

96-0733

668.41.  
P715  
1998

**FONTEC**

**INFORME FINAL**

**PROYECTO DE INNOVACION TECNOLOGICA**



**DESARROLLO DE MATRICERIA PLASTICA Y MAQUINA TERMOFORMADORA**

**PARA**

**ENVASES TERMOFORMADOS**



**Responsable del Proyecto : Sr. José Luis Rozas A.**  
**Representante Legal : Sr. José Luis Rozas A.**  
**Representante Legal : Sr. Andrés Lapeña W.**  
**Empresa Ejecutora : PLASBIT S.A.**

668.41  
P 715  
1998

**SANTIAGO - CHILE**

**Enero de 1998**

*En comisión  
Manuel Faldones  
23/01/98*

## INDICE

### INTRODUCCION

### ENSAYOS Y PUESTA EN MARCHA

Metodología de Ensayo y Parámetros de Medición	1
Prototipos Construídos	4
Tablas de Valores y Comentarios	10
Evaluación y corrección de problemas	30
Consideraciones Económicas y Conclusiones	31
Anexos	33

## ENSAYOS Y PUESTA EN MARCHA

### Metodología de Ensayo y Parámetros de Medición

Como metodología de ensayo, según lo vimos en el informe anterior, se ha propuesto la fabricación y puesta en máquina de moldes de distintas formulaciones empleando las resinas y cargas escogidas, las cuales se pondrán en funcionamiento en lapsos de 5 horas cada juego de probetas (1 por día).

A fin de obtener datos que den una visión objetiva del comportamiento de cada uno de los juegos de probetas (moldes), se mantendrán parámetros fijos de ensayo los cuales serán:

Formulación de Lámina a termoformar;

Dimensiones de lámina a termoformar

Presión del aire de termoformado

Además, las diferencias entre una y otra probeta se reflejarán en la variación de los siguientes parámetros de medición:

Temperatura de entrada de refrigeración de matriz

Temperatura de salida de refrigeración de matriz

Caudal de agua de refrigeración de matriz

Potencia suministrada a lámina (temperatura de lámina)

Velocidad de la máquina (golpes por minuto)

## **Parámetros fijos**

### **Formulación de lámina a termoformar:**

Este parámetro se refiere al tipo de material con el cual se fabricará el producto final del termoformado, en este caso, la tapa de vaso de diámetro 83 mm. Este material es una lámina plástica para cuya fabricación se emplea un 95% de poliestireno Ps Hi Lg 65 IH y 5% de Ps Gp Lg 25-SP ;ambos distribuidos por Mathiesen S.A.C. Material que es extruído en nuestra planta y montados en la termoformadora en rollos de lámina continua de 80 Kg. con 48 Hrs. de reposo antes de ser termoformado.

### **Dimensiones de lámina a Termoformar:**

A fin de lograr un peso por producto terminado de alrededor de 3,55 gr. la unidad, se ha escogido un espesor de lámina de 0,29 mm. y a causa de las dimensiones de la matriz se le ha dado un ancho de 530 mm.

### **Presión de Termoformado:**

Para asegurar un óptimo cierre del molde en el momento de termoformar y debido a la gran área de termoformado que implican las doce cavidades (650 cm<sup>2</sup>) se ha definido como presión máxima de termoformado la de 4,2 Kg/cm<sup>2</sup> la cual se usará como parámetro fijo para obtener la mejor definición de las formas a termoformar.

## **Parámetros Variables:**

Temperaturas y caudal de entrada y salida de refrigeración de matriz:

Este parámetro conjuntamente con el caudal de refrigerante suministrado nos dará la cantidad de calor extraído por éste desde los moldes y, así mismo, nos dará una idea de la capacidad de transmisión térmica del material con que fueron construídos, debido a que el aporte de calor a éstos es regular en todas las pruebas.

Potencia suministrada a la lámina (temperatura de lámina):

Este parámetro será esencial en la comprobación de la eficiencia del molde, ya que la cantidad de calor aportado a la lámina para aprestarla a termoformar debe ser siempre la misma; por tanto al suministrar una mayor cantidad de calor, para un correcto termoformado, implicará una mayor velocidad de máquina y por ende una mayor productividad del molde.

Velocidad de la máquina (golpes por minuto):

Este parámetro tiene directa relación con la eficiencia del molde, mientras mayor velocidad sea capaz de soportar, mayor será la ventaja económica del uso de este tipo de matricería.

## Prototipos Construídos

Como fue explicado en el anterior informe, se usaron para la construcción de los modelos o probetas ensayados las resinas poliésteres y epóxicas descritas.

A fin de obtener los mejores resultados de las distintas resinas se dividirán las probetas en TIPOS y ETAPAS las cuales indicaran la el tipo de resina que la componen y la formulación de cada una. Esta formulación estará expresada en forma porcentual con respecto al peso de la o las resinas bases.

Las Etapas de Prueba tendrán relación con un avance lógico en el desarrollo de las experiencias a fin de llegar a la mejor formulación posible en cada tipo de resinas.

Los Tipos de probetas son:

Probetas Tipo A: Estas probetas serán en base a mezclas entre resinas poliésteres puras con refuerzo de fibra de vidrio( ver figura 1):

Estas resinas son:   POLEX 40 JE  
                          PALATAL 51-26C  
                          PALATAL P4  
                          PALATAL P4L

Probetas Tipo B: Estas probetas serán en base a mezclas entre la resina epóxica escogida y cargas de aluminio .

Esta resina es :     ARALDITE CW 2217/HARDENER HY 217.

Las probetas y sus Etapas de ensayo son:

Probetas Tipo A; Etapa 1:

En esta etapa se probarán las resinas puras con un mínimo de refuerzo a fin de conocer el comportamiento de estas bajo el trabajo requerido.

Probeta A.1.1:

Resina base: POLEX 40 JE

Aditivos: 1,5% MEK- Peróxido al 50%  
0,2% acelerante de Cobalto al 6%  
10% de refuerzo de Fibra de vidrio tipo MAT multidireccional.

Probeta A.1.2:

Resina base: PALATAL 51-26C.

Aditivos: 1,0% MEK- Peróxido al 50%  
0,1% acelerante de Cobalto al 6%  
10% refuerzo de Fibra de vidrio tipo MAT multidireccional.

Probeta A.1.3:

Resina base: PALATAL P4

Aditivos: 1,0% MEK- Peróxido al 50%  
0,1% acelerante de Cobalto al 6%  
10% de refuerzo de Fibra de vidrio tipo MAT multidireccional.

Probeta A.1.4:

Resina base: PALATAL P4L

Aditivos: 1,0% MEK- Peróxido al 50%  
0,1% acelerante de Cobalto al 6%  
10% de refuerzo de Fibra de vidrio tipo MAT multidireccional.

Probetas Tipo A; Etapa 2:

Probeta A.2.1:

Resina base: 50% PALATAL 51-26C y 50% PALATAL P4

Aditivos: 1,0% MEK- Peróxido al 50%  
0,1% acelerante de Cobalto al 6%  
10% de refuerzo de Fibra de vidrio tipo MAT multidireccional.

Probeta A.2.2:

Resina base: 60% PALATAL 51-26C y 40% PALATAL P4

Aditivos: 1,0% MEK- Peróxido al 50%  
0,1% acelerante de Cobalto al 6%  
10% de refuerzo de Fibra de vidrio tipo MAT multidireccional.

Probeta A.2.3:

Resina base: 70% PALATAL 51-26C y 30% PALATAL P4

Aditivos: 1,0% MEK- Peróxido al 50%  
0,1% acelerante de Cobalto al 6%  
10% de refuerzo de Fibra de vidrio tipo MAT multidireccional.

Probetas A; Etapa 3:

Probeta A.3.1:

Resina base: 70% PALATAL 51-26C y 30% PALATAL P4

Aditivos: 1,0% MEK- Peróxido al 50%  
0,1% acelerante de Cobalto al 6%  
10% de refuerzo de Fibra de vidrio tipo MAT multidireccional;  
10% polvo de Aluminio(Nº 300).



**Probeta A.3.2:**

**Resina base:** 70% PALATAL 51-26C y 30% PALATAL P4

**Aditivos:** 1,0% MEK- Peróxido al 50%  
0,1% acelerante de Cobalto al 6%  
10% de refuerzo de Fibra de vidrio Tipo MAT multidireccional;  
20% polvo de Aluminio(Nº 300).

**Probeta A.3.3:**

**Resina base:** 70% PALATAL 51-26C y 30% PALATAL P4

1,0% MEK- Peróxido al 50%  
0,1% acelerante de Cobalto al 6%  
10% de refuerzo de Fibra de vidrio tipo MAT multidireccional  
30% de polvo de Aluminio(Nº 300).

**Probeta A.3.4:**

**Resina base:** 70% PALATAL 51-26C y 30% PALATAL P4

**Aditivos:** 1,0% MEK- Peróxido al 50%  
0,1% acelerante de Cobalto al 6%  
10% de refuerzo de Fibra de vidrio tipo MAT multidireccional;  
20% polvo de Aluminio(Nº 300)  
insertos de placa de Aluminio.(figura 2)

**Probeta A.3.5:**

**Resina base:** 70% PALATAL 51-26C y 30% PALATAL P4

**Aditivos:** 1,0% MEK- Peróxido al 50%  
0,1% acelerante de Cobalto al 6%  
20% de polvo de Aluminio(Nº 300)  
insertos de placa de Aluminio.

Probetas Tipo B; Etapa 1:

Probeta B.1.1:

Resina base: 90 % Araldite CW 2217 y 10 % Hardener HY 217

Aditivos: -

Probetas Tipo B; Etapa 2:

Probeta B.2.1:

Resina base: 90 % Araldite CW 2217, 10 % Hardener HY 217

Aditivos: polvo de aluminio (Nº 300) con una razón resina carga de 1:1

Probeta B.2.2:

Resina base: 90 % Araldite CW 2217, 10 % Hardener HY 217

Aditivos: polvo de aluminio (Nº 300) con una razón resina carga de 1:2

Probeta B.2.3:

Resina base: 90 % Araldite CW 2217, 10 % Hardener HY 217

Aditivos: polvo de aluminio (Nº 300) con una razón resina carga de 1:3

Probeta B.2.4:

Resina base: 90 % Araldite CW 2217, 10 % Hardener HY 217

Aditivos: polvo de aluminio (Nº 300) con una razón resina carga de 1:4



Probetas Tipo B; Etapa 3(ver figura 3):

En esta etapa se usaran dos tipos de las mezclas ensayadas en la etapa anterior, una de terminación con el fin de dar una menor rugosidad a la superficie del molde y un relleno con mayor cantidad de aluminio a fin de mejorar las características térmicas de este.

Probeta B.3.1:

Relleno:

Resina base: 90 % Araldite CW 2217,10 % Hardener HY 217

Aditivos: polvo de aluminio (Nº 300) con una razón resina carga de 1:3

Acabado:

Resina base: 90 % Araldite CW 2217,10 % Hardener HY 217

Aditivos: polvo de aluminio (Nº 300) con una razón resina carga de 1:1

Probeta B.3.2:

Relleno:

Resina base: 90 % Araldite CW 2217,10 % Hardener HY 217

Aditivos: polvo de aluminio (Nº 300) con una razón resina carga de 1:4

Acabado:

Resina base: 90 % Araldite CW 2217,10 % Hardener HY 217

Aditivos: polvo de aluminio (Nº 300) con una razón resina carga de 1:2

PROBETA : A.1.1

Golpes por minuto (1)	Diferencia de T. °C (2)	Caudal Lts/min (3)	Potencia Kw (4)	Observaciones(5)
6	1,00	11,20	4,30	Funcionamiento continuo y buena definicion del producto.
8	1,10	12,40	6,00	Funcionamiento continuo pero definicion del producto deficiente.
10	1,80	12,40	7,50	Imposible lograr un funcionamiento continuo, la diferencia de temperatura anotada es en el momento de falla térmica.
11				
12				
13				
14				
15				
16				

COMENTARIOS:

Calidad de Termoformado del Producto : A 6 golpes por minuto la apariencia del producto es buena pero al aumentar a 8, los moldes no son capaces de evacuar el calor de este, quedando una forma poco definida.

Aspecto final de los moldes : Los moldes al final de la prueba muestran señas de no soportar la temperatura observándose quemaduras y grandes fisuras en la superficie plana de algunos moldes.

Tiempo antes de producirse la falla : Al aumentar la velocidad a 10 golpes por minuto la matriz funciona 12,4 minutos antes de que se observe acumulacion de material en los moldes.

Notas:

- (1) Golpes por minuto : Cantidad de ciclos de termoformados por minuto,  $\text{Min}^{-1}$
- (2) Diferencia de Temperatura : Diferencia entre las temperaturas de entrada y salida del agua de refrigeracion de los moldes, °C.
- (3) Caudal : Caudal de agua de refrigeración de los moldes, expresado en Lts/Min.  
(Max 12,4 Lts/Min)
- (4) Potencia : Potencia consumida por el homo para lograr temperatura de termoformado en la Lámina de Poliestireno.(Max 14,8 Kw)
- (5) Se considerará como funcionamiento continuo si luego de 90 Min. la matriz es capaz de seguir expulsando producto sin acumulación de material en los moldes por sobrecalentamiento.

PROBETA : A.1.2

Golpes por minuto (1)	Diferencia de T. °C (2)	Caudal Lts/min (3)	Potencia Kw (4)	Observaciones(5)
6	1,00	8,40	4,30	Funcionamiento continuo y buena definicion del producto.
8	1,00	10,30	6,00	Funcionamiento continuo y buena definicion del producto.
10	2,90	12,40	7,50	Funcionamiento continuo pero definicion del producto deficiente.
11	3,11	12,40	7,50	Imposible lograr un funcionamiento continuo, la diferencia de temperatura anotada es en el momento de falla térmica.
12				
13				
14				
15				
16				

COMENTARIOS:

Calidad de Termoformado del Producto : Hasta los 8 golpes por minuto la apariencia del producto es buena pero al aumentar a 10, los moldes no son capaces de evacuar el calor de este, quedando una forma total poco definida.

Aspecto final de los moldes : Los moldes al final de la prueba muestran una apariencia opaca pero no quemada y no se observan fisuras ni magulladuras. La mayoría de los moldes presentan leves deformaciones producidas por el esfuerzo mecánico. Estos presentan características demasiado elásticas.

Tiempo antes de producirse la falla : Al aumentar la velocidad a 11 golpes por minuto la matriz funciona 8,6 minutos antes de que se observe acumulacion de material en los moldes.

- Notas:
- (1) Golpes por minuto : Cantidad de ciclos de termoformados por minuto,  $\text{Min}^{-1}$
  - (2) Diferencia de Temperatura : Diferencia entre las temperaturas de entrada y salida del agua de refrigeracion de los moldes, °C.
  - (3) Caudal : Caudal de agua de refrigeración de los moldes, expresado en Lts/Min. (Max 12,4 Lts/Min)
  - (4) Potencia : Potencia consumida por el horno para lograr temperatura de termoformado en la Lámina de Poliestireno.(Max 14,8 Kw)
  - (5) Se considerará como funcionamiento continuo si luego de 90 Min. la matriz es capaz de seguir expulsando producto sin acumulación de material en los moldes por sobrecalentamiento.

PROBETA : A.1.3

Golpes por minuto (1)	Diferencia de T. °C (2)	Caudal Lts/min (3)	Potencia Kw (4)	Observaciones(5)
6	1,00	8,20	4,30	Funcionamiento continuo y buena definicion del producto.
8	1,00	9,60	6,00	Funcionamiento continuo y buena definicion del producto.
10	1,70	12,40	7,50	Funcionamiento continuo pero definicion del producto deficiente.
11	2,16	12,40	7,50	Imposible lograr un funcionamiento continuo, la diferencia de temperatura anotada es en el momento de falla térmica.
12				
13				
14				
15				
16				

COMENTARIOS:

**Calidad de Termoformado del Producto :** Hasta los 8 golpes por minuto la apariencia del producto es buena pero al aumentar a 10, los moldes no son capaces de evacuar el calor de este, quedando una forma poco definida especialmente en la periferia del molde.

**Aspecto final de los moldes :** Los moldes al final de la prueba muestran una apariencia brillante pero se observan pequeñas fisuras en los bordes debido al esfuerzo mecánico. Estos moldes son poco sensibles a la entalladura pero a la vez son demasiado frágiles

**Tiempo antes de producirse la falla :** Al aumentar la velocidad a 11 golpes por minuto la matriz funciona 10,3 minutos antes de que se observe acumulacion de material en los moldes.

- Notas:
- (1) Golpes por minuto : Cantidad de ciclos de termoformados por minuto, ( Min<sup>-1</sup> )
  - (2) Diferencia de Temperatura : Diferencia entre las temperaturas de entrada y salida del agua de refrigeracion de los moldes, ( °C ).
  - (3) Caudal : Caudal de agua de refrigeración de los moldes, expresado en Lts/Min. (Max 12,4 Lts/Min)
  - (4) Potencia : Potencia consumida por el horno para lograr temperatura de termoformado en la Lámina de Poliestireno.(Max 14,8 Kw)
  - (5) Se considerará como funcionamiento continuo si luego de 90 Min. la matriz es capaz de seguir expulsando producto sin acumulación de material en los moldes por sobrecalentamiento.

PROBETA : A.1.4

Golpes por minuto (1)	Diferencia de T. °C (2)	Caudal Lts/min (3)	Potencia Kw (4)	Observaciones(5)
6	1,00	8,20	4,30	Funcionamiento continuo y buena definicion del producto.
8	1,00	9,30	6,00	Funcionamiento continuo y buena definicion del producto.
10	2,00	12,40	7,50	Funcionamiento continuo pero definicion del producto deficiente.
11	2,22	12,40	7,50	Imposible lograr un funcionamiento continuo, la diferencia de temperatura anotada es en el momento de falla térmica.
12				
13				
14				
15				
16				

COMENTARIOS:

Calidad de Termoformado del Producto : Hasta los 8 golpes por minuto la apariencia del producto es buena pero al aumentar a 10, los moldes no son capaces de evacuar el calor de este, quedando una forma poco definida especialmente en la periferia del molde.

Aspecto final de los moldes : Los moldes al final de la prueba muestran una apariencia brillante pero se observan salpicaduras en los bordes debido a los golpes normales de trabajo. Estos moldes son poco sensibles a la entalladura pero a la vez son demasiado frágiles.

Tiempo antes de producirse la falla : Al aumentar la velocidad a 11 golpes por minuto la matriz funciona 10,3 minutos antes de que se observe acumulacion de material en los moldes.

Notas:

- (1) Golpes por minuto : Cantidad de ciclos de termoformados por minuto,  $\text{Min}^{-1}$
- (2) Diferencia de Temperatura : Diferencia entre las temperaturas de entrada y salida del agua de refrigeracion de los moldes, °C.
- (3) Caudal : Caudal de agua de refrigeración de los moldes, expresado en Lts/Min.  
(Max 12,4 Lts/Min)
- (4) Potencia : Potencia consumida por el horno para lograr temperatura de termoformado en la Lámina de Poliestireno.(Max 14,8 Kw)
- (5) Se considerará como funcionamiento continuo si luego de 90 Min. la matriz es capaz de seguir expulsando producto sin acumulación de material en los moldes por sobrecalentamiento.

PROBETA : A.2.1

Golpes por minuto (1)	Diferencia de T. °C (2)	Caudal Lts/min (3)	Potencia Kw (4)	Observaciones(5)
6	1,00	8,80	4,30	Funcionamiento continuo y buena definicion del producto.
8	1,00	10,00	6,00	Funcionamiento continuo y buena definicion del producto.
10	1,42	12,40	7,50	Funcionamiento continuo pero definicion del producto deficiente.
11	1,87	12,40	7,50	Imposible lograr un funcionamiento continuo, la diferencia de temperatura anotada es en el momento de falla térmica.
12			8,10	
13			8,80	
14			10,40	
15			11,20	
16			12,40	

COMENTARIOS:

Calidad de Termoformado del Producto : Hasta los 8 golpes por minuto la apariencia del producto es buena pero al aumentar a 10, los moldes no son capaces de evacuar el calor de este, quedando una forma poco definida especialmente en la periferia del molde.

Aspecto final de los moldes : Los moldes al final de la prueba muestran una apariencia semi-brillante pero se observan pequeñas en los bordes debido al esfuerzo mecánico. Estos moldes son poco sensibles a la entalladura pero a la vez son aún demasiado frágiles para un trabajo de mas tiempo.

Tiempo antes de producirse la falla : Al aumentar la velocidad a 11 golpes por minuto la matriz funciona 9,4 minutos antes de que se observe acumulacion de material en los moldes.

Notas:

- (1) Golpes por minuto : Cantidad de ciclos de termoformados por minuto,  $\text{Min}^{-1}$
- (2) Diferencia de Temperatura : Diferencia entre las temperaturas de entrada y salida del agua de refrigeracion de los moldes, °C.
- (3) Caudal : Caudal de agua de refrigeración de los moldes, expresado en Lts/Min. (Max 12,4 Lts/Min)
- (4) Potencia : Potencia consumida por el homo para lograr temperatura de termoformado en la Lámina de Poliestireno.(Max 14,8 Kw)
- (5) Se considerará como funcionamiento continuo si luego de 90 Min. la matriz es capaz de seguir expulsando producto sin acumulación de material en los moldes por sobrecalentamiento.



PROBETA : A.2.2

Golpes por minuto (1)	Diferencia de T. °C (2)	Caudal Lts/min (3)	Potencia Kw (4)	Observaciones(5)
6	1,00	7,90	4,30	Funcionamiento continuo y buena definicion del producto.
8	1,00	10,00	6,00	Funcionamiento continuo y buena definicion del producto.
10	2,75	12,40	7,50	Funcionamiento continuo pero definicion del producto deficiente.
11	3,00	12,40	7,50	Imposible lograr un funcionamiento continuo, la diferencia de temperatura anotada es en el momento de falla térmica.
12			8,10	
13			8,80	
14			10,40	
15			11,20	
16			12,40	

COMENTARIOS:

Calidad de Termoformado del Producto : Hasta los 8 golpes por minuto la apariencia del producto es buena pero al aumentar a 10, los moldes no son capaces de evacuar el calor de este, quedando una forma poco definida especialmente en la periferia del molde.

Aspecto final de los moldes : Los moldes al final de la prueba muestran una apariencia lisa pero se observan pequeñas fisuras en los bordes debido al esfuerzo mecánico. Estos moldes son poco sensibles a la entalladura pero a la vez son aún demasiado frágiles para un trabajo de mas tiempo.

Tiempo antes de producirse la falla : Al aumentar la velocidad a 11 golpes por minuto la matriz funciona 10,7 minutos antes de que se observe acumulacion de material en los moldes.

- Notas:
- (1) Golpes por minuto : Cantidad de ciclos de termoformados por minuto,  $\text{Min}^{-1}$
  - (2) Diferencia de Temperatura : Diferencia entre las temperaturas de entrada y salida del agua de refrigeracion de los moldes, °C.
  - (3) Caudal : Caudal de agua de refrigeración de los moldes, expresado en Lts/Min. (Max 12,4 Lts/Min)
  - (4) Potencia : Potencia consumida por el homo para lograr temperatura de termoformado en la Lámina de Poliestireno. (Max 14,8 Kw)
  - (5) Se considerará como funcionamiento continuo si luego de 90 Min. la matriz es capaz de seguir expulsando producto sin acumulación de material en los moldes por sobrecalentamiento.

PROBETA : A.2.3

Golpes por minuto (1)	Diferencia de T. °C (2)	Caudal Lts/min (3)	Potencia Kw (4)	Observaciones(5)
6	1,00	8,23	4,30	Funcionamiento continuo y buena definicion del producto.
8	1,00	10,60	6,00	Funcionamiento continuo y buena definicion del producto.
10	2,96	12,40	7,50	Funcionamiento continuo pero definicion del producto deficiente.
11	3,19	12,40	7,50	Imposible lograr un funcionamiento continuo, la diferencia de temperatura anotada es en el momento de falla térmica.
12			8,10	
13			8,80	
14			10,40	
15			11,20	
16			12,40	

COMENTARIOS:

Calidad de Termoformado del Producto : Hasta los 8 golpes por minuto la apariencia del producto es buena pero al aumentar a 10, los moldes no son capaces de evacuar el calor de este, quedando una forma poco definida especialmente en la periferia del molde.

Aspecto final de los moldes : Los moldes al final de la prueba muestran una apariencia semi-opaca pero ya no se observan las pequeñas fisuras en los bordes de las pruebas anteriores. Estos moldes son mas sensibles a la entalladura pero soportaron bastante bien el los esfuerzos mecánicos y térmicos.

Tiempo antes de producirse la falla : Al aumentar la velocidad a 11 golpes por minuto la matriz funciona 11,3 minutos antes de que se observe acumulacion de material en los moldes.

Notas:

- (1) Golpes por minuto : Cantidad de ciclos de termoformados por minuto,  $\text{Min}^{-1}$
- (2) Diferencia de Temperatura : Diferencia entre las temperaturas de entrada y salida del agua de refrigeracion de los moldes, °C.
- (3) Caudal : Caudal de agua de refrigeración de los moldes, expresado en Lts/Min.  
(Max 12,4 Lts/Min)
- (4) Potencia : Potencia consumida por el horno para lograr temperatura de termoformado en la Lámina de Poliestireno.(Max 14,8 Kw)
- (5) Se considerará como funcionamiento continuo si luego de 90 Min. la matriz es capaz de seguir expulsando producto sin acumulación de material en los moldes por sobrecalentamiento.

PROBETA : A.3.1

Golpes por minuto (1)	Diferencia de T. °C (2)	Caudal Lts/min (3)	Potencia Kw (4)	Observaciones(5)
6	1,00	8,15	4,30	Funcionamiento continuo y buena definicion del producto.
8	1,00	10,50	6,00	Funcionamiento continuo y buena definicion del producto.
10	2,30	12,40	7,50	Funcionamiento continuo pero definicion del producto deficiente.
11	2,80	12,40	7,50	Imposible lograr un funcionamiento continuo, la diferencia de temperatura anotada es en el momento de falla térmica.
12			8,10	
13			8,80	
14			10,40	
15			11,20	
16			12,40	

COMENTARIOS:

**Calidad de Termoformado del Producto :** Hasta los 8 golpes por minuto la apariencia del producto es buena pero al aumentar a 10, los moldes no son capaces de evacuar el calor de este, quedando una forma poco definida especialmente en la periferia del molde. No se observa una diferencia apreciable con respecto a la prueba anterior.

**Aspecto final de los moldes :** Los moldes al final de la prueba muestran una apariencia semi-opaca Estos moldes son mas sensibles a la entalladura pero soportaron bastante bien el los esfuerzos mecánicos y térmicos.

**Tiempo antes de producirse la falla :** Al aumentar la velocidad a 11 golpes por minuto la matriz funciona 16,7 minutos antes de que se observe acumulacion de material en los moldes.

Notas:

- (1) Golpes por minuto : Cantidad de ciclos de termoformados por minuto, Min<sup>-1</sup>
- (2) Diferencia de Temperatura : Diferencia entre las temperaturas de entrada y salida del agua de refrigeracion de los moldes, °C.
- (3) Caudal : Caudal de agua de refrigeración de los moldes, expresado en Lts/Min. (Max 12,4 Lts/Min)
- (4) Potencia : Potencia consumida por el homo para lograr temperatura de termoformado en la Lámina de Poliestireno.(Max 14,8 Kw)
- (5) Se considerará como funcionamiento continuo si luego de 90 Min. la matriz es capaz de seguir expulsando producto sin acumulación de material en los moldes por sobrecalentamiento.

PROBETA : A.3.2

Golpes por minuto (1)	Diferencia de T. °C (2)	Caudal Lts/min (3)	Potencia Kw (4)	Observaciones(5)
6	1,00	8,15	4,30	Funcionamiento continuo y buena definicion del producto.
8	1,00	10,50	6,00	Funcionamiento continuo y buena definicion del producto.
10	1,30	12,40	7,50	Funcionamiento continuo pero definicion del producto deficiente.
11	2,45	12,40	7,50	Funcionamiento continuo pero definicion del producto deficiente.
12	3,04	12,40	8,10	Imposible lograr un funcionamiento continuo, la diferencia de temperatura anotada es en el momento de falla térmica.
13			8,80	
14			10,40	
15			11,20	
16			12,40	

COMENTARIOS:

Calidad de Termoformado del Producto : Hasta los 8 golpes por minuto la apariencia del producto es buena pero al aumentar a 10 se observan algunas zonas perifericas mal termoformadas las cuales aumentan al probar a 11 g/Min. Si bien la matriz soporta mayor velocidad, la calidad del producto a 10 g/Min aún es inaseptable.

Aspecto final de los moldes : Los moldes al final de la prueba muestran una apariencia semi-opaca Estos moldes son mas sensibles a la entalladura pero soportaron bastante bien el los esfuerzos mecánicos y térmicos.

Tiempo antes de producirse la falla : Al aumentar la velocidad a 11 golpes por minuto la matriz funciona 22,4 minutos antes de que se observe acumulacion de material en los moldes.

Notas:

- (1) Golpes por minuto : Cantidad de ciclos de termoformados por minuto,  $\text{Min}^{-1}$
- (2) Diferencia de Temperatura : Diferencia entre las temperaturas de entrada y salida del agua de refrigeracion de los moldes, °C.
- (3) Caudal : Caudal de agua de refrigeración de los moldes, expresado en Lts/Min. (Max 12,4 Lts/Min)
- (4) Potencia : Potencia consumida por el homo para lograr temperatura de termoformado en la Lámina de Poliestireno.(Max 14,8 Kw)
- (5) Se considerará como funcionamiento continuo si luego de 90 Min. la matriz es capaz de seguir expulsando producto sin acumulación de material en los moldes por sobrecalentamiento.

PROBETA : A.3.3

Golpes por minuto (1)	Diferencia de T. °C (2)	Caudal Lts/min (3)	Potencia Kw (4)	Observaciones(5)
6	1,00	5,50	4,30	Funcionamiento continuo y buena definicion del producto.
8	1,00	7,45	6,00	Funcionamiento continuo y buena definicion del producto.
10	1,00	11,23	7,50	Funcionamiento continuo y buena definicion del producto.
11	2,05	12,40	7,50	Funcionamiento continuo y buena definicion del producto.
12	3,02	12,40	8,10	Funcionamiento continuo pero definicion del producto deficiente. fallan mecánicamente 2 insertos.
13	3,45	12,40	8,80	Imposible lograr un funcionamiento continuo, fallan mecánicamente todos los insertos.
14				
15				
16				

COMENTARIOS:

Calidad de Termoformado del Producto : Hasta los 11 golpes por minuto la apariencia del producto es buena pero se observa demasiada rugosidad en toda la superficie del producto. Al aumentar a 12g/Min se observan zonas perifericas mal termoformadas.

Aspecto final de los moldes : Los moldes colapsan producto del esfuerzo mecánico pero no se ven dañados termicamente. Los moldes son demasiado frágiles y de contextura harinosa.

Tiempo antes de producirse la falla : Al aumentar la velocidad a 13 golpes por minuto la matriz funciona 8,4 minutos antes de romperse.

Notas:

- (1) Golpes por minuto : Cantidad de ciclos de termoformados por minuto,  $\text{Min}^{-1}$
- (2) Diferencia de Temperatura : Diferencia entre las temperaturas de entrada y salida del agua de refrigeracion de los moldes, °C.
- (3) Caudal : Caudal de agua de refrigeración de los moldes, expresado en Lts/Min. (Max 12,4 Lts/Min)
- (4) Potencia : Potencia consumida por el horno para lograr temperatura de termoformado en la Lámina de Poliestireno. (Max 14,8 Kw)
- (5) Se considerará como funcionamiento continuo si luego de 90 Min. la matriz es capaz de seguir expulsando producto sin acumulación de material en los moldes por sobrecalentamiento.

PROBETA : A.3.4

Golpes por minuto (1)	Diferencia de T. °C (2)	Caudal Lts/min (3)	Potencia Kw (4)	Observaciones(5)
6	1,00	5,40	4,30	Funcionamiento continuo y buena definicion del producto.
8	1,00	6,98	6,00	Funcionamiento continuo y buena definicion del producto.
10	1,00	11,00	7,50	Funcionamiento continuo y buena definicion del producto.
11	2,01	12,40	7,50	Funcionamiento continuo y buena definicion del producto.
12	2,93	12,40	8,10	Funcionamiento continuo pero definicion del producto deficiente.
13	3,27	12,40	8,80	Imposible lograr un funcionamiento continuo, la diferencia de temperatura anotada es en el momento de falla termica.
14				
15				
16				

COMENTARIOS:

Calidad de Termoformado del Producto : Hasta los 11 golpes por minuto la apariencia del producto es buena pero al aumentar a 12 se observan algunas zonas perifericas mal termoformadas. Se observa una aceptable rugosidad en toda la superficie del producto.

Aspecto final de los moldes : Los moldes al final de la prueba muestran una apariencia semi-opaca Estos moldes son mas sensibles a la entalladura pero soportaron bastante bien el los esfuerzos mecánicos y térmicos.

Tiempo antes de producirse la falla : Al aumentar la velocidad a 13 golpes por minuto la matriz funciona 24,6 minutos antes de que se observe acumulacion de material en los moldes.

Notas:

- (1) Golpes por minuto : Cantidad de ciclos de termoformados por minuto,  $\text{Min}^{-1}$
- (2) Diferencia de Temperatura : Diferencia entre las temperaturas de entrada y salida del agua de refrigeracion de los moldes, °C.
- (3) Caudal : Caudal de agua de refrigeración de los moldes, expresado en Lts/Min. (Max 12,4 Lts/Min)
- (4) Potencia : Potencia consumida por el homo para lograr temperatura de termoformado en la Lámina de Poliestireno.(Max 14,8 Kw)
- (5) Se considerará como funcionamiento continuo si luego de 90 Min. la matriz es capaz de seguir expulsando producto sin acumulación de material en los moldes por sobrecalentamiento.

PROBETA : A.3.5

Golpes por minuto (1)	Diferencia de T. °C (2)	Caudal Lts/min (3)	Potencia Kw (4)	Observaciones(5)
6	1,00	5,40	4,30	Funcionamiento continuo y buena definicion del producto.
8	1,00	7,01	6,00	Funcionamiento continuo y buena definicion del producto.
10	1,00	11,43	7,50	Funcionamiento continuo y buena definicion del producto.
11	1,98	12,40	7,50	Funcionamiento continuo y buena definicion del producto.
12	2,29	12,40	8,10	Funcionamiento continuo pero definicion del producto levemente deficiente.
13	3,07	12,40	8,80	Imposible lograr un funcionamiento continuo, la diferencia de temperatura anotada es en el momento de falla termica.
14			10,40	
15			11,20	
16			12,40	

COMENTARIOS:

Calidad de Termoformado del Producto : Hasta los 11 golpes por minuto la apariencia del producto es buena pero al aumentar a 12 se observan algunas zonas perifericas mal termoformadas. Se observa una aceptable rugosidad en toda la superficie del producto.

Aspecto final de los moldes : Los moldes al final de la prueba muestran una apariencia semi-opaca Aparecen hendiduras en la superficie de los moldes producto de la falta de refuerzo superficial.

Tiempo antes de producirse la falla : Al aumentar la velocidad a 13 golpes por minuto la matriz funciona 27 minutos antes de que se observe acumulacion de material en los moldes.

Notas:

- (1) Golpes por minuto : Cantidad de ciclos de termoformados por minuto,  $\text{Min}^{-1}$
- (2) Diferencia de Temperatura : Diferencia entre las temperaturas de entrada y salida del agua de refrigeracion de los moldes, °C.
- (3) Caudal : Caudal de agua de refrigeración de los moldes, expresado en Lts/Min. (Max 12,4 Lts/Min)
- (4) Potencia : Potencia consumida por el horno para lograr temperatura de termoformado en la Lámina de Poliestireno.(Max 14,8 Kw)
- (5) Se considerará como funcionamiento continuo si luego de 90 Min. la matriz es capaz de seguir expulsando producto sin acumulación de material en los moldes por sobrecalentamiento.

PROBETA : B.1.1

Golpes por minuto (1)	Diferencia de T. °C (2)	Caudal Lts/min (3)	Potencia Kw (4)	Observaciones(5)
6	1,00	9,70	4,30	Funcionamiento continuo y buena definicion del producto.
8	1,00	11,50	6,00	Funcionamiento continuo y buena definicion del producto.
10	2,32	12,40	7,50	Funcionamiento continuo pero definicion del producto deficiente.
11	2,83	12,40	7,50	Imposible lograr un funcionamiento continuo, la diferencia de temperatura anotada es en el momento de falla térmica.
12				
13				
14				
15				
16				

COMENTARIOS:

Calidad de Termoformado del Producto : Hasta los 8 golpes por minuto la apariencia del producto es buena pero al aumentar a 10, los moldes no son capaces de evacuar el calor de este, quedando una forma poco definida especialmente en la periferia del molde.

Aspecto final de los moldes : Los moldes al final de la prueba muestran una apariencia semi-opaca Estos moldes son sensibles a la entalladura pero soportaron perfectamente bien los esfuerzos mecánicos y térmicos.

Tiempo antes de producirse la falla : Al aumentar la velocidad a 11 golpes por minuto la matriz funciona 28,4 minutos antes de que se observe acumulacion de material en los moldes.

Notas:

- (1) Golpes por minuto : Cantidad de ciclos de termoformados por minuto, Min<sup>-1</sup>
- (2) Diferencia de Temperatura : Diferencia entre las temperaturas de entrada y salida del agua de refrigeracion de los moldes, °C.
- (3) Caudal : Caudal de agua de refrigeración de los moldes, expresado en Lts/Min. (Max 12,4 Lts/Min)
- (4) Potencia : Potencia consumida por el homo para lograr temperatura de termoformado en la Lámina de Poliestireno. (Max 14,8 Kw)
- (5) Se considerará como funcionamiento continuo si luego de 90 Min. la matriz es capaz de seguir expulsando producto sin acumulación de material en los moldes por sobrecalentamiento.





PROBETA : B.2.1

Golpes por minuto (1)	Diferencia de T. °C (2)	Caudal Lts/min (3)	Potencia Kw (4)	Observaciones(5)
6	1,00	4,50	4,30	Funcionamiento continuo y buena definicion del producto.
8	1,00	6,75	6,00	Funcionamiento continuo y buena definicion del producto.
10	1,00	10,85	7,50	Funcionamiento continuo y buena definicion del producto.
11	1,35	12,40	7,50	Funcionamiento continuo y buena definicion del producto.
12	2,02	12,40	8,10	Funcionamiento continuo y buena definicion del producto.
13	2,95	12,40	8,80	Imposible lograr un funcionamiento continuo, la diferencia de temperatura anotada es en el momento de falla termica.
14				
15				
16				

COMENTARIOS:

Calidad de Termoformado del Producto : Hasta los 12 golpes por minuto la apariencia del producto es buena pero al aumentar a 13, los moldes no son capaces de evacuar el calor de este, disminuyendo la calidad de termoformado del producto a partir de los 25 min. para luego dejar de funcionar.

Aspecto final de los moldes : Los moldes al final de la prueba muestran una apariencia semi-opaca Estos moldes son sensibles a la entalladura pero soportaron perfectamente bien los esfuerzos mecánicos y térmicos. Se observa una leve rugosidad superficial.

Tiempo antes de producirse la falla : Al aumentar la velocidad a 13 golpes por minuto la matriz funciona 32,6 minutos antes de que se observe acumulacion de material en los moldes.

- Notas:
- (1) Golpes por minuto : Cantidad de ciclos de termoformados por minuto,  $\text{Min}^{-1}$
  - (2) Diferencia de Temperatura : Diferencia entre las temperaturas de entrada y salida del agua de refrigeracion de los moldes, °C.
  - (3) Caudal : Caudal de agua de refrigeración de los moldes, expresado en Lts/Min. (Max 12,4 Lts/Min)
  - (4) Potencia : Potencia consumida por el homo para lograr temperatura de termoformado en la Lámina de Poliestireno.(Max 14,8 Kw)
  - (5) Se considerará como funcionamiento continuo si luego de 90 Min. la matriz es capaz de seguir expulsando producto sin acumulación de material en los moldes por sobrecalentamiento.

PROBETA : B.2.2

Golpes por minuto (1)	Diferencia de T. °C (2)	Caudal Lts/min (3)	Potencia Kw (4)	Observaciones(5)
6	1,00	5,50	4,30	Funcionamiento continuo y buena definicion del producto.
8	1,00	7,45	6,00	Funcionamiento continuo y buena definicion del producto.
10	1,00	11,23	7,50	Funcionamiento continuo y buena definicion del producto.
11	1,20	12,40	7,50	Funcionamiento continuo y buena definicion del producto.
12	1,85	12,40	8,10	Funcionamiento continuo y buena definicion del producto.
13	2,55	12,40	8,80	Imposible lograr un funcionamiento continuo, la diferencia de temperatura anotada es en el momento de falla termica.
14			10,40	
15			11,20	
16			12,40	

COMENTARIOS:

**Calidad de Termoformado del Producto :** Hasta los 12 golpes por minuto la apariencia del producto es buena pero al aumentar a 13, los moldes no son capaces de evacuar el calor de este, disminuyendo la calidad de termoformado del producto a partir de los 28,4 min. para luego dejar de funcionar.

**Aspecto final de los moldes :** Los moldes al final de la prueba muestran una apariencia semi-opaca. Estos moldes son sensibles a la entalladura pero soportaron perfectamente bien los esfuerzos mecánicos y térmicos. Se observa una leve rugosidad superficial.

**Tiempo antes de producirse la falla :** Al aumentar la velocidad a 13 golpes por minuto la matriz funciona 40,4 minutos antes de que se observe acumulacion de material en los moldes.

- Notas:
- (1) Golpes por minuto : Cantidad de ciclos de termoformados por minuto,  $\text{Min}^{-1}$
  - (2) Diferencia de Temperatura : Diferencia entre las temperaturas de entrada y salida del agua de refrigeracion de los moldes, °C.
  - (3) Caudal : Caudal de agua de refrigeración de los moldes, expresado en Lts/Min. (Max 12,4 Lts/Min)
  - (4) Potencia : Potencia consumida por el horno para lograr temperatura de termoformado en la Lámina de Poliestireno. (Max 14,8 Kw)
  - (5) Se considerará como funcionamiento continuo si luego de 90 Min. la matriz es capaz de seguir expulsando producto sin acumulación de material en los moldes por sobrecalentamiento.

PROBETA : B.2.3

Golpes por minuto (1)	Diferencia de T. °C (2)	Caudal Lts/min (3)	Potencia Kw (4)	Observaciones(5)
6	1,00	4,50	4,30	Funcionamiento continuo y buena definicion del producto.
8	1,00	6,25	6,00	Funcionamiento continuo y buena definicion del producto.
10	1,00	8,75	7,50	Funcionamiento continuo y buena definicion del producto.
11	1,00	11,10	7,50	Funcionamiento continuo y buena definicion del producto.
12	1,85	12,40	8,10	Funcionamiento continuo y buena definicion del producto.
13	1,85	12,40	8,10	Funcionamiento continuo pero definicion del producto deficiente.
14	2,55	12,40	8,80	Imposible lograr un funcionamiento continuo, la diferencia de temperatura anotada es en el momento de falla termica.
15			11,20	
16			12,40	

COMENTARIOS:

**Calidad de Termoformado del Producto :** Hasta los 12 golpes por minuto la apariencia del producto es buena pero al aumentar a 13 aparecen problemas de definición en la periferia del producto y al llegar a 14, los moldes no son capaces de evacuar el calor de este, disminuyendo la calidad de termoformado del producto a partir de los 9,3 min. para luego dejar de funcionar.

**Aspecto final de los moldes :** Los moldes al final de la prueba muestran una apariencia semi-opaca Estos moldes son sensibles a la entalladura pero soportaron perfectamente bien los esfuerzos mecánicos y térmicos. Se observa una apreciable rugosidad superficial.

**Tiempo antes de producirse la falla :** Al aumentar la velocidad a 14 golpes por minuto la matriz funciona 12,2 minutos antes de que se observe acumulacion de material en los moldes.

- Notas:
- (1) Golpes por minuto : Cantidad de ciclos de termoformados por minuto,  $\text{Min}^{-1}$
  - (2) Diferencia de Temperatura : Diferencia entre las temperaturas de entrada y salida del agua de refrigeracion de los moldes, °C.
  - (3) Caudal : Caudal de agua de refrigeración de los moldes, expresado en Lts/Min. (Max 12,4 Lts/Min)
  - (4) Potencia : Potencia consumida por el horno para lograr temperatura de termoformado en la Lámina de Poliestireno.(Max 14,8 Kw)
  - (5) Se considerara como funcionamiento continuo si luego de 90 Min. la matriz es capaz de seguir expulsando producto sin acumulación de material en los moldes por sobrecalentamiento.

PROBETA : B.2.4

Golpes por minuto (1)	Diferencia de T. °C (2)	Caudal Lts/min (3)	Potencia Kw (4)	Observaciones(5)
6	1,00	3,50	4,30	Funcionamiento continuo y buena definicion del producto.
8	1,00	5,50	6,00	Funcionamiento continuo y buena definicion del producto.
10	1,00	6,75	7,50	Funcionamiento continuo y buena definicion del producto.
11	1,00	8,40	7,50	Funcionamiento continuo y buena definicion del producto.
12	1,00	10,60	8,10	Funcionamiento continuo y buena definicion del producto.
13	1,35	12,40	8,10	Funcionamiento continuo y buena definicion del producto.
14	2,15	12,40	8,80	Imposible lograr un funcionamiento continuo, la diferencia de temperatura anotada es en el momento de falla termica.
15			11,20	
16			12,40	

COMENTARIOS:

Calidad de Termoformado del Producto : Hasta los 13 golpes por minuto la definición del producto es buena pero al aumentar a 14, los moldes no son capaces de evacuar el calor de este, disminuyendo la calidad de termoformado del producto a partir de los 32 min. para luego dejar de funcionar.

Aspecto final de los moldes : Los moldes al final de la prueba muestran una apariencia semi-opaca Estos moldes son sensibles a la entalladura pero soportaron perfectamente bien los esfuerzos mecánicos y térmicos. Se observa una inaceptable rugosidad superficial.

Tiempo antes de producirse la falla : Al aumentar la velocidad a 14 golpes por minuto la matriz funciona 38 minutos antes de que se observe acumulacion de material en los moldes.

Notas:

- (1) Golpes por minuto : Cantidad de ciclos de termoformados por minuto,  $\text{Min}^{-1}$
- (2) Diferencia de Temperatura : Diferencia entre las temperaturas de entrada y salida del agua de refrigeracion de los moldes, °C.
- (3) Caudal : Caudal de agua de refrigeración de los moldes, expresado en Lts/Min. (Max 12,4 Lts/Min)
- (4) Potencia : Potencia consumida por el homo para lograr temperatura de termoformado en la Lámina de Poliestireno.(Max 14,8 Kw)
- (5) Se considerara como funcionamiento continuo si luego de 90 Min. la matriz es capaz de seguir expulsando producto sin acumulación de material en los moldes por sobrecalentamiento.

PROBETA : B.3.1

Golpes por minuto (1)	Diferencia de T. °C (2)	Caudal Lts/min (3)	Potencia Kw (4)	Observaciones(5)
6	1,00	3,80	4,30	Funcionamiento continuo y buena definicion del producto.
8	1,00	5,80	6,00	Funcionamiento continuo y buena definicion del producto.
10	1,00	7,15	7,50	Funcionamiento continuo y buena definicion del producto.
11	1,00	8,55	7,50	Funcionamiento continuo y buena definicion del producto.
12	1,00	10,85	8,10	Funcionamiento continuo y buena definicion del producto.
13	1,31	12,40	8,10	Funcionamiento continuo y buena definicion del producto.
14	2,22	12,40	8,80	Imposible lograr un funcionamiento continuo, la diferencia de temperatura anotada es en el momento de falla térmica.
15			11,20	
16			12,40	

COMENTARIOS:

**Calidad de Termoformado del Producto :** Hasta los 12 golpes por minuto la apariencia del producto es buena pero al aumentar a 13 aparecen problemas de definición en la periferia del producto y al llegar a 14, los moldes no son capaces de evacuar el calor de este, disminuyendo la calidad de termoformado del producto a partir de los 11 min. para luego dejar de funcionar.

**Aspecto final de los moldes :** Los moldes al final de la prueba muestran una apariencia semi-opaca Estos moldes son sensibles a la entalladura pero soportaron perfectamente bien los esfuerzos mecánicos y térmicos. Se observa una leve rugosidad superficial.

**Tiempo antes de producirse la falla :** Al aumentar la velocidad a 14 golpes por minuto la matriz funciona 15 minutos antes de que se observe acumulación de material en los moldes.

Notas:

- (1) Golpes por minuto : Cantidad de ciclos de termoformados por minuto,  $\text{Min}^{-1}$
- (2) Diferencia de Temperatura : Diferencia entre las temperaturas de entrada y salida del agua de refrigeracion de los moldes, °C.
- (3) Caudal : Caudal de agua de refrigeración de los moldes, expresado en Lts/Min. (Max 12,4 Lts/Min)
- (4) Potencia : Potencia consumida por el horno para lograr temperatura de termoformado en la Lámina de Poliestireno.(Max 14,8 Kw)
- (5) Se considerara como funcionamiento continuo si luego de 90 Min. la matriz es capaz de seguir expulsando producto sin acumulación de material en los moldes por sobrecalentamiento.

PROBETA : B.3.2

Golpes por minuto (1)	Diferencia de T. °C (2)	Caudal Lts/min (3)	Potencia Kw (4)	Observaciones(5)
6	1,00	3,35	4,30	Funcionamiento continuo y buena definicion del producto.
8	1,00	5,50	6,00	Funcionamiento continuo y buena definicion del producto.
10	1,00	6,55	7,50	Funcionamiento continuo y buena definicion del producto.
11	1,00	8,25	7,50	Funcionamiento continuo y buena definicion del producto.
12	1,00	10,40	8,10	Funcionamiento continuo y buena definicion del producto.
13	1,38	12,40	8,10	Funcionamiento continuo y buena definicion del producto.
14	2,75	12,40	8,80	Imposible lograr un funcionamiento continuo, la diferencia de temperatura anotada es en el momento de falla termica.
15			11,20	
16			12,40	

COMENTARIOS:

**Calidad de Termoformado del Producto :** Hasta los 13 golpes por minuto la definición del producto es buena pero al aumentar a 14, los moldes no son capaces de evacuar el calor de este, disminuyendo la calidad de termoformado del producto a partir de los 30 min. para luego dejar de funcionar.

**Aspecto final de los moldes :** Los moldes al final de la prueba muestran una apariencia semi-opaca. Estos moldes son sensibles a la entalladura pero soportaron perfectamente bien los esfuerzos mecánicos y térmicos. Se observa una leve rugosidad superficial pero también trizaduras en las tomas o bases en 2 de los moldes.

**Tiempo antes de producirse la falla :** Al aumentar la velocidad a 14 golpes por minuto la matriz funciona 42 minutos antes de que se observe acumulación de material en los moldes.

Notas:

- (1) Golpes por minuto : Cantidad de ciclos de termoformados por minuto,  $\text{Min}^{-1}$
- (2) Diferencia de Temperatura : Diferencia entre las temperaturas de entrada y salida del agua de refrigeración de los moldes, °C.
- (3) Caudal : Caudal de agua de refrigeración de los moldes, expresado en Lts/Min. (Max 12,4 Lts/Min)
- (4) Potencia : Potencia consumida por el horno para lograr temperatura de termoformado en la Lámina de Poliestireno. (Max 14,8 Kw)
- (5) Se considerara como funcionamiento continuo si luego de 90 Min. la matriz es capaz de seguir expulsando producto sin acumulación de material en los moldes por sobrecalentamiento.

**PROBETA : Metálica Combencional.**

Golpes por minuto (1)	Diferencia de T. °C (2)	Caudal Lts/min (3)	Potencia Kw (4)	Observaciones(5)
6	1,00	2,70	4,30	Funcionamiento continuo y buena definicion del producto.
8	1,00	3,60	6,00	Funcionamiento continuo y buena definicion del producto.
10	1,00	5,50	7,50	Funcionamiento continuo y buena definicion del producto.
11	1,00	6,80	7,50	Funcionamiento continuo y buena definicion del producto.
12	1,00	7,20	8,10	Funcionamiento continuo y buena definicion del producto.
13	1,00	8,70	8,10	Funcionamiento continuo y buena definicion del producto.
14	1,00	9,40	8,80	Funcionamiento continuo y buena definicion del producto.
15	1,00	10,00	11,20	Funcionamiento continuo y buena definicion del producto.
16	1,00	10,80	12,40	Funcionamiento continuo y buena definicion del producto.

**COMENTARIOS:**

Calidad de Termoformado del Producto : Siempre buena

Aspecto final de los moldes : Sin daño apreciable, pero con acumulación de cales y óxidos en el interior del molde.

Tiempo antes de producirse la falla : Sin fallas.

**Notas:**

- (1) Golpes por minuto : Cantidad de ciclos de termoformados por minuto,  $\text{Min}^{-1}$
- (2) Diferencia de Temperatura : Diferencia entre las temperaturas de entrada y salida del agua de refrigeración de los moldes, °C.
- (3) Caudal : Caudal de agua de refrigeración de los moldes, expresado en Lts/Min.  
(Max 12,4 Lts/Min)
- (4) Potencia : Potencia consumida por el horno para lograr temperatura de termoformado en la Lámina de Poliestireno.(Max 14,8 Kw)
- (5) Se considerara como funcionamiento continuo si luego de 90 Min. la matriz es capaz de seguir expulsando producto sin acumulación de material en los moldes por sobrecalentamiento.

## Evaluación y corrección de problemas

De las primeras pruebas surgieron nuevas probetas formuladas en base a los parámetros obtenidos en éstas, tratando de mezclar las características de una y otra resina con el fin de obtener un molde que se asemejara lo mas posible a su rival metálico. En esta búsqueda, el principal problema surgido fue la pérdida de tenacidad del molde a medida que se aumentaba su capacidad transmisora de calor mediante la adición de limadura de aluminio, este problema logró ser resuelto gracias a la incorporación de unas placas perforadas de aluminio de 1 mm de espesor con lo cual se aumentó considerablemente la resistencia mecánica del molde y también sus características termodinámicas, pero se encarece el proceso de construcción del mismo, no tanto por la pieza instalada sino por la dificultad de moldeo que este incorpora, teniéndose que colar varios moldes de repuesto para que en el momento del desmoldaje queden los 12 necesarios para la matriz.

Como resultado de la evaluación se ha escogido como la mejor formulación la producida en los moldes B.3.1 debido a su buen comportamiento bajo las exigencias tanto mecánicas como termodinámicas.

Cabe destacar que según sea el tipo de matriz variarán los requerimientos físicos de ésta, y es así como por ejemplo, que para un molde cóncavo de un pote de los utilizados para envasar margarinas, algunas formulaciones aquí ensayadas y rechazadas por su poca resistencia mecánica podrían perfectamente ser usadas debido a sus mejores características termodinámicas logrando así un mejor rendimiento que el obtenido por nosotros con la matriz escogida.



## Consideraciones Económicas

Como se mencionó en el informe anterior a fin de tener una más exacta comparación entre la matricería plástica y la matricería metálica convencional se invirtió en la construcción de 12 insertos de este segundo tipo, por lo que se conoce perfectamente el valor de éstos, así como también el de los moldes plásticos. Estos valores se contrastaran en las siguientes tablas de gastos:

### Matricería Metálica

Diseño y Dibujo de planos de construcción :	\$ 51.465
Construcción en Maestranza : \$ 74.400 Cada Inserto	
Costo construcción 12 insertos :	\$ 892.800
Costo total 12 moldes :	\$ 944.265
Tiempo de construcción empleado : 12 días	

### Matricería Plástica

Diseño y Dibujo de planos de construcción de molde de colada :	\$ 51.465
Construcción en Maestranza de molde de colada:	\$ 82.000
Costo construcción 12 insertos :	
En este punto se debe aclarar que se usará el costo de moldeo del juego de insertos que dio los mejores resultados en las pruebas ( B.3.1 ).	
Resina base: 90 % Araldite CW 2217,10 % Hardener HY 217 17.55gr por unidad, 210.6gr. totales a un costo de \$ 9.045 Kg :	\$ 1.904
Aditivos: Limadura de aluminio (Nº 300) obtenida en una barraca de metales 52.65 gr por unidad, 631.8gr. a un costo de \$ 2.470 Kg. :	\$ 1561
Costo total 12 moldes :	\$ 136.929
Tiempo de construcción empleado : 3 días ( 4 coladas diarias )	

### Consideraciones :

Por el monto empleado en la matricería convencional se construyen 10.5 Matrices Plásticas incluido el costo del molde de colada que al ser metálico no sufre desgaste alguno pudiendo servir para la construcción de muchas más matrices que las presentadas.

Con el fin de hacer una comparación en la cual los montos involucrados en la construcción de una matriz convencional no fuesen tan altos, se escogió esta matriz para tapas de vasos, la cual, debido a su sencillez es relativamente económica. No es el caso de cualquier otra matriz en uso actualmente para productos más complejos como los pots de casatta, vasos, envases de lácteos etc., cuyas matrices convencionales pueden alcanzar sólo en construcción montos promedio de los M\$7.000.- Si mantenemos la misma relación antes analizada donde la matriz se podría construir por una décima parte de su costo en matricería convencional, se observa un ahorro atractivo al usar esta tecnología. La gran desventaja de este tipo de matriz se encuentra en su menor rendimiento, lo cual es sumamente desventajoso al tratarse de la fabricación de productos de altos volúmenes de consumo ( 500.000 unidades o más mensuales ), pero por otra parte, hace viable la fabricación de productos de medios y bajos volúmenes de consumo( Entre 500.000 y 200.000 unidades mes y menos de éstas, respectivamente).Al hacer rentable la entrada de un nuevo producto en forma paulatina en el mercado. Finalmente, podemos concluir que esta tecnología es aplicable principalmente a la producción de envases, para los cuales, luego de un acabado estudio de mercado y factibilidad económica no arrojen cifras positivas debido al monto de la inversión inicial en matricería convencional pero sí lo hagan con una décima parte de esta suma. Con lo cual se podría introducir este producto en el mercado y a partir de su comportamiento evaluar su posible desarrollo en matricería convencional o la mantención de la matricería plástica o simplemente la discontinuación de éste asumiendo una pérdida aceptable.

ANEXO

FIGURA 1.-

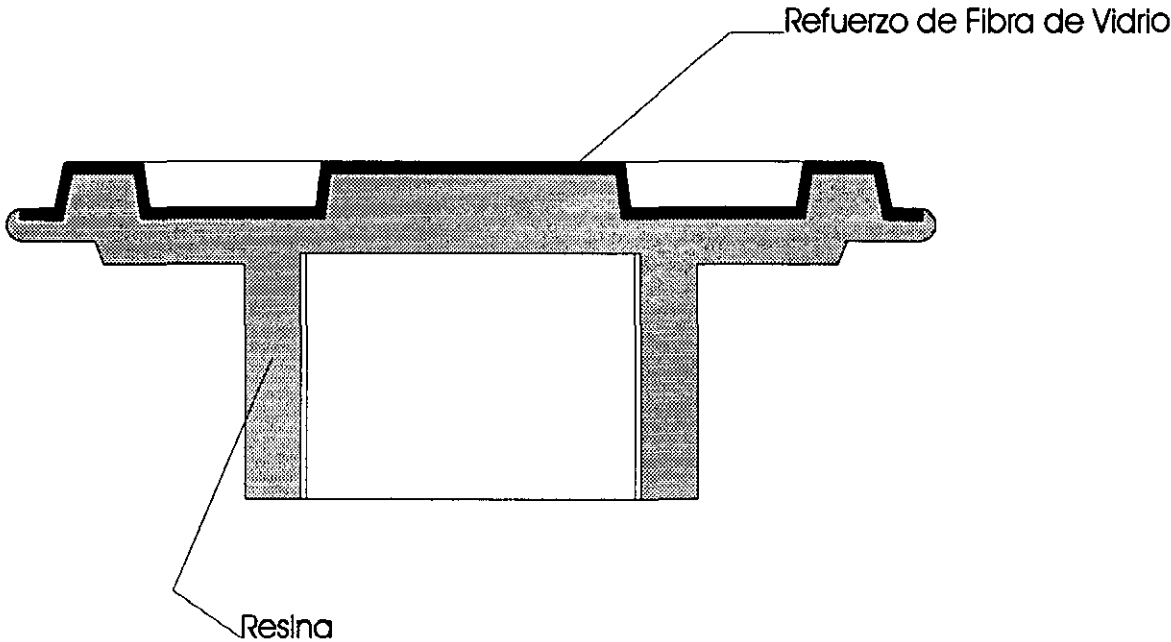
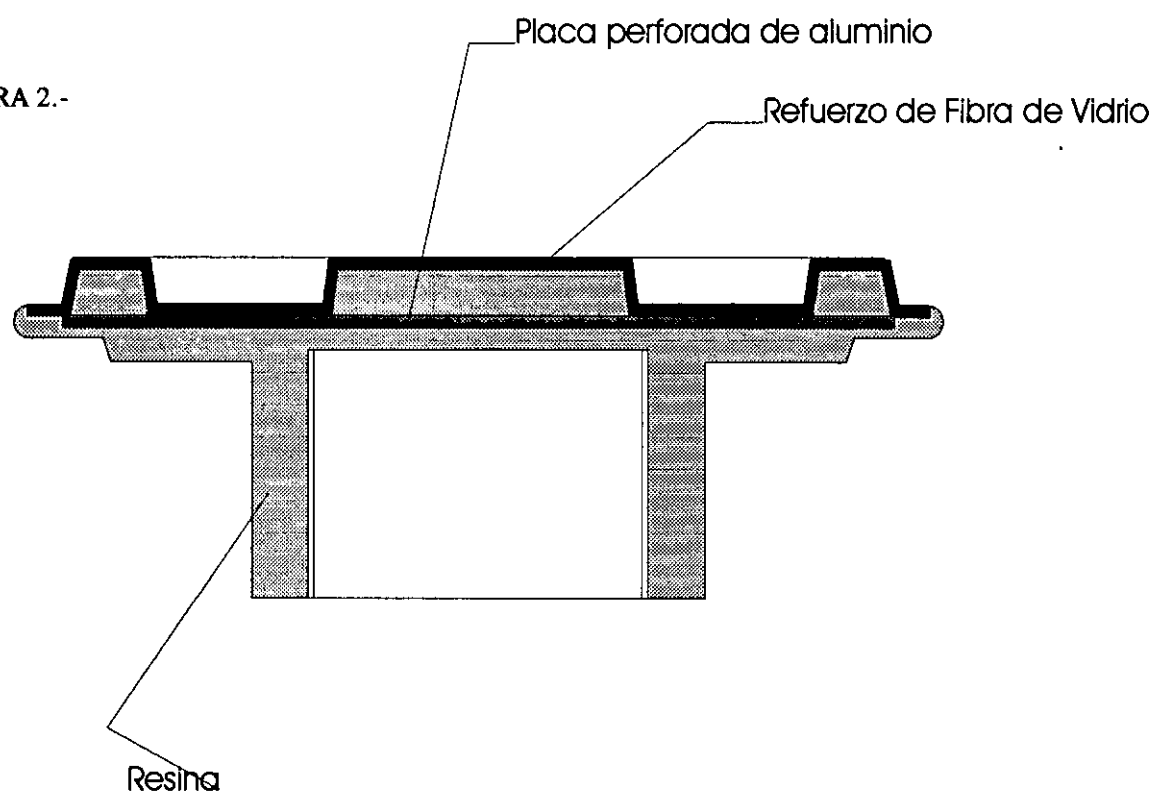


FIGURA 2.-



Elevación de placa perforada de aluminio

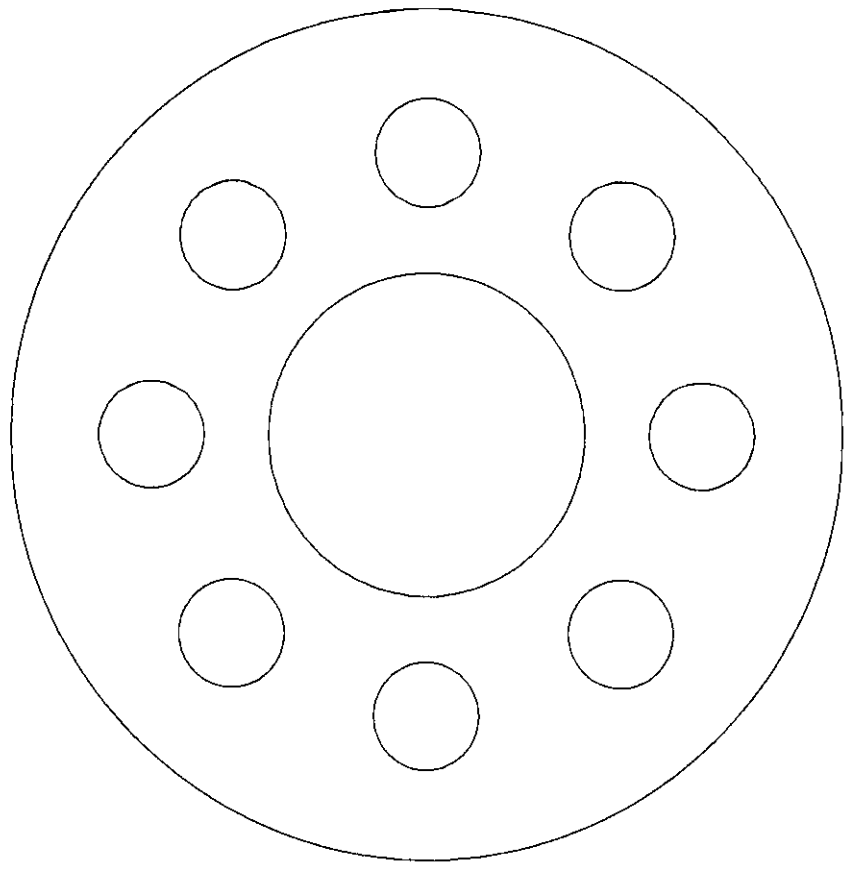


FIGURA 3.-

