refrigerador de lujo a un refrigerador austero, teniendo como principal meta, la preparación rápida de refrigerios, creando así una nueva función para el refrigerador.

#### 3.2.2.1 Resultados de la investigación de las necesidades del cliente.

La encuesta se realizó en tres centros comerciales en los cuales se encuentran los refrigeradores con puerta sandwichera, los centros fueron: Mega Comercial Mexicano Rojo Gómez; Palacio de Hierro Centro y Viana Eje Central. El número de personas entrevistadas fue de 30. Los resultados fueron los siguientes.

Pregunta 1

*¿ Su refrigerador está equipado de tal manera que le permita preparar un refrigerio (sandwich) sobre el mismo refrigerador?*

Del total de las personas entrevistadas 26 no tienen refrigerador equipado con puerta tipo sandwichera, de las cuatro restantes, tres manifestaron tener el refrigerador marca General Electric, no saben que modelo, una no sabía que marca de refrigerador tiene pero incluye la puerta tipo sandwichera.

RESPUESTA 1	
SI	4
NO	26
NO SE	0

Tabla 3.1. Respuesta No 1.

En la pregunta auxiliar

*¿Prepara usted otra clase de refrigerios o comida rápidas? ¿Qué tipo?.*

20 de las 30 persona manifestaron que a demás de preparar sandwiches a diario, preparan comidas rápidas, principalmente alimentos congelados que posteriormente son preparados en hornos de micro ondas o normales. Las 10 restantes preparan y congelan sus alimentos para después calentarlos e ingerirlos.

Pregunta 2

*¿ Qué tan frecuente usted prepara refrigerios?*

28 de las 30 personas prepara sandwiches con mucha frecuencia, según ellos los preparan a diario, dos más sólo los fines de semana.

RESPUESTA 2		*S / C	**C / C
No preparo	2	2	0
Muy frecuente	28	24	4

\*S / C Sin cambios en el refrigerador. \*\*C / C con cambios en el refrigerador

Tabla 3.2. Respuesta No 2.

Pregunta 3

*¿Considera usted de utilidad que su refrigerador incluya una puerta sandwichera?*

A 16 de las personas entrevistadas no les es de utilidad la puerta sandwichera. Dentro de estas 16 se encuentran 4 personas que manifestaron tener el refrigerador con este tipo de puerta, la cual no les parece de utilidad, la razón es lo incomodo que resulta manipular algo sobre la puerta, Aunque a 1 de

ellas le es útil para colocar artículos, todos coinciden en que las barras y correderas que se encuentra en los extremos de la puerta son incómodas (después de un tiempo se atorán), y limitan el movimiento de las cosas que se colocan sobre al puerta. Las 14 personas a quienes les parece muy útil una puerta sandwichera, no tiene el refrigerador con tales características. Dentro las 16 personas a quienes no les parece útil, 8 proponer incorporar algo que les permita mantener en orden los artículos colocados dentro del refrigerador, las 8 restante no proponen soluciones.

*¿Le parece atractivo incluir una puerta sandwichera a su refrigerador?*

En esta pregunta para 18 personas es muy atractivo, dentro de estas 18 sólo 2 tiene el refrigerador con la puerta sandwichera. Para las 12 restantes no es atractivo, en este grupo 2 tienen refrigerador con la puerta sandwichera.

RESPUESTA 3			
	General	*S / C	**C / C
Utilidad			
No es útil	16	12	4
Muy útil	14	14	0
Apariencia			
No es atractivo	12	10	2
Muy atractivo	18	16	2

\*S / C Sin cambios en el refrigerador. \*\*C / C con cambios en el refrigerador.

Tabla 3.3. Respuesta No 3.

Pregunta 4

*¿Cuánto pagaría por una puerta sandwichera?*

En la respuesta 4, 8 personas pagarían la mínima cantidad y 17 nada por la puerta, el resto pagarían \$300.00, en este grupo de 5 personas, se encuentran 2 que tiene el refrigerador con la puerta incluida, a pesar de que no les útil y a 1 de estas dos le parece atractiva. Las cuatro personas con la puerta incluida en sus refrigeradores están dispuesto a pagar un costo extra por la puerta sandwichera.

PREGUNTA 4		*S / C	**C / C
\$ 200.00	8	7	1
\$ 300.00	5	3	2
\$ 500.00	0	0	0
NADA	17	16	1

\*S / C Sin cambios. \*\*C / C con cambios.

Tabla 3 4 Respuesta No 4.

### Análisis de resultados

	General	C / cambios	S / cambios
Frecuencia de uso:	"alta"	"alta"	"alta"
Utilidad:	"baja"	"baja"	"alta"
Apariencia	"alta"	"alta"	"baja"

La evaluación de hace de acuerdo a lo señalado en el capítulo 2 sección 2 2 1 inciso b ( estándares de evaluación ).

### Relación Frecuencia de uso / Utilidad

Con cambios	Sin cambios
<i>"alta" Frecuencia/ "baja" Utilidad</i>	<i>"alta" Frecuencia/ "alta" utilidad.</i>

Tabla 3.5. Relación Frecuencia de uso / Utilidad.

La relación *"alta" Frecuencia de uso y "baja" Utilidad.* en usuarios con cambio en su refrigerados. Indica que sí la función es mejorara tiene un gran potencial de utilidad y grandes posibilidades de ser incluida.

La relación *"alta" Frecuencia de uso y "alta" Utilidad.* en usuarios sin cambio en su refrigerados, indica que la función tiene grandes posibilidades de ser incluida. Pero como ya existe tiene que ser mejorada.

## Relación Utilidad / Apariencia

Con cambios	Sin cambios
<i>"alta" utilidad / "alta" apariencia</i>	<i>"baja" utilidad / "alta" apariencia.</i>

Tabla 3.5. Relación Utilidad / Apariencia.

Las relaciones indican lo siguiente:

En este caso, sólo las personas que disponen de los cambios en sus refrigeradores los aprecian. El problema que se presenta es incrementar el número de usuarios que puedan apreciar a la función. Los cambios tienen que estar enfocados a apreciar más la utilidad de la función.

Con respecto a los costos, el 43.4% de los usuario están dispuesto a pagar un costo extra razonable mientras que el 56.7% estaría dispuesto a aceptar los cambios sin costos extra alguno.

## Conclusiones

Las conclusiones a las que se llegaron son las siguientes:

- La función del producto, preparar sandwches, es muy útil y requerida por los clientes.
- Es necesario el rediseño de las puertas sandwicheras existente en el mercado, para dar solución a las demandas del usuario de refrigeradores.
- Al usuario le gustaría tener una puerta sandwichera incluida en su refrigerador sin tener que pagar un costo extra.
- De manera general, la función tiene que ser revisada y mejorada para incrementar su aceptación.

## **Requisitos del diseño**

### **Objetivo**

Diseñar, fabricar y adaptar una puerta sandwichera para un refrigerador de uso doméstico de tipo austero.

### **Alcance**

A través del análisis del valor se analizarán los modelos actuales de refrigeradores, determinándose los siguientes puntos:

- Establecer los requisitos generales, funciones y criterios del diseño.
- Realización de planos de conjunto y definición de las partes modificadas del refrigerador original.
- Elaboración de la lista y costo de materiales y partes comerciales.
- Lista de proveedores.
- Desarrollo de un reporte técnico

### **Generalidades**

El diseño de la puerta está pensado para ser usado en cualquier modelo de refrigerador que disponga del espacio suficiente para su adaptación.

### **Limitaciones**

El proyecto, sólo cubre la adaptación a un modelo de refrigerador doméstico con capacidad de 14 pies<sup>3</sup>. Para los demás modelos, los criterios de adaptación estarán en función del espacio disponible.

## Requerimientos

- El diseño usará el mismo concepto y configuración con la que cuentan los refrigeradores domésticos.
- El diseño se realizará para satisfacer los requerimientos de un refrigerador de uso doméstico, y en particular para un refrigerador doméstico con capacidad para 14 pies<sup>3</sup>.
- Las pérdidas de energía térmica, deberán ser mínimas al permanecer la puerta sandwichera abierta.
- Las dimensiones de la puerta deberán permitir un rápido acceso y cómodo manejo de los artículos.
- La adaptación de la puerta sandwichera, deberá ser adecuada para permitir una cómoda manipulación de los artículos, además, no deberá interferir con las demás funciones del refrigerador.
- En el diseño se deberá considerar la modificación o adaptación del anaquel.
- El espacio modificado o adaptado en el anaquel, deberá tener capacidad de almacenar los artículos necesarios para la preparación de un refrigerio y algunos otros de uso común por el usuario.
- El diseño mantendrá, en medida de lo posible, la imagen estética del refrigerador.
- En el diseño se considerará la limpieza y mantenimiento de la puerta.
- El diseño deberá considerarse para bajos volúmenes de producción.
- Las partes integrantes deberán ser comerciales o económicas de producir en lotes pequeños en el país
- Deberán presentarse al menos dos alternativas de diseño.
- Los usuarios para los cuales está pensado este diseño, son principalmente amas de casa, con una altura promedio de 1.65 m..
- La puerta podrá ser usada a cualquier hora del día.

- El costo de la puerta sandwichera no deberá exceder al costo de la puerta del congelador austera.

## **Especificaciones**

- Estando la puerta sandwichera cerrada, las pérdidas de energía térmica deberán ser las mismas que en las puertas no modificadas, para esto se deberán implementar mecanismos adecuados de sellado.
- Deberá existir algún dispositivo o mecanismo que permita, por un lado, en medida de lo posible, la mínima pérdida de energía térmica al permanecer la puerta tipo sandwichera abierta, y por otro lado, deberá permitir el enfriamiento y conservación de los artículos.
- Las dimensiones de la puerta estarán restringidas por el volumen requerido para almacenar los productos en el anaquel.
- Las modificaciones en el anaquel sólo serán las necesarias para satisfacer el volumen de almacenamiento deseado.
- Los materiales usados deberán de estar disponibles en los establecimientos comerciales especializados.
- Acceso a los lugares críticos de limpieza.
- Vida útil de la puerta de acceso rápido deberá ser la misma del refrigerador.

### 3.2.4 Descripción de las puertas tipo sandwichera existentes en el mercado

Durante un recorrido por los principales centros comerciales, se detectó la existencia de tres tipos de puertas de acceso tipo sandwichera. Dos tipos están presentes en los refrigeradores General Electric y uno más en un modelo de Samsung.

Las puertas emplean los siguientes sistemas

*Mecanismo de soporte 1 (figura 3.2a).* El mecanismo de soporte, permite el movimiento de la puerta sandwichera, además, de mantenerla en posición horizontal, y de ser un apoyo para soportar el peso de algunos artículos que se coloquen sobre la puerta. Dicho mecanismo, está constituido por dos bisagras y dos barras articuladas, un extremo de las barras está acoplado a la puerta. Este extremo tiene movimiento limitado por un tope. El otro extremo está unido a la puerta del enfriador del refrigerador. El mecanismo de soporte uno, es el mismo en uno de los modelos de General Electric y en el de Samsung.

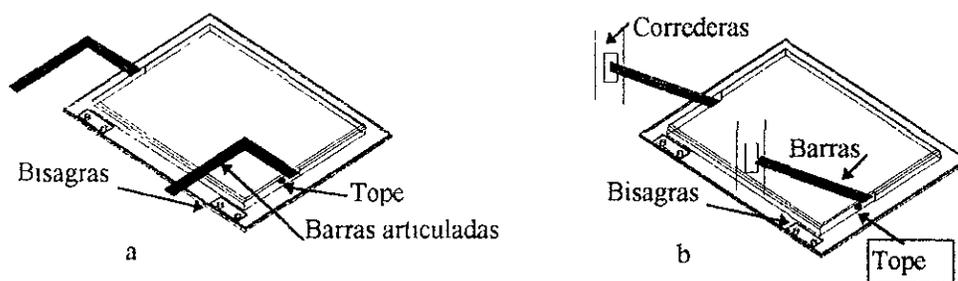


Figura 3.2 a) Mecanismo usado por General Electric y Samsung  
b) Mecanismo usado por General Electric.

*Mecanismo de soporte 2 (figura 3.2b).* Tiene la misma función que el mecanismo de soporte uno. Está constituido por dos bisagras y dos barras con corredera. Un extremo de la barra está unida a la puerta sandwichera, limitando

su movimiento por un tope, el otro extremo de la barra se une a la puerta del enfriador donde existe una corredera que permite el desplazamiento de la barra verticalmente.

*Mecanismo de cierre.* Este mecanismo es el mismo en uno de los modelos de General Electric, y el de Samsung. Tiene forma de " V " invertida que se atora en la parte superior de la puerta, y es accionado por una palanca, que al ser levantada mueve el seguro hacia un extremo liberando la puerta. Su configuración se muestra en la figura 3.3a . El otro mecanismo de General Electric se muestra en la figura 3.3b. Tiene la misma forma que el antes descrito, pero el seguro está colocado en la puerta del enfriador, la palanca está colocada en la puerta sandwichera, al levantar la palanca se bota al seguro y libera la puerta. La función que realiza es la de mantener cerrada a la puerta cuando no esté en uso.

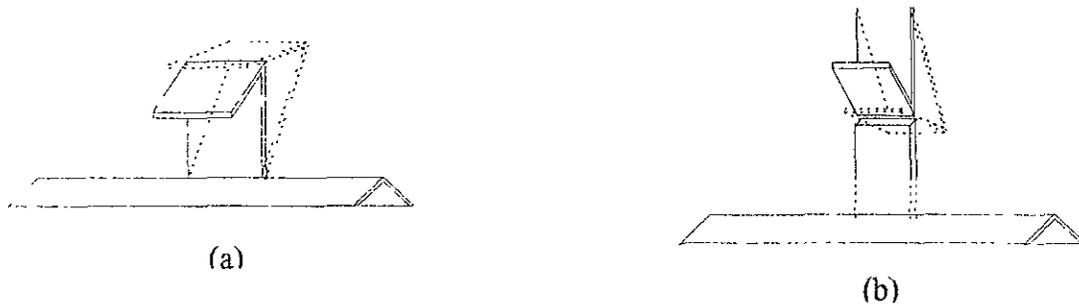


Figura 3.3 a) Mecanismos de cierre usados por General Electric y Samsung  
b) Mecanismos de cierre usados por General Electric.

*Mecanismo de aislamiento.* Este mecanismo, al permanecer la puerta sandwichera abierta, evita la transferencia de temperatura entre el enfriador y el medio ambiente. Es igual en los dos modelos de General Electric, aparenta ser una caja la cual es fijada a la contra puerta del enfriador. La caja no tiene movimiento, pero sí tiene una pequeña puerta que permite el acceso al interior del refrigerador. En los extremos tiene dos ventanillas que permiten la entrada de aire frío necesario para conservar los artículo que se colocan al interior de la caja.

Está construida con policarbonato. El mecanismo se ilustra en la figura 3.4.

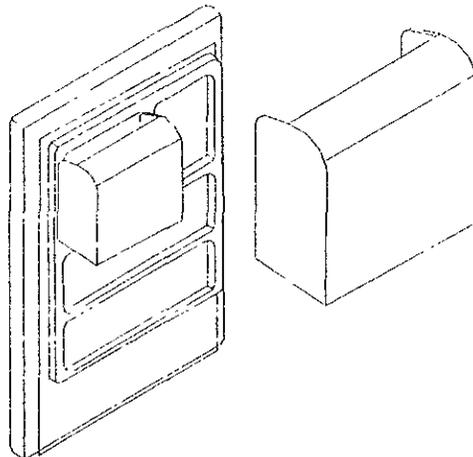


Figura 3.4. Mecanismo para reducir la transferencia térmica de General Electric colocado en la parte interna de la puerta del enfriador.

El modelo de Samsung es similar, sólo que tiene los bordes redondeados. Tiene movimiento por medio de dos pivotes y no tiene ventanillas, en cambio, la parte superior, tiene una sección descubierta que permitir la entrada de aire frío. El mecanismo se muestra en la figura 3.5

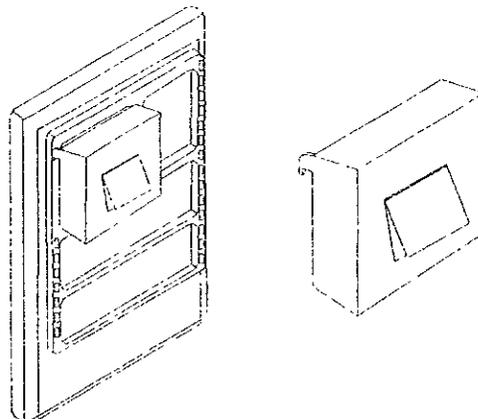


Figura 3.5. Mecanismo para reducir la transferencia térmica de Samsung colocado en la parte interna de la puerta del enfriador.

Sellado de la puerta. Las tres puertas tienen el mismo sello, es un sello de hule con un perfil rectangular, está colocado en un marco. La función del marco

es la de cubrir al espacio que queda entre la puerta principal y el anaquel del refrigerador, además, alojar a la puerta. El marco está construido en plástico termo formado y se muestra en la figura 3.6.

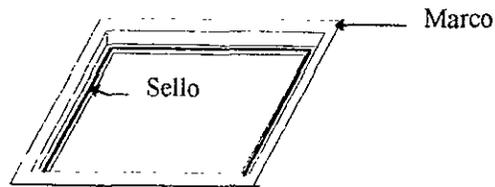


Figura 3.6 Sello

Las puertas tipo sandwichera comerciales, tienen vistas frontal, y lateral izquierda, en el sistema de proyección europeo, que se muestran en las figuras 3.7 a, b y c.

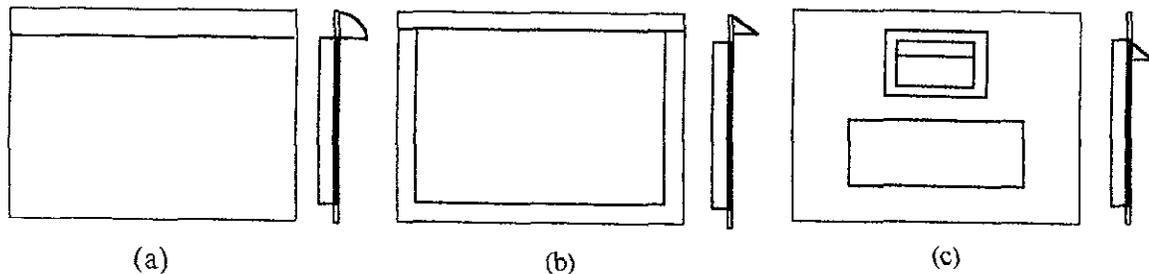


Figura 3.7 a) General Electric 1 b) General Electric 2 c) Samsung

### 3.2.4 Número de partes que integran a las puertas.

Las partes que integran a las puertas se describen a continuación.

Puerta General Electric 1. Está constituida por cuatro partes de material plástico (estireno termoformado), dos bisagras, dos correderas y un cierre. Como se muestra en la figura 3.8.

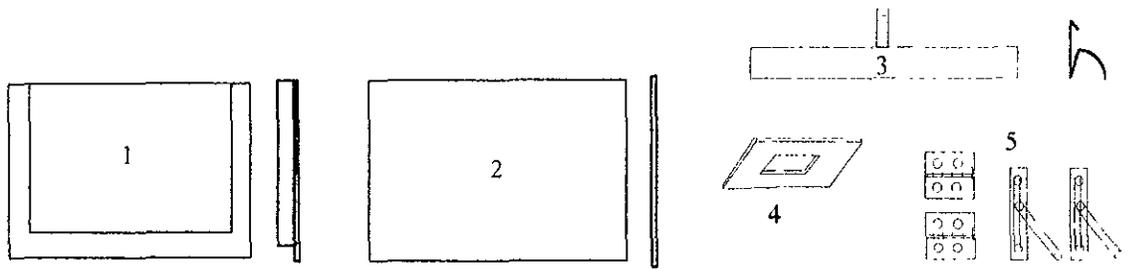


Figura 3.8 Puerta General Electric 1 1) Interior 2) Exterior 3) Palanca 4) Cierre  
5) Bisagras y correderas

Puerta General Electric 2. Está constituida por cinco partes plásticas, cuatro de estireno termoformado y una incrustación de acrílico que aparenta ser un cristal, además, cuatro bisagras, dos correderas y un cierre. Como se ilustra en la figura 3 9

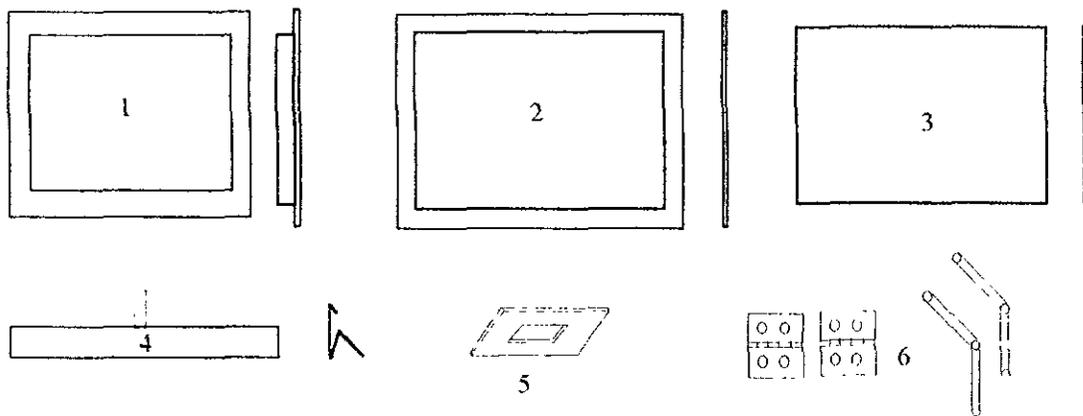


Figura 3.9 Puerta General Electric 1 1) Interior 2) Exterior 3) Incrustación 4) Palanca  
5) Cierre 6) Bisagras

La puerta Samsung está integrada por cinco partes plásticas de estireno termoformado, y al igual que General Electric, incluye una incrustación de acrílico pero de menor dimensión, además de dos bisagras, dos barras articuladas y un cierre. La puerta de ilustra en la figura 3.10.

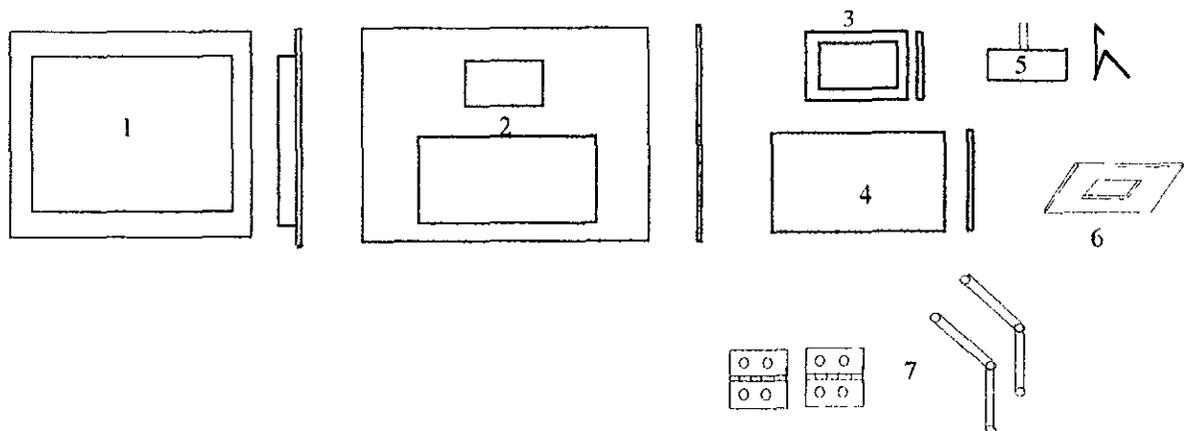


Figura 3.10 Puerta Samsung 1) Interior 2) Exterior 3) Marco 4) Incrustación 5) Palanca 6) Cierre 7) Bisagras

Con la descripción anterior, podemos notar que las puertas son prácticamente iguales, constituidas por los mismos elementos, la diferencia principal está en las barras articuladas y en las correderas. Los refrigeradores en los cuales están siendo empleadas tienen la misma configuración. Se trata de un refrigerador de lujo y de mayor capacidad, con un costo en el mercado nacional de aproximadamente de \$ 25,000. Es importante destacar que este precio es muy superior al del refrigerador que se pretende rediseñar. La configuración de la puerta sandwichera se ilustra en la figura 3.11 y la del refrigerador de lujo se muestra en la figura 3.12.

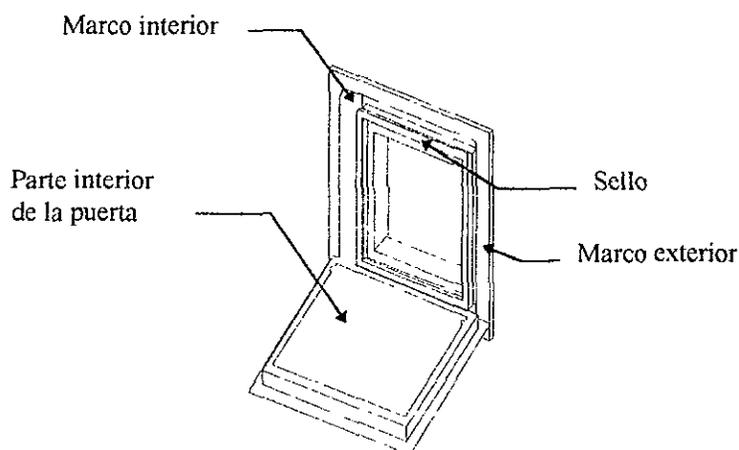


Figura 3.11 Puerta de tipo sandwichera

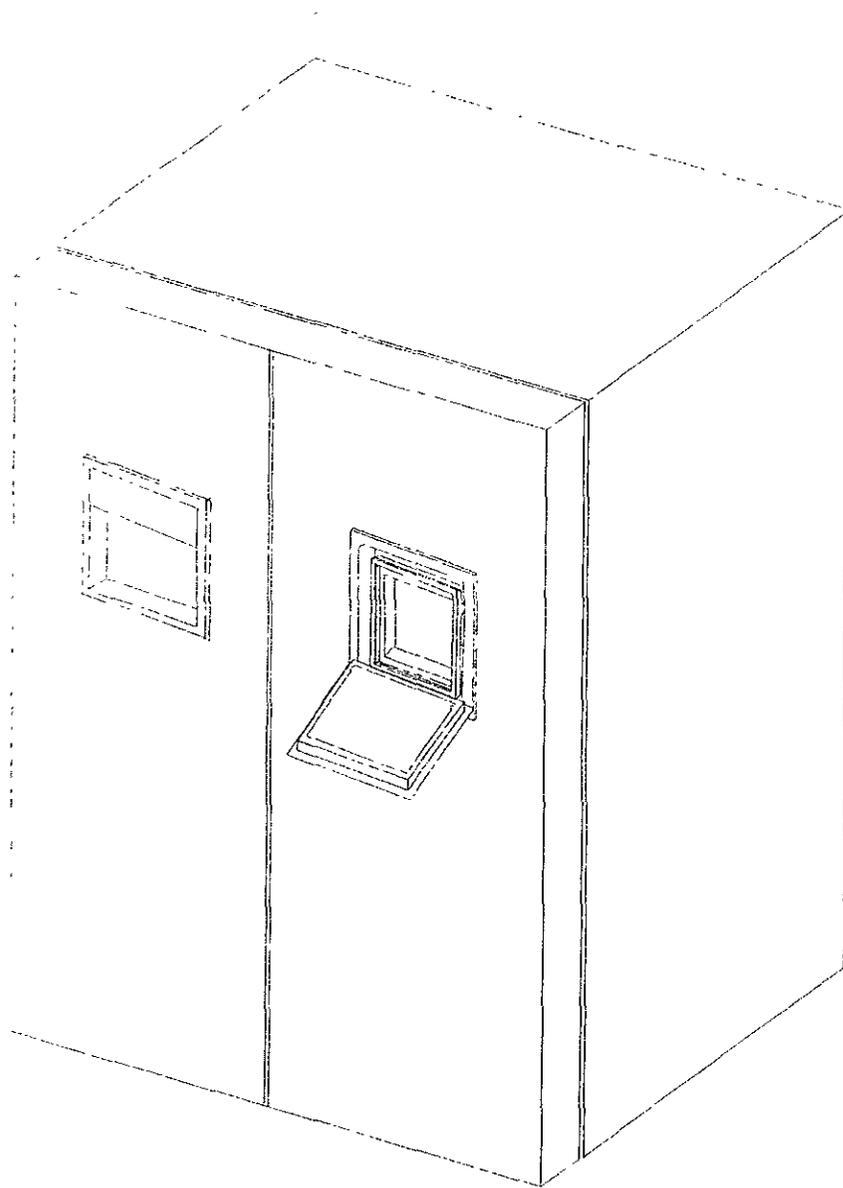


Figura 3.12. Refrigerador de lujo con puerta tipo sandwichera

### 3.2.5 Costos de las puertas tipo sandwichera

Los costos de las partes, fueron determinados considerando:

- Los costos de los materiales de fabricación existentes en el mercado nacional a precio de menudeo.
- Las partes son estándares a precios de menudeo.
- No se está considerando el material sobrante o de desperdicio.
- En la mano de obra se consideró el salario en el Distrito Federal, para personal especializado, el cual fue cotizado en \$ 34.00 hora.
- Los tiempos de manufactura, ensamble y salario, fueron proporcionados por una empresa dedicada a la manufactura de plásticos.

El costo del material se calculó determinando, de acuerdo a sus dimensiones, la cantidad de material necesario para su fabricación. Se está calculando con base al costo de la placa de estireno calibre 120 de 90 x 160 cm que tiene un costo de \$ 100.00. Por ejemplo, la parte interna del refrigerador General Electric 1 tiene las dimensiones de 29 x 40, para su fabricación se requiere de 1600 cm<sup>2</sup> el cual tendría un costo de \$8.05, se considera una hora de trabajo para su manufactura y 10 minutos para ensamble. Cuando una parte no esté presente, se asignará el costo de \$ 0.00.

Parte interna de la puerta, construida con estireno termoformado. Ver figuras 3.5 (1), 3.6 (1) y 3.7 (1)

<i>Modelo</i>	<i>Costo de la parte interna</i>		
	<i>Material</i>	<i>Manufactura y Ensamble</i>	<i>Total</i>
General Electric 1	8.0	40.00	48.00
General Electric 2	9.0	40.00	49.00
Samsung	11.0	40.00	51.00

Tabla 3.7. Costo de la parte interna.

Parte frontal de la puerta. Construida con estireno termoformado. Mostrada en las figuras 3.5 (2), 3.6 (2) y 3.7 (2)

<i>Costo de la parte externa</i>			
<i>Modelo</i>	<i>Material</i>	<i>Manufactura y Ensamble</i>	<i>Total</i>
General Electric 1	7.20	40.00	47.20
General Electric 2	2.00	40.00	42.20
Samsung	9.00	40.00	49.00

Tabla 3.8. Costo de la parte externa.

Incrustación. Construida en acrílico. Mostrada en las figuras 3.6 (3) y 3.7 (4)

<i>Costo de la incrustación</i>			
<i>Modelo</i>	<i>Material</i>	<i>Manufactura y Ensamble</i>	<i>Total</i>
General Electric 1	00.00	00.00	0.0
General Electric 2	11.00	10.00	21.00
Samsung	2.00	5.00	7.0

Tabla 3.9. Costo de la incrustación.

Palanca Construida en estireno, mostrada en las figuras 3.5 (3), 3.6 (4) y 3.7 (5).

<i>Costo de la palanca</i>			
<i>Modelo</i>	<i>Material</i>	<i>Manufactura y Ensamble</i>	<i>Total</i>
General Electric 1	3.60	15.00	18.60
General Electric 2	2.10	15.00	17.10
Samsung	0.40	7.00	7.40

Tabla 3.10. Costo de la palanca.

Cierre. Se muestra en la figuras 3.3 a y b

<i>Costo del cierre</i>			
<i>Modelo</i>	<i>Material</i>	<i>Manufactura y Ensamble</i>	<i>Total</i>
General Electric 1	25.00	7.00	32.00
General Electric 2	15.00	7.00	22.00
Samsung	15.00	7.00	22.00

Tabla 3.11. Costo del cierre de la puerta.

Bisagras y corredera. Partes comerciales, mostradas en la figuras 3.5 (5) y 3.6 (6)

<i>Costo de las bisagras y correderas</i>			
<i>Modelo</i>	<i>Material</i>	<i>Manufactura y Ensamble</i>	<i>Total</i>
General Electric 1	40.00	7.00	47.00
General Electric 2	30.00	7.00	37.00
Samsung	30.00	7.00	37.00

Tabla 3.12. Costo de las bisagras y correderas.

Marco interior. Construido en estireno termoformado mostrado en la figura3.13



Figura 3.13 Marco interior usado por: a) General Electric 1 y 2 b) Samsung

<i>Costo del marco interior</i>			
<i>Modelo</i>	<i>Material</i>	<i>Manufactura y Ensamble</i>	<i>Total</i>
General Electric 1	6.00	27.00	33.00
General Electric 2	6.00	27.00	33.00
Samsung	6.70	27.00	33.70

Tabla 3.13. Costo del marco interior.

Marco exterior. Construido en estireno termoformado se muestra en la figura 3.14



Figura 3.14 Marco exterior a) General Electric 1 y 2 b) Samsung

<i>Costo del marco exterior</i>			
<i>Modelo</i>	<i>Material</i>	<i>Manufactura y Ensamble</i>	<i>Total</i>
General Electric 1	3.00	27.00	30.00
General Electric 2	3.00	27.00	30.00
Samsung	3.20	27.00	30.20

Tabla 3.14. Costo del marco exterior.

Sello. Parte comercial, se muestra en la figura 3.15

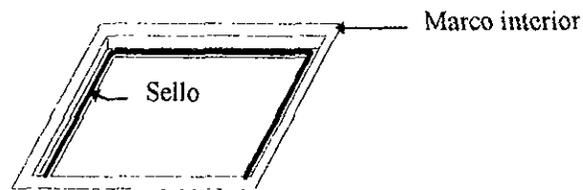


Figura 3.15 Sello

<i>Costo del sello</i>			
<i>Modelo</i>	<i>Material</i>	<i>Manufactura y Ensamble</i>	<i>Total</i>
General Electric 1	9.0	5.0	14.00
General Electric 2	9.0	5.0	14.00
Samsung	9.50	5.0	14.50

Tabla 3.15. Costo del sello.

Sello interior. Es un sello de silicón, sólo usado por Samsung.

<i>Costo del sello de silicón</i>			
<i>Modelo</i>	<i>Material</i>	<i>Manufactura y Ensamble</i>	<i>Total</i>
General Electric 1	00.00	00.00	00.00
General Electric 2	00.00	00.00	00.00
Samsung	0.50	5.00	5.00

Tabla 3.16. Costo del sello de silicon.

## Costos totales.

La tabla 3.11 incluye los costos totales de cada una de las partes de acuerdo a las tablas 3.1 a 3.10.

Los costos son en pesos y por parte.

<i>Parte</i>	<i>General Electric 1</i>	<i>General Electric 2</i>	<i>Samsung</i>
Parte interna	48.00	49.00	51.00
Parte externa	47.20	42.00	49.00
Incrustación	00.00	21.00	7.00
Palanca	18.60	17.10	7.40
Cierre	32.00	22.00	22.00
Bisagras y correderas	47.00	37.00	37.00
Marco interior	33.0	33.0	33.70
Marco exterior	30.00	30.00	30.20
Sello	14.00	14.0	14.50
Sello de silicon	00.00	00.00	5.50
<b>Total</b>	<b>269.80</b>	<b>265.00</b>	<b>257.30</b>

Tabla 3.17. Costo totales de las puertas. ( los costos son en pesos y por parte )

### 3.3 Etapa 2. Análisis

#### 3.3.1 Formulación de funciones

Con base en los requerimientos de diseño establecidos en la sección 3.2.1.2, se formulan las funciones siguiendo la metodología descrita en la sección 2.1.2.1. Las funciones se muestran en la tabla 3.18.

Parte	Función
Puerta	• Rápida preparación ( de refrigerios )
	• Permitir acceso al interior del refrigerado
Parte Interna	• Generar área de trabajo
Parte Externa	• Reforzar área de trabajo
	• Conservar estética
Incrustación	• Conservar estética
Palanca	• Desactivar mecanismo de cierre
	• Proporcionar agarre
Bisagra	• Permitir movimiento
	• Mantener unidas las puertas
	• Soportar peso
Barras	• Reforzar soporte ( de peso )
Marco interior	• Unir y sellar partes de la puerta (del enfriador)
Marco exterior	• Conservar estética
Mampara	• Reducir pérdidas térmicas
Sello	• Reducir pérdidas térmicas
Sello silicon	• Conservar estética

Tabla 3.18 Funciones realizadas por la puerta tipo sandwichera

Con estas funciones se crea el diagrama de funciones, es decir, se define cómo se puede lograr la función básica. El diagrama se muestra en la figura 3.16

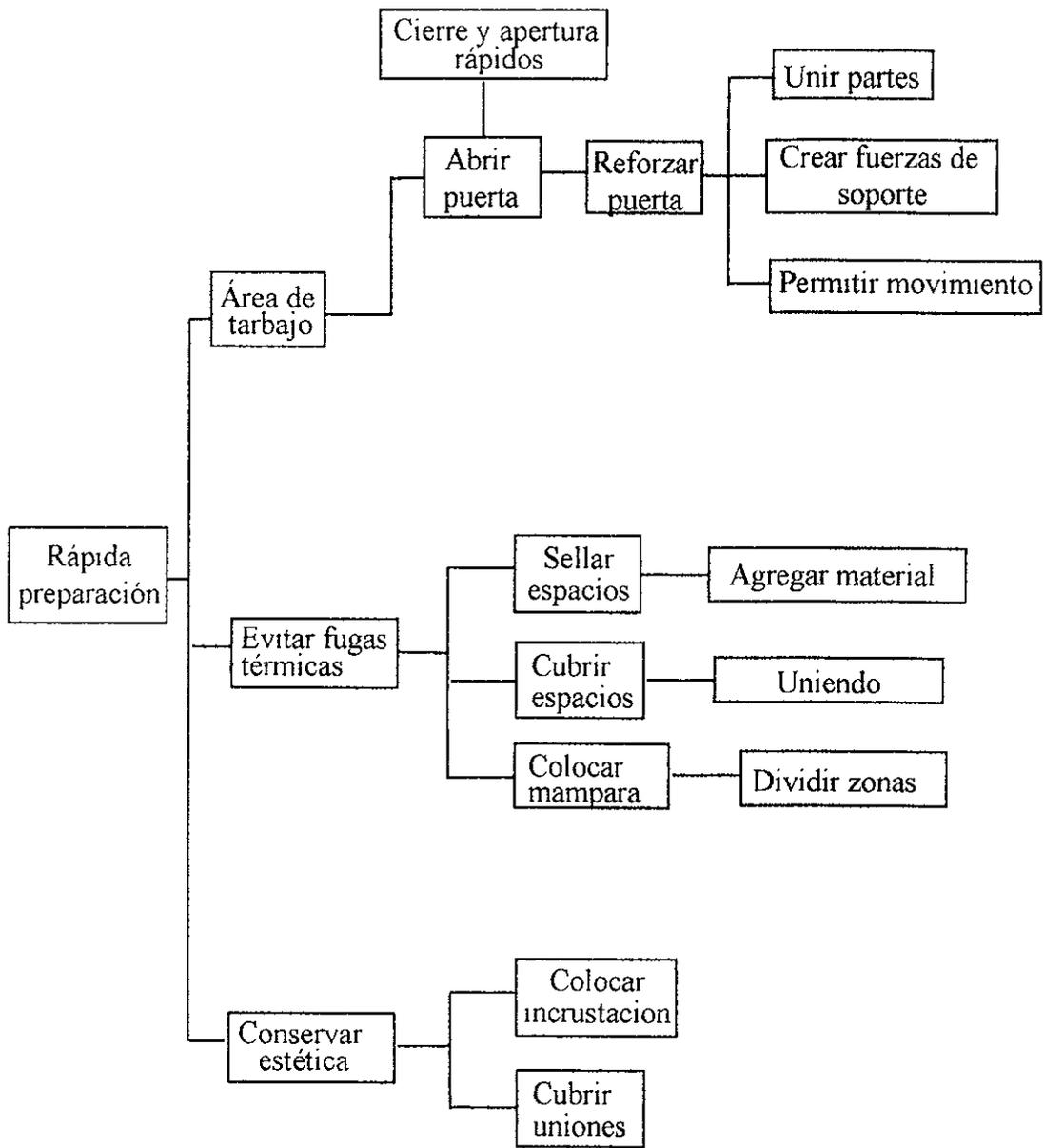


Figura 3.16 Diagrama de funciones FAST.

### 3.3.2 Determinación del costos de las funciones.

En el punto 3.2.se muestran los costos de las partes de las puertas. Los costos de las funciones principales se muestran en las tablas 3.19 , 3.20 y 3.21.

<i>Función: Área de trabajo</i>	
<i>Parte</i>	<i>Costo \$</i>
Parte interior	51.00
Parte exterior	49.00
Cierre	32.00
Palanca	18.60
Bisagras	20.00
Barras	27.00
TOTAL \$ 197.60	

Tabla 3.19 Costos de la función crear área de trabajo

<i>Función: Evitar fugas térmicas</i>	
<i>Parte</i>	<i>Costo \$</i>
Sello de hule	15.00
Marco interior	33.00
Mampara	20.00
TOTAL \$ 98.00	

Tabla 3.20 Costos de la función evitar fugar térmicas

<b><i>Función: Conservar estética</i></b>	
<b><i>Parte</i></b>	<b><i>Costo</i></b>
Incrustación	21.00
Marco exterior	30.00
Sello de silicon	5.50
TOTAL: 56.50	

Tabla 3.21 Costos de la función conservar estética

Los costos totales de las funciones se muestran en la figura 3.17. Los costos corresponden a las funciones principales, y están determinados por la suma de la partes que se emplean para realizar tal función, como se muestra en las tablas 3.19, 3.20 y 3.21.

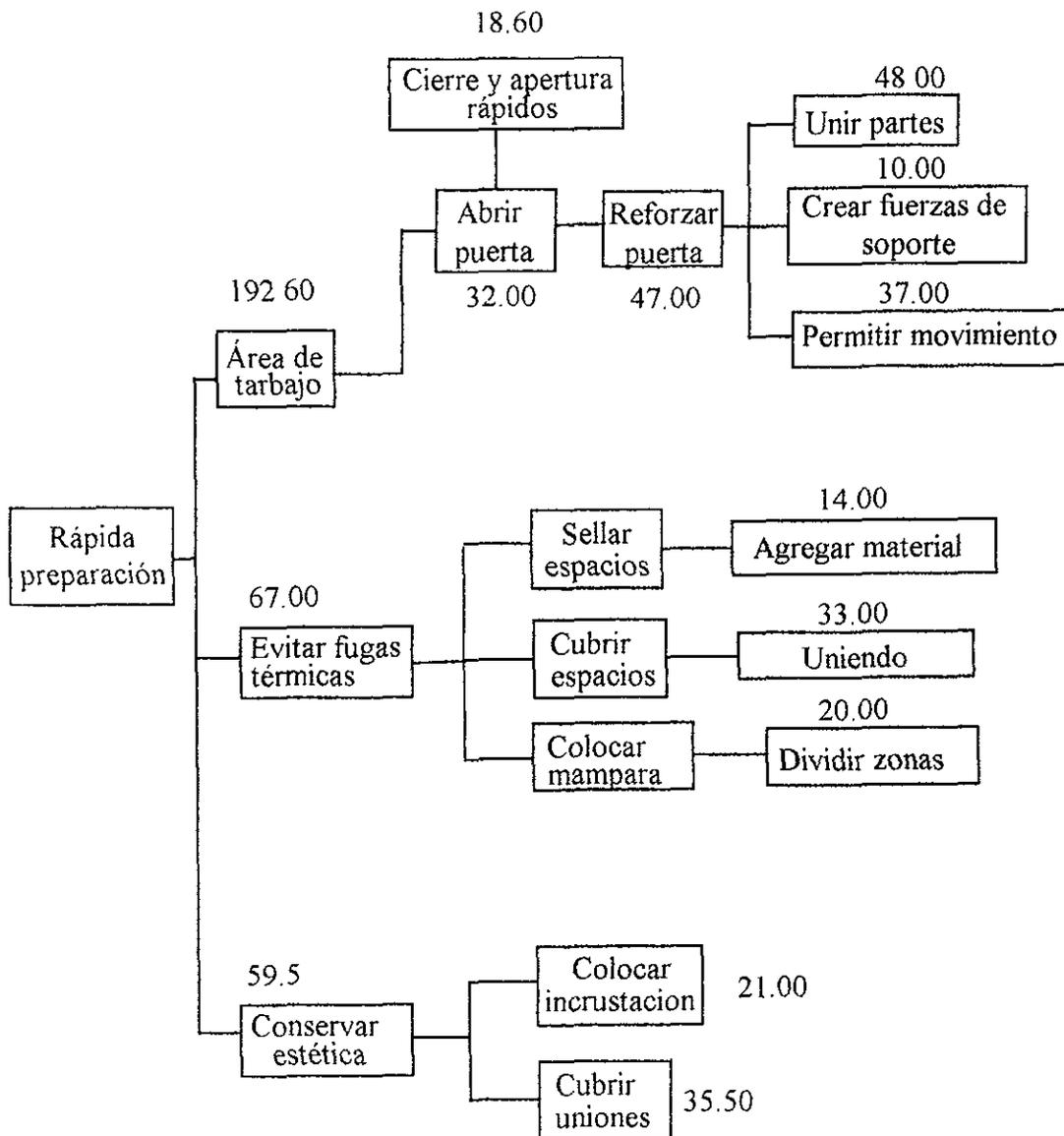


Figura 3.17 Costo de las funciones

Se observa que realizar la función Rápida Preparación cuesta \$ 319.10.

Lo siguiente es investigar en qué funciones, se pueden reducir costos. Para esto, se consideran todas las funciones, enfocando la atención en aquellas que se repiten o son realizadas por dos partes y las de mayor costo.

La función que más se repite es, *conservar la estética*. Se repite en tres ocasiones y existen tres partes involucradas en su ejecución, estas son; incrustación, marco exterior y sello de silicón. En los requisitos descritos en la sección 3.2.12 se indica la necesidad de conservar la estética, más no incrementar la estética del refrigerador. Estas tres piezas pueden ser eliminadas o reemplazadas. La estética se conservará con un diseño adecuada de la parte exterior de la puerta sandwichera. La función realizada por el marco exterior, puede ser remplazada por la del marco interior, con un diseño modificado, que le permita realizar las dos funciones. El sello de silicón se puede eliminar sin dificultad alguna. Este sello cubre la unión entre el anaquel del enfriador y el marco de la puerta sandwichera, los dos modelos de General Electric no lo usan .

Otra parte en la que se pueden reducir los costos es en el mecanismo de cierre. Las puertas tipo sandwichera comerciales, están usando un mecanismo diseñado especialmente, que puede ser reemplazado por un cierre de tipo comercial.

Si en el cierre es posible reducir los costos, en la palanca también lo es. Esto se haría usando un agarradera comercial.

Hasta aquí, se han eliminado dos piezas y pueden modificarse dos más para reducir los costos. Una aproximación de la reducción del costo, con base en las consideraciones anteriores, es de \$ 75.10. Éste costo es determinado sumando las partes involucradas en la función de conservar la estética. El ahorro implica un 23.5% con respecto del costo total de la puerta que fue de \$319.50.

Teniendo ya conocimiento de los costos y las funciones, se convoca a una tormenta de ideas esto con el fin de recolectar más ideas y usarlas en el rediseño de la puerta.

### **3.4 Etapa 3. Creatividad**

La intención es poner a trabajar al equipo en la generación de ideas y conceptos de diseño.

#### **3.4.1 Tormenta de ideas**

El objetivo es generar algunos conceptos de diseño sobre la incorporación de una puerta que permita un acceso rápido al interior de un refrigerador doméstico con capacidad de 14 pies<sup>3</sup>.

El planteamiento del problema, así como los requerimientos y especificaciones de diseño que se deben satisfacer, fueron descritos en el punto 3.2.2. Las funciones que describen el funcionamiento de la puerta se indicaron en la sección 3.3.1.

La tormenta de ideas estuvo dividida de la siguiente manera.

5 minutos para introducción.

5 minutos para aclarar dudas.

10 a 15 minutos para generar ideas

15 a 20 minutos para discutir las propuestas.

### 3.4.2 Ideas generadas de la tormenta de ideas.

El equipo que participó estuvo integrado por cinco personas con experiencia en diferentes áreas, los cuales efectuaron nueve propuestas de diseño, cubriendo; tipos de puerta, posición de las puertas y áreas de trabajo. Las propuestas de la tormenta de ideas se muestran en el anexo **A-1**. A continuación se presenta una síntesis de las ideas presentadas en la tormenta de ideas.

#### Posición de la puerta

- Parte superior del refrigerador al centro
- Parte superior del enfriador en el extremo derecho
- Entre el enfriador y el congelador
- Que abran hacia afuera

#### Tipos de puertas.

- Con mecanismos de cuatro barras
- En forma de " L "
- De cajón
- Abatible
- Giratoria
- De diafragma
- Con anaquel en la puerta
- Con bastos de soporte
- Charola abatible

#### Área de trabajo

- Charola deslizante
- Charola fija
- La misma puerta

## **Conclusión de la tormenta de ideas**

Al analizar las propuestas se observa, que existe una buena cantidad de alternativas para generar puertas tipo sandwichera, pero no todas las alternativas pueden satisfacer a los criterios de diseño. Algunas de estas ideas interfieren con alguna otra función realizada por el refrigerador.

Al analizar las propuestas, se concluye, que la mejor posición para la puerta tipo sandwichera es, en el extremo derecho superior de la puerta del enfriador, en esta posición, el funcionamiento de la puerta tipo sandwichera, no interfiere con las funciones de la puerta del enfriador. Así pues, debe abrir hacia afuera y hacia abajo generando así su propia área de trabajo, además, se deben implementar mecanismos para aislar la transferencia térmica al estar la puerta sandwichera abierta.

### 3.5 Etapa 4 Síntesis

Con base en los datos recolectados en la tormenta de ideas, las funciones y los costos de las funciones, se llega a los siguientes resultados.

La tormenta de ideas confirma, que la mejor posición para una puerta tipo sandwichera, es la que está colocada en el lado superior derecho de la puerta del enfriador. Esta posición no interfiere con las funciones restantes del refrigerador, la puerta debe abrir hacia afuera y hacia abajo, además, de generar su propia área de trabajo.

La sistematización de funciones indica cómo se pueden generar puertas con estas características.

El área de trabajo y la puerta pueden estar constituidas por dos partes, una parte interna fabricada en estireno termoformado, la cual será el área de trabajo y permitirá la colocación de los mecanismos de cierre y movimiento. Otra parte externa del mismo material, reforzará a la parte interna en sus funciones de carga, cubrirá el espacio dejado en la colocación de los mecanismos de cierre y movimiento, además, estará encargada de mantener la estética del refrigerador. Se ilustra en la figuras 3.18a y 3.18b

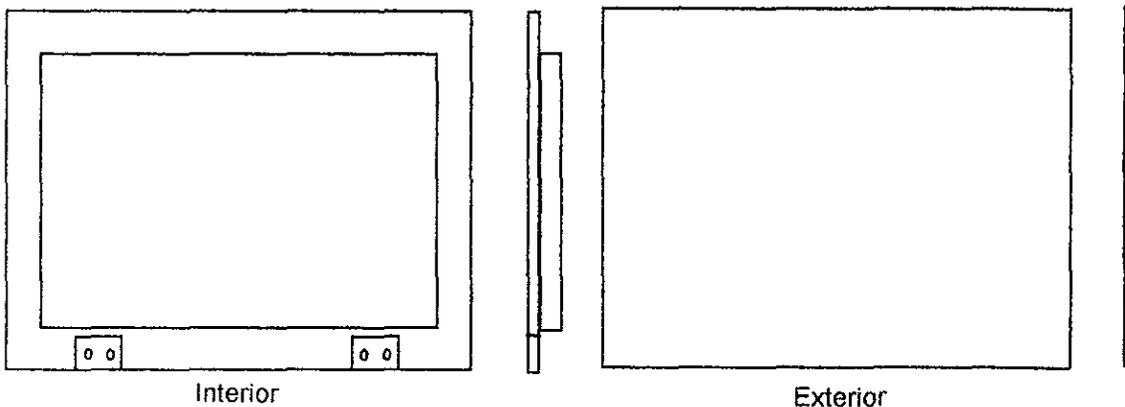


Figura 3.18a Propuesta de puerta 1. ( Proyecciones ortogonales en el sistema Europeo )

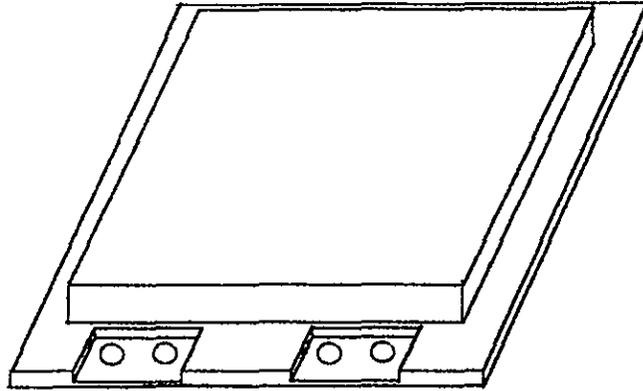


Figura 3.18b Propuesta de puerta 1.

Se propone un mecanismo de cierre por presión, comercial, que pueda ser operado por la simple acción de jalar o empujar. Se ilustra en la figura 3.19

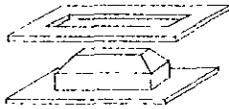


Figura 3.19 Mecanismo de cierre de la propuesta 1.

Mecanismo de movimiento. Será un sólo mecanismo, dejando únicamente a un par de bisagras comerciales, el trabajo de soportar todo el peso, por la tanto, tienen que ser lo suficientemente rígidas, para que además de permitir el movimiento de la puerta, sean capaces de soportar las fuerza de trabajo y evitarle daños en casos de uso excesivos. Se muestran en la figura 3.20.

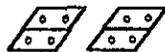


Figura 3.20 Mecanismo de movimiento de la propuesta 1.

El mecanismo para evitar pérdidas térmicas, es una puerta de policarbonato con un resorte para restablecer su posición. Se muestra en la figura 3.21.

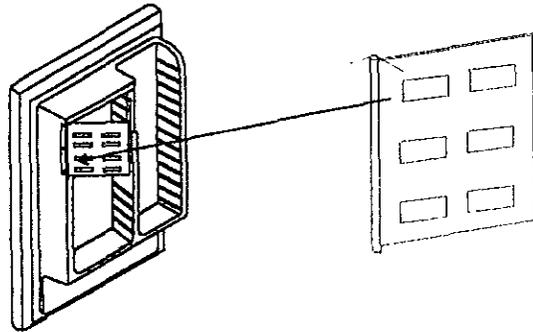


Figura 3.21 Mecanismo para evita pérdidas térmicas de la propuesta 1.

La estética se mantendrá buscando material y colores adecuados o semejantes a la puerta del enfriador. En el punto 2.2.1 evaluación de las necesidades del cliente, se determina que la puerta es agradable sin incrustaciones u otro tipo de adorno. Los costos de las partes de la propuesta de puerta 1 se ilustran en la tabla 3.22.

<i><b>Puerta No 1</b></i>	
<i><b>Parte</b></i>	<i><b>Costo</b></i>
Parte interna	\$ 50.00
Parte externa	\$ 46.00
Cierre	\$ 15.00
Bisagras	\$ 25.00
Mampara	\$ 30.00
Sello	\$ 15.00
Marco	\$ 35.00
<i><b>Total</b></i>	<i><b>\$ 216.00</b></i>

Tabla 3.22. Costos de la propuesta de puerta 1

Una segunda opción es generar una puerta de una sola pieza, la cual deberá tener el espesor suficiente para soportar las cargas de trabajo, la forma adecuada para generar una área de trabajo, permitir la instalación de los mecanismos de movimiento y cierre. Además, de mantener la estética. Se muestra en la figura 3.22.

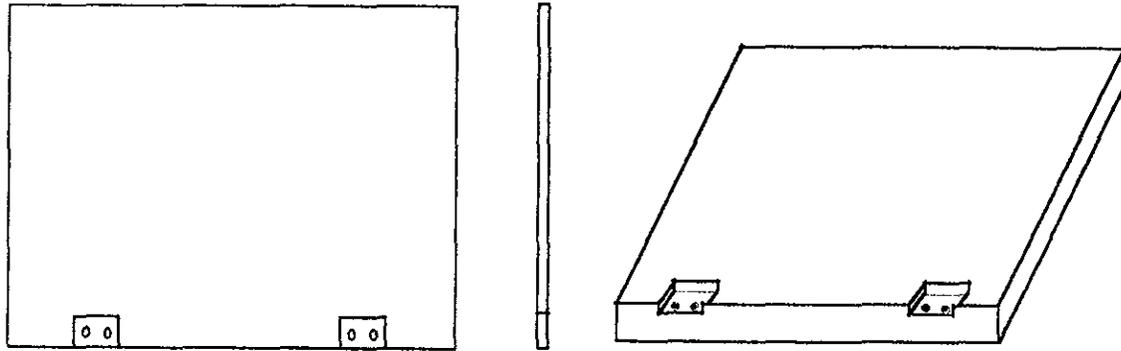


Figura 3.22 Puerta de la propuesta 2.

El mecanismo de cierre puede ser igual a la anterior, es decir, de presión. Ver figura 3.23



Figura 3.23 Mecanismo de cierre de la propuesta 2.

El mecanismo de movimiento puede ser, dependiendo del espesor y características de la puerta, un par de bisagras o si es necesario colocar dos bisagras laterales que refuercen a la puerta. Se ilustra en la figura 3.24.

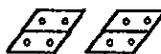


Figura 3.24 Mecanismo de movimiento de la propuesta 2.

El mecanismo para aislar y evitar pérdidas térmicas cuando la puerta esté abierta, es el mismo que el de la puerta anterior.

Los costos de las partes de la propuesta de puerta 2 se presentan en la tabla 3.23.

<i><b>Puerta No 2</b></i>	
<i><b>Parte</b></i>	<i><b>Costo</b></i>
Puerta	\$ 60.00
Cierre	\$ 15.00
Bisagras	\$ 58.00
Aislante	\$ 30.00
Sello	\$ 15.00
Marco	\$ 35.00
<i><b>Total</b></i>	<i><b>\$ 213.00</b></i>

Tabla 3.23. Costos de la propuesta de puerta 2

A diferencia de la propuesta de puerta 1, la puerta 2, está construida de una sola parte, es decir, no está dividida en parte interna y externa.

Una alternativa más es una puerta que abra lateralmente y una charola retráctil. En este caso la puerta no necesita refuerzo ni bisagras especiales, por lo tanto puede fabricarse con los mismos materiales y el mismo concepto de diseño que el de la puerta del enfriador. Se muestra en la figura 3.25.

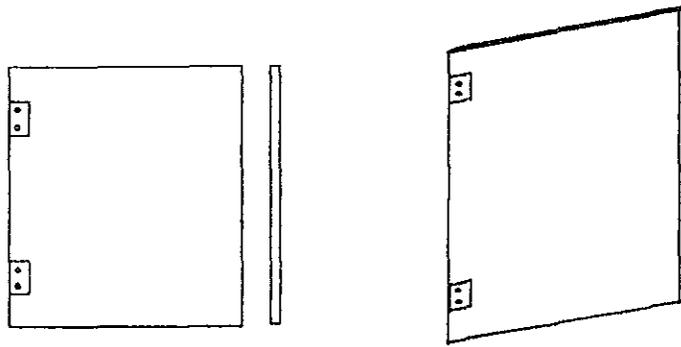


Figura 3.25 Puerta de la propuesta 3.

La charola retráctil sería la encargada de generar el área de trabajo, fabricada en estireno termoformado o en policarbonato, estaría colocada sobre dos rieles los cuales, además de permitir el desplazamiento de la charola, la auxiliarían a soportar las cargas de trabajo al momento de estar en servicio. Se ilustra en figura 3.26.

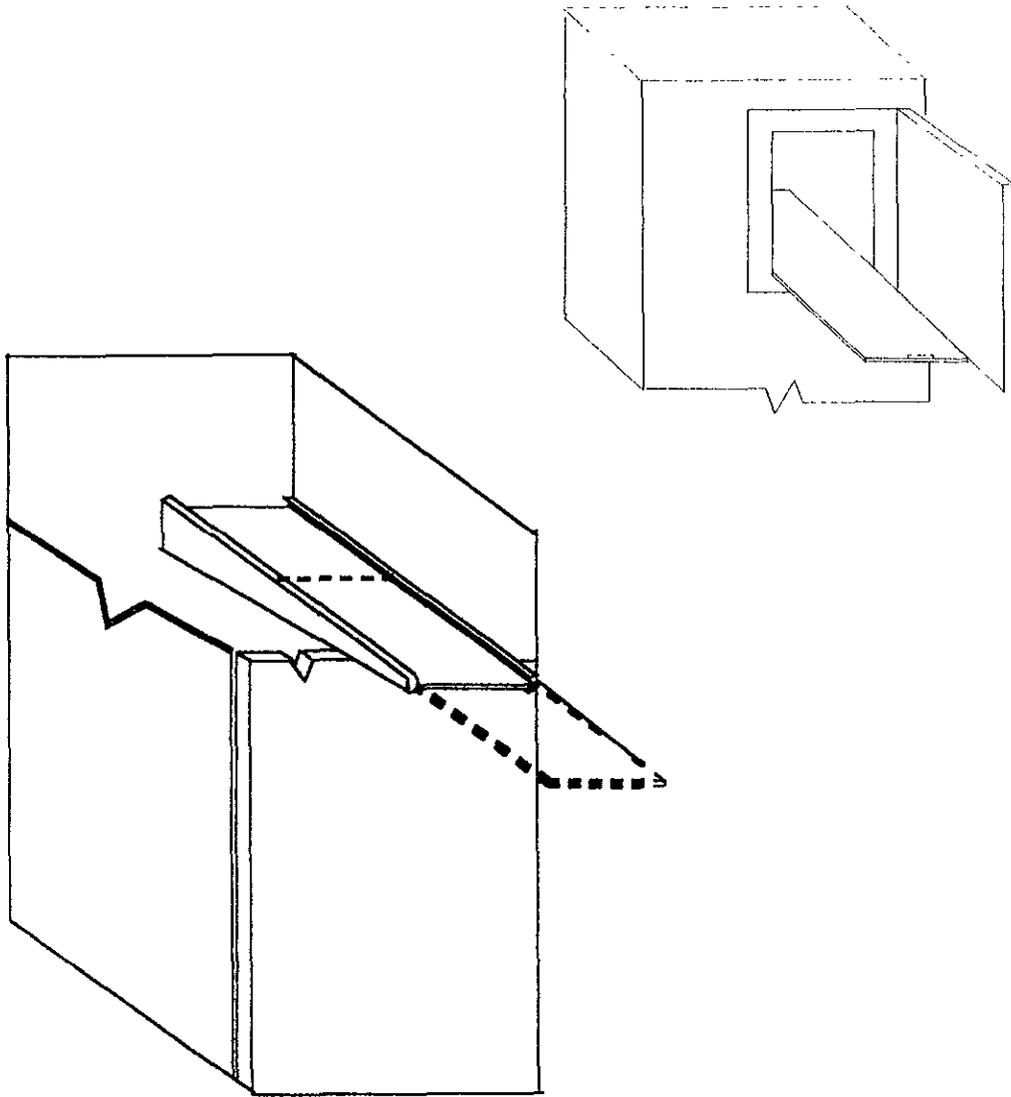


Figura 3.26 Charola retráctil de la propuesta 3.

Los costos de las partes de la propuesta de puerta 3 se muestran en la tabla 3.24.

<i>Puerta No 3</i>	
<i>Parte</i>	<i>Costo</i>
Puerta	\$ 60.00
Bisagras	\$ 25.00
Aislante	\$ 30.00
Sello	\$ 15.00
Marco	\$ 35.00
Charola retráctil	\$ 140.00
Rieles	\$ 40.00
Soporte (escuadra)	\$ 16.00
Cierre	\$ 15.00
<i>Total</i>	<i>\$376.00</i>

Tabla 3.24. Costos de la propuesta de puerta 3

### 3.6 Etapa 5 Desarrollo

La etapa de desarrollo consiste en decidir, cuál de los conceptos representados en la etapa de síntesis puede continuar en la investigación.

#### 3.6.1 Análisis de las puertas propuestas en la etapa de síntesis

Puerta 1. En esta propuesta se presenta una puerta, cuya posición le permite abrir hacia afuera y hacia abajo. Está construida en dos partes, una parte interna que le permite crear su propia área de trabajo, otra externa, que refuerza la estructura de la parte interna haciéndola más rígida. La forma de ambas permite cubrir el espacio dejado para permitir su libre movimiento, con esto se

reduce la acumulación de residuos y el mantenimiento de la puerta. Tiene la desventaja de usar solamente bisagras en el mecanismo de movimiento, esto puede ser problemático, en el sentido de que al usar la puerta con cargas excesivas, se puede provocar fisuras en el material de la puerta.

La puerta 2 tiene prácticamente el mismo concepto de la 1, abre hacia abajo y hacia afuera generando su propia área de trabajo, es tan sólo una placa de material plástico con un espesor adecuado. Este espesor es una desventaja, en el mercado es posible encontrar diferentes materiales plásticos, con espesores delgados y suficiente rigidez para soportar las cargas de trabajo. El problema se presenta al colocar el mecanismo de cierre y de movimiento de la puerta, se requiere de un mínimo de un centímetro de espesor para la colocación del mecanismo de cierre. Si se utiliza un material con poco espesor, se presenta el problema de que al realizar el maquinado para dar cabida a la colocación del cierre y de las bisagras, el material sería aun más delgado, los tornillos de las bisagras atravesarían la puerta perdiéndose la estética. Por otro lado, no cubre el espacio dejado para la colocación de las barras de soporte, descuidando un poco la estética del refrigerador y permitiendo la acumulación de residuos dificultando su mantenimiento.

En la propuesta 3 la puerta es diferente, abre hacia afuera y hacia la derecha y no genera su propia área de trabajo, usa el mismo concepto que la puerta del enfriador, es decir, una parte externa que puede ser metálica o plástica y otra interna que sería un anaquel en la contrapuerta. El área de trabajo la genera con una charola retráctil, para su funcionamiento se requiere de dos soportes y dos rieles que permitan su deslizamiento, presenta las siguientes desventajas en su funcionamiento.

Requiere de dos charolas especiales, ambas al interior del enfriador, una de ellas deberá coincidir con la posición de la puerta, poseer los soportes y los

rieles que permitan el deslizamiento de la charola retráctil, la cual sería la encargada de generar un área de trabajo.

La charola que genera el área de trabajo, está limitada, en sus dimensiones, a las dimensiones de las charolas que existen dentro del enfriados, por lo tanto el desplazamiento hacia el exterior de la puerta está limitado y con esto el área de trabajo también. Además, cuando la puerta esté en uso se perdería el espacio al interior del refrigerador y del anaquel en la contrapuerta, esto es, en la parte que está por debajo de la charola, por lo tanto sería un espacio desperdiciado.

### **3.6.2 Evaluación**

Para realizar la evaluación primero es necesario definir una serie de criterios generales, después se comparan entre ellos mismos para determinar el peso que tienen entre sí. Este valor de peso estará dentro de una escala de 0 a 10, después los multiplicamos por los valores numéricos de los criterios, los cuales estarán dentro de una escala de 70 a 100. La suma de todos los puntos indicarán cuál es la propuesta más adecuada. Lo anterior está de acuerdo a la metodología descrita en la sección 2.1.5.

### **3.6.3 Definición de criterios.**

Los criterios seleccionados para evaluar son;

Inversión requerida.

Costos de partes y manufactura

Campo de aplicación.

Facilidad de instalación y mantenimiento.

Eficiencia.

- La inversión requerida es el capital necesario para creación de la puerta, integrados principalmente por los gastos para la fabricación de moldes, preparación de maquinaria, etc.
- Los costos de partes y manufactura es el costo total de la puerta.
- El campo de aplicación hace referencia a los distintos modelos de refrigeradores a los cuales se les puede adaptar la puerta.
- Facilidad de instalación y mantenimiento se refiere a las modificaciones realizadas al refrigeración para la instalación y mantenimiento de la puerta.
- Consideramos como eficiencia de la puerta, a la capacidad que tenga para permitir la preparación de un rápido refrigerio, acceso fácil y al interior del refrigerador y, evitar las fugas térmicas. La manera de evaluar la eficiencia fue de acuerdo al criterio de algunas personal, al preguntárseles, ¿qué puerta cree que es la más adecuada para la preparación de un refrigerio?.

#### **3.6.4 Importancia de los criterios entre ellos mismos.**

A los criterios descritos en el apartado anterior, les son designados letras con el fin de facilitar su comparación. Esta designación es como sigue:

- A Inversión requerida
- B Costo de partes y manufactura
- C Campo de adaptabilidad
- D Facilidad de instalación y mantenimiento
- E Eficiencia

La comparación entre criterios se realiza de acuerdo a la metodología descrita en la sección 2.1.5. En la tabla 3.19 ( a ) se muestra la relación de

importancia entre criterios. En la tabla 3.25 (b) se muestran los puntos y peso de cada criterio. La tabla 3.26 es la matriz de decisiones correspondiente a las propuestas de puerta.

	B	C	D	E
A	A-5	A-5	A-9	E-4
	B	B-10	B-5	E-7
		C	C-5	E-7
			D	D-7

	Puntos	PESO
A	19	10
B	15	7.9
C	5	2.6
D	7	3.7
E	18	9.5

(a)
(b)

Tabla 3.25 (a) Importancia entre criterios. (b) Peso de los criterios.

		CRITERIOS					Total de Puntos	
		A	B	C	D	E		
Alt	Peso	10	7.9	2.6	3.7	9.5		
	1	70	98.6	100	100	100	468.6	1
	2	86.4	100	100	100	80	466.4	2
	3	100	70	70	70	70	380.0	3

Tabla 3.26 Matriz de decisiones.

La alternativa de mayor puntuación y la seleccionada, es la número uno.

### 3.6 Etapa 6. Presentación

La puerta seleccionada, la número uno, es un rediseño basado en las tres puertas tipo sandwichera existentes en el mercado nacional. Tiene las dimensiones de 40 x 32 x 2.5 cm. Estas dimensiones fueron determinadas con base en las especificaciones de diseño, para lo cual se consideró el volumen de algunos de los artículos de mayor uso, el cual fue de aproximadamente 10 dm<sup>3</sup>. Con estas dimensiones se cumple la especificación. La puerta estará montada sobre un marco con dimensiones de 43 x 35 x 3 cm. La función principal de la puerta, es la de permitir una rápida preparación de refrigerios y facilitar el acceso al interior del refrigerador, permitiendo así, la obtención de los artículos de mayor uso.

La puerta está dividida en dos partes, parte interna y parte externa construidas con estireno termoformado. La razón por la cual se eligió la construcción con estireno termoformado fue, el bajo costo del material y la facilidad para manufacturarlo. La geometría de la puerta está pensada para permitir generar el área de trabajo y la colocación del sello, cierre y bisagras, esto en la parte interna, la parte externa, además de reforzar cubriría los tornillos de las bisagras y cierre conservando la estética. Las bisagra y el cierre de presión son comerciales, por ejemplo, pueden ser de la marca FANAL. Las barras de soporte son piezas diseñadas especialmente para esta puerta.

En comparación con las puertas comerciales, la propuesta tiene menos partes, se están eliminando el marco exterior, la incrustación y el sello de silicón. Esta reducción de partes nos lleva a una reducción del costo. Las parte que integran a la puerta propuesta se muestran en la tabla 3.27

<i>Parte</i>	<i>Cantidad</i>
Parte externa	1
Parte interna	1
Marco	1
Cierre de presión	1
Bisagras	1 par
Barra de soporte	1 par

Tabla 3.27 Partes de la puerta tipo sandwichera

Los planos de las partes son los siguientes

<i>Plano</i>	<i>Descripción</i>
0/9	Explosión de puerta sandwichera
1/9	Conjunto de puerta sandwichera
2/9	Isométrico de refrigerador
3/9	Parte interna ( vista frontal )
4/9	Parte interna ( Isométrico )
5/9	Parte externa ( Proyección ortogonal )
6/9	Marco ( Proyección ortogonal )
7/9	Marco ( Isométrico )
8/9	Barra de soporte( Proyección ortogonal )
9/9	Barra de soporte( Ensamble )

Tabla 3.28 Planos de las partes de la puerta tipo sandwichera

Los planos de las partes se muestran en el anexo A - 2.

### 3.7 Etapa 7. Implantación

La etapa de implantación que consiste en dar seguimiento a las ideas y recomendaciones propuestas por el equipo de trabajo no se desarrolla en esta trabajo, se deja para futuros investigaciones de aplicación.

## CONCLUSIONES

A partir de la metodología propuesta en el capítulo 2 y de su aplicación en el capítulo 3, se derivaron las siguientes conclusiones.

Se logró sintetizar una metodología de aplicación del análisis del valor desarrollada en siete etapas. De acuerdo a los resultados obtenidos en el rediseño de la puerta de un refrigerador, se demuestra, en forma teórica, que la metodología es adecuada y fácil de aplicar.

La metodología propuesta integra al diseño para manufactura y ensamble a las actividades del análisis del valor. Esta incorporación es considerada, por el autor de la tesis, como una herramienta efectiva en el análisis del valor. Desde el punto de vista práctico no fue posible demostrar esta consideración, la principal razón fue la no participación de la empresa, que en un principio se vio interesada en el proyecto.

Del método se destaca, que el análisis del valor es un método de diseño, que mediante el análisis funcional y la incorporación del diseño para manufactura y ensamble, conduce a la formulación de diferentes alternativas de diseño, todas estas alternativas garantizan el menor costo con la mayor funcionalidad.

El diagrama FAST muestra a las funciones en una secuencia lógica, la prioridad y dependencia entre ellas, pero no indica el momento en el que la función debe ser ejecutada, ni cuando, ni por quien, ni por cuanto tiempo. Estas son las desventajas que presenta el diagrama FAST

En este trabajo, la alternativa de diseño propuesta, presenta un substancial ahorro comparado con las puertas existentes en el mercado. El costo de la puerta

propuesta, es de \$ 216.00 contra \$ 319.00 que tienen las puertas en los refrigeradores comerciales, aproximadamente un % 32.23 de ahorro. Los costos no incluyen el costo de perforar la puerta del enfriador ni las modificaciones del anaquel, aún así, el ahorro es proporcional al señalado anteriormente. En la investigación, dos de las tres alternativas de diseño, están dentro de un mismo rango de costos, en estos casos, sino se quiere usar los costos como única decisión, se sugiere emplear factores de evaluación alternos, o darle un mayor peso a criterios como el mantenimiento o confiabilidad del producto. La reducción de costos se debe principalmente a la eliminación de algunas partes, principalmente aquellas que realizaban la misma función. Tres de las partes eliminadas ( incrustación, marco exterior y sello de silicon ) estaban enfocadas a mejorar la estética. La estética se conserva modificando el marco interior, la modificación consistió en agregar al marco interior el marco exterior. Otras piezas de diseño especial, tales como, las bisagras y el mecanismo de cierre, se proponen de tipo comercial. Es importante destacar que la funcionalidad y la estética de la puerta originales no se pierden con estas modificaciones.

Así pues tomando en cuenta las conclusiones presentadas, se puede decir que se satisficieron los objetivos planteados en la introducción de esta tesis. El autor considera que tanto la metodología propuesta como el diseño de la puerta sandwichera obtenidos con su aplicación, son importantes aportaciones de la tesis.

Como trabajos futuros es fundamental fabricar un prototipo y hacerle pruebas para evaluar el diseño.

## BIBLIOGRAFÍA

- 1 Albert, Y. Ha and Evan I Porteus  
“Optimal Timing of Reviews in Concurrent Design for Manufacturability”  
Management Science Vol. 41 No. 9 , September 1995 pp. 1431 - 1446
- 2 Arratia, Boris. A  
“A Strategy For Promoting Value Engineering Programs”  
Proceeding of the Society of American Value Engineers Vol. 27 pp. 28 - 31
- 3 Bedworth, D. D, Henderson H  
“Computer Integrated Design and Manufacturing”  
McGraw Hill, New York NY USA 1991
- 4 Blumstein, Gershon  
“VA . A Technique to Facility Design Alternatives”  
SAVE International Conference Proceedings. 1997
- 5 Bothroy, David D. Mark R  
“Computer Integrated Design and Manufacturing”  
McGraw Hill Book. Singapore 1991
- 6 Boothroyd, G and Dewhurst, P  
“Products Design For Assembly”  
Boothroyd Dewhurst, Wakefield. R.I. 1989
- 7 Boothroyd, G and Dewhurst, P  
“Design For Assembly: Selecting the Right Method”  
Machine Design Journal Nov.1983 pp. 94-98
- 8 Boothroyd, G  
“Economics of Assembly Systems”  
Journal of Manufacturing Systems Vol. 1 No. 1 pp. 111 - 127 1982
- 9 Brown James  
“Value Engineering”  
Industrial Press Inc. New York NY. USA 1994
- 10 Cleetus, K.S.  
“Definition of Concurrent Engineering”  
Concurrent Engineering Research Center CERT-TR-RN-92-003

- 11 Cross N.  
"Engineering Design Methods"  
Jhon Wile and Sons 1989
- 12 Fowler, Theodore C.  
"Value analysis in Design"  
Van Nostrand Reinhold Nue York, NY. USA 1986
- 13 Fowler, Theodore C.  
"The User Oriented FAST Diagram"  
Proceeding of the Society of American Value Engineers Vol. 27 pp. 79 - 85
- 14 Hartley, John R  
"Concurrent Engineering"  
Productivity Press 1992
- 15 Hira N. Ahuja and Michel A. Walsh  
"Successful Methodi in Cost Engineering"  
John Wiley and Sons Inc. 1983
- 16 John, E  
"Product Process Development Integration in Manufacturing"  
Management Science Vol. 41, No. 7 July 1985 pp. 1224 - 1235
- 17 Kaufman, J. Jerry  
"The power of FAST in value management"  
Canadian Society of Value Analysis International Conference 1998
- 18 Kazuo Kobayashi  
" Design for Manufacturability and assembly (DFMA) Productivity Evaluation  
Useful To VA Activity"  
Japan Society of Value Engineering Proceedings 1996.
- 19 Lacy, James A.  
"Systems Engineering Management"  
McGraw Hill NY. USA 1994
- 20 Larry W. Zimmerman, Glen D. Hart.  
" A Practical Approach for Owners, Designers and Contractors"  
Van Nostrand Reinhold Company, 1982 New York.

- 21 Lockyer, K. G.  
"Factory and Production Management"  
L. Pitman Publishing Limited 1994
- 22 Miles, L D.  
"Value Analysis"  
McGraw Hill Book New York NY USA 1985
- 23 Miles, L D  
"Value Analysis Methodology"  
Miles Foundation for Value Analysis. July, 1999
- 24 Miles, L D.  
"Techniques of Value Analysis and Engineering"  
McGraw Hill Book New York, NY USA 1981
- 25 Morup, M.  
" A New Design For Quality Paradigm"  
Journal of Engineering Design, 1992, Vol. 3, No. 1, pp. 63-80
- 26 Osborn, Alex  
"Applied Imagination"  
Charles Scribrens's Son New York NY USA 1989
- 27 Rembold V. Unagi , B. O. Storm  
"Computer integrated manufacturing and engineering"  
Addison Wesley, U. K. 1993
- 28 Saleh Th Alasheash  
"Value Engineering Clearing the Mist"  
Society Canadian for Value Analysis. July,1996
- 29 Society American for Value Engineering.  
"Value Management Methodology"  
Society American for Value Engineering. July,1999
- 30 Shillito, M L and D. J. Demarle  
"Value, Its Measurements Design and Management"  
John Wiley and Sons Inc. New York NY USA
- 31 Sohlenius, G.  
"Concurrent Engineering"  
Royal Institute of Technology Vol. 41/2/1992

- 32 Pugh, Stuart  
"Total design"  
Addison Wesley Publisher Ltd. 1991
- 33 Henry, W Stoll  
" Design for Manufacture"  
ASME for Applied Mechanics Reviews  
Vol 39 No. 9 September 1986 pp. 1356 - 1364
- 34 Suh N.P. , Bell A.C  
"On axiomatic Approach to Manufacturing and Manufacturing  
Systems. Journal of Engineering Industrial 100 (2), 127-130
- 35 Witney, D. E.  
" Manufacturing by Design"  
Harvard Business Review July - August. pp. 83- 86
- 36 Wixon, J A.  
" Improving Products With Value Analysis / Value Engineers: A total Management  
Tool"  
Proceeding of the society of American Value Engineers Vol. 22 pp. 51 - 66
- 37 Yasuhara M, Suh N.  
"A Quantitative Analysis of Design Based on Axiomatic Approach"  
Computer Applications in manufacturing systems. ASME1980 vol. 2.

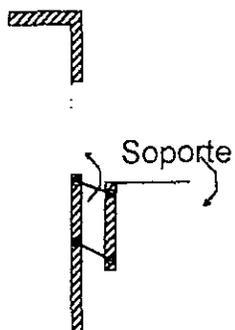
## ***APÉNDICE 1***

### ***RESULTADO DE LA TORMENTA DE IDEAS***

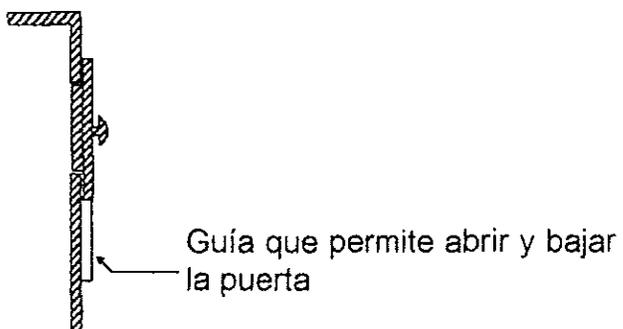
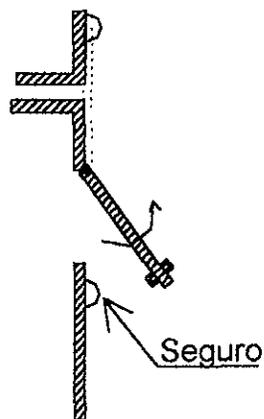
A-1 Resultados de la tormenta de ideas.

PROPUESTA No. 1

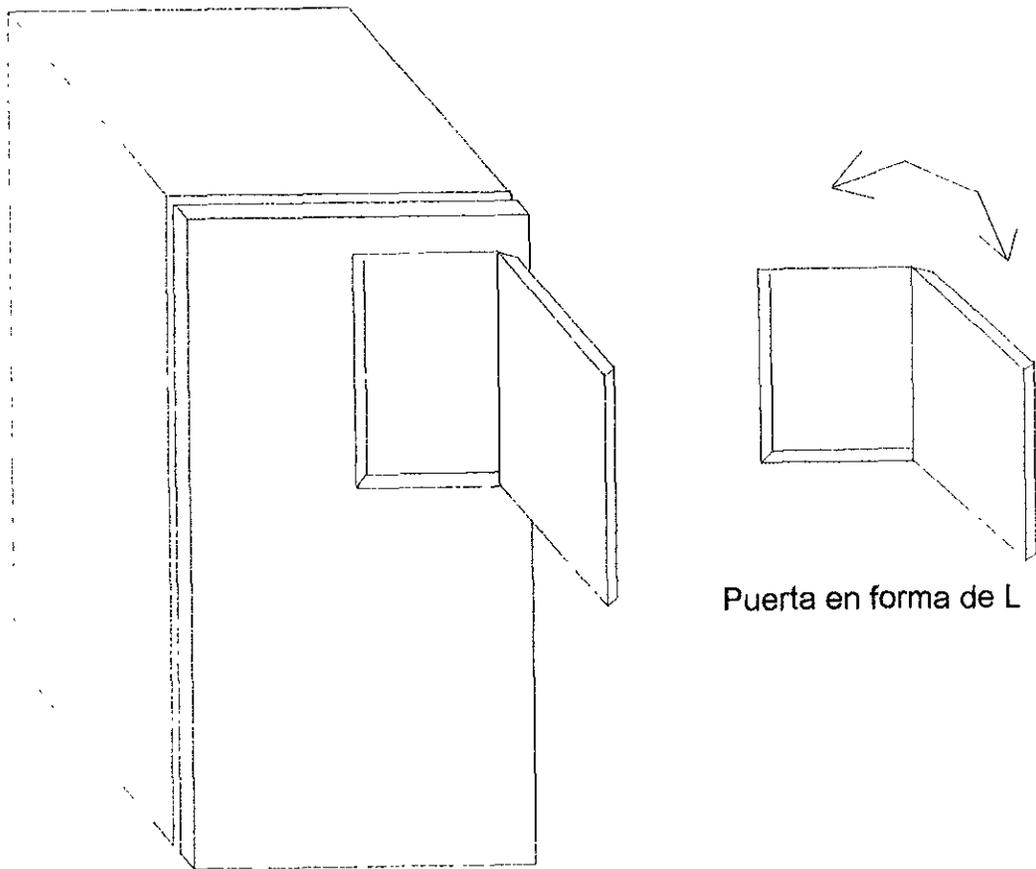
Mecanismo de cuatro barras  
y soporte



Cuando se quiere abrir se  
levanta el seguro y se utiliza  
como soporte

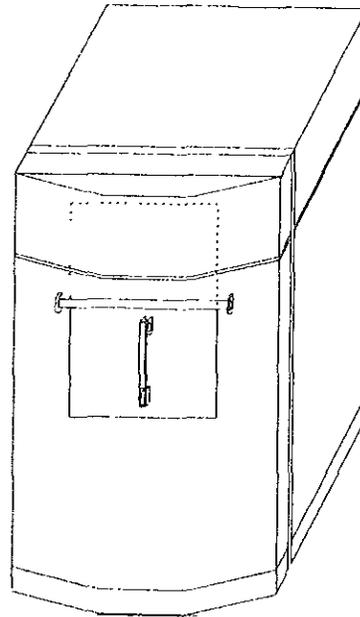
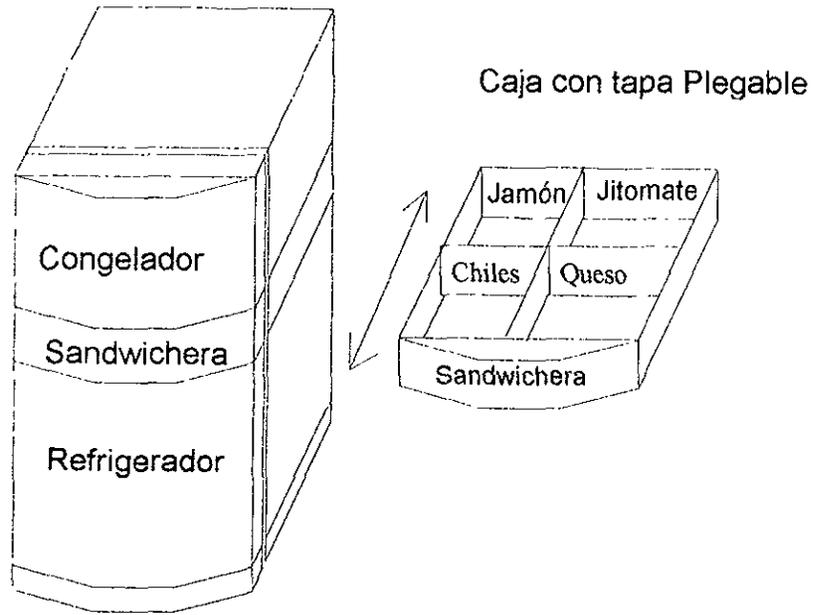


## PPROPUESTA No. 2



Al abrir la puerta, una parte de la **L** cubre el espacio en la puerta del enfriador intenta evitar pérdidas térmicas.

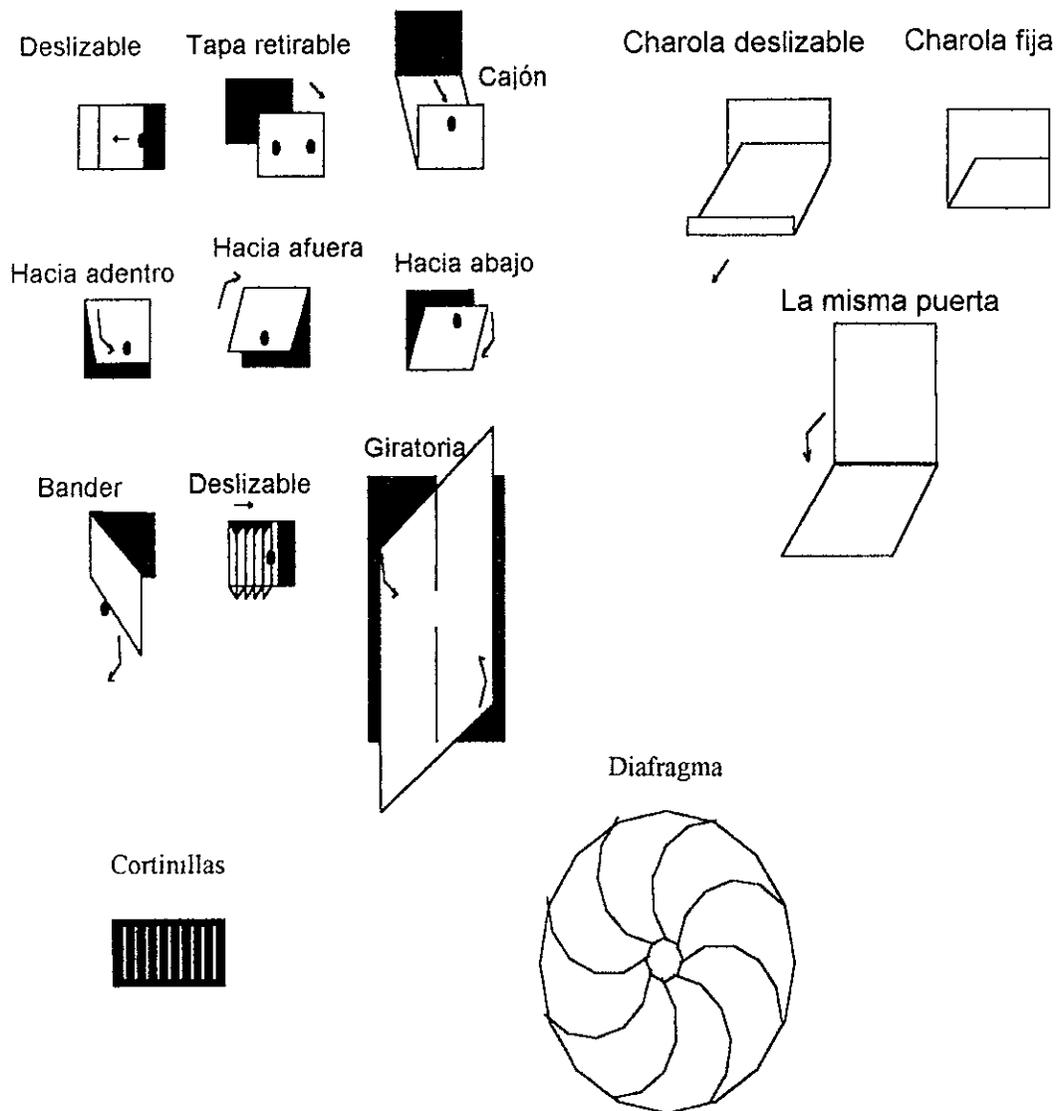
### PROPUESTA No.3



# Propuesta No. 4

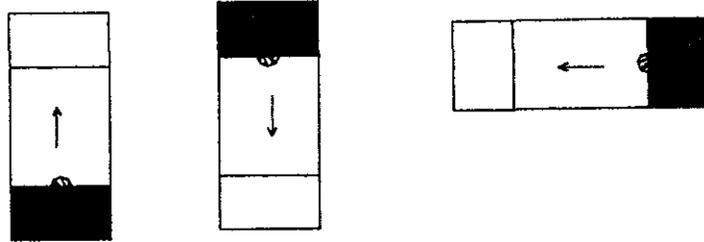
## Tipos de puertas

## Tipos de soportes



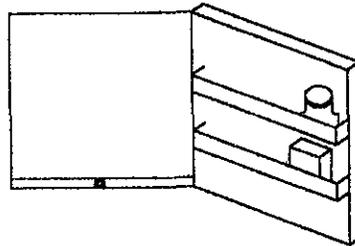
# PROPUESTA No. 5

Puerta plegadiza

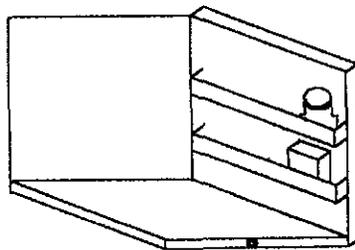


Anaqueles en puerta

Puertas tipo bandera



Charola ( Plegable ) retráctil



## A - 1.1 Comentarios a los resultados de la tormenta de ideas

### Propuesta No.1

#### Puerta 1

La adaptación de un mecanismo de cuatro barras, en la puerta de acceso rápido, se considera no adecuada, presenta las siguientes desventajas:

- Los eslabones del mecanismo quedarían visibles y no se mantendría la estética del refrigerador.
- Están involucradas un mayor número de partes, comparándola con los demás diseños, con esto los costos se incrementarían.
- Se requiere de más operaciones en la adaptación de la puerta.

#### Puerta 2

La puerta 2 se puede considerar como una alternativa, pero, presenta las siguientes desventajas:

- La desventaja está en que el seguro de cierre quedaría colocada en la puerta del refrigerador interfiriendo en las funciones del mismo. Recordemos que se requiere que la puerta esté instalada en la parte superior.
- No tiene una área o zona de trabajo.

#### *Ventajas*

- Está integrada por pocas partes.
- Fácil de fabricar.

### Puerta 3

La puerta 3 se considera no adecuada, presenta las siguientes desventajas:

- Más número de partes, comparada con los diseños presentados.
- El uso de guías ocasionaría la pérdida de la estética en el refrigerador, además de ser zonas propicias para la acumulación de residuos.
- No presenta área de trabajo.

### Propuesta No. 2

La propuesta de una puerta en " L " es buena, pero presenta el siguiente inconveniente:

Para que la puerta abra y gire libremente se requiere de un espacio libre en el interior del enfriador, con esto se interfiere en la funcionalidad del refrigerador perdiendo capacidad de almacenaje.

A pesar de esto puede ser considerada como una alternativa por lo siguiente.

Sería práctica si colocan anaqueles en ambos lados de la " L " , además de unirla con un rejilla ó charola y considerar a todo el ancho de la puerta principal, de esta manera al gira la puerta, se aísla y se evitan las pérdidas térmicas, pero además se puede extraer, no sólo lo que se encuentra en los anaqueles, sino también lo que se tiene en la mitad de la charola, la otra mitad quedaría en el interior del refrigerador, la desventaja que se observa, es el número de partes que están involucrados, además de requerirse un mecanismo especial para cerrar la puerta tipo sandwichera y unirla a la puerta del enfriador, de modo que cuando se requiera abrir la puerta principal lo haga sin que la puerta tipo sandwichera obstaculice el funcionamiento.

### **Propuesta No. 3**

Una de las propuestas hechas sugiere crear un apartado entre el congelador y el refrigerador, y en una charola deslizante colocar lo indispensable para la preparación de un refrigerio.

Esta idea es descartada, por que para su adaptación es necesario realizar modificaciones en la configuración del refrigerador, es decir, se estaría realizando un nuevo concepto de refrigerador.

Otra de las ideas es colocar la puerta tipo sandwichera, al centro de la puerta del enfriador, utilizando un bastón para sostenerla cuando esta esté abierta. La idea es aceptable si se considera el inconveniente de que el bastón quedaría visible e interferiría con las funciones del congelador y se perdería la estética del refrigerador, además de que un sólo bastón no brinda un soporte adecuado, el bastón podría ser sustituido por un seguro en la parte superior y bisagras adecuadas. Por otro lado tiene la ventaja de que se requiere de pocas piezas para su fabricación.

### **Propuesta No. 4**

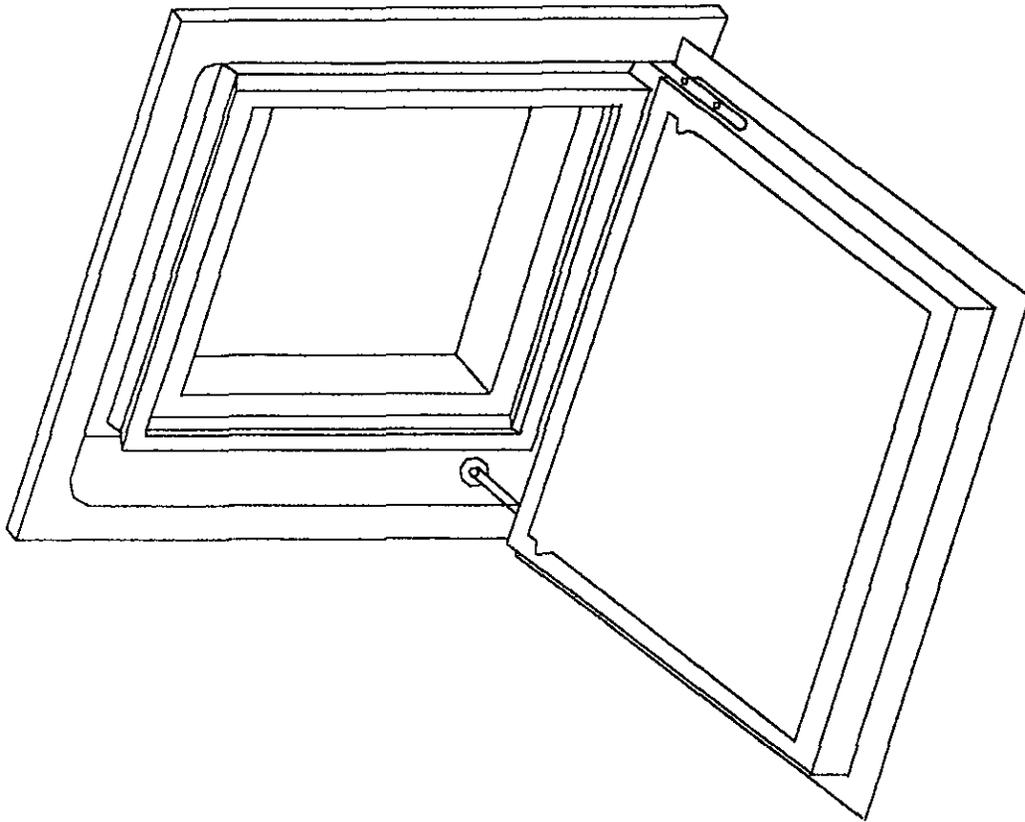
El autor de esta propuesta sugiere la colocación de la puerta en la parte superior, presenta una serie de puertas con diferentes características de cerrado, de entre las propuestas destacan la puerta giratoria y la deslizante. En la puerta giratoria se encuentra la desventaja del sellado y el espacio requerido para girar libremente. La puerta deslizante se considera adecuada, pero presenta el problema de instalar guías que permitan el deslizamiento, para colocar las guías se requeriría de algunos puntos de soldadura u otro medio de fijación para las guías, no es necesario la utilización de bisagra. Otro problema es que no presenta un área propio de trabajo.

## Propuesta No. 5

La puerta de bandera con anaqueles es adecuada, el inconveniente que presenta es el colocar una charola plegable, surge la idea de colocar dicha charola por de bajo de una de las que ya existen en el refrigerador, pero la colocación de la puerta estaría limitada a la posición que mantiene las charolas en refrigerador o viceversa.

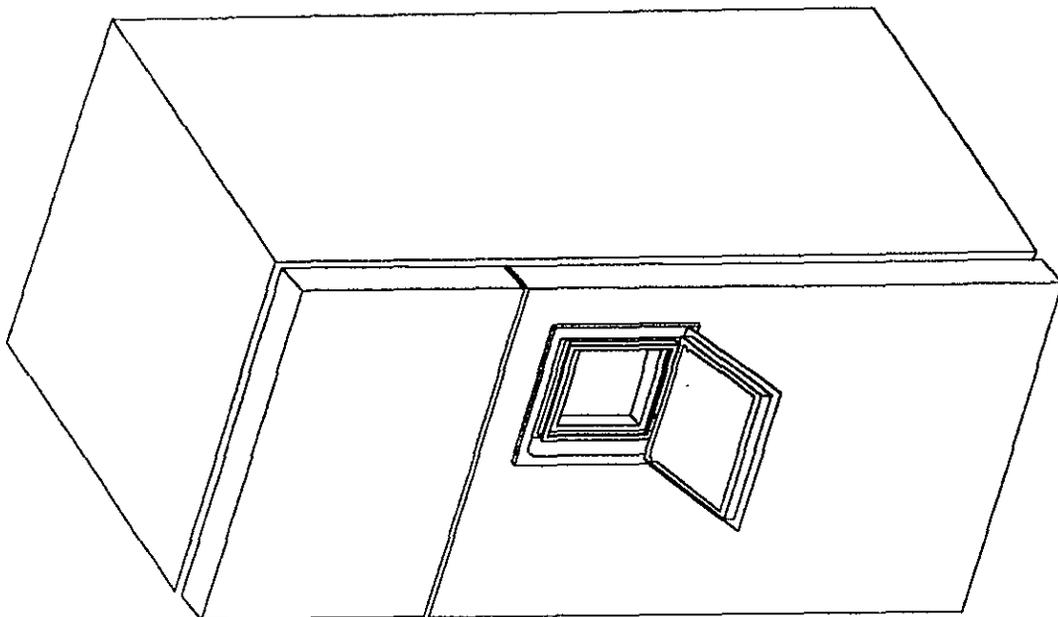
## ***APÉNDICE 2***

### ***PLANOS***



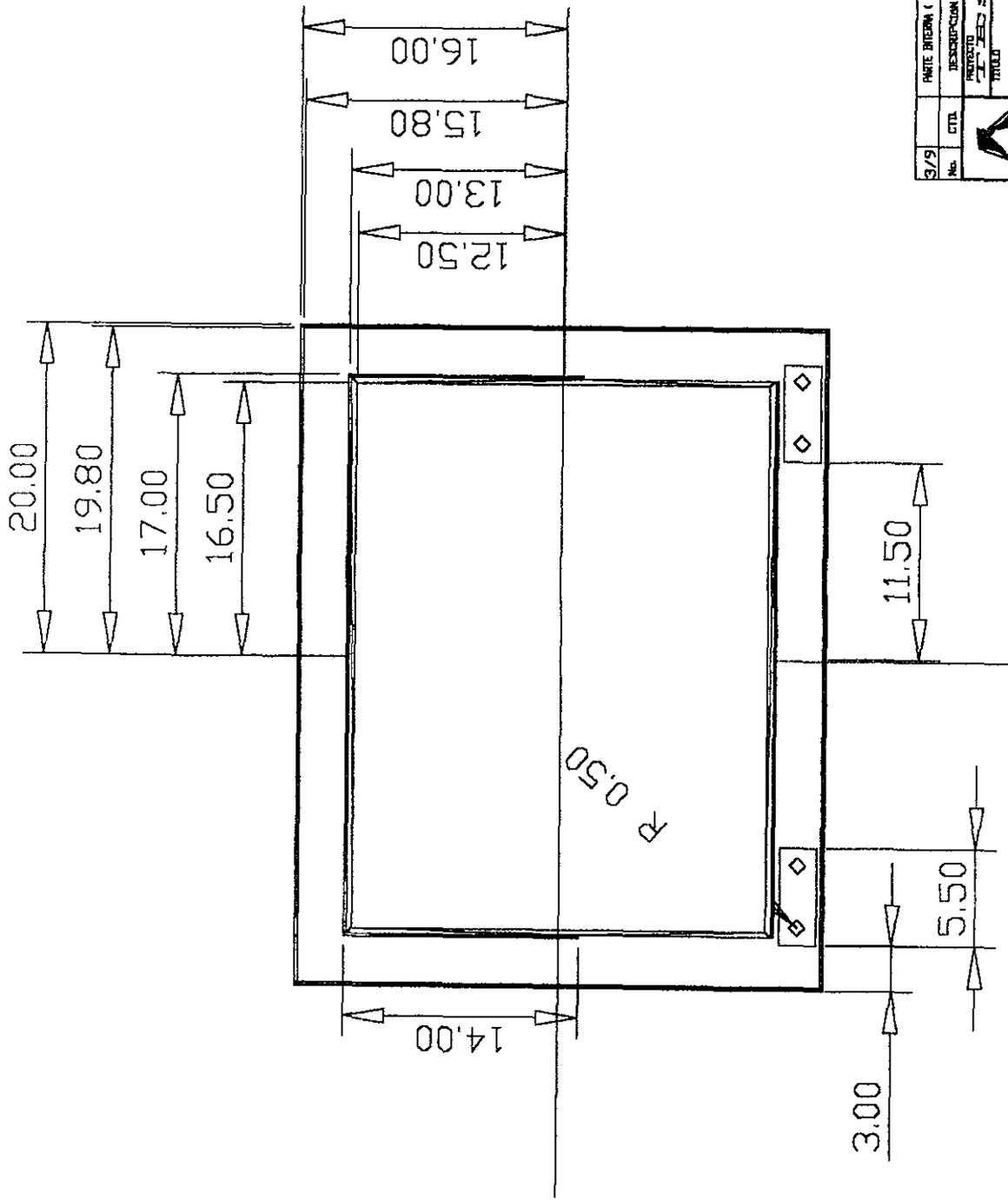
1/4		CONJUNTO DE PANTALLA SUBORDINADA	EXTERNO
Nº.	CTD.	DESCRIPCION	MATERIAL
		PROYECTO	NEVA
		TITULO	OBSERVACIONES
		USO	ESCALA
		FECHA	ACTIVACIONES
		LECTOR	CLAVE





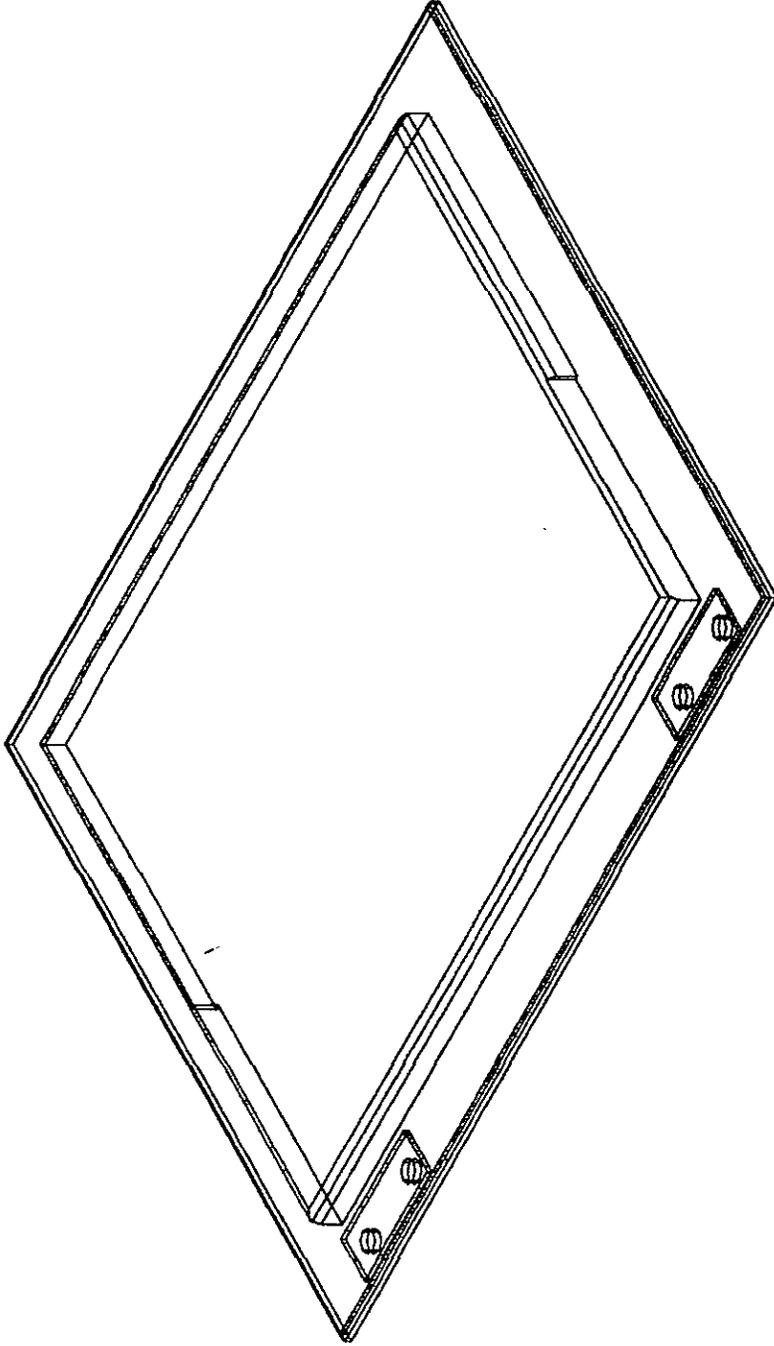
2/9	INSTRUMENTOS DEL REFRIGERADOR	MATERIAL
No.	DESCRIPCION	MUEVA
	DESCRIPCION	DESCRIPCION
	TITULO	DESCRIPCION
	DESCRIPCION	DESCRIPCION
	FECHA	DESCRIPCION
	FECHA	DESCRIPCION
	FECHA	DESCRIPCION





3/9	CTA	PARTE INTERNA ( Vista Frontal )	EXTREM
No.	DESCRIPCION	MATERIAL	
	PROYECTO	NUEVA	
	TITULO	OBSERVACIONES	
	FECHA	ESCALA	1:2
	FECHA	PROYECTISTA	
	FECHA	REVISOR	
	FECHA	APROBADO	
	FECHA	CLAVE	





4/9	CTD.	PARTE INTERNA COMPLETO	ESTUDIO
No.		DESCRIPCION	MATERIAL
		PROYECTO	NUOVA
		TITULO	OBSERVACIONES
		TRATTO	ESCALA
		TIPO	AL
		FECHA	ACTUACIONES
		RESP.	CLAVE
		RESPONSABILE	



0.50

R 0.4

16.00

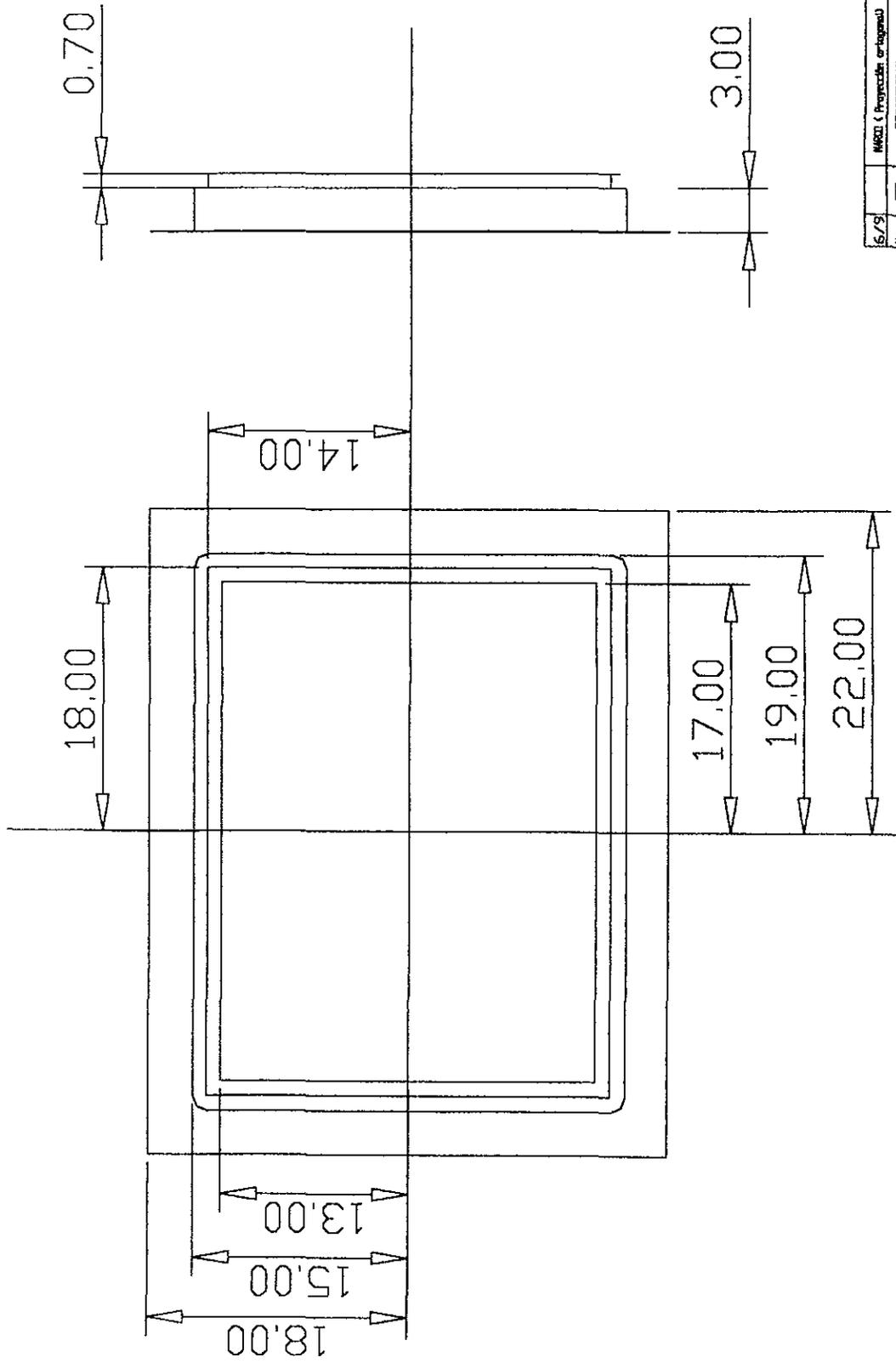
15.60

19.60

20.00

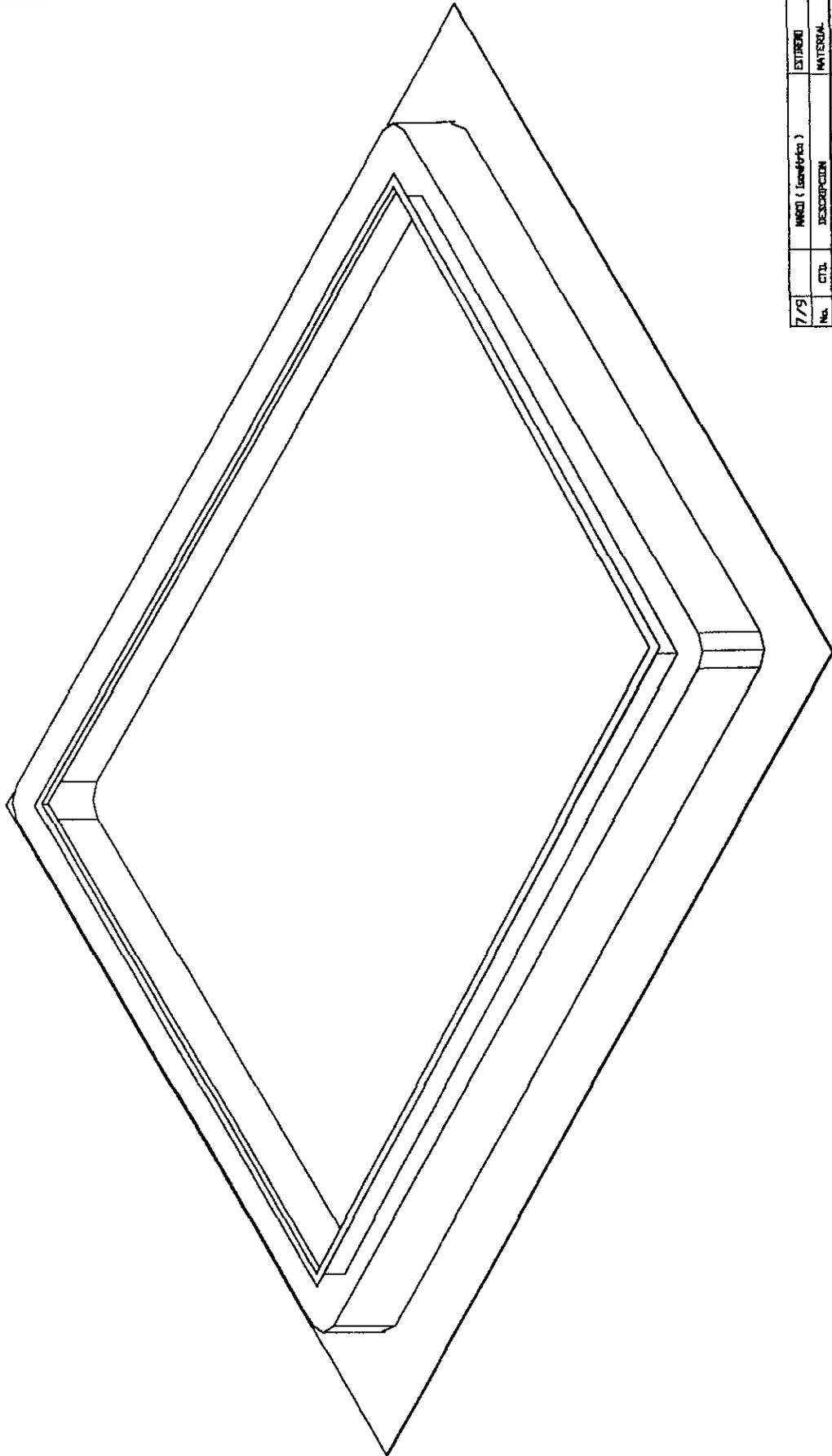
5/9	ESTRUC.	FRONTE EXTERIOR (Proyección original)	ESTRUC.
No.	CTD.	DESCRIPCION	MATERIAL
		PROYECTO	MEVA
		TITULO	OBSERVACIONES
		IMPRESION	ESCALA
		FECHA	PLANTACIONES
		PROYECTANTE	CLAVE





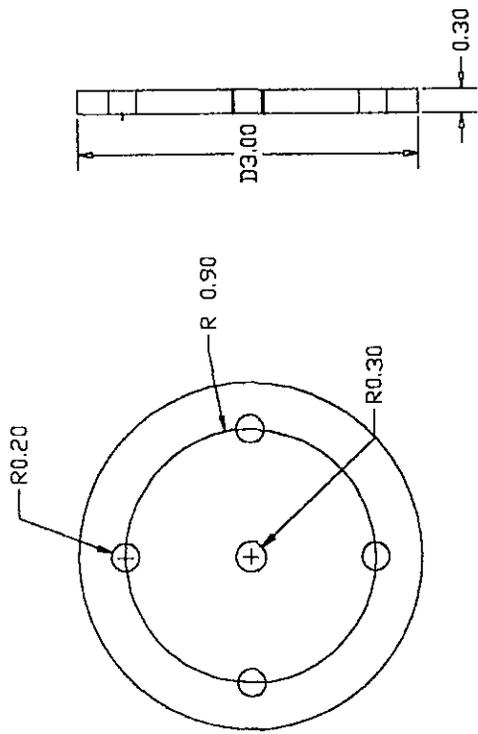
16/9		MODEL (Proyección ortogonal)	EXTREMO
No.	CTL	DESCRIPCION	MATERIAL
		PROYECTO	NEVO
		AL. 250. 255. 27. 25	DISPARACIONES
		TITULO	ESCALA
		2. 3. 2. 5. 1. 5	II
		DESIGN	ACTUACIONES
		INSTR	OK
		FECHA	CLAVE
		DICTAM	



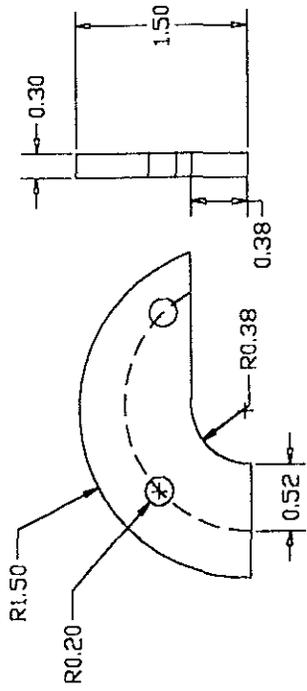


7/9		MARCO ( Gemiforca )	EXTIENDE
Nº	CTL	DESCRIPCION	MATERIAL
		PROYECTO	Numero
		TITULO	ESCALA
		FECHA	ACTIVIDADES
		FECHA	CLAVE

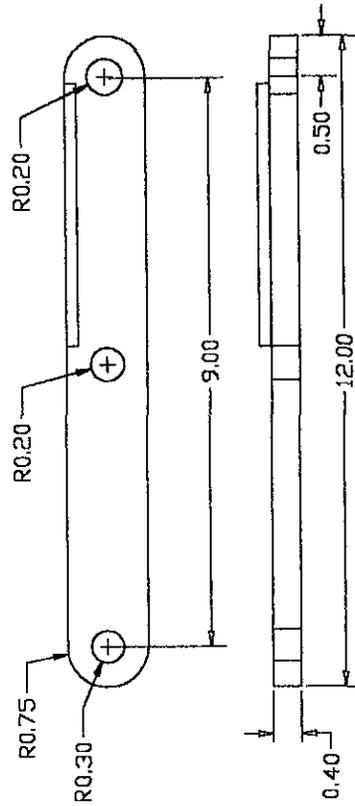




1



2



3

B/S-1	BANILLAS	ACERO CHINA 2 IN
B/S-2	ARANIELA	ACERO CHINA 2 IN
B/S-3	PIEDRA ARANIELA	ACERO CHINA 2 IN
No.	C.T.	DESCRIPCION
		
PROYECTO <b>TESIS</b>		
TITULO <b>TESIS</b>		
SUBSERVACIONES		
DESARROLLO	MAQUETA	TOTAL
FECHA	LECTURA	RESP.
		CLAVE

